

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica



"DISEÑO DE UN PROGRAMA INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATERIA VIBRACIONES MECANICAS"

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

Guillermo Oswaldo Espinosa Gálvez

Guayaquil - Ecuador

1.988

A G R A D E C I M I E N T O

A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Al Ing. GUILLERMO URQUIZO C. Director de Tesis por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

ING. NELSON CEVALLOS

Decano de la F.I.M

ING. GUILLERMO URQUIZO

Director de Tesis

ING. EDUARDO ORCES

Tribunal de Tesis

ING. MARCOS TAPIA

Tribunal de Tesis

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

GUILLERMO OSWALDO ESPINOSA GALVEZ

RESUMEN

Este programa computacional permite al estudiante de Vibraciones Mecánicas tener su tutor personal disponible todo el tiempo. A manera de buen instructor, proporciona fundamentos teóricos a través de: textos, fórmulas,gráficos, etc; resuelve problemas ilustrativos y plantea problemas para ser resueltos.

Resolver los problemas planteados representa un método de autoevaluación , ya que se sigue el progreso del estudiante poniendo a su disposición en todo momento la ayuda que pueda requerir. Adicionalmente el programa puede solicitar cálculos numéricos , plantear interrogantes o pedir ecuaciones; estas últimas pueden ser ingresadas por medio de combinaciones de simbolos y valores numéricos. Al final de cada problema se otorga al estudiante la nota (sobre 100) correspondiente a su actuación a lo largo de cada problema.

Durante todo el desarrollo del programa existe la interacción con el estudiante para que pueda avanzar a su propio ritmo y de acuerdo con sus necesidades.

El programa está desarrollado en BASIC, y sirve para los microcomputadores IBM-PC, aprovechándonos del alto grado de comercialización alcanzado por éstos en nuestro medio. La capacidad de memoria requerida es la mínima, esto es 256 KB y se utiliza un solo drive; existen copias para utilizar con un monitor a colores o con un monitor monocromático con tarjeta Hercules para gráficos.

Se han empleado una serie de programas interactuando entre sí. En el capítulo 1 se hace un esquema general de lo realizado, se presentan los programas que proporcionan la información teórica necesaria y se hace una explicación de como utilizarlos.

El capítulo 2 contiene los programas que ofrecen problemas totalmente resueltos, presentandose un problema como ejemplo.

Los programas que plantean y evalúan problemas están en el capítulo 3; además en este capítulo se realiza una explicación de como funciona esta parte del programa, para esto se presenta una serie de situaciones que pueden darse en la resolución de problemas.

En el capítulo 4, se incluyen todas las subrutinas que puedan ser requeridas en los programas explicados en los tres capítulos anteriores.

I N D I C E G E N E R A L

Pag.

RESUMEN 7

INDICE GENERAL 9

INTRODUCCION 11

I. PROGRAMA GENERAL PARA ELEGIR OPCIONES

1.1 Descripción general del programa..... 12

1.2 Diagramas de flujo 19

1.2.1 Diagrama de flujo general 19

1.2.2 Diagrama para imprimir información..... 21

1.2.3 Diagrama para elegir opciones teoricas. 22

1.2.4 Diagrama para imprimir introducción.... 23

1.2.5 Diagrama para vibración libre no amortiguada..... 24

1.2.6 Diagrama para vibraciones libres amortiguadas..... 25

1.2.7 Diagrama para vibración armónica forzada..... 26

1.2.8 Diagrama para vibracion transitoria.... 27

1.2.9 Diagrama para n grados de libertad..... 28

1.2.10 Diagrama para vibración torsional..... 31

1.2.11 Diagrama para elegir problemas resueltos..... 32

1.2.12 Diagrama para elegir problemas propuestos..... 33

1.3 Listados

1.3.1 Listado programa "VIBRA"..... 34

1.3.2 Listado programa "VIBRA3"..... 52

1.3.3 Listado programa "VIBRA4"..... 68

1.3.4 Listado programa "VIBRA5"..... 79

1.3.5 Listado programa "VIBRA6"..... 98

II. PROGRAMAS PARA IMPRIMIR PROBLEMAS RESUELTOS

2.1. Descripción de los programas..... 106

2.2. Diagramas de flujo..... 112

2.3. Listados

2.3.1 Listado programa "VIBRAPR1"..... 117

2.3.2 Listado programa "VIBRAPR2"..... 125

2.3.3 Listado programa "VIBRAPR3"..... 127

2.3.4 Listado programa "VIBRAPR4"..... 135

2.3.5 Listado programa "VIBRAPR5"..... 140

III. PROGRAMAS PARA PLANTEO DE PROBLEMAS

3.1 Descripción de los programas..... 144

3.2 Diagramas de flujo..... 155

3.3 Listados

3.3.1 Listado programa "VIBRAPP1"..... 160

3.3.2 Listado programa "VIBRAPP2"..... 183

3.3.3 Listado programa "VIBRAPP3"..... 197

3.3.4 Listado programa "VIBRAPP4"..... 221

3.3.5 Listado programa "VIBRAPP5"..... 236

INTRODUCCION

Con el auge de las microcomputadoras y de las nuevas tecnologías de la información, la educación puede experimentar cambios no imaginados. Deben desarrollarse nuevas tecnologías pedagógicas para aprovechar al máximo las posibilidades educativas que pueden brindar las computadoras.

En nuestro medio hay muy pocos programas de computación educativos, ya que su costo de desarrollo es alto. Instituciones como la ESPOL deben crear aplicaciones pedagógicas para computadoras de acuerdo con nuestros planes de estudio.

Las computadoras en la educación pueden abarcar campos como la enseñanza de materias tradicionales, utilizando la computadora como tutor; o, el empleo de ellas como medio auxiliar para resolver problemas, simular situaciones y practicar ejercicios de diferentes disciplinas.

Ante lo dicho, y como un aporte más para el propósito de optimización del sistema enseñanza-aprendizaje en la ESPOL; presento el diseño de un programa interactivo para la enseñanza de la materia Vibraciones Mecánicas.

CAPITULO I

PROGRAMA GENERAL PARA ELEGIR OPCIONES

1.1 Descripción general del programa

Se han utilizado un conjunto de programas interactuando entre sí. La Fig.Nº1.1 presenta un diagrama esquemático del programa.

El programa principal "VIBRA" es el programa "director", es decir es el que recepta las necesidades del usuario y de acuerdo con esto ejecuta los programas que desarrollan la opción seleccionada.

Para empezar a trabajar usted debe colocar el diskette #1 en el drive A de su computador, y seguidamente encender la máquina. Luego de algunos segundos se carga automáticamente el programa "GEVIBRA", y aparece en la pantalla el mensaje de la figura Nº1.2

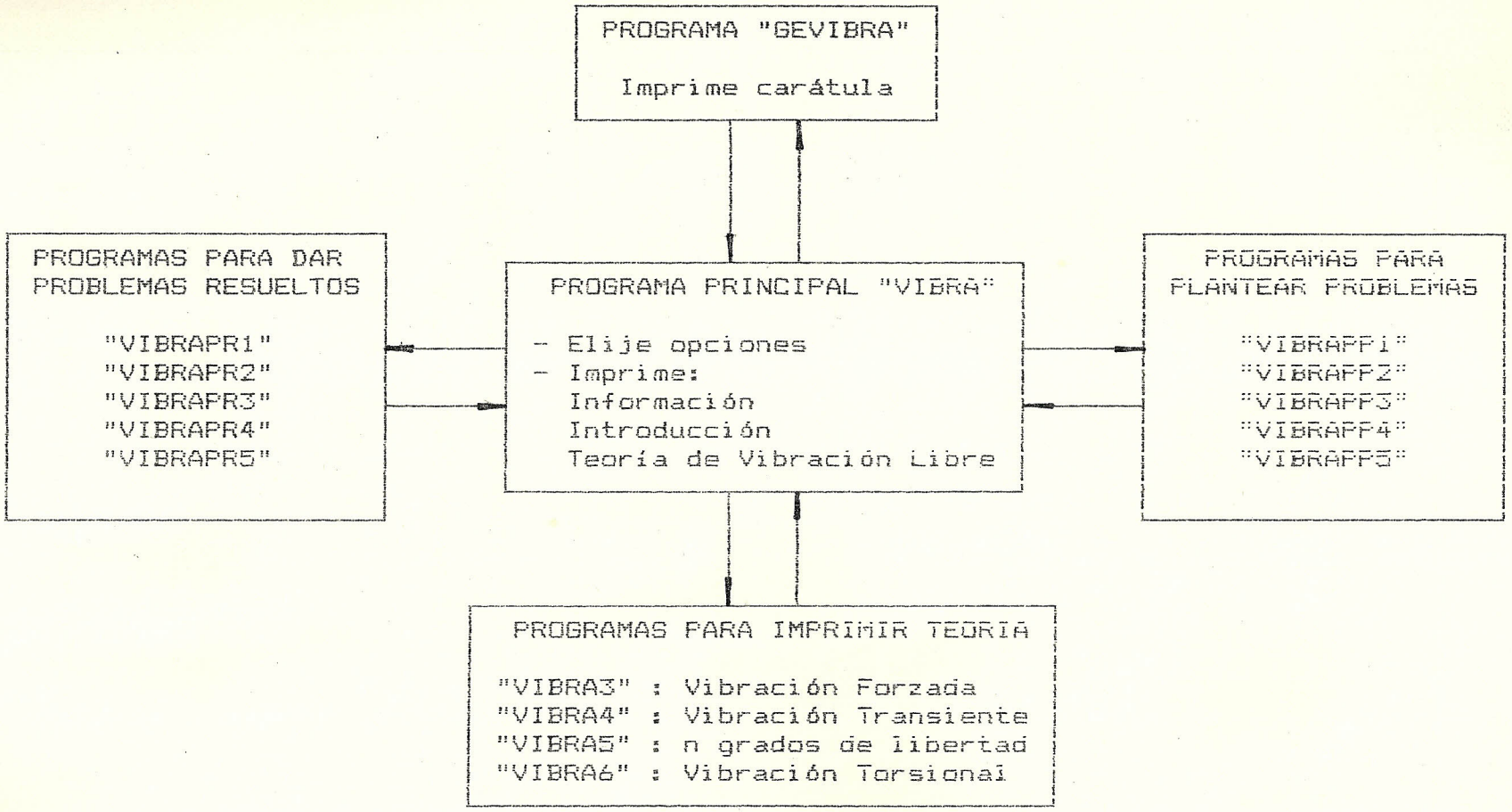

PROGRAMA "GEVIBRA"
Imprime carátula
PROGRAMAS PARA DAR PROBLEMAS RESUELTOS
"VIBRAPR1"
"VIBRAPR2"
"VIBRAPR3"
"VIBRAPR4"
"VIBRAPR5"
PROGRAMA PRINCIPAL "VIBRA"
- Elije opciones
- Imprime:
Información
Introducción
Teoría de Vibración Libre
PROGRAMAS PARA PLANTEAR PROBLEMAS
"VIBRAPP1"
"VIBRAPP2"
"VIBRAPP3"
"VIBRAPP4"
"VIBRAPP5"
PROGRAMAS PARA IMPRIMIR TEORIA
"VIBRA3" : Vibración Forzada
"VIBRA4" : Vibración Transiente
"VIBRA5" : n grados de libertad
"VIBRA6" : Vibración Torsional

Fig.Nº1.1

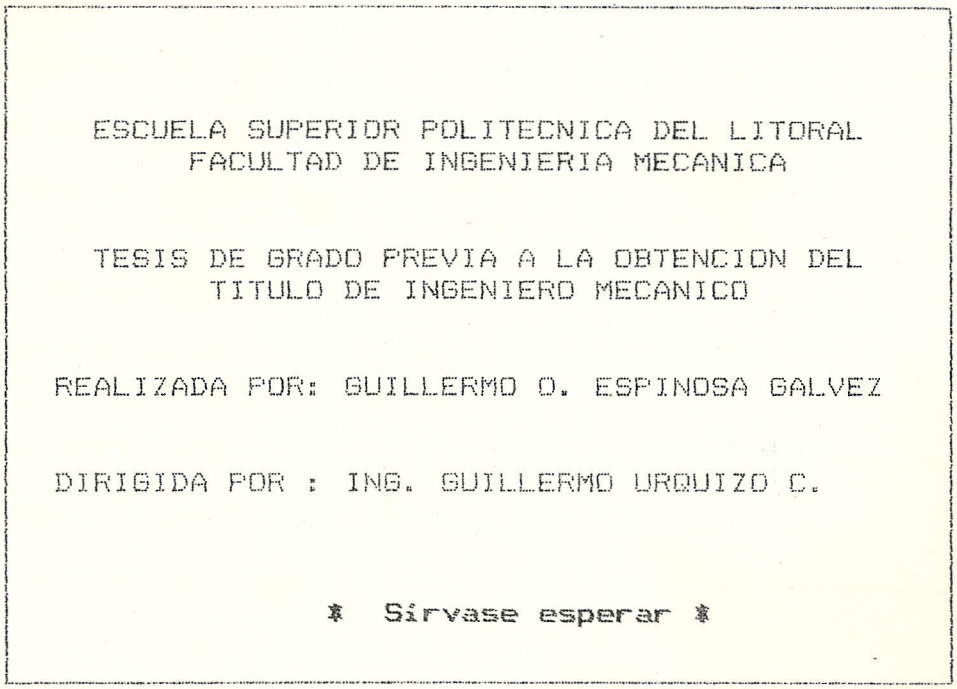


Fig.Nº1.2

Este mensaje se mantendrá aproximadamente 10 segundos, luego de lo cual se podrá leer:

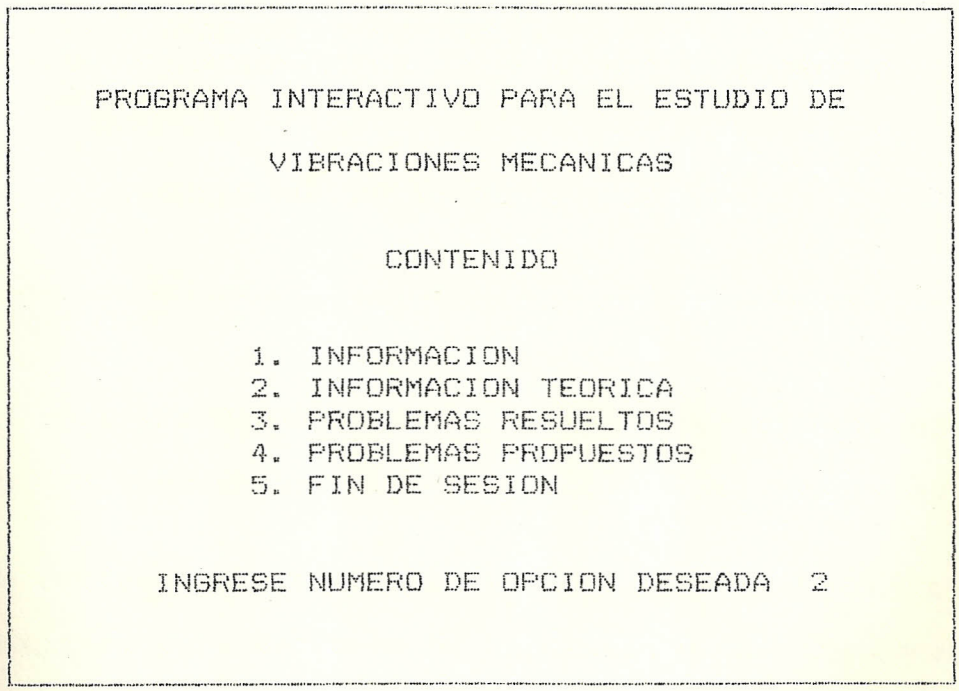


Fig.Nº1.3

Este es el contenido más general del programa. Para obtener la información referente al tópico deseado se deberá presionar el número correspondiente y luego la tecla RETURN (<_┘).

En caso de presionar una tecla incorrecta el computador imprimirá el mensaje "ELIJA NUMERO DE 1-5"

En esta ocasión se ha elegido la opción 2, la cual proporciona la siguiente pantalla:

```
                INFORMACION TEORICA

                    CONTENIDO

    0. INTRODUCCION
    1. VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA
    2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS
    3. VIBRACION ARMONICA FORZADA
    4. VIBRACION TRANSITORIA
    5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD
    6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL

       INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA  0
```

Fig.Nº1.4

El programa"VIBRA" ejecuta hasta la opción Nº2, para las siguientes opciones llama a otros programas.

Se pretende ahora obtener lo referente a la introducción; por tanto se ha ingresado el número cero, esto conduce a la siguiente pantalla:

INTRODUCCION

En la forma más elemental vibración es un movimiento oscilatorio y periódico. Nuestro estudio de vibraciones se referirá a los cuerpos que tienen masa y elasticidad con las fuerzas involucradas en su movimiento vibratorio.

En distinto grado la mayoría de las máquinas y estructuras vibran, aspecto que tiene que ser considerado en su diseño y posteriormente en su mantenimiento.

El número de coordenadas independientes que se requieren para describir el movimiento de un sistema, es el grado de libertad del sistema.

Cuando el movimiento se repite a intervalos de tiempo τ , se le llama periódico.

τ es el periodo de oscilación

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº1.5

Para continuar con la pantalla siguiente se ha presionado la tecla A:

El inverso del periodo es la frecuencia f :

$$f = \frac{1}{\tau}$$

Todo movimiento periódico satisface:

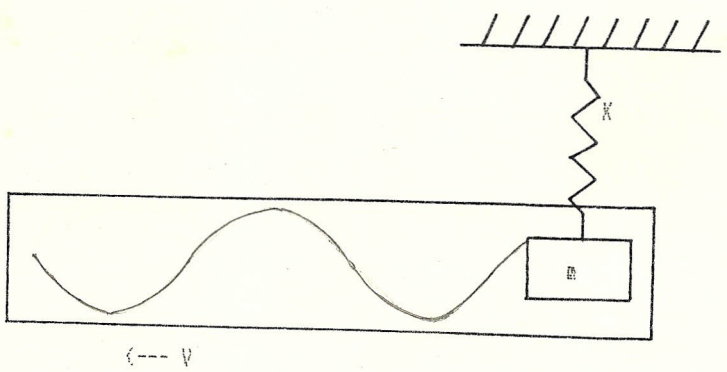
$$x(t) = x(t + \tau)$$

El movimiento periódico más sencillo es el armónico. Puede ser ilustrado mediante una masa suspendida por un resorte liviano, si la masa es retirada de su posición de equilibrio y liberada, oscilará hacia arriba y hacia abajo ; si se coloca un lápiz en la masa, su movimiento puede entonces ser registrado en una tira de papel movida a velocidad constante.

Esto puede verse en el gráfico siguiente:

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº1.6



R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº1.7

Como el movimiento se repite cada 2π radianes tenemos:

$$w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \; ; \quad X = A \operatorname{Sen} wt$$

La velocidad y aceleración pueden determinarse por diferenciación:

$$dx/dt = w A \operatorname{Cos} wt = w A \operatorname{Sen} (wt + \pi/2)$$

$$d2x/dt2 = -w^2 A \operatorname{Sen} wt = w^2 A \operatorname{Sen} (wt + \pi)$$

Luego la velocidad y aceleración son armónicos y preceden al desplazamiento en π/2 y π

También se observa que: $d2x/dt2 = - w^2 x$

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº1.8

Si se requiere regresar a la pantalla anterior debe presionarse la tecla R, lo que lleva a la Fig.Nº1.7

Si en algún momento se hubiera presionado la tecla S, se regresaría a la pantalla de la Fig.Nº1.4, como se ha ingresado la tecla A, y esa era la última pantalla, el programa imprimirá lo siguiente:



Fig.Nº1.9

Luego de presionar la tecla RETURN (<_┘), el computador regresará a imprimir la pantalla de la Fig.Nº1.4

A continuación se presentarán los diagramas de flujo correspondientes a información teórica y seguidamente el listado de los mismos.

1.2 Diagramas de flujo

El programa general "VIBRA", debe ser capaz de presentar el contenido del programa, receptar las necesidades del usuario y como se indica en la figura 1.1 realizar según la opción elegida lo siguiente:

Imprimir información, introducción, teoría de vibración libre o; cargar y ejecutar otros programas para: imprimir información teórica de otros capítulos, presentar problemas resueltos o plantear problemas referentes a esos capítulos.

1.2.1 Diagrama de flujo general

Este primer diagrama de flujo indica la parte inicial del programa "VIBRA" que es la que permite: imprimir la carátula y el menú principal, y ejecutar la linea correspondiente a la opción elegida por el usuario.

La subrutina 15000 es la que permite asimilar la opción digitada en el teclado. En caso de presionar una tecla distinta al rango de opciones del menú la subrutina 15100 imprime mensaje de error, hasta que se ingrese un número correcto. La subrutina 15200 borra este mensaje.

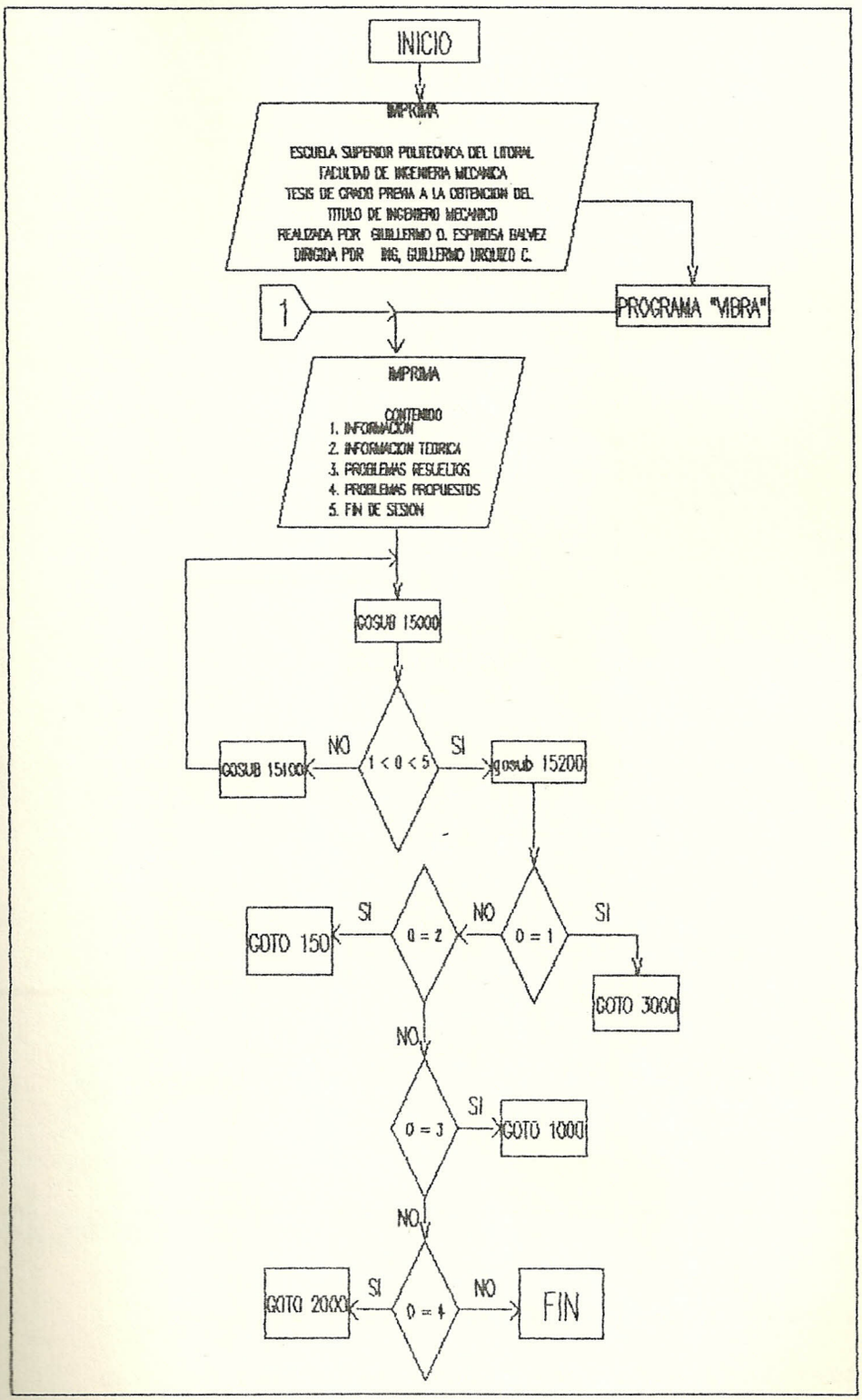

INICIO
IMPRIMA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO MECANICO
REALIZADA POR GUILLERMO O. ESPINOSA GALVEZ
DIRIGIDA POR ING. GUILLERMO URQUIZO C.
1
PROGRAMA "VIBRA"
IMPRIMA
CONTENIDO
1. INFORMACION
2. INFORMACION TEORICA
3. PROBLEMAS RESUELTOS
4. PROBLEMAS PROPUESTOS
5. FIN DE SESION
GOSUB 15000
NO
1 < 0 < 5
SI
GOSUB 15100
gosub 15200
SI
0 = 2
NO
0 = 1
SI
GOTO 150
GOTO 3000
NO
SI
0 = 3
GOTO 1000
NO
GOTO 20000
SI
0 = 4
NO
FIN

Fig.Nº1.10

1.2.2 Diagrama para imprimir información

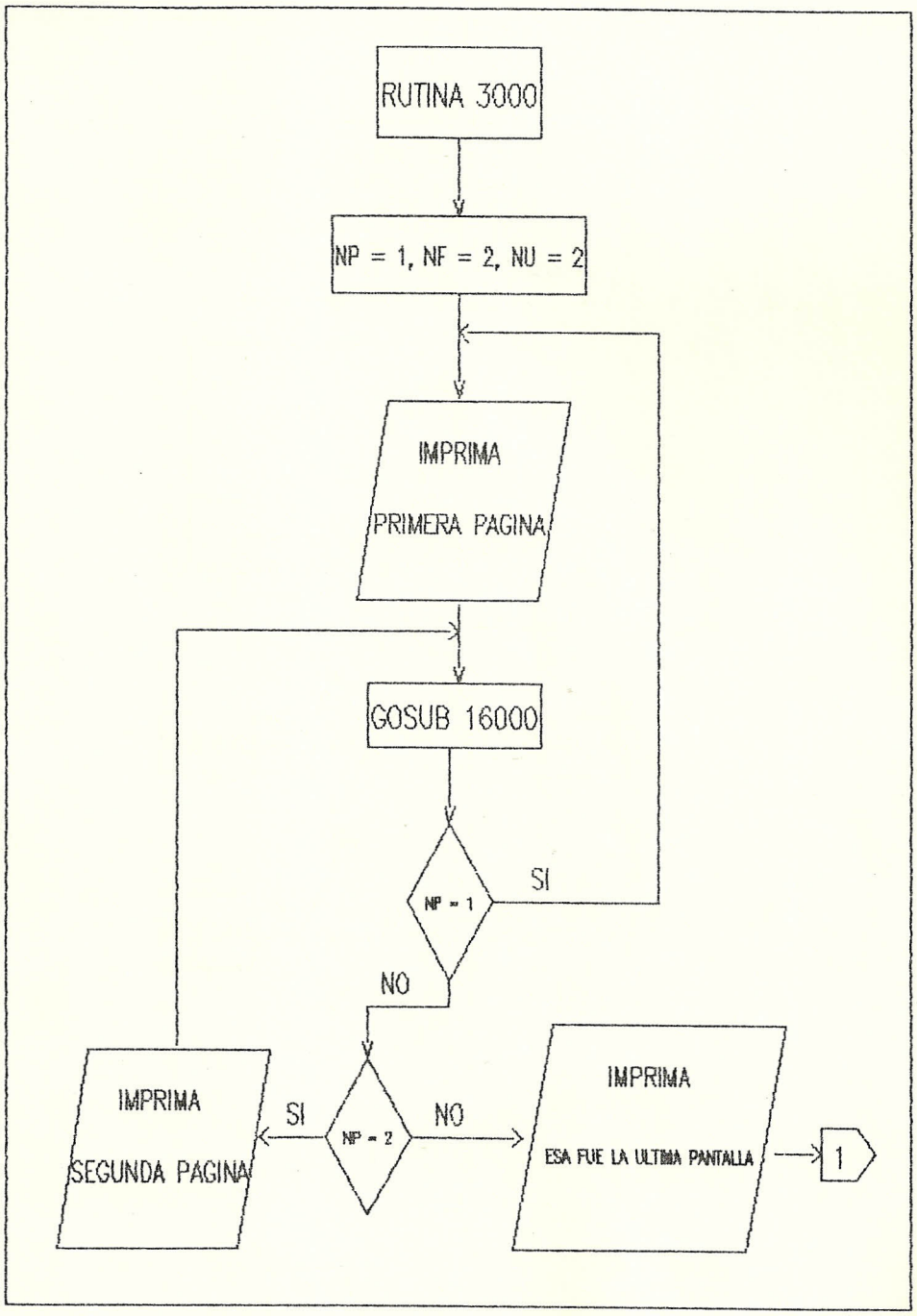


Fig.Nº1.11

La subrutina 16000 permite avanzar o retroceder las pantallas. Todas las subrutinas están en el capítulo 4.

1.2.3 Diagrama para elegir opciones teóricas.

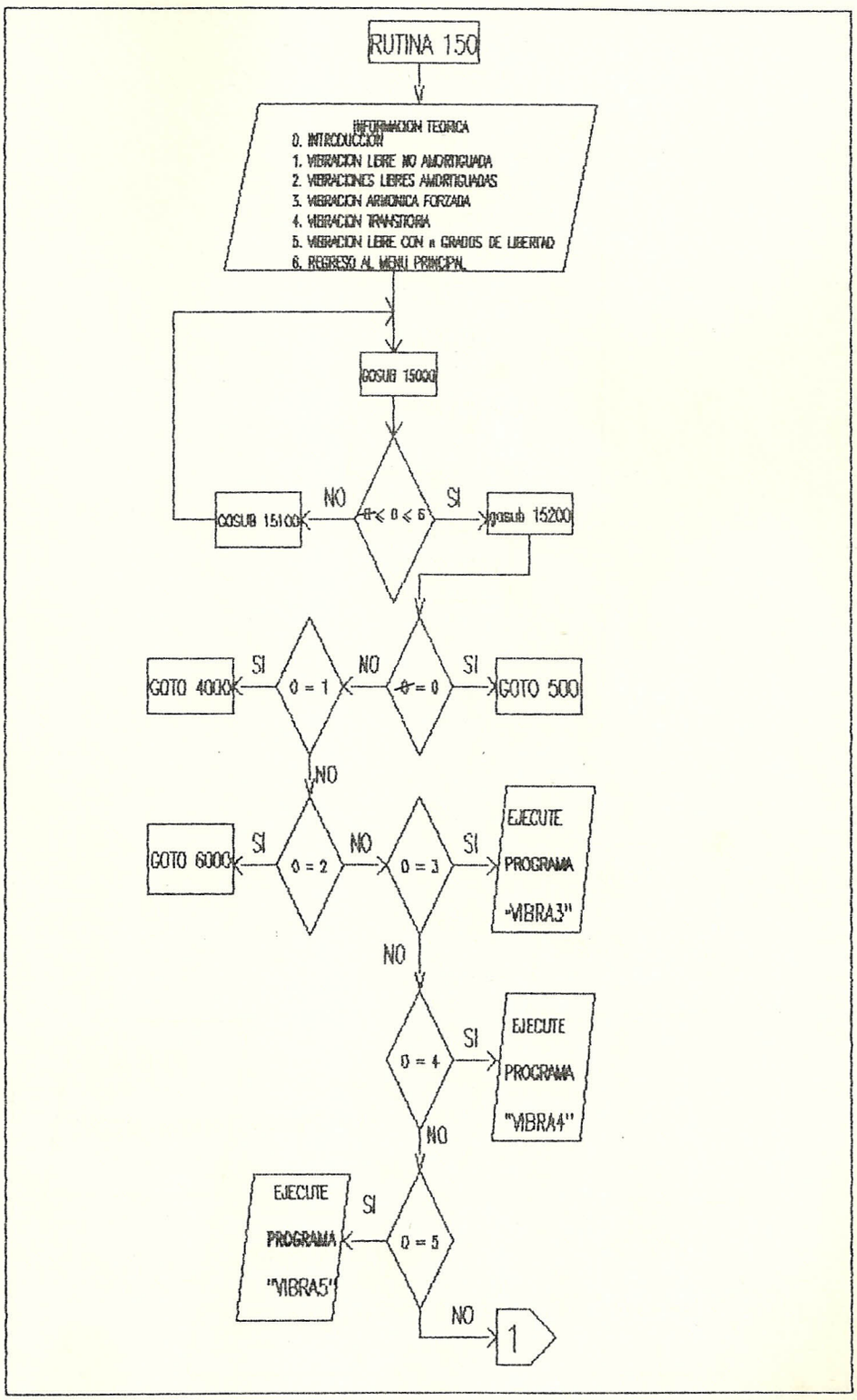


Fig.Nº1.12

1.2.4 Diagrama para imprimir introducción.

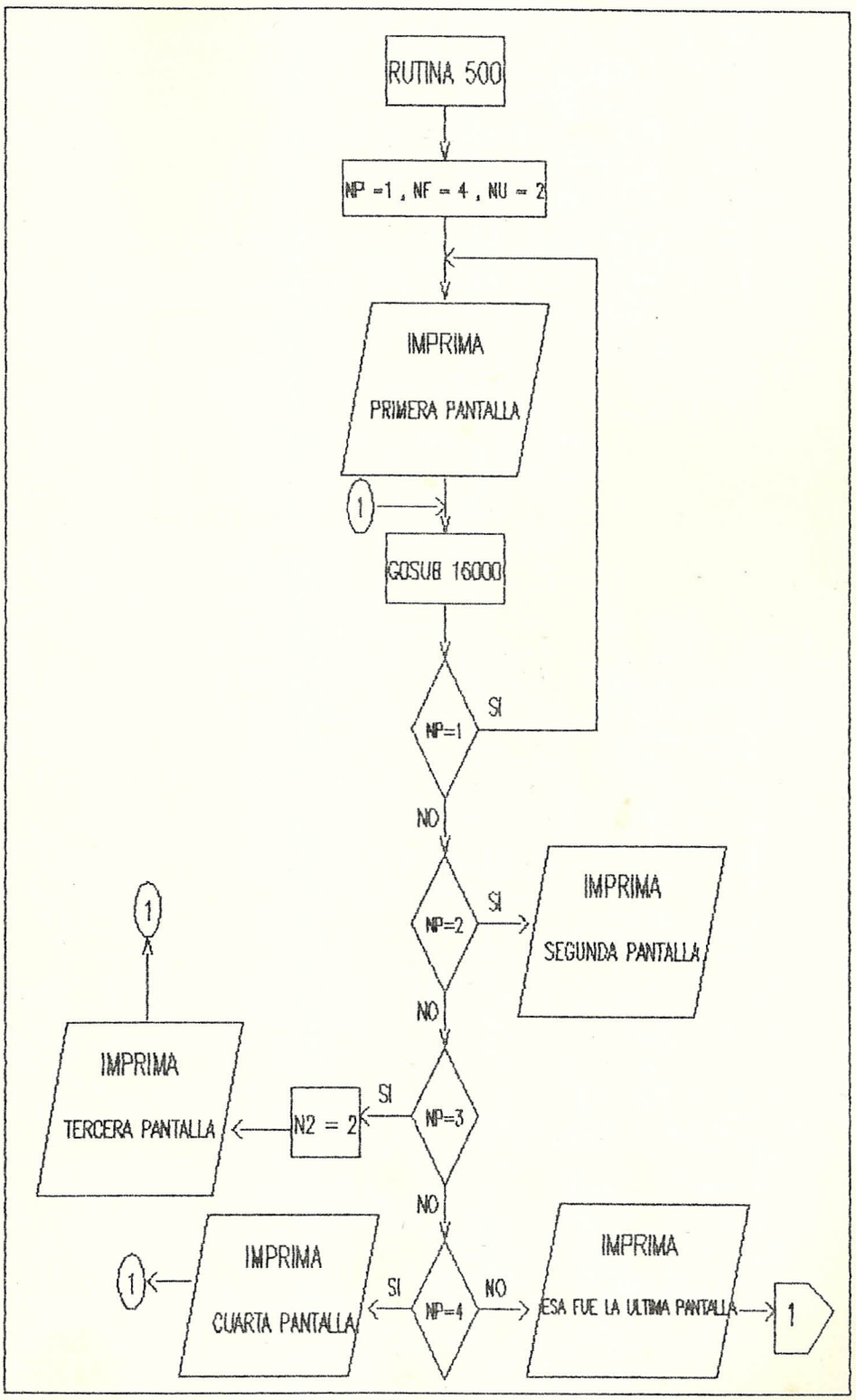


Fig.Nº1.13

1.2.5 Diagrama vibración libre no amortiguada.

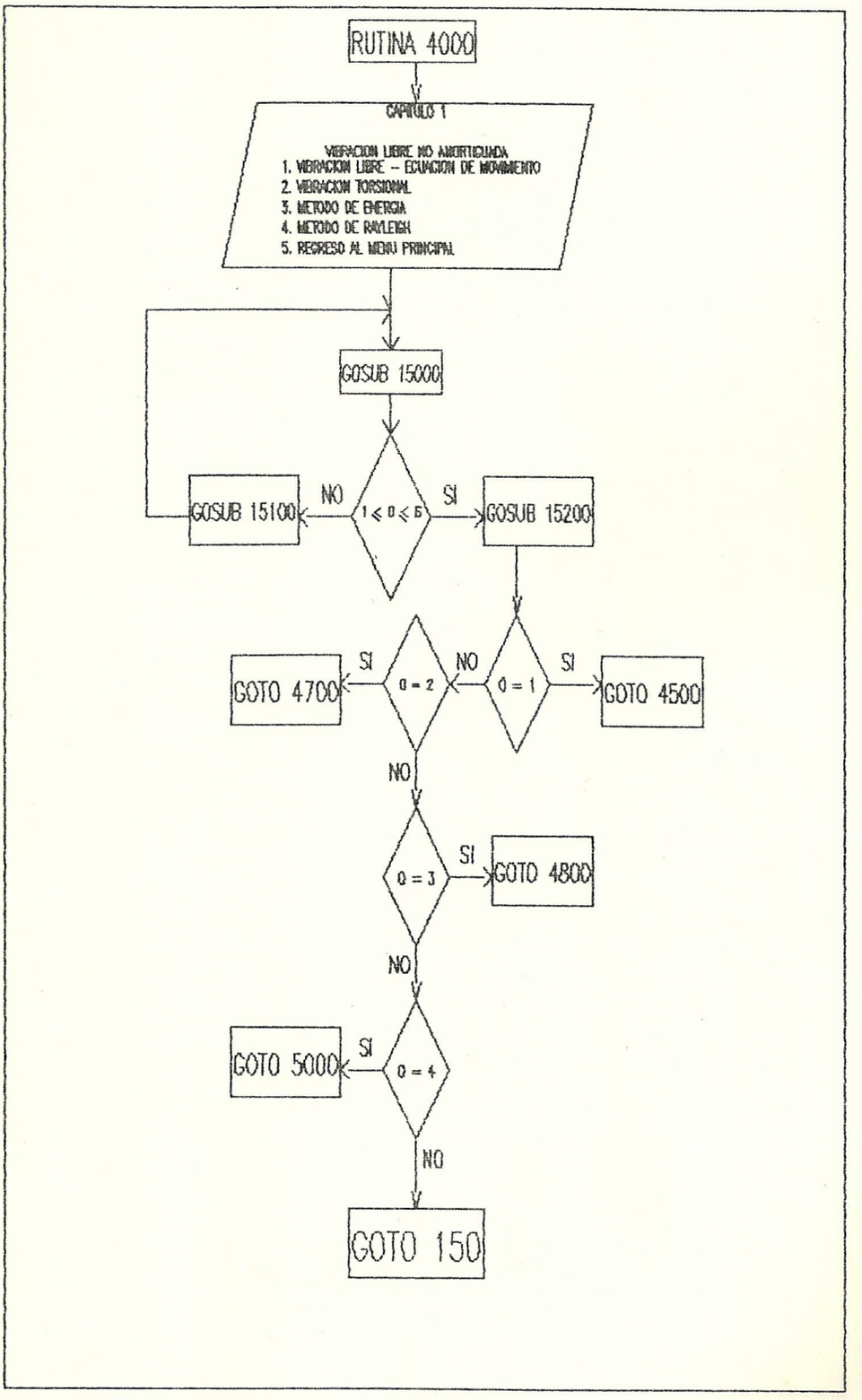


Fig.Nº1.14

1.2.6 Diagrama para vibraciones libres amortiguadas

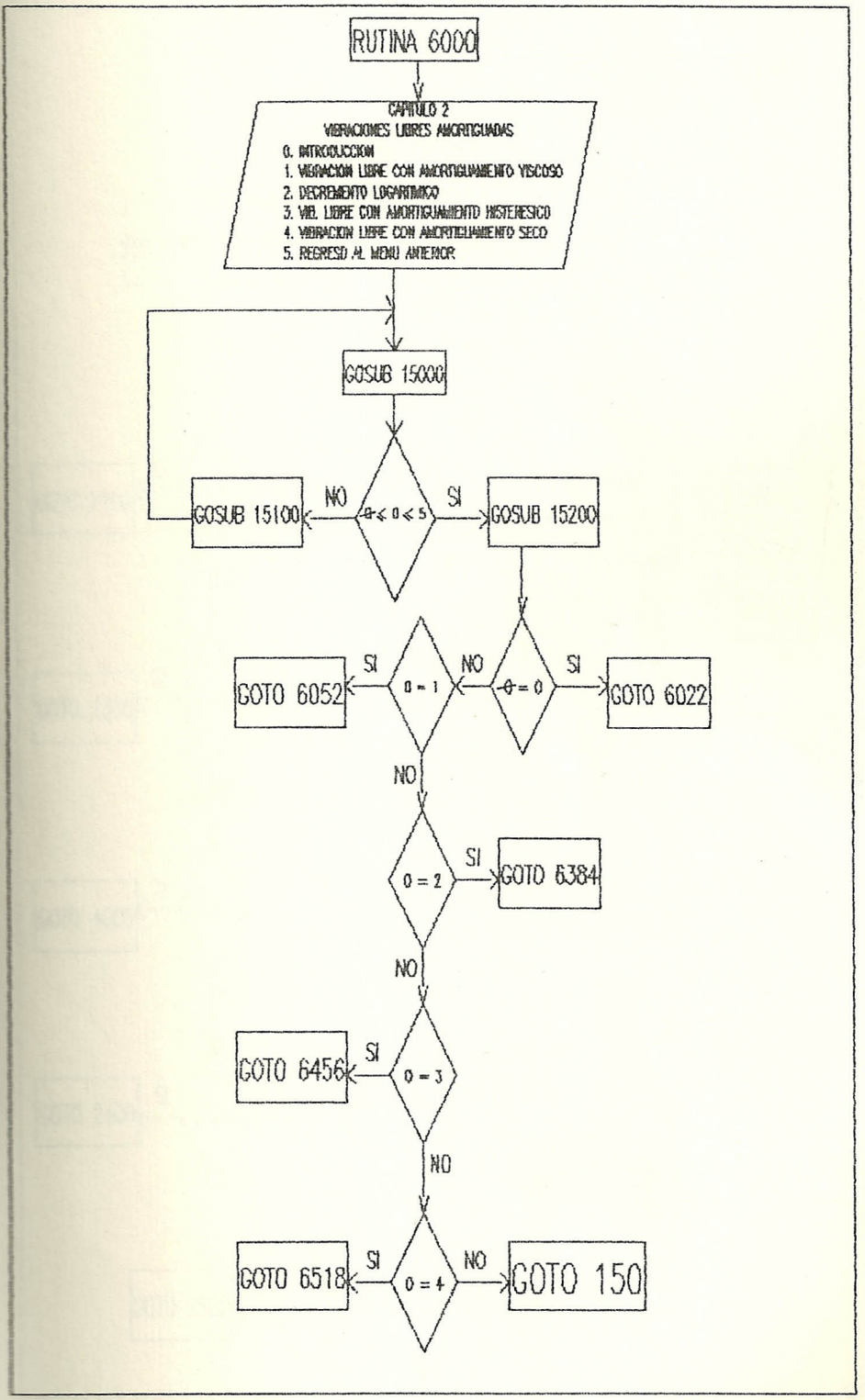


Fig.Nº1.15

1.2.7 Diagrama para vibración armónica forzada

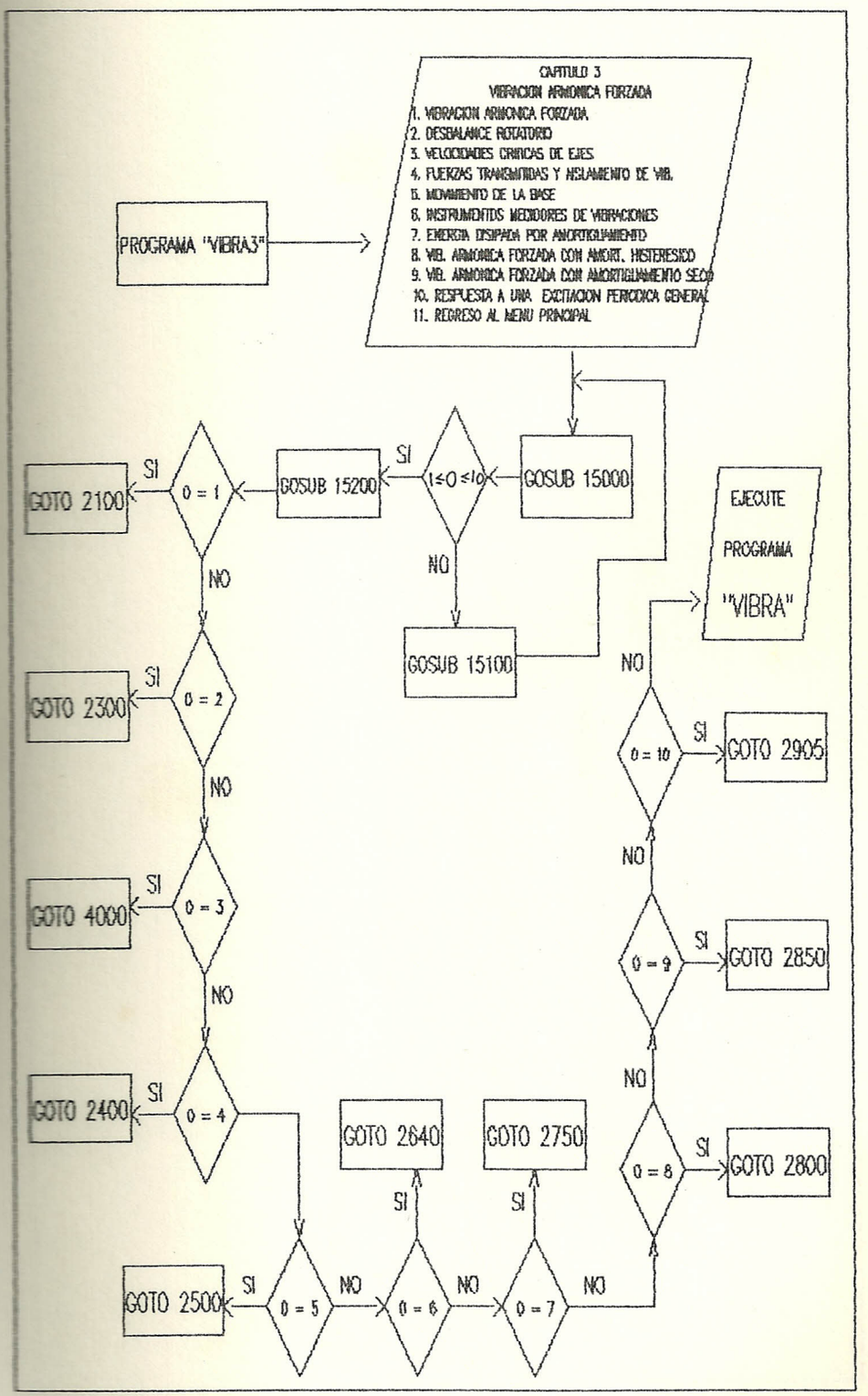


Fig.Nº1.16

1.2.8 Diagrama para vibración transitoria

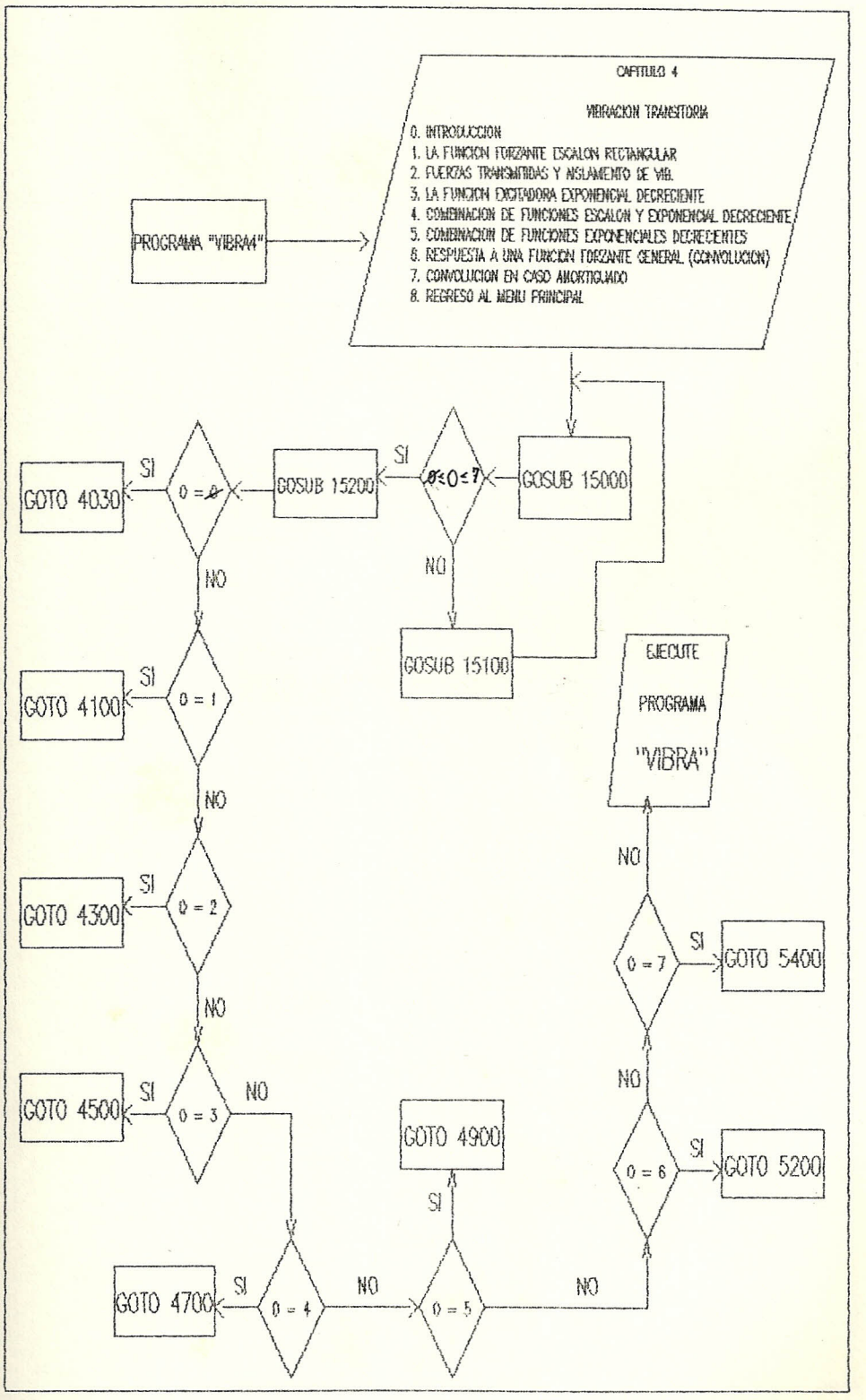


Fig.Nº1.17

1.2.9 Diagrama para n grados de libertad

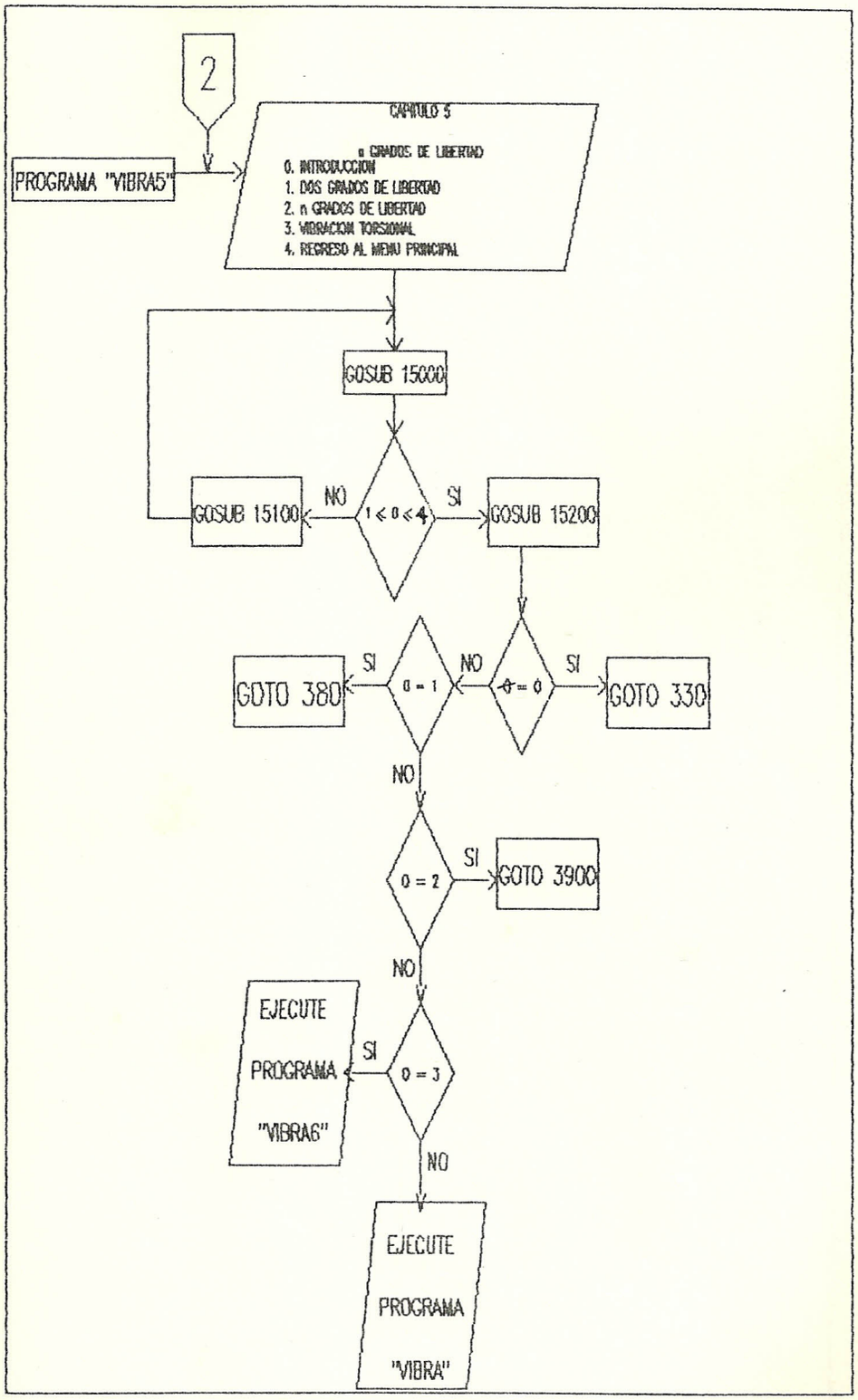


Fig.Nº1.18

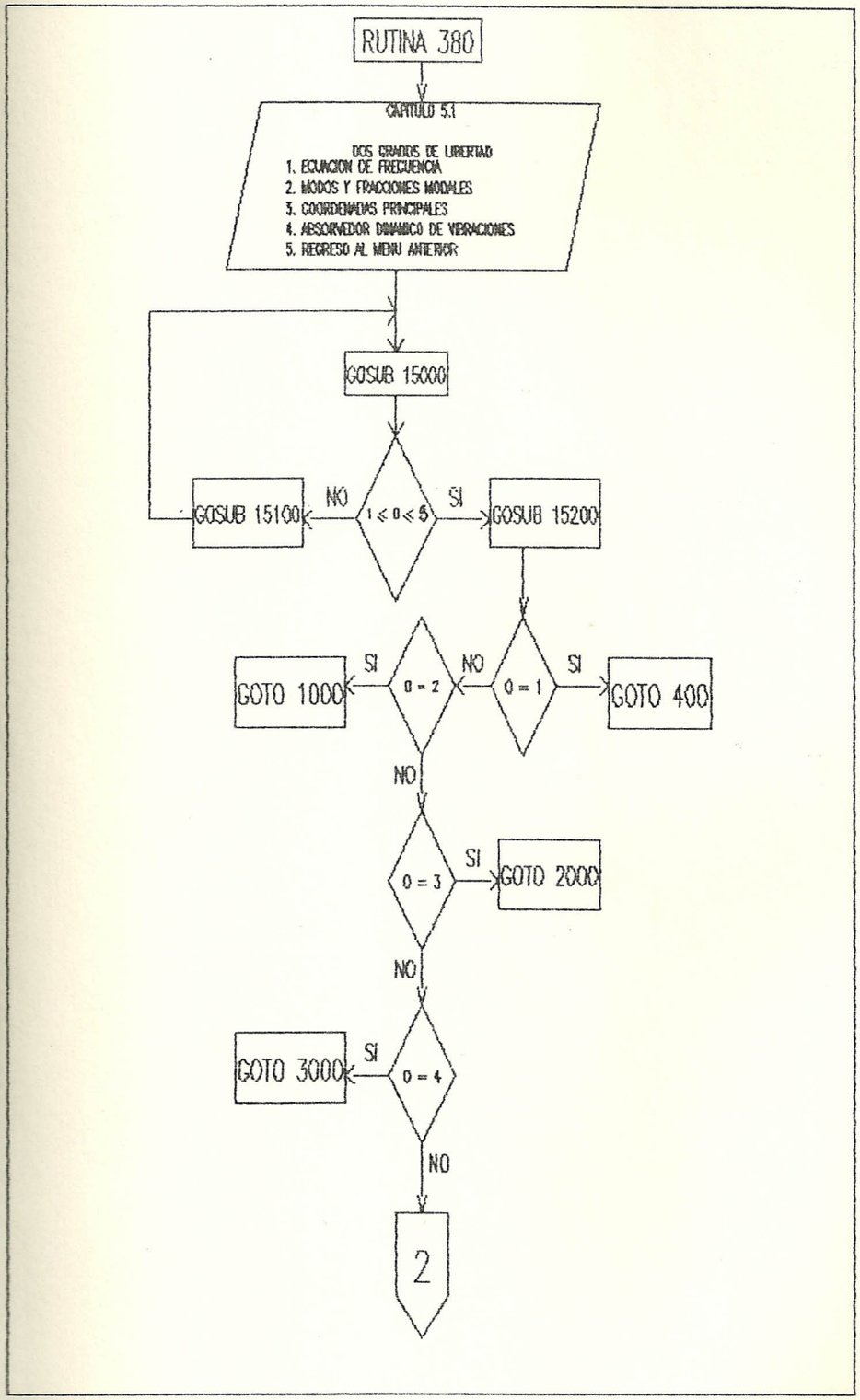

RUTINA 380
CAPITULO 5.1
DOS GRADOS DE LIBERTAD
1. ECUACION DE FRECUENCIA
2. MODOS Y FRACCIONES MODALES
3. COORDENADAS PRINCIPALES
4. ABSORVEDOR DINAMICO DE VIBRACIONES
5. REGRESO AL MENU ANTERIOR
GOSUB 15000
1 ≤ O ≤ 5
NO
SI
GOSUB 15100
GOSUB 15200
O = 2
SI
NO
GOTO 1000
O = 1
SI
GOTO 400
NO
O = 3
SI
GOTO 2000
NO
O = 4
SI
GOTO 3000
NO
2

Fig.Nº1.19

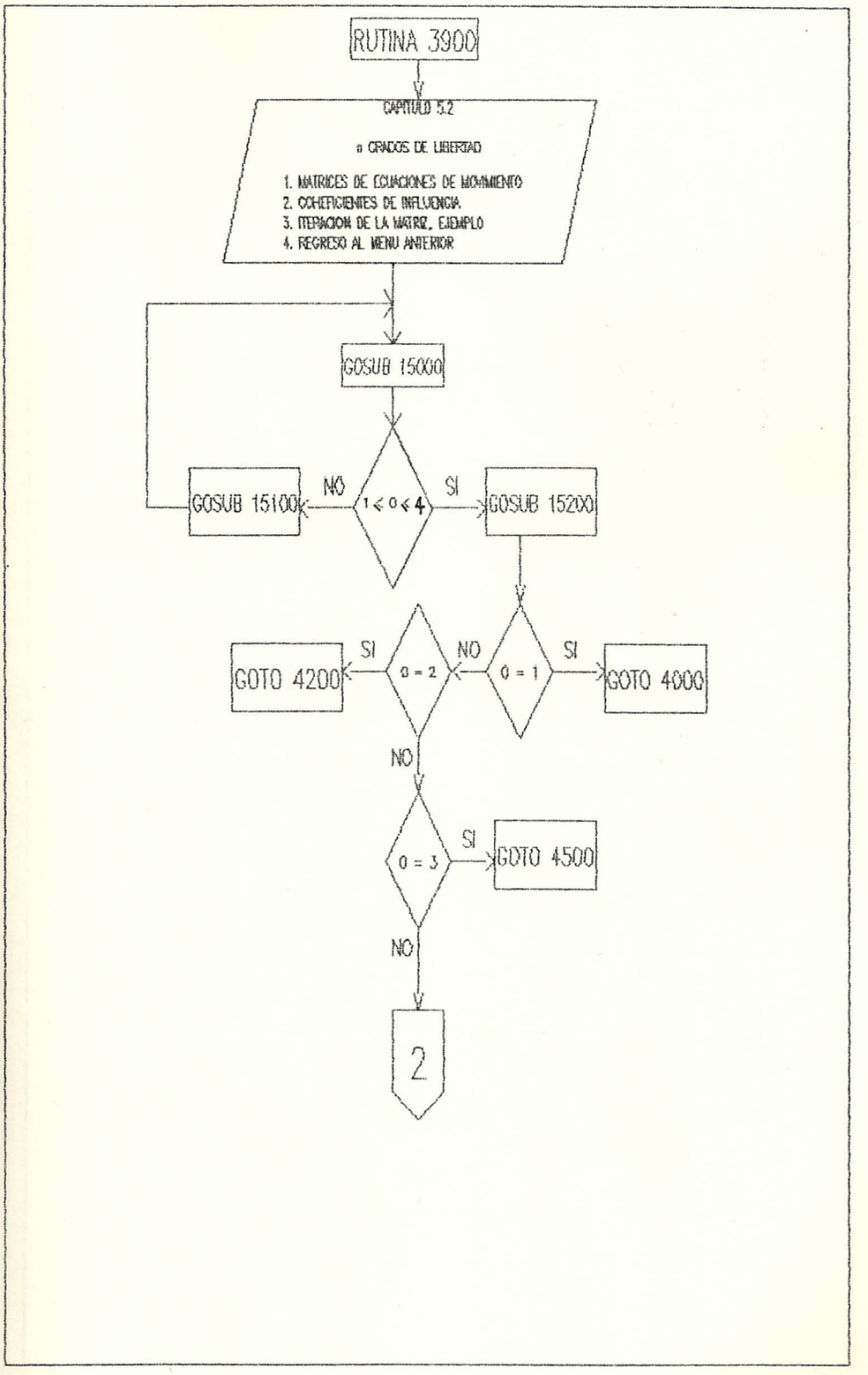

RUTINA 3900
CAPITULO 5.2
n GRADOS DE LIBERTAD
1. MATRICES DE ECUACIONES DE MOVIMIENTO
2. COHEFICIENTES DE INFLUENCIA.
3. ITERACION DE LA MATRIZ, EJEMPLO
4. REGRESO AL MENU ANTERIOR
GOSUB 15000
GOSUB 15100
NO
1 ≤ 0 ≤ 4
SI
GOSUB 15200
GOTO 4200
SI
0 = 2
NO
0 = 1
SI
GOTO 4000
NO
0 = 3
SI
GOTO 4500
NO
2

Fig.Nº1.20

1.2.10 Diagrama para vibracion torsional

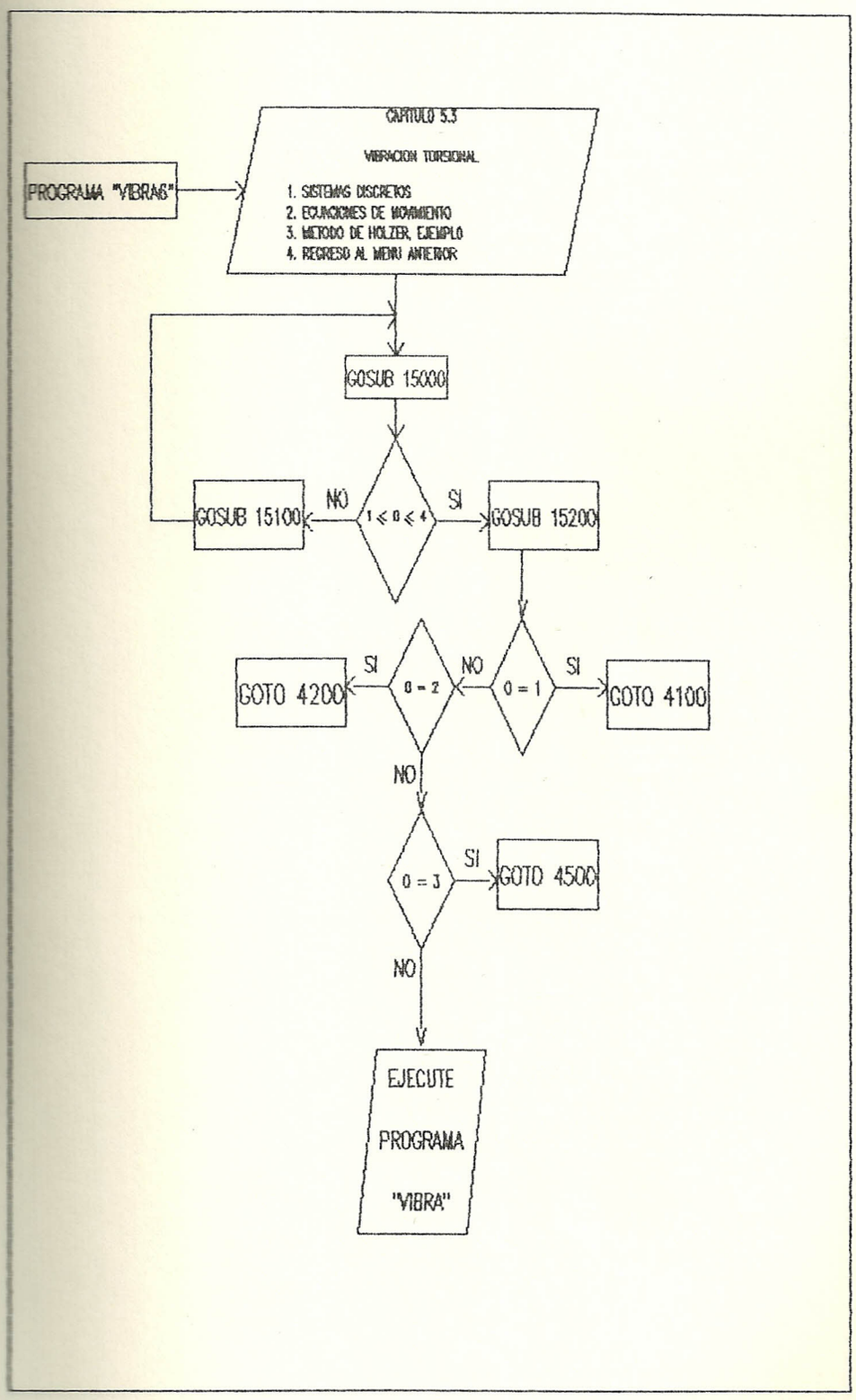


Fig.Nº1.21

1.2.11 Diagrama para elegir problemas resueltos

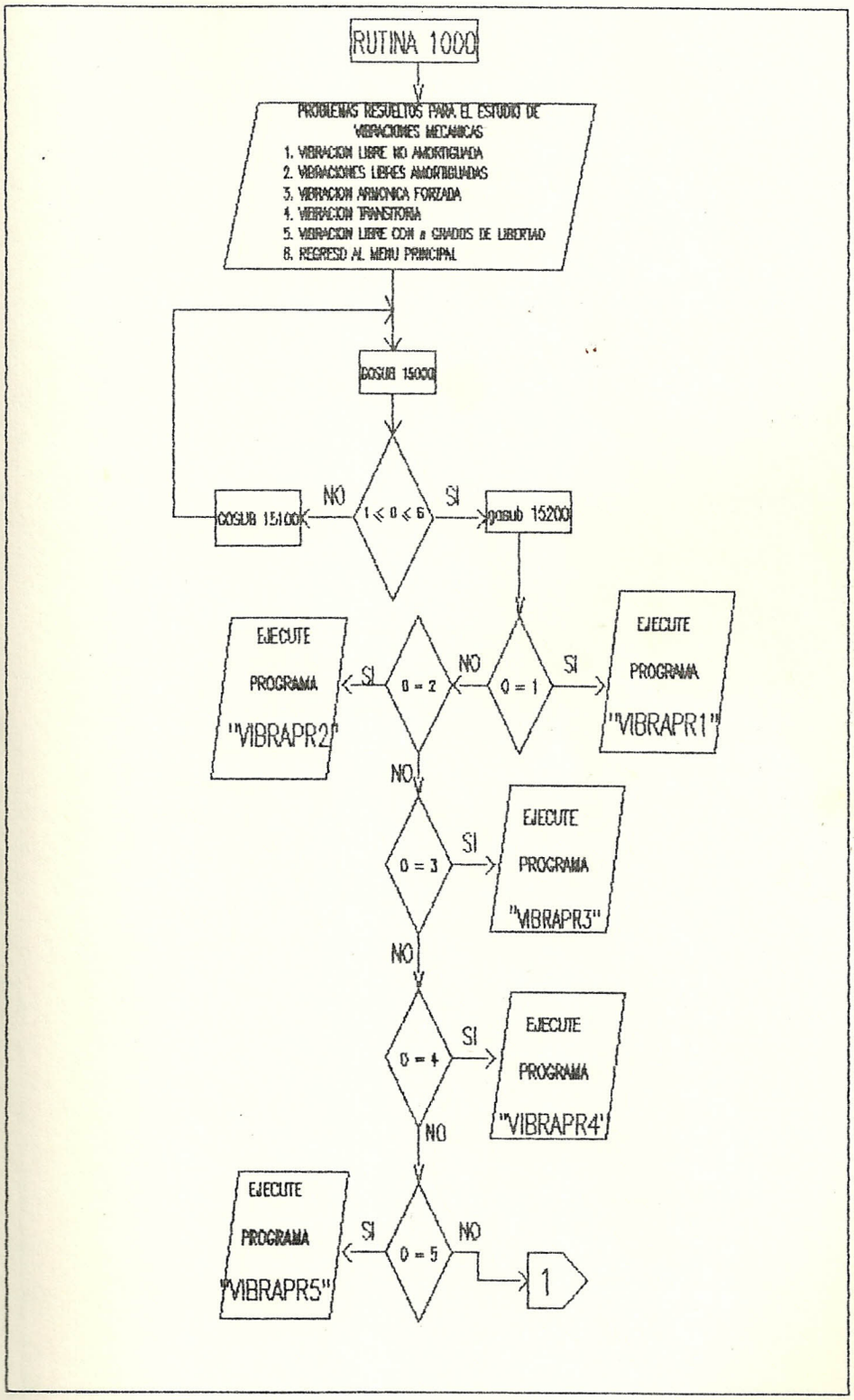


Fig.Nº1.22

1.2.12 Diagrama para elegir problemas propuestos

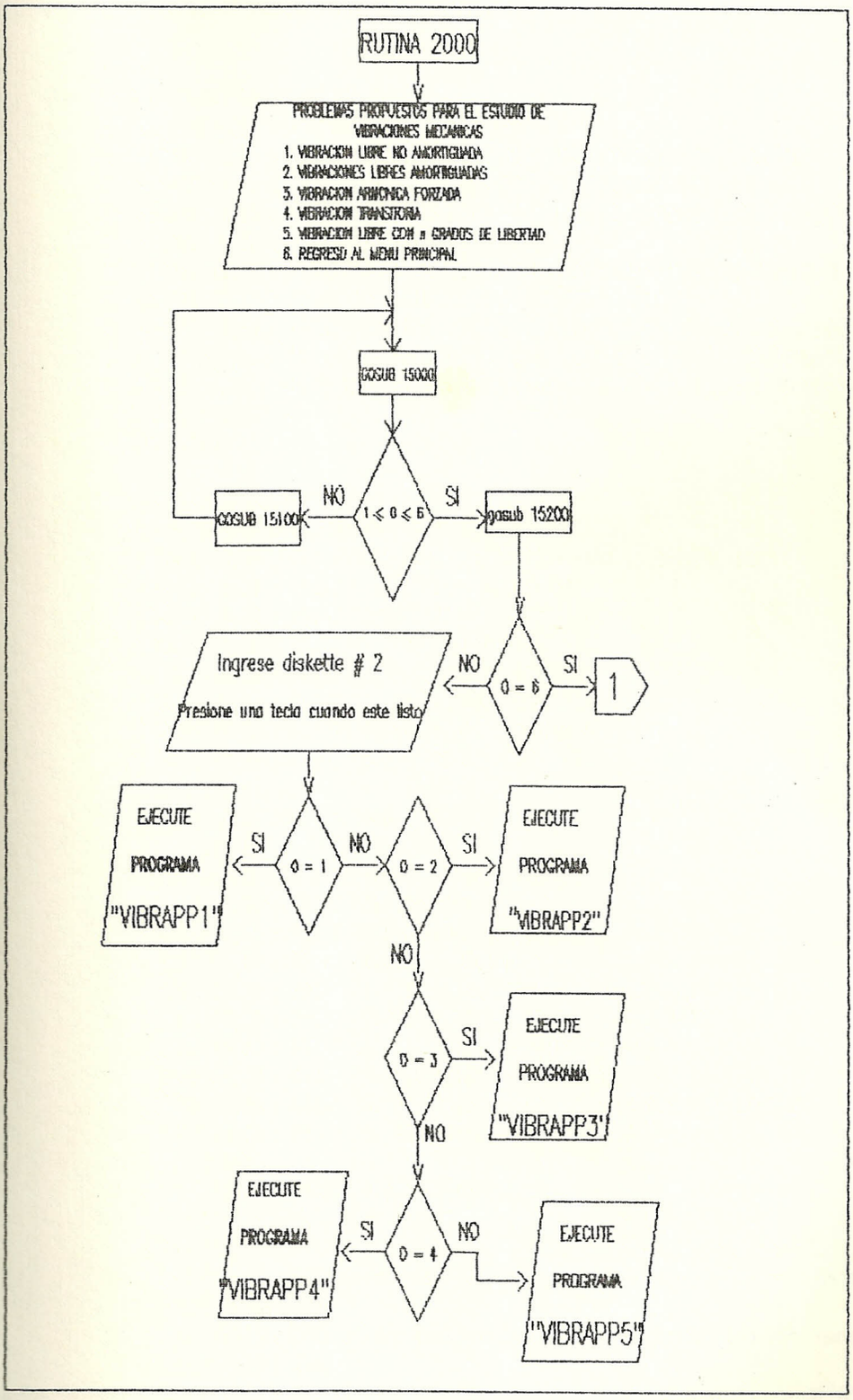


Fig.Nº1.23

1.3 Listados

1.3.1 Listado Programa "VIBRA"

```
10 REM  CARATULA (PROGRAMA GEVIBRA)
12 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0
14  LOCATE  3,16 : PRINT "ESCUELA  SUPERIOR  POLITECNICA  DEL  LITORAL"
16  LOCATE  4,23 : PRINT "FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA"
18  LOCATE  7,15 : PRINT "TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO"
20  LOCATE  8,28 : PRINT "INGENIERO MECANICO"
22  LOCATE 11,14 : PRINT "TEMA : DISEÑO DE UN PROGRAMA INTERACTIVO PARA EL"
24  LOCATE 12,22 : PRINT "ESTUDIO DE VIBRACIONES MECANICAS"
26  LOCATE 15,14 : PRINT "REALIZADA POR : GUILLERMO OSWALDO ESPINOSA GALVEZ"
28 LOCATE 18,14 : PRINT "DIRIGIDA POR  : ING. GUILLERMO URQUIZO CALDERON"
30 LOCATE 23,30 : COLOR 15 : PRINT "¥ Sirvase esperar ¥" : FOR I=1 TO 9000 :
   NEXT I : COLOR 7
32 RUN "VIBRA"

100 REM PROGRAMA VIBRA
102 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=5 : S=0
104 LOCATE  3,20 : PRINT "PROGRAMA INTERACTIVO PARA EL ESTUDIO DE "
105 LOCATE  6,28 : PRINT "VIBRACIONES MECANICAS"
106 LOCATE  9,34 : PRINT "CONTENIDO"
108 LOCATE 13,26 : PRINT "1. INFORMACION"
110 LOCATE 14,26 : PRINT "2. INFORMACION TEORICA"
112 LOCATE 15,26 : PRINT "3. PROBLEMAS RESUELTOS"
114 LOCATE 16,26 : PRINT "4. PROBLEMAS PROPUESTOS"
116 LOCATE 17,26 : PRINT "5. FIN DE SESION"
118 GOSUB 15000
120 ON O+S GOTO 3000,150,1000,2000
122 CLS : SYSTEM
150 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=7  : S=1
152 LOCATE  3,30 : PRINT "INFORMACION TEORICA"
154 LOCATE  6,35 : PRINT "CONTENIDO"
156 LOCATE 10,20 : PRINT "0. INTRODUCCION"
158 LOCATE 11,20 : PRINT "1. VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA"
160 LOCATE 12,20 : PRINT "2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS"
162 LOCATE 13,20 : PRINT "3. VIBRACION ARMONICA FORZADA"
164 LOCATE 14,20 : PRINT "4. VIBRACION TRANSITORIA"
166 LOCATE 15,20 : PRINT "5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD"
170 LOCATE 16,20 : PRINT "6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
172 GOSUB 15000
174 ON O+S GOTO 500,4000,6000,850,900,950,100
500 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=1 : NU=2
506 PRINT "                                        INTRODUCCION" : PRINT :PRINT
508 PRINT "       En la forma más elemental vibración es un movimiento oscilat";
   : PRINT "orio y pe-"
510 PRINT " riódico. Nuestro estudio de vibraciones se referirá a los cuerpos ";
   : PRINT "que tienen"
512 PRINT " masa y elasticidad con las fuerzas involucradas en su movimiento v";
   : PRINT "ibratorio." :PRINT :PRINT
```

```
514 PRINT "       En distinto grado la mayoría de las máquinas y estructuras v";
    : PRINT "ibran, as-"
516 PRINT " pecto que tiene que ser considerado en su diseño y posteriormente ";
    : PRINT "en su man-"
518 PRINT " tenimiento." :PRINT :PRINT
520 PRINT "       El número de coordenadas independientes que se requieren par";
    : PRINT "a descri-"
522 PRINT " bir el movimiento de un sistema, es el grado de libertad del mismo."
    : PRINT : PRINT
524 PRINT "       Cuando el movimiento se repite a intervalos de tiempo τ , se";
    : PRINT " le llama"
526 PRINT "periódico." :PRINT :PRINT :PRINT "       τ  es el periodo de oscilac";
    : PRINT "ión"
528 GOSUB 16000
530 ON NP GOTO 500,534,558,600
532 REM  SEGUNDA PANTALLA
534 LOCATE 2,9  : PRINT "El inverso del periodo es la frecuencia  f :"
536 LOCATE 4,32 : PRINT "     1  "
538 LOCATE 5,32 : PRINT "f = --- "
540 LOCATE 6,32 : PRINT "     τ  "
542 LOCATE 9,9  : PRINT "Todo movimiento periódico satisface:"
544 LOCATE 11,29: PRINT "x(t) = x(t + τ)" :PRINT
546 PRINT "        El movimiento periódico más sencillo es el armónico. Puede ";
    : PRINT "ser ilus-"
548 PRINT " trado mediante una masa suspendida por un resorte liviano, si la m";
    : PRINT "asa es re-"
550 PRINT " tirada de su posición de equilibrio y liberada, oscilará hacia arr";
    : PRINT "iba y ha-"
552 PRINT " cia abajo ; si se coloca un lápiz en la masa, su movimiento puede ";
    : PRINT "entonces"
554 PRINT " ser registrado en una tira de papel  movida a velocidad constante."
    : PRINT : PRINT
556 PRINT "         Esto puede verse en el gráfico siguiente:" : GOSUB 16000 :
     GOTO 530
558 REM IMPRIMIENDO LA TERCERA PANTALLA (GRAFICO)
560 N2=3 : SCREEN 1 : COLOR 1,5
562 LINE (60,106)-(60,106)
564 X=59 :Y=0
566 FOR I=0 TO 832.5 STEP (45/8)
568 J=J+1 :X=X+1
570 RAD = 3.141593#I/180
572 Y=10#SIN(RAD)
574 LINE -(X,Y+106)
576 NEXT I
578 LINE (208,32)-(200,36) : LINE (216,32)-(208,36) : LINE (224,32)-(216,36)
580 LINE (208,32)-(200,36) : LINE (216,32)-(208,36) : LINE (224,32)-(216,36)
582 LINE (232,32)-(224,36) : LINE (240,32)-(232,36) : LINE (248,32)-(240,36)
584 LINE (200,36)-(250,36)
586 LINE (224,36)-(224,50) : LINE -(228,54) : LINE -(220,58) : LINE -(228,62)
588 LINE -(220,66) : LINE -(228,70) : LINE -(220,74) : LINE -(224,78) : LINE -
    (224,98)
```

```
590 LINE (210,114)-(238,98),,B
592 LINE (50,122)-(246,90),,B
594 LOCATE 14,29 : PRINT "m" : LOCATE 17,18 : PRINT "<--- V "
596 LOCATE 9,30 : PRINT "K" :GOSUB 16000 :GOTO 530
598 REM IMPRIMIENDO LA CUARTA PANTALLA
600 LOCATE 1,8 : PRINT "Como el movimiento se repite cada 2π radianes tenemos:"
602 LOCATE 3,30 : PRINT "    2π "
604 LOCATE 4,30 : PRINT "w = --- = 2πνf "
606 LOCATE 5,30 : PRINT "     τ  "
608 LOCATE 8,30 : PRINT "x = A Sen wt"
610 LOCATE 11,8 : PRINT "La velocidad y aceleración pueden determinarse por di";
    : PRINT "ferenciación:"
612 LOCATE 13,19: PRINT "dx/dt  = w A Cos wt = w A Sen (wt + π/2) "
614 LOCATE 15,18: PRINT "d2x/dt2 = -w² A Sen wt = w² A Sen (wt + π)"
616 LOCATE 17,8 : PRINT "Luego la velocidad y aceleración son armónicos y prec";
    : PRINT "eden al despla-"
618 PRINT "  zamiento en π/2 y π"
620 LOCATE 20,8 : PRINT "También se observa que:"
622 LOCATE 22,33: PRINT "d2x/dt2 = - w² x"
624 GOSUB 16000 :GOTO 530
850 RUN "VIBRA3"
900 RUN "VIBRA4"
950 RUN "VIBRA5"
1000 CLS : OPT=6 : S=0
1002 LOCATE  3,22 : PRINT "PROBLEMAS RESUELTOS PARA EL ESTUDIO DE"
1004 LOCATE  5,29 : PRINT "VIBRACIONES MECANICAS"
1006 LOCATE  8,35 : PRINT "CONTENIDO"
1008 LOCATE 12,20 : PRINT "1. VIBRACION LIBRE"
1010 LOCATE 13,20 : PRINT "2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS"
1012 LOCATE 14,20 : PRINT "3. VIBRACION ARMONICA FORZADA"
1014 LOCATE 15,20 : PRINT "4. VIBRACION TRANSITORIA"
1016 LOCATE 16,20 : PRINT "5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD"
1020 LOCATE 17,20 : PRINT "6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
1022 GOSUB 15000
1024 ON O+S GOTO 1100,1200,1300,1400,1500,100
1100 RUN "VIBRAPR1"
1200 RUN "VIBRAPR2"
1300 RUN "VIBRAPR3"
1400 RUN "VIBRAPR4"
1500 RUN "VIBRAPR5"
2000 CLS : OPT=6 : S=0
2002 LOCATE  3,21 : PRINT "PROBLEMAS PROPUESTOS PARA EL ESTUDIO DE"
2004 LOCATE  5,29 : PRINT "VIBRACIONES MECANICAS"
2006 LOCATE  8,35 : PRINT "CONTENIDO"
2008 LOCATE 12,20 : PRINT "1. VIBRACION LIBRE"
2010 LOCATE 13,20 : PRINT "2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS"
2012 LOCATE 14,20 : PRINT "3. VIBRACION ARMONICA FORZADA"
2014 LOCATE 15,20 : PRINT "4. VIBRACION TRANSITORIA"
2016 LOCATE 16,20 : PRINT "5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD"
2020 LOCATE 17,20 : PRINT "6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
2022 GOSUB 15000
```

```
2024 IF O+S=6 THEN 100
2026 CLS : LOCATE 23,23 : PRINT " Ingrese diskette # 2 "
2028 LOCATE 25,14 : PRINT " Presione una tecla cuando este listo ";
2030 LOCATE 25,53 : M$=INKEY$
2032 IF M$="" THEN 2030
2034 OPEN "r",1,"cambiar",1
2036 FIELD 1, 1 AS C$
2038 GET # 1, 1
2040 IF C$="2" THEN 2050
2042 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "¡ ERROR !";
2044 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 2 esté en el drive A";
2046 CLOSE 1 : GOTO 2028
2050 ON O+S GOTO 2100,2200,2300,2400,2500
2100 RUN "VIBRAPP1"
2200 RUN "VIBRAPP2"
2300 RUN "VIBRAPP3"
2400 RUN "VIBRAPP4"
2500 RUN "VIBRAPP5"
3000 CLS :NP=1 :NF=2 :N2=1 :NU=1
3002 PRINT "                                        INFORMACION" :PRINT :PRINT
3004 PRINT "       Este programa sirve como una ayuda al estudio de las vibra";
     : PRINT "ciones me-"
3006 PRINT"  cánicas, sirviendo además como un test evaluativo para el estudia";
     : PRINT "nte." : PRINT : PRINT
3008 PRINT "       Puede usted seleccionar la opción  2  del menú que da una i";
     : PRINT "nformación"
3010 PRINT "  teórica sobre el capítulo a tratarse." :PRINT :PRINT
3011 PRINT "       La opción  3  del menú le ofrece problemas totalmente resue";
     : PRINT "ltos." : PRINT : PRINT
3013 PRINT "       Luego de asimilar la información teórica o si está capacita";
     : PRINT "do se pue-"
3014 PRINT "  de pasar directamente a la opción 4 que plantea problemas para s";
     : PRINT "er resuel-"
3016 PRINT "  tos." : PRINT : PRINT
3018 PRINT "       Entrado en el problema usted tiene  20 minutos para resolve";
     : PRINT "rlo  sobre"
3020 PRINT "  una nota de 100."
3022 GOSUB 16000
3024 ON NP GOTO 3000,3026
3026 PRINT "              El problema le ofrece ademas 3 opciones:" :PRINT :
     PRINT
3028 PRINT "              1, si ya ha resuelto el problema para dar la respue";
     : PRINT "esta." : PRINT : PRINT
3030 PRINT "              2, le ofrece ayuda, por cada pantalla que usted sol";
     : PRINT "icite per-"
3032 PRINT "              derá un determinado puntaje." : PRINT : PRINT
3034 PRINT "              Al llegar a la última pantalla el problema quedará ";
     : PRINT "resuelto y"
3036 PRINT "              después de un tiempo el programa regresará al menú."
     : PRINT :PRINT
3038 PRINT "              3, lo regresa al menú" : PRINT
3039 PRINT
```

```
3040 PRINT "              A partir del minuto 11 empezará a perder 2 puntos p";
     : PRINT "or minuto." :PRINT : PRINT
3042 PRINT "      La opción  5  le permite salir del programa al sistema, cua";
     : PRINT "ndo  en la"
3044 PRINT "  pantalla aparesca  A> puede retirar su diskette y apagar la máqu";
     : PRINT "ina."
3046 GOSUB 16000 :GOTO 3024
4000 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=5 : N2=1 : NU=3 : S=0
4004 LOCATE 3,34 : PRINT "CAPITULO 1"
4006 LOCATE 7,25 : PRINT "VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA"
4008 LOCATE 11,20 : PRINT "1. VIB. LIBRE - ECUACION DE MOVIMIENTO"
4010 LOCATE 12,20 : PRINT "2. VIBRACION TORSIONAL"
4012 LOCATE 13,20 : PRINT "3. METODO DE ENERGIA"
4014 LOCATE 14,20 : PRINT "4. METODO DE RAYLEIGH"
4016 LOCATE 15,20 : PRINT "5. REGRESO AL MENU ANTERIOR"
4018 GOSUB 15000
4020 ON O+S GOTO 4500,4700,4800,5000,150
4500 CLS : NP=1 : NF=5
4502 PRINT : PRINT "      1. VIBRACION LIBRE" : PRINT : PRINT
4504 PRINT "      Se produce vibración libre cuando un sistema oscila bajo la ";
     : PRINT "acción única"
4506 PRINT " de fuerzas propias del sistema mismo, es decir, cuando las fuerza";
     : PRINT "s aplicadas"
4508 PRINT " externamente son inexistentes."; PRINT : PRINT
4512 PRINT "      Un sistema bajo vibración libre oscilará a una o mas de sus ";
     : PRINT "frecuencias "
4514 PRINT " naturales, estas son propiedades del sistema y dependen de la dis";
     : PRINT "tribución de"
4516 PRINT " su masa y su rigidez." : PRINT : PRINT
4520 PRINT "      1.1  ECUACION DE MOVIMIENTO ": PRINT : PRINT :
4522 PRINT "      El sistema oscilatorio mas simple consta de una masa (m) y u";
     : PRINT "n resorte "
4524 PRINT " de masa despreciable y de rigidez (K)." : PRINT : PRINT
4526 PRINT "      El sistema posee un grado de libertad puesto que su movimien";
     : PRINT "to  queda"
4528 PRINT " descrito por una coordenada singular x."
4530 GOSUB 16000
4532 ON NP GOTO 4500,4534,4576,4600,4630
4534 N2=2 : SCREEN 2
4536 PRINT "    El sistema y su diagrama de cuerpo libre es:"
4538 GOSUB 30000
4540 LINE (40,76)-STEP (140,0),,,&HCCCC
4542 LINE (40,90)-STEP (556,0),,,&HCCCC
4544 LINE (277,106)-(333,90),,B : LINE (453,121)-(509,105),,B
4548 X=307 : Y=90  : GOSUB 41000 : X=483 : Y=105 : GOSUB 41000
4550 X=307 : Y=106 : GOSUB 38000 : X=483 : Y=121 : GOSUB 38000
4552 LINE (180,76)-(180,90) : LINE (177,87)-(180,90) : LINE -(183,87)
4554 LOCATE 11,25: PRINT "D"
4556 LOCATE 8,38: PRINT "K*D" : LOCATE 10,58 : PRINT "K(D+x)"
4562 LOCATE 17,41: PRINT "W": LOCATE 19,63: PRINT "W"
4564 LINE (536,90)-(536,105) : LINE (533,102)-(536,105) : LINE -(539,102)
4566 LOCATE 13,69: PRINT "x"
4568 LINE (512,105)-STEP (32,0),,,&HCCCC
```

```
4570 LOCATE 10,6 : PRINT "1": LOCATE 12,6: PRINT "2"
4572 LOCATE 20,1: PRINT "    1: posicion no esforzada": PRINT "    2: posicion";
     : PRINT " de equilibrio estatico" : PRINT "    D: deflexion estatica";
4574 GOSUB 16000 :GOTO 4532
4576 PRINT "      En equilibrio estático        K*D = W = m*g" : PRINT : PRINT
4578 PRINT "      Midiendo el desplazamiento a partir de la posición de equili";
     : PRINT "brio y apli-"
4580 PRINT " cando la 2da. Ley de Newton:"
4582 LOCATE 8,37 : PRINT "W - K*(D + x) = m*(d2x/dt2)"
4584 LOCATE 10,22: PRINT "d2x/dt2 = segunda derivada de x con respecto al tiem";
     : PRINT "po": PRINT
4586 PRINT "      Como                          K*D = W": PRINT
4588 PRINT "                                    m*(d2x/dt2) + K*x = 0": PRINT
4590 PRINT " Definiendo la frecuencia circular       Wn²= K/m       " : PRINT
4592 PRINT "       La ecuación es entonces      d2x/dt2 = - x*Wn²   " : PRINT
4594 PRINT "                                    d2x/dt2 + Wn²x = 0  " : PRINT
4596 PRINT "       Que representa un movimiento armónico"
4598 GOSUB 16000 :GOTO 4532
4600 PRINT "       La ecuación de movimiento es una ecuación diferencial homog";
     : PRINT "enea lineal"
4602 PRINT " de 2do. orden. Su solución general es" : PRINT
4604 PRINT "                        x = A Sen (Wn*t) + B Sen (Wn*t)" : PRINT
4606 PRINT "     Donde A y B son constantes que se evalúan a partir de las con";
     : PRINT "diciones "
4608 PRINT "iniciales x(0) y dx/dt(0)." : PRINT
4610 PRINT "     Conocemos que            Wn*τ = 2*π" : PRINT
4612 PRINT "     El periodo de oscilación es entonces:"
4614 LOCATE 12,46 : PRINT "½"
4616 LOCATE 13,32 : PRINT "τ  = 2*π*(m/K) " : PRINT
4618 PRINT "     La frecuencia natural es:"
4620 LOCATE 17,30 : PRINT "fn  = 1/τ"
4622 LOCATE 19,30 : PRINT "       1       ½"
4624 LOCATE 20,30 : PRINT "fn  = ----- (K/m) "
4626 LOCATE 21,30 : PRINT "      2*π"
4628 GOSUB 16000 :GOTO 4532
4630 LOCATE 3,15 : PRINT "Como            K*D = m*g"
4632 LOCATE 6,31 : PRINT "       1       ½"
4634 LOCATE 7,31 : PRINT "fn  = ----- (g/D) "
4636 LOCATE 8,31 : PRINT "      2*π"
4638 GOSUB 16000 :GOTO 4532
4700 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2
4702 PRINT "      1.2  VIBRACION TORSIONAL" : PRINT : PRINT
4704 PRINT "      La vibracion torsional ocurre cuando un cuerpo rigido vibra ";
     : PRINT "alrededor"
4706 PRINT " de un eje de referencia definido, en este caso el desplazamiento ";
     : PRINT "se indica"
4708 PRINT " en terminos de una coordenada angular. El momento restaurador de ";
     : PRINT "movimien-"
4712 PRINT " to puede ser la torsion de un elemento elastico K*0, o al momento";
     : PRINT " no equi-"
4714 PRINT " librado de una fuerza o una pareja." :PRINT
4719 PRINT "      En el caso de un eje empotrado en un extremo y que soporta u";
     : PRINT "na  masa."
```

```
4720 PRINT " Para un desplazamiento angular (0) del disco en sentido horario :"
4721 FOR I=15 TO 17 : LOCATE I,18 : PRINT "/" : NEXT I
4722 LINE (145,111)-(145,139) : CIRCLE (254,124),30,,,,.6
4723 FOR J=13 TO 19 : LOCATE J,28 : PRINT "    " : NEXT J : X=245
4724 CIRCLE (X,124),30,,,,.6 : LINE (X,121)-(X,93),,,&HCCCC
4725 LOCATE 16,27 :PRINT " " :LOCATE 15,24 :PRINT "K" :LOCATE 19,34 :PRINT "I"
4726 LINE (146,121)-(X,129),,B : LINE(X,125)-(268,93),,,&HCCCC
4727 CIRCLE (532,124),30,,,,.6 : LOCATE 13,32 : PRINT "0"
4728 FOR J=13 TO 19 : LOCATE J,63 : PRINT "    " : NEXT J
4729 CIRCLE (523,124),30,,,,.6
4730 LINE (362,120)-(461,128),,B : Y=124
4738 X=454 : CIRCLE (X,Y),20,,4.7124,1.5078,.64 : GOSUB 34002
4739 X=560 : CIRCLE (X,Y),20,,4.7124,1.5078,.64 : GOSUB 34006
4740 X=369 : CIRCLE (X,Y),20,,1.5078,4.7124,.64 : GOSUB 34010
4741 LOCATE 19,57 : PRINT "K*0" : LOCATE 19,70 : PRINT "K*0"
4742 LOCATE 21,9 : PRINT "El eje produce un momento opuesto al movimiento de m";
     : PRINT "agnitud K*0, donde"
4744 PRINT " K es la constante torsional del resorte definida por :"
4747 GOSUB 16000
4748 ON NP GOTO 4700,4750,4770
4750 PRINT "           J*G"
4751 PRINT "      K = --- , en unidades de par de torsion por desplazamiento ";
     : PRINT " (N-m/rad) "
4752 PRINT "            l  " :PRINT
4753 LOCATE 5,8 : PRINT "J es el momento polar de inercia de la sección del eje
4754 LOCATE 7,25 : PRINT "    w*d^4"
4755 LOCATE 8,25 : PRINT "J = -----"
4756 LOCATE 9,25 : PRINT "      4  "
4757 LOCATE 11,8:PRINT "G es el módulo de rigidez cortante del material del eje
4758 LOCATE 13,8  : PRINT "Enunciando la segunda ley de Newton :"
4759 LOCATE 15,25 : PRINT "- K*0 = I*(d20/dt2) "
4760 LOCATE 17,25 : PRINT "I*(d20/dt2) +K*0 = 0"
4762 LOCATE 19,8  : PRINT "Que es análoga a la ecuación :"
4764 LOCATE 21,25 : PRINT "m*(d2x/dt2) +K*x = 0"
4766 LOCATE 23,8  : PRINT "Por lo tanto :"
4768 GOSUB 16000 : GOTO 4748
4770 N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
4772 LOCATE 2,23 : PRINT "          K"
4774 LOCATE 3,23 : PRINT "d20/dt2 + -*0 = 0"
4776 LOCATE 4,23 : PRINT "          I"
4778 LOCATE 7,23 : PRINT "       K"
4780 LOCATE 8,23 : PRINT "Wn =   -"
4782 LOCATE 9,23 : PRINT "       I"
4784 LINE (214,60)-(220,72) : LINE -(226,46) : LINE -(248,46)
4798 GOSUB 16000 : GOTO 4748
4800 CLS : NP=1 : NF=3
4802 PRINT :PRINT "      1.3  METODO DE LA ENERGIA" : PRINT : PRINT
4804 PRINT "      Podemos utilizar el criterio de que en un sistema dinámico s";
     : PRINT "e debe con-"
4806 PRINT " servar la energía, para plantear un balance de energías en lugar ";
     : PRINT "de un balan-"
4808 PRINT " ce de fuerzas, la energía está representada por energía cinética ";
     : PRINT "(T) y, por"
```

```
4810 PRINT " energía potencial (U), almacenada como energía elástica de deform";
     : PRINT "ación o co-"
4812 PRINT " mo trabajo realizado en un campo de fuerza como el gravitacional."
     :PRINT : PRINT
4814 PRINT "      Como la energía se mantiene constante:"
4816 LOCATE 14,34 :PRINT "T + U = cte." :PRINT :PRINT
4818 PRINT "      O lo que es lo mismo       U1 + T1 = cte." :PRINT :PRINT
4820 PRINT : PRINT "      En el sistema masa resorte tenemos :"
4822 GOSUB 16000
4824 ON NP GOTO 4800,4826,4914
4826 N2=2 : SCREEN 2
4828 LINE (38,4)-(22,8) : LINE (54,4)-(38,8) : LINE (70,4)-(54,8)
4830 LINE (86,4)-(70,8) : LINE (102,4)-(86,8): LINE (118,4)-(102,8)
4832 LINE (22,8)-(122,8)
4834 LINE (70,8)-(70,18): LINE -(78,22): LINE -(62,26): LINE -(78,30)
4836 LINE -(62,34) :LINE -(78,38) :LINE -(62,42) :LINE -(70,46) : LINE -(70,58)
4838 LINE (42,74)-(98,58),,B
4840 LOCATE 5,7  : PRINT "K"
4842 LOCATE 9,10 : PRINT "m"
4844 LINE (90,38)-STEP(60,0),,,&HCCCC
4846 LINE (98,58)-STEP(100,0),,,&HCCCC
4848 LINE (194,55)-(194,73): LINE (191,70)-(194,73): LINE -(197,70)
4850 LINE (126,38)-(126,57): LINE (123,54)-(126,57): LINE -(129,54)
4852 LOCATE  7,18 :PRINT "D"
4854 LOCATE  9,23 :PRINT "x"
4856 LINE (206,4)-(190,8): LINE (222,4)-(206,8): LINE (238,4)-(222,8)
4858 LINE (254,4)-(238,8): LINE (270,4)-(254,8): LINE (286,4)-(270,8)
4860 LINE (190,8)-(290,8)
4862 LINE (238,8)-(238,22): LINE -(246,22): LINE -(230,32): LINE -(246,38)
4864 LINE -(230,44) : LINE -(246,50) : LINE -(230,56) : LINE -(238,60)
4866 LINE -(238,74) : LINE (210,90)-(266,74),,B
4868 LOCATE  6,33 : PRINT "K"
4870 LOCATE 11,31 : PRINT "m"
4872 LINE (190,74)-STEP(20,0),,,&HCCCC
4874 LINE (50,125)-(106,109),,B
4876 LINE (78,89)-(78,109)  : LINE (75,92)-(78,89) : LINE -(81,92)
4878 LINE (78,125)-(78,145) : LINE (75,142)-(78,145) : LINE -(81,142)
4880 LOCATE 12,12 : PRINT "KD" : LOCATE 18,12 : PRINT "mg"
4882 LOCATE  8, 4 : PRINT "1"  : LOCATE 10,36 : PRINT "2"
4884 CIRCLE (27,59),7,,,,.75 : CIRCLE (283,75),7,,,,.75
4886 LOCATE  1,44 :PRINT "T1 = 0 "
4888 LOCATE  3,44 :PRINT "U1 = (1/2)*K*(D)^2"
4890 LOCATE  5,44 :PRINT "T2 = (1/2)*m*(dx/dt)^2"
4892 LOCATE  7,44 :PRINT "U2 = (1/2)*K*(D+x)^2 - m*g*x"
4894 LOCATE  9,50 :PRINT "T1 + U1 = T2 + U2"
4896 LOCATE 11,40 :PRINT "(1/2)*K*(D)^2 = (1/2)*m*(dx/dt)^2 +"
4898 LOCATE 13,36 :PRINT "(1/2)*K*(D)^2 + K*D*x + (1/2)*K(x)^2 - m*g*x"
4900 LOCATE 15,18 :PRINT "En equilibrio estatico : K*D = m*g"
4902 LOCATE 17,30 :PRINT "Cancelando : (1/2)*m*(dx/dt)^2 + (1/2)*K*(x)^2 = 0"
4904 LOCATE 19,30 :PRINT " Derivando : m(dx/dt)(d2x/dt2) + K(x)(dx/dt) = 0"
4906 LOCATE 21,15 :PRINT "La ecuacion de movimiento es :"
4908 LOCATE 22,48 : PRINT "m(d2x/dt2) + K*x = 0"
4910 LINE (370,178)-(540,164),,B
```

```
4912 GOSUB 16000 :GOTO 4824
4914 PRINT
4916 PRINT "       Se demuestra entonces que la pérdida de energía potencial";
4918 PRINT " del resorte"
4920 PRINT " se cancela con el trabajo realizado por la fuerza de equilibrio";
4922 PRINT " del resorte"
4924 PRINT " en la posicion x=0 y simplemente se pudo haber hecho :"
4926 LOCATE 7,20 : PRINT "U + T = (1/2)*m*(dx/dt)^2 + (1/2)*K*(x)^2 = cte"
4930 LOCATE 10,8 : PRINT "Diferenciando:   m(d2x/dt2)(dx/dt) + K*x*(dx/dt) = 0"
4932 LOCATE 14,32: PRINT "m(d2x/dt2) + K*x = 0"
4936 LOCATE 19,7 : PRINT "Siempre que el peso este 'previamente equilibrado' p";
     : PRINT "or los elementos"
4938 PRINT " elásticos del sistema, su influencia desaparece de la ecuación." :
     PRINT
4940 GOSUB 16000 :GOTO 4824
5000 CLS : NP=1 : NF=2
5002 LOCATE 2,8  : PRINT "1.4  METODO DE RAYLEIGH "
5004 LOCATE 5,8  : PRINT "Como vimos en un sistema conservativo :"
5006 LOCATE 8,29 : PRINT "U1 + T1 = U2 +T2"
5008 LOCATE 11,8 : PRINT "Tomando  1  como la posición en que la energía cinét";
     : PRINT "ica es máxima; por "
5010 PRINT " tanto  U1 = 0  y como la posición  2  como la posicion en que la ";
     : PRINT "energia po-"
5012 PRINT " tencial es máxima y por tanto  T2 = 0"
5014 LOCATE 16,8 : PRINT "Entonces :           Umax = Tmax"
5016 LOCATE 19,8 : PRINT "Sea el sistema masa resorte :"
5018 GOSUB 16000
5020 ON NP GOTO 5000,5022
5022 N2=2 : SCREEN 2
5024 GOSUB 30000
5026 LOCATE  2,40 :PRINT "El desplazamiento de la masa puede"
5028 LOCATE  4,40 :PRINT "representarse por :"
5030 LOCATE  6,50 :PRINT "x = X Sen(Wn*t)"
5032 LOCATE  8,47 :PRINT "Umax = (1/2)*K*(X)^2"
5034 LOCATE 10,47 :PRINT "Tmax = (1/2)*m*(Wn*X)^2"
5036 LOCATE 12,47 :PRINT "Umax = Tmax"
5038 LOCATE 14,38 :PRINT "(1/2)*K*(X)^2 = (1/2)*m*(Wn^2)*(X^2)"
5040 LOCATE 16,40 :PRINT "Simplificando se obtiene que :"
5042 LOCATE 18,48 :PRINT "Wn^2 = K/m"
5044 LOCATE 20,40 :PRINT "O tambien :"
5046 LOCATE 21,49 :PRINT "          1/2"
5048 LOCATE 22,49 :PRINT "Wn = (K/m)"
5050 GOSUB 16000 : GOTO 5020
6000 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=6 : S=1 : N2=1 : NU=4
6002 LOCATE  4,33 : PRINT "CAPITULO  2"
6004 LOCATE  7,23 : PRINT "VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS"
6006 LOCATE 11,17 : PRINT "0. INTRODUCCION"
6008 LOCATE 12,17 : PRINT "1. VIB. LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO VISCOSO"
6010 LOCATE 13,17 : PRINT "2. DECREMENTO LOGARITMICO"
6012 LOCATE 14,17 : PRINT "3. VIB. LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO HISTERESICO"
6014 LOCATE 15,17 : PRINT "4. VIB. LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO SECO"
6016 LOCATE 16,17 : PRINT "5. REGRESO AL MENU ANTERIOR"
6018 GOSUB 15000
```

```
6020 ON O+S GOTO 6022,6052,6384,6456,6518,150
6022 CLS : NP=1 : NF=1
6024 PRINT : PRINT "      2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS" : PRINT : PRINT :
     PRINT
6026 PRINT "      Los sistemas vibratorios presentan siempre una cierta amorti";
     : PRINT "guación de"
6028 PRINT " su movimiento, es posible que esta sea tan débil que pueda despre";
     : PRINT "ciarse co-"
6030 PRINT " mo se supuso en el capitulo anterior."
6032 PRINT : PRINT
6034 PRINT "      Sin embargo, en general hay que tenerla en cuenta por que es";
     : PRINT " inevita-"
6036 PRINT " ble, tal es el caso de la fricción entre sólidos, o por que se la";
     : PRINT " ha intro-"
6038 PRINT " ducido con un fin determinado en el sistema mecánico."
6040 PRINT : PRINT
6042 PRINT "      Aunque la determinación del amortiguamiento es dificil se pu";
     : PRINT "ede utili-"
6044 PRINT " zar modelos ideales que a menudo permiten una satisfactoria  pred";
     : PRINT "icción de "
6046 PRINT " la respuesta."
6048 GOSUB 16000
6050 ON NP GOTO 6022
6052 CLS : NP=1 : NF=9
6054 PRINT :PRINT "     2.1 VIBRACION LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO VISCOSO" : PRINT
     : PRINT
6056 PRINT "       Se considera una masa sometida a la acción de un resorte y ";
     : PRINT "un  reci-"
6058 PRINT " piente de amortiguación consistente de un émbolo que ajusta  holg";
     : PRINT "damente"
6060 PRINT " dentro de un cilindro lleno de fluido (agua o aceite), el émbolo ";
     : PRINT "tiene ma-"
6062 PRINT " sa despreciable." : PRINT : PRINT
6066 PRINT "      La fueza de amortiguamiento viscoso es proporcional a la vel";
     : PRINT "ocidad."
6068 LOCATE 14,30 : PRINT "F = c(dx/dt)" : PRINT : PRINT
6070 PRINT "      c, es una constante de proporcionalidad, conocida como const";
     : PRINT "ante de"
6072 PRINT " amortiguación. (N*seg/m) o Kg/seg" :PRINT :PRINT
6074 PRINT "      El sistema y su diagrama de cuerpo libre es :"
6076 GOSUB 16000
6078 ON NP GOTO 6052,6080,6122,6144,6174,6202,6240,6290,6340
6080 M2=2 : SCREEN 2
6082 GOSUB 30100
6084 LINE (40,76)-STEP (140,0),,,&HCCCC
6086 LINE (40,90)-STEP (556,0),,,&HCCCC
6088 LINE (277,106)-(333,90),,B : LINE (446,121)-(502,105),,B
6092 X=307 : Y=90 : GOSUB 41000 : X=459 : Y=105 : GOSUB 41000 : X=491 : Y=105 :
     GOSUB 41000
6094 X=307 : Y=106 : GOSUB 38000 : X=476 : Y=121 : GOSUB 38000
6096 LINE (180,76)-(180,90) : LINE (177,87)-(180,90) : LINE -(183,87)
6098 LOCATE 11,25: PRINT "D"
6100 LOCATE 8,38: PRINT "K*D" : LOCATE 10,53 : PRINT "K(D+x)"
```

```
6102 LOCATE 10,62: PRINT "c(dx/dt)"
6108 LOCATE 17,41: PRINT "W": LOCATE 19,62: PRINT "W"
6110 LINE (536,90)-(536,105) :LINE (533,102)-(536,105) :LINE -(539,102)
6112 LOCATE 13,69: PRINT "x"
6114 LINE (504,105)-STEP (40,0),,,&HCCCC
6116 LOCATE 10,6 : PRINT "1": LOCATE 12,6: PRINT "2"
6118 LOCATE 20,1: PRINT "    1: posicion no esforzada": PRINT "    2: posicion";
     : PRINT " de equilibrio estatico" : PRINT "    D: Deflexion estatica":
6120 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6122 PRINT "      Midiendo el desplazamiento a partir de la posición de equili";
     : PRINT "brio y apli-"
6124 PRINT " cando la 2da. Ley de Newton :"
6126 LOCATE 5,19 : PRINT "K(D+x) + c(dx/dt) - K(x) = m(d2x/dt2)"
6128 LOCATE 8,7  : PRINT "Como                    K*D = W"
6130 LOCATE 11,7 : PRINT "La ecuación de movimiento es :"
6132 LOCATE 14,21: PRINT "m(dx2/dt2) + c(dx/dt) +K(x) = 0 "
6134 LOCATE 17,7 : PRINT "Suponiendo una solución de la forma :"
6136 LOCATE 19,31: PRINT "     st"
6138 LOCATE 20,31: PRINT "x = e"
6140 LOCATE 23,7 : PRINT "Donde s es una constante obtenemos:";
6142 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6144 N2=2 : SCREEN 2
6146 LOCATE 2,24 : PRINT "                  st"
6148 LOCATE 3,24 : PRINT "( ms^2 + cs + K ) e     = 0"
6150 LOCATE 5,7  : PRINT "Para todos los valores de t, la ecuacion se satisfac";
     : PRINT "e cuando:"
6152 LOCATE 7,24 : PRINT "s^2 + (c/m)s + (K/m) = 0" :PRINT
6154 PRINT "      Que es la ecuacion caracteristica, resolviendola obtenemos d";
     : PRINT "os raices:"
6156 LOCATE 12,15: PRINT "s(1,2) = - (c/2m)      (c/2m)^2 - (K/m)  " :PRINT
6158 PRINT "      La solucion general es : "
6160 LOCATE 16,27: PRINT "       s1*t      s2*t"
6162 LOCATE 17,27: PRINT "x = A e     + B e" : PRINT
6164 PRINT "      Definiendo amortiguamiento critico Cc aquel valor de c que a";
     : PRINT "nula el" : PRINT "      radical :" : PRINT
6166 PRINT "                    (c/2m)^2 = (K/m) =  Wn^2" :PRINT
6168 LINE (284,88)-(293,96) : LINE -(302,83) : LINE -(436,83)
6170 LINE (272,86)-(272,90) : LINE (269,88)-(275,88) : LINE (269,94)-(275,94)
6172 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6174 N2=2 : SCREEN 2
6176 LOCATE 2,27 : PRINT "Cc = 2    K*m"
6178 LOCATE 4,27 : PRINT "Cc = 2*m*Wn  " : PRINT
6180 PRINT "      Definiendo la relacion de amortiguamiento ( & ) para relacio";
     : PRINT "nar"
6182 PRINT "      cualquier valor de amortiguamiento con el critico :"
6184 LOCATE 9,28 : PRINT "& = (c/Cc)" : PRINT
6186 PRINT "      Podemos expresar las raices a partir de & :"
6188 LOCATE 13,22: PRINT "(c/2*m) = & (Cc/2*m) = &*Wn"
6190 LOCATE 16,20: PRINT "s(1,2) = ( -&       &^2 - 1  ) Wn"
6192 LOCATE 19,7 : PRINT "Dependiendo  del valor del factor de amortiguamiento";
     : PRINT " el movi-" :PRINT "      miento puede ser :"
6194 LINE (265,11)-(273,15) : LINE -(279,6) : LINE -(316,6)
6196 LINE (280,118)-(280,122):LINE (277,120)-(283,120):LINE (277,126)-(283,126)
```

```
6198 LINE (296,122)-(304,126):LINE -(310,117) :LINE -(387,117)
6200 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6202 N2=2 : SCREEN 2
6204 PRINT "       a) MOVIMIENTO SUBAMORTIGUADO. " : PRINT
6206 PRINT "      Corresponde a un factor de amortiguamiento  & ( 1 las raices";
     : PRINT " son :" : PRINT
6208 PRINT "                          s(1,2) = - & Wn    i Wd" : PRINT
6210 PRINT "      Siendo Wd la llamada frecuencia angular amortiguada" : PRINT
6212 PRINT "                           Wd =  Wn    &^2 - 1 " : PRINT
6214 PRINT "      La solucion general es :" : PRINT
6216 PRINT "                  -&*Wn*t       i  1 - &^2 Wn*t       -i  1 -&^2"; :
      PRINT " Wn.t"
6218 PRINT "         x(t) = e       ( A e                  + B e             ";
     : PRINT "    )"
6222 LOCATE 17,14 : PRINT "        -&*Wn*t"
6224 LOCATE 18,14 : PRINT "x(t) = e       ( A1 Cos Wd*t + A2 Sen Wd*t )"
6226 LOCATE 20,20 : PRINT "          -&*Wn*t "
6228 LOCATE 21,20 : PRINT "x(t) = A e       Sen (Wd*t + 0)"
6230 LINE (248,98)-(256,102) : LINE -(262,93) : LINE -(360,93) : LINE -(360,96)
6232 LINE (436,98)-(443,102) :LINE -(448,93) :LINE -(536,93) :LINE -(536,96)
6234 LINE (312,31)-(312,35) : LINE (309,33)-(315,33) : LINE (309,39)-(315,39)
6236 LINE (256,66)-(264,70) : LINE -(270,61) : LINE -(344,61) : LINE -(344,64)
6238 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6240 N2=2 : SCREEN 2
6242 PRINT : PRINT "      Donde:    A =   A1^2 + A2^2        0 = arc Tan(A1/";
     : PRINT "A2)" : PRINT
6244 PRINT "                                        -&*wn*t"
6246 PRINT "      La amplitud decrese segun  A e" : PRINT
6248 PRINT "      El periodo de oscilacion ( 2*3/Wd) se mantiene constante"
6250 LINE (160,10)-(168,14) : LINE -(170,5) : LINE -(266,5) : LINE -(266,8) :
     LOCATE 7,36 : PRINT CHR$(20)
6252 X=130 : Y=126 : GOSUB 31000
6254 LINE (X,98)-(104,98) : LINE (X,Y)-(54,Y) : LINE (117,98)-(117,Y)
6256 LOCATE 14,11 : PRINT "A Sen0" : LOCATE  9,15 : PRINT "x" : LOCATE 17,56 :
     PRINT "t"
6258 FI=30 : CI=.1 : WN=16.75
6260 FIR = 3.141593*FI/180 : PSET (X,Y)
6262 FOR T=0 TO 1.688 STEP .005812
6264 Y1=50*EXP((-1)*CI*WN*T)*SIN(WN*((1-(CI)^2)^(1/2))*T+FIR)
6266 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+1 : NEXT T
6268 X=130 : Y=126 : PSET (X,Y)
6270 FOR T=0 TO 1.688 STEP .092992
6272 Y1=50*EXP((-1)*CI*WN*T)
6274 LINE -(X,-Y1+Y),,,&HCCCC : X=X+16 : NEXT T
6276 X=130 : Y=126 : PSET (X,Y)
6278 FOR T=0 TO 1.688 STEP .092992
6280 Y1=-50*EXP((-1)*CI*WN*T)
6282 LINE -(X,-Y1+Y),,,&HCCCC : X=X+16 : NEXT T
6284 LINE (130,76)-(54,76) : LINE (67,76)-(67,126)
6286 LOCATE 12,23 : PRINT "A e" : LOCATE 11,26 : PRINT "-&*Wn*t" : LOCATE 13,9
     : PRINT "A"
6288 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6290 N2=2 : SCREEN 2
```

```
6292 PRINT "     b) MOVIMIENTO SOBREAMORTIGUADO. " ; PRINT
6294 PRINT "     Corresponde a un factor de amortiguamiento  & > 1 las raices ";
     : PRINT "son reales:" : PRINT
6296 PRINT "                          s(1,2) = - & Wn    Wn   &^2 - 1" : PRINT
6298 PRINT "                    (-& +   &^2 - 1 )Wn*t      (-& -  &^2 - 1 )Wn*t"
6300 PRINT "        x(t) = A e                       + B e " ;PRINT
6302 LOCATE 20,28 : PRINT "El movimiento no es oscilatorio"
6304 LOCATE 22,28 : PRINT "a) dx/dt > 0 , b) dx/dt = 0 , c) dx/dt < 0 ";
6306 LINE (304,30)-(304,34) : LINE (301,32)-(307,32) : LINE (301,38)-(307,38)
6308 LINE (188,50)-(196,54) : LINE -(202,45) : LINE -(268,45) : LINE -(268,48)
6310 LINE (400,50)-(407,54) : LINE -(412,45) : LINE -(476,45) : LINE -(476,48)
6312 LINE (352,34)-(359,38) : LINE -(364,29) : LINE -(428,29) : LINE -(428,32)
6314 X=130 : Y=126 : GOSUB 31000 : WN=16.75 : CI=1.9 : XO=51
6316 LINE (130,75)-(210,75),,,&HCCCC : PSET (X,Y)
6318 LOCATE  9,15 : PRINT "x" : LOCATE 17,56 : PRINT "t" : LOCATE 10,28 : PRINT
     "Xo"
6320 DXO=1000 : GOSUB 33002 : LOCATE 9,22 : PRINT "a"
6322 FOR T=0 TO .564 STEP .011624 : GOSUB 33008
6324 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+6 : NEXT T
6326 X=130 : DXO=0 : PSET (X,Y) : GOSUB 33002 : LOCATE 12,22 : PRINT "b"
6328 FOR T=0 TO .564 STEP .011624 : GOSUB 33008
6330 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+6 : NEXT T
6332 X=130 :DXO=-1000:PSET (X,Y) :GOSUB 33002 : LOCATE 14,23 : PRINT "c"
6334 FOR T=0 TO .564 STEP .011624 : GOSUB 33008
6336 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+6 : NEXT T
6338 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6340 N2=2 : SCREEN 2
6342 PRINT "       c) MOVIMIENTO CRITICAMENTE AMORTIGUADO. " : PRINT
6344 PRINT "      Corresponde a un factor de amortiguamiento  & = 1 obtenemos ";
     : PRINT "una  " : PRINT "      raiz doble:"
6346 PRINT "                                   s1 = s2 = - Wn   " : PRINT
6348 PRINT "                                      - Wn*t         - Wn*t"
6350 PRINT "                         x(t) = (A + B) e         =  C e"
6352 LINE (130,76)-(210,76),,,&HCCCC
6354 LOCATE  9,15 : PRINT "x" : LOCATE 17,56 : PRINT "t" : LOCATE 10,28 :
     PRINT "Xo"
6356 X=130 :Y=126 :GOSUB 31000 :PSET (X,Y) :WN=16.75 :DXO=1000 : XO=51
6358 LOCATE 12,24 : PRINT "a" : FOR T=0 TO .544 STEP .011624
6360 Y1=EXP(-WN*T)*((DXO+WN*XO)*T+XO)
6362 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+6 : NEXT T
6364 X=130 : PSET (X,Y) : DXO=0
6366 LOCATE 13,21 : PRINT "b" : FOR T=0 TO .564 STEP .011624
6368 Y1=EXP(-WN*T)*((DXO+WN*XO)*T+XO)
6370 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+6 : NEXT T
6372 X=130 : PSET (X,Y) : DXO=-1000
6374 LOCATE 15,19 : PRINT "c" : FOR T=0 TO .564 STEP .011624
6376 Y1=EXP(-WN*T)*((DXO+WN*XO)*T+XO)
6378 LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+4 : NEXT T
6380 LOCATE 21,28 : PRINT "a) dx/dt > 0 , b) dx/dt = 0 , c) dx/dt < 0 ";
6382 GOSUB 16000 : GOTO 6078
6384 CLS : NP=1 : NF=3
6386 PRINT "      2.2  DECREMENTO LOGARITMICO" : PRINT : PRINT
6388 PRINT "      Resulta conveniente medir la tasa de caida de amplitud como ";
     : PRINT "una forma "
```

```
6390 PRINT " de determinar la cantidad de amortiguamiento existente en un sist";
     : PRINT "ema." : PRINT
6392 PRINT "      Consideremos una vibración amortiguada expresada por la ecua";
     : PRINT "ción :"
6394 LOCATE 9,18 : PRINT "            &*Wn*t          _______"
6396 LOCATE 10,18: PRINT "x(t)  =  A e       Sen(√ 1 - &²  Wn*t + Ø)" :PRINT
6398 PRINT "      Definimos un término llamado decremento logarítmico ( δ ) ";
     : PRINT "como el lo-"
6400 PRINT " garitmo natural de la razón de dos amplitudes sucesivas cualesq";
     : PRINT "uiera, en-"
6402 PRINT " tonces :" : PRINT
6404 PRINT "                                    -&*Wn*t       ________ "
6406 PRINT "                x1                 e       Sen(√ 1 - &²  Wn*t + Ø) "
6408 PRINT "       δ = ln ---- =  ln ------------------------------------";
     : PRINT "--"
6410 PRINT "                x2          -&*Wn(t1+τd)        _______ "
6412 PRINT "                           e             Sen(√ 1 - &² Wn(t1+τd)";
     : PRINT " + Ø)" : PRINT
6414 GOSUB 16000
6416 ON NP GOTO 6384,6418,6446
6418 PRINT "      Por ser movimiento periódico los términos seno son iguales :"
6420 LOCATE 3,16 : PRINT "             -&*Wn*t1 "
6422 LOCATE 4,16 : PRINT "            e                    &*Wn* τd"
6424 LOCATE 5,16 : PRINT "δ  =  ln --------------- =  ln e          =  &*Wn*τd"
6426 LOCATE 6,16 : PRINT "           -&*Wn(t1+τd) "
6428 LOCATE 7,16 : PRINT "          e             " : PRINT
6430 PRINT "      Sustituyendo el periodo amortiguado :"
6432 LOCATE 11,22 : PRINT "                                      _______"
6434 LOCATE 12,22 : PRINT "τd  =  2*π / Wd  =  2*π / Wn √ 1 - &² "
6436 LOCATE 14,33 : PRINT "                          ________"
6438 LOCATE 15,33 : PRINT "δ  =  2*π*& / Wn √ 1 - &² "
6440 LOCATE 18,7 :PRINT "Cuando & es pequeño  1 -  &²  es aproximadamente 1  y:
6442 LOCATE 21,34 : PRINT "δ  = 2*π*& "
6444 GOSUB 16000 : GOTO 6416
6446 LOCATE 2,12 : PRINT "Puede demostrarse también que :"
6448 LOCATE 6,36 : PRINT "      1      Xo  "
6450 LOCATE 7,36 : PRINT "δ  = --- ln ---- "
6452 LOCATE 8,36 : PRINT "      n      Xn  "
6454 GOSUB 16000 : GOTO 6416
6456 CLS : NP=1 : NF=2
6458 PRINT : PRINT "     2.3  VIBRACION LIBRE CON AMORTIGUACION HISTERESICA" :
     PRINT
6460 PRINT "      Cuando los materiales son esforzados cíclicamente la energi";
     : PRINT "a es di-"
6462 PRINT " sipada internamente en el material mismo" : PRINT
6464 PRINT " La energía disipada por ciclo para amortiguamiento histerésico o ";
     : PRINT "estruc- "
6466 PRINT " tural es :" : PRINT
6468 LOCATE 9,28 : PRINT CHR$(127); : PRINT " U =  π h X²" : PRINT
6470 PRINT "              h = constante de amortiguación histerésica,propieda";
     : PRINT "d "
6472 PRINT "                  del material o la estructura" : PRINT
6474 PRINT "              X = amplitud de vibración " : PRINT
```

```
6476 PRINT "       De la misma forma que el decremento logarítmico viscoso pod";
     : PRINT "emos de-"
6478 PRINT " finir el decremento logarítmico histerésico." : PRINT
6480 PRINT "                                  π h         h  "
6482 PRINT "                          δ  = ------- =  π --- "
6484 PRINT "                                  m¥Wd²       K  "
6486 GOSUB 16000
6488 ON NP GOTO 6456,6490
6490 PRINT :PRINT "      En forma análoga :" : PRINT
6492 PRINT "                                                h "
6494 PRINT "                                    2 π &e  =  π ---"
6496 PRINT "                                                K " : PRINT
6498 PRINT "      La razón de amortiguamiento equivalente es :" : PRINT
6500 PRINT "                                              h "
6502 PRINT "                                      &e   =  ---"
6504 PRINT "                                              2K " : PRINT
6506 PRINT "      La respuesta del sistema masa resorte con amortiguamiento hi";
     : PRINT "sterésico"
6508 PRINT "      es :" : PRINT
6510 PRINT "                                -&e¥Wn¥t          _________"
6512 PRINT "                  x(t) = C e           Sen(√ 1 - &e²  Wn¥t + Ø)" :
     PRINT
6514 PRINT "      Donde las constantes C y Ø se evalúan a partir de las condic";
     : PRINT "iones ini-" : PRINT "      ciales."
6516 GOSUB 16000 : GOTO 6488
6518 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=5
6520 PRINT :PRINT "     2.4 VIBRACION LIBRE CON AMORTIGUAMIENTO SECO" : PRINT
     : PRINT
6522 PRINT "       Resulta de la friccion cinetica entre dos superficies secas";
     : PRINT ". La fuer-"
6524 PRINT " za de amortiguamiento esta dada por el producto de la fuerza norm";
     : PRINT "mal (N) y"
6526 PRINT " el coheficiente de friccion (u)" : PRINT
6528 PRINT "       La fuerza de friccion se opone siempre al movimiento, por t";
     : PRINT "anto su"
6530 PRINT " signo (sentido) cambiara cuando cambie la direccion del movimient";
     : PRINT "o, la ecua-"
6532 PRINT " cion diferencial para cada signo es valida para intervalos de med";
     : PRINT "io ciclo"
6534 FOR I=15 TO 19 : LOCATE I,8 : PRINT "/" : NEXT I
6536 LOCATE 20,8 : PRINT "/ / / / / / / / / / /"
6538 LINE (62,109)-(62,152) : LINE -(242,152)
6552 LINE (62,139)-(83,139) : LINE -(89,136) :LINE -(101,142) : LINE -(113,136)
6554 LINE -(125,142): LINE -(138,136): LINE -(143,139) : LINE -(168,139)
6556 LINE (168,152)-(224,125),,B
6558 LOCATE 17,15 : PRINT "K" : LOCATE 18,25 : PRINT "m"
6562 LINE (332,153)-(388,125),,B : LINE (492,153)-(548,125),,B
6564 LINE (292,142)-(332,142) : LINE (452,142)-(492,142) : LINE (360,158)-
     (406,158) : LINE (520,158)-(476,158)
6566 X=360 : Y=119 : GOSUB 38000  : X=520 : GOSUB 38000  : LINE (360,114)-
     (310,114) : LINE (520,114)-(570,114)
6568 X=360 : Y=184 : GOSUB 41000  : X=520 : GOSUB 41000
6572 LINE (398,156)-(404,158) : LINE -(398,160) : LINE (482,156)-(476,158) :
     LINE -(482,160)
```

```
6574 LINE (458,140)-(452,142) : LINE -(458,144) : LINE (298,140)-(292,142) :
     LINE -(298,144) : LINE (316,112)-(310,114) : LINE-(316,116) :LINE (564,112)
     -(570,114) :LINE -(564,116)
6576 LOCATE 18,35 : PRINT "Kx" : LOCATE 18,55 : PRINT "Kx"
6578 LOCATE 18,47 : PRINT "W"  : LOCATE 18,67 : PRINT "W"
6580 LOCATE 21,51 : PRINT "uN" : LOCATE 21,59 : PRINT "uN"
6582 LOCATE 23,44 : PRINT "N"  : LOCATE 23,64 : PRINT "N"
6584 LOCATE 14,38 : PRINT "dx/dt" : LOCATE 14,70 : PRINT "dx/dt"
6586 GOSUB 16000
6588 ON NP GOTO 6518,6590,6616,6642,6666
6590 PRINT "     Para el movimiento de derecha a izquierda tenemos :" : PRINT
6592 PRINT "                          - K*x + p*N = m*(d2x/dt2)" : PRINT
6594 PRINT "                          m*(d2x/dt2) + K*x  = p*N "; PRINT
6596 PRINT "       La solución es :" : PRINT
6598 PRINT "              x(t) = A1 Cos (Wn*t) + B1 Sen(Wn*t) + uN/K" : PRINT
6600 PRINT "       Para el movimiento de izquierda a derecha :" : PRINT
6602 PRINT "                          - K*x - p*N = m*(d2x/dt2)" : PRINT
6604 PRINT "                          m*(d2x/dt2) + K*x  = - p*N" : PRINT
6606 PRINT "       La solución es :" : PRINT
6608 PRINT "              x(t) = A2 Cos (Wn*t) + B2 Sen(Wn*t) - pN/K" : PRINT
6610 PRINT "       A1,B1,A2,B2 son constantes que dependen de las condiciones ";
     : PRINT "de cada "
6612 PRINT "       medio ciclo."
6614 GOSUB 16000 : GOTO 6588
6616 PRINT "       El movimiento es armónico, la curva desplazamiento-tiempo e";
     : PRINT "s  medio "
6618 PRINT " senoidal, en la que la posición de equilibrio cambia cada medio c";
     : PRINT "iclo de "
6620 PRINT " p*N/K a - p*N/K ." : PRINT
6622 PRINT "       Estudiemos el caso en que se desplaza la masa una distancia";
     : PRINT " Xo y se"
6624 PRINT " la libera del reposo :" : PRINT
6626 PRINT "                        x(0) = 0              dx/dt(0) = 0 " :PRINT
6628 PRINT "       Reemplazando      A1 = Xo - p*N/K          B1 = 0 "; PRINT
6630 PRINT "       Luego para el primer medio ciclo :" : PRINT
6632 PRINT "                  x(t) = ( Xo - p*N/K ) Cos (Wn*t) + p*N/K" :
     PRINT
6634 PRINT "       Válida para :          0 ≤ t ≤ π/Wn " : PRINT
6636 PRINT "       Las condiciones para el 2do medio ciclo son :" : PRINT
6638 PRINT "                  x(π/Wn) = 2(u*N/K) - Xo       dx/dt(π/Wn) = 0 "
6640 GOSUB 16000 : GOTO 6588
6642 PRINT "       Reemplazando     A2 = Xo - 3p*N/K          B2 = 0 "; PRINT
6644 PRINT "       Luego para el segundo medio ciclo :" : PRINT
6646 PRINT "                 x(t) = ( Xo - 3p*N/K ) Cos (Wn*t) - uN/K" :PRINT
6648 PRINT "       Válida para :         π/Wn ≤ t ≤ 2*π/Wn " : PRINT
6650 PRINT "       Las condiciones para el 3er medio ciclo son :" : PRINT
6652 PRINT "                  x(2*π/Wn) = Xo - 4(p*N/K)     dx/dt(2*π/Wn) = 0 "
     : PRINT
6654 PRINT "       Luego para el 3er medio ciclo :" : PRINT
6656 PRINT "                  x(t) = ( Xo - 5*p*N/K ) Cos (Wn*t) + p*N/K" :
     PRINT
6658 PRINT "       Válida para :        2*π/Wn ≤ t ≤  3*π/Wn "      : PRINT
```

```
6660 PRINT "       En cada ciclo se reduce la amplitud en  4 µ*N/K" : PRINT
6662 PRINT "       Luego el decremento no es logarítmico sino lineal :"
6664 GOSUB 16000 : GOTO 6588
6666 N2=2 : SCREEN 2 : PRINT "                          X(n+1) = X(n) - 4*u*N/K" :
     PRINT
6668 PRINT "       El movimiento se detiene al final del medio ciclo en que la";
     : PRINT " ampli-"
6670 PRINT " tud es menor que  u*N/K" : PRINT
6672 PRINT "       En este instante la fuerza del resorte que es la que restab";
     : PRINT "lece el "
6674 PRINT " movimiento es menor que la fuerza de friccion, que trata de deten";
     : PRINT "erlo." : PRINT
6676 X=133 : Y=124 : GOSUB 31000
6678 LOCATE 8,16 :PRINT "x" :LOCATE 10,15 :PRINT "Xo" :LOCATE 16,56 :PRINT "t"
6680 M=14.2 : XO=.1 : K=1800 : UC=.1
6682 N=9.8*M : WN=(K/N)^(1/2) : PI=3.141593
6684 Y1=0 : T=0 : PSET (X,Y)
6686 IF  WN*T)=0   AND  WN*T<PI  THEN  Y1=500*((XO-UC*N/K)*COS(WN*T)+UC*N/K)  :
     GOTO 6698
6688 IF  WN*T)=PI  AND WN*T<2*PI THEN Y1=500*((XO-3*UC*N/K)*COS(WN*T)-UC*N/K) :
     GOTO 6698
6690 IF WN*T)=2*PI AND WN*T<3*PI THEN Y1=500*((XO-5*UC*N/K)*COS(WN*T)+UC*N/K) :
     GOTO 6698
6692 IF WN*T)=3*PI AND WN*T<4*PI THEN Y1=500*((XO-7*UC*N/K)*COS(WN*T)-UC*N/K) :
     GOTO 6698
6694 IF WN*T)=4*PI AND WN*T<5*PI THEN Y1=500*((XO-9*UC*N/K)*COS(WN*T)+UC*N/K) :
     GOTO 6698
6696 IF WN*T)=5*PI AND WN*T<=6*PI THEN Y1=500*((XO-11*UC*N/K)*COS(WN*T)-UC*N/K)
6698 IF WN*T)6*PI THEN  6706
6700 LINE -(X,-Y1+Y)
6702 X=X+1 : T=T+.027297
6704 GOTO 6686
6706 LINE -(X+90,-Y1+Y)
6708 FOR I=166 TO 326 STEP 32 : LINE (I,122)-(I,126) : NEXT I
6710 LOCATE 13,29 : PRINT "3" : LOCATE 13,37 : PRINT "5"
6712 FOR I=21 TO 37 STEP 8 : LOCATE 14,I : PRINT "--" : LOCATE 15,I : PRINT "Wn"
     : NEXT I
6714 FOR I=25 TO 41 STEP 8 : LL=LL+2 : LOCATE 17,I-1 : PRINT LL : LOCATE 18,I :
     PRINT "--" : LOCATE 19,I : PRINT "Wn" : NEXT I
6716 FOR I=22 TO 38 STEP 8 : LOCATE 13,I : PRINT CHR$(20) : NEXT I
6718 FOR I=26 TO 42 STEP 8 : LOCATE 17,I : PRINT CHR$(20) : NEXT I
6722 X=133 : Y=124 : T=0 : PSET (X,Y)
6724 Y1=500*(XO-((2*UC*N/K)/(PI/WN))*T)
6726 IF Y1 <= 0 THEN  6734
6728 LINE -(X,-Y1+Y),,,&HCCCC
6730 X=X+8 : T=T+.218376
6732 GOTO 6724
6734 X=133 : Y=124 : T=0 : PSET (X,Y)
6736 Y1=500*(XO-((2*UC*N/K)/(PI/WN))*T)
6738 IF Y1 <= 0 THEN  6746
```

```
6740 LINE -(X,Y(+Y),,,&HCCCC
6742 X=X+8 : T=T+.218376
6744 GOTO 6736
6746 LINE (133,-500*XO+Y)-(260,-500*XO+Y),,,&HCCCC
6748 LINE (200,-500*(XO-4*UC*N/K)+Y)-(260,-500*(XO-4*UC*N/K)+Y),,,&HCCCC
6750 LINE (236,-500*XO+Y)-(236,-500*(XO-4*UC*N/K)+Y)
6752 LOCATE 11,28 : PRINT "4*u*N/K"
6754 Y=118 : LINE (326,Y)-(416,Y),,,&HCCCC
6756 LINE (372,100)-(372,Y)
6758 LINE (369,Y-4)-(372,Y) : LINE -(375,Y-4)
6760 LINE (372,124)-(372,139)
6762 LINE (369,128)-(372,124) : LINE -(375,128)
6764 LOCATE 13,46 : PRINT "u*N/K"
6766 GOSUB 16000 : GOTO 6588
```

1.3.2 Listado Programa "VIBRA3"

```
1000 FOR C=1 TO 5 : READ CI(C)  : NEXT C
1002 FOR C=1 TO 5 : READ CIS(C) : NEXT C
1004 FOR C=1 TO 5 : READ CIA(C) : NEXT C
1006 DATA .1,.15,.25,.5,1,.1,.25,.5,.7,1,0,.6,.65,.70,.75
2000 CLS  : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=11 : S=0 : N2=1
2004 LOCATE  1,33 : PRINT "CAPITULO  3"
2006 LOCATE  4,27 : PRINT "VIBRACION ARMONICA FORZADA"
2008 LOCATE  8,16 : PRINT "1. VIBRACION ARMONICA FORZADA"
2010 LOCATE  9,16 : PRINT "2. DESBALANCE ROTATORIO"
2011 LOCATE 10,16 : PRINT "3. VELOCIDADES CRITICAS DE EJES"
2012 LOCATE 11,16 : PRINT "4. FUERZAS TRANSMITIDAS Y AISLAMIENTO DE VIBRACION"
2014 LOCATE 12,16 : PRINT "5. MOVIMIENTO DE LA BASE"
2016 LOCATE 13,16 : PRINT "6. INSTRUMENTOS MEDIDORES DE VIBRACIONES"
2018 LOCATE 14,16 : PRINT "7. ENERGIA DISIPADA POR AMORTIGUAMIENTO"
2020 LOCATE 15,16 : PRINT "8. VIBRACION ARMONICA FORZADA CON AMORTIGUACION HI";
     : PRINT "STERSICA"
2022 LOCATE 16,16 : PRINT "9. VIBRACION ARMONICA FORZADA CON AMORTIGUAMIENTO ";
     : PRINT "SECO"
2024 LOCATE 17,15 : PRINT "10. RESPUESTA A UNA FUNCION EXCITADORA PERIODICA GE";
     : PRINT "NERAL"
2026 LOCATE 18,15 : PRINT "11. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
2036 GOSUB 15000
2038 ON O+S GOTO 2100,2300,4000,2400,2500,2640,2750,2800,2850,2905
2040 RUN "VIBRA
2100 CLS : NP=1 : NF=6
2102 PRINT : PRINT : PRINT "      3.1  VIBRACIONES ARMONICAS FORZADAS" : PRINT :
     PRINT : PRINT
2104 PRINT "      Si un sistema está sujeto a excitación armónica, su respuest";
     : PRINT "a de vi-"
2106 PRINT " bración tiene lugar a la misma frecuencia de excitación.  Esta ex";
     : PRINT "citación "
2108 PRINT " armónica puede provenir de desbalance en máquinas rotatorias, por";
     : PRINT "fuerzas"
2110 PRINT " producidas por máquinas reciprocantes o por el movimiento mismo ";
     : PRINT "de la má-"
2112 PRINT " quina." : PRINT : PRINT
2114 PRINT "      Las excitaciones armónicas pueden ser perjudiciales para  cu";
     : PRINT "alquier"
2116 PRINT " quinaria, considerando que puede alterarse su normal operación o ";
     :PRINT " peligrar"
2118 PRINT " la seguridad de su estructura si llegan a desarrollarse elevadas ";
     : PRINT "amplitudes"
2119 : PRINT " de vibración." ;PRINT :PRINT
2120 PRINT "      El sistema masa resorte amortiguador sometido a la acción d";
     : PRINT "e una fuer-"
2122 PRINT " za externa y su diagrama de cuerpo libre es el siguiente"
2124 GOSUB 16000
2126 ON NP GOTO 2100,2128,2162,2192,2234,2268
2128 N2=2 : SCREEN 2
2130 GOSUB 30100
```

```
2132 LINE (40,90)-STEP (556,0),,,&HCCCC
2134 LINE (446,121)-(502,105),,B
2136 LOCATE 11,58: PRINT "^" :LOCATE 11,62 : PRINT "^"
2138 LINE (459,81)-(459,105) :LINE (491,81)-(491,105) :LINE (476,121)-(476,145)
2142 LOCATE 10,53 : PRINT "K*x"
2144 LOCATE 10,62: PRINT "c(dx/dt)"
2146 LINE (473,144)-(476,147): LINE -(479,144)
2148 LOCATE 17,19 : PRINT "F(t)= Fo Sen wt" : LOCATE 19,62 : PRINT
     "F(t) = Fo Sen wt"
2150 LINE (536,90)-(536,105) :LINE (533,102)-(536,105) :LINE -(539,102)
2152 LOCATE 13,69: PRINT "x"
2154 LINE (504,105)-STEP (40,0),,,&HCCCC
2156 LINE (128,106)-(128,130) :LINE (125,127)-(128,130) : LINE -(131,127)
2158 LOCATE 21,1:PRINT "     Hemos representado el sistema masa resorte amort";
     : PRINT "iguador sometido a" : PRINT "     una fuerza externa armonica."
2160 GOSUB 16000 : GOTO 2126
2162 LOCATE 1,8 : PRINT "Del diagrama de cuerpo libre :"
2164 LOCATE 3,16 : PRINT "- K*x - c(dx/dt) + Fo Sen wt = m(d2x/dt2)"
2166 LOCATE 5,16 : PRINT " m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K*x = Fo Sen wt"
2168 LOCATE 7,8  : PRINT "La solución consta de una parte homogenea y una part";
     : PRINT "icular"
2170 LOCATE 9,23 : PRINT "x(t) = xh(t) + xp(t)"
2172 LOCATE 11,18: PRINT "          -&*Wn*t"
2174 LOCATE 12,18: PRINT "xh(t) = A e       Sen(Wd*t + Ø)"
2176 LOCATE 14,18: PRINT "xp(t) = C Sen wt + D Cos wt" : PRINT
2178 PRINT "       La solución homogenea se amortigua con el tiempo y la part";
     : PRINT "icular"
2180 PRINT " es la solución de estado estable que sustituyendola en la ecuaci";
     : PRINT "ón de  "
2182 PRINT " movimiento se obtiene :"
2184 LOCATE 20,23: PRINT "       ( K - m*w² ) Fo"
2186 LOCATE 21,23: PRINT "C = ------------------------"
2188 LOCATE 22,23: PRINT "    ( K - m*w² )² + (C*w)² "
2190 GOSUB 16000 : GOTO 2126
2192 LOCATE 1,18 : PRINT "                 c*w*Fo "
2196 LOCATE 2,18 : PRINT "D =  -  --------------------------"
2198 LOCATE 3,18 : PRINT "       [ ( K - m*w²)² + (c*w)²]^½"
2200 LOCATE 5,8  : PRINT "La solución de estado estable es :"
2202 LOCATE 7,24 : PRINT "x(t) = X Sen(Wd*t - Ø)"
2203 PRINT "                                  "
2204 PRINT "       Donde          X =  √ C² +  D² " : PRINT
2206 PRINT "                  Fo/k                          Fo/K"
2208 PRINT "   X = ------------------------- = ----------------------------"
2210 PRINT "       [ ( K - m(w)² )² + (cw)²]^½   [ ( 1-(w/Wn)² )² + (cw/k)²]^½"
2212 LOCATE 15,19 : PRINT "                   Fo/k"
2214 LOCATE 16,19 : PRINT "X = ---------------------------------"
2216 LOCATE 17,19 : PRINT "    [ ( 1 - (w/Wn)² )² + (2&w/Wn)²]^½"
2218 LOCATE 19,20 : PRINT "                2&w/Wn"
2220 LOCATE 20,20 : PRINT "Ø = arc Tan  -------------"
2222 LOCATE 21,20 : PRINT "             1 - (W/Wn)² " : PRINT
2224 PRINT "       Ø es el ángulo de fase con el cual la respuesta X se atrasa";
     : PRINT " respec-"
2226 PRINT "       to de la función forzante.";
```

```
2232 GOSUB 16000 : GOTO 2126
2234 PRINT "       Definimos :" : PRINT
2238 PRINT "       Relación de frecuencias  =  r = w/Wn "; PRINT
2240 PRINT "       Relación de amplitud dinámica = X/Fo/K  "; PRINT
2242 PRINT "       La relación de amplitud dinámica representa la repuesta de";
     : PRINT "l sistema"
2244 PRINT " con respecto a la deflexión que tendria el resorte ante la aplic";
     : PRINT "ación de"
2246 PRINT " una fuerza de magnitud Fo." : PRINT
2248 LOCATE 11,24: PRINT "  X                1"
2250 LOCATE 12,24: PRINT "---- = ------------------------- "
2252 LOCATE 13,24: PRINT "Fo/K   [ ( 1 - r² )² + (2&r)²]^½ " : PRINT
2254 PRINT "       Como lo veremos en el siguiente gráfico el amortiguamiento";
     : PRINT " reduce "
2256 PRINT " la relación de amplitud para todas las frecuencias, especialment";
     : PRINT "e cerca " : PRINT " de la resonancia  ( w = Wn )" : PRINT
2258 PRINT "       La relación máxima de amplitud ocurre cuando :"
2260 LOCATE 21,23: PRINT "                  ___________"
2261 LOCATE 22,23: PRINT "w/Wn  =  √ 1 - 2(&)² "
2266 GOSUB 16000 : GOTO 2126
2268 N2=2 : SCREEN 2
2269 LOCATE  9,1 : PRINT "Kx"
2270 LOCATE 10,1 : PRINT "--"
2271 LOCATE 11,1 : PRINT "Fo"
2272 LOCATE 2,23 : PRINT "&=.1" : LOCATE  4,20 : PRINT ".15"
2273 LOCATE 10,19: PRINT ".25" : LOCATE 15,20 : PRINT ".5" : LOCATE 18,21 :
     PRINT "1"
2274 X=58 : Y=164 : GOSUB 32000
2275 FOR C=1 TO 5
2277 PSET (X,Y-40)
2278 FOR R=0 TO 5 STEP .05
2279 TR=1/(((1-(R)^2)^2+(2*CI(C)*R)^2)^(1/2))
2280 LINE -(R*104+X,Y-TR*40)
2281 NEXT R
2282 NEXT C
2284 LOCATE 3,32 : PRINT "d" : LOCATE 4,32 : PRINT "e" : LOCATE 5,32 : PRINT
     "s" : LOCATE 6,32 : PRINT "f" : LOCATE 7,32 : PRINT "a" : LOCATE 8,32 :
     PRINT "s" : LOCATE 9,32 : PRINT "e"
2285 PI=3.141593 : X=292 : Y=84 : GOSUB 32100
2286 FOR C=1 TO 5
2287 PSET (X,Y-40)
2288 FOR R=0 TO 4 STEP .05
2289 RAD=ATN((2*CI(C)*R)/(1-R^2))
2290 IF R<=1 THEN FI=RAD*180/PI : ELSE FI=RAD*180/PI+180
2291 LINE -(R*72+X,Y-FI*40/90)
2292 NEXT R
2293 NEXT C
2294 LOCATE 3,70 : PRINT "&=1" : LOCATE 2,65 : PRINT ".5"
2295 LOCATE 2,57 : PRINT ".25" : LOCATE 2,51 : PRINT ".15" : LOCATE 2,47 :
     PRINT ".1"
2298 : GOSUB 16000 : GOTO 2126
2300 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=3
2302 PRINT"       3.2  DESBALANCE ROTATORIO" : PRINT
```

```
2304 PRINT "       Considerese un sistema masa resorte amortiguador restringi";
     : PRINT "do a mover-"
2306 PRINT " se verticalmente, el desbalance esta representado por una masa m";
     : PRINT "o con una"
2308 PRINT " excentricidad e"
2310 LOCATE 7,39 : PRINT "La fuerza excitadora ahora es"
2312 LOCATE 9,39 : PRINT "       Fo = mo*e*(w)^2"
2314 LOCATE 11,39: PRINT "Luego :"
2316 LOCATE 12,43: PRINT "            mo*e*(w)^2"
2318 LOCATE 13,43: PRINT "X = ----------------------------"
2320 LOCATE 14,43: PRINT "     K   ( 1 - r^2 )^2 + (2&r)^2"
2322 LOCATE 16,39: PRINT "Ya que       Wn^2 = K/m "
2324 LOCATE 18,41: PRINT "m*X              r^2"
2326 LOCATE 19,41: PRINT "----- = --------------------------"
2328 LOCATE 20,41: PRINT "mo*e       ( 1 - r^2 )^2 + (2&r)^2"
2329 LOCATE 22,39: PRINT "Que es la relacion de amplificacion."
2330 LINE (388,106)-(395,112) :LINE -(400,102) :LINE -(604,102):LINE -(604,104)
2331 LINE (388,156)-(395,160) :LINE -(400,150) :LINE -(604,150):LINE -(604,154)
2332 GOSUB 30200
2334 CIRCLE (130,70),41 : CIRCLE (154,61),6
2335 LINE (94,70)-(166,70),,,&HCCCC : LINE (130,70)-(168,56),,,&HCCCC
2336 LOCATE 8,18 : PRINT "e" : LOCATE 8,22 : PRINT "mo"
2339 GOSUB 16000
2340 ON NP GOTO 2300,2341,2381
2341 N2=2 : SCREEN 2
2342 LOCATE  9,1 : PRINT "m*X "
2343 LOCATE 10,1 : PRINT "----"
2344 LOCATE 11,1 : PRINT "mo*e
2345 LOCATE 2,23 : PRINT "&=.1" : LOCATE  4,20 : PRINT ".15"
2346 LOCATE 10,21: PRINT ".25" : LOCATE 15,22 : PRINT ".5" : LOCATE 18,21 :
     PRINT "1"
2347 X=58 : Y=164 : GOSUB 32000
2348 FOR C=1 TO 5
2349 READ CI(C)
2350 PSET (X,Y-40)
2352 FOR R=0 TO 5 STEP .05
2353 TR=R^2/(((1-(R)^2)^2+(2*CI(C)*R)^2)^(1/2))
2354 LINE -(R*104+X,Y-TR*40)
2355 NEXT R
2356 NEXT C
2358 DATA .1,.15,.25,.5,1
2360 LOCATE 3,32 : PRINT "d" : LOCATE 4,32 : PRINT "e" : LOCATE 5,32 : PRINT
     "s" : LOCATE 6,32 : PRINT "f" : LOCATE 7,32 : PRINT "a" : LOCATE 8,32 :
     PRINT "s" : LOCATE 9,32 : PRINT "e"
2361 PI=3.141593 : X=292 : Y=84 : GOSUB 32100
2363 FOR C=1 TO 5
2364 PSET (X,Y-40)
2366 FOR R=0 TO 4 STEP .05
2368 RAD=ATN((2*CI(C)*R)/(1-R^2))
2370 IF R<=1 THEN FI=RAD*180/PI : ELSE FI=RAD*180/PI+180
2372 LINE -(R*72+X,Y-FI*40/90)
2374 NEXT R
2376 NEXT C
```

```
2378 LOCATE 3,70 : PRINT "&=1" : LOCATE 2,65 : PRINT ".5"
2379 LOCATE 2,57 : PRINT ".25" : LOCATE 2,51 : PRINT ".15" : LOCATE 2,47 :
     PRINT ".1"
2380 GOSUB 16000 : GOTO 2340
2381 PRINT : PRINT
2382 PRINT "      A diferencia de la relación de amplitud producida por F(t) =";
     : PRINT " F1 Sen wt"
2383 PRINT " la relación de amplificación pasa a través del origen y a frecuen";
     : PRINT "cias muy al-"
2384 PRINT " tas ( w/Wn >> 1 ), la amplitud X tiende a mo¥e/m.": PRINT : PRINT
2386 PRINT "      El ángulo de fase Ø es identico al producido para una fuerza";
     : PRINT " armóni-"
2388 PRINT " ca  F(t) = F1 Sen wt"
2398 GOSUB 16000 : GOTO 2340
2400 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=4
2402 PRINT "      3.4  FUERZAS TRANSMITIDAS Y AISLAMIENTO DE VIBRACION"  :
     PRINT
2404 PRINT "      Las fuerzas transmitidas a la base o cimentacion son las fu";
     : PRINT "erzas del"
2406 PRINT " resorte y amortiguacion respectivamente :"
2408 LOCATE 6,41 : PRINT "Kx =  K X Sen (wt - 0)"
2410 LOCATE 8,41 : PRINT "c(dx/dt) = c X w Cos (wt - 0)"
2412 LOCATE 10,34: PRINT "Que pueden ser representados como vecto-"
2414 LOCATE 12,34: PRINT "res ortogonales entre si,la fuerza total"
2416 LOCATE 14,34: PRINT "transmitida es :"
2418 LOCATE 16,41: PRINT "Ft =   (kX)^2 + (cwX)^2"
2419 LOCATE 18,41: PRINT "Ft =  X    K^2 + (cw)^2"
2420 LOCATE 21,7 : PRINT "Se define la relacion de transmision como la fracci";
     : PRINT "on de la maxima" : PRINT " fuerza impuesta que se transmite a l";
     : PRINT "a cimentacion."
2421 LINE (366,122)-(373,128):LINE -(378,117) :LINE -(514,117) :LINE -(514,121)
2422 LINE (384,142)-(391,144):LINE -(396,133) :LINE -(520,133) :LINE -(520,137)
2423 GOSUB 30200
2424 X=130 : Y=26 : GOSUB 38000 : X=130 : Y=132 : GOSUB 38000
2426 LOCATE 6,18 : PRINT "F(t)=F1 Sen wt" : LOCATE 19,18 : PRINT "x"
2430 GOSUB 16000
2432 ON NP GOTO 2400,2436,2466,2496
2436 N2=2 : SCREEN 2
2438 LOCATE 1,21 : PRINT "       X"
2440 LOCATE 2,21 : PRINT "Tr = ----   (k)^2 + (cw)^2"
2442 LOCATE 3,21 : PRINT "      Fo" : PRINT
2444 PRINT "      Sustituyendo el valor de  X  que fue hallado en el capitul";
     : PRINT "o 3.1 ,"
2446 PRINT " es decir para vibracion armonica forzada :" : PRINT : PRINT
2448 LOCATE 9,21 : PRINT "              1 +  (2&r)^2"
2450 LOCATE 10,21: PRINT "Tr =    ----------------------"
2452 LOCATE 11,21: PRINT "        ( 1 - r^2 )^2 + (2&r)^2":PRINT :PRINT
2454 PRINT "      Graficando la relacion de transmision contra la relacion d";
     : PRINT "e fre-"
2456 PRINT " cuencias veremos en la siguiente pantalla que el amortiguamiento";
     : PRINT "  solo"
2458 PRINT " disminuye la transmision de fuerzas para  w/Wn < 1.4142 (raiz de";
     : PRINT " 2)" :PRINT :PRINT
```

```
2460 PRINT "       Si cambia la fuerza forzante se deben seleccionar soportes";
     : PRINT " elas-"
2462 PRINT " ticos que permitan frecuencias naturales bajas."
2463 LINE (240,8)-(247,14)  : LINE -(252,5) : LINE -(380,5)  : LINE -(380,9)
2464 LINE (200,74)-(207,88) : LINE -(216,60): LINE -(424,60) : LINE -(424,65)
2465 GOSUB 16000 : GOTO 2432
2466 N2=2 : SCREEN 2
2467 LOCATE 10,1 : PRINT "Tr"
2468 LOCATE 21,26 : PRINT "I" : LOCATE 22,25 : PRINT "1.4142"
2469 LOCATE 1,23 : PRINT "&=.1" : LOCATE  3,20 : PRINT ".15"
2470 LOCATE 9,19: PRINT ".25" : LOCATE 13,19 : PRINT ".5" : LOCATE 16,18 :
    PRINT "1"
2471 X=58 : Y=164 : GOSUB 32000
2472 FOR C=1 TO 5
2473 READ CI(C)
2474 PSET (X,Y-40)
2475 FOR R=0 TO 5 STEP .05
2476 TR=((1+(2*CI(C)*R)^2)/((1-(R)^2)^2+(2*CI(C)*R)^2))^(1/2)
2477 LINE -(R*104+X,Y-TR*40)
2478 NEXT R
2479 NEXT C
2480 DATA .1,.15,.25,.5,1
2481 LINE -(R*104+X,Y-TR*40)
2482 LINE (204,124)-(204,164),,,&HCCCC
2483 LOCATE 3,32 : PRINT "d" : LOCATE 4,32 : PRINT "e" : LOCATE 5,32 : PRINT
     "s" : LOCATE 6,32 : PRINT "f" : LOCATE 7,32 : PRINT "a" : LOCATE 8,32 :
     PRINT "s" : LOCATE 9,32 : PRINT "e"
2484 PI=3.141593 : X=292 : Y=84 : GOSUB 32100
2485 FOR C=1 TO 5
2486 PSET (X,Y-40)
2487 FOR R=0 TO 4 STEP .05
2488 RAD=ATN((2*CI(C)*R)/(1-R^2))
2489 IF R<=1 THEN FI=RAD*180/PI : ELSE FI=RAD*180/PI+180
2490 LINE -(R*72+X,Y-FI*40/90)
2491 NEXT R
2492 NEXT C
2493 LOCATE 3,70 : PRINT "&=1" : LOCATE 2,65 : PRINT ".5"
2494 LOCATE 2,57 : PRINT ".25" : LOCATE 2,51 : PRINT ".15" : LOCATE 2,47 :
     PRINT ".1"
2495 GOSUB 16000 : GOTO 2432
2496 PRINT : PRINT : PRINT "       Los soportes deben proporcionar el suficien";
     : PRINT "te amortiguamien"; : PRINT "to  para"
2497 PRINT " disminuir la amplitud al pasar por resonancia, pero no demasiado ";
     : PRINT "como pa-"
2498 PRINT " ra aumentar la fuerza transmitida a velocidades altas de operació";
     : PRINT "n."
2499 GOSUB 16000 : GOTO 2432
2500 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=4
2502 PRINT "     3.5  MOVIMIENTO DE LA BASE " : PRINT : PRINT
2504 PRINT "      El movimiento del soporte o el piso, puede producir una exci";
     : PRINT "tacion per-"
2506 PRINT " judicial a un sistema"
```

```
2508 LOCATE 7,48 : PRINT "Si  y > x"
2510 GOSUB 30200
2512 LINE (204,128)-(238,128): LINE (193,70)-(227,70)
2514 LINE (221,128)-(221,108): LINE (210,70)-(210,50)
2516 LINE (218,111)-(221,108): LINE -(224,111)
2518 LINE (207,53)-(210,50)  : LINE -(213,53)
2520 LOCATE  7,29 : PRINT "x" : LOCATE 10,67 : PRINT "x"
2522 LOCATE 14,30 : PRINT "y = Y Sen wt"
2524 LINE (373,66)-(487,106),,B
2526 LINE (493,94)-(527,94)
2528 LINE (510,94)-(510,74)
2530 LINE (507,77)-(510,74)  : LINE -(513,77)
2532 LINE (402,132)-(402,106): LINE (458,132)-(458,106)
2534 LINE (399,110)-(402,106): LINE -(405,110)
2536 LINE (455,110)-(458,106): LINE -(461,110)
2538 LOCATE 18,46 : PRINT "K(y-x)" : LOCATE 18,57 : PRINT "c(dy/dt - dx/dt)"
2540 PRINT : PRINT "      Del diagrama de cuerpo libre :" : PRINT
2542 GOSUB 16000
2544 ON NP GOTO 2500,2548,2572,2590
2548 PRINT "          K (y-x) + c (dy/dt - dx/dt) = m(d2x/dt2)" : PRINT
2550 PRINT "          m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K x = K y + c(dy/dt)" : PRINT
2552 PRINT "          m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K x = K Y Sen wt + c w Y Sen wt"
2553 LOCATE 6,44 : PRINT "___________"
2554 PRINT "          m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K x = Y √ K² + (cw)²  Sen (wt- Ø";
     : PRINT : PRINT
2556 PRINT "       Podemos considerar que la fuerza excitadora en este caso es"
     : PRINT
2557 LOCATE 11,27 : PRINT "___________"
2558 PRINT "                F = Y  √ K² + (cw)²  Sen (w¥t - Ø)" : PRINT
2560 PRINT : PRINT "       Entonces la ecuación de movimiento será:"
2561 LOCATE 16,33 : PRINT "___________"
2562 PRINT "                                  Y √  K² + (cw)² "
2564 PRINT "                  x = ---------------------------- Sen (w¥t-Ø-β) "
2566 PRINT "                      K [ ( 1- r² )² + (2¥&¥r)²]^½ " : PRINT
2568 PRINT "       Podemos decir  α = Ø + β  ,Entonces :"
2570 GOSUB 16000 : GOTO 2544
2571 PRINT
2572 PRINT "                                        ┌          1 + (2¥&¥r)²      ┐½"
2574 PRINT "                    x  =  Y │ ---------------------- │  Sen (w¥t-α)"
2576 PRINT "                            └ ( 1- r² )² + (2¥&¥r)² ┘" :PRINT:PRINT
2578 PRINT "                    X                 ┌          1 + (2¥&¥r)²      ┐½"
2580 PRINT "                    - =               │ ---------------------- │"
2582 PRINT "                    Y                 └ ( 1 -r² )² + (2¥&¥r)² ┘" : PRINT:PRINT
2584 PRINT "      El gráfico  X/Y vs r  es similar al de transmisibilidad, lo"
2586 PRINT "      mismo que para el ángulo de fase, y lo veremos en la panta-"
2587 PRINT "      lla siguiente :"
2588 GOSUB 16000 : GOTO 2544
2590 N2=2 : SCREEN 2
2591 LOCATE  9,1 : PRINT " X"
2592 LOCATE 10,1 : PRINT "---"
2593 LOCATE 11,1 : PRINT " Y "
2594 LOCATE 1,23 : PRINT "&=.1" : LOCATE 3,20 : PRINT ".15"
2595 LOCATE 9,19 : PRINT ".25" : LOCATE 13,20 : PRINT ".5" : LOCATE 16,21 :
     PRINT "1"
```

```
2596 LOCATE 21,26 : PRINT "I" : LOCATE 22,25 : PRINT "1.4142"
2597 X=58 : Y=164 : GOSUB 32000
2598 FOR C=1 TO 5
2600 READ CI(C)
2601 PSET (X,Y-40)
2602 FOR R=0 TO 5 STEP .05
2603 AD=((1+(2*CI(C)*R)^2)/((1-(R)^2)^2+(2*CI(C)*R)^2))^(1/2)
2604 LINE -(R*104+X,Y-AD*40)
2605 NEXT R
2606 NEXT C
2607 DATA .1,.15,.25,.5,1
2608 LINE (204,124)-(204,164),,,&HCCCC
2610 LOCATE 3,32 : PRINT "d" : LOCATE 4,32 : PRINT "e" : LOCATE 5,32 : PRINT
     "s" : LOCATE 6,32 : PRINT "f" : LOCATE 7,32 : PRINT "a" : LOCATE 8,32 :
     PRINT "s" : LOCATE 9,32 : PRINT "e"
2612 PI=3.141593 : X=292 : Y=84 : GOSUB 32100
2614 FOR C=1 TO 5
2616 PSET (X,Y-40)
2618 FOR R=0 TO 4 STEP .05
2620 RAD=ATN((2*CI(C)*R)/(1-R^2))
2622 IF R<=1 THEN FI=RAD*180/PI : ELSE FI=RAD*180/PI+180
2624 LINE -(R*72+X,Y-FI*40/90)
2628 NEXT R
2630 NEXT C
2632 LOCATE 3,70 : PRINT "&=1" : LOCATE 2,65 : PRINT ".5"
2634 LOCATE 2,57 : PRINT ".25" : LOCATE 2,51 : PRINT ".15" : LOCATE 2,47 :
     PRINT ".1"
2638 GOSUB 16000 : GOTO 2544
2640 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=6
2641 PRINT "     3.6  INSTRUMENTOS MEDIDORES DE VIBRACIONES"  : PRINT
2642 PRINT "      El instrumento base para medir vibraciones es el instrumen";
   : PRINT "to sismico"
2643 PRINT " de la figura; puede obtenerse desplazamiento, velocidad o acelera";
     : PRINT "cion me-"
2644 PRINT " diante el movimiento relativo de la masa suspendida respecto de l";
     : PRINT "a caja.": PRINT
2645 LOCATE 10,46 : PRINT "Si  y > x"
2647 LOCATE 19,59 : PRINT "K(y-x)" : LOCATE 19,38 : PRINT "c(dy/dt - dx/dt)"
     : PRINT
2648 LOCATE 22,39 : PRINT "Del diagrama de cuerpo libre :"
2649 LOCATE 18,8 : PRINT "////////////////////////////"
2650 LINE (64,136)-(280,136) : LINE (106,80)-(234,128),,B
2651 X=154 : Y=80 : GOSUB 42500 : LINE (144,105)-(192,120),,B
2652 LINE (184,80)-(184,91) : LINE -(179,91)
2653 LINE -(189,91) : LINE (172,89)-(172,95) :LINE -(196,95)
2654 LINE -(196,89) : LINE (184,95)-(184,105)
2655 LINE (73,124)-(85,128),,B : LINE (267,124)-(255,128),,B
2656 LOCATE 12,18 : PRINT "K" : LOCATE 12,26 : PRINT "c"
2657 LINE (68,136)-(68,128) :LINE -(90,128) :LINE -(90,72) :LINE -(250,72) :
     LINE -(250,128) :LINE -(272,128) :LINE -(272,136)
2658 LINE (110,105)-(144,105),,,&HCCCC
```

```
2659 X=126 : Y=105 : GOSUB 38100
2660 X=126 : Y=144 : GOSUB 38100
2661 LOCATE 15,15 : PRINT "x" : LOCATE 20,15 : PRINT "y"
2662 LINE (416,105)-(464,120),,B : LINE (382,105)-(416,105*Z),,,&HCCCC : LOCATE
     15,49 : PRINT "x"
2663 X=426 : Y=120 : GOSUB 38000 : X=454 : Y=120 :GOSUB 38000 :X=398 : Y=105 :
     GOSUB 38100
2665 GOSUB 16000
2666 ON NP GOTO 2640,2668,2682,2710,2725,2740
2668 PRINT "              K (y-x) + c (dy/dt - dx/dt) = m(d2x/dt2)" : PRINT
2669 PRINT "           m(d2x/dt2) + c(dx/dt - dy/dt) + K(x - y) = 0" : PRINT
2670 PRINT "                        Definimos   z = x - y" : PRINT
2671 PRINT "      m(d2z/dt2) + c(dz/dt) + K z = - m(dy/dt) = m Y (w)² Sen wt"
     : PRINT
2672 PRINT "       Podemos considerar que la fuerza exitadora en este caso es :"
     : PRINT : PRINT
2673 PRINT "                            F = m Y (w)² Sen wt" : PRINT
2674 PRINT "                                 m * Y * (w)²"
2675 PRINT "                   Z = ------------------------------"
2676 PRINT "                        K [ ( 1- r² )² + (2*&*r)²]^½" : PRINT
2677 PRINT "                        Pero  m/K = 1/(Wn)²" : PRINT
2678 PRINT "                   Z                r²"
2679 PRINT "                  --- = --------------------------"
2680 PRINT "                   Y    [ ( 1- r² )² + (2*&*r)²]^½"
2681 GOSUB 16000 : GOTO 2666
2682 N2=2 : SCREEN 2
2683 LOCATE  9,2 : PRINT "Z" : LOCATE 10,2 : PRINT "-" : LOCATE 11,2 :
     PRINT "Y"
2684 LOCATE 4,24 : PRINT "&=.1" : LOCATE 16,25 : PRINT ".7"
2685 LOCATE 10,21: PRINT ".25" : LOCATE 15,22 : PRINT ".5" : LOCATE 18,30 :
     PRINT "1"
2686 X=58 : Y=164 : GOSUB 32000
2687 FOR C=1 TO 5
2688 PSET (X,Y-40)
2689 FOR R=0 TO 5 STEP .05
2690 TR=R^2/(((1-(R)^2)^2+(2*CIS(C)*R)^2)^(1/2))
2691 LINE -(R*104+X,Y-TR*40)
2692 NEXT R
2693 NEXT C
2694 LINE (318,164)-(318,108),,,&HCCCC
2695 X=318 : Y=141 : GOSUB 40000 : LOCATE 18,48 : PRINT "Sismo@etro"
2696 LOCATE 3,32 : PRINT "d" : LOCATE 4,32 : PRINT "e" : LOCATE 5,32 : PRINT
     "s" : LOCATE 6,32 : PRINT "f" : LOCATE 7,32 : PRINT "a" : LOCATE 8,32 :
     PRINT "s" : LOCATE 9,32 : PRINT "e"
2697 PI=3.141593 : X=292 : Y=84 : GOSUB 32100
2698 FOR C=1 TO 5
2699 PSET (X,Y-40)
2700 FOR R=0 TO 4 STEP .05
2701 RAD=ATN((2*CIS(C)*R)/(1-R^2))
2702 IF R<=1 THEN FI=RAD*180/PI : ELSE FI=RAD*180/PI+180
2703 LINE -(R*72+X,Y-FI*40/90)
2704 NEXT R : NEXT C
```

```
2706 LOCATE 3,72 : PRINT "&=1" : LOCATE 2,61 : PRINT ".5"
2707 LOCATE 2,68 : PRINT ".7"  : LOCATE 2,52 : PRINT ".25" : LOCATE 2,47 :
     PRINT ".1"
2709 GOSUB 16000 : GOTO 2666
2710 PRINT : PRINT :PRINT "      Cuando la frecuencia natural del instrumento ";
     : PRINT "sísmico es varias veces"
2711 PRINT " menor que la armónica mas baja del movimiento  Z  es aproximadame";
     : PRINT "nte igual"
2712 PRINT " a  Y  y el movimiento relativo de la masa es una medida directa d";
     : PRINT "e la am-"
2713 PRINT " plitud de la vibración." : PRINT
2714 PRINT "      Si deseamos medir la aceleración      dy/dt = - w² Y Sen wt ";
     : PRINT : PRINT
2715 PRINT "      Cuando  w/Wn tiende a 0, es decir la frecuencia natural del ";
     : PRINT "instru-"
2716 PRINT " mento es grande comparada con la frecuencia que se va a medir, en";
     : PRINT "tonces :"
2717 PRINT "                    1"
2718 PRINT "      ---------------------------   tiende a 1 y :" : PRINT
2719 PRINT "      √ (1 - r²)² + (2&r)²                Y  w²      aceleración "
2720 PRINT "                              Z = --------- = -------------"
2721 PRINT "                                  Wn²           Wn²" : PRINT
2722 PRINT "      Z  se vuelve proporcional a la aceleración  con un factor de";
     : PRINT " 1/ Wn²" : PRINT
2723 PRINT "      Graficando el error de aceleración  vs  w/Wn  con & como par";
     : PRINT "ámetro :"
2724 GOSUB 16000 : GOTO 2666
2725 N2=2 : SCREEN 2
2727 PRINT "          1/  (1-r^2)^2 + (2&r)^2"
2728 LINE (91,3)-(97,9) : LINE -(101,0) : LINE -(260,0) : LINE -(260,2)
2729 X=66 : Y=164 : GOSUB 32200
2730 LOCATE 5,22 : PRINT "&=0" : LOCATE  4,55 : PRINT ".15"
2731 LOCATE 10,47: PRINT ".25" : LOCATE 15,44 : PRINT ".7" : LOCATE 18,40 :
     PRINT ".75"
2732 FOR C=1 TO 5
2733 PSET (X,Y)
2734 FOR R=0 TO .9 STEP .05
2735 TR=1/(((1-(R)^2)^2+(2*CIA(C)*R)^2)^(1/2))
2736 IF TR>=.89 AND TR<=1.049 THEN LINE -(R*566+X,Y-(TR-.95)*1600)
2738 NEXT R : NEXT C
2739 GOSUB 16000 : GOTO 2666
2740 LOCATE 3,8 : PRINT "El gráfico muestra que el rango de frecuencia útil d";
     : PRINT "el acelerómetro no"
2742 PRINT " amortiguado (&=0) es limitado ya que queremos que el valor de la ";
     : PRINT "ordenada"
2744 PRINT " sea lo más proximo a 1. Sin embargo, con &=0.7, el rango de frecu";
     : PRINT "encia u-"
2745 PRINT " til es :" : PRINT
2746 PRINT "                                  0 <= w/Wn <= 0.20" : PRINT
2748 PRINT " con un error máximo del 0.01%."
2749 GOSUB 16000 : GOTO 2666
2750 CLS : NP=1 : NF=1
2752 PRINT "      3.7  ENERGIA DISIPADA POR AMORTIGUAMIENTO" : PRINT : PRINT
```

```
2754 PRINT "       La energía perdida por ciclo debida a la fuerza de amortigu";
     : PRINT "ación (Fd)"
2756 PRINT " es en general:" : PRINT
2758 PRINT "                                        U = 4 Fd*dx" : PRINT
2760 PRINT "       En amortiguación viscosa :"
2762 PRINT "                                         Fd = c(dx/dt)" : PRINT
2764 PRINT "       Si                              x= X Sen(w*t - Ø) " : PRINT
2766 PRINT "                                dx/dtx = c w X Cos(w*t - Ø)": PRINT
2768 PRINT "                                          2π "
2770 PRINT "                                U = c w² X²  ∫  Cos(w*t - Ø)"
2772 PRINT "                                          0 " : PRINT : PRINT
2774 PRINT "                                        U = π c w X²"
2776 GOSUB 16000
2778 ON NP GOTO 2750
2800 CLS : NP=1 : NF=2
2802 PRINT "       3.8 VIBRACION ARMONICA FORZADA CON AMORTIGUAMIENTO HISTERES";
     : PRINT "ICO" : PRINT : PRINT
2804 PRINT "       Como se definió en el capitulo 2.3 :" : PRINT
2806 PRINT "                                        U = π h X²" : PRINT
2808 PRINT "       Hallamos el coheficiente viscoso equivalente" : PRINT
2810 PRINT "                                    π h X² = π Ceq w X²" : PRINT
2812 PRINT "                                             h "
2814 PRINT "                                       Ceq = ---"
2816 PRINT "                                             w " : PRINT
2818 PRINT "       La respuesta de un sistema con amortiguación histerésica a ";
     : PRINT " una exci-" : PRINT "       tación armónica será :" : PRINT
2820 PRINT "                                          Fo/K"
2822 PRINT "                        x = ---------------------------- Sen(w*t - Ø)"
2824 PRINT "                            [ (1 - r²)² + (Ceq*w/K)² ]^½"
2826 GOSUB 16000
2828 ON NP GOTO 2800,2830,30224
2830 PRINT : PRINT
2832 PRINT "                                       Fo/K"
2834 PRINT "                        x = ------------------------ Sen(w*t - Ø) "
2836 PRINT "                            [ (1 - r²)² + (h/K)² ]^½" : PRINT : PRINT
2838 PRINT "                                            h "
2840 PRINT "                               Ø = arc Tan -------------"
2842 PRINT "                                         K (1 - r²)² "
2844 GOSUB 16000 : GOTO 2828
2850 CLS : NP=1 : NF=2
2852 PRINT "       3.9 VIBRACION ARMONICA FORZADA CON AMORTIGUAMIENTO SECO" :
     PRINT : PRINT
2854 PRINT "       Si la fuerza de amortiguación es la fricción (μ*N) y la amp";
     : PRINT "litud es"
2856 PRINT "  X la enrgía disipada por cuarto de ciclo es μ*N*X , Para un cicl";
     : PRINT "o comple-"
2858 PRINT " to de movimiento, la energia disipada es :" : PRINT
2860 PRINT "                                     U = 4*μ*N*X" : PRINT
2862 PRINT "                                  4*μ*N*X = π Ceq w X² " : PRINT
2864 PRINT "                                          4*μ*N*X "
2866 PRINT "                                    Ceq = ---------"
2868 PRINT "                                          π*w*X  " :PRINT
2870 PRINT "       La amplitud de respuesta será :" : PRINT
```

```
2872 PRINT "                                        Fo/K"
2874 PRINT "                          X = ----------------------------"
2875 PRINT "                                  ⎡ ⎡      w²  ⎤²   ⎡ 4¤p¤N  ⎤²  ½"
2876 PRINT "                                  ⎢ ⎢1 - ---  ⎥  + ⎢ -----  ⎥   "
2878 PRINT "                                  ⎣ ⎣     Wn²  ⎦   ⎣ w¤K¤X  ⎦   "
2880 GOSUB 16000
2882 ON NP GOTO 2850,2884
2884 PRINT "       Despejando :"
2885 LOCATE 3,28 : PRINT "                ⎡        4¤p¤N  ⎤½"
2886 LOCATE 4,28 : PRINT "          ⎢ 1  -  -----  ⎥ "
2888 LOCATE 5,28 : PRINT "    Fo    ⎢       w¤Fo   ⎥ "
2890 LOCATE 6,28 : PRINT "X = --    ⎢ ---------- ⎥ "
2891 LOCATE 7,28 : PRINT "    K     ⎢        ⎡ w²  ⎤²⎥ "
2892 LOCATE 8,28 : PRINT "          ⎢ 1 -    ⎢ --- ⎥ ⎥ "
2893 LOCATE 9,28 : PRINT "          ⎣        ⎣ Wn² ⎦ ⎦ "
2894 LOCATE 11,8 : PRINT "Esta ecuación es válida para : "
2896 LOCATE 13,30: PRINT " Fo      4  "
2898 LOCATE 14,30: PRINT "---  >  --- "
2900 LOCATE 15,30: PRINT "p¤N      w  "
2902 LOCATE 18,8 : PRINT "Nótese que en resonancia (w/Wn=1) la amplitud de mov";
     : PRINT "imiento no está "
2903 PRINT " limitada por la amortiguación seca presente."
2904 GOSUB 16000 : GOTO 2882
2905 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=5 : LOCATE 2,8
2906 PRINT "3.10 RESPUESTA A UNA FUNCION EXCITADORA PERIODICA GENERAL" : X=37 :
     Y=128
2907 LINE (X,Y-68)-(X,Y) : LINE -(X+236,Y)
2908 LINE (X-3,Y-65)-(X,Y-68) : LINE -(X+3,Y-65)
2909 LINE (X+230,Y-2)-(X+236,Y) : LINE -(X+230,Y+2)
2910 LOCATE 8,1 : PRINT "F(t)" : LOCATE 11,2 : PRINT "Fo"
2911 LINE (X,Y-40)-(105,Y-40),,,&HCCCC : PSET (X,Y)
2912 FOR F=1 TO 3
2913 FOR T=0 TO 2 STEP .03
2914 Y1=10¤T¤2 : LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+1
2915 NEXT T
2916 NEXT F : LINE -(X,Y)
2917 LOCATE 17,13: PRINT "^       2^       3^"
2918 LINE (100,130)-(100,134):LINE (172,130)-(172,134):LINE (244,130)-(244,134)
2919 LOCATE 6,36 : PRINT "Si F(t) no es armonica pero si periodi-"
2920 LOCATE 7,36 : PRINT "ca podemos representarla por una serie de"
2921 LOCATE 8,36 : PRINT "Fourier de las funciones Seno y Coseno"
2923 LOCATE 11,38: PRINT "m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K¤x = F(t) "
2924 LOCATE 14,38: PRINT "m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K¤x = ao + "
2925 LOCATE 16,36: PRINT "a1 Cos wt + a2 Cos 2wt + ..... + an Cos nwt"
2926 LOCATE 18,36: PRINT "b1 Sen wt + b2 sen 2wt + ..... + bn Sen nwt"
2929 GOSUB 16000
2930 ON NP GOTO 2908,2932,2960,2990,3500
2932 PRINT "       Considerando las respuestas de estado estable, puesto que ";
     :PRINT "las de "
2934 PRINT "       vibración libre desaparecen con el tiempo :" :PRINT :PRINT
2936 PRINT "       Para          m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K¤x = ao " : PRINT
2938 PRINT "       La respuesta será :  x = C   :  dx/dt = 0   :  d2x/dt2 = 0"
     : PRINT
```

```
2940 PRINT "        Reemplazando en la ecuación diferencial :" : PRINT
2942 PRINT "                K*C = ao    :    De donde   :   C = ao/k" : PRINT
2944 PRINT "        La respuesta es entonces :      x = ao/k" : PRINT : PRINT
2946 PRINT "        Para       m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K*x = an Cos nwt": PRINT
2948 PRINT "        La respuesta será : " : PRINT
2950 PRINT "                                    an/k "
2952 PRINT "                    x = ---------------------------- Cos (nwt - Øn)"
2954 PRINT "                        √ ( 1 - rn² )² + (2**rn)² " : PRINT
2956 GOSUB 16000 : GOTO 2930
2960 PRINT "        Donde                       w                        2**rn "
2962 PRINT "                        rn = n*r = n*--       :     Tan Øn = -------"
2964 PRINT "                                    Wn                       1 - rn²"
     : PRINT : PRINT
2966 PRINT "        Para       m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K*x = bn Sen nwt": PRINT
2968 PRINT "        La respuesta será : " : PRINT
2970 PRINT "                                    bn/k"
2972 PRINT "                    x = ---------------------------- Sen (nwt - Øn)"
2974 PRINT "                            ( 1 - rn² )² + (2**rn)²" :PRINT :PRINT
2976 PRINT "        La respuesta total del sistema será :" : PRINT
2978 PRINT "            ao     ∞     (an/K)Cos(nwt-Øn)       ∞     (bn/K)Sen(n";
     :PRINT "wt-Øn) "
2980 PRINT "     Xt  =  --  +  Σ   --------------------  +  Σ   ------------";
     : PRINT "-------"
2982 PRINT "            K     n=1  √(1-rn²)² + (2**rn)²     n=1  √(1-rn²)² + (";
     :PRINT "2**rn)²" :PRINT :PRINT
2984 PRINT "        Para periodos  wt = 0  a  wt = 2π"
2986 GOSUB 16000 : GOTO 2930
2990 PRINT "        Donde"
2992 PRINT "                              1   ⌠2π "
2994 PRINT "                        ao = --  |  P(wt)d(wt) "
2996 PRINT "                             2π  ⌡0  " : PRINT : PRINT
2998 PRINT "                              1  ⌠2π "
3000 PRINT "                        an =  -  |  P(wt)Cos(nwt)d(wt)"
3002 PRINT "                              π  ⌡0  " : PRINT : PRINT
3004 PRINT "                              1  ⌠2π "
3006 PRINT "                        bn =  -  |  P(wt)Sen(nwt)d(wt)"
3008 PRINT "                              π  ⌡0  " : PRINT : PRINT
3010 PRINT "        La respuesta de un sistema a este tipo de excitación es os";
     : PRINT "cilatoria,"
3012 PRINT "        aunque la fuerza excitadora sea solamente periódica.":PRINT
3014 PRINT "        Si τ = 1 seg  --> w = 2π" : PRINT
3016 PRINT "        A continuación se presenta la exicitación contra la respue";
     : PRINT "ta para"
3018 PRINT "        dos valores distintos de la frecuencia natural:"
3098 GOSUB 16000 : GOTO 2930
3500 N2=2 : SCREEN 2
3502 LOCATE 1,21 : PRINT "F(t)" : LOCATE 9,55 : PRINT "t"
3504 X=200 : Y=62 : GOSUB 31300
3506 LINE (X,Y-40)-(268,Y-40),,,&HCCCC
3508 PSET (X,Y) : X=X-1
3510 FOR F=1 TO 3
3512 FOR T=0 TO 2 STEP .03
3514 X=X+1 : Y1=10*T*2 : LINE -(X,-Y1+Y)
```

```
3516 NEXT T
3518 NEXT F
3520 LINE -(X,Y)
3524 LOCATE 12,1 : PRINT "x(t) " : LOCATE 20,35 : PRINT "t"
3526 X=44 : Y=150 : Y1=0 : GOSUB 31300
3528 LINE (X,Y-33.33)-(244,Y-33.33),,,&HCCCC
3530 LOCATE 3,24 : PRINT "Fo" : LOCATE 15,1 : PRINT "Fo/2K"
3534 NX=0 : P=3.14159 : K=60 : W=2*P : R=P/2 : F0=100
3536 NX=NX+1 : PSET (X,Y-33.33) : FOR N=1 TO 3
3538 A=F0/(P*N*K)
3542 C=((1-(N*R)^2)^2)+(2*.2*N*R)^2 : F(N)=(ATN((2*N*R*.2)/(1-(N*R)^2)))+P
3544 X(N)=A/((C)^.5)
3546 NEXT N
3548 FOR T=0 TO 6 STEP .03
3550 X1=X(1)*SIN(2*P*T-F(1))
3552 X2=X(2)*SIN(4*P*T-F(2))
3554 X3=X(3)*SIN(6*P*T-F(3))
3556 Y1=40*((F0/(2*K))-X1-X2-X3)
3558 X=X+1 : LINE -(X,-Y1+Y) : NEXT T
3560 IF NX=1 THEN 3562 ELSE 3572
3562 X=348 : Y=150 : Y1=0 : GOSUB 25000
3564 LOCATE 12,39 : PRINT "x(t)" : LOCATE 20,73 : PRINT "t"
3566 LINE (X,Y-33.33)-(540,Y-33.33),,,&HCCCC
3568 LOCATE 15,39 : PRINT "Fo/2k"
3570 R=P : GOTO 3536
3572 LOCATE 21,12 : PRINT "r = w/Wn =  /2" : LOCATE 21,54 : PRINT "r ="
3574 LOCATE 21,23 : PRINT CHR$(20) : LOCATE 21,58 : PRINT CHR$(20)
3576 GOSUB 15000 : GOTO 2930
4000 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=5
4002 PRINT"       3.3  VELOCIDADES CRITICAS DE EJES." : PRINT
4004 PRINT "       Considerese un disco de masa m sobre un eje que gira sobre";
     : PRINT " dos coji-"
4006 PRINT " netes, con velocidad constante w,.
4008 CIRCLE (244,59),28,,,,.9
4009 FOR J=5 TO 11 : LOCATE J,28 : PRINT "   " : NEXT J
4010 CIRCLE (235,67),122,,0,3.1416,.06
4012 LOCATE 8,30 : PRINT "S    " : CIRCLE (235,59),28,,,,.9
4016 FOR I=14 TO 46 STEP 32 : LOCATE 9,I : PRINT "X" : NEXT I
4018 LOCATE 9,31 :PRINT "O" : LOCATE 7,28 :PRINT "G"
4022 LINE (110,67)-(368,67),,,&HCCCC
4024 LINE (239,67)-(230,59) : LINE -(216,55)
4030 LOCATE 12,9 : PRINT "El centro de masa G del disco esta a una excentricid";
     : PRINT "ad  e=GS  de su"
4032 PRINT" centro geometrico. El eje tiende a deflectarse una distancia  r=OS"
4034 LOCATE 21,36 :PRINT "O" :LOCATE 19,43 : PRINT "wt"
4035 LOCATE 20,35 :PRINT "r" :LOCATE 18,42 : PRINT "e"
4036 LOCATE 22,30 :PRINT "O" :LOCATE 20,41 :PRINT "S" :LOCATE 18,45 :PRINT "G"
4038 LINE (399,168)-(239,168),,,&HCCCC : LINE -(239,120),,,&HCCCC
4040 LINE (239,168)-(319,152) : LINE -(351,138)
4042 LINE (319,152)-(360,152),,,&HCCCC
4044 LINE (280,164.5)-(288,164.5)
4096 GOSUB 16000
```

```
4098 ON NP GOTO 4000,4100,4200,4300,4400
4100 PRINT "       El eje (linea SG) gira a una velocidad w, y la linea OS se";
     : PRINT " está ar-"
4102 PRINT " queando a una velocidad dθ/dt." : PRINT
4104 PRINT "       Sin considerar la acción de la grevedad, existen tres fuer";
     : PRINT "zas que "
4106 PRINT " actúan sobre el sistema:" : PRINT
4108 PRINT "       La tensión elástica del eje que tiende a enderezarlo (de O";
     : PRINT " hacia S),"
4110 PRINT " la fuerza centrífuga, actuando en el centro de masa G, y la fuerz";
     : PRINT "a de amor-"
4112 PRINT " tiguamiento del eje que se opone a la velocidad tanto radial como";
     : PRINT " tangencial." : PRINT
4114 PRINT "       En rotación continua estas fuerzas deben equilibrarse, en ";
     : PRINT "direccio-"
4116 PRINT " nes radial y tangencial tenemos:" : PRINT
4118 PRINT "            K*r + c*(dr/dt) = m*w²*[r + e*Cos(w*t - θ)]" : PRINT
4120 PRINT "                 c*(dθ/dt) = m*w²*[e*Sen(w*t - θ)]" : PRINT
4122 PRINT "       En esta sección trataremos el caso de cabeceo sincrónico e";
     : PRINT "n que :"
4124 PRINT " dθ/dt = w  y  dr/dt = 0" : PRINT
4126 PRINT "       Haciendo          Ø = w*t - θ  :"
4198 GOSUB 16000 : GOTO 4098
4200 PRINT "                 K
4202 PRINT "              [ - - w² ]  r = e*w²*Cos Ø            (1)"
4204 PRINT "              [ m      ]" : PRINT
4206 PRINT "                 c"
4208 PRINT "                 - *w*r r = e*w²*Sen Ø"
4210 PRINT "                 m" : PRINT
4212 PRINT "       Ø es el angulo de fase entre e y r, dividiendo :" : PRINT
4214 PRINT "                   c              W
4216 PRINT "                   - w          2*ζ*--
4218 PRINT "                   m             Wn
4220 PRINT "       Tan Ø = ---------- = ------------"
4222 PRINT "                 K                    W  ²"
4224 PRINT "               [ - - w² ]     1 - [ -- ]"
4226 PRINT "               [ m      ]         [ Wn ]" : PRINT
4298 GOSUB 16000 : GOTO 4098
4300 PRINT "                              K
4302 PRINT "                              - - w²
4304 PRINT "                              m
4306 PRINT "       Cos Ø = ----------------------------
4308 PRINT "                   [ [ K      ]²   [ c    ]² ]½"
4310 PRINT "                   [ [ - - w² ]  + [ - w  ]  ]"
4312 PRINT "                   [ [ m      ]    [ m    ]  ]" : PRINT
4314 PRINT "       Reemplazando este valor en la ecuación (1) :" : PRINT
4316 PRINT "                                  W  ²
4318 PRINT "                               e [ -- ]
4320 PRINT "                                 [ Wn ]
4322 PRINT "           r = ----------------------------"
4324 PRINT "                   [ [       w²  ]²   [       W  ]² ]½"
4326 PRINT "                   [ [ 1 - --    ]  + [ 2*ζ*--    ]  ]"
4328 PRINT "                   [ [       Wn² ]    [       Wn ]  ]" : PRINT
```

```
4398 GOSUB 16000 : GOTO 4098
4400 PRINT "        Cuando la velocidad de rotación coincide con la frecuencia";
     : PRINT " natural"
4402 PRINT " del disco sin girar se tiene una condición de resonancia en que e";
     : PRINT "l disco"
4404 PRINT " vibra violentamente con amplitud limitada solamente por el amorti";
     : PRINT "guamiento." : PRINT : PRINT
4406 PRINT "        Las formulas para velocidades criticas de ejes son iguales";
     : PRINT " que las"
4408 PRINT " deducidas para  desbalance rotatorio ya que la fuerza excitatriz ";
     : PRINT "es la mis-"
4410 PRINT " ma."
4498 GOSUB 16000 : GOTO 4098
```

1.3.3 Listado Programa "VIBRA4"

```
4000 CLS  : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=9 : S=1 : N2=1
4002 LOCATE  3,35 : PRINT "CAPITULO  4"
4004 LOCATE  6,30 : PRINT "VIBRACION TRANSITORIA"
4006 LOCATE  9,14 : PRINT "0. INTRODUCCION"
4008 LOCATE 10,14 : PRINT "1. LA FUNCION FORZANTE ESCALON RECTANGULAR"
4010 LOCATE 11,14 : PRINT "2. LA FUNCION FORZANTE RAMPA"
4012 LOCATE 12,14 : PRINT "3. LA FUNCION EXCITADORA EXPONENCIAL DECRECIENTE"
4014 LOCATE 13,14 : PRINT "4. COMBINACION DE FUNCIONES EXCITADORAS ESCALON Y E";
     : PRINT "XPONENCIAL" : LOCATE 14,17 : PRINT "DECRECIENTE"
4016 LOCATE 15,14 : PRINT "5. COMBINACION DE FUNCIONES EXCITADORAS EXPONENCIAL";
     : PRINT "ES DECRECIENTES"
4018 LOCATE 16,14 : PRINT "6. RESPUESTA A UNA FUNCION FORZANTE GENERAL (CONVOL";
     : PRINT "UCION)"
4019 LOCATE 17,14 : PRINT "7. CONVOLUCION EN CASO AMORTIGUADO"
4020 LOCATE 18,14 : PRINT "8. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
4022 GOSUB 15000
4024 ON O+S GOTO 4030,4100,4300,4500,4700,4900,5200,5400
4026 RUN "VIBRA"
4030 CLS : NP=1 : NF=1
4032 PRINT : PRINT "      4. VIBRACION TRANSITORIA" : PRINT : PRINT : PRINT
4034 PRINT "      Los sistemas dinámicos pueden ser afectados por una excitaci";
     : PRINT "ón sábita"
4036 PRINT " y no periódica, dandose origen a una respuesta temporal o transit";
     : PRINT "oria cu-"
4038 PRINT " yas caracteristicas son de vital importancia en el diseño de máqu";
     : PRINT "inas, ya"
4040 PRINT " que se pueden generar niveles excesivos de esfuerzo con  la proba";
      : PRINT "bilidad"
4042 PRINT " de falla por ruptura o por fatiga de bajo ciclaje." :PRINT :PRINT
4044 PRINT "      Fuentes de vibración transitoria son cargas de choque, impac";
     : PRINT "to o car-"
4046 PRINT " gas en movimiento. Las oscilaciones transitorias son a las frecue";
     : PRINT "ncias na-"
4047 PRINT " turales, con magnitudes acordes al tipo de excitación." : PRINT :
     PRINT
4048 PRINT "      Estamos interesados en el número de ciclos de gran amplitud ";
     : PRINT "y la mag- "
4050 PRINT " nitud de la amplitud máxima antes que en el tiempo nesesario para";
      : PRINT " que  la"
4052 PRINT " condición transitoria desaparesca."
4056 GOSUB 16000
4058 ON NP GOTO 4030
4100 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=4
4102 PRINT "       4.1  LA FUNCION FORZANTE ESCALON RECTANGULAR." : PRINT :
     PRINT
4104 PRINT "      Al aplicar repentinamente unaa carga constante Fo a un sist";
     : PRINT "ema masa-"
4106 PRINT " resorte, el resorte se deforma una magnitud  Fo/K y la masa oscil";
     : PRINT "a alre-"
4108 PRINT " dedor de esta posicion de equilibrio."
```

```
4110 LOCATE 20,7  :PRINT " La ecuacion de movimiento es :"
4112 LOCATE 22,25 :PRINT "m(d2x/dt2) + K*x = F(t) = Fo"
4114 GOSUB 30300
4116 X=320 : Y=130 : GOSUB 31100
4118 LINE (X,Y-38)-(X+180,Y-38)
4120 LOCATE 12,38 : PRINT "Fo"
4122 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4136 GOSUB 16000
413B ON NP GOTO 4100,4150,4200,4250
4150 PRINT "      La respuesta será :" : PRINT
4152 PRINT "                    x = A Cos(Wn*t) + B Sen(Wn*t) + Fo/K " : PRINT
4154 PRINT "      Si el sistema estuviera inicialmente en equilibrio :" : PRINT
4156 PRINT "                         x(0) = 0   :   dx/dt(0) = 0" : PRINT
4158 PRINT "      Condiciones iniciales que sustituidas en la ecuación se obti";
     : PRINT "ene" : PRINT
4160 PRINT "                           A = - Fo/K  :     B = 0" : PRINT
4162 PRINT "      La respuesta será :"
4164 LOCATE 15,26 :PRINT "     Fo"
4166 LOCATE 16,26 :PRINT "x = ---- ( 1 - Cos(Wn*t) )"
4168 LOCATE 17,26 :PRINT "     K" : PRINT
4170 PRINT "      Que tiene la siguiente representación gráfica :"
419B GOSUB 16000 : GOTO 4138
4200 N2=2 : SCREEN 2
4201 LOCATE 6,42 : PRINT " La amplitud maxima 2(Fo/K) es el do-"
4202 LOCATE 7,42 : PRINT " ble dela amplitud de deformacion del"
4204 LOCATE 8,42 : PRINT " resorte al aplicar la misma carga "
4205 LOCATE 9,42 : PRINT " estaticamente."
4206 LOCATE 16,7 : PRINT " Si la masa no estuviera inicialmente  en reposo la ";
     : PRINT "amplitud"
4208 PRINT "      seria mayor. Las condiciones iniciales serian :" : PRINT
4210 PRINT "                         x(0) = Xo  :   dx/dt(0) = Vo " : PRINT
4212 PRINT "                  A = Xo  - (Fo/K) :   B = Vo/Wn" : PRINT
4214 PRINT "       Entonces :"
4216 X=48 : Y=80 : GOSUB 31100
4217 LOCATE 3,2 : PRINT "x(t)" : LOCATE 11,32 : PRINT "t" : LOCATE 7,29 : PRINT
     "Fo/K"
4218 LINE (X,55)-(248,55),,,&HCCCC
4220 PSET (X,Y)
4222 FOR T=0 TO 15 STEP .1
4224 Y1=25*(1-COS(T))
4226 LINE -(X,-Y1+Y)
4228 X=X+1 : NEXT T
4248 GOSUB 16000 : GOTO 4138
4250 LOCATE 3,16 : PRINT "          Fo                Vo                Fo "
4254 LOCATE 4,16 : PRINT "x = ( Xo - --- ) Cos(Wn*t) + ---- Sen (Wn*t) + ----"
4256 LOCATE 5,16 : PRINT "           K                 K                 K "
4258 LOCATE 8,13 : PRINT "O también :"
4260 LOCATE 11,14: PRINT "             Vo²  ½                  Fo"
4262 LOCATE 12,14: PRINT "x = [ Xo² + --- ]   Sen (Wn*t + Ø) + ---- (1 - Cos(W";
     : PRINT "n*t) )"
4264 LOCATE 13,14: PRINT "    L         Wn²]                   K"
4268 GOSUB 16000 : GOTO 4138
4300 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=3
```

```
4302 PRINT "       4.2  LA FUNCION FORZANTE RAMPA O LINEALMENTE CRECIENTE." :
     PRINT : PRINT
4304 PRINT "       La funcion forzante aumenta con el tiempo, nuestro estudio ";
     : PRINT "se limi-"
4306 PRINT " ta al caso en que el resorte no ha llegado a su limite elastico."
4310 LOCATE 20,7 : PRINT " La ecuacion de movimiento es :" : PRINT
4312 PRINT "                                  m(d2x/dt2) + K*x = C*t"
4314 GOSUB 30300
4316 X=320 : Y=130 : GOSUB 31100
4318 X1=X-1
4320 FOR T=0 TO 15 STEP .1
4322 X1=X1+1
4324 Y1=3.5*T
4326 IF X1=X THEN LINE (X1,-Y1+Y)-(X1,-Y1+Y)
4328 LINE -(X1,-Y1+Y)
4330 NEXT T
4332 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4336 GOSUB 16000
4338 ON NP GOTO 4300,4350,4400
4350 PRINT "      La respuesta será :" : PRINT
4352 PRINT "                    x = A Cos(Wn*t) + B Sen(Wn*t) + C*t/K " : PRINT
4354 PRINT "      Si el sistema estuviera inicialmente en reposo :" : PRINT
4356 PRINT "                          x(0) = 0   ;   dx/dt(0) = 0" : PRINT
4358 PRINT "      Condiciones iniciales que sustituidas en la ecuación se obti";
     : PRINT "ene :" : PRINT
4360 PRINT "                            A = 0    ;   B = - C/(K*Wn)" : PRINT
4362 PRINT "      La respuesta será :" : PRINT
4364 PRINT "                              C"
4366 PRINT "                          x = ---- ( Wn*t - Sen(Wn*t) )"
4368 PRINT "                             K*Wn" : PRINT : PRINT
4370 PRINT "      Que tiene la siguiente representación gráfica :"
4398 GOSUB 16000 : GOTO 4338
4400 N2=2 : SCREEN 2
4402 X=48 : Y=80 : GOSUB 31100
4404 LOCATE 3,2 : PRINT "x(t)" : LOCATE 11,32 : PRINT "t" : LOCATE 7,29 : PRINT
     "Fo/K"
4408 PSET (X,Y)
4410 FOR T=0 TO 15 STEP .8
4412 Y1=3.5*T
4413 LINE -(X,-Y1+Y),,,&HCCCC
4414 X=X+8 : NEXT T
4415 X=48 : PSET (X,Y)
4416 FOR T=0 TO 15 STEP .1
4417 Y1=3.5*(T-SIN(T))
4418 LINE -(X,-Y1+Y)
4419 X=X+1 : NEXT T
4420 LOCATE 5,41 : PRINT " El sistema oscila a su frecuencia"
4422 LOCATE 6,41 : PRINT " natural Wn alrededor de una posi-"
4424 LOCATE 7,41 : PRINT " cion media que aumenta linealmente"
4426 LOCATE 8,41 : PRINT " con el tiempo. La amplitud con la"
4428 LOCATE 9,41 : PRINT " que oscila el sistema es C/(K*Wn)."
4430 LOCATE 14,6 : PRINT " Al aumentar continuamente la amplitud total de movi";
     : PRINT "miento es posible"
```

```
4432 PRINT "      llegar a la falla mecanica." : PRINT
4433 PRINT "      El desplazamiento maximo a partir de la posicion original de";
     : PRINT " equili-" : PRINT "      brio es :" : PRINT
4434 PRINT "                                C"
4436 PRINT "                           x = ---- ( Wn$t + 1 )"
4438 PRINT "                               K$Wn"
4448 GOSUB 16000 : GOTO 4338
4500 N2=2 :SCREEN 2 : NP=1 : NF=3
4502 PRINT "       4.3  LA FUNCION EXITADORA EXPONENCIAL DECRECIENTE." : PRINT
     : PRINT
4504 PRINT "      Muchos impulsos como los de una viga en voladizo se pueden ";
     : PRINT "semejar "
4506 PRINT " a un sistema forzado por una carga subitamente aplicada y que dis";
     : PRINT "minuye o"
4508 PRINT " se amortigua exponencialmente con el tiempo." : PRINT
4510 LOCATE 20,7 : PRINT " La ecuacion de movimiento es :" : PRINT
4511 PRINT "                                                    -at"
4512 PRINT "                           m(d2x/dt2) + K$x = Fo e"
4514 GOSUB 30300
4515 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4516 LOCATE 11,54 : PRINT "Fo"
4518 X=320 : Y=130 : GOSUB 31100
4520 X1=X-1: FO=42 : A=.5
4522 LINE (X,Y-FO)-(X+146,Y-FO),,,&HCCCC
4524 FOR T=0 TO 11 STEP .06
4526 X1=X1+1
4528 Y1=FO$EXP(-A$T)
4530 IF X1=X THEN LINE (X1,-Y1+Y)-(X1,-Y1+Y)
4532 LINE -(X1,-Y1+Y)
4534 NEXT T
4536 GOSUB 16000
4538 ON NP GOTO 4500,4550,4600
4550 LOCATE 1,7  : PRINT "Para el cual la solución es :"
4551 LOCATE 3,21 : PRINT "                                        -at "
4552 LOCATE 4,21 : PRINT "                                   Fo e    "
4554 LOCATE 5,21 : PRINT "x = A Cos(Wn$t) + B Sen(Wn$t) + --------"
4556 LOCATE 6,21 : PRINT "                                   m a² + K"
4558 LOCATE 8,7 : PRINT "Suponiendo condiciones iniciales de reposo la respues";
     : PRINT "ta será:"
4560 LOCATE 11,18 : PRINT "      Fo       ┌  a                          -at  ┐"
4562 LOCATE 12,18 : PRINT "x = --------- │ --- Sen(Wn$t) + Cos(Wn$t) e    │"
4564 LOCATE 13,18 : PRINT "       a²      └                               ┘"
4566 LOCATE 14,18 : PRINT "    K┌1 + ---┐"
4568 LOCATE 15,18 : PRINT "     └   Wn²┘" :PRINT
4570 PRINT "      Si a -> 0 la curva se aproxima a la respuesta a una función ";
     : PRINT "forzan-"
4572 PRINT "      te escalón rectangular." : PRINT
4574 PRINT "      Si a -> ∞ la función forzante disminuye inmediatamente a cer";
     : PRINT "o, y el"
4576 PRINT "      sistema permanecerá sin movimiento."
4598 GOSUB 16000 : GOTO 4538
4600 N2=2 : SCREEN 2
4602 X=48 : Y=80 : GOSUB 31100
```

```
4604 LOCATE 3,2 : PRINT "x(t)" : LOCATE 11,32 : PRINT "t" : LOCATE 7,29 : PRINT
     "Fo/K"
4608 LINE(X,Y-24)-(250,Y-24),,,&HCCCC
4610 B=25 : A=.5 : PSET (X,Y)
4612 FOR T=0 TO 19 STEP .1
4614 Y1=(B/(1+(A/.9)^2))*((A/.9)*SIN(T)-COS(T)+EXP(-A*T))
4616 LINE -(X,-Y1+Y)
4618 X=X+1 : NEXT T
4620 LOCATE  4,41 : PRINT "La amplitud de movimiento dismi-"
4622 LOCATE  5,41 : PRINT "nuye inicialmente con el tiempo."
4624 LOCATE  6,41 : PRINT "Cuando at > 5  se alcanza un mo-"
4626 LOCATE  7,41 : PRINT "vimiento oscilatorio estable con"
4628 LOCATE  8,41 : PRINT "amplitud :"
4630 LOCATE 10,51 : PRINT "          Fo"
4632 LOCATE 11,51 : PRINT "X = --------------"
4634 LOCATE 12,51 : PRINT "              a^2  "
4636 LOCATE 13,51 : PRINT "     K   1 + ---  "
4638 LOCATE 14,51 : PRINT "              Wn^2 " :PRINT :PRINT
4640 PRINT "       La amplitud maxima depende de a/Wn pero siempre es menor qu";
     : PRINT "e  2(Fo/K)" : PRINT
4642 PRINT "       El unico modo de exeder este valor es teniendo una velocida";
     : PRINT "d inicial,"
4644 PRINT "       ya que se imparte energia cinetica al sistema."
4646 LINE(454,100)-(462,112) : LINE -(472,87) : LINE -(544,87)
4648 GOSUB 16000 : GOTO 4538
4700 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=4
4702 PRINT "       4.4  COMBINACION DE FUNCIONES EXCITADORAS ESCALON Y EXPONEN";
     : PRINT  "CIAL " : PRINT "            DECRECIENTE" : PRINT
4704 PRINT "       Se puede sustraer una funcion forzante exponencial decrecie";
     : PRINT "nte de "
4706 PRINT "  una escalon rectangular." : PRINT
4708 LOCATE 20,7 : PRINT " Esta funcion es similar a la respuesta de un termom";
     : PRINT "etro de vidrio"
4710 PRINT "  sumergido en un liquido caliente , x(t) podria reproducir la res";
     : PRINT "puesta"
4712 PRINT "  transitoria al esfuerzo termico o a un impulso termico debido al";
     : PRINT " calen-" : PRINT "  tamiento subito."
4714 GOSUB 30300
4716 X=320 : Y=130 : GOSUB 31100
4718 X1=X-1: FO=42 : A=.5
4720 LOCATE 11,54 : PRINT "Fo"
4722 LINE (X,Y-FO)-(X+186,Y-FO),,,&HCCCC
4724 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4726 FOR T=0 TO 11 STEP .06
4728 X1=X1+1*U
4730 Y1=FO*(1-EXP(-A*T))
4732 IF X1=X THEN LINE (X1,-Y1+Y)-(X1,-Y1+Y)
4734 LINE -(X1,-Y1+Y)
4735 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4736 NEXT T
4737 GOSUB 16000
```

```
4738 ON NP GOTO 4700,4750,4800,4850
4750 LOCATE 1,7  : PRINT "La ecuación de movimiento es : "
4752 LOCATE 2,26 : PRINT "                                -at"
4754 LOCATE 3,26 : PRINT "m(d2x/dt2) + K*x = Fo (1 - e   )"
4756 LOCATE 6,7  : PRINT  "Para el cual la solución es :"
4758 LOCATE 7,18 : PRINT "                                                  -at    "
4760 LOCATE 8,18 : PRINT "                                          Fo  |      e      |"
4762 LOCATE 9,18 : PRINT "x = A Cos(Wn*t) + B Sen(Wn*t) + --  | 1 - ---------- |"
4764 LOCATE 10,18: PRINT "                                          K   |          a²   |"
4766 LOCATE 11,18: PRINT "                                              |    (1 + ---)  |"
4768 LOCATE 12,18: PRINT "                                              |         Wn²   |"
4770 LOCATE 15,7 : PRINT "Suponiendo condiciones iniciales de reposo la respue";
     : PRINT "sta es:" : PRINT : PRINT
4772 PRINT "          Fo      Fo      |a    a                          -";
     : PRINT "at ) "
4774 PRINT "      x = -- - ---------- | -- ( -- Cos(Wn*t) + Sen(Wn*t) ) + e ";
     : PRINT "   | "
4776 PRINT "          K       |    a²  | Wn   Wn                        ";
     : PRINT "   ) "
4778 PRINT "                  K| 1 + ---|"
4780 PRINT "                   |    Wn²|"
4790 GOSUB 16000 : GOTO 4738
4800 N2=2 : SCREEN 2
4802 X=48 : Y=80 : GOSUB 31100
4804 LOCATE 3,2 : PRINT "x(t)" : LOCATE 11,32 : PRINT "t" : LOCATE 7,29 : PRINT
     "Fo/K"
4808 LINE(X,Y-24)-(250,Y-24),,,&HCCCC
4810 B=25 : A=.5 : PSET (X,Y)
4812 FOR T=0 TO 24 STEP .14
4814 Y1=B-(B/(1+(A/.9)^2))*((A/.9)*((A/.9)*COS(T)-SIN(T))+EXP(-A*T))
4816 LINE -(X,-Y1+Y)
4818 X=X+1 : NEXT T
4820 LOCATE 5,44 : PRINT " Cuando at > 5 se tiene un movimien-"
4822 LOCATE 6,44 : PRINT " simple para at > 5 oscilando alre- "
4824 LOCATE 7,44 : PRINT " dedor de una nueva posicion  de e- "
4826 LOCATE 8,44 : PRINT " Fo/K."
4828 LOCATE 15,6 : PRINT " Despreciando la exponencial que es casi cero para  ";
     : PRINT "at > 5"
4829 LOCATE 17,21 : PRINT "                  a                    "
4830 LOCATE 18,21 : PRINT "                  --                   "
4832 LOCATE 19,21 : PRINT "    Fo            Wn                   "
4834 LOCATE 20,21 : PRINT "x = --   1 - ----------- Sen(Wn*t + 0)  "
4836 LOCATE 21,21 : PRINT "    K             a^2                  "
4840 LOCATE 22,21 : PRINT "                1 + ---                "
4844 LOCATE 23,21 : PRINT "                  Wn^2                 "
4846 LINE (266,172)-(274,184) :LINE -(284,158) :LINE -(354,158):LINE -(354,160)
4847 LINE (224,136)-(224,176) :LINE (471,136)-(471,176)
4848 GOSUB 16000 : GOTO 4738
4850 N2=2 : SCREEN 2
4851 PRINT : PRINT "         La amplitud del movimiento oscilatorio es :" :PRINT
     :PRINT
4852 PRINT "                                    a    "
4854 PRINT "                                    --   "
```

```
4856 PRINT "                              Fo        Wn   "
4858 PRINT "                          x = -- *  ---------"
4860 PRINT "                              K          a^2 "
4862 PRINT "                                    1 + --- "
4864 PRINT "                                       Wn^2" :PRINT :PRINT
4866 PRINT "       El desplazamiento maximo posible es :": PRINT :PRINT
4870 PRINT "                                  _       a                  _ "
4872 PRINT "                                  |       --                 | "
4874 PRINT "                              Fo  |       Wn                 | "
4876 PRINT "                        x = --    | 1 - ---------- Sen(Wn*t + 0) | "
4878 PRINT "                              K   |          a^2             | "
4880 PRINT "                                  |      1 + ---             | "
4882 PRINT "                                  |_        Wn^2            _| "
4884 LINE (266,172)-(274,184) :LINE -(284,158) :LINE -(354,158):LINE -(354,160)
4886 LINE (224,136)-(224,176) :LINE (471,136)-(471,176)
4888 LINE (266,76)-(274,88)  : LINE -(284,62) :LINE -(354,62) :LINE -(354,64)
4890 GOSUB 16000 : GOTO 4738
4900 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=3
4902 PRINT "       4.5  COMBINACION DE DOS FUNCIONES EXCITADORAS EXPONENCIALME";
     : PRINT  "NTE " : PRINT "            DECRECIENTES" : PRINT
4904 PRINT "       Se pueden semejar una serie de problemas similares a los de";
     : PRINT " una viga"
4906 PRINT " en voladizo sustrayendo una funcion exponencialmente decreciente ";
     : PRINT "de otra"
4908 PRINT " con constante de tiempo mas grande."
4910 LOCATE 20,7 : PRINT " Para que F(t) sea positiva, b > a"
4912 PRINT "                                                    -at    -bt  "
4913 PRINT "                          m(d2x/dt2) + K*x = Fo ( e    - e    )"
4914 GOSUB 30300
4915 X=318 : Y=130 : GOSUB 31100
4916 LOCATE 9,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
4917 LINE (320,Y-48)-(466,Y-48),,,&HCCCC
4918 LOCATE 10,54 : PRINT "Fo"
4919 X=320 : FO=60 : A=.5 : B=3 : PSET(X,Y)
4920 FOR T=0 TO 11 STEP .08
4922 X=X+1
4924 Y1=FO*(EXP(-A*T)-EXP(-B*T))
4928 LINE -(X,-Y1+Y)
4930 NEXT T
4936 GOSUB 16000
4938 ON NP GOTO 4900,4950,5000
4950 PRINT "      El desplazamiento esta dado por"
4952 PRINT "                                                    |        -at        |";
     : PRINT "-bt      | "
4954 PRINT "                                                 Fo |       e           |";
     : PRINT "e        | "
4956 PRINT "           x = A Cos(Wn*t) + B Sen(Wn*t) + --  |  ----------- - -----|";
     : PRINT "-------- | "
4958 PRINT "                                                 K  |         a²        |";
     : PRINT "   b²    | "
4960 PRINT "                                                    |  (1 + ---)     (1 |";
     : PRINT "+ ---)   | "
4962 PRINT "                                                    |        Wn²        |";
     : PRINT "  Wn²     " : PRINT : PRINT
```

```
4964 PRINT "      Suponiendo condiciones iniciales de reposo la respuesta es:" :
     PRINT : PRINT
4966 PRINT "                        Fo        ┌ a                                -at ┐"
4968 PRINT "          x  =  ----------- │ -- Sen(Wn*t) + Cos(Wn*t) ] + e    │";
     : PRINT "  -"
4970 PRINT "                        ┌     a²┐ └ Wn                               ┘
4972 PRINT "                     K│ 1 + ---│"
4974 PRINT "                      └    Wn²┘"   : PRINT
4976 PRINT "                             Fo       ┌ b                             ";
     : PRINT "-bt ┐"
4978 PRINT "                        ----------- │ -- Sen(Wn*t) + Cos(Wn*t) ] + e";
     : PRINT "    │"
4980 PRINT "                         ┌     b²┐ └ Wn                              ";
     : PRINT "    ┘"
4982 PRINT "                        K│ 1 + ---│"
4984 PRINT "                         └    Wn²┘"
4998 GOSUB 16000 : GOTO 4938
5000 N2=2 : SCREEN 2
5002 X=48 : Y=80 : GOSUB 31100
5004 LOCATE 3,2 : PRINT "F(t)" : LOCATE 11,32 : PRINT "t" : LOCATE 6,29 : PRINT
     "Fo/K"
5008 LINE(X,Y-35)-(216,Y-35),,,&HCCCC
5010 G=60 : A=.5 : B=1 : PSET (X,Y)
5012 FOR T=0 TO 24 STEP .14
5014 Y1=((G/(1+(A/.9)^2))*((A/.9)*SIN(T)-COS(T)+EXP(-A*T)))-((G/(1+(B/.9)^2))*
     ((B/.9)*SIN(T)-COS(T)+EXP(-B*T)))
5016 LINE -(X,-Y1+Y)
5018 X=X+1 : NEXT T
5030 LOCATE 16,7 : PRINT " Tambien es posible sumar o sustraer una funcion con";
     : PRINT " otra y usar"
5032 PRINT "      las soluciones anteriores en susecion para funciones  forza";
     : PRINT "ntes "
5034 PRINT "      mas complicadas."
5048 GOSUB 16000 : GOTO 4738
5200 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=3
5201 PRINT "      4.6  RESPUESTA A UNA EXCITACION ARBITRARIA (CONVOLUCION)" :
     PRINT
5202 PRINT "      El movimiento de un sistema no amortiguado, no forzado, de u";
     : PRINT "n grado de"
5203 PRINT "      libertad es :"
5204 LOCATE 5,25 :PRINT "                    Vo"
5206 LOCATE 6,25 :PRINT "x = Xo Cos(Wn*t) + -- Sen(Wn*t)"
5208 LOCATE 7,25 :PRINT "                    Wn"
5210 LOCATE 21,7 : PRINT "Consideremos una funcion forzante general F(t), como";
     : PRINT " la de la fi-"
5211 PRINT "      gura, que actua sobre un sistema simple de masa y resorte."
     : PRINT
5212 GOSUB 30300
5213 X=318 : Y=134 : GOSUB 31100
5214 LOCATE 10,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,66 : PRINT "t"
5215 X=320 : FO=15 : PSET(X,102)
5216 FOR T=0 TO 2.2 STEP .05
5217 X=X+1 : Y1=FO*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+102)
```

```
5218 NEXT T
5219 FO=3 : FOR T=2.2 TO 4.6 STEP .08
5220 X=X+1 : Y1=FO*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+93)
5221 NEXT T
5222 FO=3 : FOR T=4.6 TO 7.2 STEP .05
5223 X=X+1 : Y1=FO*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+93)
5224 NEXT T
5225 FO=5 : FOR T=7.2 TO 9.8 STEP .08
5226 X=X+1 : Y1=FO*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+94)
5227 NEXT T
5228 LINE (381,Y)-(381,95) : LINE (389,Y)-(389,97)
5230 LOCATE 16,44 : PRINT "*" : LOCATE 16,53 : PRINT "d"
5231 LINE (348,122)-(348,126) : LINE (428,122)-(428,126)
5232 LINE (324,122)-(318,124) : LINE -(324,126)
5233 LINE (375,122)-(381,124) : LINE -(375,126)
5234 LINE (395,122)-(389,124) : LINE -(395,126) : LINE (318,124)-(341,124)
5235 LINE (354,124)-(381,124) : LINE (389,124)-(412,124)
5237 GOSUB 16000
5238 ON NP GOTO 5200,5250,5300
5245 NEXT T
5250 PRINT "      La función general F(t) puede ser considerada como la suma d";
     : PRINT "e impul-"
5252 PRINT " sos infinitesimalmente  cortos. Si después de un tiempo τ se apl";
     : PRINT "ica al"
5254 PRINT " sistema un impulso infinitesimal F(τ)*dτ habrá un cambio infinit";
     : PRINT "esimal en"
5256 PRINT " el momentum, por la segunda ley de Newton :" : PRINT
5258 PRINT "                                F(τ)*dτ = m*d(dx/dt)" : PRINT
5260 PRINT "       Si la masa no cambia nuestra variable será la velocidad." :
     PRINT
5262 PRINT "                                              F(τ)*dτ"
5264 PRINT "                                d(dx/dt)  =  -------"
5266 PRINT "                                                 m" : PRINT
5268 PRINT "      Para un sistema sin amortiguación en lugar de la velocidad i";
     : PRINT "nicial"
5270 PRINT " Vo  cada impulso infinitesimal inicia un cambio en la velocidad  ";
     : PRINT "d(dx/dt),"
5272 PRINT " después de un intervalo de tiempo  t - τ  el cambio en desplazami";
     : PRINT "ento se-"
5274 PRINT " rá por analogía con la ecuación de la página anterior" : PRINT :
     PRINT
5276 PRINT "                                    d(dx/dt)"
5278 PRINT "                               dx = -------- Sen Wn(t-τ)"
5280 PRINT "                                       Wn" : PRINT
5298 GOSUB 16000 : GOTO 5238
5300 PRINT "       Sustituyendo para d(dx/dt) :" : PRINT
5302 PRINT "                                     F(τ)"
5304 PRINT "                               dx =  ----  Sen Wn*t(t-τ)dτ"
5306 PRINT "                                     m*Wn" : PRINT
5308 PRINT "       Al existir una serie de impulsos pequeños, cada uno de ello";
     : PRINT "s altera"
5310 PRINT " el momentum y cambiará el desplazamiento. El criterio de convoluc";
     : PRINT "ión nos"
```

```
5312 PRINT " dice que en un sistema lineal podemos encontrar la respuesta a la";
     : PRINT " función"
5314 PRINT " forzante general como la superposición de las respuestas a la sum";
     : PRINT "a de to-"
5316 PRINT " dos los impulsos individuales." : PRINT
5318 PRINT "       Si F(t) es integrable y Xo = x" : PRINT : PRINT
5320 PRINT "                                                                  "
5322 PRINT "                          ┌──────────────────────────────┐        "
5324 PRINT "                          │      1     t                 │        "
5326 PRINT "                          │ x =  ----  ∫   F(τ) Sen Wn(t-τ) dτ │  "
5328 PRINT "                          │      m*Wn  0                 │        "
                                      └──────────────────────────────┘
5348 GOSUB 16000 : GOTO 5238
5400 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=4
5402 PRINT "       4.7  RESPUESTA AMORTIGUADA A UNA FUNCION FORZANTE GENERAL."
     : PRINT
5404 PRINT "      La ecuacion de movimiento para un sistema amortiguado es:"
5408 LOCATE 6,25 :PRINT "m*(d2x/dt2) + c*(dx/dt) + K*x = 0"
5412 LOCATE 21,7 : PRINT "Si al tiempo cero se aplica sobre la masa un impulso";
     : PRINT " unitario, las"
5414 PRINT "      condiciones iniciales son :"
5416 LOCATE 9,11 : PRINT "//////////////"
5418 LINE (76,70)-(180,70)
5420 LINE (114,70)-(114,76): LINE-(122,80): LINE-(106,84) : LINE -(122,88)
5422 LINE -(106,92) : LINE -(122,96) : LINE -(106,100) : LINE -(114,104)
5424 LINE -(114,112) : LINE (96,128)-(160,112),,B
5426 LINE (128,128)-(128,148)
5428 LINE (124,144)-(128,148) : LINE -(132,144)
5430 LOCATE 12,12 : PRINT "K" : LOCATE 19,19 : PRINT "F(t)"
5432 LOCATE 15,17 : PRINT "m" : LOCATE 12,20 : PRINT "c"
5434 LINE (142,70)-(142,92) : LINE (137,92)-(147,92)
5436 LINE (134,90)-(134,96) : LINE -(150,96) : LINE -(150,90)
5438 LINE (142,96)-(142,112)
5440 X=318 : Y=134 : GOSUB 31100
5442 LOCATE 10,36 : PRINT "F(t)" : LOCATE 18,65 : PRINT "t"
5444 LINE (X,94)-(326,Y),,B :LOCATE 13,43 :PRINT "Impulso = 1"
5446 GOSUB 16000
5448 ON NP GOTO 5400,5450,5500,5600
5450 PRINT "                ┌ x = 0"
5452 PRINT "      para t=0  ┤"
5454 PRINT "                └ m*(dx/dt) = 0" :PRINT
5456 PRINT "      La solución para movimiento subamortiguado es :"
5458 LOCATE 7,20 :PRINT "     -&*Wn*t "
5460 LOCATE 8,20 :PRINT "x = e       [ A*Sen(wd*t) + B*Sen(Wn*t) ]" :PRINT
5462 PRINT "      Sustituyendo las condiciones iniciales en la solución :"
5464 LOCATE 12,20 : PRINT "     1"
5466 LOCATE 13,20 : PRINT "A = ----    ;    B = 0"
5468 LOCATE 14,20 : PRINT "    m*wd" :PRINT
5470 PRINT "      Entonces la respuesta a un pulso unitario es :" :PRINT
5472 LOCATE 18,25 :PRINT "     1    -&*Wn*t"
5474 LOCATE 19,25 :PRINT "x = ---- e       Sen(wd*t)"
5476 LOCATE 20,25 :PRINT "    m*wd" :PRINT
5478 PRINT "      Esta definición la utilizaremos para una función general com";
     :PRINT "o la de la"
```

```
5480 PRINT "      la siguiente figura :"
5498 GOSUB 16000 : GOTO 5448
5500 N2=2 : SCREEN 2
5502 X=238 : Y=62 : GOSUB 31100 : LINE (X,Y)-(X,86)
5504 LOCATE 1,26 : PRINT "F(t)" : LOCATE 9,56 : PRINT "t"
5506 X=240: F0=15 : PSET(X,30)
5508 FOR T=0 TO 2.2 STEP .05
5510 X=X+1 : Y1=F0*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+30)
5512 NEXT T
5514 F0=3 : FOR T=2.2 TO 4.6 STEP .08
5516 X=X+1 : Y1=F0*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+21)
5518 NEXT T
5520 F0=3 : FOR T=4.6 TO 7.2 STEP .05
5522 X=X+1 : Y1=F0*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+21)
5524 NEXT T
5526 F0=5 : FOR T=7.2 TO 9.8 STEP .08
5528 X=X+1 : Y1=F0*SIN(T) : LINE -(X,-Y1+22)
5530 NEXT T
5532 LINE (301,74)-(301,23) : LINE (309,Y)-(309,25)
5534 LINE (238,52)-(301,52) : LINE (309,52)-(332,52)
5536 LOCATE 7,34 :PRINT "^" :LOCATE 7,43 :PRINT "d^" :LOCATE 5,40 :PRINT "F"
5538 LINE (268,50)-(268,54) : LINE (348,50)-(348,54)
5540 LINE (244,50)-(238,52) : LINE -(244,54)
5542 LINE (295,50)-(301,52) : LINE -(295,54)
5546 LINE (315,50)-(309,52) : LINE -(315,54)
5548 LINE (404,Y)-(404,86)  : LINE (301,68)-(404,68)
5550 LOCATE  9,42 : PRINT "t - ^" : LINE (364,66)-(364,70)
5552 LINE (238,83)-(404,83) : LOCATE 11,40 : PRINT "t" :PRINT :PRINT
5554 PRINT "     La respuesta al tiempo t a un impulso P d^ impuesto en un tie";
     :PRINT "mpo ^ es :"
5556 LOCATE 17,20 :PRINT "      1    -&*Wn*(t-^)"
5558 LOCATE 18,20 :PRINT "dx = ---- e           * Sen Wd*(t-^) * P d^"
5560 LOCATE 19,20 :PRINT "     m*Wd" :PRINT :PRINT
5562 LINE (372,106)-(372,110) : LINE (564,106)-(564,110)
5564 LINE (316,130)-(316,134):LINE (428,138)-(428,142):LINE (492,138)-(492,142)
5566 PRINT "     Entonces la respuesta total a la funcion forzante general par";
     :PRINT "a un tiempo"
5568 PRINT "     t debe ser :"
5598 GOSUB 16000 : GOTO 5448
5600 LOCATE 3,20 :PRINT "     1   ⌠t     -&*Wn*(t-τ)"
5602 LOCATE 4,20 :PRINT "x = ---- |   P*e           * Sen Wd*(t-τ) * dτ"
5604 LOCATE 5,20 :PRINT "    m*Wd ⌡0"
5648 GOSUB 16000 : GOTO 5448
```

1.3.4 Listado Programa "VIBRA5"

```
300 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=5 : S=1 : N2=1 : MI=1
302 LOCATE  3,35 : PRINT "CAPITULO  5"
303 LOCATE  7,19 : PRINT "VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA CON n GRADOS "
304 LOCATE  8,19 : PRINT "                DE LIBERTAD"
306 LOCATE 12,22 : PRINT "0. INTRODUCCION"
308 LOCATE 13,22 : PRINT "1. DOS GRADOS DE LIBERTAD"
311 LOCATE 14,22 : PRINT "2. n GRADOS DE LIBERTAD"
312 LOCATE 15,22 : PRINT "3. VIBRACION TORSIONAL"
314 LOCATE 16,22 : PRINT "4. REGRESO AL MENU PRINCIPAL"
316 GOSUB 15002
318 ON O+S GOTO 320,380,3900,5000
319 RUN "VIBRA"
320 CLS : NP=1 : NF=1 : N2=1
322 PRINT : PRINT "       INTRODUCCION" : PRINT : PRINT
324 PRINT "       Un gran número de casos reales de sistemas complejos pueden ";
    : PRINT " aproximar-"
326 PRINT " se al caso ideal de un grado de libertad, tratado hasta ahora. Per";
    : PRINT "o, en algu-"
328 PRINT " nos casos, como cuando el sistema tiene más de una masa no podemos";
    : PRINT " hacer esta"
330 PRINT " aproximación sin cambiar significativamente los resultados. Se nec";
    : PRINT "esitan  dos"
332 PRINT " o más coordenadas generalizadas para definir el movimiento."
333 PRINT : PRINT
334 PRINT "       Estos sistemas tienen más de un grado de libertad. Existen v";
    : PRINT "arias  con-"
336 PRINT " diciones de resonancia .Para cada condición resonante existe una r";
    : PRINT "elación de-"
338 PRINT " finida entre las amplitudes de las coordenadas y la configuración ";
    : PRINT " correspon-"
340 PRINT " diente es un modo normal." : PRINT : PRINT :
342 PRINT "       Los principios establecidos para dos grados de libertad pued";
    : PRINT "en ser  es-"
344 PRINT " tblecidos para sistemas de mayor grado de libertad, por lo que es ";
    : PRINT "de gran im-"
346 PRINT " portancia una buena comprensión de lo que sucede en un sistema con";
    : PRINT " dos grados"
348 PRINT " de libertad."
350 GOSUB 16000
352 ON NP GOTO 320
380 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=5 : S=0 : N2=1 : MI=2
381 LOCATE  4,32 : PRINT "CAPITULO  5.1"
382 LOCATE  8,27 : PRINT "DOS GRADOS DE LIBERTAD"
384 LOCATE 12,22 : PRINT "1. ECUACION DE FRECUENCIA"
386 LOCATE 13,22 : PRINT "2. MODOS Y FRACCIONES MODALES"
388 LOCATE 14,22 : PRINT "3. COORDENADAS PRINCIPALES"
390 LOCATE 15,22 : PRINT "4. ABSORVEDOR DINAMICO DE VIBRACIONES"
392 LOCATE 16,22 : PRINT "5. REGRESO AL MENU ANTERIOR"
394 GOSUB 15002
396 ON O+S GOTO 400,1000,2000,3000,300
```

```
400 SCREEN 2 : NP=1 : NF=6 : N2=2
402 PRINT "     5.1.1  LA ECUACION DE FRECUENCIA."
404 LOCATE 11,4 : PRINT " Consideremos que las masas m1 y m2 van a ser despla";
    : PRINT "adas una distancia "
406 PRINT " x1 y x2 respectivamente a partir de su posicion de equilibrio. Par";
    : PRINT "a x2 > x1"
408 FOR I=5 TO 7 : LOCATE I,10 : PRINT "/" : NEXT I
410 LOCATE 8,10 : PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / "
411 FOR I=5 TO 7 : LOCATE I,56 : PRINT "/" : NEXT I
412 LINE (78,30)-(78,56) : LINE -(440,56) : LINE -(440,30)
414 X=78 : Y=43 : GOSUB 37500
416 LINE (166,30)-(214,56),,B
418 X=214 : GOSUB 37500
420 LINE (302,30)-(350,56),,B
422 X=350 : GOSUB 37500
424 LOCATE 6,24 : PRINT "m1" : LOCATE 6,41 : PRINT "m2"
426 LOCATE 5,15 : PRINT "K1" : LOCATE 5,32 : PRINT "K2" : LOCATE 5,50 :
    PRINT "K3"
428 X=54 :Y=123 :GOSUB 37500 :X=246 :GOSUB 37500 :X=438 :GOSUB 37500
430 X=62 :GOSUB 39000 :X=134 :GOSUB 40000 : X=254 :GOSUB 39000
432 X=326:GOSUB 40000 :X=398 :GOSUB 40000 : X=566 :GOSUB 39000
434 LOCATE 20,11 : PRINT "k1*x1" : LOCATE 20,27 : PRINT "K2(x2-x1)" : LOCATE
     20,59 : PRINT "K3*x2"  : LOCATE 20,40 : PRINT "K2(x2-x1)"
436 LOCATE 21,21 : PRINT "m1" : LOCATE 21,52 : PRINT "m2"
440 LINE (140,150)-(188,176),,B :LINE (388,150)-(436,176),,B
442 X=140 :Y=163 :GOSUB 39000 :X=188 :GOSUB 40000 :X=388 :GOSUB 39000 : X=484 :
    GOSUB 39000
496 GOSUB 16000
498 ON NP GOTO 400,500,550,600,650,700
500 LOCATE  1,7 :PRINT "Las ecuaciones de movimiento son :"
502 LOCATE 3,18 :PRINT "- K1*x1 + K3(x2 - x1) = m1(d2x1/dt2)"
504 LOCATE 5,18 :PRINT "- K2*x2 - K3(x2 - x1) = m2(d2x2/dt2)":PRINT :PRINT
506 PRINT "      Escritas en forma matricial :" : PRINT
507 PRINT "
508 PRINT "    | m1    0 | | d2x1/dt2 |   | (K1+K3)     -K3   | | x1 |   | 0 |"
510 PRINT "    |         | |          | + |                   | |    | = |   |"
512 PRINT "    | 0    m2 | | d2x2/dt2 |   |  -K3      (K2+K3) | | x2 |   | 0 |"
514 PRINT "    |_       _| |_        _|   |_                  _| |_  _|   |_  _|"
515 PRINT : PRINT
516 PRINT "      La forma matricial permite expresar en forma conveniente sist";
    : PRINT "emas de "
518 PRINT "  ecuaciones. Podemos utilizar álgebra matricial para resolver sist";
    : PRINT "emas de "
520 PRINT "  muchas ecuaciones de movimiento simultáneamente."
548 GOSUB 16000 : GOTO 498
550 PRINT "      La matriz                 "
552 PRINT "                              | m1   0 |"
554 PRINT "                              |        |"
556 PRINT "                              | 0    m2 |"
558 PRINT "                              |_       _|   Es la matriz masa": PRINT
560 PRINT "      La matriz                 "
562 PRINT "                              | (k1+k3)      -K3 |"
```

```
564 PRINT "                    |                    |"
566 PRINT "                    |   -K3     (K2+K3)  |"
568 PRINT "                    |                    |     Es la matriz rigidez"
570 PRINT : PRINT : PRINT "     Cada una de estas matrices constituye un escal";
    : PRINT "ar que modifica un vector." : PRINT : PRINT
572 PRINT "     Las matrices                                                  "
574 PRINT "                    | d2x1/dt2 |       | x1 |"
576 PRINT "                    |          |   y   |    |"
578 PRINT "                    | d2x2/dt2 |       | x2 |"
580 PRINT "                    |          |       |    |     Son matrices de c";
    : PRINT "olumna que"
582 LOCATE 22,51 :PRINT "representan cantidades vec-"
584 LOCATE 23,51 :PRINT "toriales."
598 GOSUB 16000 : GOTO 498
600 PRINT "      Suponiendo que el movimiento se realiza en un modo normal de ";
    : PRINT "oscilación,"
602 PRINT " es decir que ambas masas tienen un movimiento armónico con igual f";
    : PRINT "recuencia, w"
604 LOCATE 4,36 : PRINT "x1 = X1 Sen wt"
606 LOCATE 5,36 : PRINT "x2 = X2 Sen wt" :PRINT
608 PRINT "      Reemplazando en las dos ecuaciones diferenciales de movimient";
    : PRINT "o :" :PRINT
614 LOCATE 9,21 : PRINT "X1 [ K1 + K3 - m1 w² ]  -  K3 X2  =  0"
620 LOCATE 12,21: PRINT "X2 [ K2 + K3 - m2 w² ]  -  K3 X1  =  0" :PRINT :PRINT
623 PRINT "      Tenemos dos ecuaciones con X1, X2, y w² como incognitas, en c";
    : PRINT "ada ecua-"
624 PRINT " ción, la fracción X2/X1 puede ser determinarda conmo una función d";
    : PRINT "e w² y de"
626 PRINT " las constantes del sistema. Igualando se pueden eliminar X2 y X1."
628 LOCATE 20,17 : PRINT "     X2     K1 + K3 - m1 w²          K3"
630 LOCATE 21,17 : PRINT "k =  --  =  ---------------  =  ----------------"
632 LOCATE 22,17 : PRINT "     X1          K3             K2 + K3 - m2 w²"
648 GOSUB 16000 : GOTO 498
650 PRINT "      Esta fracción se denomina la fracción modal o forma modal, po";
    : PRINT "rque su va"
652 PRINT " lor indica el modo de movimiento." :PRINT
654 PRINT "      Multiplicando en cruz, obtendremos una ecuación cuadrática pa";
    :PRINT "ra  w²."
656 PRINT : PRINT "              ( K1 + K3 - m1 w² )( K2 + K3 - m2 w² ) = K3²"
658 PRINT : PRINT
660 PRINT "  [ m1*m2 ] w^4  - [ m1 (K2 + K3) + m2 (K1 + K2) ] w² + K1*K2 + K3 ";
    : PRINT "(K1 +K2)" : PRINT : PRINT
662 PRINT "      Esta es la llamada ecuación caracteristica o ecuación de frec";
    : PRINT "uencia, sus"
664 PRINT " raices son los valores caracteristicos o valores propios del siste";
    : PRINT "ma. Estas"
666 PRINT " raices son frecuencias naturales, ya que satisfacen la suposición ";
    : PRINT "original de"
668 PRINT " que todas las partes del sistema tienen igual frecuencia armónica ";
    : PRINT "sin apli-"
670 PRINT " cación de fuerza externa." : PRINT
672 PRINT "      Para dos grados de libertad, existen dos frecuencias naturale";
    : PRINT "s, cada "
```

```
674 PRINT " una corresponde a uno de los modos principales." :PRINT
676 PRINT "      Todos los sistemas de múltiple grado de libertad presentan co";
    : PRINT "mo carac-"
678 PRINT " terística la existencia de una ecuación de frecuencias."
698 GOSUB 16000 : GOTO 498
700 PRINT : PRINT
701 PRINT "      En un sistema de dos grados de libertad es sencillo determina";
    : PRINT "r su ecua-"
702 PRINT " ción de frecuencia y luego calcular sus raices. Pero esto se prese";
    : PRINT "nta más la-"
704 PRINT " borioso a medida que crece el número de grados de libertad ya que ";
    : PRINT "el orden de"
706 PRINT " la ecuación de frecuencia aumenta con el número de grados de liber";
    : PRINT "tad." :PRINT :PRINT
708 PRINT "      Con tres grados de libertad, la ecuación de frecuencia tendrá";
    : PRINT " tres rai-"
710 PRINT " ces, para cuatro grados de libertad la ecuación característica ser";
    : PRINT "á de cuar-"
712 PRINT " to orden y asi sucesivamente.  Existen métodos numéricos para dete";
    : PRINT "rminar las"
714 PRINT " raices de la ecuación de frecuencia, sin que esta tenga que ser de";
    : PRINT "terminada,"
716 PRINT " pero si se utilizan estos métodos numéricos, es importante no olvi";
    : PRINT "darse de"
718 PRINT " la existencia de esta ecuación de frecuencia."
748 GOSUB 16000 : GOTO 498
1000 CLS : NP=1 : NF=6 : N1=2 : N2=1
1002 PRINT "      5.1.2. MODOS Y FRACCIONES MODALES." : PRINT : PRINT
1004 PRINT "      Para poder representar el movimiento de un sistema de dos gr";
     : PRINT "ados de li-"
1006 PRINT " bertad, se utiliza lo que se conoce como un modo normal, modo aco";
     : PRINT "plado o, las"
1008 PRINT " dos formas de modo (primero y segundo modo)." :PRINT :PRINT
1012 PRINT "      Se dice que un sistema se mueve en un modo natural o en un m";
     : PRINT "odo principal"
1014 PRINT " cuando; a una frecuencia natural todos los componentes del sistem";
     : PRINT "a  pasan si-"
1016 PRINT " multáneamente por sus posiciones de equilibrio y, también simultá";
     : PRINT "neamente to-"
1018 PRINT " dos su puntos alcanzan sus desplazamientos máximos y sus velocida";
     : PRINT "des máximas." : PRINT  : PRINT
1020 PRINT "      El número de modos presentes en un sistema vibratorio será i";
     : PRINT "gual al gra-"
1022 PRINT " do de libertad del sistema." : PRINT  : PRINT
1028 PRINT "      Para determinar los valores de los modos naturales se sustit";
     : PRINT "uyen cada uno"
1030 PRINT " de los valores de las frecuencias naturales en la fracción (X2/X1";
     : PRINT ") denominada"
1032 PRINT " fracción modal. Para la fracción modal determinada en el capitulo";
     : PRINT " anterior :"
1046 GOSUB 16000
1048 ON NP GOTO 1000,1050,1100,1150,1200,1300
```

```
1050 LOCATE 1,22 :PRINT "      X2     K1 + K3 - m1*w²"
1052 LOCATE 2,22 :PRINT "x  =  --  = ----------------"
1054 LOCATE 3,22 :PRINT "      X1           K3 "
1056 LOCATE 6,22 :PRINT "        K1 + K3 - m1*w1²"
1058 LOCATE 7,22 :PRINT "X^1  = ----------------"
1060 LOCATE 8,22 :PRINT "               K3 "
1062 LOCATE 11,22:PRINT "        K1 + K3 - m1*w2²"
1064 LOCATE 12,22:PRINT "X^2  = ----------------"
1066 LOCATE 13,22:PRINT "               K3 " :PRINT :PRINT
1068 PRINT "      X^1  y  X^2 son las fracciones modales, y w1 y w2 son las rai";
     : PRINT "ces de la e-"
1070 PRINT "      cuación característica." :PRINT :PRINT
1072 PRINT "      Para el caso en que K1 = K2 = K3 = K  y  m1 = m2 = m3 = m , ";
     : PRINT "las ecuacio-"
1074 PRINT "      nes de movimiento son :"
1098 GOSUB 16000 : GOTO 1048
1100 LOCATE  1,22 :PRINT "- 2*K*x1 + K*x2 = m (d2x1/dt2)"
1102 LOCATE  3,22 :PRINT "- 2*K*x2 + K*x1 = m (d2x2/dt2)"
1104 LOCATE  6,8  :PRINT "Sustituyendo en la fracción modal :"
1106 LOCATE  9,22 :PRINT "X2     2*K - m*w²         K"
1108 LOCATE 10,22 :PRINT "--  =  ----------  = ----------"
1110 LOCATE 11,22 :PRINT "X1          K          2*K - m*w²"
1112 LOCATE 14,8  :PRINT "Eliminando a X1 y a X2 la ecuación de frecuencia es:"
1114 LOCATE 17,21 :PRINT "          K          K²"
1116 PRINT "                    w^4  -  4 - w²  +  3 --   =  0"
1118 LOCATE 19,21 :PRINT "          m          m²"; PRINT :PRINT
1120 PRINT "      Resolviendo la ecuación de frecuencia para las frecuencias ";
     :PRINT "naturales o"
1122 PRINT "      valores característicos :"
1148 GOSUB 16000 : GOTO 1048
1150 LOCATE  1,24 :PRINT "           2*K     K"
1152 LOCATE  2,24 :PRINT "w(1,2)²  =  ---  ±  -"
1154 LOCATE  3,24 :PRINT "            m      m"
1156 LOCATE  6,28 :PRINT "         K"
1158 LOCATE  7,28 :PRINT "w1²  =   -"
1160 LOCATE  8,28 :PRINT "         m"
1162 LOCATE 11,28 :PRINT "         3*K"
1164 LOCATE 12,28 :PRINT "w2²  =   ---"
1166 LOCATE 13,28 :PRINT "          m " :PRINT :PRINT
1168 PRINT "      Existen dos frecuencias naturales w1 y w2 como era de espera";
     : PRINT "rse para"
1170 PRINT "      dos grados de libertad." :PRINT :PRINT
1172 PRINT "      Sustituyendo los valores característicos w1² y w2² en las fr";
     : PRINT "acciones  "
1174 PRINT "      modales :" :PRINT :PRINT
1198 GOSUB 16000 : GOTO 1048
1200 PRINT "      Sustituyendo el varor característico w1² = K/m, la fracción";
     :PRINT " modal para"
1202 PRINT "      el primer modo es :"
1204 LOCATE  5,26 :PRINT "       2*K - m*w1²"
1206 LOCATE  6,26 :PRINT "X^1  = ----------  =  + 1"
1208 LOCATE  7,26 :PRINT "           K " :PRINT :PRINT
1210 PRINT "      Sustituyendo el segundo valor característico w2² = 3*K/m, l";
     :PRINT "a fracción"
```

```
1212 PRINT "       modal para el segundo modo es :"
1214 LOCATE 14,26 :PRINT "        2%K - m%w2²"
1216 LOCATE 15,26 :PRINT "X^2  =  ----------  =  - 1"
1218 LOCATE 16,26 :PRINT "             K " :PRINT :PRINT
1220 PRINT "       Físicamente esto significa que x2 y x1 están en fase y son ";
     :PRINT "iguales para"
1222 PRINT "       el primer modo, cualquiera que sea su valor absoluto. En el";
     :PRINT " segundo mo-"
1224 PRINT "       do son iguales, pero se encuentran fuera de fase." : PRINT
     :PRINT
1248 GOSUB 16000 : GOTO 1048
1300 N2=2 : SCREEN 2
1302 PRINT "       Es conveniente utilizar para los modos una notacion dando a";
     : PRINT " una coorde-"
1304 PRINT " da un valor unitario y expresando la segunda coordenada en funcio";
     : PRINT "n de este va-"
1306 PRINT " lor unitario. Asi, para el caso tratado :"
1308 LOCATE  6,17 :PRINT " - X1 -      -   1  - "
1310 LOCATE  7,17 :PRINT "-      -  =  "
1312 LOCATE  8,17 :PRINT " - X2 -      -   1  - "
1314 LOCATE 11,17 :PRINT " - X1 -      -   1  - "
1316 LOCATE 12,17 :PRINT "-      -  =  "
1318 LOCATE 13,17 :PRINT " - X2 -      -  -1  - "
1330 LINE (136,44)-(136,60)  : LINE (183,44)-(183,60)
1332 LINE (136,84)-(136,100) : LINE (183,84)-(183,100)
1334 LINE (232,44)-(232,60)  : LINE (295,44)-(295,60)
1336 LINE (232,84)-(232,100) : LINE (295,84)-(295,100)
1338 LOCATE 18,24 : PRINT "1" : LOCATE 18,31 : PRINT "1"
1340 LOCATE 18,50 : PRINT "1" : LOCATE 21,59 : PRINT "-1"
1342 LINE (128,152)-(292,152): LINE -(237,128): LINE -(182,128):LINE -(128,152)
1344 LINE (352,152)-(516,152): LINE -(461,176): LINE -(406,128):LINE -(352,152)
1346 LINE (182,128)-(182,152): LINE (237,128)-(237,152)
1348 LINE (406,128)-(406,152): LINE (461,176)-(461,152)
1398 GOSUB 16000 : GOTO 1048
2000 CLS : NP=1 : NF=7 : N1=2 : N2=2 : SCREEN 2
2002 PRINT "      5.1.3 COORDENADAS PRINCIPALES." : PRINT : PRINT
2004 PRINT "      Para un sistema dinamico de dos o mas grados de libertad se ";
     : PRINT "define como"
2006 PRINT " coordenadas principales a aquellas que describen independientemen";
     : PRINT "te el movi-"
2008 PRINT " miento de cada parte del sistema sin referirse a ninguna otra."
2009 LOCATE 15,26: PRINT "01": LOCATE 12,41 : PRINT "02"
2010 LINE (200,80)-(320,54) :LINE -(320,56) : LINE -(200,82) : LINE -(200,80)
2012 LOCATE 8,38 : PRINT "X" : LOCATE 10,29 : PRINT "X"
2013 LOCATE 7,38 : PRINT "A" : LOCATE  9,29 : PRINT "B"
2014 LINE (194,78)-(206,78) :LINE -(237,130) :LINE -(225,130) : LINE -(194,78)
2016 LINE (314,52)-(326,52) :LINE -(353,104) :LINE -(341,104) : LINE -(314,52)
2018 LINE (200,80)-(200,140),,,&HCCCC :LINE (320,54)-(320,114),,,&HCCCC
2020 LOCATE 19,7 : PRINT "Si se tira de una de las barras, mientras la otra pe";
     : PRINT "rmanece en reposo y"
2022 PRINT " se la libera, por tanto torciendo el eje delgado que las une, el ";
     : PRINT "movimiento"
2024 PRINT " subsecuente tiene dos grados de libertad ya que cada barra se mue";
     : PRINT "ve indepen-"
```

```
2026 PRINT " diente de la otra."
2028 LOCATE 13,29 : PRINT "1" : LOCATE 10,44 : PRINT "1"
2096 GOSUB 16000
2098 ON NP GOTO 2000,2100,2200,2300,2400,2500,2600
2100 N2=2 : SCREEN 2
2101 PRINT "      01 y 02, no son coordenadas principales, son solamente coord";
     : PRINT "enadas fisi-"
2102 PRINT " cas de la posicion de cada barra. Los dos modos principales invol";
     : PRINT "ucran a 01 y"
2104 PRINT " 02, pero existe una coordenada principal para cada modo."
2110 LINE (200,64)-(320,38) : LINE -(320,40) : LINE -(200,66) : LINE -(200,64)
2114 LINE (156,62)-(160,62) : LINE -(203,114): LINE -(191,114): LINE -(156,62)
2116 LINE (352,36)-(364,36) : LINE -(395,88) : LINE -(383,88) : LINE -(352,36)
2118 X=177 : Y=88 : GOSUB 38000 : X=371 : Y=62 : GOSUB 38000
2120 LOCATE 15,21 : PRINT "m*g" : LOCATE 12,46 : PRINT "m*g"
2122 CIRCLE (162,64),18,,0,3.1416
2124 CIRCLE (360,38),18,,0,3.1416
2126 CIRCLE (202,66),16,,3.1416,0
2128 CIRCLE (318,38),16,,0,3.1416
2130 X=334 : Y=38 : GOSUB 27000 : X=180 : Y=64 : GOSUB 27000
2132 X=218 : LINE (X-6,Y+2)-(X,Y) : LINE -(X+4,Y+4)
2134 X=342 : Y=38 : LINE (X-2,Y-4)-(X,Y) : LINE -(X+7,Y-1)
2136 LOCATE  7,22 : PRINT "K(01-02)" : LOCATE 5,49 : PRINT "K(01-02)"
2138 LINE (162,62)-(162,118),,,&HCCCC : LINE (358,36)-(358,92),,,&HCCCC
2140 LOCATE 12,21 : PRINT "01" : LOCATE 9,45 : PRINT "02"
2142 LOCATE 11,25 : PRINT "1"  : LOCATE 8,49 : PRINT "1"
2150 LOCATE 17,7 : PRINT " Para cada barra  Suma M = I*(d20/dt2)" : PRINT
2152 PRINT "      - m*g (1/2) Sen 01  - K (01-02) = (1/3)m(l^2)(d201/dt2)" :
     PRINT
2154 PRINT "      - m*g (1/2) Sen 02  + K (01-02) = (1/3)m(l^2)(d202/dt2)"
2198 GOSUB 16000 : GOTO 2098
2200 PRINT : PRINT "      Las dos ecuaciones de movimiento son :" : PRINT
2202 PRINT "      2*m(l^2)(d201/dt2) + 3*m*g*l*01 + 6*K(01 - 02)              ";
     : PRINT "         (1)" : PRINT
2204 PRINT "      2*m(l^2)(d202/dt2) + 3*m*g*l*01 - 6*K(01 - 02)              ";
     : PRINT "         (2)" : PRINT
2206 PRINT "      Sumando las dos ecuaciones :" : PRINT
2208 PRINT "      2*m(l^2)*(d201/dt2 + d202/dt2) + 3*m*g*l*(01 + 02)          ";
     : PRINT "         (3)" : PRINT
2210 PRINT "      Restando las dos ecuaciones :" : PRINT
2212 PRINT "      2*m(l^2)*(d201/dt2 + d202/dt2) + 3*m*g*l*(01-02) + 12*K*(01 ";
     : PRINT "- 02)    (4)" : PRINT
2214 PRINT "      Por analogía con la ecuación   (d20/dt2) + Wn² θ = 0"
2215 LOCATE 17,53 : PRINT "┌──────────┐"
2216 PRINT "      De la ecuación (3) :            3*m*g*l       │       3 g  │"
2218 PRINT "                                 w1² = -------     │  w1² = - -  │"
2220 PRINT "                                      2*m*l²       │       2 l  │"
2222 LOCATE 21,53 : PRINT "└──────────┘" : PRINT
2224 PRINT "      Y, de la ecuación (4) :"
2298 GOSUB 16000 : GOTO 2098
2300 PRINT : LOCATE  2,40 : PRINT "┌──────────────────┐"
2302 PRINT "                  3*m*g*l + 12*K      │      3 g   6*K  │"
2304 PRINT "            w2² = --------------      │ w2² = - - + --- │"
```

```
2306 PRINT "                          2*m*l²          |       2 1   m*l²|"
2308 LOCATE  6,40 : PRINT "L_____________________|" :PRINT
2310 PRINT "      Hemos encontrado los valores caracteriticos del sistema sin ";
     : PRINT
2312 PRINT "      determinar la ecuación de frecuencia." :PRINT
2314 PRINT "      Sustituyendo  01 = 01 Sen wt  en la ecuación  (i) :" :PRINT
2316 PRINT "      (3*m*l*g - 2*m*l²*w² + 6*K) 01 = 6*K (02)" :PRINT
2318 PRINT "      La fracción modal es entonces :" : PRINT
2320 PRINT "         01            6*K"
2322 PRINT "         -- = -------------------------"
2324 PRINT "         02   3*m*l*g - 2*m*l²*w² + 6*K" : PRINT :PRINT
2326 PRINT "      Reemplazando w1² y w2² obtenemos las dos fracciones modales:"
     :PRINT
2398 GOSUB 16000 : GOTO 2098
2400 PRINT "                                6*K"
2402 PRINT "         X^1  = ------------------------------"
2404 PRINT "                                    ┌ 3 g ┐"
2406 PRINT "                 3*m*l*g - 2*m*l²*(  │ --- │ + 6*K"
2408 PRINT "                                    └ 2 l ┘ " :PRINT
2409 PRINT "         X^1 =  1" : PRINT
2410 PRINT "                                6*K"
2412 PRINT "         X^2  = ----------------------------------"
2414 PRINT "                                    ┌ 3 g   6*K ┐"
2416 PRINT "                 3*m*l*g - 2*m*l²*(  │ --- + ---- │ + 6*K "
2418 PRINT "                                    └ 2 l   m*l² ┘" :PRINT
2420 PRINT "         X^2 = -1" : PRINT
2422 PRINT "       (01 + 02) y (01 - 02), están directamente relacionados con ";
     : PRINT "las coorde-"
2424 PRINT " nadas principales. Las coordenadas principales son funciones armó";
     : PRINT "nicas  del"
2426 PRINT " tiempo :" :PRINT
2428 PRINT "                 p1(t) = A Sen (w1t + Ø1)" :PRINT
2430 PRINT "                 p2(t) = B Sen (w2t + Ø2)"
2498 GOSUB 16000 : GOTO 2098
2500 PRINT "      p1(t) es la coordenada principal para el primer modo. p2it) ";
     : PRINT "es la coorde-"
2502 PRINT " nada principal para el segundo modo. Las constantes son evaluadas";
     : PRINT " a partir de"
2504 PRINT " las condiciones iniciales." :PRINT
2506 PRINT "      01 y 02 contienen a los dos modos al mismo tiempo, entonces ";
     : PRINT "01 y 02 pue-"
2508 PRINT " den expresarse como funciones de p1 y p2 :":PRINT "
2512 PRINT "                       01 = A1*p1 + B1*p2" :PRINT
2514 PRINT "                       02 = A2*p1 + B2*p2" :PRINT
2516 PRINT "      En forma matricial :" :PRINT
2518 PRINT "                ┌ 01 ┐   ┌ A1 B1 ┐ ┌ p1 ┐"
2520 PRINT "                │    │ = │       │ │    │"
2522 PRINT "                └ 02 ┘   └ A2 B2 ┘ └ p2 ┘" : PRINT
2524 PRINT "       ┌ A1 ┐"
2526 PRINT "       │    │ es la matriz columna modal para el primer modo"
2528 PRINT "       └ A2 ┘" :PRINT
2530 PRINT "       ┌ B1 ┐"
2532 PRINT "       │    │ es la matriz columna modal para el segundo modo"
```

```
2534 PRINT "      L B2 ]";
2598 GOSUB 16000 : GOTO 2098
2600 PRINT "      Para el caso planteado de las dos barras :" :PRINT
2602 PRINT "                [ 01 ]   [  1   1 ] [ p1 ]"
2604 PRINT "                [    ] = [        ] [    ]"
2606 PRINT "                [ 02 ]   [  1  -1 ] [ p2 ]" : PRINT
2608 PRINT "      Resolviendo, las coordenadas principales en función de las q";
     : PRINT "eneraliza-"
2610 PRINT "      das son :" :PRINT
2612 PRINT "                          01   02"
2614 PRINT "                 p1  =  -- + --"
2616 PRINT "                          2    2 " :PRINT
2618 PRINT "                          01   02"
2620 PRINT "                 p2  =  -- - --"
2622 PRINT "                          2    2 " :PRINT
2698 GOSUB 16000 : GOTO 2098
3000 CLS : NP=1 : NF=9 : N1=2 : N2=1
3002 PRINT "      5.1.4  ABSORVEDOR DINAMICO DE VIBRACIONES." : PRINT : PRINT
3004 PRINT "      Cuando sobre una máquina actúa una fuerza alterna de frecuen";
     : PRINT "cia constan-"
3006 PRINT " te, es posible que se produscan vibraciones indeseadas, especialm";
     : PRINT "ente  si se"
3008 PRINT " está cerca de la resonancia. Si no resulta práctico cambiar la ma";
     : PRINT "sa o la cons-"
3012 PRINT " tante de rigidez del sistema, puede recurrirse a lo que se conoce";
     : PRINT " como un ab-"
3014 PRINT " sorvedor dinámico de vibraciones." : PRINT :PRINT
3016 PRINT "      Este método consiste en añadir un sistema masa-resorte relat";
     : PRINT "ivamente pe-"
3018 PRINT " queño al sistema principal, se demostrará que cuando la frecuenci";
     : PRINT "a natural del"
3020 PRINT " amortiguador acoplado es igual a la frecuencia (w) de la fuerza e";
     : PRINT "xcitadora, la"
3022 PRINT " masa principal no vibra, ya que el sistema pequeño en todo moment";
     : PRINT "o vibra ori-"
3024 PRINT " ginando una fuerza de resorte igual y de sentido contrario a la f";
     : PRINT "uerza excita-"
3026 PRINT " tadora, de tal manera que no existe fuerza neta actuando sobre la";
     : PRINT " masa princi-"
3028 PRINT " pal de interés." :PRINT :PRINT
3030 PRINT "      Como consecuencia del acoplamiento del amortiguador se incre";
     : PRINT "menta un gra-"
3032 PRINT " do de libertad al sistema. El nuevo sistema de dos grados de libe";
     : PRINT "rtad se pre-"
3034 PRINT " senta a continuación :"
3096 GOSUB 16000
3098 ON NP GOTO 3000,3100,3200,3300,3400,3500,3600,3700,3800
3100 N2=2 : SCREEN 2
3102 LOCATE 2,9 : PRINT "//////////////////"
3104 LINE (60,16)-(188,16)
3106 X=128 : Y=16 : GOSUB 42000
3108 LINE (92,58)-(164,78),,B
```

```
3110 X=128 : Y=78 : GOSUB 42500
3112 LINE (102,103)-(154,115),,B
3114 LINE (164,68)-(194,68),,,&HCCCC
3116 LINE (164,109)-(194,109),,,&HCCCC
3118 X=179 : Y=68 : GOSUB 38000 : X=179 : Y=109 : GOSUB 38000
3120 LOCATE 12,24: PRINT "x1" : LOCATE 17,24 : PRINT "x2"
3122 LOCATE 5,13 : PRINT "K1" : LOCATE  9,16 : PRINT "m1"
3124 LOCATE 12,13: PRINT "K2" : LOCATE 14,16 : PRINT "m2"
3126 LOCATE 2,31 : PRINT " Las ecuaciones de movimiento para"
3128 LOCATE 3,31 : PRINT " cada una de las masas son :"
3130 LOCATE 6,31 : PRINT "-K1*x1 + K2(x2-x1) + Fo Sen wt = m1(d2x1/dt)"
3132 LOCATE 8,31 : PRINT "                  - K2(x2-x1) = m2(d2x2/dt)"
3134 LOCATE 11,31: PRINT " Cada masa se mueve a la frecuencia de la fuer-"
3136 LOCATE 12,31: PRINT " za excitadora, de forma que :"
3138 LOCATE 15,31: PRINT "           x1 = X1 Sen wt"
3140 LOCATE 17,31: PRINT "           x2 = X2 Sen wt"
3142 LOCATE 20,31: PRINT " Lo cual es evidente, ya que las  ecuaciones de"
3144 LOCATE 21,31: PRINT " movimiento no contienen a la  primera derivada"
3146 LOCATE 22,31: PRINT " que es una funcion Coseno."
3198 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3200 PRINT "       Reemplazando en las ecuaciones diferenciales y dividiendo p";
     : PRINT "ara Sen wt :"
3202 LOCATE 4,22 : PRINT "(-m1*w² + k1 + k2) X1 - k2*X2 = Fo"
3204 LOCATE 5,22 : PRINT "    -K2*X1 + (-m2*w² + k2) X2 = 0 "
3206 LOCATE 8,8 : PRINT "Si : w11² = K1/m1 , frecuencia natural del sistema pr";
     : PRINT "incipal"
3208 LOCATE 10,13 : PRINT "w22² = K2/m2 , frecuencia natural del sistema amort";
     :PRINT "iguador"
3210 LOCATE 10,16 : PRINT "u = m2/m1 , relación de masas"
3212 LOCATE 13,19 : PRINT "      ⎡     K2    w²  ⎤      K2     Fo"
3214 LOCATE 14,19 : PRINT "X1 ⎢ 1 + -- - ---- ⎥ - X2 --  =  --"
3216 LOCATE 15,19 : PRINT "      ⎣     K1   w11² ⎦      K1     K "
3218 LOCATE 17,19 : PRINT "                   w²   "
3220 LOCATE 18,19 : PRINT "X1  =  X2 ⎡ 1  - ---- ⎤"
3222 LOCATE 19,19 : PRINT "          ⎣      w22² ⎦"
3298 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3300 LOCATE 1,8 : PRINT "Resolviendo el último sistema de dos ecuaciones :"
3302 LOCATE 3,17 : PRINT "                          w² "
3304 LOCATE 4,17 : PRINT "                    1 - ----"
3306 LOCATE 5,17 : PRINT "  X1                    w22²"
3308 LOCATE 6,17 : PRINT "----- = ------------------------------------"
3310 LOCATE 7,17 : PRINT "Fo/K1      ⎡      w²  ⎤ ⎡     K2    w²  ⎤   K2"
3312 LOCATE 8,17 : PRINT "           ⎢ 1  - ---- ⎥ ⎢ 1 + -- - ---- ⎥ - --"
3314 LOCATE 9,17 : PRINT "           ⎣      w22² ⎦ ⎣     K1   w11² ⎦   K1"
3320 LOCATE 11,17: PRINT "  X2                     1"
3322 LOCATE 12,17: PRINT "----- = ------------------------------------"
3324 LOCATE 13,17: PRINT "Fo/K1      ⎡      w²  ⎤ ⎡     K2    w²  ⎤   K2"
3326 LOCATE 14,17: PRINT "           ⎢ 1  - ---- ⎥ ⎢ 1 + -- - ---- ⎥ - --"
3328 LOCATE 15,17: PRINT "           ⎣      w22² ⎦ ⎣     K1   w11² ⎦   K1 "
3330 LOCATE 17,8 : PRINT "Podemos comprobar lo argumentado, ya que cuando w=w2";
     : PRINT "2 en la primera"
3332 PRINT " ecuación X1=0, y en la segunda ecuación X2 = - Fo/K2, la masa pri";
     :PRINT "ncipal no"
```

```
3334 PRINT " se mueve y la masa amortiguadora ejerce una fuerza igual y contra";
     :PRINT "ria a la "
3336 PRINT " excitadora."
3338 PRINT "                  K2       w22²"
3340 PRINT "       Ya que ;   --  =  u ----"
3342 PRINT "                  K1       w11²"
3398 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3400 LOCATE 1,13 : PRINT "                              w²  "
3404 LOCATE 2,13 : PRINT "                         1 - ----"
3406 LOCATE 3,13 : PRINT "  X1                         w22²"
3408 LOCATE 4,13 : PRINT "----- = ------------------------------------------"
3410 LOCATE 5,13 : PRINT "Fo/K1   ⎡      w²  ⎤ ⎡        w22²    w²      w22²⎤"
3412 LOCATE 6,13 : PRINT "        ⎢1  - ----⎥ ⎢1 + u ---- - ----⎥ - u ----⎥"
3414 LOCATE 7,13 : PRINT "        ⎣     w22² ⎦ ⎣        w11²   w11²     w11²⎦"
3420 LOCATE 10,13: PRINT "  X2                          1"
3422 LOCATE 11,13: PRINT "----- = ------------------------------------------"
3424 LOCATE 12,13: PRINT "Fo/K1   ⎡      w²  ⎤ ⎡        w22²    w²      w22²⎤"
3426 LOCATE 13,13: PRINT "        ⎢1  - ----⎥ ⎢1 + u ---- - ----⎥ - u ----⎥"
3428 LOCATE 14,13: PRINT "        ⎣     w22² ⎦ ⎣        w11²   w11²     w11²⎦"
3430 LOCATE 17,8 : PRINT "Pueden variarse dos parámetros, la relación de masas";
     : PRINT " y la frecuencia"
3432 PRINT " natural w22 del absorbedor, que no necesariamente es w11,  natura";
     : PRINT "lmente es"
3434 PRINT " práctico un valor pequño de u, y por ende un amortiguador pequeño";
     : PRINT ", aunque"
3436 PRINT " el rango de frecuencias de operación del absorvente, en que X1/(F";
     : PRINT "o/K1) < 1,"
3438 PRINT " es más pequeño.
3498 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3500 N2=2 : SCREEN 2
3502 LOCATE  9,1 : PRINT " X1"
3504 LOCATE 10,1 : PRINT "----"
3506 LOCATE 11,1 : PRINT "F/K1"
3512 X=58 : Y=91 : GOSUB 32500
3514 LINE (.8*208+X,0)-(.8*208+X,188),,,&HCCCC
3515 LINE (1.25*208+X,0)-(1.25*208+X,188),,,&HCCCC
3516 PSET (X,Y-12)
3518 FOR R=0 TO .78 STEP .025
3520 TR=(1-(R)^2)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3522 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3524 PSET (.82*208+X,Y+TR*12): FOR R=.82 TO 1.24 STEP .025
3526 TR=(1-(R)^2)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3528 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3530 PSET (1.27*208+X,Y+TR*16) : FOR R=1.27 TO 2.5 STEP .025
3532 TR=(1-(R)^2)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3534 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3536 LINE (.94*208+X,0)-(.94*208+X,188),,,&HCCCC
3538 LINE (1.08*208+X,0)-(1.08*208+X,188),,,&HCCCC
3540 LOCATE 10,29 : PRINT ".8" : LOCATE 10,40 : PRINT "1.25"
3542 LOCATE  4,55 : PRINT "u=.20" : LOCATE 6,55 : PRINT "w11=w22"
3544 X=205.5 : Y=142 : GOSUB 40000
3546 X=330.6 : Y=142 : GOSUB 39000
3548 LOCATE 18,43 : PRINT "Rango de funcionamiento"
```

```
3598 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3600 N2=2 : SCREEN 2
3602 LOCATE  9,1 : PRINT " X2"
3604 LOCATE 10,1 : PRINT "----"
3606 LOCATE 11,1 : PRINT "F/K1"
3612 X=58 : Y=91 : GOSUB 32500
3614 LINE (.8*208+X,0)-(.8*208+X,188),,,&HCCCC
3615 LINE (1.25*208+X,0)-(1.25*208+X,188),,,&HCCCC
3616 PSET (X,Y-12*7)
3618 FOR R=0 TO .78 STEP .025
3620 TR=(1)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3622 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3624 PSET (.82*208+X,Y+TR*12): FOR R=.82 TO 1.24 STEP .025
3626 TR=(1)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3628 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3630 PSET (1.26*208+X,Y+TR*16) : FOR R=1.26 TO 2.5 STEP .025
3632 TR=(1)/(((1.2-(R)^2)*(1-(R)^2))-(.2))
3634 LINE -(R*208+X,Y-TR*12) : NEXT R
3640 LOCATE 10,29 : PRINT ".8" : LOCATE 10,40 : PRINT "1.25"
3642 LOCATE  4,55 : PRINT "u=.20" : LOCATE 6,55 : PRINT "w11=w22"
3698 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3700 PRINT "       En las dos figuras anteriores se representan las amplitudes";
     : PRINT "  X1 y X2"
3704 PRINT " relacionadas al parámetro Fo/K1, contra la relación de frecuencia";
     : PRINT "s  w/w11."
3706 PRINT " Se ha graficado para el caso en que; u=.2, es decir que la masa d";
     : PRINT "el absor-"
3708 PRINT " sor es una quinta parte de la masa del sistema principal,y w11=w2";
     : PRINT "2, el ab-"
3709 PRINT " sorvente está sintonizado a la frecuencia natural del sistema pri";
     : PRINT "ncipal." : PRINT
3710 PRINT "       En el gráfico para X1 se indica el rango de frecuencias en ";
     : PRINT "el que el"
3712 PRINT " absorsor dinámico funciona, ya que solo en este rango de frecuenc";
     : PRINT "ias la am-"
3714 PRINT " plitud de vibración del sistema principal es menor que la origina";
     : PRINT "l." :PRINT
3716 PRINT "       Las frecuencias naturales del nuevo sistema de dos grados d";
     : PRINT "e libertad"
3718 PRINT " se determinan igulando a cero el denominador de las ecuaciones pa";
     : PRINT "ra las re-"
3720 PRINT " laciones de amplitudes:" : PRINT
3722 PRINT "                    [      w²  ] [          w22²    w²  ]      w22²  "
3724 PRINT "                    [ 1 - ---- ] [ 1 + u ---- - ---- ] - u ---- = 0"
3726 PRINT "                    [      w22² ] [          w11²  w11² ]      w11²  :
     : PRINT
3728 PRINT "       Para  w11=w22 :" : PRINT
3730 PRINT "                    [      w²  ] [          w²  ]"
3732 PRINT "                    [ 1 - ---- ] [ 1 + u - ---- ] - u  = 0"
3734 PRINT "                    [      w22² ] [          w22² ]                  0"
3798 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3800 N2=2 : SCREEN 2
```

```
3801 PRINT "            ( w/w22 )^4  -  (2+u) (w/w22)^2 + 1 = 0" :PRINT
3806 PRINT "      Cuyas raices son : " :PRINT
3808 PRINT "            ( w/w22 )^2 = ( 1 + u/2 ) _ [ u + (u/2)^2 ]^.5"
3810 LINE (308,32)-(308,36) : LINE (304,34)-(312,34)
3814 LOCATE 21,7 : PRINT "Hemos graficado la diferencia entre las dos frecuenc";
     : PRINT "ias naturales con-"
3816 PRINT " tra la relacion de masas, cuando u=0.2 las dos frecuencias  natur";
     : PRINT "ales son :"
3818 PRINT " w1 = .8011 w11  y  w2 = 1.2483 w11."
3820 FOR J=0 TO 10  STEP 2
3822 LOCATE -J+18,7 : PRINT USING "#.#"; J#.1 : NEXT J
3824 FOR I=0 TO 10 : LOCATE -I+18,11 : PRINT "-" : NEXT I
3826 FOR K=1 TO 4 : LOCATE 18,(13*K)+10 : PRINT "I"; : NEXT K
3830 LOCATE 19,22 : PRINT ".5            1           1.5          2"
3832 X=82 : Y=139
3836 LINE (X,Y-92)-(X,Y) : LINE (X,Y)-(X+500,Y)
3838 LINE (X-3,Y-89)-(X,Y-92)  : LINE -(X+3,Y-89)
3840 LINE (X+494,Y-2)-(X+500,Y) : LINE -(X+494,Y+2)
3844 LOCATE 6,9 : PRINT "u" : LOCATE 17,70 : PRINT "w/w11"
3846 LINE (X-3,Y+89)-(X,Y+92)  : LINE -(X+3,Y+89)
3850 PSET (X+.6*208,Y-68)
3852 FOR R=.6 TO 1.68 STEP .025
3854 TR=(R^2)+(1/(R)^2)-2
3856 LINE -(R*208+74,Y-TR*80) : NEXT R
3858 LINE (X,Y-16)-(X+252,Y-16),,,&HCCCC
3860 LINE (334,Y-16)-(334,Y),,,&HCCCC
3862 LINE (240,Y-16)-(240,Y),,,&HCCCC
3898 GOSUB 16000 : GOTO 3098
3900 CLS : SCREEN 0,0 : OPT=5 : S=0 : N2=1 : MI=3
3902 LOCATE  4,32 : PRINT "CAPITULO  5.2"
3904 LOCATE  8,28 : PRINT "n GRADOS DE LIBERTAD"
3906 LOCATE 12,22 : PRINT "1. MATRICES DE ECUACIONES DE MOVIMIENTO"
3908 LOCATE 13,22 : PRINT "2. COHEFICIENTES DE INFLUENCIA"
3910 LOCATE 14,22 : PRINT "3. ITERACION DE LA MATRIZ, EJEMPLO"
3912 LOCATE 15,22 : PRINT "4. REGRESO AL MENU ANTERIOR"
3914 GOSUB 15002
3916 ON O+S GOTO 4000,4200,4500,300
4000 SCREEN 2 : NP=1 : NF=4 : N2=2
4002 PRINT "     5.2.1  MATRICES DE ECUACIONES DE MOVIMIENTO."
4004 LOCATE 11,4 : PRINT " Consideremos que la masas m1, m2 y m3 van a ser des";
     : PRINT "plazadas una distancia"
4006 PRINT " x1,x2 y x3 respectivamente a partir de su posicion de equilibrio.";
     : PRINT " Para :"
4008 LOCATE 13,32 :PRINT "x3 > x2 > x1"
4010 FOR I=5 TO 7 : LOCATE I,10 : PRINT "/" : NEXT I
4012 LOCATE 8,10:PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / /"
4014 Y1=30 : Y2=56 : LINE (78,Y1)-(78,Y2) : LINE -(504,Y2)
4016 X=78 : Y=43 : GOSUB 37500
4018 LINE (166,Y1)-(214,Y2),,B
4020 X=214 : GOSUB 37500
4022 LINE (302,Y1)-(350,Y2),,B : LINE (438,Y1)-(486,Y2),,B
4024 X=350 : GOSUB 37500
4026 LINE (190,Y1)-(190,14),,,&HCCCC : LINE (326,Y1)-(326,14*Z),,,&HCCCC :
     LINE (462,Y1)-(462,14),,,&HCCCC
```

```
4028 X=190 :Y=22 :GOSUB 40000 :X=326 :GOSUB 40000 :X=462 : GOSUB 40000
4030 LOCATE 6,24 :PRINT "m1" :LOCATE 6,41 :PRINT "m2" :LOCATE 6,58 :PRINT "m3"
4032 LOCATE 5,15 :PRINT "K1" :LOCATE 5,32 :PRINT "K2" :LOCATE 5,50 :PRINT "K3"
4034 LOCATE 3,31 :PRINT "x1" :LOCATE 3,48 :PRINT "x2" :LOCATE 3,65 :PRINT "x3"
4036 X=54 :Y=123 :GOSUB 37500 :X=254 :GOSUB 37500 :X=454 :GOSUB 37500
4038 X=62 :GOSUB 39000 :X=134 :GOSUB 40000 : X=262 :GOSUB 39000
4040 X=334:GOSUB 40000 :X=462 :GOSUB 39000 : X=534 :GOSUB 40000
4042 LOCATE 20,4 : PRINT "k1*x1" : LOCATE 20,18 : PRINT "K2(x2-x1)" : LOCATE
     20,47 : PRINT "K3(x3-x2)"  : LOCATE 20,30 : PRINT "K2(x2-x1)"
4044 LOCATE 21,13 :PRINT "m1" :LOCATE 21,42:PRINT "m2" :LOCATE 21,71 :PRINT"m3"
4046 LOCATE 20,59 : PRINT "K3(x3-x2)"
4048 LINE (76,150)-(124,176),,B :LINE (308,150)-(356,176),,B
4050 X=76 : Y=163 :GOSUB 39000 :X=124 :GOSUB 40000 :X=308 :GOSUB 39000
4052 LINE (540,150)-(588,176),,B
4054 X=356 : GOSUB 40000 : X=540 : GOSUB 39000
4056 GOSUB 16000
4058 ON MP GOTO 4000,4060,4090,4124
4060 LOCATE  1,6  :PRINT "Las ecuaciones de movimiento son :"
4062 LOCATE  3,14 :PRINT "    - K1*x1 + K2(x2 - x1) = m1(d2x1/dt2)"
4064 LOCATE  5,14 :PRINT "- K2(x2-x1) + K3(x3 - x2) = m2(d2x2/dt2)"
4066 LOCATE  6,14 :PRINT "           - K3(x3 - x2) = m3(d2x3/dt2)"
4068 LOCATE  8,6  :PRINT "En un modo principal todas las partes se mueven con ";
     :PRINT "la misma frecuencia:"
4070 LOCATE 10,25 :PRINT "x1 = X1 Sen(wt)"
4072 LOCATE 11,25 :PRINT "x2 = X2 Sen(wt)"
4074 LOCATE 12,25 :PRINT "x3 = X3 Sen(wt)" : PRINT
4076 PRINT "     Reemplazando en las ecuaciones y representandolas en forma ma";
     :PRINT "tricial :" : PRINT :PRINT
4078 PRINT "   ┌ (K1 + K2 - m1*w²)       - K2              0          ┐ ┌  X1 ┐ ┌
4080 PRINT "   │                                                       │ │     │ │
4082 PRINT "   │       - K2         (K2 + K3 -m2*w²)      -K3         │ │ X2  │ │ =  0
4084 PRINT "   │                                                       │ │     │ │
4086 PRINT "   └         0              - K2          (K3 - m3*w²)    ┘ └ X3  ┘ └
4088 GOSUB 16000 : GOTO 4058
4090 PRINT "     Sin importar el numero de grados de libertad, la matriz de la";
     : PRINT "s ecuacio-"
4092 PRINT " nes de movimiento es cuadrada, ya que existe una ecuación de movi";
     : PRINT "miento por"
4094 PRINT " cada grado de libertad. Para que la solución no sea trivial:" :
     PRINT :PRINT
4096 PRINT "          ┌ (K1 + K2 - m1*w²)       - K2              0          ┐
4098 PRINT "          │                                                       │
4100 PRINT "   Det    │       - K2         (K2 + K3 -m2*w²)      -K3         │ =  0
4102 PRINT "          │                                                       │
4104 PRINT "          └         0              - K2          (K3 - m3*w²)    ┘" :
     PRINT : PRINT
4106 PRINT "     Este determinante nos llevara a la ecuación de frecuencia, cu";
     : PRINT "yas raices"
4108 PRINT " w1², w2², w3² son los valores característicos del sistema. Otra f";
     : PRINT "orma  para"
4110 PRINT " las ecuaciones de movimiento es :" :PRINT :PRINT
4112 PRINT "   ┌ K1 + K2     -K2        0 ┐ ┌  X1 ┐     ┌ m1   0    0 ┐ ┌  X1 ┐ ┌
4114 PRINT "   │                           │ │     │     │             │ │     │ │
```

```
4116 PRINT "   |   -K2     K2 + K3    -K3 | | X2 | = w² | 0    m2   0 | | ẍ2 |"
4118 PRINT "   |                          | |    |      |             | |    |"
4120 PRINT "   |_   0        -K2       K3 |_| X3 |_     |_0    0   m3 |_| ẍ3 |_"
4122 GOSUB 16000 : GOTO 4058
4124 PRINT "     Las ecuaciones de movimiento pueden ser representadas por:" :
     PRINT
4126 PRINT "                          [K] {X} = w² [M] {X}" :PRINT
4128 PRINT "     Donde [K] es la matriz de rigidez y [M] es la matriz de masa.":
     PRINT
4130 PRINT "     Multiplicando por la matriz inversa de masa [M^-1] :": PRINT
4132 PRINT "                  [M^-1] [K] {X} = w² [M^-1] [M] {X}" :PRINT
4134 PRINT "     [M^-1] [M] = [I]  y si :   [A] = [M^-1] [K]" :PRINT
4136 PRINT "                          [A] {X} = w² {X}" :PRINT
4138 PRINT "     Este es el valor característico o valor propio del sistema,qu";
     : PRINT "e se cum-"
4140 PRINT " ple para cada vector característico [Xn] correspondiente a una  f";
     : PRINT "recuencia"
4142 PRINT " natural wn²." : PRINT
4144 PRINT "     Entonces una forma de resolver el problema es hallando el det";
     : PRINT "terminan-"
4146 PRINT " te y resolviendo la ecuación de frecuencia resultante, pero  exis";
     : PRINT "te   otro"
4148 PRINT " método que es el de iteración de la matriz [A], a través del vect";
     : PRINT "or propio" : PRINT " {X}."
4150 GOSUB 16000 : GOTO 4058
4200 SCREEN 2 : NP=1 : NF=3 : N2=2
4202 PRINT "     5.2.2  COHEFICIENTES DE INFLUENCIA." :PRINT  :PRINT
4204 PRINT "     Los cohéficientes de influencia aij son ampliamente utilizado";
     : PRINT "s en inge-
4206 PRINT " niería estructural, indican el desplazamiento en i debido a una c";
     : PRINT "arga apli-"
4208 PRINT " cada en j."
4210 FOR I=10 TO 12 : LOCATE I,10 : PRINT "/" : NEXT I
4212 LOCATE 13,10:PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / /"
4214 Y1=70 : Y2=96 : LINE (78,Y1)-(78,Y2) : LINE -(504,Y2)
4216 X=78 : Y=83 : GOSUB 37500
4218 LINE (166,Y1)-(214,Y2),,B
4220 X=214 : GOSUB 37500
4222 LINE (302,Y1)-(350,Y2),,B : LINE (438,Y1)-(486,Y2),,B
4224 X=350 : GOSUB 37500
4226 LINE (190,Y1)-(190,54#Z),,,&HCCCC : LINE (326,Y1)-(326,54),,,&HCCCC :
     LINE (462,Y1)-(462,54),,,&HCCCC
4228 X=190 :Y=62 :GOSUB 40000 :X=326 :GOSUB 40000 :X=462 : GOSUB 40000
4230 LOCATE 11,24 :PRINT "m1" :LOCATE 11,41 :PRINT "m2" :LOCATE 11,58 :
     PRINT "m3"
4232 LOCATE 10,15 :PRINT "K1" :LOCATE 10,32 :PRINT "K2" :LOCATE 10,50 :
     PRINT "K3"
4234 LOCATE 7,26 :PRINT "-m1(d2x1/dt2)" :LOCATE 7,43 :PRINT "-m2(d2x2/dt2)" :
     LOCATE 7,60 :PRINT "-m3(d2x3/dt2)"
4236 LOCATE 15,6 : PRINT "El desplazamiento total xi esta dado por la suma de ";
     : PRINT "los desplazamientos"
4238 PRINT " ocasionados por todas las cargas aplicadas :" :PRINT
```

```
4240 PRINT "                          xi = ai1$F1 + ai2$F2 + ai3$F3 + ....." :PRINT
4242 PRINT "     Las fuerzas estaticas se han reemplazado por fuerzas inercial";
     : PRINT "es, lo cual"
4244 PRINT " nos lleva al siguiente conjunto de ecuaciones de movimiento :"
4246 GOSUB 16000
4248 ON NP GOTO 4200,4250,4278
4250 PRINT "     x1 = -a11$m1$(d2x1/dt2) -a12$m2$(d2x2/dt2) - a13$m3$(d2x3/dt2)"
     :PRINT
4252 PRINT "     x2 = -a21$m1$(d2x1/dt2) -a22$m2$(d2x2/dt2) - a23$m3$(d2x3/dt2)"
     :PRINT
4254 PRINT "     x3 = -a31$m1$(d2x1/dt2) -a32$m2$(d2x2/dt2) - a33$m3$(d2x3/dt2)"
     :PRINT
4256 PRINT "     Reemplazando la aceleración :" :PRINT
4258 PRINT "           X1 =  a11$m1$w²$X1 + a12$m2$w²$X2 + a13$m3$w²$X3":PRINT
4260 PRINT "           X2 =  a21$m1$w²$X2 + a22$m2$w²$X2 + a23$m3$w²$X3":PRINT
4262 PRINT "           X3 =  a31$m1$w²$X2 + a32$m2$w²$X2 + a33$m3$w²$X3":PRINT
4264 PRINT "     En forma matricial :" :PRINT :PRINT
4266 PRINT "            ┌ a11$m1   a12$m2   a13$m3 ┐ ┌ X1 ┐      ┌ X1 ┐"
4268 PRINT "            │                          │ │    │  1   │    │="
4270 PRINT "            │ a21$m1   a22$m2   a23$m3 │ │ X2 │ = -- │ X2 │="
4272 PRINT "            │                          │ │    │  w²  │    │="
4274 PRINT "            └ a31$m1   a32$m2   a33$m3 ┘ └ X3 ┘      └ X3 ┘"
4276 GOSUB 16000 : GOTO 4248
4278 PRINT : PRINT "     Estas ecuaciones son de la forma :" :PRINT
4280 PRINT "                                   1 "
4282 PRINT "                          [B] {X} = -- {X}"
4284 PRINT "                                   w²" :PRINT
4286 PRINT "     Lo cual es semejante a la ecuación finalmente obtenida en la ";
     : PRINT " sección"
4288 PRINT " anterior en donde en lugar de la matriz [A] se tiene la matriz [B";
     : PRINT "] y reem-"
4290 PRINT " plazando al módulo w² tenemos a su recíproco." :PRINT
4292 PRINT "     También podemos hacer una iteración sobre la matriz [B] a tra";
     : PRINT "vés  del"
4294 PRINT " vector propio {X} y hallar las frecuencias naturales." :PRINT
4296 GOSUB 16000 : GOTO 4248
4500 CLS : NP=1 : NF=6 : N2=1
4502 PRINT "     5.2.3  EL METODO DE ITERACION DE LA MATRIZ." :PRINT
4504 PRINT "     Considere un conjuunto de ecuaciones de la siguiente forma :" :
     PRINT :PRINT
4506 PRINT "            ┌ a11$m1   a12$m2   a13$m3 ┐ ┌ X1 ┐      ┌ Xi ┐"
4508 PRINT "            │                          │ │    │  1   │    │="
4510 PRINT "            │ a21$m1   a22$m2   a23$m3 │ │ X2 │ = -- │ X2 │="
4512 PRINT "            │                          │ │    │  w²  │    │="
4514 PRINT "            └ a31$m1   a32$m2   a33$m3 ┘ └ X3 ┘      └ X3 ┘" ;
     PRINT :PRINT
4516 PRINT "     Se asume un juego de valores para las amplitudes, empezando p";
     : PRINT "or Xi=1"
4518 PRINT " y X2, X3  valores arbitarios . Sustituyendo estos valores en el i";
     : PRINT "ado iz-"
4520 PRINT " quierdo de la ecuación obtendremos otro juego de valores :" :PRINT
     : PRINT
4522 PRINT "          ┌ δ1 ┐       ┌  1  ┐                        ┌ i ┐"
```

```
4524 PRINT "          ⎡    ⎤   ⎡    ⎤   ⎡      ⎤                    ⎡    ⎤"
4526 PRINT "          ⎢ δ2 ⎥ = δ1⎢δ2/δ1⎥ ; que no es igual a ⎢ X2 ⎥"
4528 PRINT "          ⎢    ⎥   ⎢    ⎥   ⎢      ⎥                    ⎢    ⎥"
4530 PRINT "          ⎣ δ3 ⎦   ⎣δ3/δ1⎦                    ⎣ X3 ⎦"
4532 GOSUB 16000
4534 ON NP GOTO 4500,4536,4562,4620,4652,4686
4536 PRINT "     El vector asumido no es el vector caracteristico, realizamos ";
     : PRINT "una se-"
4538 PRINT " gunda aproximación  con el vector :"
4540 LOCATE 5,34 :PRINT "┌   1   ┐"
4542 LOCATE 6,34 :PRINT "│       │"
4544 LOCATE 7,34 :PRINT "│ δ2/δ1 │"
4546 LOCATE 8,34 :PRINT "│       │"
4548 LOCATE 9,34 :PRINT "└ δ3/δ1 ┘" :PRINT :PRINT
4550 PRINT "      El cual volvemos a remplazar en la ecuación. Este proceso lo";
     : PRINT " reali-"
4552 PRINT " hasta que encontremos un vector que reemplazado en la ecuación se";
     : PRINT " repro-"
4554 PRINT " duzca a sí mismo." :PRINT  :PRINT
4556 PRINT "      Para demostrar la utilidad de este método presentamos el  si";
     : PRINT "guiente"
4558 PRINT " ejemplo :"
4560 GOSUB 16000 : GOTO 4534
4562 SCREEN 2 : M2=2
4564 LOCATE 9,7 : PRINT "Mediante la iteracion de la matriz vamos a encontrar ";
     : PRINT "la frecuencia natu-"
4566 PRINT " ral mas baja de este sistema.  para   x3 > x2 > x1 :"
4568 FOR I=4 TO 6 : LOCATE I,5 : PRINT "/" : LOCATE I,68 : PRINT "/" : NEXT I
4570 LOCATE 7,5 : PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / / ";
     : PRINT " / / / / / /"
4572 Y1=22: Y2=48 : LINE (38,Y1)-(38,Y2) : LINE -(536,Y2) : LINE -(536,Y1)
4574 X=38 : Y=35 : GOSUB 37500
4576 LINE (126,Y1)-(174,Y2),,B
4578 X=174 : GOSUB 37500
4580 LINE (262,Y1)-(310,Y2),,B : LINE (398,Y1)-(446,Y2),,B
4582 X=310 : GOSUB 37500 : X=446 : GOSUB 37500
4584 LINE (150,Y1)-(150,6),,,&HCCCC : LINE (286,Y1)-(286,6),,,&HCCCC :
     LINE (422,Y1)-(422,6),,,&HCCCC
4586 X=150 :Y=14 :GOSUB 40000 :X=286 :GOSUB 40000 :X=422 : GOSUB 40000
4588 LOCATE 5,20 :PRINT "m" :LOCATE 5,36 :PRINT "2m" :LOCATE 5,53 :PRINT "3m"
4590 LOCATE 4,11 :PRINT "K" :LOCATE 4,28 :PRINT "K"  :LOCATE 4,45 :PRINT "K" :
     LOCATE 4,62 :PRINT "K"
4592 LOCATE 2,26 :PRINT "x1" :LOCATE 2,43 :PRINT "x2" :LOCATE 2,60 :PRINT "x3"
4594 LOCATE 13,1 : PRINT "K*x1" : LOCATE 13,14 : PRINT "K(x2-x1)" : LOCATE 13,42
     : PRINT "K(x3-x2)"  : LOCATE 13,27 : PRINT "K(x2-x1)"
4596 LOCATE 14,10 :PRINT "m" :LOCATE 14,38:PRINT "2m" :LOCATE 14,66 :PRINT"3m"
4598 LOCATE 13,55 : PRINT "K(x3-x2)" :LOCATE 13,71 :PRINT "K*x3"
4600 LINE (52,94)-(100,120),,B : LINE (276,94)-(324,120),,B
4602 X=52 : Y=107 :GOSUB 39000 :X=100 :GOSUB 40000 :X=276 :GOSUB 39000
4604 LINE (500,94)-(548,120),,B
4606 X=324 : GOSUB 40000 : X=500 : GOSUB 39000 : X=548 : GOSUB 40000
4608 LOCATE 17,7 : PRINT "Las ecuaciones de movimiento son :" :PRINT
```

```
4610 LOCATE 19,20 :PRINT"-K*x1 + K(x2-x1) = m*(d2x1/dt2)"
4612 LOCATE 20,16 :PRINT"-K(x2-x1) + K(x3-x2) = 2*m*(d2x2/dt2)"
4614 LOCATE 21,20 :PRINT"-K(x3-x2) - K*x3 = 3*m*(d2x3/dt2)"
4616 LOCATE 23,7 : PRINT "Que pueden ser llevadas a la siguiente forma:"
4618 GOSUB 16000 : GOTO 4534
4620 LOCATE  1,20 :PRINT"2*K*x1 - K*x2          = m*w²*X1"
4622 LOCATE  2,20 :PRINT"-K*x1 + 2*K*x2 - K*x3 = 2*m*w²*X2"
4624 LOCATE  3,20 :PRINT"      - K*x2 + 2*K*x3 = 3*m*w²*X3"
4626 LOCATE  5,9  :PRINT"Realizando operaciones entre las tres ecuaciones :"
4628 LOCATE  7,20 :PRINT"4*K*X1 = 3*m*w²*X1 + 4*m*w²*X2 + 3*m*w²*X3"
4630 LOCATE  8,20 :PRINT"2*K*X2 =   m*w²*X1 + 4*m*w²*X2 + 3*m*w²*X3"
4632 LOCATE  9,20 :PRINT"4*K*X3 =   m*w²*X1 + 4*m*w²*X2 + 9*m*w²*X3"
4634 LOCATE 11,9  :PRINT"Comparando con las ecuaciones :"
4636 LOCATE 13,20 :PRINT "X1 =  a11*m1*w²*X1 + a12*m2*w²*X2 + a13*m3*w²*X3"
4638 LOCATE 14,20 :PRINT "X2 =  a21*m1*w²*X2 + a22*m2*w²*X2 + a23*m3*w²*X3"
4640 LOCATE 15,20 :PRINT "X3 =  a31*m1*w²*X2 + a32*m2*w²*X2 + a33*m3*w²*X3"
4642 LOCATE 17,9  :PRINT"Los coheficientes de influencia son :"
4644 LOCATE 19,20 :PRINT"a11 = 3/(4*K)     a12 = 1/(2*K)     a13 = 1/(4*K)"
4646 LOCATE 21,20 :PRINT"a21 = 1/(2*K)     a22 = 1/K         a23 = 1/(2*K)"
4648 LOCATE 23,20 :PRINT"a31 = 1/(4*K)     a32 = 1/(2*K)     a33 = 3/(4*K)"
4650 GOSUB 16000 : GOTO 4534
4652 LOCATE 1,9 :PRINT "Dividiendo para w² las ecuaciones de movimiento son :"
4654 LOCATE 3,9 :PRINT "┌ (3*m/4*K)    m/K    (3*m)/(4*K) ┐ ┌  X1 ┐       ┌ X1'' ┐"
4656 LOCATE 4,9 :PRINT "│                                  │ │    │   1   │      │"
4658 LOCATE 5,9 :PRINT "│  m/(2*K)    2*m/K   (3*m)/(2*K) │ │ X2 │ = --- │ X2'' │"
4660 LOCATE 6,9 :PRINT "│                                  │ │    │   w²  │      │"
4662 LOCATE 7,9 :PRINT "└  m/(4*K)     m/K    (9*m)/(4*K) ┘ └ X3 ┘       └ X3'' ┘"
4664 LOCATE 9,9 :PRINT "Simplificando :"
4666 LOCATE 11,9:PRINT "┌ .75    1     .75 ┐ ┌ X1 ┐     K     ┌ X1 ┐"
4668 LOCATE 12,9:PRINT "│ .5     2     1.5 │ │ X2 │ = ---- * │ X2 │"
4670 LOCATE 13,9:PRINT "└ .25    1     2.25┘ └ X3 ┘    m*w²   └ X3 ┘"
4672 LOCATE 15,9:PRINT "Tomando como vector de prueba X1 = 1, X2 = 2 , X3 = 3"
4674 LOCATE 17,9:PRINT "┌ .75    1     .75 ┐ ┌ 1 ┐   ┌ 2.5 ┐       ┌  1  ┐"
4676 LOCATE 18,9:PRINT "│ .5     2     1.5 │ │ 1 │ = │  4  │ = 2.5 │ 1.6 │"
4678 LOCATE 19,9:PRINT "└ .25    1     2.25┘ └ 1 ┘   └ 3.5 ┘       └ 1.4 ┘"
4680 LOCATE 21,9:PRINT "Una primera aproximación es K/(m*w²) = 2.5 , un vector";
     : PRINT " de prueba"
4682 LOCATE 22,9:PRINT "mejorado es X1 =1, X2 = 1.6, X3 = 1.4 :"
4684 GOSUB 16000 : GOTO 4534
4686 LOCATE 1,9 :PRINT "Realizando iteraciones sucesivas :"
4688 LOCATE 3,9 :PRINT "┌ .75    1     .75 ┐ ┌  1  ┐   ┌ 3.4  ┐       ┌  1  ┐"
4690 LOCATE 4,9 :PRINT "│ .5     2     1.5 │ │ 1.6 │ = │ 5.8  │ = 3.4 │1.706│"
4692 LOCATE 5,9 :PRINT "└ .25    1     2.25┘ └ 1.4 ┘   └  5   ┘       └1.471┘"
4694 LOCATE 7,9 :PRINT "┌ .75    1     .75 ┐ ┌  1  ┐   ┌ 3.56 ┐       ┌  1  ┐"
4696 LOCATE 8,9 :PRINT "│ .5     2     1.5 │ │1.706│ = │6.118 │ = 3.56 │1.72 │"
4698 LOCATE 9,9 :PRINT "└ .25    1     2.25┘ └1.471┘   └5.266 ┘       └1.48 ┘"
4700 LOCATE 11,9:PRINT "┌ .75    1     .75 ┐ ┌  1  ┐   ┌ 3.58 ┐       ┌  1  ┐"
4702 LOCATE 12,9:PRINT "│ .5     2     1.5 │ │1.72 │ = │6.16  │ = 3.58 │1.7206│"
4704 LOCATE 13,9:PRINT "└ .25    1     2.25┘ └1.48 ┘   └ 5.3  ┘       └1.4804┘"
4706 LOCATE 15,9:PRINT "Se observa que las diferencias se van acortando por ta";
     : PRINT "nto :"
4708 LOCATE 17,20:PRINT " K                              K"
4710 LOCATE 18,20:PRINT "---- = 3.58   ----->  w1² = 0.5285 -"
```

```
4712 LOCATE 19,20:PRINT "m#w²                                    m"
4714 LOCATE 21,20:PRINT "X1 = 1        X2 = 1.7206       X3 = 1.4804"
4716 GOSUB 16000 : GOTO 4534
5000 RUN "vibra6"
```

1.3.5 Listado Programa "VIBRA6"

```
4000 CLS : OPT=5 : S=0 : N2=1
4002 LOCATE  5,32 : PRINT "CAPITULO  5.3"
4004 LOCATE  9,30 : PRINT "VIBRACION TORSIONAL"
4006 LOCATE 13,24 : PRINT "1. SISTEMAS DISCRETOS"
4008 LOCATE 14,24 : PRINT "2. ECUACIONES DE MOVIMIENTO"
4010 LOCATE 15,24 : PRINT "3. METODO DE HOLZER, EJEMPLO"
4014 LOCATE 16,24 : PRINT "4. REGRESO AL MENU ANTERIOR"
4016 GOSUB 15000
4018 ON O+S GOTO 4100,4200,4500
4020 RUN "vibra5"
4100 CLS : NP=1 : NF=1
4102 PRINT : PRINT "      5.3.1  SISTEMAS DISCRETOS" : PRINT : PRINT
4104 PRINT "      Muchos sistemas como los de un motor de combustión interna  ";
     : PRINT "con sus"
4106 PRINT " cigueñales, pistones volantes,etc. tienen muchos grados  de liber";
     : PRINT "tad. Es"
4108 PRINT " necesario simplificar el sistema,  para esto existen dos métodos.";
     : PRINT " En uno"
4110 PRINT " se sustituyen los pistones, volantes, generador, etc. por discos ";
     : PRINT "de iner-"
4112 PRINT " cias equivalentes, y los cigueñales, muñones de biela,etc. por  e";
     : PRINT "jes rec-"
4114 PRINT " tos de rigideses torsionales equivalentes, este método se conoce ";
     : PRINT " como el"
4116 PRINT " de sistemas discretos. Todos los ejes elásticos se suponen como  ";
     :PRINT "resortes"
4118 PRINT " sin masa, y los discos inersiales como masas puntuales." : PRINT :
     PRINT
4120 PRINT "      Como segunda alternativa, pueden distribuirse todas las iner";
     : PRINT "sias  y"
4122 PRINT " elasticidades como un solo sistema continuo o distribuido,este mé";
     : PRINT "todo es"
4124 PRINT " más exacto pero es aplicable solo a pocos tipos de  problemas, co";
     : PRINT "mo  los"
4126 PRINT " de una viga uniforme o una columna esbelta." :PRINT :PRINT
4128 PRINT "      En este capitulo nos referiremos a diversas formas de  resol";
     : PRINT "ver los"
4130 PRINT " sistemas hechos discretos."
4132 GOSUB 16000
4134 ON NP GOTO 4100
4200 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=5
4202 PRINT"       5.3.2  ECUACIONES DE MOVIMIENTO" : PRINT
4204 PRINT "       Considerese un sistema de dos discos unidos por un eje:"
4206 CIRCLE (228,51),26,,,,.7
4208 FOR J=4 TO 10 : LOCATE J,25 : PRINT "    " : NEXT J
4210 CIRCLE (219,51),26,,,,.7
4212 CIRCLE (384,51),26,,,,.7
4214 FOR J=4 TO 10 : LOCATE J,45 : PRINT "    " : NEXT J
4216 CIRCLE (375,51),26,,,,.7
```

```
4218 LOCATE 7,44 :PRINT " " :LOCATE 6,38 :PRINT "K" :LOCATE 10,28 :PRINT "I1" :
     LOCATE 10,48 :PRINT "I2"
4220 LINE (254,48)-(375,56),,B
4222 LOCATE 12,9 : PRINT "Las ecuaciones de movimiento son :" :PRINT
4224 PRINT"                I1(d201/dt2) + K(01 - 02) = 0" :PRINT
4226 PRINT"                I2(d202/dt2) - K(01 - 02) = 0" :PRINT
4228 PRINT"        Haciendo 01 = 01 Sen wt, y  02 = 02 sen wt, obtenemos la ec";
     :PRINT "uacion "
4230 PRINT"        de frecuencias :" :PRINT
4232 PRINT"                I1*I2*w^4 - K*(I1+I2)*w^2 = 0" :PRINT
4234 PRINT"        Cuyas raices son las frecuencias naturales del sistema :"
4236 GOSUB 16000
4238 ON NP GOTO 4200,4240,4290,4350,4400
4240 N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
4242 PRINT "                w1^2 = 0" :PRINT
4244 PRINT "                          - I1 + I2 - "
4246 PRINT "                w2^2 = K  -------   "
4248 PRINT "                          -  I1*I2  - " :PRINT
4250 PRINT "        Ya que una de las frecuencias naturales es cero, este es u";
     : PRINT "n sistema"
4252 PRINT " de dos grados de libertad degenerado." :PRINT
4254 PRINT "        Ahora consideremos un sistema formado por tres discos y do";
     : PRINT "s ejes e-"
4256 PRINT " lasticos :"
4258 LINE (200,28)-(200,43) : LINE (285,28)-(285,43)
4260 CIRCLE (188,123),26,,,,.7
4262 FOR J=13 TO 19 : LOCATE J,20 : PRINT "    " : NEXT J
4264 CIRCLE (179,123),26,,,,.7
4266 CIRCLE (328,123),26,,,,.7
4268 FOR J=13 TO 19 : LOCATE J,38 : PRINT "    " : NEXT J
4270 CIRCLE (319,123),26,,,,.7
4272 LOCATE 16,37 :PRINT " " :LOCATE 15,32 :PRINT "K1" :LOCATE 19,23 :PRINT "I1"
     :LOCATE 19,41 :PRINT "I2"
4274 LINE (214,120)-(313,128),,B
4276 CIRCLE (468,123),26,,,,.7
4278 FOR J=13 TO 19 : LOCATE J,56 : PRINT "    " : NEXT J
4280 CIRCLE (459,123),26,,,,.7
4282 LOCATE 16,55 :PRINT " " :LOCATE 15,49 :PRINT "K2" :LOCATE 19,58 :PRINT "I3"
     : PRINT :PRINT
4284 LINE (354,120)-(453,128),,B
4286 PRINT "        Utilizando las coordenadas 01,02,y 03 :"
4288 GOSUB 16000 : GOTO 4238
4290 N2=2 : SCREEN 2
4292 PRINT "         Si 01, 02, y 03 son a favor del reloj :"
4294 CIRCLE (95,43),26,,,,.7
4296 FOR J=3 TO 9 : LOCATE J,8 : PRINT "    " : NEXT J
4298 CIRCLE (83,43),26,,,,.7
4300 CIRCLE (312,43),26,,,,.7
4302 FOR J=3 TO 9 : LOCATE J,36 : PRINT "    " : NEXT J
4304 CIRCLE (303,43),26,,,,.7
4306 LINE (150,40)-(249,48),,B
4308 CIRCLE (532,43),26,,,,.7
4310 FOR J=3 TO 9 : LOCATE J,64 : PRINT "    " : NEXT J
```

```
4312 CIRCLE (523,43),26,,,,.7
4314 LINE (370,40)-(469,48),,B
4316 X=122 : Y=43
4318 CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.5708,1 :GOSUB 34506
4320 X=339 : CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.5078,1 : GOSUB 34506
4322 X=148 : CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.5078,1 : GOSUB 34510
4324 X=276 : CIRCLE (X,Y),13,,1.5078,4.7124,1 : GOSUB 34514
4326 X=242 : CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.5008,1 : GOSUB 34506
4328 X=371 : CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.570B,1 : GOSUB 34510
4330 X=462 : CIRCLE (X,Y),13,,4.7124,1.5078,1 : GOSUB 34506
4332 X=496 : CIRCLE (X,Y),13,,1.5078,4.7124,1 : GOSUB 34514
4334 LOCATE 9,14 : PRINT "K1(01-02)" : LOCATE 3,28 : PRINT "K1(01-02)" :LOCATE
     3,56 : PRINT "K2(02-03)" : LOCATE 9,42 : PRINT "K2(02-03)"
4336 LOCATE 12,10 : PRINT "Las ecuaciones de movimiento para cada disco son :"
4338 LOCATE 15,10 : PRINT "              - K1(01 -02) = I1(d201/dt2)"
4340 LOCATE 17,10 : PRINT "K1(01 - 02) - K2(02 -03) = I2(d202/dt2)"
4342 LOCATE 19,10 : PRINT "               K2(02 -03) = I3(d203/dt2)"
4344 LOCATE 22,10 : PRINT "Reemplazando 01 = 01 Sen wt, 02 = 02 Sen wt, y 03 ";
     : PRINT "= 03 Sen wt, las"
4346 PRINT "         ecuaciones llegan a ser :"
4348 GOSUB 16000 : GOTO 4238
4350 PRINT "                        (K1 - I1w²)01 - K102 = 0      (1)" :PRINT
4352 PRINT "       - K101 + (K1 + K2 - I2w²)02 - K203 = 0      (2)" :PRINT
4354 PRINT "                    - K202 + (K2 - I3w²)03 = 0      (3)" :PRINT :
     PRINT
4356 PRINT "         De las ecuaciones (1) y (3) :" :PRINT
4358 PRINT "                  K1                          K1 (K2 - I3w²)"
4360 PRINT "         01 = ---------- 02           02 = ---------------- 03"
4362 PRINT "              K1 - I1w²                      K2 (K1 - I1w²)"
4364 PRINT :PRINT "          Y en la ecuación (2) :" :PRINT :PRINT
4366 PRINT "         - K1²(K2 - I3w²)      (K1 + K2 - I2w²)(K2 - I3w²)"
4368 PRINT "         ----------------- 03 + ------------------------------ 03 -";
     : PRINT " K203"
4370 PRINT "           K2 (K1 - I1w²)                    K2" : PRINT :PRINT
4372 PRINT "         De esta última ecuación podemos obtener la ecuación de fr";
     : PRINT "ecuen-"
4374 PRINT "         cia :"
4398 GOSUB 16000 : GOTO 4238
4400 PRINT :PRINT "┌" : LOCATE 2,79 : PRINT "┐"
4402 PRINT "| (I1I2I3)w^6 - [ K1(I1I3 + I2I3) + K2(I1I2 + I1I3) ]w^4  ";
     : PRINT "           |"
4404 PRINT "|" : LOCATE 4,48 : PRINT "+ K1K2(I1 + I2 + I3)w^2 = 0 |"
4406 PRINT "└" :LOCATE 5,79 :PRINT "┘"
4408 FOR H=2 TO 5 STEP 3 :FOR I=2 TO 78 :LOCATE H,I :PRINT "─" :NEXT I :NEXT H :
     PRINT
4410 PRINT "         Existen tres valores característicos, uno de ellos es wi² ";
     : PRINT "=0 . Reem-"
4412 PRINT " plazando los valores característicos w² en las ecuaciones de movi";
     : PRINT "miento po-"
4414 PRINT " demos obtener las fracciones modales." : PRINT
4416 PRINT "         Resulta conveniente dar un valor 01 = 1 rad y expresar los";
     : PRINT " otros valo-"
4418 PRINT " res con respecto a éste." :PRINT
```

```
4420 PRINT "         02   K1 - I1*w²             03   K2 (K1 - I1*w²)"
4422 PRINT "         -- = ----------             -- = ----------------"
4424 PRINT "         01       K1                 01   K1 (K2 - I3*w²)"
4498 GOSUB 16000 : GOTO 4238
4500 N2=2 : SCREEN 2 : NP=1 : NF=10
4502 PRINT "       5.3.3  METODO DE HOLZER." : PRINT
4504 PRINT "       Este metodo de calculo se basa en la suposicion de que todo";
     :PRINT " sistema"
4506 PRINT " torsional oscila a una frecuencia w, si w fuese la frecuencia nat";
     :PRINT "ural, en-"
4508 PRINT " tonces se pueden mantener las amplitudes de oscilacion sin que ac";
     :PRINT "tue nin-"
4510 PRINT " gun par externo (vibracion libre)."
4514 Y=75 : CIRCLE (108,Y),26,,,,.7
4516 FOR J=8 TO 14 : LOCATE J,10 : PRINT "    " : NEXT J
4518 CIRCLE (99,Y),26,,,,.7
4520 CIRCLE (248,Y),26,,,,.7
4522 FOR J=8 TO 14 : LOCATE J,28 : PRINT "    " : NEXT J
4524 CIRCLE (239,Y),26,,,,.7
4526 LOCATE 10,27 :PRINT " " :LOCATE 9,22 :PRINT "K1" :LOCATE 13,13 :PRINT "I1"
     :LOCATE 13,31 :PRINT "I2"
4528 LINE (134,72)-(233,80),,B
4530 CIRCLE (388,Y),26,,,,.7
4532 FOR J=8 TO 14 : LOCATE J,46 : PRINT "    " : NEXT J
4534 CIRCLE (379,Y),26,,,,.7
4536 LOCATE 10,45 :PRINT " " : LOCATE 9,39 : PRINT "K2"
4538 LOCATE 13,48 : PRINT "I3" : LINE (274,72)-(373,80),,B
4540 CIRCLE (520,Y),26,,,,.7
4542 FOR J=8 TO 14 : LOCATE J,62 : PRINT "    " : NEXT J
4544 CIRCLE (511,Y),26,,,,.7
4546 LOCATE 10,61 : PRINT " " : LOCATE 9,55 : PRINT "Kn-1"
4548 LOCATE 13,64 : PRINT "In" : LINE (430,72)-(505,80),,B,&HCCCC
4550 PRINT "       El metodo de Holzer consiste en dar un valor arbitrario Øi";
     :PRINT " = 1 rad"
4552 PRINT " al primer disco y relacionar las otras amplitudes con este valor."
     :PRINT "
4554 PRINT "       Si  Ø1 = Ø1 Sen wt, Ø2 = Ø2 Sen wt, ..... Øn = Øn Sen wt"
     :PRINT
4556 PRINT "       El par necesario para hacer vibrar el primer disco es Ii w";
     :PRINT "^2 Sen wt,"
4558 PRINT " el cual proviene del eje de rigidez K1."
4596 GOSUB 16000
4598 ON NP GOTO 4500,4600,4650,4700,4800,4850,4900,4950,5000,5050
4600 PRINT "       El angulo de giro para el eje K1 es entonces (Ii*w²/Ki) Se";
     :PRINT "n wt con un"
4602 PRINT " valor máximo de (I1*w²/K1)." :PRINT
4604 PRINT "       Si la amplitud de giro de I1 es Ø1= 1 rad, entonces la amp";
     :PRINT "litud de I2"
4606 PRINT " es Ø2 = 1 - (I1*w²/K1).  Esto requiere un par torsional I2*w²*Ø2,";
     :PRINT " el cual es"
4608 PRINT " suministrado por la diferencia entre los pares izquierdo y derech";
     :PRINT "o del eje." :PRINT
4610 PRINT "       El par en K2 es  I1*w²*Ø1 + I2*w²*Ø2.  El angulo de giro d";
     :PRINT "el eje K2"
```

```
4612 PRINT " es  (I1*w²*01 + I2*w²*02)/K2" :PRINT
4614 PRINT "        Por tanto el disco 13 gira un ángulo 03 = 02 - (I1*w²*01 +";
     :PRINT " I2*w²*02)/K2" :PRINT
4616 PRINT "        De igual manera podemos seguir calculando hasta llegar al ";
     :PRINT "último disco :" :PRINT
4618 PRINT "                                    n   Ii*w²*0i"
4620 PRINT "                 0n =  0n-1 -  Σ  ---------"
4622 PRINT "                                  i=1    Ki-1 " :PRINT
4624 PRINT "                                          n   Ii*w²*0i"
4626 PRINT "        El par de torsion para Kn es      Σ  ---------"
4628 PRINT "                                         i=1    Ki-i " :PRINT
4648 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4650 PRINT : PRINT
4651 PRINT "       Pero como Kn no existe será necesario aplicar un par exteri";
     :PRINT "or Tex a In." :PRINT
4652 PRINT "       Será necesario efectuar diferentes calculos con diferentes ";
     :PRINT " valores  de"
4656 PRINT " w, hasta que finalmente el par residual sea practicamente cero." :
     PRINT
4658 PRINT "       Aunque este método es un poco laborioso tiene las ventajas ";
     :PRINT " de propor-"
4660 PRINT " cionar no solamente las frecuencias naturales, sino también la co";
     :PRINT "nfiguración"
4662 PRINT " completa del modo natural de vibración y el momento cortante a lo";
     :PRINT " largo  del"
4664 PRINT " eje elástico." :PRINT
4666 PRINT "       El desarrolllo de estos cálculos se ilustra más adecuadamen";
     :PRINT "te mediante"
4668 PRINT " un ejemplo especifico, el cual será presentado en la pantalla sig";
     :PRINT "uiente."
4698 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4700 N2=2 : SCREEN 2
4702 PRINT "        Determinar la frecuencia natural fundamental del siguient";
     :PRINT "e sistema en"
4704 PRINT " vibracion torsional"
4706 LINE (60,48)-(174,38) : LINE -(174,86) : LINE -(60,76) : LINE -(60,48)
4708 LINE (174,58)-(230,66),,B : LINE (230,54)-(250,70),,B  : LINE (250,58)-
     (306,66),,B :
4710 LINE (306,42)-(386,52) : LINE -(386,72) : LINE -(306,82): LINE -(306,42)
4712 LINE (386,60)-(430,64),,B : LINE (430,54)-(450,70),,B
4714 LINE (450,60)-(494,64),,B : LINE (494,44)-(570,80),,B
4716 LOCATE 12,10 : PRINT "Compresor" : LOCATE 12,41 : PRINT "Turbina" : LOCATE
     12,63 : PRINT "Generador"
4718 LOCATE  6,28 : PRINT "Acople" : LOCATE 6,53 : PRINT "Acople"
4720 LOCATE 10,26 : PRINT "K1" : LOCATE 10,35 : PRINT "K1" : LOCATE 10,51 :
     PRINT "K2" : LOCATE 10,59 : PRINT "K2"
4722 LOCATE 15,10 : PRINT "I(rotor del compresor)    = 10 Kg-m^2"
4724 LOCATE 16,10 : PRINT "I(rotor de la turbina)    =  5 Kg-m^2     Ki = 2 E6";
     : PRINT " N-m/rad"
4726 LOCATE 17,10 : PRINT "I(armadura del generador) =  5 Kg-m^2     K2 = 1 E6";
     : PRINT " N-m/rad"
4728 LOCATE 18,10 : PRINT "I(acople)                 =  1 Kg-m^2"
4730 LOCATE 20,10 : PRINT "El primer valor para w lo tomaremos aproximando el ";
     :PRINT "sistema a uno de"
```

```
4734 PRINT "  tres inercias y dos ejes, para esto sumamos las inersias de los ";
     :PRINT "acoples al"
4736 PRINT "  compresor y generador respectivamente y calculando rigideses equ";
     : PRINT "ivalentes"
4738 PRINT "  en serie de los ejes a los lados de los acoples";
4798 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4800 N2=2 : SCREEN 2
4802 LINE (120,12)-(150,64),,B : LINE (150,32)-(258,44),,B
4804 LINE (258,19)-(276,57),,B : LINE (276,35)-(400,41),,B
4806 LINE (400,18)-(420,58),,B : LOCATE 2,51 : PRINT "I=6"
4808 LOCATE 7,22 : PRINT "K = 1 E6" : LOCATE 7,39 : PRINT "K = 0.5 E6"
4810 LOCATE 1,16 : PRINT "I=11" : LOCATE 2,33 : PRINT "I=5"
4812 LOCATE 11,9 : PRINT "En la seccion anterior hemos visto que la ecuacion d";
     :PRINT "e frecuencia pa-"
4814 PRINT "  ra este sistema es :" :PRINT
4816 PRINT "  (I1*I2*I3)*w^6 - [ K1(I1*I3 + I2*I3) + K2(I1*I2 + I1*I3) ]*w^4
4818 LOCATE 15,48 : PRINT "+ K1*K2*(I1 + I2 + I3)*w^2 = 0" :PRINT
4820 PRINT "        Reemplazando valores :" :PRINT
4822 PRINT "    330*w^6 - [ (1E6)*(66 + 30) + (0.5E6)*(55 + 66) ]*w^4"
4824 LOCATE 20,42 : PRINT "+ (1E6)*(0.5E6)*(11 + 5 + 6)*w^2 = 0" :PRINT
4826 PRINT "        La ecuacion de frecuencia es entonces :"
4848 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4850 PRINT "              w^2 * ( w^4 - 474242.42 w^2 + 3.33 E10 ) = 0" : PRINT
4852 PRINT "    Las raices son     w1²=8.6 E4 ,  w2²=3.9 E5 :" :PRINT
4854 PRINT "    Asumimos como la primera frecuencia fundamental :":PRINT
4856 PRINT "                  Primera suposición ;  w²= 86000" :PRINT
4858 PRINT "
4860 PRINT "        | n | In |   On   | (Inw²Oi) | Σ(Inw²Oi) |   Kn   | Σ(Inw²Oi)/K |
4862 PRINT "
4864 PRINT "        | 1 | 10 |   1    |  8.6  E5 |  8.6 E5  | 2 E6   |    0.43     |
4866 PRINT "        | 2 |  1 |  0.57  |  0.49 E5 |  9.1 E5  | 2 E6   |   0.4543    |
4868 PRINT "        | 3 |  5 | 0.1155 | 0.496 E5 | 9.586 E5 | 1 E6   |   0.9586    |
4870 PRINT "        | 4 |  1 |-0.8431 |-0.725 E5 | 8.861 E5 | 1 E6   |   0.8861    |
4872 PRINT "        | 5 |  5 |--1.729 | 7.435 E5 | 1.426 E5 |   -    |      -      |
4874 PRINT "
     : PRINT
4876 PRINT "    La tercera columna es la amplitud angular de cada disco, la cu";
     : PRINT "arta es"
4878 PRINT "    el par torsional de inersia de cada disco, la quinta es el par";
     :PRINT " torsio-"
4880 PRINT "    nal del eje más alla del disco en cuestión, la sexta nos indic";
     : PRINT "a   las"
4882 PRINT "    flexibilidades y la sexta columna es el angulo de alabeo de ca";
     : PRINT "da eje."
4898 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4900 N2=2 : SCREEN 2
4902 PRINT "          El ultimo valor obtenido es la suma de los pares de iner";
     : PRINT "sia de"
4904 PRINT "     todos los discos, se requiere un par torsor externo de 1.426 ";
     : PRINT "E5 N-m"
4906 PRINT "     para impulsar el sistema de cinco masas, si el valor de  w  a";
     : PRINT "sumido"
```

```
4908 PRINT "     fuera una frecuencia natural el torque externo seria cero." :
     PRINT
4910 PRINT "          Para valores diferentes de w^2 es facil comprobar que el";
     : PRINT " torque"
4912 PRINT "     externo (quinta columna) presenta el siguiente comportamiento.
4914 X=176 : Y=90 : GOSUB 31200 : PSET (X,Y) : PI=3.1416
4916 FOR I=0 TO PI STEP .31416 : Y1=12*SIN(I)
4918 LINE -(X,Y-Y1) : X=X+5 : NEXT I
4920 FOR J=I TO 2*PI STEP .31416 : Y1=14*SIN(J)
4922 LINE -(X,Y-Y1) : X=X+9 : NEXT J
4924 FOR K=J TO 3.1*PI STEP .31416 : Y1=21*SIN(K)
4926 LINE -(X,Y-Y1) : X=X+14 : NEXT K
4928 LOCATE 9,19 : PRINT "Tex" : LOCATE 12,58 : PRINT "w^2"
4930 LOCATE 11,29 : PRINT "w1" : LOCATE 11,36 : PRINT "w2" : LOCATE 11,53 :
     PRINT "w3"
4932 LOCATE 17,11 : PRINT "En este caso tratamos de obtener la primera frecuen";
     : PRINT "cia  natural"
4934 PRINT "     para nuestra primera suposicion otuvimos un par torsional  po";
     : PRINT "sitivo,"
4936 PRINT "     de acuerdo con el grafico el valor de w^2 fue muy bajo, ya qu";
     : PRINT "e si hu-"
4938 PRINT "     biera sido muy grande el par torsional hubiera resultado nega";
     : PRINT "tivo." : PRINT
4940 PRINT "          Entonces debemos asumir un valor de w^2 un poco mayor."
4948 GOSUB 16000 : GOTO 4598
4950 PRINT "                    Segunda suposición ;  w²= 1 E5" :PRINT
4952 PRINT "
4954 PRINT "       | n | In |  On  | (Inw²Oi) | Σ(Inw²Oi) |  Kn  | Σ(Inw²Oi)/K |
4956 PRINT "
4958 PRINT "       | 1 | 10 |   1  |  10  E5  |  10  E5   | 2 E6 |     0.5     |
4960 PRINT "       | 2 |  1 |  0.5 |  0.5 E5  | 10.5 E5   | 2 E6 |    0.525    |
4962 PRINT "       | 3 |  5 |-0.025|-0.125 E5 |10.375E5   | 1 E6 |   1.0375    |
4964 PRINT "       | 4 |  1 |-1.0625|-1.062 E5|9.313 E5   | 1 E6 |   0.9313    |
4966 PRINT "       | 5 |  5 |-1.9938| -9.97 E5 |-0.657E5   |  -   |      -      |
4968 PRINT "
     : PRINT
4970 PRINT "          Ahora w^2 es muy alta y tenemos un par torsional resultan";
     : PRINT "te ne-"
4972 PRINT "     gativo, sin embargo tenemos dos puntos muy cercanos de la curv";
     : PRINT "a, po-"
4974 PRINT "     demos interpolar linealmente y tomar por tercera suposición :" :
     PRINT
4976 PRINT "                              1,426 "
4978 PRINT "       w^2 = 86000 + ------------- (100000 - 86000)  =  95564"
4980 PRINT "                        1.426 + 0.657 " :PRINT
4982 PRINT "          Los resultados son :"
4998 GOSUB 16000 : GOTO 4598
5000 PRINT "                    Tercera suposición ;  w²= 0.956 E5" :PRINT
5002 PRINT "
5004 PRINT "       | n | In |  On  | (Inw²Oi) | Σ(Inw²Oi) |  Kn  | Σ(Inw²Oi)/K |
5006 PRINT "
5008 PRINT "       | 1 | 10 |   1  |  9.56 E5 |  9.56 E5  | 2 E6 |    0.478    |
```

```
5010 PRINT "       | 2 |  1 | 0.522 |  0.5  E5 |10.06 E5 |  2 E6  |   0.503   |
5012 PRINT "       | 3 |  5 | 0.019 |  0.09 E5 |10.15 E5 |  1 E6  |   1.015   |
5014 PRINT "       | 4 |  1 |-0.996 |-0.952 E5 |9.197 E5 |  1 E6  |   0.92    |
5016 PRINT "       | 5 |  5 |-1.916 | -9.16 E5 |0.037 E5 |   -    |     -     |
5018 PRINT "       |___|____|_______|__________|_________|________|___________|"
     : PRINT
5020 PRINT "          En esta ocasión el par torsional resultante es insignifi";
     : PRINT "cante, "
5022 PRINT "    por lo que podemos decir que esta es la primera frecuencia nat";
     : PRINT "tural:"
5024 LOCATE 16,30 : PRINT "w1²=95600 rad/seg" :PRINT
5026 PRINT "          La tercera columna nos da la configuración del vector mo";
     : PRINT "dal del"
5028 PRINT "    sistema, y la quinta columna es una evalución del momento cort";
     : PRINT "ante en"
5030 PRINT "    el eje." :PRINT
5032 PRINT "          Lo que sigue es una representación gràfica de estos dos ";
     : PRINT "últimos"
5034 PRINT "    valores."
5048 GOSUB 16000 : GOTO 4598
5050 N2=2 : SCREEN 2
5052 LOCATE 2,4 :PRINT "Øn (rad)": LOCATE 1,18 : PRINT "1.000"
5054 LOCATE 2,31 : PRINT "0.522" : LOCATE 3,44 : PRINT "0.019"
5056 LOCATE 6,56 : PRINT "-0.996": LOCATE 8,68 : PRINT "-1.916"
5058 LOCATE 13,4 : PRINT "M (N-m)": LOCATE 10,19 : PRINT "956000"
5060 LOCATE 10,33: PRINT "1006000" : LOCATE 10,46 : PRINT "1015000"
5062 LOCATE 10,59: PRINT "919700"
5064 X=60 : Y=24 : LINE (X,Y)-(570,Y)
5066 LINE (114,Y)-(114,Y-20),,,&HCCCC : LINE -(240,Y-10.4) : LINE -(346,Y-.4)
5068 LINE -(440,Y+20) :LINE -(532,Y+38.3) : LINE -(532,Y),,,&HCCCC
5070 Y=120 : LINE (X,Y)-(570,Y) : LINE (114,Y)-(114,Y-38)
5074 LINE -(240,Y-38) : LINE-(240,Y-40) : LINE -(346,Y-40)
5076 LINE (346,Y-41)-(440,Y-41) : LINE -(440,Y-36.4) : LINE -(532,Y-36.4)
5080 LINE -(532,Y) : LOCATE 17,52 : PRINT "16¥N"
5082 LOCATE 18,10 : PRINT "El esfuerzo en el eje esta dado por   ` = -----"
5084 LOCATE 19,52 : PRINT "3¥d^3" :PRINT
5086 PRINT "          Para hallar la segunda frecuencia natural se sigue el mis";
     : PRINT "mo pro-"
5088 PRINT "    ceso tomando como primera aproximacion la segunda raiz de la e";
     : PRINT "cuacion"
5090 PRINT "    caracteristica del sistema aproximado ( w2^2 = 3.9 E5)"
5095 LINE (380,138)-(380,142)
5098 GOSUB 16000 : GOTO 4598
```

CAPITULO II

PROGRAMAS PARA IMPRIMIR PROBLEMAS RESUELTOS

2.1 Descripción de los programas

De acuerdo con lo esquematizado en la Fig.Nº1.1 el programa general "VIBRA" ejecuta los siguientes programas para imprimir problemas totalmente resueltos:

"VIBRAPR1", vibración libre no amortiguada

"VIBRAPR2", vibraciones libres amortiguadas

"VIBRAPR3", vibración armónica forzada

"VIBRAPR4", vibración transitoria

"VIBRAPR5", vibración libre con n grados de libertad

Los diagramas de flujo y listados de estos programas están en los capítulos 2.2 y 2.3 respectivamente.

Si en la pantalla de la Fig.Nº1.3 se hubiera elegido la opción 3, el programa "VIBRA" imprime la siguiente pantalla:

```
PROBLEMAS RESUELTOS PARA EL ESTUDIO DE

VIBRACIONES MECANICAS

CONTENIDO

1. VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA
2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS
3. VIBRACION ARMONICA FORZADA
4. VIBRACION TRANSITORIA
5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD
6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL

INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA  1
```

Fig.Nº2.1

Una vez ingresada la opción número 1, el programa "VIBRA" carga y ejecuta el programa "VIBRAPR1", con lo que se obtiene la siguiente pantalla:

```
**********************************
VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA
**********************************

TIENE  UD. 4  PROBLEMAS

PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR

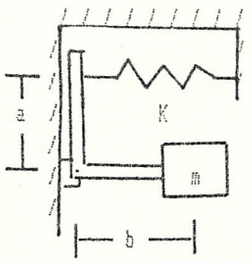
           2. PARA SALIR

INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA  1
```

Fig.2.2

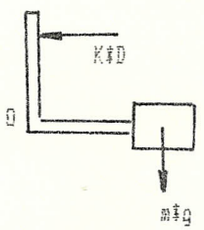
Al haber elegido la opción 1, el programa imprime el primer problema resuelto de los cuatro disponibles, utilizando rutinas semejantes a la rutina de la Fig.Nº1.13, obteniendose lo siguiente:

Determinar la frecuencia natural del pendulo horizontal .Puede despreciarse la masa de la barra.



Solucion:

En equilibrio estatico:



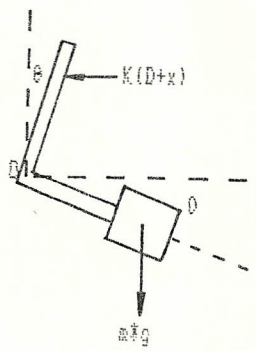
Tomando momentos con respecto a O

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº2.3

Si ya se conoce este problema o no es de interés, se puede presionar la tecla S, el programa regresa a la pantalla de la Fig.Nº2.2

Para continuar revisando el problema, se ha presionado la tecla A, lo cual nos lleva a la siguiente pantalla:



K*D*a - m*g*b = 0 --> K*D*a = m*g*b

En movimiento:

m*g*b*Cos0 - k*(D+x)*a*Cos0 = Io(d20/dt2)

x = a*θ ; Io = m b^2

Para pequenos desplazamientos: Cos0 = 1

m*g*b - K*D - K*0*a^2 = m*b^2*(d20/dt2)

Como K*D = m*g*b

m*b^2*(d20/dt2) + K*θ*a^2 = 0

La ecuacion de movimiento es entonces:

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº2.4

$$d2\theta/dt2 + \theta(K/m)(a/b)^2 = 0$$

De donde:

$$Wn = \frac{a}{b}(K/m)^{1/2}$$

$$fn = \frac{1}{2\pi}\frac{a}{b}(K/m)^{1/2}$$

R : REGRESO DE PANTALLA A : AVANCE DE PANTALLA S : PARA SALIR A

Fig.Nº2.5

Se ha presionado la tecla A y el problema ya está totalmente resuelto, entonces se imprime la si-

guiente pantalla:

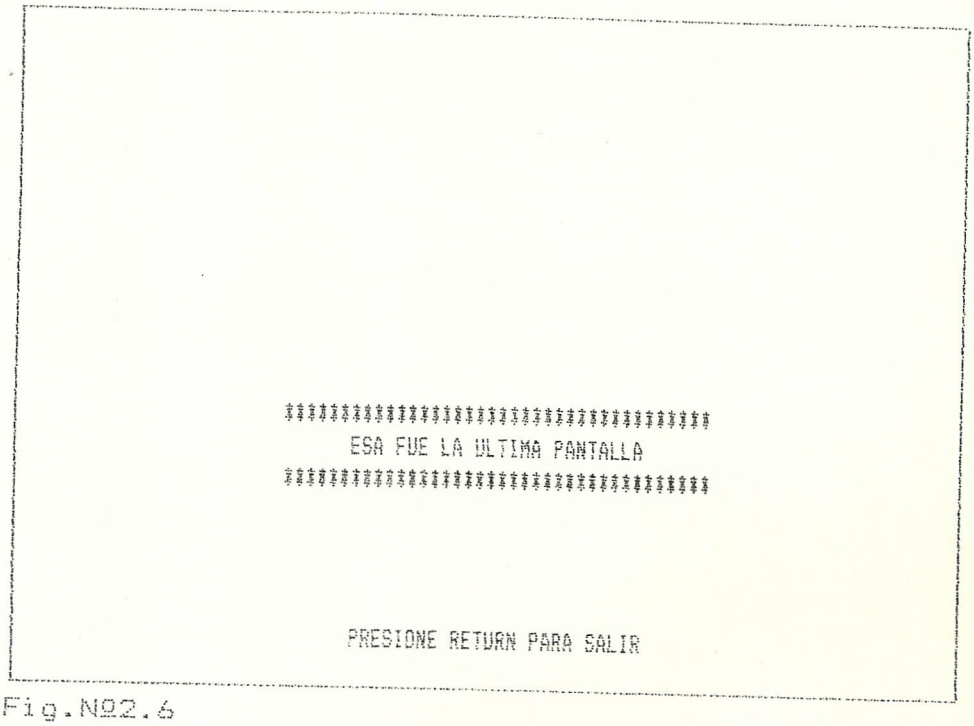


Fig.N°2.6

Presionando la tecla RETURN (<_J) se imprime:

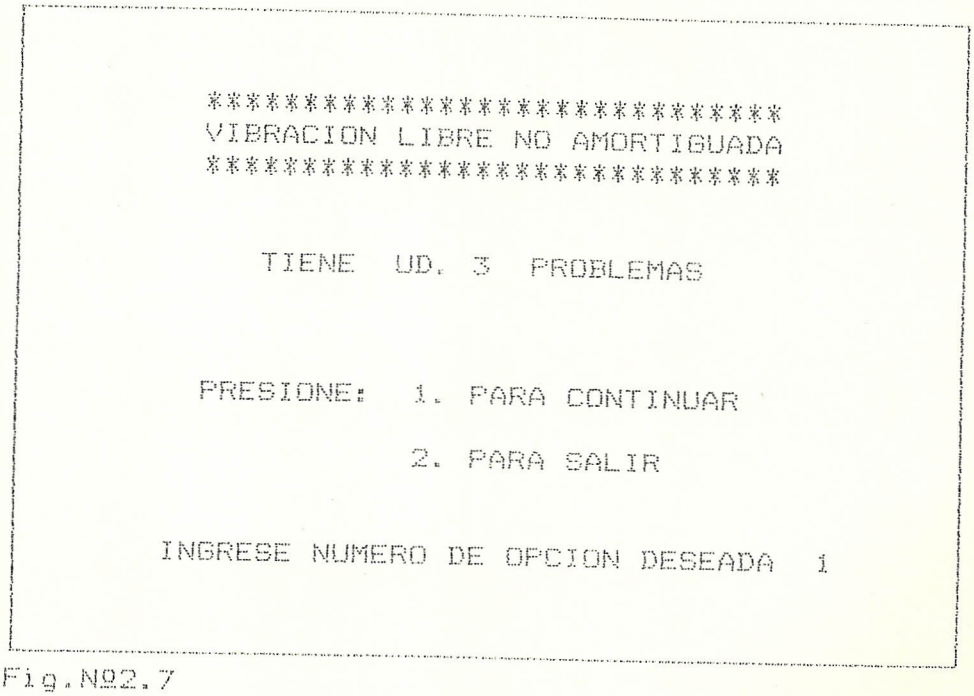


Fig.N°2.7

Una vez que se ha revisado los cuatro problemas el programa imprime lo siguiente:

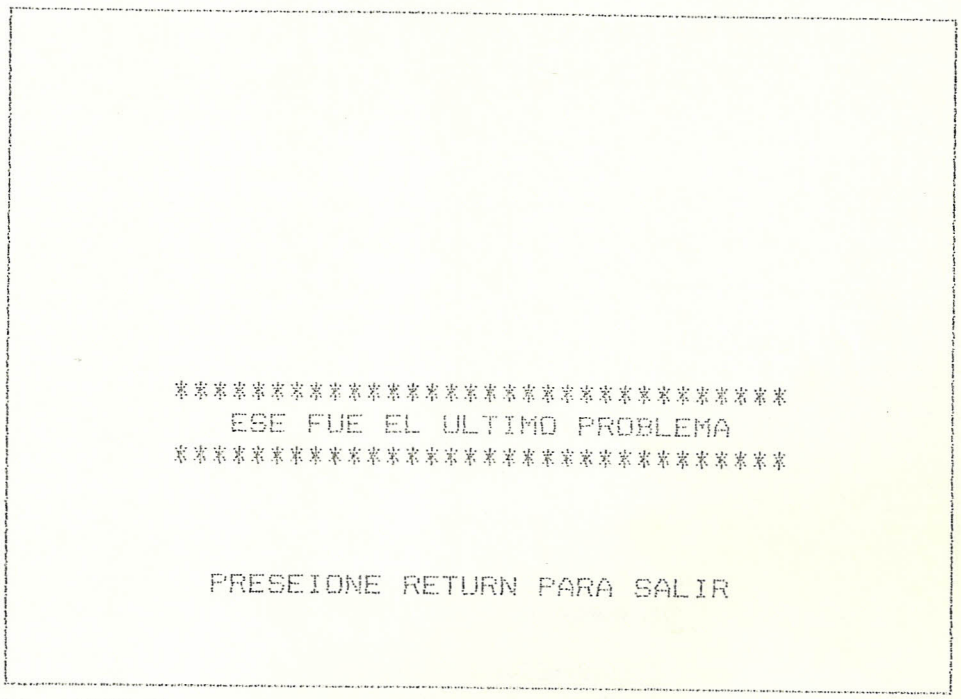


Fig.Nº2.8

Luego de presionarse la tecla RETURN (<_I) se carga y ejecuta el programa "VIBRA", volviendose a la pantalla de la Fig.Nº1.2

El número de problemas resueltos varía según el capítulo a tratarse.

2.2 Diagramas de flujo

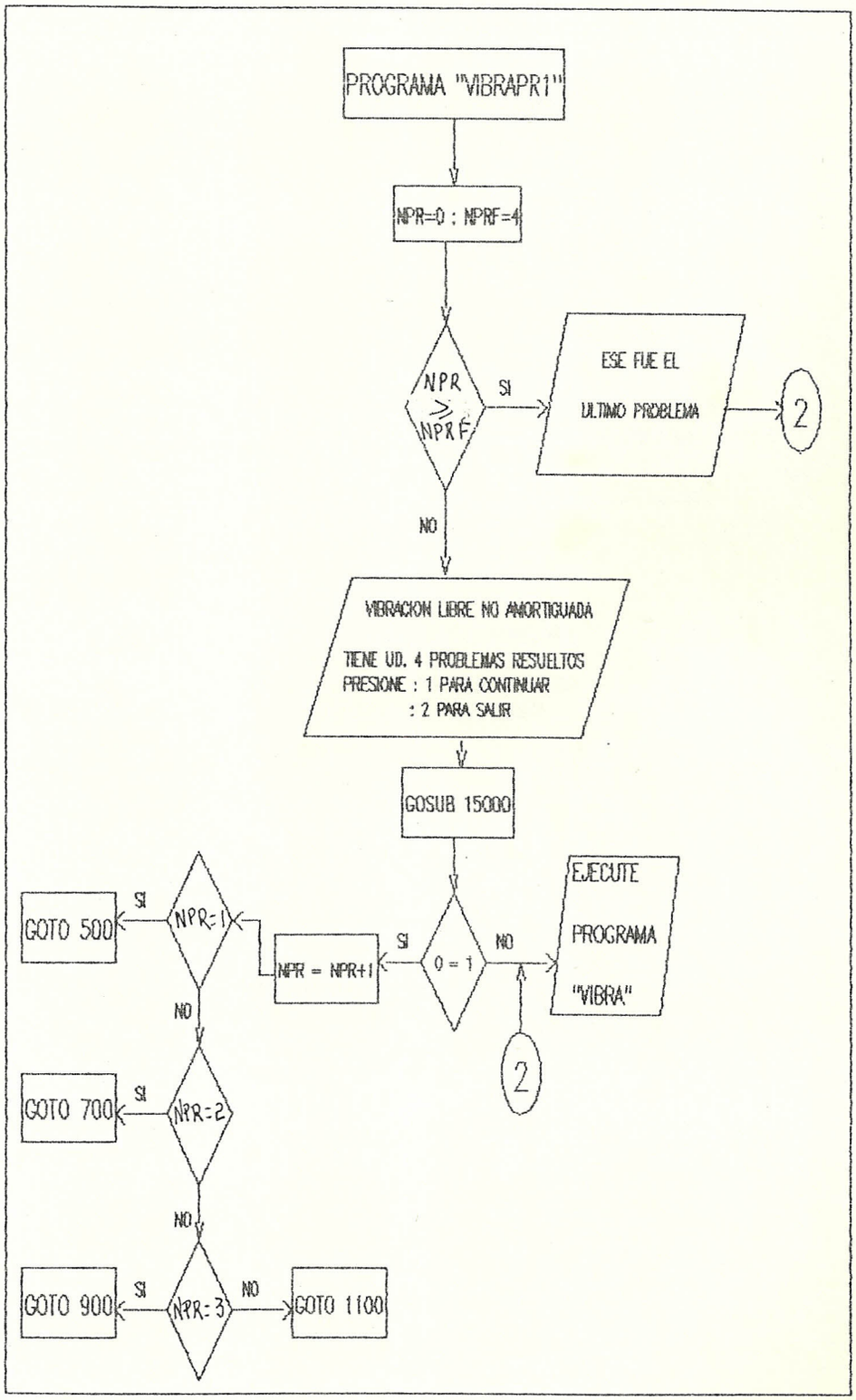


Fig.Nº2.9

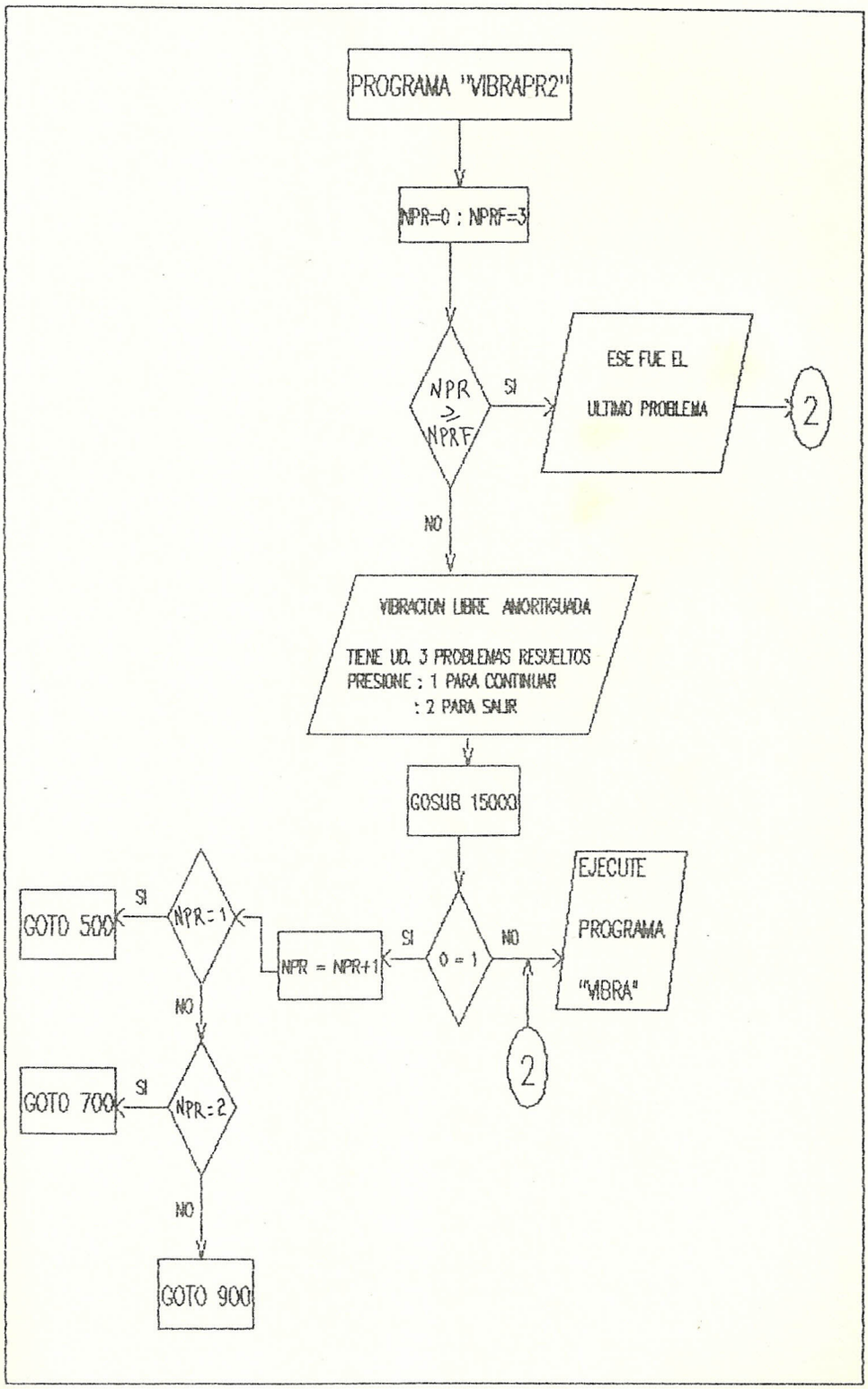
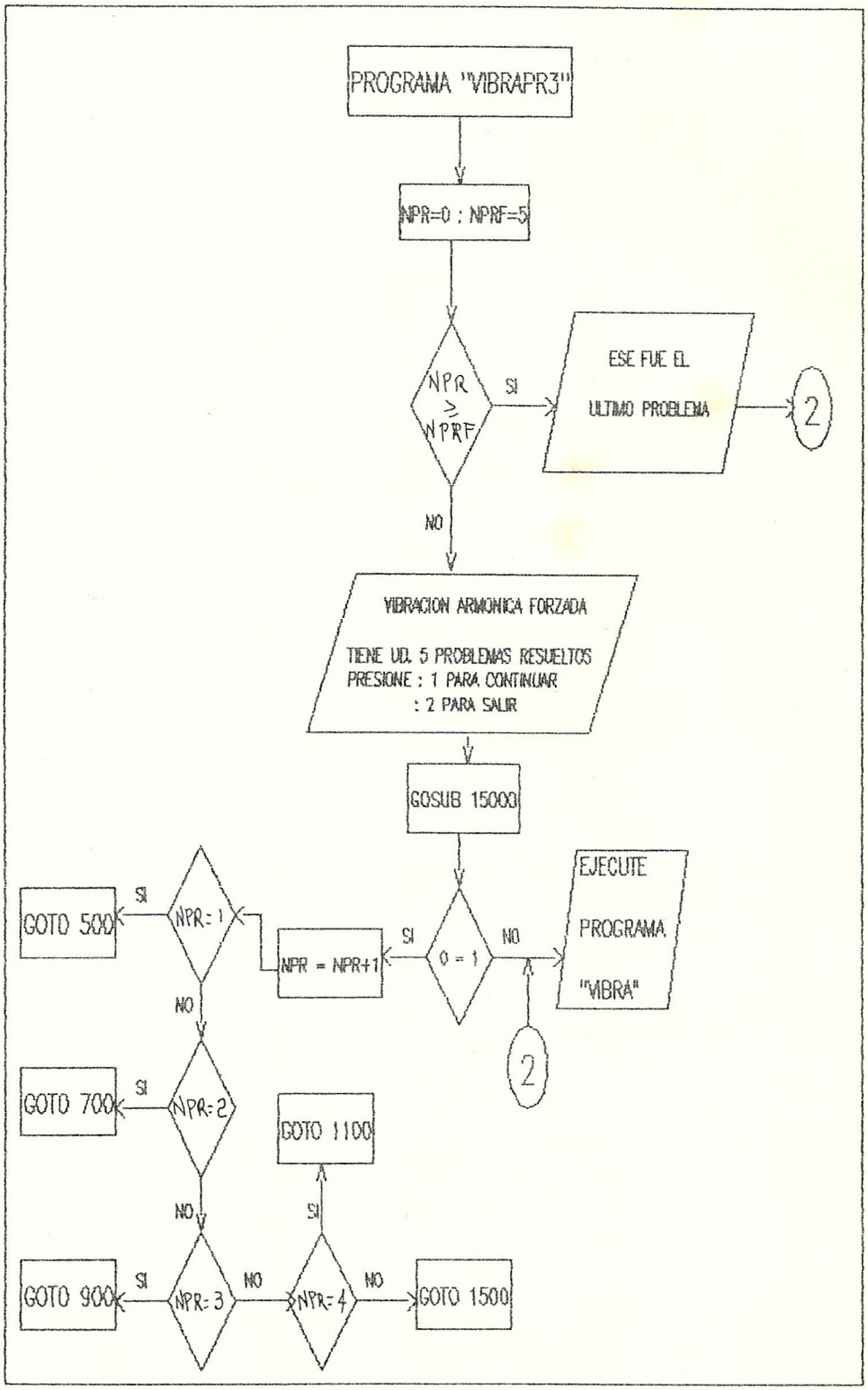

PROGRAMA "VIBRAPR2"
NPR=0 ; NPRF=3
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
2
NO
VIBRACION LIBRE AMORTIGUADA
TIENE UD. 3 PROBLEMAS RESUELTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 500
NO
NPR=2
SI
GOTO 700
NO
GOTO 900
2

Fig.N02.10


PROGRAMA "VIBRAPRJ"
NPR=0 ; NPRF=5
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
2
NO
VIBRACION ARMONICA FORZADA
TIENE UD. 5 PROBLEMAS RESUELTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 500
NO
NPR=2
SI
GOTO 700
NO
GOTO 1100
SI
NPR=3
SI
GOTO 900
NO
NPR=4
NO
GOTO 1500
2

Fig\N02.11

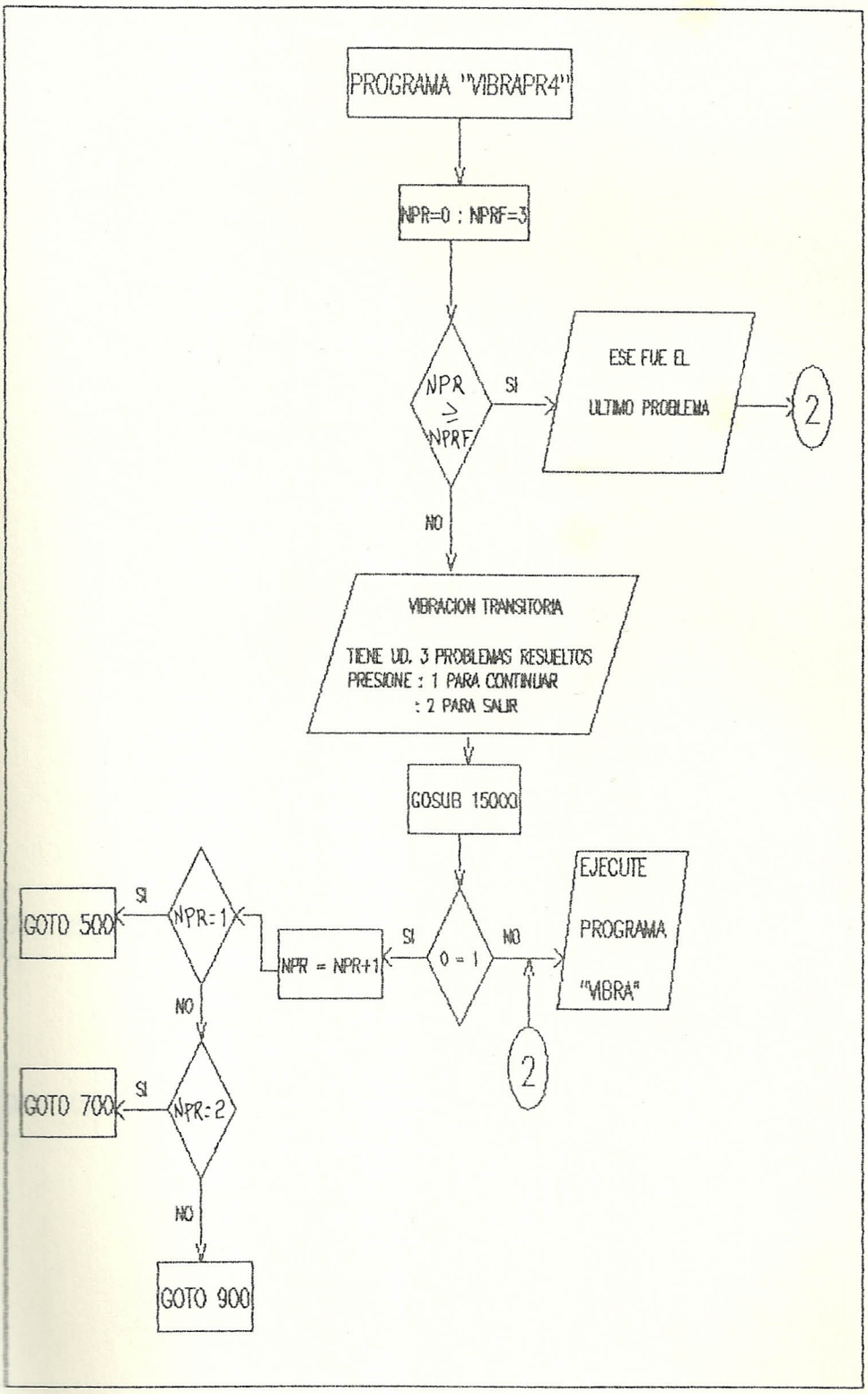

PROGRAMA "VIBRAPR4"
NPR=0 : NPRF=3
NPR >= NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
2
NO
VIBRACION TRANSITORIA
TIENE UD. 3 PROBLEMAS RESUELTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
0 = 1
SI
NO
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
2
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 500
NO
NPR=2
SI
GOTO 700
NO
GOTO 900

Fig.Nº2.12

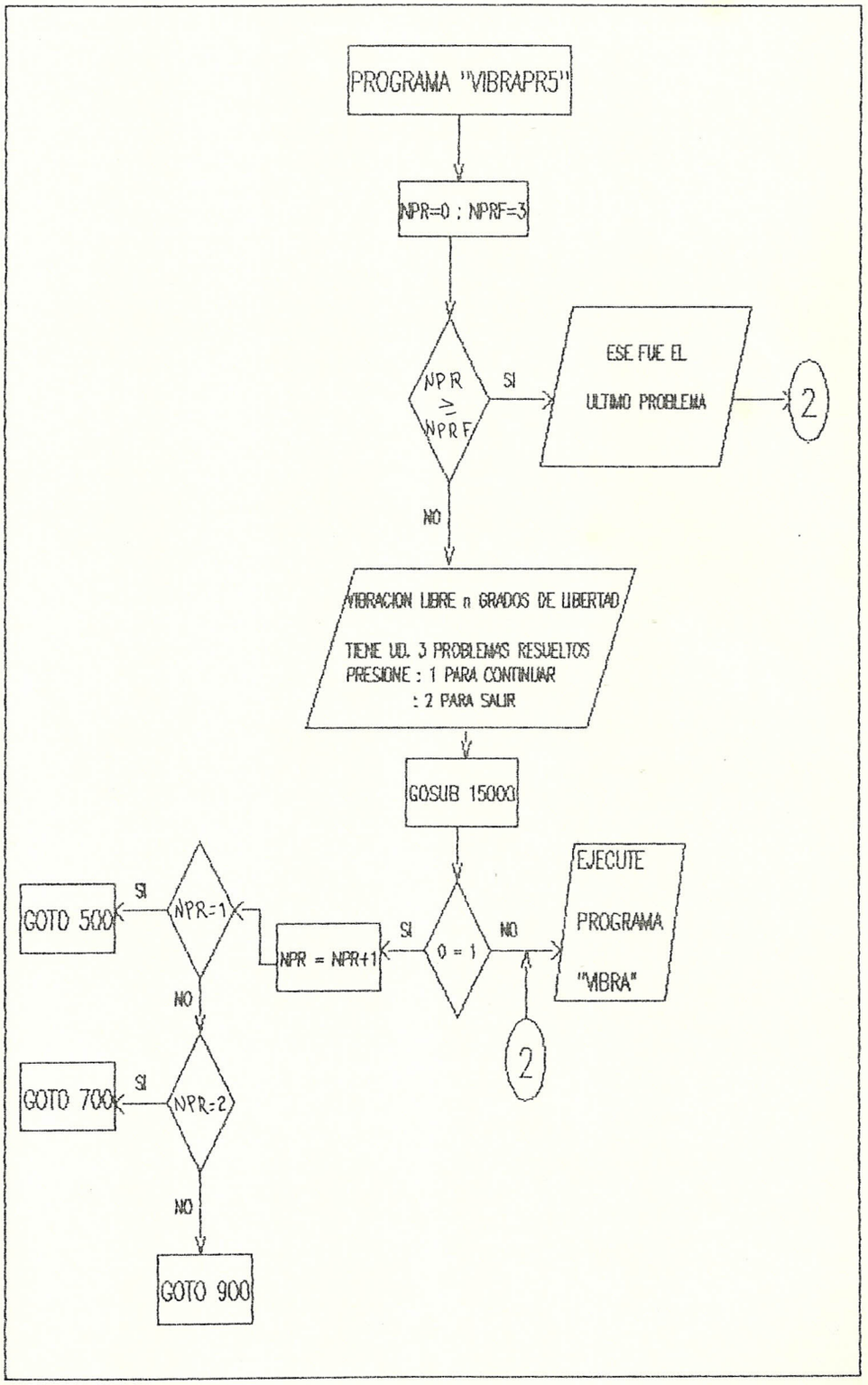

PROGRAMA "VIBRAPR5"
NPR=0 ; NPRF=3
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
2
NO
VIBRACION LIBRE n GRADOS DE LIBERTAD
TIENE UD. 3 PROBLEMAS RESUELTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 500
NO
NPR=2
SI
GOTO 700
NO
GOTO 900
2

Fig.Nº2.13

2.3 Listados

2.3.1 Listado Programa "VIBRAPR1"

```
10 REM PROGRAMA "VIBRAPR1" PARA PROBLEMAS RESUELTOS
12 NPR=0 : NPRF=4
14 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : N2=1
300 IF NPR)=NPRF THEN 404
302 LOCATE  2,29 : PRINT "*****************"
304 LOCATE  3,29 : PRINT "VIBRACION LIBRE"
306 LOCATE  4,29 : PRINT "*****************"
308 LOCATE  8,26 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA"; :IF NPRF-NPR
    = 1 THEN PRINT " " ELSE PRINT "S"
310 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
312 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
314 GOSUB 15000
316 ON 0 GOTO 400,318
318 RUN "VIBRA"
400 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 500,700,900,1100
404 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 90
406 LOCATE 15,23 : PRINT "***************************************"
408 LOCATE 17,23 : PRINT "     ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
410 LOCATE 19,23 : PRINT "***************************************"
412 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE RETURN PARA SALIR"; : COLOR 7,0
414 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
416 IF E$="" THEN 414
418 IF ASC(E$)=13 THEN FOR I=1 TO 150 : NEXT I : RUN "VIBRA"
420 GOTO 414
500 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2 : NP1=1
520 PRINT "      Determinar la frecuencia natural del pendulo horizontal ,Pue-"
522 PRINT "      de despreciarse la masa de la barra."
532 LOCATE 4,11 : PRINT "/ / / / / / / / /"
534 FOR I=5 TO 10 : LOCATE I,10 : PRINT "/" : NEXT I
536 FOR I=5 TO 6 : LOCATE I,27 : PRINT "/" : NEXT I
538 LINE (80,29)-(208,29): LINE (80,29)-(80,76)
548 LINE (90,70)-(90,34) : LINE -(98,34) : LINE -(98,66) :LINE -(154,66)
550 LINE (154,70)-(90,70): LINE (154,74)-(194,62),,B
552 LINE (98,42)-(123,42): LINE -(129,39) :LINE -(141,45) :LINE -(153,39)
554 LINE -(165,45) : LINE -(177,39) : LINE -(183,42) : LINE -(208,42)
556 LINE (208,28)-(208,49)
560 LINE (80,64)-(90,64) :LINE (80,72)-(96,72) :LINE -(96,70)
562 LOCATE 7,20 :PRINT "K" :LOCATE 9,23 : PRINT "m"
564 PSET (94,68)
566 LINE (390,110)-(390,74): LINE -(398,74) :LINE -(398,106) : LINE -(454,106)
568 LINE (454,110)-(390,110): LINE (454,114)-(494,102),,B
570 PSET (394,108)
572 LINE (398,82)-(430,82): X=474 :Y=108 : GOSUB 38000
574 LINE (406,80)-(398,82): LINE -(406,84)
576 LOCATE 14,48 :PRINT "0" : LOCATE 10,56 : PRINT "K*D" : LOCATE 17,62 :
    PRINT "m$g"
578 LINE (60,42)-(48,42): LINE (60,68)-(48,68)
```

```
580 LINE (94,78)-(94,86): LINE (174,78)-(174,86)
582 LOCATE 7,7 :PRINT "a" :LOCATE 11,17 :PRINT "b"
584 LINE (54,42)-(54,46) : LINE (54,60)-(54,68)
586 LINE (94,82)-(120,82): LINE (142,82)-(172,82)
588 LOCATE  6,40 : PRINT "Solucion:" : LOCATE 8,40 : PRINT "En equilibrio esta";
    : PRINT "tico: "
590 LOCATE 21,40 : PRINT "Tomando momentos con respecto a O"
596 GOSUB 16000
598 ON NP GOTO 500,600,642
600 N2=2 : SCREEN 2
602 LINE (90,70)-(114,30): LINE -(122,32) :LINE -(100,67) :LINE -(154,76)
604 LINE (152,80)-(90,70)
606 LINE (146,86)-(160,70): LINE -(200,76) :LINE -(186,92) :LINE -(146,86)
608 LINE (96,20)-(96,68),,,&HCCCC: LINE -(260,68),,,&HCCCC
610 LINE (115,42)-(152,42) :X=174 : Y=80 : GOSUB 38000
612 LOCATE 6,21 :PRINT "K(D+x)" :LOCATE 14,21 :PRINT "m*g"
614 LINE (123,40)-(115,42): LINE -(123,44)
616 LINE (118,31)-(127,20): LINE (195,84)-(216,88)
618 LOCATE  9,11 :PRINT "O" :LOCATE 6,13 :PRINT "O" :LOCATE 10,27 :PRINT "O"
620 LOCATE  1,46 :PRINT "K*D*a - m*g*b = O"
622 LOCATE  3,48 :PRINT "K*D*a = m*g*b "
625 LOCATE  5,40 :PRINT "En movimiento:"
626 LOCATE  7,38 :PRINT "m*g*b*Cos0 - k*(D+x)*a*Cos0 = Io(d20/dt2)"
627 LOCATE  9,40 :PRINT "Aproximadamente     x = a*0"
628 LOCATE 11,40 :PRINT "Para pequenos desplazamientos:  Cos0 = 1"
629 LOCATE 13,50 :PRINT "Cos 0 =1"
630 LOCATE 15,50 :PRINT "Io = m b^2"
632 LOCATE 17,37 :PRINT " m*g*b - K*D - K*0*a^2 = m*b^2*(d20/dt2)"
634 LOCATE 19,48 :PRINT "Como K*D = m*g*b"
636 LOCATE 21,42 :PRINT " m*b^2*(d20/dt2) + K*0*a^2 = 0"
638 LOCATE 23,40 :PRINT "La ecuacion de movimiento es entonces:"
640 GOSUB 16000 :GOTO 598
642 LOCATE  4,25 :PRINT "d20/dt2 + 0(K/m)(a/b)² = 0"
643 LOCATE  7,11 :PRINT "De donde:"
644 LOCATE 10,25 :PRINT "      a       ½"
645 LOCATE 11,25 :PRINT "Wn = --- (K/m)"
646 LOCATE 12,25 :PRINT "      b"
647 LOCATE 15,25 :PRINT "      1   a       ½"
648 LOCATE 16,25 :PRINT "fn = --- --- (K/m) "
649 LOCATE 17,25 :PRINT "     2*π  b"
650 GOSUB 16000 :GOTO 598
700 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2
702 PRINT "      Un modelo de demostracion consiste de una barra uniforme de"
704 PRINT "      masa m =1 Kg y cuatro resortes de rigidez K = 100 N/m . Es-"
706 PRINT "      criba la ecuacion de movimiento para vibracion vertical li-"
708 PRINT "      bre del sistema y determine su frecuencia natural."
710 LOCATE 6,40 : PRINT "Solucion:" : LOCATE 8,40 : PRINT "En equilibrio esta";
    : PRINT "tico:"
712 LOCATE 22,31 :PRINT "Con una deformacion estatica D en cada resorte:"
714 FOR I=11 TO 30 : LOCATE 10,I : PRINT "/" : NEXT I
716 FOR I=11 TO 30 : LOCATE 19,I : PRINT "/" : NEXT I
718 LINE (80,79)-(232,79): LINE (80,144)-(236,144)
```

```
720 LINE (80,104)-(232,119),,B : LINE (320,104)-(472,119),,B
722 X=118 : Y=79 : GOSUB 42500 : X=118 : Y=119 : GOSUB 42500
724 X=194 : Y=79 : GOSUB 42500 : X=194 : Y=119 : GOSUB 42500
726 X=358 : Y=79 : GOSUB 41000 : X=358 : Y=119 : GOSUB 41000
728 X=434 : Y=79 : GOSUB 41000 : X=434 : Y=119 : GOSUB 41000
730 LOCATE 10,44 : PRINT "K*D" : LOCATE 10,54 : PRINT "K*D"
732 LOCATE 19,44 : PRINT "K*D" : LOCATE 19,54 : PRINT "K*D"
748 GOSUB 16000
749 ON NP GOTO 700,750,800
750 N2=2 : SCREEN 2
752 LOCATE  1,38 :PRINT "Haciendo sumatoria de fuerzas en y:"
754 LOCATE  3,45 :PRINT "-4*K*D + m*g = 0"
756 LOCATE  5,38 :PRINT "Hemos  visto que los cuatro resortes tienen "
758 LOCATE  6,38 :PRINT "una rigidez equivalente igual a un solo re-"
760 LOCATE  7,38 :PRINT "sorte de rigidez efectiva ( Kef = 4K )"
762 LOCATE  9,38 :PRINT "En movimiento:"
764 LOCATE 11,38 :PRINT "De acuerdo con Newton :"
766 LOCATE 13,45 :PRINT "-4K(y+D) + mg = m(d2y/dt2)"
768 LOCATE 15,38 :PRINT "Reemplazando la ecuacion de equilibrio, la"
770 LOCATE 17,38 :PRINT "ecuacion de movimiento llega a ser :"
772 LOCATE 19,45 :PRINT "m(d2y/dt2) + 4*K*y = 0"
774 LOCATE 21,38 :PRINT "                    4*K"
776 LOCATE 22,38 :PRINT "o      m(d2y/dt2) + --- y = 0"
778 LOCATE 23,38 :PRINT "                     m";
780 LINE (80,104)-(232,119),,B
782 X=118 : Y=79 : GOSUB 41000 : X=118 : Y=119 : GOSUB 41000
784 X=194 : Y=79 : GOSUB 41000 : X=194 : Y=119 : GOSUB 41000
786 LOCATE 10,10 : PRINT "K(y+D)" : LOCATE 10,26 : PRINT "K(y+D)"
788 LOCATE 19,10 : PRINT "K(y+D)" : LOCATE 19,26 : PRINT "K(y+D)"
798 GOSUB 16000 : GOTO 749
800 LOCATE  1,15 :PRINT "De la ecuación   d2x/dt2 + Wn²x  =  0"
804 LOCATE  4,30 :PRINT "       4*K"
806 LOCATE  5,30 :PRINT "Wn =   ---"
808 LOCATE  6,30 :PRINT "        m "
810 LOCATE  9,20 :PRINT "      4(100 N/m)          Kg.m    1    "
812 LOCATE 10,20 :PRINT "Wn =  ----------- =   400[-----][----]"
814 LOCATE 11,20 :PRINT "         1 Kg              s²    m.Kg "
816 LOCATE 14,30 :PRINT "Wn  =  20 rad/seg"
818 LOCATE 17,30 :PRINT "       1 ciclo"
820 LOCATE 18,30 :PRINT "fn  =  -------- Wn"
822 LOCATE 19,30 :PRINT "       2π rad "
824 LOCATE 22,30 :PRINT "fn  =  3.18 ciclos/seg"
848 GOSUB 16000 : GOTO 749
900 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2
902 PRINT "      Un cohete es modelado como una barra uniforme de masa m pi- "
904 PRINT "      voteada en el punto O. El resorte esta fijo a la barra pero "
906 PRINT "      no aplica fuerza sobre ella cuando esta vertical. Derive una"
908 PRINT "      expresion para la frecuencia natural del sistema para peque-"
909 PRINT "      nos desplazamientos."
910 LOCATE 20,11 : PRINT " 1 Representa la posicion de maximo desplazamiento "
912 LOCATE 21,11 : PRINT " donde la barra no tiene velocidad . En la posicion"
914 LOCATE 22,11 : PRINT " 2 la velocidad de la barra es maxima pero su ener-"
916 LOCATE 23,11 : PRINT " gia potencial llega a ser cero."
```

```
918 CIRCLE (169,56),11 : CIRCLE (401,56),11
920 LOCATE 7,18 : PRINT "/////////" : LOCATE 7,47 : PRINT "/////////"
922 LINE (132,55)-(206,55) : LINE (364,55)-(438,55)
923 PSET (169,58) : PSET (401,58)
924 LINE (164,60)-(164,107) :LINE -(174,107) :LINE -(174,60)
926 LINE (396,60)-(358,100) :LINE -(368,100) :LINE -(406,60)
928 LINE (113,87)-(113,111)
930 X=113 : Y=100 : GOSUB 37500
932 X=382 : Y=80  : GOSUB 38000
934 X=318 : Y=93  : GOSUB 40000
936 FOR I=12 TO 14 : LOCATE I,14 : PRINT "/" : NEXT I
938 LOCATE 12,18 : PRINT "K" : LOCATE 11,23 : PRINT "21"
939 LOCATE 16,43 : PRINT "1" : LOCATE 17,50 : PRINT "2"
940 LOCATE  8,19 : PRINT "O"
941 LOCATE 13,37 : PRINT "F=K(2)O" : LOCATE 14,49 : PRINT "W"
942 LOCATE 10,50 : PRINT "O" : LOCATE 9,53 : PRINT "l CosO"
944 LINE  (401,61)-(401,138),,,&HCCCC : LINE (412,61)-(448,61),,,&HCCCC
946 LINE (363,100)-(344,120),,,&HCCCC : LINE (382,80)-(448,80),,,&HCCCC
947 LINE (345,100)-(351,100) : LINE (393,75)-(399,75) : LINE (457,68)-(463,68)
948 GOSUB 16000
949 ON NP GOTO 900,950,1000,1050
950 LOCATE  1,17 : PRINT "T1 = O"
954 LOCATE  3,17 : PRINT "     1"
956 LOCATE  4,17 : PRINT "U1 = - K(2)²θmax² + mg(l - lCosθmx)"
958 LOCATE  5,17 : PRINT "     2"
960 LOCATE  7,17 : PRINT "Pero   1 - Cosθmax ≈ θmax²/2"
962 LOCATE  9,17 : PRINT "     1                1"
964 LOCATE 10,17 : PRINT "U1 = - K(2)²θmax² + - mglθmax²"
966 LOCATE 11,17 : PRINT "     2                2"
968 LOCATE 14,17 : PRINT "U2 = O"
970 LOCATE 16,17 : PRINT "     1"
972 LOCATE 17,17 : PRINT "U2 = - Io(dθmax/dtx)²"
974 LOCATE 18,17 : PRINT "     2"
976 LOCATE 21,17 : PRINT "Umax = Tmax"
998 GOSUB 16000 : GOTO 949
1000 LOCATE  1,16 : PRINT "1                1              1"
1004 LOCATE  2,16 : PRINT "- K(2)²θmax² + - mglθmx²  =  - Io(dθmax/dt)²"
1006 LOCATE  3,16 : PRINT "2                2              2"
1008 LOCATE  6,16 : PRINT "Pero     dθmax/dt = Wn θmax"
1010 LOCATE  9,16 : PRINT "K(2)²θmax² + mglθmax² = Io Wn² θmax²"
1012 LOCATE 12,16 : PRINT "                    1"
1014 LOCATE 13,16 : PRINT "Reemplazando: Io = - m(2)²"
1016 LOCATE 14,16 : PRINT "                    2"
1018 LOCATE 17,16 : PRINT "         2 K    g"
1020 LOCATE 18,16 : PRINT "Luego    --- + ---  =  Wn²"
1022 LOCATE 19,16 : PRINT "          m    2 l"
1024 LOCATE 22,16 : PRINT "Entonces:"
1048 GOSUB 16000 : GOTO 949
1050 N2=2 : SCREEN 2
1052 LOCATE  4,21 : PRINT "          2 K    g "
1054 LOCATE  5,21 : PRINT "Wn  =     --- + ---"
1056 LOCATE  6,21 : PRINT "           m    2 l"
1058 LINE (208,36)-(218,48) : LINE -(230,22) : LINE -(320,22)
```

```
1098 GOSUB 16000 : GOTO 949
1100 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
1102 PRINT "      Determine la rigidez rotacional efectiva del eje de la figura
1104 PRINT "      y calcule su periodo natural."
1106 FOR I=8 TO 14 : LOCATE I,19 : PRINT "/" : NEXT I
1108 FOR I=8 TO 14 : LOCATE I,59 : PRINT "/" : NEXT I
1110 LOCATE 9,26 : PRINT "K1" : LOCATE 10,39 : PRINT "K2" : LOCATE 10,53 :
     PRINT "K2" : LOCATE 7,46 : PRINT "I"
1112 LINE (151,54)-(151,112) : LINE (464,54)-(464,112)
1114 LINE (151,77)-(271,89),,B  : LINE (271,80)-(350,86),,B
1116 LINE (350,59)-(383,107),,B : LINE (383,80)-(464,86),,B
1118 LOCATE 20,7 : PRINT "La deformacion angular total experimentada por los d";
     : PRINT "os ejes de la iz-"
1120 LOCATE 21,7 : PRINT "quierda es igual a la suma de las deformaciones angu";
     : PRINT "lares experimen-"
1122 LOCATE 22,7 : PRINT "tadas por cada uno de ellos (resortes en serie)."
1148 GOSUB 16000
1149 ON NP GOTO 1100,1200,1250,1300
1200 N2=2 : SCREEN 2
1202 LOCATE 1,19 : PRINT " 1       1    1                  K1*K2 "
1204 LOCATE 2,19 : PRINT "----  =  -- + --    ;   Keq1 = ---------"
1206 LOCATE 3,19 : PRINT "Keq1     K1   K2                 K1 + K2 "
1208 LOCATE 17,8 : PRINT "Ya que el disco es un cuerpo rigido las deformacione";
     : PRINT "e angulares"
1210 LOCATE 18,8 : PRINT "experimentadas por Keq1 y K2 son iguales (resortes e";
   . : PRINT "n paralelo)"
1212 LOCATE 20,19 : PRINT "                          K1*K2"
1214 LOCATE 21,19 : PRINT "Keq  =  Keq1 + K2  =  -------  + K2"
1216 LOCATE 22,19 : PRINT "                        K1 + K2"
1220 FOR I=8 TO 14 : LOCATE I,21 : PRINT "/" : NEXT I
1222 FOR I=8 TO 14 : LOCATE I,57 : PRINT "/" : NEXT I
1224 LOCATE 9,28 : PRINT "Keq1" : LOCATE 10,52 : PRINT "K2" : LOCATE 7,45 :
     PRINT "I"
1226 LINE (167,54)-(167,112) : LINE (448,54)-(448,112)
1228 LINE (167,78)-(334,88),,B
1230 LINE (334,59)-(367,107),,B : LINE (367,80)-(448,86),,B
1248 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1250 N2=2 : SCREEN 2
1252 LOCATE 13,8  : PRINT "De acuerdo con la ecuacion de Newton :"
1254 LOCATE 15,20 : PRINT "- Keq*0  = I*(d20/dt2)"
1256 LOCATE 17,20 : PRINT "I*(d20/dt2) + Keq*0 = 0"
1258 LOCATE 19,20 : PRINT "            Keq "
1260 LOCATE 20,20 : PRINT "(d20/dt2) + --- 0 = 0"
1262 LOCATE 21,20 : PRINT "             I"
1264 CIRCLE (232,43),28,,,,1.05
1266 FOR J=3 TO 9 : LOCATE J,31 : PRINT "   " : NEXT J
1268 CIRCLE (240,43),28,,,,1.05
1270 FOR I=5 TO 7 : LOCATE I,15 : PRINT "/" : NEXT I
1272 LOCATE 7,20 : PRINT "Keq"
1274 LOCATE 8,31 : PRINT "I" : LOCATE 3,32 : PRINT "0"
1276 LINE (118,30)-(118,56) : LINE (118,39)-(204,47),,B
1278 LINE (240,8)-(240,43),,,&HCCCC : LINE -(275,8),,,&HCCCC
1298 GOSUB 16000 : GOTO 1149
```

```
1300 LOCATE  3,20 : PRINT "      1    ┌  Keq  ┐½"
1302 LOCATE  4,20 : PRINT "fn = ---   │ ---   │    (ciclos/seg)"
1304 LOCATE  5,20 : PRINT "     2¶T   └   I   ┘ "
1306 LOCATE  8,20 : PRINT "           ┌   I   ┐½"
1308 LOCATE  9,20 : PRINT "Tn = 2¶T   │ ---   │    (seg/ciclo)"
1310 LOCATE 10,20 : PRINT "           └ Keq   ┘ "
1312 LOCATE 13,20 : PRINT "                 ┌       1       ┐½"
1314 LOCATE 14,20 : PRINT "Tn = 2¶T         │ ------------- │ "
1316 LOCATE 15,20 : PRINT "                 │  K1*K2        │ "
1318 LOCATE 16,20 : PRINT "                 │ ------- + K2  │ "
1320 LOCATE 17,20 : PRINT "                 └ K1 + K2       ┘ "
1348 GOSUB 16000 : GOTO 1149
```

2.3.2 Listado Programa "VIBRAPR2"

```
10 REM PROGRAMA "VIBRAPR2" PROBLEMAS RESUELTOS DE VIBRACION LIBRE AMORTIGUADA
12 NPR=0 : NPRF=3
14 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : N2=1
300 IF NPR>=NPRF GOTO 404
301 LOCATE  1,25 : PRINT "*****************************"
302 LOCATE  2,25 : PRINT "VIBRACION LIBRE AMORTIGUADA"
304 LOCATE  3,25 : PRINT "*****************************"
306 LOCATE  8,28 : PRINT "TIENE UD.";NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA"; : IF NPRF-NPR
    = 1 THEN PRINT " " ELSE PRINT "S"
308 LOCATE 13,23 : PRINT "PRESIONE :   1. PARA CONTINUAR"
310 LOCATE 15,36 : PRINT "2. PARA SALIR"
312 GOSUB 15000
314 ON O GOTO 400,316
316 RUN "VIBRA"
400 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 500,700,900
404 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
406 LOCATE 15,23 : PRINT "***************************************"
408 LOCATE 17,23 : PRINT "     ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
410 LOCATE 19,23 : PRINT "***************************************"
412 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
414 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
416 IF E$="" THEN 414
418 IF ASC(E$)=13 THEN FOR I=1 TO 150 : NEXT I : RUN "VIBRA"
420 GOTO 414
500 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2
502 PRINT "      Determine la ecuacion diferencial del sistema que se indica "
504 PRINT "      y encontrar la frecuencia natural de oscilacion, el coneFi-"
506 PRINT "      ciente de amortiguamiento critico y la frecuencia natural "
508 PRINT "      amortiguada."
509 LOCATE 14,12 : PRINT "Considerando que los desplazamientos del peso son"
510 LOCATE 15,12 : PRINT "pequenos:"
511 LOCATE 22,12 : PRINT "Desplazamientos                                Diagrama de cue";
    : PRINT "rpo libre"
513 FOR I=28 TO 32 : LOCATE 12,I : PRINT "/" : NEXT I
514 FOR I=43 TO 47 : LOCATE 12,I : PRINT "/" : NEXT I
515 FOR I= 7 TO 10 : LOCATE I,16 : PRINT "/"  : NEXT I
516 LINE (220,88)-(256,88) : LINE (340,88)-(376,88) : LINE (126,40)-(126,74)
517 LINE (126,61)-(358,63),,B
518 X=358 : Y=63 : GOSUB 42500
519 LINE (238,63)-(238,74) : LINE -(233,74)
520 LINE -(243,74) :LINE (226,72)-(226,78) :LINE -(250,78)
521 LINE -(250,72) : LINE (238,78)-(238,88)
522 LINE (358,59)-(358,40),,,&HCCCC : LINE (126,77)-(126,88),,,&HCCCC
523 LINE (126,44)-(358,44),,,&HCCCC : LINE (126,84)-(238,84),,,&HCCCC
524 LOCATE 9,18 :PRINT "D" :LOCATE 10,33 :PRINT "c" :LOCATE 10,48 :PRINT "K"
525 LOCATE 11,23 :PRINT "a" : LOCATE 6,30 : PRINT "b"
526 FOR I=1 TO 7 STEP .5 : CIRCLE (238,62),I,,,,.75 : NEXT I
527 LOCATE 7,32 : PRINT "m"
528 LOCATE 20,60 : PRINT "c(dx/dt)" : LOCATE 20,74 : PRINT "Kx1"
```

```
529 LOCATE 19,17 : PRINT "0" : LOCATE 19,21 : PRINT "x=a0" : LOCATE 18,35 :
    PRINT "x1=b0"
530 LINE (40,152)-(273,152),,,&HCCCC : LINE (353,152)-(570,152),,,&HCCCC
532 LINE (40,152)-(265,130)  : LINE (353,152)-(578,130)
534 LINE (152,152)-(152,142) : LINE (265,152)-(265,130)
536 FOR I=1 TO 7 STEP .5  : CIRCLE (465,142),I,,,,.75 : NEXT I
540 X=465 : Y=138 : GOSUB 38000
542 X=578 : Y=130 : GOSUB 38000
548 GOSUB 16000
549 ON NP GOTO 500,550,600,650
550 LOCATE  1,10 :PRINT " Hemos considerado que el peso y la fuerza del resor-"
554 LOCATE  2,10 :PRINT " te debida a la deflexión estática se cancelan."
556 LOCATE  5,10 :PRINT " Considerando la rotación del sistema alrededor del"
558 LOCATE  6,10 :PRINT " punto O."
560 LOCATE  9,10 :PRINT "      -b*K*x1 - a*c*(dx/dt) = m*a²(d2θ/dt2)"
562 LOCATE 12,10 :PRINT " Expresando en términos de x :"
564 LOCATE 14,24 :PRINT "      x       x1"
566 LOCATE 15,24 :PRINT "θ  =  -   =   --"
568 LOCATE 16,24 :PRINT "      a       b "
570 LOCATE 20,10 :PRINT " La ecuación diferencial de movimiento será :"
598 GOSUB 16000 : GOTO 549
600 LOCATE  2,22 :PRINT "                          b²"
604 LOCATE  3,22 :PRINT "m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + K -- x = 0"
606 LOCATE  4,22 :PRINT "                          a²"
608 LOCATE  7,10 :PRINT "                     a²                    ┌ Keq ┐½"
610 LOCATE  8,10 :PRINT " Luego :     Keq = k --      y      Wn = │ --- │"
612 LOCATE  9,10 :PRINT "                     b²                    └  m  ┘"
614 LOCATE 12,32 :PRINT "         b   ┌ K ┐½"
616 LOCATE 13,32 :PRINT "Wn   =   -  │ - │"
618 LOCATE 14,32 :PRINT "         a   └ m ┘"
620 LOCATE 17,32 :PRINT "      c          c"
622 LOCATE 18,32 :PRINT "ζ  =  --   =  -------"
624 LOCATE 19,32 :PRINT "      Cc      2*m*Wn"
648 GOSUB 16000 : GOTO 549
650 LOCATE  3,10 :PRINT " La frecuencia natural amortiguada será :"
652 LOCATE  5,51 :PRINT "½"
654 LOCATE  6,32 :PRINT "Wd =  Wn [ 1 - ζ² ]"
656 LOCATE 10,25 :PRINT "      b   ┌ K ┌          c²     ┐ ┐½"
658 LOCATE 11,25 :PRINT "Wd =  -  │ - │ 1 - --------- │ │"
660 LOCATE 12,25 :PRINT "      a   └ m └      4 m Keq  ┘ ┘"
662 LOCATE 17,25 :PRINT "        b   ┌ K    a²  c²    ┐½"
664 LOCATE 18,25 :PRINT "Wd  =   -  │ - - --------- │"
666 LOCATE 19,25 :PRINT "        a   └ m    4 b² m²  ┘"
698 GOSUB 16000 : GOTO 549
700 CLS : NP=1 : NP=2 : N2=1
702 PRINT "      Un resorte helicoidal con módulo 0.5 N/m soporta una masa de "
704 PRINT "      1 Kg. Se le da a la masa una deflexión de 20 mm y se la libe-"
706 PRINT "      ra, después de 200 ciclos de movimiento la amplitud ha dismi-"
708 PRINT "      nuido hasta 10 mm. Cual es el valor de la constante de  amor-"
710 PRINT "      tiguación histerésica (h)? "
712 LOCATE  8,12 : PRINT "Solución :"
714 LOCATE 10,12 : PRINT "Hallamos el valor del decremento logaritmico:"
716 LOCATE 12,29 : PRINT "      1      Xo"
```

```
718 LOCATE 13,29 : PRINT "δ  =  -  ln  --"
720 LOCATE 14,29 : PRINT "      n      Xn"
722 LOCATE 16,29 : PRINT "       1       20 mm"
724 LOCATE 17,29 : PRINT "δ  =  ---  ln  -----"
726 LOCATE 18,29 : PRINT "      200      10 mm"
728 LOCATE 21,29 : PRINT "δ  =  0.00347"
748 GOSUB 16000
749 ON NP GOTO 700,750
750 LOCATE  1,12 : PRINT " De lo expuesto en el capitulo 2.3"
752 LOCATE  4,32 : PRINT "         h "
754 LOCATE  5,32 : PRINT "δ  =  π ---"
756 LOCATE  6,32 : PRINT "         K "
758 LOCATE  9,12 : PRINT " Luego                        K "
760 LOCATE 10,12 : PRINT "                     h  =  δ ---"
762 LOCATE 11,12 : PRINT "                           π "
764 LOCATE 14,32 : PRINT "      0.00347 * 0.5 N/m "
766 LOCATE 15,32 : PRINT "h  =  ------------------"
768 LOCATE 16,32 : PRINT "              π"
770 LOCATE 19,32 : PRINT "h  =  0.00055 N/m"
798 GOSUB 16000  : GOTO 749
900 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2
902 PRINT "      Un resorte y una masa estan restrigidos a moverse horizontal-"
904 PRINT "      mente sobre una superficie plana. Seguidamente se muestra un"
906 PRINT "      registro del movimiento. Determine el valor del coheficiente"
908 PRINT "      de friccion."
910 LOCATE 16,8 : PRINT "//////////////////////"
912 FOR I=9 TO 15 : LOCATE I,8 : PRINT "/" : NEXT I
914 LINE (62,64)-(62,119): LINE -(224,119)
916 X=62 : Y=107 : GOSUB 37500
918 LINE (150,92)-(212,119),,B
919 LOCATE 12,13 : PRINT "K" : LOCATE 14,23 : PRINT "m"
920 X=320 : Y=102
922 LINE (X-32,Y)-(X-8,Y) : LINE (X-32,Y-39)-(X-8,Y-39)
924 GOSUB 45000
926 LINE (300,63)-(300,Y)
928 LOCATE 11,35 : PRINT "13 mm" : LOCATE 12,63 : PRINT "0.2 mm"
930 LINE (473,99)-(473,56)
932 LINE (320,59)-(473,59)
934 LOCATE 8,49 : PRINT "1 seg"
936 X=488 : Y=76 : GOSUB 38000
938 LINE (X,102)-(X,126) : LINE (X-3,106)-(X,102) : LINE -(X+3,106)
948 GOSUB 16000
949 ON NP GOTO 900,950,1000
950 LOCATE  1,6  : PRINT "Sabemos que en cada ciclo la amplitud decrese un va-"
952 LOCATE  2,6  : PRINT "lor 4*p*N/K, entonces :"
954 LOCATE  4,24 : PRINT "         p*N"
956 LOCATE  5,24 : PRINT "Xo - n*4*--- = Xf"
958 LOCATE  6,24 : PRINT "          K "
960 LOCATE  8,6  : PRINT "Del gráfico podemos obtener :"
962 LOCATE 10,24 : PRINT "Xo = .013 m"
964 LOCATE 12,24 : PRINT "Xf = .0002 m"
966 LOCATE 14,6  : PRINT "Contando el número de ciclos :"
968 LOCATE 16,24 : PRINT "fn = 8 ciclos/seg"
```

```
970 LOCATE 18,16 : PRINT "       ciclos   2*π rad"
972 LOCATE 19,16 : PRINT "Wn = 8 ------ * ------- = 50.265 rad/seg²
974 LOCATE 20,16 : PRINT "        seg       ciclo"
976 LOCATE 22,6  : PRINT "Además :"
998 GOSUB 16000 : GOTO 949
1000 LOCATE  1,24 : PRINT "N = m*g  ;   K = m*Wn²"
1002 LOCATE  3,6  : PRINT "Entonces :"
1004 LOCATE  4,24 : PRINT "         p*aq"
1006 LOCATE  5,24 : PRINT "Xo - n*4*----- = Xf"
1008 LOCATE  7,24 : PRINT "         m*Wn²"
1010 LOCATE  9,24 : PRINT "       Wn²"
1012 LOCATE 10,24 : PRINT "p  =  ------ * (Xo - Xf)"
1014 LOCATE 11,24 : PRINT "      n*4*g"
1016 LOCATE 13,12 : PRINT "      (50.265)² rad/seg²"
1018 LOCATE 14,12 : PRINT "p  =  ----------------- * (0.013 - 0.0002) m"
1020 LOCATE 15,12 : PRINT "       8*4*9.8 m/seg²"
1022 LOCATE 18,28 : PRINT "┌──────────────┐"
1024 LOCATE 19,28 : PRINT "│  p  =  0.103 │"
1026 LOCATE 20,28 : PRINT "└──────────────┘"
1098 GOSUB 16000 : GOTO 949
```

2.3.3 Listado Programa "VIBRAPR3"

```
10 REM PROGRAMA "VIBRAPR3" PROBLEMAS RESUELTOS DE VIBRACION ARMONICA FORZADA
12 NPR=0 : NPRF=5
14 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : N2=1
300 IF NPR>=NPRF THEN 404
302 LOCATE  1,25 : PRINT "*****************************"
304 LOCATE  2,25 : PRINT "VIBRACION ARMONICA FORZADA"
306 LOCATE  3,25 : PRINT "*****************************"
308 LOCATE  8,28 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA"; :IF NPRF-NPR
    = 1 THEN PRINT " " ELSE PRINT "S"
310 LOCATE 12,24 : PRINT "PRESIONE :  1. PARA CONTINUAR"
312 LOCATE 15,36 : PRINT "2. PARA SALIR"
314 GOSUB 15000
316 ON 0 GOTO 400,318
318 RUN "VIBRA"
400 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 500,700,900,1100,1500
404 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
406 LOCATE 15,23 : PRINT "*************************************"
408 LOCATE 17,23 : PRINT "     ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
410 LOCATE 19,23 : PRINT "*************************************"
412 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
414 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
416 IF E$="" THEN 414
418 IF ASC(E$)=13 THEN FOR I=1 TO 150 : NEXT I : RUN "VIBRA"
420 GOTO 414
500 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=1
502 PRINT "      Un motor eléctrico tiene una masa de 25 Kg y está montado en"
504 PRINT "      una viga en voladizo. Si se desplaza el motor 16 mm se puede"
506 PRINT "      observar que la vibración del mismo y de la viga se amorti- "
508 PRINT "      gua  a menos de 1 mm. en cuatro ciclos. Calcúlese el valor"
510 PRINT "      del parámetro adimensional  m*X/mo*e  para la vibración for-"
512 PRINT "      zada resonante, si la armadura estuviera desequilibrada."
514 LOCATE  9,13 : PRINT "Solución :" : LOCATE 11,23 : PRINT "m = 25 Kg"
516 LOCATE 13,23 : PRINT "Xo = 16 mm " : LOCATE 17,23 : PRINT "Xn <= 1 mm"
518 LOCATE 15,23 : PRINT "n = 4"
520 LOCATE 20,23 : PRINT "     1      Xo"
522 LOCATE 21,23 : PRINT "δ =  -  ln  --"
524 LOCATE 22,23 : PRINT "     n      Xn"
548 GOSUB 16000
549 ON NP GOTO 500,550,600
550 LOCATE  1,10 :PRINT " Reemplazando :"
554 LOCATE  4,10 :PRINT "                          1      16"
556 LOCATE  5,10 :PRINT "                    δ  =  -  ln  --"
558 LOCATE  6,10 :PRINT "                          4      1 "
560 LOCATE  9,10 :PRINT " Pero :                 δ  =  2*π*& "
562 LOCATE 12,10 :PRINT "                           δ      0.7"
564 LOCATE 13,10 :PRINT "                    &  =  ---  =  ---"
566 LOCATE 14,10 :PRINT "                          2*π    2*π"
568 LOCATE 17,10 :PRINT "                       &  =  0.1103"
570 LOCATE 21,10 :PRINT " Del capitulo 3.2 :"
598 GOSUB 16000 : GOTO 549
```

```
600 LOCATE  1,30 :PRINT " m*X              (w/Wn)²"
604 LOCATE  2,30 :PRINT " ---   =  ----------------------------"
605 LOCATE  3,30 :PRINT " mo*e      [ [     w²  ]²  + [     w  ]² ]½"
606 LOCATE  4,30 :PRINT "           [ [1 - ---]   +  [2**-   ]  ]  "
607 LOCATE  5,30 :PRINT "           [ [    Wn²]      [     Wn ]  ]  "
608 LOCATE  7,10 :PRINT " En resonancia :             w "
610 LOCATE  8,10 :PRINT "                             -- = 1"
612 LOCATE  9,10 :PRINT "                             Wn"
614 LOCATE 11,10 :PRINT " Reemplazando :              m*X        1 "
616 LOCATE 12,10 :PRINT "                             ---- =  -----"
618 LOCATE 13,10 :PRINT "                             mo*e       2** "
620 LOCATE 16,30 :PRINT " m*X         1     "
622 LOCATE 17,30 :PRINT " ----  =  -------- "
624 LOCATE 18,30 :PRINT " mo*e     2*0.1103 "
626 LOCATE 21,30 :PRINT " m*X"
628 LOCATE 22,30 :PRINT " ----  =  4.53"
630 LOCATE 23,30 :PRINT " mo*e"
648 GOSUB 16000 : GOTO 549
700 CLS : NP=1 : NF=2
702 PRINT "      Un motor eléctrico opera equipo mecánico a 1750 rpm. El sis-"
704 PRINT "      tema se halla soportado sobre cojines de hule que sufren una"
706 PRINT "      deformación estática de 5 mm. Determinese la relación de"
708 PRINT "      transmisión de fuerza hacia la cimentación, si la amortigua-"
709 PRINT "      ción de los cojines de hule es de *=0.25"
710 LOCATE  8,12 : PRINT "Solucion:"
712 LOCATE 10,22 : PRINT "          rev   2πrad   1 min                rad"
714 LOCATE 11,22 : PRINT " w =  1750 --- * ----- * ------ ;  w =  183.6 ---"
716 LOCATE 12,22 : PRINT "          min   1 rev   60 seg               seg"
718 LOCATE 15,22 : PRINT " Deflexion estática   D  =  5 mm"
720 LOCATE 18,22 : PRINT "          [ g ]  ½       [ 9.8 m/s²   1000 mm ]½"
722 LOCATE 19,22 : PRINT " Wn  =    [ - ]     =    [ -------- * -------- ]  "
724 LOCATE 20,22 : PRINT "          [ D ]          [   5 mm       1 m   ]  "
726 LOCATE 23,22 : PRINT " Wn  =  44.27 rad/seg"
748 GOSUB 16000
749 ON NP GOTO 700,750
750 LOCATE  2,22 : PRINT "                1 + (2*r)²      ]½"
752 LOCATE  3,22 : PRINT " tr  =  [ ------------------- ]  "
754 LOCATE  4,22 : PRINT "        [ (1 - r²)² + (2*r)² ]  "
756 LOCATE  7,22 : PRINT "  r  = w/Wn"
758 LOCATE 10,22 : PRINT "                                          ]½"
760 LOCATE 11,22 : PRINT "          [          [ 2 * 0.25 * ------ ]² ]  "
762 LOCATE 12,22 : PRINT "          [ 1 +      [            44.27  ]  ]  "
764 LOCATE 13,22 : PRINT " tr  =    [ ------------------------------- ]  "
766 LOCATE 14,22 : PRINT "          [ [ [183.26]²    ]²   [          183.26 ]² ]  "
768 LOCATE 15,22 : PRINT "          [ [ [------]   - 1]  + [ 2 * 0.25 * ------ ]  ]  "
770 LOCATE 16,22 : PRINT "          [ [ [ 44.27]     ]    [            44.27 ]  ]  "
772 LOCATE 20,22 : PRINT " tr  =  0.1413 "
798 GOSUB 16000 : GOTO 749
900 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
902 PRINT "      El vibrometo de banda es un dispositivo sismico de masa sim-"
904 PRINT "      ple. La masa sismica A esta suspendida sobre un resorte B.  "
906 PRINT "      La doble amplitud de vibracion de un bastidor, cimentacion  "
908 PRINT "      o cubierta, se indica por el barrido del indicador de cara- "
```

```
909 PRINT "      tula de calibracion . La frecuencia natural de instrumento  "
910 PRINT "      es de 4.5 cps. Si la amplitud doble indicada es de 0.95 mm. "
912 PRINT "      para una frecuencia conocida de 20 cps. Cual es la verdade- "
914 PRINT "      ra amplitud del movimiento?"
916 FOR I=23 TO 46 : LOCATE 22,I : PRINT "/" : NEXT I
918 LOCATE 20,42 : PRINT "B" : LOCATE 15,42 : PRINT "A"
919 LINE (178,168)-(368,168) : LINE (200,107)-(348,151),,B
921 LINE (250,107)-(250,115) : LINE -(258,115) :LINE -(258,119) :LINE -(290,119)
    : LINE-(290,115) : LINE-(298,115) : LINE -(298,107) : LINE (235,107)-
    (313,125),,B
922 LINE (234,125)-(230,125) :LINE-(230,127) :LINE -(262,127)
923 LINE (230,134)-(312,140) :LINE (236,132)-(318,139)
924 LOCATE 16,34 : PRINT "   " : LOCATE 17,34 : PRINT "   " : LOCATE 18,34 :
    PRINT "   "
925 LINE (318,125)-(230,132) :LINE -(230,134) :LINE -(318,127) :LINE -(318,125)
926 LINE (230,148)-(312,154) : LINE (236,146)-(318,153)
927 LOCATE 19,34 : PRINT "   " : LOCATE 20,34 : PRINT "   "
928 LINE (318,139)-(230,146) :LINE -(230,148) :LINE -(318,141) :LINE -(318,139)
929 LINE (318,153)-(230,160) :LINE -(230,162) :LINE -(318,155) :LINE -(318,153)
931 LINE (222,162)-(326,168),,B : LINE (262,119)-(286,162),,B
938 LINE (230,127)-(230,130) :LINE -(220,130) :LINE -(220,151)
940 LINE (318,127)-(318,130) :LINE -(328,130) :LINE -(328,151)
942 LINE (286,160)-(318,160) :LINE -(318,162)
948 GOSUB 16000
949 ON NP GOTO 900,950,1000
950 LOCATE 1,7  : PRINT "Si el movimiento de la cimentación es :"
952 LOCATE 3,25 : PRINT "u = b*Sen w*t"
954 LOCATE 5,7  : PRINT "Del diagrama de cuerpo libre de la masa:"
956 LOCATE 7,16 : PRINT "- K (x-u) = m (dx2/dt2)"
958 LOCATE 9,7  : PRINT "La amplitud indicada es el movimiento relativo, z = x";
    : PRINT " - u"
960 LOCATE 11,20: PRINT "- Kz = m(d2z/dt2 + d2u/dt2)"
962 LOCATE 13,9 : PRINT "m(d2z/dt2) + Kz = - m(d2u/dt2) = m*b*w^2* Sen w*t"
964 LOCATE 15,7 : PRINT "Si  Fo = m*b*w^2"
966 LOCATE 17,24: PRINT "Z       (w/Wn)^2"
968 LOCATE 18,24: PRINT "-  =  ------------ "
970 LOCATE 19,24: PRINT "b     1 - (w/Wn)^2 " : PRINT : PRINT
972 PRINT "      Nos interesa saber la verdadera amplitud del movimiento (b)"
998 GOSUB 16000 : GOTO 949
1000 LOCATE 1,25 : PRINT "          1 - (w/Wn)^2"
1002 LOCATE 2,25 : PRINT "b  =  Z * ------------"
1004 LOCATE 3,25 : PRINT "            (w/Wn)^2  "
1006 LOCATE 6,5  : PRINT "Reemplazando valores, para dobles amplitudes :"
1008 LOCATE 9,18 : PRINT "                    [ 20 cps ]^2   "
1010 LOCATE 10,18: PRINT "                    [--------]  - 1"
1012 LOCATE 11,18: PRINT "                    [ 4.5 cps]     "
1014 LOCATE 12,18: PRINT "2 b  =  0.95 mm * ----------------"
1016 LOCATE 13,18: PRINT "                    [ 20 cps ]^2 "
1018 LOCATE 14,18: PRINT "                    [--------]   "
1020 LOCATE 15,18: PRINT "                    [ 4.5 cps]   "
1022 LOCATE 18,24: PRINT "2 b =  0.90 mm"
1048 GOSUB 15000 : GOTO 949
1100 CLS : NP=1 : NF=6 : N2=1
```

```
1102 PRINT "      Un motor reciprocante es sometido a una fuerza de excitación"
1104 PRINT "      fluctuante, cuya frecuencia es la misma que la velocidad de"
1106 PRINT "      operación del motor. El motor y la base pesan 500 Lb y están"
1108 PRINT "      asentados sobre un montaje para aislamiento de vibración, el"
1110 PRINT "      cual tiene una constante de resorte equivalente de 300 Lb/plg
1112 PRINT "      un amortiguador ajustado de tal manera que el amortiguamiento
1114 PRINT "      es un 20% del crítico."
1116 PRINT "      a) Sobre que que rango de velocidad en rpm es la amplitud de"
1118 PRINT "         la fuerza fluctuante transmitida a la base mayor que la "
1120 PRINT "         de excitación actual."
1122 PRINT "      b) Sobre que que rango de velocidad (rpm) es la amplitud de"
1124 PRINT "         la fuerza transmitida menor que el 20% de la amplitud de"
1126 PRINT "         la fuerza excitadora."
1128 LOCATE 16,13 : PRINT "Solución :" : LOCATE 18,13 : PRINT "m = 500 Lb"
1130 LOCATE 20,13 : PRINT "K = 300 Lb/plg" : LOCATE 22,13 : PRINT "& = 0.2"
1132 LOCATE 22,30 : PRINT "Calculamos el valor de la frecuencia natural"
1148 GOSUB 16000
1149 ON NP GOTO 1100,1150,1200,1250,1300,1350
1150 LOCATE  2,14 : PRINT "                  ┌    Lbf  32.2 lbm*pie/seg²   12 plg┐½
1152 LOCATE  3,14 : PRINT "                  │300 --- * ---------------- * ------│"
1154 LOCATE  4,14 : PRINT "      ┌ K ┐½       │    plg       1 lbf          1 pie │"
1156 LOCATE  5,14 : PRINT "Wn = │ - │   =     │------------------------------------│"
1158 LOCATE  6,14 : PRINT "      └ m ┘       └              500 Lbm               ┘"
1160 LOCATE  9,14 : PRINT "            rad    1 rev    60 seg"
1162 LOCATE 10,14 : PRINT "Wn = 15.226 --- * ------- * ------"
1164 LOCATE 11,14 : PRINT "            seg   2*π rad    1 min"
1166 LOCATE 15,14 : PRINT "Wn = 145.4 rpm"
1168 LOCATE 18,14 : PRINT "La relación de transmisión que es la fracción de la"
1170 LOCATE 19,14 : PRINT "máxima fuerza aplicada,  que se transmite a través "
1172 LOCATE 20,14 : PRINT "de la cimentación, está dada por la siguiente ecua-
1174 LOCATE 21,14 : PRINT "ción."
1198 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1200 LOCATE  2,22 : PRINT "                  ┌        1 + (2&r)²      ┐½"
1202 LOCATE  3,22 : PRINT " tr  =            │ --------------------   │ "
1204 LOCATE  4,22 : PRINT "                  └  (1 - r²)² + (2&r)²    ┘ "
1206 LOCATE  7,22 : PRINT "  r  = w/Wn"
1208 LOCATE 10,11 : PRINT "a) En el primer caso se pregunta en que rango la fu";
     : PRINT "er-"
1210 LOCATE 11,14 : PRINT "za transmitida es mayor que la fuerza aplicada."
1212 LOCATE 14,22 : PRINT "┌        1 + (2&r)²      ┐½"
1214 LOCATE 15,22 : PRINT "│ --------------------   │  > 1"
1216 LOCATE 16,22 : PRINT "└  (1 - r²)² + (2&r)²    ┘ "
1218 LOCATE 19,22 : PRINT "    1 + (2&r)²"
1220 LOCATE 20,22 : PRINT "-------------------- > 1"
1222 LOCATE 21,22 : PRINT "(1 - r²)² + (2&r)²"
1248 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1250 LOCATE  1,22 : PRINT "1 + (2&r)²  >  (1-r)² + (2&r)²"
1252 LOCATE  3,22 : PRINT "        1  >  1 - 2r² + r^4"
1254 LOCATE  5,22 : PRINT "  r^4 - 2r² <  0"
1256 LOCATE  7,22 : PRINT " r²(r² - 2) <  0"
```

```
1258 LOCATE  9,22 : PRINT "    r² - 2 < 0    ;   no nos interesa r² < 0"
1260 LOCATE 11,22 : PRINT "        r² < 2"
1262 LOCATE 13,22 : PRINT "         r < √2"
1264 LOCATE 15,22 : PRINT "       w/Wn < √2"
1266 LOCATE 18,22 : PRINT "         w < √2 * 145.4 rpm"
1268 LOCATE 20,22 : PRINT "                  "
1270 LOCATE 21,22 : PRINT "        ┌──────────────┐"
1272 LOCATE 22,22 : PRINT "        │ w < 205.6 rpm │"
1298 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1300 LOCATE  1,11 : PRINT "b) En el segundo caso se pregunta en que rango la f";
     : PRINT "uerza"
1302 LOCATE  2,14 : PRINT "transmitida es menor que el 20% de la fuerza aplica";
     : PRINT "da."
1304 LOCATE  5,22 : PRINT "┌      1 + (2&r)²     ┐%"
1306 LOCATE  6,22 : PRINT "│ ------------------- │ < 0.2"
1308 LOCATE  7,22 : PRINT "└  (1 - r²)² + (2&r)² ┘ "
1310 LOCATE 10,11 : PRINT "Reemplazando &=0.2"
1312 LOCATE 12,22 : PRINT "    1 + 0.16 r²"
1314 LOCATE 13,22 : PRINT "------------------- < 0.04"
1316 LOCATE 14,22 : PRINT "(1 - r²)² + 0.16 r²"
1318 LOCATE 17,22 : PRINT "1 + 0.16 r²  <  0.04 (1 - 2r² + r^4)² + 0.0064 r²"
1320 LOCATE 19,22 : PRINT "0.004 r^4 - 0.2336 r² - 0.96 > 0"
1322 LOCATE 21,22 : PRINT "r^4 - 5.84 r² - 24 > 0"
1324 LOCATE 23,11 : PRINT "Resolviendo :"
1348 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1350 LOCATE  1,54 : PRINT "%"
1351 LOCATE  2,22 : PRINT "       5.84 ± [ 5.84² - 4(-24) ]"
1352 LOCATE  3,22 : PRINT "r²  > -------------------------"
1354 LOCATE  4,41 : PRINT "2"
1356 LOCATE  7,22 : PRINT "  5.84 ± 11.4"
1358 LOCATE  8,22 : PRINT "r² > ------------ < 0"
1360 LOCATE  9,22 : PRINT "          2"
1362 LOCATE 12,22 : PRINT "r² > 8.62    o   r² < - 2.78"
1364 LOCATE 14,22 : PRINT "Nos interesan raices positivas :"
1366 LOCATE 16,22 : PRINT "r² > 8.62     -»     r > 2.936"
1368 LOCATE 18,22 : PRINT " w/Wn  > 2.936"
1370 LOCATE 20,22 : PRINT " w > 2.936 * 145.4 rpm"
1372 LOCATE 21,28 : PRINT "                  "
1374 LOCATE 22,28 : PRINT "┌──────────────┐"
1376 LOCATE 23,28 : PRINT "│ w > 427 rpm  │";
1398 GOSUB 16000 : GOTO 1149
1500 CLS : NP=1 : NF=7 : N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
1501 PRINT "      Una excitacion periodica como la que se muestra en la figura"
1502 PRINT "      se aplica a la base del sistema masa-resorte-amortiguador. "
1503 PRINT "      Determine el movimiento resultante de la masa m, K=40 Lb/pul"
1504 PRINT "      m = 10 Lb-seg^2/pul  y  c = 20 Lb-seg/pul"
1507 LOCATE 16,7 :PRINT "////////////////////" :LOCATE 14,18 :PRINT "c"
1508 LINE (54,120)-(190,120) : LINE (118,95)-(118,106) : LINE -(112,106)
1509 LINE -(124,106) :LINE (106,104)-(106,111) :LINE -(130,111)
1510 LINE -(130,104) :LINE (118,111)-(118,120)
1511 LINE (64,67)-(172,95),,B
1512 X=74 : Y=95 : GOSUB 42500
1513 X=162 : Y=95 : GOSUB 42500 : LOCATE 11,15 : PRINT "m"
```

```
1514 LOCATE 14,6  : PRINT "K/2" : LOCATE 14,23 : PRINT "K/2"
1516 LOCATE 8,30 : PRINT "y(t)" : LOCATE 16,65 : PRINT "t" : LOCATE 18,65 :
     PRINT "wt"
1518 LOCATE 10,29 : PRINT "1 pul" : LOCATE 16,43 : PRINT "1" : LOCATE 16,51 :
     PRINT "2" : LOCATE 16,60 : PRINT "3"
1520 X=272 : Y=118 : GOSUB 31300
1522 LINE (X,Y-40)-(340,Y-40),,,&HCCCC
1524 PSET (X,Y) : X=X-1
1532 FOR F=1 TO 3
1534 FOR T=0 TO 2 STEP .03
1536 X=X+1 : Y1=10*T^2 : LINE -(X,-Y1+Y)
1537 NEXT T
1538 NEXT F : LINE -(X,Y)
1544 LOCATE 18,42 : PRINT "23" : LOCATE 18,51 : PRINT "43" : LOCATE 18,59 :
     PRINT "63"
1545 LOCATE 18,8 : PRINT "^ = 1 seg  :  w^ = 23" :LOCATE 20,23 :PRINT "w = 23"
1546 LINE (60,138)-(60,143) : LINE (180,138)-(180,143)
1547 LOCATE 22,10 : PRINT "El movimiento puede ser representado por series de ";
     : PRINT "Fourier :"
1548 GOSUB 16000
1549 ON NP GOTO 1500,1550,1600,1650,1700,1750,1800
1550 PRINT "                    ∞                  ∞"
1552 PRINT "    y(t) =  ao  +  Σ  an Cos nwt  +  Σ   bn Sen nwt"
1554 PRINT "                   n=1                n=1"  :PRINT :PRINT
1556 PRINT "        Donde, haciendo z = wt " : PRINT : PRINT
1558 PRINT "          1   ⌠2π                    1   ⌠2π              1"
1560 PRINT "    ao =  --  ⌡   P(wt) d(wt)      =  --  ⌡   (z/2π) dz  =  -"
1562 PRINT "          2π  ⌡0                     2π  ⌡0               2"
     :PRINT :PRINT
1564 PRINT "          1  ⌠2π                     1  ⌠2π"
1566 PRINT "    an =  -  ⌡  P(wt)Cos(nwt)d(wt)  =  -  ⌡   (z/2π) Cos nz dz  = ";
     : PRINT " 0"
1568 PRINT "          π  ⌡0                      π  ⌡0" : PRINT : PRINT
1570 PRINT "          1  ⌠2π                     1  ⌠2π"
1572 PRINT "    bn =  -  ⌡  P(wt)Sen(nwt)d(wt)  =  -  ⌡   (z/2π) Sen nz dz  = ";
     : PRINT " - 1/nπ"
1574 PRINT "          π  ⌡0                      π  ⌡0 "
1598 GOSUB 16000 : GOTO 1549
1600 PRINT "       Por tanto :" :PRINT
1602 PRINT "                          1     1   ∞   1 "
1604 PRINT "                 y(t) =   -  -  -   Σ   - Sen nwt"
1606 PRINT "                          2     π  n=1  n " : PRINT : PRINT
1608 PRINT "       Aplicando  Σ F = ma  al sistema dado," :PRINT
1610 PRINT "          - c (dx/dt - dy/dt) - K (x - y) = m (d2x/dt2)" : PRINT
1612 PRINT "          m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + Kx = c(dy/dt) + Ky" : PRINT
1614 PRINT "                              π   ∞ "
1616 PRINT "       Donde   dy/dt = -  -   Σ   Cos nwt"
1618 PRINT "                              π  n=1 ": PRINT
1620 PRINT "       la ecuación de movimiento es entonces:" :PRINT
1622 PRINT "                                      ∞  π                ⌠1   1  ∞ ";
     : PRINT " 1          "
                                                                      ⌡
1624 PRINT "m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + Kx  =  - c  Σ  - Cos nwt  +  K  ⌡ - - -  Σ ";
     : PRINT " - Sen nwt ⌡"
1626 PRINT "                                     n=1 π                ⌡ 2   π n=1";
     : PRINT " n         ⌡"
```

```
1648 GOSUB 16000 : GOTO 1549
1650 PRINT "                                        K     ┌ ∞   K          cw    ";
     : PRINT "      "
1652 PRINT "   m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + Kx  =   -  - ┤  Σ   -- Sen nwt + -- Cos";
     : PRINT " nwt ┘"
1654 PRINT "                                        2     └ n=1  nn          w    ";
     : PRINT "     J" : PRINT  : PRINT
1656 PRINT "                                                  ________"
1658 PRINT "   Pero    A Sen nwt + B Cos nwt = √ A² + B² Sen (nwt + Ø)" :PRINT
1660 PRINT "                    Ø = arc Tan (B/A)" : PRINT : PRINT
1662 PRINT "                                        K     1   ∞   1   ___________"
1664 PRINT "   m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + Kx  =   -  -  -   Σ   -- √K² + c²n²w² S";
     : PRINT "en (nwt - Øn)"
1666 PRINT "                                        2     w  n=1  n² " :PRINT
1668 PRINT "        Øn = arc Tan (cwn/K)   puesto que  Wn²= K/m,  & = c/2mWn" :
     PRINT : PRINT
1670 PRINT "                                       K     1   ∞   K   ___________"
1672 PRINT "  m(d2x/dt2) + c(dx/dt) + Kx  =   -  -  -   Σ   -- √ 1 + (2rn&)² ";
     : PRINT "Sen (nwt - Øn)"
1674 PRINT "                                        2     w  n=1  n² " :PRINT
1698 GOSUB 16000 : GOTO 1549
1700 PRINT "                          K             K   ___________"
1702 PRINT "     En este caso   ao = -   y   bn = - -- √ 1 + (2rn&)²"
1704 PRINT "                          2             wn² " :PRINT
1706 PRINT "     Como vimos en el capítulo 3.9 " : PRINT
1708 PRINT "                   ao     ∞       (bn/K)Sen(nwt-Øn)"
1710 PRINT "          x(t) =   --  +  Σ   -------------------------"
1712 PRINT "                   K     n=1  √[(1-n²r²)² + (2%&%rn)²]":PRINT :PRINT
1714 PRINT "                   1     1   ∞   1      ┌      1 + (2&rn)²      ┐½"
1716 PRINT "          x(t) =   -  -  -   Σ   --  ┤ ------------------- ┤   Sen (nw";
     : PRINT "t - Øn)"
1718 PRINT "                   2     w  n=1  n² L (1-n²r²)² + (2&nr)² J" : PRINT :
     PRINT
1720 PRINT "                                          ┌    2nr&          ┐"
1722 PRINT "     Donde   Øn  = arc Tan  ┤ ---------- - Øn ┤"
1724 PRINT "                            └   1 - n²r²      ┘" :PRINT
1726 PRINT "                        ┌ K ┐½    ┌    40 Lb/pul      ┐½ "
1728 PRINT "     Ahora   Wn = ┤ - ┤   =  ┤ -------------- ┤    =  2 rad/seg"
1730 PRINT "                  └ m ┘      └ 10 Lb-seg²/pul ┘ ";
1748 GOSUB 16000 : GOTO 1549
1750 PRINT "              w     2w "
1752 PRINT "        r  =  -- =  --  =  w "
1754 PRINT "              Wn    w   " : PRINT
1756 PRINT "                 c              20 Lb-seg/pul"
1758 PRINT "        &  =  ------  =  -------------------------  =  0,5"
1760 PRINT "              2%m%Wn     2%10 Lb-seg²/pul%2 rad/seg" : PRINT
1762 PRINT "     Sustituyendo estos valores en la ecuación de movimiento obten";
     : PRINT "emos la "
1764 PRINT " respuesta del estado estacionario de la masa." : PRINT
1772 PRINT "     x(t) = .5 - .111 Sen(360t - 74.61°) - .013 Sen(720t - 80.84°)"
1774 PRINT : PRINT "              - .004 Sen(1080t - 83.9°)" : PRINT
1776 PRINT "     El ángulo está en grados, posiblemente usted deberá restarle ";
     : PRINT "varias cir-"
```

```
1778 PRINT " cunferencias (360°) para realizar el cálculo." : PRINT
1780 PRINT "     Hemos calculado hasta la tercera armónica, las componentes de";
     : PRINT " la respues-"
1782 PRINT " ta a armónicas superiores son despreciables, ya que están muy ale";
     : PRINT "jadas de la"
1784 PRINT " frecuencia natural (2 rad/seg). Las gráficas de la exitación y la";
     : PRINT " respuesta" : PRINT " son :"
1798 GOSUB 16000 : GOTO 1549
1800 N2=2 : SCREEN 2
1802 LOCATE 2,21 : PRINT "y(t)   pul" : LOCATE 10,56 : PRINT "t(seg)"
1804 X=200 : Y=70 : GOSUB 31300
1805 LINE (X,Y-40)-(268,Y-40),,,&HCCCC
1806 PSET (X,Y) : X=X-1
1808 FOR F=1 TO 3
1810 FOR T=0 TO 2 STEP .03
1812 X=X+1 : Y1=10*T^2 : LINE -(X,-Y1+Y)
1814 NEXT T
1816 NEXT F
1818 LINE -(X,Y)
1820 LOCATE 10,34 : PRINT "1        2       3"
1824 LOCATE 12,21 : PRINT "x(t)   pul" : LOCATE 20,56 : PRINT "t(seg)"
1826 X=200 : Y=150 : Y1=0 : GOSUB 31300
1827 LINE (X,Y-20)-(400,Y-20),,,&HCCCC
1828 LOCATE  4,24 : PRINT "1" : LOCATE 16,23 : PRINT ".5"
1829 LOCATE 20,34 : PRINT "1        2       3"
1830 P=3.14159 : C=20 : M=10 : K=40 : W=2*P : R=P
1832 PSET (X,Y) : FOR N=1 TO 3
1834 A=1/(P*(N^2))
1836 B=1+(2*.5*R*N)^2 : B(N)=(ATN((2*N*R*.5)/((N*R)^2-1)))+P
1838 C=((1-(N*R)^2)^2)+(2*.5*N*R)^2 : F(N)=ATN(C*W*N/K)
1840 X(N)=A*(B/C)^.5 : A(N)=F(N)-B(N)
1842 NEXT N
1844 FOR T=0 TO 6 STEP .03
1846 X1=X(1)*SIN(2*P*T+A(1))
1847 X2=X(2)*SIN(4*P*T+A(2))
1848 X3=X(3)*SIN(6*P*T+A(2))
1849 Y1=40*(.5-X1-X2-X3)
1850 X=X+1 : LINE -(X,-Y1+Y) : NEXT T
1898 GOSUB 16000 : GOTO 1549
```

2.3.4 Listado Programa "VIBRAPR4"

```
10 REM PROGRAMA "VIBRAPR4" PROBLEMAS RESUELTOS DE VIBRACION TRANSITORIA
12 NPR=0 : NPRF=3
14 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=4 : N2=1
300 IF NPR>=NPRF THEN 404
302 LOCATE  1,25 : PRINT "*************************"
304 LOCATE  2,25 : PRINT "  VIBRACION TRANSITORIA  "
306 LOCATE  3,25 : PRINT "*************************"
308 LOCATE  8,27 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA"; :IF NPRF-NPR
    = 1 THEN PRINT " " : ELSE PRINT "S"
310 LOCATE 12,24 : PRINT "PRESIONE :  1. PARA CONTINUAR"
312 LOCATE 15,36 : PRINT "2. PARA SALIR"
314 GOSUB 15000
316 ON O GOTO 400,318
318 RUN "VIBRA"
400 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 500,700,900
404 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
406 LOCATE 15,23 : PRINT "***************************************"
408 LOCATE 17,23 : PRINT "     ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
410 LOCATE 19,23 : PRINT "***************************************"
412 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
414 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
416 IF E$="" THEN 414
418 IF ASC(E$)=13 THEN FOR I=1 TO 150 : NEXT I : RUN "VIBRA"
420 GOTO 414
500 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2
502 PRINT "      Desde una tolva se cargan en 10 seg. 1000 kg. de arena sobre"
504 PRINT "      un camion de volteo. El camion y su carga pesan 10000 Kg. an-"
506 PRINT "      tes de que se carguen los 1000 Kg de arena. Los resortes del"
508 PRINT "      camion tienen un modulo de 350 Kn/m. Calcular, al finalizar "
510 PRINT "      el proceso de carga, el desplazamiento del camion. Se puede "
512 PRINT "      suponer que la arena se carga uniformemente."
514 LOCATE  9,12 : PRINT " Solucion : " :LOCATE 11,12 : PRINT " t = 10 seg" :
    LOCATE 13,12 : PRINT " m = 25 Kg (arena)"
516 LOCATE 15,12 : PRINT " M = 10000 Kg (camion)" : LOCATE 17,12 : PRINT " K =";
    : PRINT " 350 KN/m"
520 LOCATE 20,48 : PRINT " F(t) = Ct "
521 X=354 : Y=118 : GOSUB 31400
522 PSET (X,Y) : X=X-1
524 FOR T=0 TO 2 STEP .05
525 X=X+2 : Y1=10*T^2 : LINE -(X,-Y1+Y)
526 NEXT T
528 LINE -(X,Y),,,&HCCCC : LINE (X,Y-Y1)-(354,Y-Y1),,,&HCCCC
529 LOCATE 10,38 : PRINT "1000 Kg" : LOCATE 16,55 : PRINT "10"
548 GOSUB 16000
549 ON NP GOTO 500,550,600
550 LOCATE  2,10 :PRINT "       1000 Kg   9.8 N                  N  "
552 LOCATE  3,10 :PRINT " C  =  ------- * -----  ;  C  =   980   --- "
554 LOCATE  4,10 :PRINT "        10 seg    1 Kg                 seg "
556 LOCATE  7,10 :PRINT " De lo expresado en el capitulo 4.2 :"
558 LOCATE 10,10 :PRINT "         C  "
```

```
560 LOCATE 11,10 :PRINT " x  =  ---- ( Wn*t - Sen Wn*t) "
562 LOCATE 12,10 :PRINT "       K*Wn "
564 LOCATE 15,10 :PRINT "       ┌ 350000 N/m ┐²                    rad  "
566 LOCATE 16,10 :PRINT " Wn = │ ---------- │   ;   Wn  =  5.916 ---  "
568 LOCATE 17,10 :PRINT "      └  10000 Kg  ┘                     seg  "
570 LOCATE 21,10 :PRINT " Reemplazando :"
598 GOSUB 16000 : GOTO 549
600 LOCATE  2,10 :PRINT "             980 N/seg          ┌                          ";
    : PRINT " rad          "
602 LOCATE  3,10 :PRINT " x  =  --------------------  ¦ 5.916(10) - Sen (5.916";
    : PRINT " --- * 10 seg) ¦ "
604 LOCATE  4,10 :PRINT "              N         rad   ¦                          ";
    : PRINT " seg          ┘ "
606 LOCATE  5,10 :PRINT "       350000 - * 5.916 --- "
608 LOCATE  6,10 :PRINT "              m         seg  "
610 LOCATE 10,10 :PRINT "  x  =  0.02776  m "
612 LOCATE 13,10 :PRINT "  x  =  27.76 mm "
648 GOSUB 16000 : GOTO 549
700 CLS : NP=1 : NF=4
702 PRINT "      Un impulso de presión atmosférica se puede representar apro-"
704 PRINT "      ximadamente por la expresión :"
706 PRINT "                                        -100    -1000t  "
708 PRINT "                     p(t)  =  500 ( e      - e        )" :PRINT
709 PRINT "      en la que p(t) está en pascales, y t en segundos. Calcúlese "
710 PRINT "      el desplazamiento lateral de un automóvil pequeño que tiene "
712 PRINT "      un área proyectada de 5 m² y una masa de 800 Kg. Las cuatro "
714 PRINT "      llantas de hule tienen una resistencia total de movimiento  "
716 PRINT "      lateral medida de 618 N/mm."
718 LOCATE 12,12 : PRINT "  a = 100   " : LOCATE 14,12 : PRINT "  b = 1000 "
720 LOCATE 16,12 : PRINT " Po = 500 Pa" : LOCATE 18,12 : PRINT "  A = 5 m² "
722 LOCATE 20,12 : PRINT "  m = 800 Kg" : LOCATE 22,13 : PRINT " K = 618 N/mm"
724 LOCATE 12,38 : PRINT "                    N"
726 LOCATE 13,38 : PRINT " Fo = Po*A  =  500 - * 5 m²"
728 LOCATE 14,38 : PRINT "                    m²"
730 LOCATE 16,38 : PRINT " Fo = 2500 N"
732 LOCATE 19,38 : PRINT "       ┌ K ┐²"
734 LOCATE 20,38 : PRINT " Wn = │ - │ "
736 LOCATE 21,38 : PRINT "      └ m ┘ "
748 GOSUB 16000
749 ON NP GOTO 700,750,800,850
750 LOCATE  2,20 : PRINT "       ┌ 61800 N/m ┐²                    rad"
752 LOCATE  3,20 : PRINT " Wn  = │ ---------- │     ;    Wn  =  27.8 ---"
754 LOCATE  4,20 : PRINT "       └   800 Kg  ┘                    seg"
756 LOCATE  7,12 : PRINT " De lo expuesto en el capítulo 4.5:"
758 LOCATE 10,20 : PRINT "           Fo       ┌ a                          -at  ┐ "
760 LOCATE 11,20 : PRINT "x(t) = ---------- │ -- Sen Wn*t - Cos Wn*t + e    │"
762 LOCATE 12,20 : PRINT "              ┌   a² ┐└ Wn                         ┘"
764 LOCATE 13,20 : PRINT "       K │ 1 + -- │"
766 LOCATE 14,20 : PRINT "         └    Wn² ┘"
768 LOCATE 16,22 : PRINT "           Fo       ┌ b                          -bt  ┐ "
770 LOCATE 17,22 : PRINT "     - ---------- │ -- Sen Wn*t - Cos Wn*t + e    │"
772 LOCATE 18,22 : PRINT "              ┌   b² ┐└ Wn                         ┘"
774 LOCATE 19,22 : PRINT "       K │ 1 + -- │ "
```

```
776 LOCATE 20,22 : PRINT "         L     Wn²) "
778 LOCATE 23,12 : PRINT " Despreciando las exponenciales :"
798 GOSUB 16000 : GOTO 749
800 LOCATE  1,1  : PRINT "              Fo                                  "
802 LOCATE  2,1  : PRINT "x(t) =  ------------  [ Sen (Wn¥t - Ø) ]"
804 LOCATE  3,1  : PRINT "                  a² ]½ [                ]"
806 LOCATE  4,1  : PRINT "         K [ 1 + -- ]  "
808 LOCATE  5,1  : PRINT "           [     Wn² ]  "
810 LOCATE  1,42 : PRINT "          Fo                                  "
812 LOCATE  2,42 : PRINT " -  ------------  [ Sen (Wn¥t - Ø) ]"
814 LOCATE  3,42 : PRINT "              b² ]½ [                ]"
816 LOCATE  4,42 : PRINT "     K [ 1 + -- ]  "
818 LOCATE  5,42 : PRINT "       [     Wn² ]  "
820 LOCATE  8,5  : PRINT "      El valor máximo se alcanzará cuando  Sen (Wn¥t";
    : PRINT " - Ø ) = 1 "
822 LOCATE 11,12 : PRINT "              Fo                 Fo      "
824 LOCATE 12,12 : PRINT "Xmax =  ------------  -  ------------ "
826 LOCATE 13,12 : PRINT "                  a² ]½              b² ]½"
828 LOCATE 14,12 : PRINT "         K [ 1 + -- ]       K [ 1 + -- ]  "
830 LOCATE 15,12 : PRINT "           [     Wn² ]         [     Wn² ]  "
832 LOCATE 18,5  : PRINT "           2500 N             1            "
834 LOCATE 19,5  : PRINT "Xmax =  ---------  [ ------------------------ -"
836 LOCATE 20,5  : PRINT "                N  [      ┌100 rad/seg ┐²]½  "
838 LOCATE 21,5  : PRINT "         618000 -  [ [ 1 + |-----------| ]   "
840 LOCATE 22,5  : PRINT "                m  [ [     └27.8 rad/seg┘ ]   "
842 LOCATE 18,50 : PRINT "           1                 ]"
843 LOCATE 19,50 : PRINT " ------------------------ ]"
844 LOCATE 20,50 : PRINT "      ┌1000 rad/seg┐²]½ ]"
845 LOCATE 21,50 : PRINT " [ 1 + |-----------| ]  ]"
846 LOCATE 22,50 : PRINT " [     └27.8 rad/seg┘ ]  ]"
848 GOSUB 16000 : GOTO 749
850 LOCATE  3,20 : PRINT "     Xmax  =  0.97 mm"
898 GOSUB 16000 : GOTO 749
900 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2
902 PRINT "      Determinar la respuesta de un sistema no amortiguado de un "
904 PRINT "      grado de libertad a la funcion forzante de la figura; para :"
906 PRINT "      a)  0 (= t (= t1"
908 PRINT "      b) t1 (= t (= t2"
909 PRINT "      c)       t )= t2"
912 LOCATE 21,11 : PRINT " Es preciso determinar la ecuacion de la funcion en"
914 LOCATE 22,11 : PRINT " los distintos rangos"
915 LOCATE 15,14 :PRINT "K" :LOCATE 8,12 :PRINT "F(t)" :LOCATE 11,17 :PRINT "m"
916 LINE (100,96)-(156,80),,B :LOCATE 18,10 :PRINT "//////////////"
917 LINE (128,96)-(128,102): LINE-(136,106): LINE-(120,110): LINE-(136,114)
918 LINE -(120,118) : LINE -(136,122) : LINE -(120,126) : LINE -(128,130)
920 LINE -(128,138) : LINE (128,80)-(128,60)
924 LINE (124,64)-(128,60) : LINE -(132,64)
929 LINE (70,138)-(180,138): LINE (256,78)-(332,78)
930 X=256 : Y=118 : GOSUB 31300
931 X=332 : PSET (X,78)
932 FOR T=2 TO 6 STEP .03
933 X=X+1 : Y1=60-10¥T : LINE -(X,-Y1+Y) : NEXT T
935 LOCATE 10,30 : PRINT "Ø1" : LOCATE 16,42 : PRINT "t1" : LOCATE 16,58 :
    PRINT "t2"
```

```
948 GOSUB 16000
949 ON NP GOTO 900,952,1000,1050
952 LOCATE  1,10 : PRINT "       ┌ Q1                ;     0 ≤ t ≤ t1"
954 LOCATE  2,10 : PRINT "       │      t2 - t                  "
956 LOCATE  3,10 : PRINT "f(t) = │ Q1 * -------       ;    t1 ≤ t ≤ t2"
958 LOCATE  4,10 : PRINT "       │      t2 - t1                 "
960 LOCATE  5,10 : PRINT "       └ 0                 ;         t ≥ t2"
961 LOCATE  8,10 : PRINT "Aplicando la integral de convolución :"
962 LOCATE 10,6  : PRINT "a)  Para 0 ≤ t ≤ t1 :"
963 LOCATE 12,10 : PRINT "        1    t"
964 LOCATE 13,10 : PRINT "x(t) = ---- ∫   f(τ) Sen Wn(t-τ) dτ"
966 LOCATE 14,10 : PRINT "       m*Wn  0"
970 LOCATE 16,10 : PRINT "        1    t"
972 LOCATE 17,10 : PRINT "x(t) = ---- ∫   Q1 Sen Wn(t-τ) dτ"
974 LOCATE 18,10 : PRINT "       m*Wn  0"
976 LOCATE 21,22 : PRINT "       Q1 "
978 LOCATE 22,22 : PRINT "x(t) = -- ( 1 - Cos Wn*t )"
980 LOCATE 23,22 : PRINT "       K  "
998 GOSUB 16000  : GOTO 949
1000 LOCATE  1,5 : PRINT "b)  Para  t1 ≤ t ≤ t2 :"
1002 LOCATE  3,4 : PRINT "        1   ┌ t1                          t       t2 ";
     : PRINT "- τ
                                      ┐
1004 LOCATE  4,4 : PRINT "x(t) = ---- │ ∫   Q1 Sen Wn(t-τ) dτ  +  ∫   Q1 ( ---";
     : PRINT "---- ) Sen Wn(t - τ) │"
1006 LOCATE  5,4 : PRINT "       m*Wn └ 0                           t1      t2 ";
     : PRINT "- t1                 ┘"
1008 LOCATE  7,9 : PRINT "Integrando :"
1010 LOCATE  9,4 : PRINT "        Q1     ┌  1   ┌                 ┐t1       1     ┌ t2"
1012 LOCATE 10,4 : PRINT "x(t) = ----  *  │ -- │ Cos Wn(t-τ)     │   +  ------- * │ --";
     : PRINT " Cos Wn(t-τ)  -"
1014 LOCATE 11,4 : PRINT "       m*Wn   └ Wn └                 ┘0     t2 - t1 └ Wn"
1016 LOCATE 13,18: PRINT " τ                   1                 ┐t   "
1018 LOCATE 14,18: PRINT " -- Cos Wn(t-τ)  -  --- Sen Wn(t-τ)    │    "
1020 LOCATE 15,18: PRINT " Wn                 Wn²                ┘t1  "
1022 LOCATE 17,9 : PRINT "Sustituyendo el valor de los límites de integración"
1024 LOCATE 18,9 : PRINT "en lugar de la variable τ : "
1026 LOCATE 20,10: PRINT "       Q1 ┌                  t - t1    Sen Wn(t-t1) ┐"
1028 LOCATE 21,10: PRINT "x(t) = -- │ 1 - Cos Wn*t - ------- + ------------ │"
1030 LOCATE 22,10: PRINT "       K  └                  t2 - t1   Wn (t2 - t1) ┘"
1048 GOSUB 16000 : GOTO 949
1050 LOCATE  1,5 : PRINT "c)  Para  t ≥ t2 :"
1052 LOCATE  3,4 : PRINT "        1   ┌ t1                          t2      t2 ";
     : PRINT "- τ"
1054 LOCATE  4,4 : PRINT "x(t) = ---- │ ∫   Q1 Sen Wn(t-τ) dτ  +  ∫   Q1 ( ---";
     : PRINT "---- ) Sen Wn(t - τ)  +"
1056 LOCATE  5,4 : PRINT "       m*Wn └ 0                           0       t2 ";
     : PRINT "- t1"
1058 LOCATE 7,18 : PRINT " t                      ┐"
1059 LOCATE 8,18 : PRINT "∫   (0) Sen Wn(t-τ) dτ  │"
1060 LOCATE 9,18 : PRINT " t2                     ┘"
1061 LOCATE 11,4 : PRINT "        Q1     ┌  1   ┌                 ┐t1       1     ┌ t2"
1062 LOCATE 12,4 : PRINT "x(t) = ----  *  │ -- │ Cos Wn(t-τ)     │   +  ------- * │ --";
     : PRINT " Cos Wn(t-τ)  - "
```

```
1064 LOCATE 13,4 : PRINT "       m*Wn  ⌊  Wn ⌊            ⌋0     t2 - t1 ⌊ Wn"
1066 LOCATE 15,18: PRINT " τ                    1              ⌈t2 ⌉"
1068 LOCATE 16,18: PRINT " -- Cos Wn(t-τ)  -  --- Sen Wn(t-τ) |   |"
1070 LOCATE 17,18: PRINT " Wn                  Wn²             ⌊t1 ⌋"
1076 LOCATE 20,10: PRINT "       Q1 ⌈                 Sen Wn(t-t1) - Sen Wn(t-t2)";
     : PRINT "  ⌉"
1078 LOCATE 21,10: PRINT "x(t) = -- |  - Cos Wnt + ----------------------------";
     : PRINT "  |"
1080 LOCATE 22,10: PRINT "       K  ⌊                          Wn (t2 - t1)      ";
     : PRINT " ⌋"
1098 GOSUB 16000 : GOTO 949
```

2.3.5 Listado Programa "VIBRAPR5"

```
10 REM PROGRAMA "VIBRAPR5" PARA PROBLEMAS RESUELTOS VIBRACION LIBRE n GRADOS DE
   LIBERTAD
12 NPR=0 : NPRF=3
14 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : N2=1
300 IF NPR>=NPRF THEN 404
302 LOCATE  2,18 : PRINT "*****************************************"
304 LOCATE  3,18 : PRINT "VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD"
306 LOCATE  4,18 : PRINT "*****************************************"
308 LOCATE  8,27 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA"; :IF NPRF-NPR
    = 1 THEN PRINT " " ELSE PRINT "S"
310 LOCATE 12,23 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
312 LOCATE 14,34 : PRINT "2. PARA SALIR"
314 GOSUB 15000
316 ON D GOTO 400,318
318 RUN "VIBRA"
400 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 500,700,900
404 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
406 LOCATE 15,23 : PRINT "*************************************"
408 LOCATE 17,23 : PRINT "     ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
410 LOCATE 19,23 : PRINT "*************************************"
412 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
414 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
416 IF E$="" THEN 414
418 IF ASC(E$)=13 THEN FOR I=1 TO 150 : NEXT I : RUN "VIBRA"
420 GOTO 414
500 CLS : NP=1 : NF=3 : N2=2 : SCREEN 2 : NP1=1
502 PRINT "     Un articulo fragil se soporta dentro de un recipiente por me-"
504 PRINT "     dio de resortes,idealicese el sistema como un conjunto de dos"
506 PRINT "     masas y tres resortes  m= 2.5 Kg, K=1930 N/m. Cuales son las "
508 PRINT "     dos frecuencias y formas de modos naturales? "
510 LOCATE  6,36 : PRINT "Solucion:   Si x1 > x2" : LOCATE 8,36 : PRINT
    "Las fuerzas que actuan sobre los resortes"
512 LOCATE  9,36 : PRINT "iniciando por el superior son:"
514 FOR I=6 TO 26 : LOCATE 20,I : PRINT "/" : NEXT I
516 LOCATE 9,19 :PRINT "K" :LOCATE 14,19 :PRINT "K" :LOCATE 18,19 :PRINT "K"
518 LINE (40,152)-(210,152)
520 X=125 : Y= 57 : GOSUB 42500 : X=328 : Y=111 : GOSUB 42500
522 X=125 : Y= 96 : GOSUB 42500 : X=408 : Y=111 : GOSUB 42500
524 X=125 : Y=127 : GOSUB 42500 : X=488 : Y=111 : GOSUB 42500
526 LINE (65,57)-(185,121),,B : LINE (53,51)-(197,127),,B
528 LINE (95,82)-(155,96),,B
530 X=80  : Y=127 : GOSUB 38700 : X=80  : Y=82  : GOSUB 38700
534 X=328 : Y=89  : GOSUB 38700 : X=328 : Y=158 : GOSUB 41500
536 X=408 : Y=111 : GOSUB 41500 : X=408 : Y=136 : GOSUB 38700
538 X=488 : Y=89  : GOSUB 38700 : X=488 : Y=158 : GOSUB 41500
540 LOCATE 18,9 : PRINT "x1" : LOCATE 14,11 : PRINT "x2"
542 LOCATE 11,38 : PRINT "K(x1-x2)   K(x1-x2)    K*x1"
544 LOCATE 21,38 : PRINT "K(x1-x2)   K(x1-x2)    K*x1"
546 LINE (95,82)-(70,82),,,&HCCCC
596 GOSUB 16000
```

```
598 ON NP GOTO 500,600,650
600 N2=2 : SCREEN 2
602 LINE (65,13)-(195,77),,B : LINE (53,7)-(197,83),,B
604 LINE (95,134)-(155,148),,B
606 LOCATE 5,12 : PRINT "K(x1-x2)" : LOCATE 7,12 : PRINT "K(x1-x2)"
608 LOCATE 13,17 : PRINT "K*x1"
610 X=124 : Y=34  : GOSUB 41500 : X=124 : Y=78 : GOSUB 41500
612 X=124 : Y=105 : GOSUB 41500
614 X=124 : Y=112 : GOSUB 38700 : X=124 : Y=148 : GOSUB 38700
616 LOCATE 15,17 : PRINT "K(x1-x2)" : LOCATE 22,17 : PRINT "K(x1-x2)"
620 LOCATE  2,40 :PRINT "Del diagrama de cuerpo libre para el "
621 LOCATE  3,40 :PRINT "recipiente : "
622 LOCATE  6,40 :PRINT "-K*x1 - K(x1-x2) - K(x1-x2) = m(d2x1/dt2)"
624 LOCATE  8,40 :PRINT "Si  x1 = X1 Sen wt  y  x2 = X2 Sen wt "
626 LOCATE 11,40 :PRINT "( 3*K - m*w^2 ) X1 = 2*K*x2     (1)"
628 LOCATE 14,40 :PRINT "Del diagrama de cuerpo libre para el "
630 LOCATE 15,40 :PRINT "objeto a protejer :"
632 LOCATE 18,40 :PRINT "K(x1-x2) + K(x1-x2) = m(d2x2/dt2)"
634 LOCATE 21,40 :PRINT "( 2*K - m*w^2 ) X2 = 2*K*x1     (2)"
648 GOSUB 16000 :GOTO 598
650 LOCATE  2,10 : PRINT "De las ecuaciones (1) y (2)"
652 LOCATE  5,27 : PRINT "x2     3K - m w^2         2K    "
654 LOCATE  6,27 : PRINT "--  =  ----------- =  ----------"
656 LOCATE  7,27 : PRINT "x1         2K         2K - m w^2"
658 LOCATE  9,10 : PRINT "Resolviendo : "
660 LOCATE 11,23 : PRINT "4(K^2) = 6(K^2) - 5 K m(w^2) + (m^2)(w^4)"
662 LOCATE 13,31 : PRINT "(m^2)(w^4) - 5 K m(w^2) + 2 K^2 "
663 LOCATE 15,59 : PRINT "K"
664 LOCATE 16,27 : PRINT "    5 K m  ± (25 K²m² - 8 K²m²)"
666 LOCATE 17,27 : PRINT "w² = ----------------------------"
668 LOCATE 18,28 : PRINT "              2 m²"
672 LOCATE 21,24 : PRINT "          K                        K"
674 LOCATE 22,24 : PRINT "w1² = 4,56 -             w2² = 0,439 -"
676 LOCATE 23,24 : PRINT "          m                        m"
698 GOSUB 16000 :GOTO 598
700 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2
702 PRINT "      Dos resortes iguales soportan dos masas iguales y una barra."
703 PRINT "      Determine las dos frecuencias naturales de movimiento  para"
704 PRINT "      el sistema de dos masas."
706 LOCATE  5,38 : PRINT "Solucion:"
707 LOCATE  7,38 :PRINT "Considerando despreciable el peso  de la"
708 LOCATE  8,38 :PRINT "barra, el centro de gravedad del sistema"
709 LOCATE  9,38 :PRINT "(c) estara en el centro de las dos masas."
710 LOCATE 11,38 :PRINT "Podemos descomponer el movimiento en un"
711 LOCATE 12,38 :PRINT "movimiento de traslacion (x) y un movi-"
712 LOCATE 13,38 :PRINT "miento de rotacion (0)"
714 FOR I=7 TO 29 : LOCATE 8,I : PRINT "/" : NEXT I
715 LOCATE 11,7 :PRINT "K" : LOCATE 11,29 :PRINT "K" : LOCATE 13,13 :PRINT "a" :
    LOCATE 13,22 :PRINT "a": LOCATE 15,18 :PRINT "m" : LOCATE 15,26 :PRINT "m"
716 LINE (47,63)-(226,63)
718 X=72 : Y=63 : GOSUB 42000 : X=202 : Y=63 : GOSUB 42000
720 LINE (72,105)-(202,107),,B
722 FOR I=1 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (202,106),I,,,,.75 : NEXT I
```

```
724 FOR I=1 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (137,106),I,,,,.75 : NEXT I
726 LINE (360,133)-(510,133),,,&HCCCC
728 LINE (360,154)-(510,154),,,&HCCCC : LINE (465,133)-(465,154),,,&HCCCC
730 LOCATE 19,51 : PRINT "0" : LOCATE 18,60 : PRINT "x" : LOCATE 20,62 :
    PRINT "0" : LOCATE 17,59 : PRINT "c"
732 LINE (370,136)-(500,160) :LINE -(500,162) :LINE -(370,138) :LINE -(370,136)
734 X=370 : Y=136 : GOSUB 41500 : X=500 : Y=162 : GOSUB 41500
736 LOCATE 15,48 : PRINT "K(x-3a0/2)" : LOCATE 18,65 : PRINT "K(x+a0/2)"
748 GOSUB 16000
749 ON NP GOTO 700,750,800,850
750 LOCATE  1,10 :PRINT "                        3              a"
752 LOCATE  2,10 :PRINT " Σ Fx -»     - K (x - - a θ) - K (x + - θ) = 2 m (d2x";
    : PRINT "/dt2)"
754 LOCATE  3,10 :PRINT "                        2              2"
756 LOCATE  6,10 :PRINT "                        3    3           a    a"
758 LOCATE  7,10 :PRINT " Σ Mc -»       K (x - - aθ) - aθ - K (x + - θ) - = I ";
    : PRINT "(d2θ/dt2)"
760 LOCATE  8,10 :PRINT "                        2    2           2    2"
762 LOCATE 11,23 : PRINT "       ⎛ a ⎞²              ⎛ a ⎞²         a"
764 LOCATE 12,23 : PRINT "I = m ⎜ - ⎟  + m ⎜ - ⎟  =  m  -"
766 LOCATE 13,23 : PRINT "       ⎝ 2 ⎠              ⎝ 2 ⎠          2"
768 LOCATE 16,10 :PRINT "Multiplicando la primera ecuación por 2, la segunda ";
    : PRINT "por cuatro"
770 LOCATE 17,10 :PRINT "y reeemplazando el valor de I :"
772 LOCATE 20,14 :PRINT " - 2 K x + 3 K a θ - 2 K x - K a θ = 4 m (d2x/dt2)"
774 LOCATE 23,14 :PRINT "  6 K x - 9 K a θ - 2 K x - K a θ = 2 m a (d2θ/dt2)"
798 GOSUB 16000 : GOTO 749
800 LOCATE  1,13 : PRINT "( 4 K - 4 m w^2 ) X  =  2 K a θ"
802 LOCATE  4,13 : PRINT "             4 K X  =  ( 10 K a - 2 m w^2 a ) θ"
804 LOCATE  7,13 : PRINT "X       2 K a          10 K a - 2 m a w^2 "
806 LOCATE  8,13 : PRINT "-  =  ------------  =  ------------------"
808 LOCATE  9,13 : PRINT "θ     4 K - 4 m w^2            4 K"
810 LOCATE 12,11 : PRINT "Resolviendo :"
812 LOCATE 15,13 : PRINT "8 a m^2 w^4 - 48 K m a w^2 + 32 K^2 a  =  0"
813 LOCATE 18,13 : PRINT "  a m^2 w^4 - 6 K m a w^2 + 4 K^2 a  =  0"
814 LOCATE 21,11 : PRINT "Resolviendo la ecuación cuadrática :"
848 GOSUB 16000 : GOTO 749
850 LOCATE  1,15 : PRINT "                                          ½"
852 LOCATE  2,15 : PRINT "     6 K a m  ± ( 36 K²a²m²) - 16 K²a²m²) "
854 LOCATE  3,15 : PRINT "w² = ------------------------------------"
856 LOCATE  4,15 : PRINT "                  2 a m² "
858 LOCATE  8,23 : PRINT "               K"
860 LOCATE  9,23 : PRINT "w1² = ( 3 - √5 ) -"
862 LOCATE 10,23 : PRINT "               m"
864 LOCATE 14,23 : PRINT "               K"
866 LOCATE 15,23 : PRINT "w1² = ( 3 - √5 ) -"
868 LOCATE 16,23 : PRINT "               m"
898 GOSUB 16000 : GOTO 749
900 CLS : NP=1 : NF=4 : N2=2 : SCREEN 2
902 PRINT "      En la figura se representa un edificio de dos pisos por me-"
904 PRINT "      dio de un sistema de masas concentradas. Determine las fre-"
906 PRINT "      cuencias de modo normal y sus formas modales."
908 LOCATE 20,12 : PRINT " Los diagramas de cuerpo libre para las masas"
```

```
910 LOCATE 21,12 : PRINT " se presentan seguidamente."
912 FOR I=21 TO 44 : LOCATE 17,I : PRINT "/" : NEXT I
914 LINE (352,128)-(160,128) :LINE (176,128)-(176,48),,,&HCCCC
916 LOCATE 7,27 : PRINT "x1" : LOCATE 12,24 : PRINT "x2"
918 LINE (176,51)-(246,51),,,&HCCCC : LINE (176,91)-(211,91),,,&HCCCC
920 LOCATE 9,39 : PRINT "K" : LOCATE 15,33 : PRINT "2*K" : LOCATE 7,41 :
    PRINT "m" : LOCATE 12,35 : PRINT "2*m"
922 LINE (176,128)-(246,51),,,&HCCCC : LINE (328,128)-(398,51),,,&HCCCC
924 LINE (246,43)-(398,59),,B : LINE (211,83)-(363,99),,B
948 GOSUB 16000
949 ON NP GOTO 900,1000,1100,1200
1000 LOCATE  6,4  : PRINT "                              "
1002 LOCATE  7,4  : PRINT "   <-----[          m         ]"
1004 LOCATE  8,4  : PRINT "K(x1-x2) [                    ]"
1006 LOCATE 14,4  : PRINT "                              "
1008 LOCATE 15,4  : PRINT "   <-----[          m         ]----->"
1010 LOCATE 16,4  : PRINT "2*K*X2   [                    ] K(x1-x2)"
1020 LOCATE  2,40 :PRINT "Del diagrama de cuerpo libre para la"
1021 LOCATE  3,40 :PRINT "primera masa:"
1022 LOCATE  6,40 :PRINT " - K*(x1-x2)  = m*(d2x1/dt2)"
1024 LOCATE  8,40 :PRINT "Si  x1 = X1 Sen wt  y  x2 = X2 Sen wt"
1026 LOCATE 11,40 :PRINT "( K - m*w^2 ) X1 = K*x2          (1)"
1028 LOCATE 14,40 :PRINT "Del diagrama de cuerpo libre para la"
1030 LOCATE 15,40 :PRINT "segunda masa:"
1032 LOCATE 18,40 :PRINT "- 2*K*x2 + K(x1-x2) = 2*m*(d2x2/dt2)"
1034 LOCATE 21,40 :PRINT "K*x1 = ( 3*K - 2*m*w^2 ) X2      (2)"
1098 GOSUB 16000 : GOTO 949
1100 LOCATE  2,6 : PRINT "De las ecuaciones (1) y (2)"
1102 LOCATE 5,24 : PRINT "x2     K - m*w^2          K      "
1104 LOCATE 6,24 : PRINT "--  =  ----------  =  -------------"
1106 LOCATE 7,24 : PRINT "x1         K         3*K - 2*m*w^2"
1108 LOCATE 9,7  : PRINT "Resolviendo : "
1110 LOCATE 11,24: PRINT "K^2  =  3*K^2 - 5*K*m*w^2 + 2*m^2*w^4"
1112 LOCATE 13,24: PRINT "2*m^2*w^4 - 5*K*m*w^2 + 2 K^2 = 0"
1114 LOCATE 15,24: PRINT "                                  ½"
1116 LOCATE 16,24: PRINT "     5 K m  ± (25 K²m² - 16 K²m²)"
1118 LOCATE 17,24: PRINT "w² = ----------------------------"
1120 LOCATE 18,24: PRINT "               4 m²"
1124 LOCATE 21,23: PRINT "          K                   1  K"
1126 LOCATE 22,23: PRINT "w1² =  2  -            w2² = -  -"
1128 LOCATE 23,23: PRINT "          m                   2  m"
1198 GOSUB 16000 :GOTO 949
1200 LOCATE  2,6 : PRINT "Reemplazando tendremos las dos fracciones modales :"
1202 LOCATE 4,19 : PRINT "                 K   "
1204 LOCATE 5,19 : PRINT "       K - m [ 2 - ]  "
1206 LOCATE 6,19 : PRINT "x2           [   m ]  "
1208 LOCATE 7,19 : PRINT "--  =  -------------  =  - 1 "
1210 LOCATE 8,19 : PRINT "x1           K "
1212 LOCATE 11,19: PRINT "                 1 K   "
1214 LOCATE 12,19: PRINT "       K - m [ - -   ]  "
1216 LOCATE 13,19: PRINT "x2           [ 2 m ]     1 "
1218 LOCATE 14,19: PRINT "--  =  -------------  =  - "
1220 LOCATE 15,19: PRINT "x1           K           2 "
1298 GOSUB 16000 :GOTO 949
```

CAPITULO III

PROGRAMAS PARA PLANTEO DE PROBLEMAS

3.1 *Descripción de los programas*

Acorde con lo esquematizado en la Fig.Nº1.1, el programa general "VIBRA" ejecuta los siguientes programas para plantear problemas al estudiante

"VIBRAPP1", vibración libre no amortiguada
"VIBRAPP2", vibraciones libres amortiguadas
"VIBRAPP3", vibración armónica forzada
"VIBRAPP4", vibración transitoria
"VIBRAPP5", vibración libre con n grados de libertad

Los diagramas de flujo y listados de estos programas están en los capítulos 3.2 y 3.3 respectivamente.

Si en la pantalla de la Fig.Nº1.3 se hubiera elegido la opción 4, el programa "VIBRA" imprime la siguiente pantalla

```
PROBLEMAS PROPUESTOS PARA EL ESTUDIO DE

VIBRACIONES MECANICAS

CONTENIDO

1. VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA
2. VIBRACIONES LIBRES AMORTIGUADAS
3. VIBRACION ARMONICA FORZADA
4. VIBRACION TRANSITORIA
5. VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD
6. REGRESO AL MENU PRINCIPAL

INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA  1
```

Fig.Nº3.1

Al seleccionar la opción número i, el programa "VIBRA" carga y ejecuta el programa "VIBRAPPi", con lo que se obtiene la siguiente pantalla:

```
**********************************
VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA
**********************************

TIENE  UD. 7  PROBLEMAS PROPUESTOS

PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR

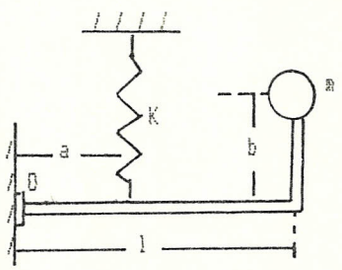
           2. PARA SALIR

INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA  1
```

Fig.Nº3.2

Luego de haber elegido la opción 1, el programa plantea el primer problema de los siete a disposición, lo que deriva en la siguiente pantalla:

Mediante el metodo de la energia hallar la frecuencia natural del sistema indicado. El momento de inercia total de m y la barra alrededor de O es 0.5 Kg-m^2, K=2.5 N/mm, m=30 Kg , a=200 mm, b=150 mm.



19: 8

PRESIONE TECLA SEGUN LAS SIGUIENTES OPCIONES #

1 PARA DAR LA RESPUESTA 2 AYUDA

3 DESISTIR

Fig.Nº3.3

En este momento el programa empieza a cronometrar el tiempo en forma regresiva a partir de los veinte minutos, el estudiante debe entonces copiar el problema y empezar a resolverlo separadamente.

Si el problema planteado ya ha sido resuelto, o no es de interés para el estudiante se puede pasar a resolver otro problema presionando el número 3.

Cuando se haya resuelto el problema, se puede verificar el resultado obtenido presionando la tecla correspondiente al número 1.

En caso de requerir orientación acerca de como resolver el problema, puede presionarse el número 2, pero considerando que por cada ayuda pedida se perderá un puntaje determinado, lo que se obtiene es la siguiente pantalla:

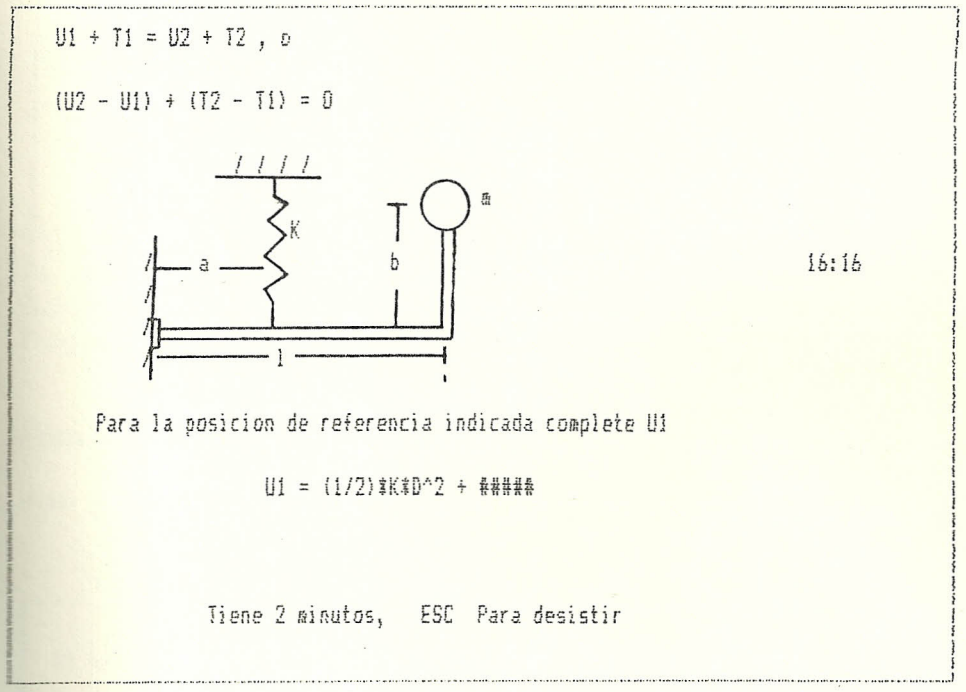


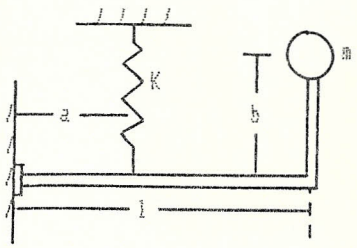
Fig.Nº3.4

Al proporcionarse una pantalla de ayuda el programa puede también hacer preguntas al estudiante, que si son respondidas correctamente representarán puntos adicionales a la nota correpondiente.

En este caso se ha pedido completar la ecuación de energía para una situación definida, proporcionandose dos minutos para hacerlo. Si se ingresa algo incorrecto se obtiene el siguiente mensaje:

U1 + T1 = U2 + T2 , o

(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0



15:29

Para la posicion de referencia indicada complete U1

U1 = (1/2)KD^2 + mgl

Su respuesta no es correcta

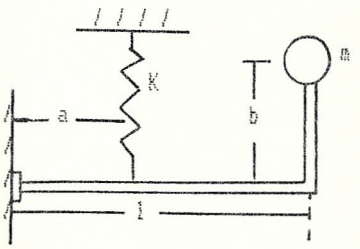
Tiene 2 minutos, ESC Para desistir

Fig.N°3.5

Podemos seguir intentando hasta que se agoten los dos minutos, si esto sucede se imprime lo sgte:

U1 + T1 = U2 + T2 , o

(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0



14:16

Para la posicion de referencia indicada complete U1

U1 = (1/2)KD^2 + $$$$$

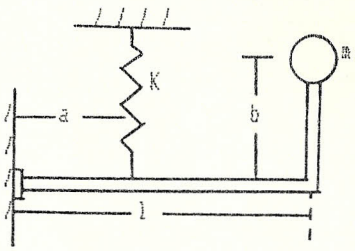
PRESIONE : 1 SI NECESITA MAS TIEMPO, 2 PARA DESISTIR #

Fig.N°3.6

Al elegir la opción número 1, se tendrán 2 minutos más para completar la misma ecuación:

U1 + T1 = U2 + T2 , 0

(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0



14: 9

Para la posicion de referencia indicada complete U1

U1 = (1/2)*K*D^2 + #####

Tiene 2 minutos, ESC Para desistir

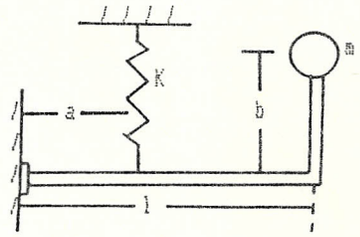
Fig.Nº3.7

Si no podemos llegar a la respuesta correcta, presionaremos la tecla Esc, lo cual nos lleva a obtener la pantalla de la Fig.Nº3.8. Si no se completa la ecuación, al llegar a completarse los dos minutos adicionales se obtiene el mismo resultado.

Pero si, contrariando lo expresado en el párrafo anterior, ingresamos la solución correcta, el programa imprime el mensaje incluido en la pantalla de la Fig.Nº3.9

U1 + T1 = U2 + T2 , o

(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0



13:27

Para la posicion de referencia indicada complete U1

U1 = (1/2)KD^2 + mgb

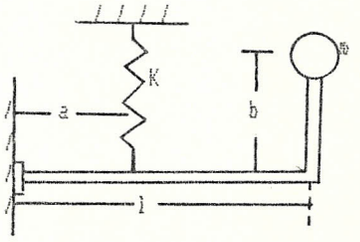
Lo siento ; T1 = 0 ; Determine U2 y T2

NECESITA MAS AYUDA (S/N) ?

Fig.N°3.8

U1 + T1 = U2 + T2 , o

(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0



13:29

Para la posicion de referencia indicada complete U1

U1 = (1/2)KD^2 + mgb

Congratulaciones ; T1= 0 ; Determine U2 y T2

NECESITA MAS AYUDA (S/N) ? S

Fig.N°3.9

El programa considera que esta no es la única manera de expresar el resultado, otras posibles solu-

ciones hubieran sido: m.g.b, mgb, m*b*g, m g b, M*G*B, MGB, mbg, b*m*g, bmg, B*R*G, M.G.B, BRG, ó b.m.g.

Cuando el programa pregunta si se necesita más ayuda y presionamos la tecla N, se imprime la pantalla de Fig.Nº3.3. Si presionamos la tecla S, obtenemos la segunda pantalla de ayuda, con su correspondiente pérdida de puntaje, esto es:

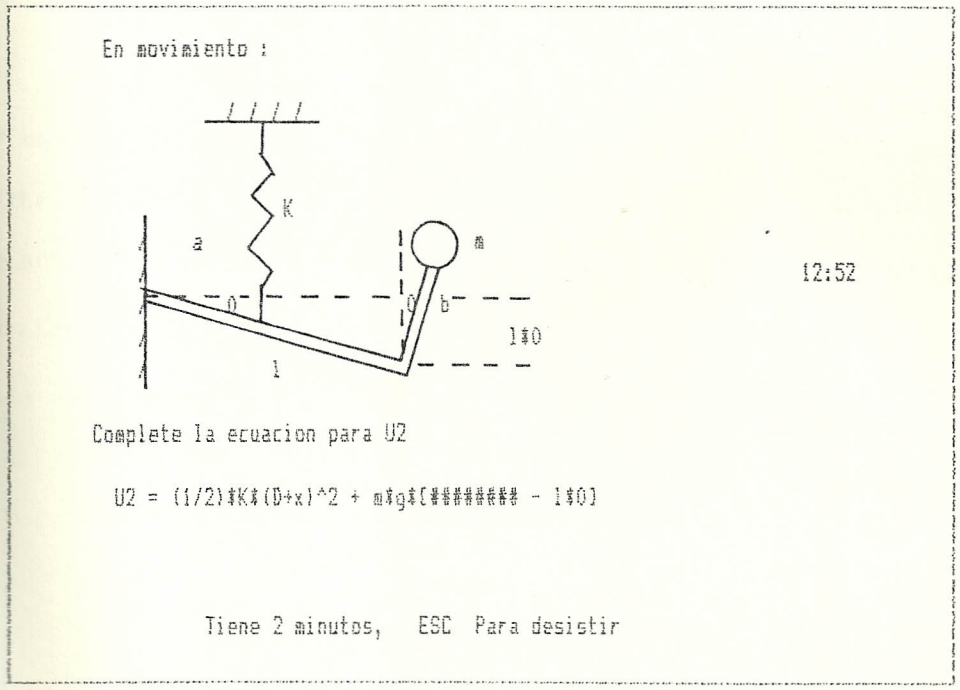
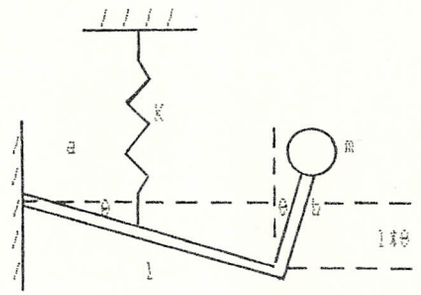


Fig.Nº3.10

Nos hemos valido de la tecla correspondiente al número cero para representar a la coordenada angular teta (θ).

Si se completa correctamente la ecuación planteada, se obtiene lo representado en la figura siguiente:

En movimiento :



11:43

Complete la ecuacion para U2

U2 = (1/2)*K*(D+x)^2 + m*g*[b*Cos(θ) - 1*θ]

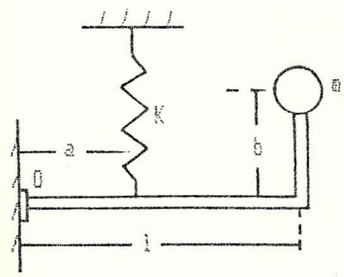
Congratulaciones ; T2 = (1/2)*Io*(dθ/dt)^2

NECESITA MAS AYUDA (S/N) ? N

Fig.Nº3.11

Otras soluciones acertadas hubieran sido: b*Cosθ, b*Cos θ, bCosθ, b Cos θ, b Cos(θ), b.Cosθ, bCosθ, b.Cos θ, b.Cos(θ), b Cosθ, Cos(θ)*b, ó (Cosθ)b.

Mediante el metodo de la energia hallar la frecuencia natural del sistema indicado. El momento de inercia total de m y la barra alrededor de O es 0.5 Kg-m^2, K=2.5 N/mm, m=30 Kg , a=200 mm, b=150 mm.



10:51

PRESIONE TECLA SEGUN LAS SIGUIENTES OPCIONES 1

1 PARA DAR LA RESPUESTA 2 AYUDA

3 DESISTIR

Fig.Nº3.12

Se ha elegido la opcion 1, puesto que se cree tener la respuesta, entonces el programa pregunta:

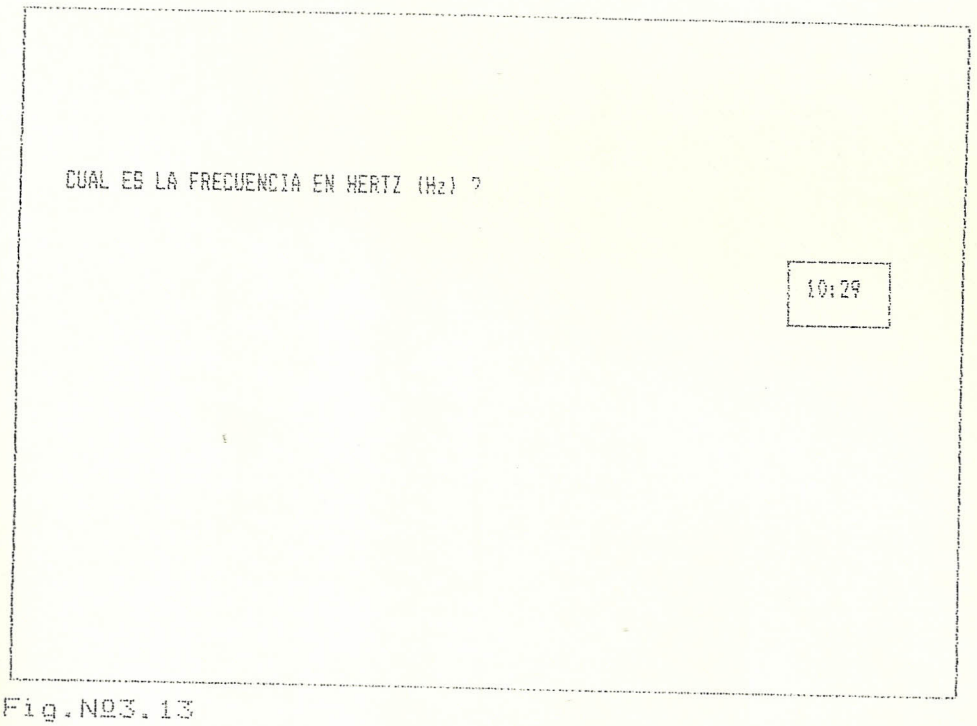


Fig.Nº3.13

Si se ingresa una respuesta incorrecta se imprimirá el mensaje "LO SIENTO SU RESPUESTA ES INCORRECTA", luego de lo cual puede optarse por seguir intentando o regresar a la pantalla de la Fig.Nº3.3

Cuando se ingresa la respuesta correcta, el programa termina ese problema y evalúa la actuación del estudiante, esto es:

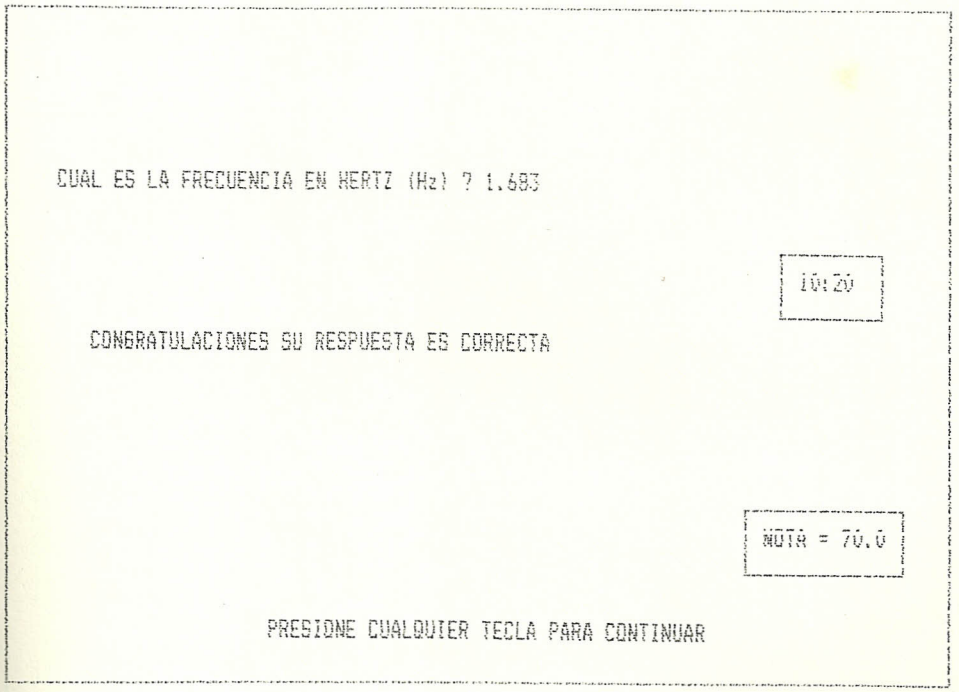


Fig.Nº3.14

La nota de 70 es el resultado de haber restado a los 100 posibles, el equivalente a 20 puntos por cada pantalla de las dos solicitadas. A esta añadimos el supuesto de que se hayan completado correctamente las dos ecuaciones planteadas, cada una de las cuales representa el equivalente a 5 puntos.

Cabe anotar que este problema contiene 3 pantallas más de ayuda que funcionan de igual manera.

Presionando cualquier tecla se regresa a la pantalla de la Fig.Nº3.2, con la diferencia de que ahora solo tendremos 6 problemas propuestos disponibles.

El número de problemas propuestos disponibles varia según el capítulo a tratarse.

3.2 Diagramas de flujo

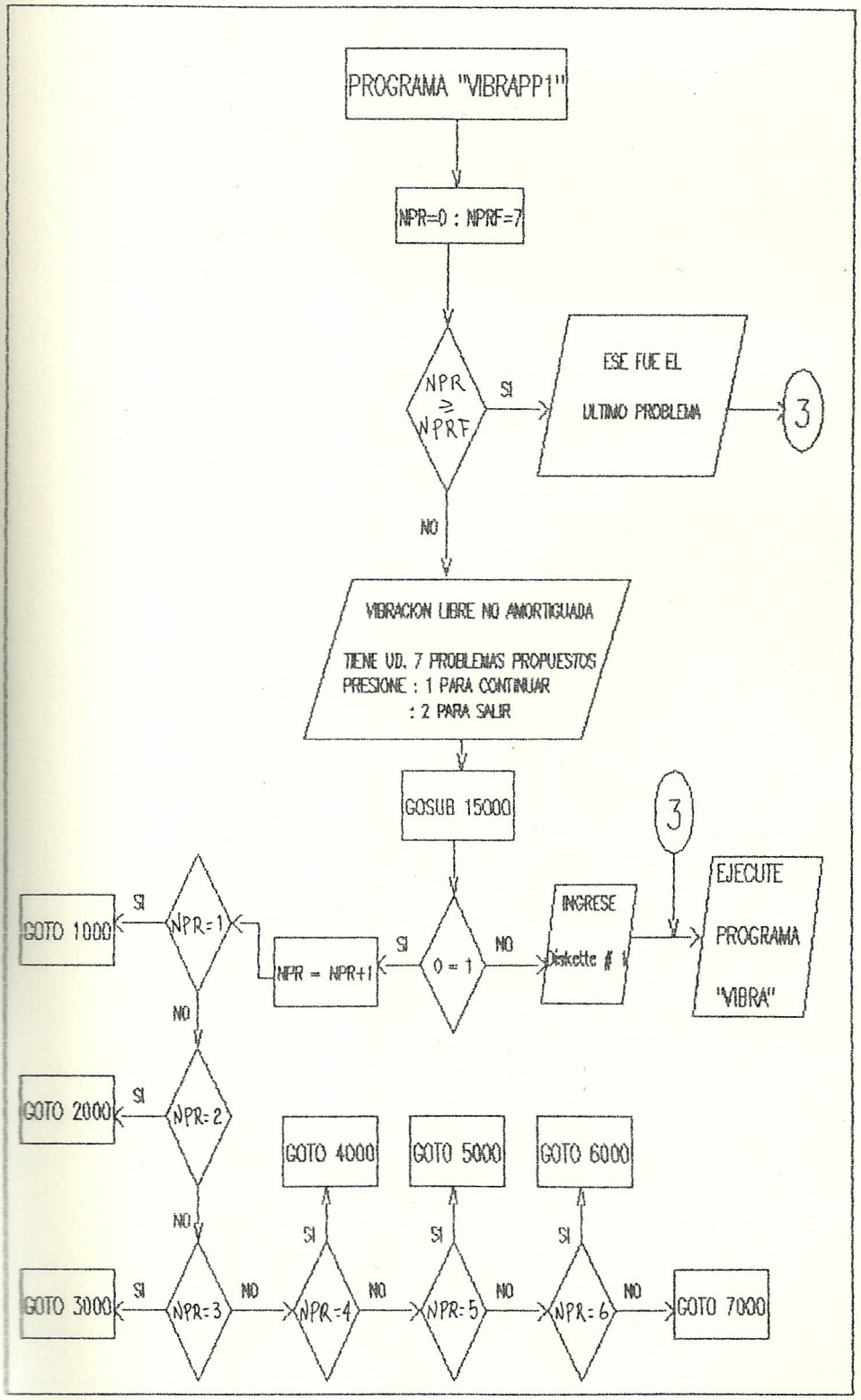


Fig.N°3.15

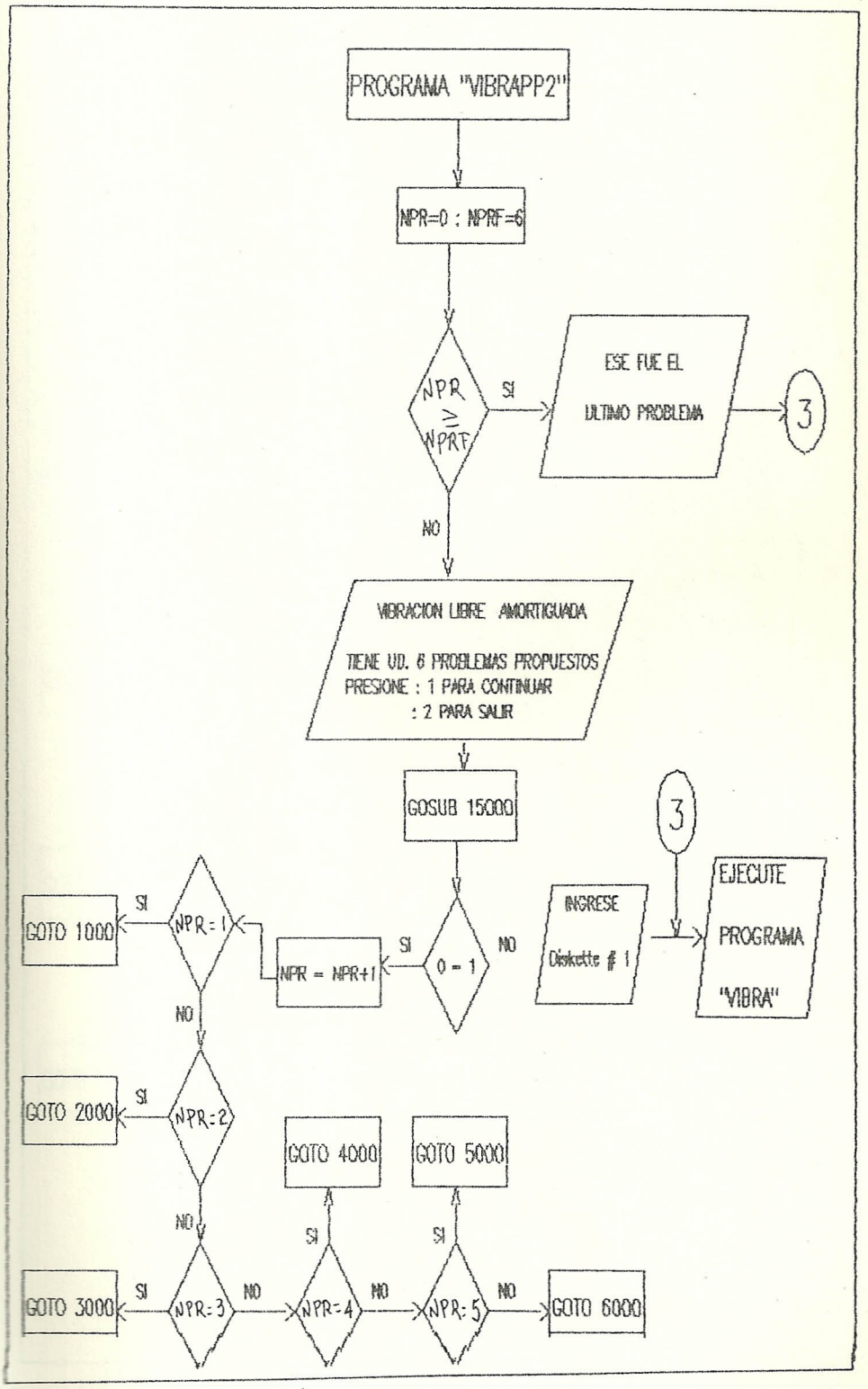

PROGRAMA "VIBRAPP2"
NPR=0 ; NPRF=6
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
3
NO
VIBRACION LIBRE AMORTIGUADA
TIENE UD. 6 PROBLEMAS PROPUESTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
3
INGRESE Diskette # 1
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR: 1
SI
GOTO 1000
NO
NPR: 2
SI
GOTO 2000
NO
GOTO 4000
GOTO 5000
SI
SI
NPR: 3
SI
GOTO 3000
NO
NPR: 4
NO
NPR: 5
NO
GOTO 6000

Fig.N°3.16

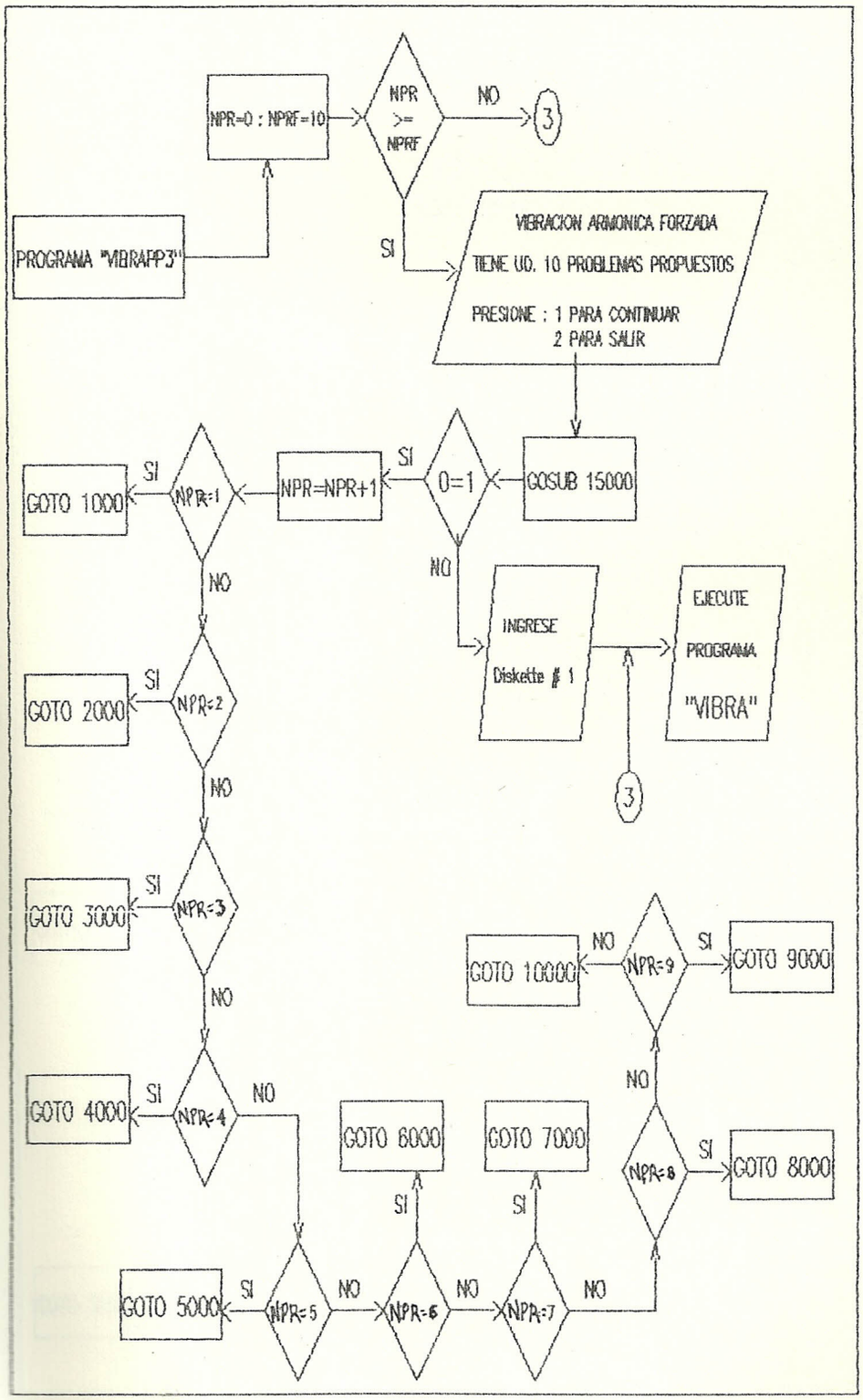

NPR=0 : NPRF=10
NPR >= NPRF
NO
3
SI
PROGRAMA "VIBRAPP3"
VIBRACION ARMONICA FORZADA
TIENE UD. 10 PROBLEMAS PROPUESTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
2 PARA SALIR
GOSUB 15000
0=1
SI
NPR=NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 1000
NO
INGRESE
Diskette # 1
EJECUTE
PROGRAMA
"VIBRA"
3
NPR=2
SI
GOTO 2000
NO
NPR=3
SI
GOTO 3000
NO
NPR=4
SI
GOTO 4000
NO
NPR=9
NO
SI
GOTO 10000
GOTO 9000
NPR=8
NO
SI
GOTO 8000
GOTO 6000
GOTO 7000
SI
SI
NPR=5
SI
GOTO 5000
NO
NPR=6
NO
NPR=7
NO

Fig.Nº3.17

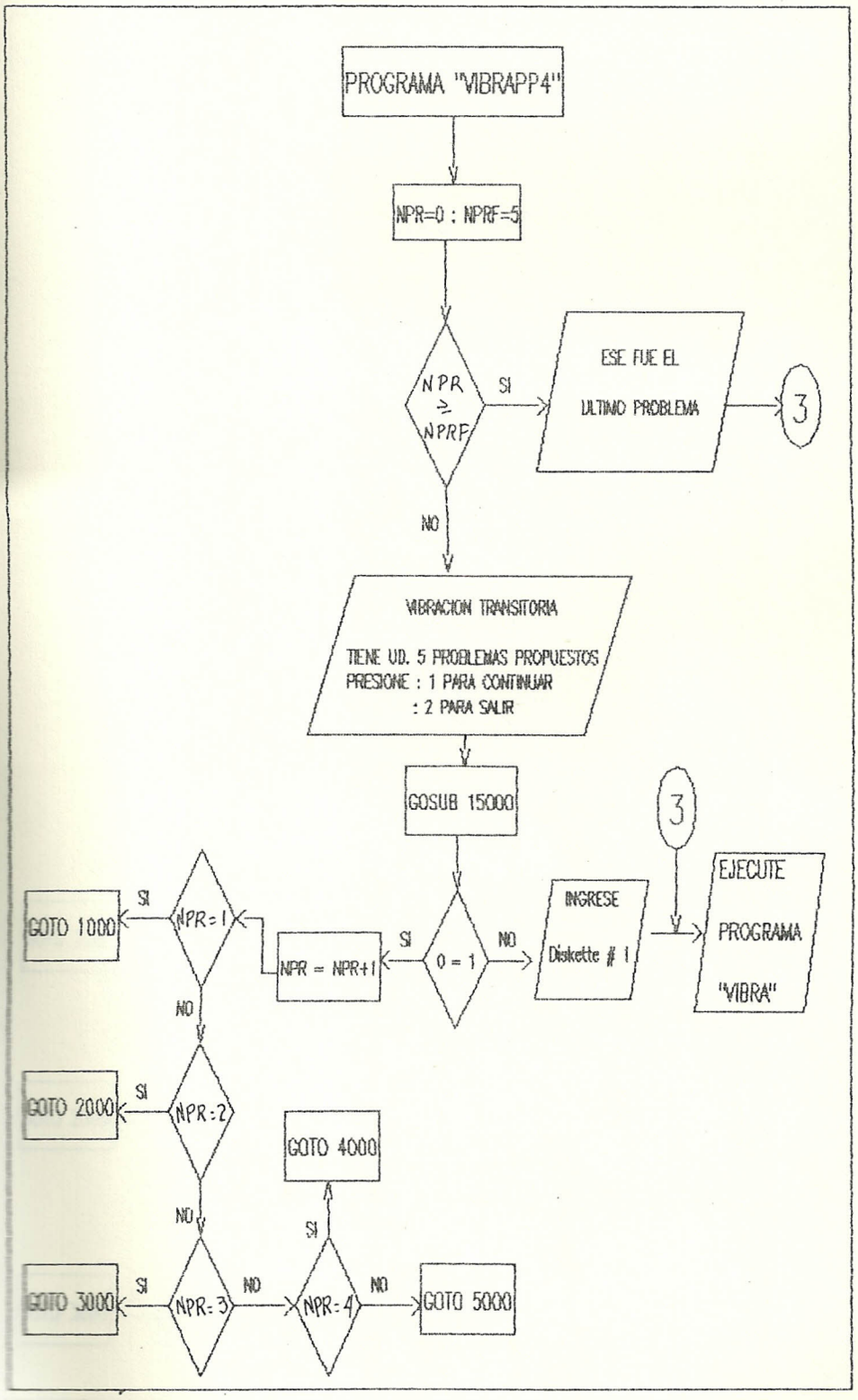

PROGRAMA "VIBRAPP4"
NPR=0 : NPRF=5
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
3
NO
VIBRACION TRANSITORIA
TIENE UD. 5 PROBLEMAS PROPUESTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
3
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
INGRESE Diskette # 1
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 1000
NO
NPR:2
SI
GOTO 2000
GOTO 4000
NO
SI
NPR:3
SI
NO
NPR:4
NO
GOTO 3000
GOTO 5000

Fig.N°3.18

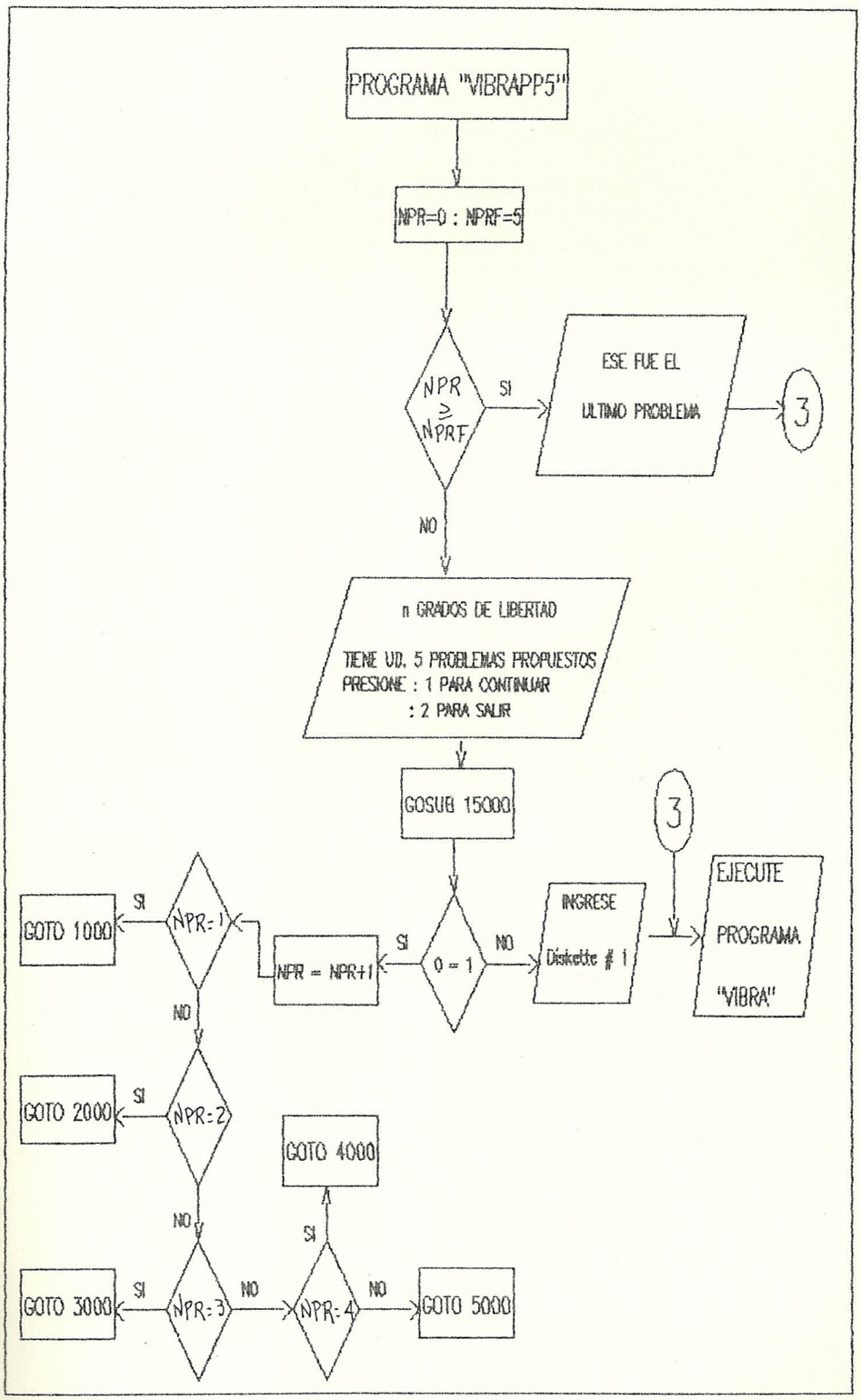

PROGRAMA "VIBRAPP5"
NPR=0 : NPRF=5
NPR ≥ NPRF
SI
ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA
3
NO
n GRADOS DE LIBERTAD
TIENE UD. 5 PROBLEMAS PROPUESTOS
PRESIONE : 1 PARA CONTINUAR
: 2 PARA SALIR
GOSUB 15000
3
EJECUTE PROGRAMA "VIBRA"
INGRESE Diskette # 1
0 = 1
SI
NO
NPR = NPR+1
NPR=1
SI
GOTO 1000
NO
NPR=2
SI
GOTO 2000
NO
GOTO 4000
SI
NPR=3
SI
GOTO 3000
NO
NPR=4
NO
GOTO 5000

Fig.Nº3.19

3.3 Listados

3.3.1 Listado Programa "VIBRAPP1"

```
10 NPR=0 : NPRF=7
12 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : T=1 : N2=1
14 IF NPR)=NPRF THEN 100
16 LOCATE  2,21 : PRINT "*********************************"
18 LOCATE  3,21 : PRINT "VIBRACION LIBRE NO AMORTIGUADA"
20 LOCATE  4,21 : PRINT "*********************************"
21 LOCATE  8,19 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA";
23 PRINT " PROPUESTO";
24 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
25 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
26 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
28 GOSUB 15000
29 ON O GOTO 98
30 CLS : LOCATE 23,23 : PRINT " Ingrese diskette # 1 "
31 LOCATE 25,14 : PRINT " Presione una tecla cuando este listo ";
32 LOCATE 25,53,1 : M$=INKEY$
33 IF M$="" THEN 32
34 OPEN "r",1,"cambiar",1
36 FIELD 1, 1 AS C$
38 GET # 1, 1
40 IF C$="1" THEN 96
42 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "¥ ERROR ¥";
44 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 1 esté en el drive A";
46 CLOSE 1 : GOTO 32
96 RUN "VIBRA"
98 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 1000,2000,3000,4000,5000,6000,7000
100 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
102 LOCATE 15,22 : PRINT "*****************************************"
104 LOCATE 17,22 : PRINT "      ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA      "
106 LOCATE 19,22 : PRINT "*****************************************"
108 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
110 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
112 IF E$="" THEN 110
114 IF ASC(E$)=13 THEN 30
116 GOTO 110
1000 GOSUB 17000
1002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=1.3783
1004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
1005 PRINT "       Una barra uniforme de 10 Kg y longitud 2a = 1m esta"
1006 PRINT "       pivoteada en O y soportada en la posicion horizon- "
1007 PRINT "       tal por un resorte de constante K = 4 kN/m. Deter- "
1008 PRINT "       mine la frecuencia natural del sistema."
1009 LOCATE 12,28 : PRINT "30"
1010 LINE (146,54)-(146,120) :LINE (146,96)-(378,99),,B
1011 X=146 : Y=58
1012 LINE (X,Y)-(X+18,Y+6):LINE -(X+33,Y+4):LINE -(X+30,Y+14):LINE -(X+50,Y+12)
1013 LINE -(X+55,Y+23) :LINE -(X+76,Y+20):LINE -(X+82,Y+27) :LINE -(X+116,Y+37)
```

```
1014 LINE (146,118)-(378,118):LINE (262,116)-(262,120):LINE (378,116)-(378,120)
1017 FOR I=0 TO 15 : LOCATE I,18 : PRINT "/" : NEXT I
1018 LOCATE 16,26 : PRINT "a" : LOCATE 16,42 : PRINT "a"
1019 LOCATE  9,27 : PRINT "K" : LOCATE 14,20 : PRINT "O"
1021 GOSUB 15300
1022 ON 0 GOTO 1024,1100,25000
1024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
1026 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
1028 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
1030 IF X=0 THEN 1004 ELSE 1024
1100 REM
1102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
1104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
1106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 1200,1300,1400,1500
1108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
1110 LINE (90,46)-(254,66) : LINE -(254,62) : LINE -(90,42) : LINE -(90,46)
1116 LINE (90,44)-(260,44),,,&HCCCC
1118 LINE (172,78)-(172,54) : LINE -(135,28)
1120 LOCATE 4,20 :PRINT "K(D+x)" :LOCATE 11,22 :PRINT "W"
1122 LINE (168,74)-(172,78) : LINE -(176,74)
1124 LINE (136,34)-(135,28) : LINE -(147,31)
1126 LOCATE 7,27 : PRINT "O" : LOCATE 6,18 : PRINT "30"
1128 LOCATE  6,11 :PRINT "O"
1130 LOCATE 9,27 : PRINT "a" : LOCATE 8,18 : PRINT "a"
1170 LOCATE 13,9 : PRINT "Tomando momentos alrededor de O, complete la "
1172 LOCATE 14,9 : PRINT "ecuacion de movimiento "
1174 LOCATE 17,10 : PRINT "W$a$Cos0 - [          ]$a$Sen 30 = Io$(d20/dt2)"
1176 F=17 : C=23 : NMAX=7 : A=3 : GOSUB 36000
1178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1184
1180 IF W$="KD+Kx " OR W$="kd+kx " OR W$="kD+kx " OR W$="kd+kx " OR W$="KD+KX "
     OR W$="kD+kX " THEN 1188
1181 IF W$="K(D+x)" OR W$="K(d+x)" OR W$="k(d+x)" OR W$="K(D+X)" OR W$="k(D+x)"
     OR W$="k(D+X)" THEN 1188
1182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1180
1184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1186 LOCATE F,C  : PRINT "K(D+x) " : GOTO 1190
1188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1190 LOCATE 22,9 : PRINT "Ahora encuentre x en funcion de a,0,Sen 30"
1192 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
1204 PRINT "      La nueva posicion del resorte es :"
1210 LINE (90,60)-(256,80) : LINE -(90,20)
1216 LINE -(256,60),,,&HCCCC : LINE -(90,60),,,&HCCCC
1220 LOCATE 7,25 : PRINT "30"
1228 LOCATE  8,11 :PRINT "O" : LOCATE 12,27 : PRINT "x"
1230 LINE (256,80)-(256,60),,,&HCCCC : LINE -(200,86),,,&HCCCC
1232 LOCATE 10,21 : PRINT "a" : LOCATE 9,32 : PRINT "30"
1234 LINE (256,80)-(220,97),,,&HCCCC
1236 LINE (280,60)-(286,60) :LINE (280,80)-(286,80) :LINE (283,80)-(283,60)
1238 LOCATE  9,35 : PRINT "a$0" : LOCATE 8,18 : PRINT "O"
1260 LOCATE 14,17 : PRINT "Del grafico encuentre x "
```

```
1260 LOCATE 14,17 : PRINT "Del grafico encuentre x "
1262 LOCATE 16,20 : PRINT "  x =              "
1264 F=16 : C=26 : NMAX=11 : A=2 : GOSUB 36000
1266 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1284
1268 IF W$="a*0*Sen30  " OR W$="a*0*Sen 30 " OR W$="a*0*Sen(30)" THEN 1288
1270 IF W$="A*0*SEN30  " OR W$="A*0*SEN 30 " OR W$="A*0*SEN(30)" THEN 1288
1272 IF W$="A*0*Sen30  " OR W$="A*0*Sen 30 " OR W$="A*0*Sen(30)" THEN 1288
1273 IF W$="A0Sen30    " OR W$="A0 Sen 30  " OR W$="A0 Sen30   " THEN 1288
1274 IF W$="a0 Sen(30) " OR W$="a.0.Sen 30 " OR W$="a0.Sen30   " THEN 1288
1275 IF W$="a0Sen30    " OR W$="a0.Sen(30) " OR W$="a.0.Sen(30)" THEN 1288
1276 IF W$="0*a Sen 30 " OR W$="a*0*sen(30)" OR W$="0*a*Sen 30 " THEN 1288
1277 IF W$="a0Sen(30)  " OR W$="0*a*Sen(30)" OR W$="0*a*Sen30  " THEN 1288
1278 IF W$="a0(Sen30)  " OR W$="a*0*(Sen30)" OR W$="(Sen30)*a*0" THEN 1288
1279 IF W$="0*a*sen 30 " OR W$="a*0*sen30  " OR W$="a0sen30    " THEN 1288
1280 IF W$="(Sen30)a0  " OR W$="a*(Sen30)*0" OR W$="0*(Sen30)*a" THEN 1288
1282 LOCATE 18,9  : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1268
1284 LOCATE 18,9  : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1286 LOCATE F,C   : PRINT "a*0*Sen(30)" : GOTO 1290
1288 LOCATE 18,9  : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1290 LOCATE 20,1 : PRINT "W*a*Cos 0 - K*D*a*Sen 30 - [ K*(a*Sen 30)^2 ] 0  = ";
     : PRINT "Io*(d20/dt2)"
1292 LOCATE 22,9  : PRINT "Reemplace por equilibrio estatico"
1294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
1304 PRINT "     Para pequenos desplazamientos Cos0=1; Sen0=0 ":PRINT
1306 PRINT "- W*a - K*D*a*Sen30 - [K (a*Sen30)^2 ] 0 = Io*(d20/dt2)" : PRINT
1308 PRINT "     En equilibrio estatico:"
1310 LINE (146,65)-(378,68),,B  : LOCATE 12,35 : PRINT "W"
1312 LOCATE 10,26 : PRINT "a"   : LOCATE 10,42 : PRINT "a"
1314 LOCATE  6,31 : PRINT "K*D" : LOCATE  9,18 : PRINT "D"
1315 LOCATE  8,30 : PRINT "30"
1316 LINE (262,90)-(262,67) : LINE -(225,41)
1318 LINE (258,86)-(262,90) : LINE -(266,86)
1320 LINE (226,46)-(225,41) : LINE -(237,43)
1354 LOCATE 14,1 : PRINT "     Tomando momentos respecto de D :"
1355 LOCATE 16,1 : PRINT "                W*a -              = D"
1356 F=16 : C=23 : NMAX=13 : A=2 : GOSUB 36000
1358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1384
1360 IF W$="K*D*a*Sen30  "OR W$="K*D*a*Sen 30 "OR W$="K*D*a*Sen(30)" THEN 1388
1361 IF W$="K*D*A*SEN30  "OR W$="K*D*A*SEN 30 "OR W$="K*D*A*SEN(30)" THEN 1388
1362 IF W$="A*K*D*SEN30  "OR W$="A*K*D*SEN 30 "OR W$="A*K*D*SEN(30)" THEN 1388
1364 IF W$="KDaSen30     "OR W$="KDa Sen 30   "OR W$="KDa Sen30    " THEN 1388
1365 IF W$="KDa Sen(30)  "OR W$="kDa Sen 30   "OR W$="kDaSen30     " THEN 1388
1366 IF W$="K.D.a.Sen30  "OR W$="K.D.a.Sen 30 "OR W$="K.D.a.Sen(30)" THEN 1388
1367 IF W$="K*D*a*SEN30  "OR W$="K*D*a*SEN 30 "OR W$="K*D*a*SEN(30)" THEN 1388
1368 IF W$="K*D*A*Sen30  "OR W$="K*D*A*Sen 30 "OR W$="K*D*A*Sen(30)" THEN 1388
1369 IF W$="k D a Sen30  "OR W$="k D a Sen(30)"OR W$="k D a Sen 30 " THEN 1388
1370 IF W$="K D a Sen30  "OR W$="K D a Sen(30)"OR W$="K D a Sen 30 " THEN 1388
1372 IF W$="K.D.A.SEN30  "OR W$="K.D.A.SEN 30 "OR W$="K.D.A.SEN(30)" THEN 1388
1373 IF W$="k*d*a*Sen30  "OR W$="k*d*a*Sen 30 "OR W$="k*d*a*Sen(30)" THEN 1388
1374 IF W$="a*K*D*Sen30  "OR W$="a*K*D*Sen 30 "OR W$="a*K*D*Sen(30)" THEN 1388
1375 IF W$='k*D*a*Sen30  "OR W$="k*D*a*Sen 30 "OR W$="k*D*a*Sen(30)" THEN 1388
```

```
1376 IF W$="(aSen30)*K*D "OR W$="(aSen30)*k*D "OR W$="(aSen30)KD   " THEN 1388
1377 IF W$="(aSen30)kD   "OR W$="K*D*(aSen30) "OR W$="K*D*a(Sen30) " THEN 1388
1378 IF W$="K*D*(a*Sen30)"OR W$="K*D*(Sen30)*a"OR W$="k*D*(aSen30) " THEN 1388
1379 IF W$="k*D*a(Sen30) "OR W$="KD(aSen30)   "OR W$="KDa(Sen30)   " THEN 1388
1380 IF W$="k*d*a(Sen30) "OR W$="k*d*(aSen30) "OR W$="a*Sen30)*k*d " THEN 1388
1381 IF W$="k*d*a*sen30  "OR W$="k*d*a*sen(30)"OR W$="k*d*a*sen(30)" THEN 1388
1382 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1360
1384 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1386 LOCATE F,C  : PRINT "K*D*a*Sen 30 " : GOTO 1390
1388 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones; la ecuacion de movimiento es:" :
     GOSUB 36100 : NOTA=NOTA+5
1390 LOCATE 20,1 : PRINT "       Io*(d20/dt2) + [ K(a*Sen 30)^2 ] 0  =  0 "
1392 LOCATE 22,3  : PRINT "   Determine ahora el valor de valor de Io     "
1394 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
1410 LINE (146,25)-(378,28),,B : PSET (262,26)
1411 LINE (146,44)-(378,44)    : LINE (378,42)-(378,46)
1412 LOCATE  6,26 : PRINT "a"  : LOCATE  6,42 : PRINT "a"
1414 LOCATE  4,18 : PRINT "O"  : LOCATE  3,34 : PRINT "c"
1416 LINE (146,42)-(146,46) : LINE (262,42)-(262,46)
1456 LOCATE 11,10 : PRINT "El momento de inercia con respecto al centro"
1458 LOCATE 12,10 : PRINT "de gravedad C es  Ic = (1/12)*m*l^2"
1460 LOCATE 14,10 : PRINT "Donde l es la longitud. Determine  Io"
1462 LOCATE 16,24 : PRINT "Io =                "
1464 F=16 : C=29 : NMAX=11 : A=2 : GOSUB 36000
1466 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1484
1468 IF W$="(4/3)*m*a^2" OR W$="(4/3)*a^2*m" OR W$="a^2*m*4/3  " THEN 1488
1470 IF W$="(4/3)*m*A^2" OR W$="(4/3)*A^2*m" OR W$="A^2*m*4/3  " THEN 1488
1472 IF W$="(4/3)*M*a^2" OR W$="(4/3)*a^2*M" OR W$="a^2*M*4/3  " THEN 1488
1473 IF W$="(4/3)*M*A^2" OR W$="(4/3)*M*A^2" OR W$="A^2*M*4/3  " THEN 1488
1474 IF W$="m(4/3)a^2  " OR W$="(4/3)ma^2  " OR W$="(4/3)m(a^2)" THEN 1488
1475 IF W$="(4/3).m.a^2" OR W$="(4/3).a^2.m" OR W$="a^2.m.4/3  " THEN 1488
1476 IF W$="(4*m*a^2)/3" OR W$="(4m(a)^2)/3" OR W$="(4ma^2)/3  " THEN 1488
1478 IF W$="(4*M*A^2)/3" OR W$="(4M(a)^2)/3" OR W$="(4MA^2)/3  " THEN 1488
1480 IF W$="(4/3)M(A^2)" OR W$="[4m(a)^2]/3" OR W$="[4M(A)^2)/3" THEN 1488
1482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1468
1484 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1486 LOCATE F,C  : PRINT "(4/3)*m*a^2" : GOTO 1490
1488 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones; la ecuacion de movimiento es : " :
     GOSUB 36100 : NOTA=NOTA+5
1490 LOCATE 20,12 : PRINT "(4/3)*m*(d20/dt2) + [ k (Sen 30)^2 ] 0  = 0 "
1492 LOCATE 22,9  : PRINT "Encuentre el valor de la frecuencia natural fn (Hz)"
1494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento es:"
1506 LOCATE  4,10: PRINT "   (4/3)*m*(d20/dt2) + [ K( Sen 30)^2 ] 0 = 0"
1508 LOCATE  7,10: PRINT "La frecuencia natural en Hertz (hz) es :"
1509 LOCATE  9,17: PRINT "                                    ½"
1510 LOCATE 10,17: PRINT "      1     ┌ 3*K*(Sen 30)^2 ┐    "
1512 LOCATE 11,17: PRINT "fn = ---    │ ------------- │    "
1514 LOCATE 12,17: PRINT "     2*π    └      4*m       ┘    "
```

```
1516 LOCATE 16,17: PRINT "Reemplazando valores :"
1518 LOCATE 19,17: PRINT "              fn = 1.3783 Hz"
1520 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
2000 GOSUB 17000
2001 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=.0356
2002 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
2003 PRINT "       Utilizando el metodo de la energia determine la"
2004 PRINT "       frecuencia natural del sistema." : PRINT
2005 PRINT "       m = 50 Kg       N = 100 Kg          K = 2000 N/m"
2006 PRINT "       k = 1000 N/m    I = 50 N m seg^2    I1 = 25 N m seg^2"
2007 PRINT "       R = 1 m         r = 0.5 m"
2008 X=50 : Y=108 : GOSUB 37000
2009 CIRCLE (166,90),42 : CIRCLE (166,90),21 : CIRCLE (406,100),23
2010 LINE (166,100)-(266,100) :LINE (306,100)-(418,100)
2011 LINE (266,94)-(306,106),,B
2012 X=422 : Y=100 : GOSUB 37000
2013 LINE (537,90)-(537,111): LINE -(246,111) :LINE -(246,136)
2014 LOCATE 15,13:PRINT "K":LOCATE 13,36:PRINT "m":LOCATE 15,23:PRINT "r"
2015 LOCATE  9,22:PRINT "I":LOCATE 11,51:PRINT "I1":LOCATE 17,24:PRINT "R"
2016 LOCATE 12,60:PRINT "k": LOCATE 16,53:PRINT "r":LOCATE 10,36:PRINT "x"
2017 CIRCLE (276,108),4 : CIRCLE (296,108),4 : CIRCLE (166,90),5
2018 LINE (406,118)-(429,118):LINE (166,112)-(187,112):LINE (166,126)-(208,126)
2019 LINE (49,98)-(49,118) : LINE(406,116)-(406,120) : LINE (429,116)-(429,120)
     : LINE (156,92)-(176,92)
2020 LINE (166,110)-(166,114) :LINE(187,110)-(187,114) :LINE (166,124)-(166,128)
     : LINE (208,124)-(208,128) : LINE (300,86)-(270,86)
2021 LINE (278,84)-(270,86) : LINE-(278,88)
2022 GOSUB 15300
2023 ON 0 GOTO 2024,2100,25000
2024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
2026 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
2028 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
2030 IF X=0 THEN 2002 ELSE 2024
2100 REM
2102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
2104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
2106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 2200,2300,2400,2500,2600
2108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
2150 PRINT "      El sistema tiene un grado  de libertad ya que su movi-"
2152 PRINT "      miento puede ser expresado en función de una coordena-"
2154 PRINT "      da generalizada (x)" : PRINT : PRINT
2156 PRINT "                    U + T = cte " : PRINT : PRINT
2158 PRINT "      Si el resorte K se comprime una distancia X determine"
2160 PRINT "      su energia potencial": PRINT
2162 PRINT "                    U ="
2164 F=12 : C=25 : NMAX=11 : A=2 : GOSUB 36000
2166 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2184
2168 IF W$="(1/2)*K*X^2" OR W$="(1/2)*X^2*K" OR W$="X^2*K*1/2  " THEN 2188
2170 IF W$="(K*X^2)/2  " OR W$="K(X^2)/2   " OR W$="(K.X^2)/2  " THEN 2188
2172 IF W$="(K(X)^2)/2 " OR W$="[K(X)^2]/2 " OR W$="[K/2](X^2) " THEN 2188
2174 IF W$="(1/2)K*X^2 " OR W$="(K(X)^2)/2 " OR W$="(K/2)(X^2) " THEN 2188
2176 IF W$="K(1/2)X^2  " OR W$="(1/2)KX^2  " OR W$="(1/2)K(X^2)" THEN 2188
2178 IF W$="(1/2).K.X^2" OR W$="(1/2).X^2.K" OR W$="X^2.K.1/2  " THEN 2188
```

```
2180 IF W$="(1/2)K(X)^2" OR W$="(1/2)KX^2  " OR W$="(KX^2)/2   " THEN 2188
2181 IF W$="(1/2)(KX^2)" THEN 2188
2182 LOCATE 14,12: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2168
2184 LOCATE F,21 : PRINT "Lo siento      " : GOSUB 36100
2186 LOCATE 14,12: PRINT "         U = (1/2)*K*X^2   " : GOTO 2190
2188 LOCATE 14,12: PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2190 LOCATE 16,7 : PRINT "Para el resorte k la energia potencial es "
2192 LOCATE 18,21: PRINT "U = (1/2)*k*x^2 "
2194 LOCATE 20,7 : PRINT "Establesca una relacion de triangulos para "
2196 LOCATE 21,7 : PRINT "expresar X en función de x "
2198 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : N2=2 : SCREEN 2
2210 LOCATE 6,29 : PRINT "x" : LOCATE 9,28:PRINT "X"
2212 LINE (241,20)-(241,74) : LINE -(188,74) : LINE -(241,20)
2214 LINE (241,50)-(213,50)
2216 LOCATE 5,34 : PRINT "r" : LOCATE 7,37 : PRINT "R"
2218 LINE (255,20)-(255,50) : LINE (279,20)-(279,74)
2220 LINE (253,20)-(257,20) : LINE (253,50)-(257,50)
2222 LINE (277,20)-(281,20) : LINE (277,74)-(281,74)
2260 LOCATE 13,9 : PRINT "Del grafico encuentre X en funcion de x"
2262 LOCATE 15,20: PRINT "  X = "
2264 F=15 : C=26 : NMAX=6 : A=3 : GOSUB 36000
2266 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2284
2268 IF W$="x*R/r " OR W$="x(R/r)" OR W$="(R/r)x" THEN 2288
2270 IF W$="xR/r  " OR W$="(xR)/r" OR W$="x.R/r " OR W$="R*x/r " THEN 2288
2282 LOCATE 18,9  : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2268
2284 LOCATE F,22 : PRINT "Lo siento " : GOSUB 36100
2286 LOCATE 18,9 : PRINT "      X/R = x/r  ; X = x*R/r" : GOTO 2290
2288 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2290 LOCATE 21,9 : PRINT "Determine las energias cineticas de los cuerpos"
2294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
2350 PRINT "       La energia potencial total es entonces " : PRINT
2352 PRINT "            U = (1/2) [ k + K(R/r)^2] x^2" : PRINT
2358 PRINT "       Determine la energia cinética de la masa m en función"
2360 PRINT "       de su velocidad  (dx/dt)" : PRINT
2362 PRINT "                  T = "
2364 F=8 : C=23 : NMAX=15 : A=2 : GOSUB 36000
2366 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2384
2368 IF W$="(1/2)*m*dx/dt^2" OR W$="(1/2)*dx/dt^2*m" OR W$="dx/dt^2*m*1/2  "
     THEN 2388
2370 IF W$="m((dx/dt)^2)/2 " OR W$="m(dx/dt^2)/2   " OR W$="(m.dx/dt^2)/2  "
     THEN 2388
2372 IF W$="(m(dx/dt)^2)/2 " OR W$="[m(dx/dt)^2]/2 " OR W$="(m*(dx/dt)^2)/2"
     THEN 2388
2376 IF W$="m(1/2)dx/dt^2  " OR W$="(1/2)mdx/dt^2  " OR W$="(1/2)m(dx/dt^2)"
     THEN 2388
2378 IF W$="(1/2).m.dx/dt^2" OR W$="(1/2).dx/dt^2.m" OR W$="dx/dt^2.m.1/2  "
     THEN 2388
```

```
2380 IF W$="(1/2)m(dx/dt)^2" OR W$="m(1/2)(dx/dt^2)" OR W$="(m*dx/dt^2)/2  "
     THEN 2388
2382 LOCATE 10,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2368
2384 LOCATE F,19 : PRINT "Lo siento           " : GOSUB 36100
2386 LOCATE 10,9 : PRINT "        T = (1/2)m(dx/dt)^2" : GOTO 2390
2388 LOCATE 10,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2390 LOCATE 13,9 : PRINT "La energía cinética del primer disco es :"
2392 LOCATE 16,9 : PRINT "T = (1/2)I(dθ1/dt)^2"
2394 LOCATE 19,9 : PRINT "De la relación de triangulos halle θ1 en función"
2396 LOCATE 20,9 : PRINT "de x, así como la energía cinética para el segun-"
2397 LOCATE 21,9 : PRINT "do disco"
2398 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
2402 PRINT "        Ingrese θ1 en función de x" : PRINT
2404 PRINT "              θ1 = "
2406 F=3 : C=20 : NMAX=3 : A=2 : GOSUB 36000
2408 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2414
2410 IF W$="x/r" THEN 2418
2412 LOCATE  5,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2410
2414 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento"
2416 LOCATE  5,9 : PRINT "        θ1 = x/r           " : GOTO 2420
2418 LOCATE  5,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
2420 LOCATE  8,9 : PRINT "La Energía cinética para el segundo disco es :"
2422 LOCATE 11,12: PRINT "T = (1/2) [ M(dx/dt)^2 + I1(dθ2/dt^2) ]" : PRINT
2460 LOCATE 14,9 : PRINT "Ingrese θ2 en función de x"
2462 LOCATE 16,15: PRINT "θ2 = "
2464 F=16 : C=20 : NMAX=3 : A=2
2466 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2484
2468 IF W$="x/r" THEN 2488
2482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2468
2484 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento" : GOSUB 36100
2486 LOCATE 18,9 : PRINT "Teniendo como centro instantáneo al punto de con-"
2487 LOCATE 19,9 : PRINT "tacto con el piso,  θ2 = x/r" : GOTO 2490
2488 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2490 LOCATE 21,9 : PRINT "T = (1/2) [ M + m + I/r^2 + I1/r^2 ] (dx/dt)^2"
2498 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
2552 PRINT "  U + T  = (1/2) [ k + K(R/r)^2] (x)^2   + " : PRINT
2554 PRINT "           (1/2) [ M + m + I/r^2 + I1/r^2 ] (dx/dt)^2  =  cte" :
     PRINT
2556 PRINT "     Derivando :" : PRINT
2558 PRINT "d(U + T) = [ k + K(R/r)^2] (x) (dx/dt)   +" : PRINT
2560 PRINT "           [ M + m + I/r^2 + I1/r^2 ] (dx/dt) (d2x/dt2)  =  0" :
     PRINT
2562 PRINT "     Eliminando la primera derivada, la ecuación de movimiento"
2564 PRINT "     será :" : PRINT
2566 PRINT "[ M + m + I/r^2 + I1/r^2 ] (d2x/dt)  +  [ k + K(R/r)^2] (x) = 0" ;
     PRINT
```

```
2568 PRINT "     De la ecuación de movimiento halle Keq (numérico)" : PRINT
2570 PRINT "          Keq (N/m) = "
2572 F=18 : C=23 : A=2 : GOSUB 36000
2574 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2584
2578 IF NUM=9000 THEN 2588
2582 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 2578
2584 LOCATE F,11 : PRINT "Lo siento      " : GOSUB 36100
2586 LOCATE 20,6 : PRINT "Keq = 1000 + 2000*(1/0.5)^2 = 9000 N/m" : GOTO 2590
2588 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2590 LOCATE 23,6 : PRINT "Determine meq y Wn"
2592 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2002
2600 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67
2602 PRINT "    meq =  M  + m  + (I + I1)/r^2 " : PRINT
2604 PRINT "    meq = 30 + 20 + (50 + 25)/0.5^2 " : PRINT
2606 PRINT "    meq = 450 Kg" : PRINT
2608 PRINT "           1   ⌈ meq ⌉½    1   ⌈  350 ⌉½"
2610 PRINT "    fn  = ---  | --- |   = ---  | ----- |"
2612 PRINT "          2*π  ⌊ Keq ⌋     2*π  ⌊ 9000 ⌋" : PRINT
2614 PRINT "    fn  = 0.0356 Hz"
2620 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
3000 GOSUB 17000
3002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=1.683
3004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
3006 PRINT "       Mediante el metodo de la energia hallar la frecuen-"
3008 PRINT "       cia natural del sistema indicado.  El momento de i-"
3010 PRINT "       nercia total de m y la barra alrededor de O es 0.5 "
3012 PRINT "       Kg-m^2, K=2.5 N/mm, m=30 Kg , a=200 mm, b=150 mm."
3014 FOR I=11 TO 15 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
3015 LOCATE 7,17 : PRINT "/ / / /" : LINE (124,55)-(184,55)
3016 LINE (72,78)-(72,120): LINE (76,98)-(272,98) : LINE -(272,78) : LINE
     (276,78)-(276,100) : LINE -(76,100)
3017 FOR I=1 TO 14 : CIRCLE (274,71),I : NEXT I
3018 X=152 : Y=56 : GOSUB 42000
3019 LINE (72,84)-(154,84),,,&HCCCC :LINE (260,71)-(228,71),,, &HCCCC : LINE
     (244,71)-(244,98),,,&HCCCC
3020 LINE (274,100)-(274,116),,,&HCCCC : LINE (72,108)-(274,108),,,&HCCCC
3021 LOCATE 11,14 :PRINT "a" :LOCATE 14,21 :PRINT "I" :LOCATE 11,31 :PRINT "b"
3022 LOCATE 10,22 :PRINT "K" :LOCATE  9,38 :PRINT "m" :LOCATE 12,11 :PRINT "O"
3023 LINE (72,96)-(76,102),,B
3024 GOSUB 15300
3026 ON O GOTO 3028,3100,25000
3028 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
3030 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
3032 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
3034 IF X=0 THEN 3004 ELSE 3028
3100 REM
3102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
3104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
3106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 3200,3300,3400,3500
3108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
```

```
3110 PRINT "U1 + T1 = U2 + T2 , o" : PRINT
3112 PRINT "(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0"
3114 FOR I=9 TO 13 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
3115 LOCATE 5,17 : PRINT "/ / / /" : LINE (124,39)-(184,39)
3116 LINE (72,62)-(72,104) : LINE (72,82)-(272,82) : LINE -(272,62) : LINE
     (276,62)-(276,84) : LINE -(72,84)
3117 FOR I=1 TO 14 : CIRCLE (274,55),I : NEXT I
3118 X=152 : Y=40 : GOSUB 42000
3119 LINE (72,68)-(154,68),,,&HCCCC :LINE (260,55)-(228,55),,,&HCCCC : LINE
     (244,55)-(244,82),,,&HCCCC
3120 LINE (274,84)-(274,100),,,&HCCCC : LINE (72,92)-(274,92),,,&HCCCC
3121 LOCATE 9,14 :PRINT "a" :LOCATE 12,21 :PRINT "1" :LOCATE 9,31 :PRINT "b"
3122 LOCATE 8,22 : PRINT "K" : LOCATE 7,38 : PRINT "m"
3124 LINE (278,83)-(340,83),,,&HCCCC
3126 LINE (300,75)-(320,75) : LINE -(310,83) : LINE -(300,75)
3160 LOCATE 15,5 : PRINT "Para la posicion de referencia indicada complete U1"
3162 LOCATE 17,20 : PRINT "U1 = (1/2)*K*D^2 +"
3164 F=17 : C=39 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
3166 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3184
3168 IF W$="m*g*b" OR W$="m.g.b" OR W$="mgb  " OR W$="m*b*g" THEN 3188
3170 IF W$="m g b" OR W$="M*G*B" OR W$="MGB  " OR W$="mbg  " THEN 3188
3172 IF W$="b*m*g" OR W$="b.m.g" OR W$="bmg  " OR W$="g*m*b" THEN 3188
3174 IF W$="B*G*M" OR W$="BMG  " OR W$="M G B" OR W$="g*b*m" THEN 3188
3176 IF W$="B*M*G" OR W$="M.G.B" OR W$="B M G" OR W$="b m g" THEN 3188
3182 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 3168
3184 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
3186 LOCATE F,C  : PRINT "m*g*b" : GOTO 3190
3188 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
3190 LOCATE 21,20 : PRINT "T1 = 0 "
3192 LOCATE 23,9  : PRINT "Ahora determine U2 y T2"
3194 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 3104,3004
3200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
3210 PRINT "     En movimiento :"
3214 FOR I=9 TO 13 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
3215 LOCATE 5,17 : PRINT "/ / / /" : LINE (124,39)-(184,39)
3216 LOCATE 8,22 :PRINT "K" :LOCATE 8,39 :PRINT "m" : LOCATE 11,17 :PRINT "0"
3217 FOR I=1 TO 14 : CIRCLE (286,65),I : NEXT I
3218 X=152 : Y=40 : GOSUB 42000
3219 LINE (152,82)-(152,90)
3221 LOCATE 9,14 :PRINT "a" :LOCATE 13,21 :PRINT "1" :LOCATE 11,33 :PRINT "0"
3222 LINE (72,62)-(72,104): LINE (72,82)-(254,98) : LINE -(280,70) : LINE
     (284,70)-(258,100) : LINE -(72,84)
3223 LINE (72,68)-(154,68),,,&HCCCC : LINE (255,65)-(255,98),,,      &HCCCC
3224 LINE -(356,98),,,&HCCCC : LINE (72,83)-(356,83),,,&HCCCC
3226 LINE (316,75)-(336,75) : LINE -(326,83) : LINE -(316,75)
3228 LOCATE 12,43 : PRINT "a*0" : LOCATE 11,36 : PRINT "b"
3252 LOCATE 15,5 : PRINT "Complete la ecuacion para U2"
3254 LOCATE 17,7 : PRINT "U2 = (1/2)*K*(D+x)^2 + m*g*[b*Cos(0) - 1*0]
3256 F=17 : C=35 : NMAX=8 : A=2 : GOSUB 36000
3258 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3284
3260 IF W$="b*Cos0  " OR W$="b*Cos 0 " OR W$="b*Cos(0)" THEN 3288
```

```
3262 IF W$="B*COS0  " OR W$="B*COS 0 " OR W$="B*COS(0)" THEN 3288
3264 IF W$="B*Cos0  " OR W$="B*Cos 0 " OR W$="B*Cos(0)" THEN 3288
3266 IF W$="bCos0   " OR W$="b Cos 0 " OR W$="b Cos(0)" THEN 3288
3268 IF W$="B Cos(0)" OR W$="B Cos 0 " OR W$="BCos0   " THEN 3288
3270 IF W$="b.Cos0  " OR W$="b.Cos 0 " OR W$="b.Cos(0)" THEN 3288
3272 IF W$="B.COS0  " OR W$="B.COS 0 " OR W$="B.COS(0)" THEN 3288
3276 IF W$="b Cos0  " OR W$="B Cos0  " OR W$="bSen(0) " THEN 3288
3278 IF W$="(Cos0)*b" OR W$="(Cos0)b " OR W$="(COS0)*B" THEN 3288
3280 IF W$="(COS0)B " OR W$="(Cos0)B " OR W$="(Cos0)*B" THEN 3288
3282 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 3260
3284 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
3286 LOCATE F,C  : PRINT "b*Cos(0)" : GOTO 3290
3288 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
3290 LOCATE 21,20 : PRINT " T2 = (1/2)*Io*(d0/dt)^2 "
3292 LOCATE 23,9  : PRINT "Determine ahora U2 - U1 y T2 - T1 "
3294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 3104,3004
3300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2 : PRINT
3310 PRINT " U2 - U1  =  K*D*x + (1/2)*K*x^2 + m*g*b*Cos(0) - m*g*l0 -m*g*b" :
3312 PRINT : PRINT "          En equilibrio estatico :" : PRINT
3314 FOR I=9 TO 13 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
3316 LINE (72,62)-(72,104) : LINE (72,82)-(272,82) : LINE -(272,62) : LINE
     (276,62)-(276,84) : LINE -(72,84)
3317 FOR I=1 TO 14 : CIRCLE (274,55),I : NEXT I
3319 LINE (72,70)-(154,70),,,&HCCCC :LINE (260,55)-(228,55),,,&HCCCC : LINE
     (244,55)-(244,82),,,&HCCCC
3320 LINE (274,84)-(274,100),,,&HCCCC : LINE (72,92)-(274,92),,,&HCCCC
3321 LOCATE 9,14 :PRINT "a" :LOCATE 12,21 :PRINT "l" :LOCATE 9,31 :PRINT "b"
3322 LOCATE 9,21 : PRINT "K*D" : LOCATE 7,38 : PRINT "m"
3328 X=154 : Y=82 : GOSUB 41000
3352 LOCATE 15,9 : PRINT "Complete la ecuacion de equilibrio estatico :"
3354 LOCATE 17,9 : PRINT "K*D*a - m*g*l = 0"
3356 F=17 : C=17 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
3358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3384
3360 IF W$="m*g*l" OR W$="m.g.l" OR W$="mgl  " OR W$="m*l*g" THEN 3388
3370 IF W$="m g l" OR W$="M*G*L" OR W$="MGL  " OR W$="mlg  " THEN 3388
3372 IF W$="l*m*g" OR W$="l.m.g" OR W$="lmg  " OR W$="g*m*l" THEN 3188
3374 IF W$="L*G*M" OR W$="LMG  " OR W$="M G L" OR W$="g*b*l" THEN 3388
3376 IF W$="L*M*G" OR W$="M.G.L" OR W$="L M G" OR W$="l m g" THEN 3388
3382 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 3360
3384 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
3386 LOCATE F,C  : PRINT "m*g*l" : GOTO 3390
3388 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
3390 LOCATE 21,9 :PRINT "x = a*0, y reemplazando la ecuacion de equilibrio :" :
     PRINT
3392 PRINT "        U2 - U1 = (1/2)*K*a^2*0^2 - m*g*b*(1 - Cos 0 )"
3394 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 3104,3004
3400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
3410 PRINT "        Usando serie de potencias para la función Coseno:"
3412 LOCATE 3,21 : PRINT "1 - Cos(0) = (0^2)/2"
```

```
3446 LOCATE 7,1  : PRINT "U2 - U1 + T2 - T1  =  -[K*a^2 - m*g*b]0^2 + -Io(d0/d";
     : PRINT "t)^2 = 0"
3448 LOCATE 6,23 : PRINT "1" : LOCATE 6,45 : PRINT "1" : LOCATE 8,23 : PRINT "2"
     : LOCATE 8,45 : PRINT "2"
3450 LOCATE 11,9 : PRINT "Derive respecto del tiempo con 0 como variable y ha-"
3452 PRINT "        lle la ecuacion de movimiento"
3454 LOCATE 15,15 : PRINT "Io(d20/dt2) + [ K*a^2 - m*g*b ]0 = 0" : PRINT
3456 F=15 : C=31 : NMAX=5 : A=3 : GOSUB 36000
3458 GOSUB 21000 : IF B=1 THEN 3484
3460 IF W$="K*a^2" OR W$="a^2*K" OR W$="k*a^2" THEN 3488
3462 IF W$="k*A^2" OR W$="A^2*k" OR W$="K*A^2" THEN 3488
3468 IF W$="a^2*k" OR W$="Ka^2 " OR W$="KA^2 " THEN 3488
3472 IF W$="K.a^2" OR W$="a^2.K" OR W$="k.a^2" THEN 3488
3474 IF W$="K a^2" OR W$="a^2 k" OR W$="a^2 K" OR W$="ka^2 " THEN 3488
3482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF B=0 THEN 3460
3484 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
3486 LOCATE F,C  : PRINT "K*a^2" : GOTO 3490
3488 LOCATE 18,9 :PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
3490 LOCATE 21,9 :PRINT "Reemplaze valores, y a partir de la ecuación de movi-"
3492 PRINT "        miento calcule la frecuencia natural fn (Hz) "
3494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 3104,3004
3500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
3504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento es:"
3506 LOCATE  3,15 : PRINT "Io(d20/dt2) + [ K*a^2 - m*g*b ]0 = 0"
3508 LOCATE  5,10: PRINT "La frecuencia natural en Hertz (hz) es :"
3509 LOCATE  7,12: PRINT "                                  ⎫"
3510 LOCATE  8,12: PRINT "      1     ⎧ K*a² - m*g*b  ⎫     "
3512 LOCATE  9,12: PRINT "fn = ---    ⎨ ------------- ⎬     "
3514 LOCATE 10,12: PRINT "     2*π    ⎩      Io       ⎭     "
3520 LOCATE 12,3: PRINT "          ⎧                                          ";
     : PRINT "   ⎫"
3522 LOCATE 13,3: PRINT "      1   ⎨ 2500 N/m * 0.2¹m² - 30 Kg *9.8 m/s²* 0.15";
     : PRINT " m ⎬ "
3524 LOCATE 14,3: PRINT "fn = ---  ⎨ ----------------------------------------";
     : PRINT "-- ⎭ "
3526 LOCATE 15,3: PRINT "     2*π  ⎩                  0.5 Kg-m²               ";
     : PRINT "   J "
3530 LOCATE 18,10: PRINT "              fn = 1.683 Hz"
3540 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
4000 GOSUB 17000
4002 B=0 : AY=0 : I=2 : NOTA=100 : RESP=1.3783
4004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
4005 PRINT "       Determinar la frecuencia natural del sistema cons-"
4006 PRINT "       tituido por tres masas iguales y un resorte, pivo- "
4007 PRINT "       teados en el punto O. Despreciar el peso de las ba-"
4008 PRINT "       rras de longitud l."
4009 LOCATE  8,40 : PRINT "K=3 N/m"
4010 LOCATE 10,40 : PRINT "m=25 Kg"
4011 FOR I=6 TO 16 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
4012 LINE (70,38)-(70,130) : LINE (70,69)-(140,84) : LINE -(70,99)
4013 LINE (130,47)-(134,120),,B : LINE (134,83)-(220,85),,B
```

```
4014 LOCATE 6,20: PRINT "m" :LOCATE 10,24:PRINT "1" :LOCATE 12,30 :PRINT "m"
4015 X=70 : Y=42 :LOCATE 16,20 :PRINT "m" :LOCATE 11,15 :PRINT "D"
4016 LINE (X,Y)-(X+11,Y) :LINE -(X+14,Y-4) :LINE -(X+20,Y+4) :LINE -(X+24,Y-4)
4017 LINE -(X+32,Y+4) : LINE -(X+36,Y-4): LINE -(X+39,Y) : LINE -(X+51,Y)
4018 LOCATE 7,12: PRINT "K" :LOCATE 9,19 :PRINT "1" :LOCATE 14,19 :PRINT "1"
4019 CIRCLE (132,125),11 : CIRCLE (132,42),11 : CIRCLE (232,84),11
4020 GOSUB 15300
4022 ON D GOTO 4024,4100,25000
4024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
4026 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
4028 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
4030 IF X=0 THEN 4004 ELSE 4024
4100 REM
4102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
4104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
4106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 4200,4300,4400,4500
4108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4110 LINE (204,12)-(208,12) : LINE -(140,84) : LINE -(136,84) : LINE -(204,12)
4112 LINE (170,47)-(292,64) : LINE -(292,62) : LINE -(170,45) : LINE -(170,45)
4114 LINE (170,2)-(170,94),,,&HCCCC : LINE (170,46)-(360,46),,,&HCCCC
4116 CIRCLE (208,7),11 : CIRCLE (136,89),11 : CIRCLE (302,64),11
4118 X=304 : Y=63 : GOSUB 38000
4120 X=208 : Y=7  : GOSUB 38000
4122 X=136 : Y=89 : GOSUB 38000
4124 LOCATE  4,28 :PRINT "m*g" :LOCATE 14,19 :PRINT "m*g"
4126 LOCATE  9,21 :PRINT "0" :LOCATE 7,32 :PRINT "0"
4128 LOCATE  6,21 :PRINT "0" :LOCATE 4,23 :PRINT "0"
4130 LOCATE 12,38 :PRINT "m*g" :LOCATE 1,13 : PRINT "K(D+x)"
4132 X=197 : Y=7 : GOSUB 39000
4170 LOCATE 16,4 : PRINT "Tomando momentos alrededor de O, complete la ecuacio";
     : PRINT "n de movimiento "
4174 LOCATE 18,1 : PRINT "- I         ]*l*Cos 0 + m*g*l*Sen 0 + m*g*l*Cos 0 - ";
     : PRINT "m*g*l*Sen 0 = Io*(d2O/dt2)"
4176 F=18 : C=5 : NMAX=7 : A=2 : GOSUB 36000
4178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4184
4180 IF W$="KD+Kx " OR W$="kd+kx " OR W$="kD+kx " OR W$="kd+kx " OR W$="KD+KX "
     OR W$="kD+kX " THEN 4188
4181 IF W$="K(D+x)" OR W$="K(d+x)" OR W$="k(d+x)" OR W$="K(D+X)" OR W$="k(D+x)"
     OR W$="k(D+X)" THEN 4188
4182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4180
4184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4186 LOCATE F,C  : PRINT "K(D+x) " : GOTO 4190
4188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4190 LOCATE 22,9 : PRINT "Ahora encuentre x en funcion de l,y O "
4192 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4210 LINE (274,24)-(278,24) : LINE -(224,86) : LINE -(220,86) : LINE -(274,24)
4212 LINE (222,86)-(222,24),,,&HCCCC : LINE -(274,24),,,&HCCCC
4214 PRINT "        - K (D+x)*l*CosO + m*g*l*CosO = Io*(d2O/dt2) "
4216 LOCATE 3,32 :PRINT "x" :LOCATE 8,30 :PRINT "0" :LOCATE 8,33 :PRINT "1"
4260 LOCATE 13,17 : PRINT "Del grafico encuentre x "
```

```
4262 LOCATE 15,20 : PRINT "  x =          "
4264 F=15 : C=26 : NMAX=8 : A=3 : GOSUB 36000
4266 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4284
4268 IF W$="l*Sen0  " OR W$="l*Sen 0 " OR W$="l*Sen(0)" THEN 4288
4270 IF W$="L*SEN0  " OR W$="L*SEN 0 " OR W$="L*SEN(0)" THEN 4288
4272 IF W$="L*Sen0  " OR W$="L*Sen 0 " OR W$="L*Sen(0)" THEN 4288
4274 IF W$="L Sen0  " OR W$="L Sen 0 " OR W$="l Sen0  " THEN 4288
4275 IF W$="l Sen(0)" OR W$="l.Sen 0 " OR W$="l.Sen0  " THEN 4288
4276 IF W$="lSen0   " OR W$="l.Sen(0)" OR W$="lSen(0) " THEN 4288
4277 IF W$="l Sen 0 " OR W$="L Sen(0)" OR W$="LSen0   " THEN 4288
4278 IF W$="L.SEN0  " OR W$="L.SEN 0 " OR W$="L.SEN(0)" THEN 4288
4280 IF W$="(Sen0)*l" OR W$="(Sen0)l " OR W$="(Sen0)*L" THEN 4288
4281 IF W$="(Sen0)L " OR W$="(Sen0)L " OR W$="(Sen0)*L" THEN 4288
4282 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4268
4284 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4286 LOCATE F,C  : PRINT "l*Sen(0)" : GOTO 4290
4288 LOCATE 18,1  : PRINT "Congratulaciones; para desplazamientos pequenos Cos";
     :PRINT "0=1, Sen0=0" : NOTA=NOTA+5 : GOSUB 36100
4290 LOCATE 20,9 : PRINT "- K*D*l - K*l^2*0 + m*g*l = Io*(d20/dt2)"
4292 LOCATE 22,3  : PRINT "             Reemplaze por equilibrio estatico    "
4294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4314 PRINT "     En equilibrio estatico : "
4316 LINE (210,23)-(214,80),,B : LINE (214,51)-(284,53),,B
4318 CIRCLE (212,85),11 : CIRCLE (212,18),11 : CIRCLE (296,52),11
4320 LOCATE 13,29 :PRINT "m*g" :LOCATE 5,24 :PRINT "m*g"
4322 LOCATE 3,17: PRINT "K*D" :LOCATE 5,29 :PRINT "l" :LOCATE 10,29 :PRINT "l"
4324 LOCATE 7,26: PRINT "O" :LOCATE 6,34 :PRINT "l" :LOCATE 10,39 :PRINT "m*g"
4326 X=212 : Y=18 : GOSUB 38000
4328 X=212 : Y=85 : GOSUB 38000
4330 X=296 : Y=52 : GOSUB 38000
4332 X=201 : Y=18 : GOSUB 39000
4354 LOCATE 15,6 : PRINT "Tomando momentos respecto de O :"
4355 LOCATE 17,6 : PRINT "         m*g*l -       = 0"
4356 F=17 : C=23 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
4358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4384
4360 IF W$="K*D*l" OR W$="K*D*L" OR W$="k*D*l" OR W$="k*D*L" THEN 4388
4362 IF W$="K*l*D" OR W$="K*L*D" OR W$="k*D*L" OR W$="k*L*D" THEN 4388
4364 IF W$="k*d*l" OR W$="L*D*K" OR W$="l*D*K" OR W$="l*D*k" THEN 4388
4366 IF W$="KDl  " OR W$="KDL  " OR W$="kDl  " OR W$="kdl  " THEN 4388
4368 IF W$="klD  " OR W$="klD  " OR W$="kld  " OR W$="DKl  " THEN 4388
4370 IF W$="K.D.l" OR W$="K.D.L" OR W$="k.D.l" OR W$="k.d.l" THEN 4388
4372 IF W$="l*k*d" OR W$="l*K*D" OR W$="l*k*D" OR W$="l*d*k" THEN 4388
4374 IF W$="k*l*d" OR W$="l*D*K" OR W$="KDL  " THEN 4388
4382 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4360
4384 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4386 LOCATE F,C  : PRINT "K*D*l" : GOTO 4390
4388 LOCATE 19,3 : PRINT "Congratulaciones; la ecuacion de movimiento es:" :
     GOSUB 36100 : NOTA=NOTA+5
4390 LOCATE 21,1 : PRINT "           Io*(d20/dt2) +  K*l^2*0 0  =  0       "
```

```
4392 LOCATE 23,9 : PRINT "Determine ahora el valor de valor de Io "
4394 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4416 LINE (214,51)-(284,53),,B : CIRCLE (294,52),11
4424 LOCATE 7,26: PRINT "O" : LOCATE 7,40 :PRINT "m"
4456 LOCATE 11,9 : PRINT "El momento de inercia para una masa concentrada"
4458 LOCATE 12,9 : PRINT "en un punto es  Io = m*l^2"
4460 LOCATE 14,9 : PRINT "Para tres masas determine Io"
4462 LOCATE 16,26: PRINT "Io =          "
4464 F=16 : C=31 : NMAX=7 : A=2 : GOSUB 36000
4466 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4484
4468 IF W$="3*m*l^2" OR W$="3*l^2*m" OR W$="l^2*m*3" THEN 4488
4470 IF W$="3*m*L^2" OR W$="3*L^2*m" OR W$="L^2*m*3" THEN 4488
4472 IF W$="3*M*l^2" OR W$="3*l^2*M" OR W$="l^2*M*3" THEN 4488
4474 IF W$="3*M*L^2" OR W$="3*L^2*M" OR W$="L^2*M*3" THEN 4488
4476 IF W$="3m(l)^2" OR W$="(3m)l^2" OR W$="3(m)l^2" THEN 4488
4477 IF W$="3m(L)^2" OR W$="(3m)L^2" OR W$="3(m)L^2" THEN 4488
4478 IF W$="3.m.l^2" OR W$="3.l^2.m" OR W$="l^2.m.3" THEN 4488
4480 IF W$="3ml^2  " OR W$="3 l^2 m" OR W$="3mL^2  " THEN 4488
4481 IF W$="3ML^2  " OR W$="3 M L^2" OR W$="3 m l^2" THEN 4488
4482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4468
4484 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36100
4486 LOCATE F,C  : PRINT "3*m*l^2" : GOTO 4490
4488 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones; la ecuacion de movimiento es : " :
     GOSUB 36100 : NOTA=NOTA+5
4490 LOCATE 20,14 : PRINT "3*m*l^2(d2O/dt2) +  k*l^2*O  = O "
4492 LOCATE 22,10 : PRINT "Encuentre el valor de la frecuencia natural fn (Hz)"
4494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
4504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento es;"
4506 LOCATE  4,12: PRINT "    3*m*(d2O/dt2) +  K*O = O"
4508 LOCATE  7,10: PRINT "La frecuencia natural en Hertz (hz) es :"
4509 LOCATE  9,12: PRINT "                        ┌     ┐½"
4510 LOCATE 10,12: PRINT "             1    │  K  │ "
4512 LOCATE 11,12: PRINT "       fn = ---   │ --- │ "
4514 LOCATE 12,12: PRINT "            2*π   └ 3*m ┘ "
4516 LOCATE 16,10: PRINT "Reemplazando valores :"
4518 LOCATE 19,10: PRINT "                fn = 1.3783 Hz"
4520 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
5000 GOSUB 17000
5002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=1.3783
5004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
5005 PRINT "       Mediante el metodo de la energia hallar la frecuen-"
5006 PRINT "       cia natural del sistema constituido por tres masas"
5007 PRINT "       iguales y un resorte, resuelto anteriormente."
5008 LOCATE  8,40 : PRINT "K=3 N/m"
5009 LOCATE 10,40 : PRINT "m=25 Kg"
5010 FOR I=6 TO 16 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
5012 LINE (70,38)-(70,130) : LINE (70,69)-(140,84) : LINE -(70,99)
5013 LINE (130,47)-(134,120),,B : LINE (134,83)-(220,85),,B
5014 LOCATE 6,20: PRINT "m" :LOCATE 10,24:PRINT "l" :LOCATE 12,30 :PRINT "m"
5015 X=70 : Y=42 :LOCATE 16,20 :PRINT "m" :LOCATE 11,15 :PRINT "O"
```

```
5016 LINE (X,Y)-(X+11,Y) : LINE -(X+14,Y-4) :LINE -(X+20,Y+4) :LINE -(X+24,Y-4)
5017 LINE -(X+32,Y+4) : LINE -(X+36,Y-4): LINE -(X+39,Y) : LINE -(X+51,Y)
5018 LOCATE 7,12: PRINT "K" :LOCATE 9,19 :PRINT "1" :LOCATE 14,19 :PRINT "1"
5019 CIRCLE (132,125),11 : CIRCLE (132,42),11 : CIRCLE (232,84),11
5020 GOSUB 15300
5022 ON 0 GOTO 5024,5100,25000
5024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
5026 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
5028 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
5030 IF X=0 THEN 5004 ELSE 5024
5100 REM
5102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
5104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
5106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 5200,5300,5400,5500
5108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5110 LINE (284,12)-(288,12) : LINE -(220,84) : LINE -(216,84) : LINE -(284,12)
5112 LINE (250,47)-(372,64) : LINE -(372,62) : LINE -(250,45) : LINE -(250,45)
5114 LINE (250,2)-(250,94),,,&HCCCC : LINE (170,46)-(400,46),,,&HCCCC
5116 CIRCLE (288,7),11 : CIRCLE (216,89),11 : CIRCLE (382,64),11
5118 PRINT "U1 + T1 = U2 + T2 , o" : PRINT
5120 PRINT "(U2 - U1) + (T2 - T1) = 0"
5122 LOCATE 1,31 : PRINT "1" : LOCATE 2,39 : PRINT "2"
5124 LINE (210,39)-(222,46) : LINE -(234,39) : LINE -(210,39)
5160 LOCATE 14,5 : PRINT "Para las posiciones mostradas determine U1"
5162 LOCATE 16,20 : PRINT "U1 = "
5164 F=16 : C=25 : NMAX=11 : A=2 : GOSUB 36000
5166 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5184
5168 IF W$="(1/2)*K*D^2" OR W$="(1/2)*D^2*K" OR W$="D^2*K*1/2  " THEN 5188
5170 IF W$="(1/2)*k*D^2" OR W$="(1/2)*D^2*k" OR W$="D^2*k*1/2  " THEN 5188
5172 IF W$="(1/2)*K*d^2" OR W$="(1/2)*d^2*K" OR W$="d^2*K*1/2  " THEN 5188
5174 IF W$="(1/2)*k*d^2" OR W$="(1/2)*d^2*k" OR W$="d^2*k*1/2  " THEN 5188
5176 IF W$="K(1/2)D^2  " OR W$="(1/2)KD^2  " OR W$="(1/2)K(D^2)" THEN 5188
5178 IF W$="(1/2).K.D^2" OR W$="(1/2).D^2.K" OR W$="D^2.K.1/2  " THEN 5188
5179 IF W$="(1/2)K(D)^2" OR W$="(1/2)KD^2  " OR W$="(K*D^2)/2  " THEN 5188
5180 IF W$="(k*d^2)/2  " OR W$="(k*D^2)/2  " OR W$="(1/2)k(D)^2" THEN 5188
5181 IF W$="(1/2)kD^2  " OR W$="(1/2)kd^2  " OR W$="K*D^2*(1/)2" THEN 5188
5182 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 5168
5184 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5186 LOCATE F,C  : PRINT "(1/2)*K*D^2" : GOTO 5190
5188 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5190 LOCATE 20,20 : PRINT "T1 = 0 "
5192 LOCATE 22,9  : PRINT "Ahora determine U2 y T2"
5194 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5210 LINE (284,12)-(288,12) : LINE -(220,84) : LINE -(216,84) : LINE -(284,12)
5212 LINE (250,47)-(372,64) : LINE -(372,62) : LINE -(250,45) : LINE -(250,45)
5214 LINE (250,2)-(250,94),,,&HCCCC : LINE (170,46)-(400,46),,,&HCCCC
5216 CIRCLE (288,7),11 : CIRCLE (216,89),11 : CIRCLE (382,64),11
5218 LOCATE 4,33 : PRINT "0" :LOCATE 4,36 : PRINT "1"
5220 LOCATE 1,39 : PRINT "m" :LOCATE 9,31 : PRINT "0"
5222 LOCATE 9,51 : PRINT "m" :LOCATE 9,28 : PRINT "1"
```

```
5224 LOCATE 7,40 : PRINT "0" :LOCATE 8,39 : PRINT "1"
5226 LOCATE 12,25 : PRINT "m"
5252 LOCATE 14,5 : PRINT "Para la posicion 2 mostrada complete la ecuacion pa";
     : PRINT "ra U2 "
5254 LOCATE 16,7 : PRINT "U2 = (1/2)*K*(D+x)^2 - "
5256 F=16 : C=30 : NMAX=12 : A=2 : GOSUB 36000
5258 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5284
5260 IF W$="m*g*l*Sen0  "OR W$="m*g*l*Sen 0 "OR W$="m*g*l*Sen(0)" THEN 5288
5261 IF W$="m*g*L*Sen0  "OR W$="m*g*L*Sen 0 "OR W$="m*g*L*Sen(0)" THEN 5288
5262 IF W$="M*G*L*SEN0  "OR W$="M*G*L*SEN 0 "OR W$="M*G*L*SEN(0)" THEN 5288
5264 IF W$="M*G*L*Sen0  "OR W$="M*G*L*Sen 0 "OR W$="M*G*L*Sen(0)" THEN 5288
5266 IF W$="mgLSen0     "OR W$="mgl Sen 0   "OR W$="mgl Sen(0)  " THEN 5288
5268 IF W$="MGL SEN(0)  "OR W$="MGL SEN 0   "OR W$="mgLSEN0     " THEN 5288
5270 IF W$="m.g.l.Sen0  "OR W$="m.g.l.Sen 0 "OR W$="m.g.l.Sen(0)" THEN 5288
5272 IF W$="M.G.L.SEN0  "OR W$="M.G.L.SEN 0 "OR W$="M.G.L.SEN(0)" THEN 5288
5274 IF W$="l*m*g*Sen0  "OR W$="l*m*g.Sen 0 "OR W$="l*m*g*Sen(0)" THEN 5288
5275 IF W$="m g L Sen0  "OR W$="m g L Sen(0)"OR W$="m g l Sen 0 " THEN 5288
5276 IF W$="M G L Sen0  "OR W$="M G L Sen(0)"OR W$="M G L Sen 0 " THEN 5288
5277 IF W$="m*g(l*Sen0) "OR W$="m*g*(lSen0) "OR W$="(Sen0)mgl   " THEN 5288
5278 IF W$="mgL(Sen0)   "OR W$="m*g*l*(Sen0)"OR W$="mg(lSen 0)  " THEN 5288
5282 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5260
5284 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5286 LOCATE F,C  : PRINT "m*g*l*Sen 0 " : GOTO 5290
5288 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5290 LOCATE 20,20 : PRINT " T2 = (1/2)*Io*(d0/dt)^2 "
5292 LOCATE 22,9  : PRINT "Determine ahora U2 - U1 y T2 - T1 "
5294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
5340 PRINT "  U2 - U1 = (1/2)*K*(D+x)^2 - m*g*l*Sen 0 - (1/2)*K*D^2" : PRINT
5342 PRINT "     U2 - U1 = K*D*x - (1/2)*K*x^2 - m*g*l*Sen 0 " : PRINT
5344 PRINT "     Sabiendo que :" : PRINT
5346 PRINT "                    x = l*Sen0 = L*0 " : PRINT
5348 PRINT "     Y de equilibrio estatico :      " : PRINT
5350 PRINT "                    K*D*l = m*g*l :  " : PRINT
5352 PRINT "     Simplifique el cambio de energia potencial U2-U1 " : PRINT
5354 PRINT "                    U2 - U1 =          "
5356 F=15 : C=33 : NMAX=15 : A=3 : GOSUB 36000
5358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5384
5360 IF W$="(1/2)*K*l^2*0^2" OR W$="(1/2)*l^2*K*0^2" THEN 5388
5362 IF W$="(1/2)*k*l^2*0^2" OR W$="(1/2)*k*L^2*0^2" THEN 5388
5364 IF W$="(1/2)*K*(l*0)^2" OR W$="(1/2)*k*(l*0)^2" THEN 5388
5366 IF W$="(1/2)*K*(L*0)^2" OR W$="(1/2)*(l*0)^2*K" THEN 5388
5368 IF W$="(K*(l*0)^2)/2  " OR W$="(K*l^2*0^2)/2  " THEN 5388
5370 IF W$="(1/2)K(L0)^2   " OR W$="(K(L0)^2)/2    " THEN 5388
5372 IF W$="(1/2).K.l^2.0^2" OR W$="(1/2).l^2.K.0^2" THEN 5388
5374 IF W$="(K(l0)^2)/2    " OR W$="(K(l)^2(0)^2)/2" THEN 5388
5376 IF W$="(K*0^2*l^2)/2  " OR W$="(k*0^2*l^2)/2  " THEN 5388
5378 IF W$="(k*l^2*0^2)/2  " OR W$="(K*L^2*0^2)/2  " THEN 5388
5382 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5360
5384 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
```

```
5386 LOCATE F,C  : PRINT "(1/2)*K*l^2*0^2" : GOTO 5390
5388 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5390 LOCATE 20,9 : PRINT "Halle U2 - U1 + T2 -T1 y derive"
5392 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
5448 LOCATE 6,3:PRINT "U2 - U1 + T2 - T1 = (1/2)*K*l^2*0^2 + (1/2)*Io*(dO/dt)^^";
     : PRINT "2 = 0": PRINT : PRINT
5450 PRINT "     Derive respecto del tiempo con 0 como variable y halle la"
5452 PRINT "     ecuacion de movimiento"
5454 LOCATE 15,15 : PRINT "Io(d20/dt2) +         = 0" : PRINT
5456 F=15 : C=29 : NMAX=7 : A=3 : GOSUB 36000
5458 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5484
5460 IF W$="K*l^2*0" OR W$="l^2*K*0" OR W$="0*K*l^2" THEN 5488
5462 IF W$="k*l^2*0" OR W$="k*L^2*0" OR W$="0*K*L^2" THEN 5488
5464 IF W$="K(l^2)0" OR W$="k(l^2)0" OR W$="K(L^2)0" THEN 5488
5466 IF W$="K0(l^2)" OR W$="k0(l^2)" OR W$="K0(L^2)" THEN 5488
5468 IF W$="l^2*k*0" OR W$="0Kl^2  " OR W$="K0l^2  " THEN 5488
5470 IF W$="K0(l)^2" OR W$="K0(L)^2" OR W$="K0(L)^2" THEN 5488
5472 IF W$="K.l^2.0" OR W$="l^2.K.0" OR W$="k.l^2.0" THEN 5488
5474 IF W$="K l^2 0" OR W$="l^2 k 0" OR W$="0 K l^2" THEN 5488
5476 IF W$="k*0*l^2" OR W$="K*L^2*0" OR W$="k 0 l^2" THEN 5488
5482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5460
5484 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5486 LOCATE F,C  : PRINT "K*l^2*0" : GOTO 5490
5488 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5490 LOCATE 20,9 : PRINT "Io=3*m*l^2"
5492 LOCATE 22,9 : PRINT "Reemplaze y encuentre la frecuencia natural fn (Hz)"
5494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
5504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento es:"
5506 LOCATE  4,12: PRINT "    3*m*(d20/dt2) + K*0 = 0"
5508 LOCATE  7,10: PRINT "La frecuencia natural en Hertz (hz) es :"
5509 LOCATE  9,19: PRINT "                 ┌     ┐½"
5510 LOCATE 10,19: PRINT "      1          │  K  │ "
5512 LOCATE 11,19: PRINT "fn = ---         │ --- │ "
5514 LOCATE 12,19: PRINT "     2*π         └ 3*m ┘ "
5516 LOCATE 16,10: PRINT "Reemplazando valores :"
5518 LOCATE 19,10: PRINT "              fn = 1.3783 Hz"
5520 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
6000 GOSUB 17000
6002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=3.487
6004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
6005 PRINT "          Determinar la frecuencia natural del sistema,"
6006 PRINT "          la masa de la polea puede considerarse despre-"
6008 PRINT "          ciable."
6010 LOCATE  8,40 : PRINT "K=3000 N/m"
6012 LOCATE 10,40 : PRINT "m=25 Kg"
6014 LINE (126,32)-(110,36) : LINE (142,32)-(126,36) : LINE (158,32)-(142,36)
6016 LINE (174,32)-(158,36) : LINE (190,32)-(174,36) : LINE (206,32)-(190,36)
6018 LINE (110,36)-(210,36) : LINE (174,36)-(174,46)
```

```
6020 LINE -(182,50) : LINE -(166,54) : LINE -(182,58) : LINE -(166,62)
6022 LINE -(182,66) : LINE -(166,70) : LINE -(174,74) : LINE -(174,90)
6024 LINE (142,36)-(142,90) : LINE (158,90)-(158,106)
6026 CIRCLE (158,90),16
6028 LINE (130,122)-(186,106),,B
6030 LOCATE  8,25 : PRINT "K" : LOCATE 15,21 : PRINT "m"
6032 GOSUB 15300
6034 ON 0 GOTO 6036,6100,25000
6036 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
6038 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA EN HERTZ (Hz) ?
6040 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
6042 IF X=0 THEN 6004 ELSE 6036
6100 REM
6102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
6104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
6106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 6200,6300,6400,6500
6108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6110 LINE (106,48)-(162,32),,B
6112 LINE (134,10)-(134,32): LINE (134,48)-(134,70)
6114 LINE (128,13)-(134,10) :LINE -(140,13)
6116 LINE (128,67)-(134,70) :LINE -(140,67)
6118 LINE (185,43)-(191,46) :LINE -(197,43)
6120 LOCATE 1,14: PRINT "T1" : LOCATE 10,16 : PRINT "m*g"
6122 CIRCLE (374,40),16
6124 LINE (358,40)-(358,18): LINE (390,40)-(390,18)
6126 LINE (352,21)-(358,18): LINE -(364,21)
6128 LINE (374,40)-(374,62): LINE (368,59)-(374,62) : LINE -(380,59)
6130 LINE (384,21)-(390,18) :LINE -(396,21)
6132 LINE (170,32)-STEP (36,0) : LINE (191,32)-(191,46)
6134 LOCATE 2,42 : PRINT "T2" :LOCATE 2,52 :PRINT "T2"
6136 LOCATE 9,50 : PRINT "T1" :LOCATE 6,28 :PRINT "x"
6138 LOCATE 13,8  : PRINT "Encuentre la ecuacion de movimiento en funcion "
6140 LOCATE 14,8  : PRINT "de  m,g,T2,x "
6142 LOCATE 17,20 : PRINT "         = m*(d2x/dt2)"
6144 F=17 : C=20 : NMAX=8 : A=3 : GOSUB 36000
6146 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 6152
6148 IF W$="m*g-2*T2" OR W$="M*G-2*T2" OR W$="MG-2T2  " OR W$="mg-2t2  " OR
     W$="mg-2T2  " OR W$="m*g-2*t2" OR W$="m.g-2.T2" OR W$="M.G-2.T2" THEN 6156
6149 IF W$="mg - 2T2" OR W$="mg - 2t2" OR W$="MG - 2T2" OR W$="-2t2+mg " OR
     W$="-2T2+mg " OR W$="-2*T2+mg" OR W$="-2T2+m*g" OR W$="2t2+m*g" THEN 6156
6150 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 : IF G=1
     THEN 6152 ELSE 6148
6152 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
6154 LOCATE F,C  : PRINT "m*g-2*T2 " : GOTO 6158
6156 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
6158 LOCATE 22,9  : PRINT "Ahora encuentre T2 en funcion de K,D,x :"
6160 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6100,6004
6200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6204 CIRCLE (280,40),30
6206 LINE (250,40)-(310,40) : LINE -(310,84)
6208 LINE (280,40)-(280,62) : LINE (250,40)-(310,84)
6210 LOCATE 15,10: PRINT "Luego encuentre T2 funcion de K,D,x"
```

```
6212 LOCATE  8,38: PRINT "x" : LOCATE 8,42 : PRINT "2*x"
6214 LOCATE  1,10: PRINT "Si analizamos la polea :"
6216 LOCATE 12,10: PRINT "Si la masa desciende una magnitud x el"
6218 LOCATE 13,10: PRINT "resorte se deforma una magnitud 2*x"
6220 LOCATE 15,10: PRINT "Luego encuentre T2 funcion de K,D,x"
6222 LOCATE 17,10: PRINT "                  T2 = "
6224 F=17 : C=32 : NMAX=9 : A=3 : GOSUB 36000
6226 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 6232
6227 IF W$="KD+2Kx  " OR W$="kd+2kx  " OR W$="KD + 2Kx" OR W$="kd + 2kx" OR
     W$="K.D+2K.x" OR W$="kD+2kx  " OR W$="kD + 2kx" OR W$="KD+2KX  " OR
     W$="KD + 2KX" THEN 6236
6228 IF W$="K(D+2x) " OR W$="K(D+2*x)" OR W$="K(D+2X) " OR W$="K(D+2*X)" OR
     W$="k(D+2x) " OR W$="k(D+2*x)" OR W$="k(d+2x) "  OR W$="k(d+2*x)" OR
     W$="K*(D+2x)" THEN 6236
6229 IF W$="K*(D+2X)" OR W$="k*(D+2x)" OR W$="k*(d+2x)" OR W$="k*(D+2x)"
     THEN 6236
6230 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 : IF G=1
     THEN 6232 ELSE 6228
6232 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
6234 LOCATE F,C  : PRINT "K*D+2*K*x" : GOTO 6238
6236 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
6238 LOCATE 22,9 : PRINT "Encuentre entonces la ecuacion de "
6240 LOCATE 23,9 : PRINT "movimiento en funcion de m,g,K,D,x"
6242 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6100,6004
6300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6304 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento es :"
6306 LOCATE  3,16: PRINT "m*g - 2*K*D - 4*K*x = m(d2x/dt2)"
6308 LOCATE  5,10: PRINT "Plantee ahora equilibrio estatico :"
6310 LOCATE 18,10: PRINT "Encuentre la ecuacion de equilibrio estatico"
6312 LOCATE 19,10: PRINT "en funcion de T2o,m,g "
6314 LINE (106,96)-(162,80),,B
6316 LINE (134,58)-(134,80) : LINE (134,96)-(134,119)
6318 LINE (128,61)-(134,58) : LINE -(140,61)
6320 LINE (128,116)-(134,119) : LINE -(140,116)
6322 LOCATE  7,16 : PRINT "T1o" : LOCATE 16,16 : PRINT "m*g"
6324 CIRCLE (374,88),16
6326 LINE (358,88)-(358,66) : LINE (390,88)-(390,66)
6328 LINE (352,69)-(358,66) : LINE -(364,69)
6330 LINE (384,69)-(390,66) : LINE -(396,69)
6332 LINE (374,88)-(374,110)
6334 LINE (368,107)-(374,110) : LINE -(380,107)
6336 LOCATE  8,41 : PRINT "T2o" : LOCATE  8,52 : PRINT "T2o"
6338 LOCATE 15,46 : PRINT "T1o"
6340 LOCATE 21,16: PRINT "             m*g = "
6342 F=21 : C=35 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
6344 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 6350
6346 IF W$="2*T2o" OR W$="2T2o " OR W$="2*t2o" OR W$="2*T2O" OR W$="2T2O " OR
     W$="2.T2o" OR W$="2.t2o" OR W$="T2o*2" THEN 6354
6348 LOCATE 23,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 : IF G=1
     THEN 6350 ELSE 6346
6350 LOCATE 23,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
6352 LOCATE F,C  : PRINT "2*T2o" : GOSUB 20000 : GOTO 6100
6354 LOCATE 23,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
```

```
6356 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6100,6004
6400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6404 LOCATE  1,10 : PRINT "La ecuacion de equilibrio estatico es :"
6406 LOCATE  3,15 : PRINT "            m*g - 2*T2o = 0"
6408 LOCATE  5,10 : PRINT "Ahora encuentre T2o en funcion de K y D"
6410 LOCATE  7,13 : PRINT "                 T2o = "
6412 F=7 : C=35 : NMAX=3
6414 GOSUB 21000  : IF G=1 THEN 6420 : A=2 : GOSUB 36000
6416 IF W$="K*D" OR W$="k*d" OR W$="k*D" OR W$="KD " OR W$="kd " OR W$="K.D" OR
     W$="k.D" OR W$="k.d" OR W$="kD " THEN GOTO 6424
6418 LOCATE 9,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 : IF G=1
     THEN 6420 ELSE 6416
6420 LOCATE 9,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
6422 LOCATE F,C : PRINT "K*D" : GOTO 6426
6424 LOCATE 9,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
6426 LOCATE 12,10 : PRINT "La ecuacion de equilibrio estatico es entonces :"
6428 LOCATE 15,15 : PRINT "            m*g - 2*K*D = 0"
6430 LOCATE 18,10 : PRINT "Reemplaze en la ecuacion de movimiento que era :"
6432 LOCATE 21,12 : PRINT "     m*g - 2*K*D - 4*K*x = m(d2x/dt2)"
6434 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6100,6004
6500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
6504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de movimiento queda reducida a:"
6506 LOCATE  4,10: PRINT "          m(d2x/dt2) + 4*K*x = 0"
6508 LOCATE  7,10: PRINT "La frecuencia natural en Hertz (hz) es :"
6510 LOCATE 10,23: PRINT "      1    ,-  K  -,½"
6512 LOCATE 11,23: PRINT "fn = --- * | --- | "
6514 LOCATE 12,23: PRINT "      π    L  m  J "
6516 LOCATE 16,10: PRINT "Reemplazando valores :"
6518 LOCATE 19,25: PRINT "fn = 3.487 Hz "
6520 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
7000 GOSUB 17000
7002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=9.834757
7004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
7005 PRINT "       Una masa m1 cuelga de un resorte K y esta en equilibrio"
7006 PRINT "       estatico. Una segunda masa m2 cae desde una altura h y se"
7007 PRINT "       une a m1. Determine la amplitud del movimiento .5 segun- "
7008 PRINT "       dos despues que ha caido la masa m2."
7009 LOCATE  8,41 : PRINT "K = 24 N/mm" : LOCATE 14,41 : PRINT "h = 10 cm"
7010 LOCATE 10,40 : PRINT "m1 = 20 Kg"  : LOCATE 12,40 : PRINT "m2 =  6 Kg"
7011 LOCATE 6,14 : PRINT "//////////////////////"
7012 LOCATE 12,21 : PRINT "// //"
7013 LINE (98,47)-(262,47) : LINE (180,89)-(180,108)
7014 X=180 : Y=47 : GOSUB 42000
7015 LINE (152,108)-(208,120),,B
7016 LINE (159,88)-(176,95),,B : LINE (184,88)-(199,95),,B
7017 LOCATE  9,21 : PRINT "K" : LOCATE 12,18 : PRINT "m2"
7018 LOCATE 15,17 : PRINT "m1": LOCATE 13,29 : PRINT "h"
7019 LINE (200,95)-(232,95),,,&HCCCC : LINE (209,108)-(232,108),,,&HCCCC
7032 GOSUB 15300
7034 ON D GOTO 7036,7100,25000
7036 GOSUB 19100 : GOSUB 19500
7038 IF X=0 THEN 7004 ELSE 7036
```

```
7100 REM
7102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
7104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
7106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 7200,7300,7400,7500,7600
7108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67
7109 N2=2 : SCREEN 2
7110 LINE (152,47)-(208,59),,B
7112 LINE (159,40)-(199,47),,B
7114 X=180 : Y=40 : GOSUB 41000 : X=180 : Y=59 : GOSUB 38000
7116 LINE (214,50)-(242,50),,,&HCCCC
7118 LOCATE 3,25 : PRINT "K*(D+x)" : LOCATE 11,25 : PRINT "W1 + W2"
7120 LOCATE 8,31 : PRINT "x"
7122 LINE (228,50)-(228,66)
7124 LINE (225,62)-(228,66) : LINE -(231,62)
7170 LOCATE 13,9 : PRINT "Aplicando la Ley de Newton, complete la "
7172 LOCATE 14,9 : PRINT "ecuacion de movimiento "
7174 LOCATE 17,10: PRINT "W1 + W2 - K*(D+x) = (     )*(d2x/dt2)"
7176 F=17 : C=31 : NMAX=5 : A=3 : GOSUB 36000
7178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 7184
7180 IF W$="m1+m2" OR W$="m2+m1" OR W$="M1+M2" OR W$="M2+M1" THEN 7188
7182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 7180
7184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
7186 LOCATE F,C  : PRINT "m1+m2" : GOTO 7190
7188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
7190 LOCATE 22,9 : PRINT "Plantee equilibrio estatico"
7192 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 7104,7004
7200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67
7202 N2=2 : SCREEN 2
7204 PRINT "         W1 + W2 - K*D - K*x = (m1+m2)*(d2x/dt2)"
7210 LINE (152,39)-(208,51),,B
7214 X=180 : Y=39 : GOSUB 41000 : X=180 : Y=51 : GOSUB 38000
7218 LOCATE 3,25 : PRINT "K*D" : LOCATE 9,25 : PRINT "W1"
7260 LOCATE 11,9 : PRINT "Del diagrama de cuerpo libre :"
7262 LOCATE 13,20: PRINT "K*D ="
7270 F=13 : C=26 : NMAX=2 : A=2 : GOSUB 36000
7278 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 7284
7280 IF W$="W1" OR W$="w1" THEN 7288
7282 LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 7280
7284 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
7286 LOCATE F,C  : PRINT "W1" : GOTO 7290
7288 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
7290 LOCATE 17,9 : PRINT "La ecuacion de movimiento es :" : PRINT
7292 PRINT "               !------------------------------!"
7294 PRINT "               ! (m1+m2)*(d2x/dt2) + K*x = W2 !"
7296 PRINT "               !------------------------------!"
7298 LOCATE 23,9 : PRINT "Halle la solucion de la ecuacion"
7299 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 7104,7004
7300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
7302 PRINT "     La ecuación de movimiento es una ecuación diferencial de"
7304 PRINT "     segundo orden con término constante, susolución consta"
```

```
7306 PRINT "     de una solución homogenea y una solución particular:"
7308 LOCATE 5,20 : PRINT "x = xh + xp": PRINT
7310 PRINT "     La solución particular es una constante :"
7312 LOCATE 9,20 : PRINT "xp = C": PRINT
7360 PRINT "     Reemplaze la solución particular en la ecuación de movi-"
7361 PRINT "     miento y determine C"
7362 LOCATE 14,20: PRINT "C ="
7370 F=14 : C=24 : NMAX=4 : A=2 : GOSUB 36000
7378 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 7384
7380 IF W$="W2/K" OR W$="w2/k" OR W$="W2/k" OR W$="w2/K" THEN 7388
7382 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 7380
7384 LOCATE F,20 : PRINT "Lo siento" : GOSUB 36100
7386 LOCATE 16,6 : PRINT "d2xp/dt2=0 ;    Reemplazando:    K*C = W2   -->   C ";
     : PRINT "= W2/K" : GOTO 7390
7388 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
7390 LOCATE 19,6 : PRINT "La solución homogenea se obtiene haciendo 0 el térmi";
     : PRINT "no"
7392 PRINT "     constante.": PRINT
7394 PRINT "     Determine la solución homogenea."
7398 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 7104,7004
7400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000 : PRINT
7402 PRINT "             (m1+m2)*(d2x/dt2) + K*x = 0": PRINT
7404 PRINT "             xh = A Sen(Wn*t) + B Cos(Wn*t)": PRINT
7406 PRINT "             x  = A Sen(Wn*t) + B Cos(Wn*t) + W2/K": PRINT :PRINT
7408 PRINT "     Reemplaze la condición inicial x(0) = 0 y determine  B"
7462 LOCATE 11,20 : PRINT "B ="
7470 F=11 : C=24 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
7478 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 7484
7480 IF W$="-W2/K" OR W$="-w2/k" OR W$="-W2/k" OR W$="-w2/K" THEN 7488
7482 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 7480
7484 LOCATE F,20 : PRINT "Lo siento " : GOSUB 36100
7486 LOCATE 13,6 : PRINT "x(0) = B + W2/K = 0    -->    C = - W2/K" : GOTO 7490
7488 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
7490 LOCATE 16,6 : PRINT "Por el principio de cantidad de movimiento para el i";
     : PRINT "nstan-"
7491 PRINT "     te inicial en que entran en contacto las dos masas:"
7492 LOCATE 18,18 : PRINT "___"
7493 PRINT "             m2(√2gh) + m1(0) = (m1+m2)V": PRINT
7494 PRINT "     Determine V que es igual a dx/dt(0) y reemplazela como una"
7496 PRINT "     segunda condición inicial para determinar A."
7498 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 7104,7004
7500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67 : GOSUB 35000
7502 LOCATE  1,6 : PRINT "dx/dt = A*Wn*Cos(Wn*t) - B*Wn*Sen(Wn*t)"
7504 LOCATE  3,6 : PRINT "                              m2*√2*g*h"
7506 LOCATE  4,6 : PRINT "dx/dt(0)  =  A*Wn  =  ----------"
7508 LOCATE  5,6 : PRINT "                               m1 + m2 "
7510 LOCATE  7,16: PRINT "      m2*√2*g*h "
7512 LOCATE  8,16: PRINT "A  =  ----------"
```

```
7516 LOCATE 11,6 : PRINT "        m2*√2*g*h                W2              W2"
7518 LOCATE 12,6 : PRINT "x(t) =  ----------*Sen(Wn*t) - --*Cos(Wn*t) + --"
7520 LOCATE 13,6 : PRINT "        Wn*(m1+m2)               K               K "
7522 LOCATE 6,26 : PRINT "_____" : LOCATE 10,18 : PRINT "_____"
7524 LOCATE 16,6 : PRINT "Encuentre el valor numérico de Wn"
7570 LOCATE 18,16: PRINT "Wn(rad/seg) = "
7572 F=18 : C=30 : A=2 : GOSUB 36000
7574 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 7584
7578 IF NUM<=30.3822*.995 OR NUM>=30.3822*1.005 THEN 7582 ELSE 7588
7582 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22000 :
     IF G=0 THEN 7578
7584 LOCATE F,11 : PRINT "Lo siento                " : GOSUB 36100
7586 LOCATE 20,6 : PRINT "Wn = (K/(m1+m2))^½ = (24000/26)^½ = 30.38 rad/seg" :
     GOTO 7590
7588 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
7590 LOCATE 23,6 : PRINT "Reemplaze valores y determine  x (mm)"
7592 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 7104,7004
7600 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-16.67
7602 LOCATE  2,6 : PRINT "        m2*√2*g*h                W2              W2"
7604 LOCATE  3,6 : PRINT "x(t) =  ----------*Sen(Wn*t) - --*Cos(Wn*t) + --"
7606 LOCATE  4,6 : PRINT "        Wn*(m1+m2)               K               K "
7608 LOCATE  6,6 : PRINT "m2*√2*g*h      6 Kg*√2*9.8*.5 m/seg"
7610 LOCATE  7,6 : PRINT "----------  = ----------------------  = .01063 m"
7612 LOCATE  8,6 : PRINT "Wn*(m1+m2)    30.38 rad/seg * (20+6)Kg "
7614 LOCATE 10,6 : PRINT "Sen(Wn*t) = Sen(30.38 rad/seg *.5 seg)  = .4951"
7616 LOCATE 12,6 : PRINT "W2/K = 6*9.8 N / 24000 N/m  = .00245 m"
7618 LOCATE 14,6 : PRINT "Cos(Wn*t) = Cos(30.38 rad/seg *.5 seg)  = -.87"
7620 LOCATE 16,6 : PRINT "x(.5) = (.01063 * .4951) + (.00245*-.87) + .00245"
7622 LOCATE 18,6 : PRINT "x(.5) = .00984 m   --*   | x(.5) = 9.84 mm |"
7624 LOCATE 17,31: PRINT "┌─────────────────┐"
7626 LOCATE 19,31: PRINT "└─────────────────┘"
7638 LOCATE 1,18 : PRINT "_____" : LOCATE 5,10 : PRINT "_____" : LOCATE 5,27 :
     PRINT "________"
7640 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
```

3.3.2 Listado Programa "VIBRAPP2"

```
10 NPR=0 : NPRF=6
12 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : T=1 : N2=1 : E=0
14 IF NPR)=NPRF THEN 100
16 LOCATE  2,22 : PRINT "*****************************"
18 LOCATE  3,22 : PRINT "VIBRACION LIBRE AMORTIGUADA"
20 LOCATE  4,22 : PRINT "*****************************"
21 LOCATE  8,19 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA";
22 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
23 PRINT " PROPUESTO";
24 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
25 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
26 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
28 GOSUB 15000
29 ON O GOTO 98
30 CLS : LOCATE 23,23 : PRINT " Ingrese diskette # 1 "
31 LOCATE 25,14 : PRINT " Presione una tecla cuando este listo ";
32 LOCATE 25,53,1 : M$=INKEY$
33 IF M$="" THEN 32
34 OPEN "r",1,"cambiar",1
36 FIELD 1, 1 AS C$
38 GET # 1, 1
40 IF C$="1" THEN 96
42 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "# ERROR $";
44 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 1 esté en el drive A";
46 CLOSE 1 : GOTO 32
96 RUN "VIBRA"
98 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 1000,2000,3000,4000,5000,6000
100 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
102 LOCATE 15,22 : PRINT "*************************************"
104 LOCATE 17,22 : PRINT "      ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA      "
106 LOCATE 19,22 : PRINT "*************************************"
108 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
110 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
112 IF E$="" THEN 110
114 IF ASC(E$)=13 THEN 30
116 GOTO 110
1000 GOSUB 17000
1002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=259.6
1003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
1004 PRINT "   Una barra de rigidez torsional K = 10000 N m/rad tiene"
1005 PRINT "   en su extremo un disco cuyo momento de inercia axial es"
1006 PRINT "   I = 18 Kg m^2. Cuando se lo sumerge en aceite su perio-"
1007 PRINT "   do de oscilacion es de 0.28 seg.  Se pide, el valor del "
1008 PRINT "   coheficiente de amortiguacion torsional c."
1010 FOR I=24 TO 34 : LOCATE 8,I : PRINT "/"; : NEXT I
1011 CIRCLE (226,115),50,,,,5/18
1012 FOR I=13 TO 14 : LOCATE I,23 : PRINT "              " : NEXT I
1013 CIRCLE (226,110),50,,,,5/18
1014 LINE (176,63)-(272,63): LINE (222,63)-(230,110),,B
1015 LOCATE 13,29 : PRINT " "
```

```
1016 LINE (176,63)-(272,63): LINE (222,63)-(230,110),,B
1019 LOCATE 11,31 : PRINT "K" : LOCATE 15,26 : PRINT "I"
1020 GOSUB 15300
1022 ON 0 GOTO 1024,1100,25000
1024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=40
1026 LOCATE 4,3 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DEL COHEFICIENTE DE"
1028 LOCATE 5,4 : PRINT "AMORTIGUACION TORSIONAL C (N m seg)"
1030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
1032 IF X=0 THEN 1003 ELSE 1024
1100 REM
1102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
1104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
1106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 1200,1300,1400
1108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
1150 LOCATE  1,9 : PRINT "Tomando la suma de momentos alrededor del eje de la"
1152 LOCATE  2,9 : PRINT "barra, podemos aplicar la 2da. Ley de Newton :"
1154 LOCATE  5,15: PRINT "- K*θ - c*(dθ/dt) = I*(d2θ/dt2)
1156 LOCATE  8,15: PRINT "I*(d2θ/dt2) + C*(dθ/dt) + K*θ = 0"
1158 LOCATE 11,9 : PRINT "De la ecuación de movimiento y de los valores da-"
1160 LOCATE 12,9 : PRINT "dos, calcule la frecuencia natural."
1162 LOCATE 15,15: PRINT "Wn (rad/seg) ="
1166 F=15 : C=30 : A=3 : GOSUB 36000
1170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1184
1172 IF NUM<23.57*.995 OR NUM>23.57*1.005 THEN 1182 ELSE 1188
1182 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 1172
1184 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento      " : GOSUB 36102
1185 LOCATE 17,9 : PRINT "      ⌈ K ⌉½   ⌈  10000    Kg m  m  ⌉½ "
1186 LOCATE 18,9 : PRINT "Wn = | - |  = | --------  -------- |   = 23.57 rad/seg"
1187 LOCATE 19,9 : PRINT "     ⌊ I ⌋    ⌊ 18 Kg m²  seg² rad ⌋" : GOTO 1190
1188 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
1190 LOCATE 22,9 : PRINT "La frecuencia natural amortiguada es  Wd = Wn[1-&²]"
1192 LOCATE 21,60 : PRINT "&"
1194 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
1254 LOCATE  1,15: PRINT "    c"
1256 LOCATE  2,15: PRINT "& = --"
1258 LOCATE  3,15: PRINT "    Cc"
1260 LOCATE  6,9 : PRINT "Calcule el valor del coheficiente de amortiguación"
1262 LOCATE  7,9 : PRINT "crítico"
1264 LOCATE 10,15: PRINT "Cc (N m seg) ="
1266 F=10 : C=30 : A=3 : GOSUB 36000
1270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1284
1272 IF NUM<848.53*.995 OR NUM>848.53*1.005 THEN 1282 ELSE 1288
1282 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 1272
1284 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento ; Cc = 2*meq*Wn = 2*I*Wn" : GOSUB 36102
1286 LOCATE 13,9 : PRINT "Cc = 2 * 18 N m seg² * 23.57 rad/seg = 848.5 N m seg"
     : GOTO 1290
1288 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 36102
```

```
1290 LOCATE 16,9 : PRINT "                 C²  ½"
1292 LOCATE 17,9 : PRINT "Wd = Wn [ 1 - --- ]"
1294 LOCATE 18,9 : PRINT "                 Cc² ]"
1296 LOCATE 21,9 : PRINT "Despeje y evalue C"
1298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
1350 LOCATE  1,9 : PRINT "                Wd²  ½"
1352 LOCATE  2,9 : PRINT "C = Cc [ 1 - --- ]"
1354 LOCATE  3,9 : PRINT "                Wn² ]"
1356 LOCATE  6,9 : PRINT "El periodo natural amortiguado es:"
1358 LOCATE  9,9 : PRINT "τd = 0.28 seg/ciclo"
1360 LOCATE 12,9 : PRINT "La frecuencia natural amortiguada es el inverso "
1362 LOCATE 13,9 : PRINT "del periodo natural amortiguado. Calcularla"
1366 LOCATE 16,9 : PRINT "Wd (rad/seg) ="
1368 F=16 : C=24 : A=3 : GOSUB 36000
1370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1384
1372 IF NUM<22.44*.995 OR NUM>22.44*1.005 THEN 1382 ELSE 1388
1382 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 1372
1384 LOCATE F,9  : PRINT "Lo siento     " : GOSUB 36102
1385 LOCATE 18,9 : PRINT "     2*π       ciclo   2*π rad          rad"
1386 LOCATE 19,9 : PRINT "Wd = --- = --------- * ------- = 22.44 ---"
1387 LOCATE 20,9 : PRINT "     τd    0.28 seg     ciclo           seg" :
     GOTO 1390
1388 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 36102
1390 LOCATE 23,9 : PRINT "Calcule C"
1398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
1450 LOCATE  1,9 : PRINT "                Wd²  ½"
1452 LOCATE  2,9 : PRINT "C = Cc [ 1 - --- ]"
1454 LOCATE  3,9 : PRINT "                Wn² ]"
1456 LOCATE  6,9 : PRINT "Reemplazando :"
1460 LOCATE  9,9 : PRINT "                      22.44²  ½"
1462 LOCATE 10,9 : PRINT "C = 848.5 N m seg [ 1 - ------ ]"
1464 LOCATE 11,9 : PRINT "                    23.57²  ]"
1465 LOCATE 14,9 : PRINT "C = 259.6 N m seg "
1498 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
1692 LOCATE 20,9 : PRINT "          -30.16*t      -73.24*t"
1694 LOCATE 21,9 : PRINT "x = 0.36*(e         - e        )"
2000 GOSUB 17000
2002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=-5.36 : E=1
2003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
2004 PRINT "       La masa de 15 Kg del sistema que se adjunta reci-"
2005 PRINT "       be un desplazamiento inicial de 60 mm y se la li-"
2006 PRINT "       bera. El modulo de resorte es 1800 N/m. Si se su-"
2007 PRINT "       pone un coheficiente de friccion cinetico u = 0.1"
2008 PRINT "       Determine la posicion de reposo."
2009 LOCATE 16,18 : PRINT "//////////////////////"
2010 FOR I=9 TO 15 : LOCATE I,18 : PRINT "/" : NEXT I
2011 LINE (142,64)-(142,119): LINE -(304,119)
2012 X=142 : Y=107 : GOSUB 37000
```

```
2014 LINE (230,92)-(292,119),,B
2016 LOCATE 13,23 : PRINT "K" : LOCATE 14,33 : PRINT "m"
2020 GOSUB 15300
2022 ON 0 GOTO 2024,2100,25000
2024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=35
2026 LOCATE 4,2 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA POSICION"
2028 LOCATE 5,13: PRINT "DE REPOSO  X# (mm) ?
2030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
2032 IF X=0 THEN 2003 ELSE 2024
2100 REM
2102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
2104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
2106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 2200,2300,2400
2108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
2160 LOCATE 2,9 : PRINT "En cada ciclo la amplitud disminuye un valor"
2162 LOCATE 3,9 : PRINT "4#p#N/K""
2164 LOCATE 6,9 : PRINT "Determine el valor de p#N/K"
2166 LOCATE 9,9 : PRINT "p#N/K (mm) = "
2168 F=9 : C=22 : A=3 : GOSUB 36000
2170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2184
2172 IF NUM<8.17#.995 OR NUM>8.17#1.005 THEN 2182 ELSE 2188
2182 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 2172
2184 LOCATE 12,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36102
2186 LOCATE F,C  : PRINT "8.17" : GOTO 2189
2188 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
2189 LOCATE 15,9 : PRINT "La masa se detiene cuando la amplitud es "
2190 LOCATE 16,9 : PRINT "≤ p#N/K "
2192 LOCATE 19,9 : PRINT "Determine en cuantos ciclos se detiene "
2194 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2003
2200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
2202 LOCATE 2,9 : PRINT "Como dijimos La masa se detiene cuando la amplitud "
2204 LOCATE 3,9 : PRINT "es ≤ p#N/K"
2206 LOCATE 6,9 : PRINT "         p#N     p#N "
2208 LOCATE 7,9 : PRINT "Xo - n#4#---  ≤  --- "
2210 LOCATE 8,9 : PRINT "          K       K  "
2212 LOCATE 11,9: PRINT "Reemplaze y halle el valor de n"
2214 LOCATE 14,9: PRINT "n ≥  "
2268 F=14 : C=13 : A=3 : GOSUB 36000
2270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2284
2272 IF NUM<1.58#.995 OR NUM>1.58#1.005 THEN 2282 ELSE 2288
2282 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22004 :
     IF G=0 THEN 2272
2284 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36102
2286 LOCATE F,C  : PRINT "1.58" : GOTO 2289
2288 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
2289 LOCATE 20,9 : PRINT "Pero la masa solo se detiene al final de "
2290 LOCATE 21,9 : PRINT "cada medio ciclo. Cual será el valor de n ?
2294 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2003
2300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
2302 LOCATE 2,9 : PRINT "n puede ser igual a 1, 1.5, 2, 2.5, etc."
```

```
2304 LOCATE 5,9 : PRINT "Ingrese el valor de n"
2312 LOCATE 8,9: PRINT "n =  "
2368 F=8 : C=13 : A=3 : GOSUB 36000
2370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2384
2372 IF NUM=2 THEN 2388
2382 LOCATE 11,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22004 :
     IF G=0 THEN 2372
2384 LOCATE 11,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
2386 LOCATE F,C  : PRINT "2" : GOTO 2389
2388 LOCATE 11,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
2389 LOCATE 14,9 : PRINT "Sabiendo el número de ciclos y cuanto dis-"
2390 LOCATE 15,9 : PRINT "minuye la amplitu en cada ciclo, determine"
2392 LOCATE 16,9 : PRINT "la posición de reposo."
2394 LOCATE 21,9 : PRINT "La siguiente es la última pantalla de ayuda"
2396 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2003
2400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
2402 LOCATE 2,9 : PRINT "                    µ¥N"
2404 LOCATE 3,9 : PRINT "Xf  =  Xo  -  n¥4¥---"
2406 LOCATE 4,9 : PRINT "                    K "
2408 LOCATE 7,9 : PRINT "Reemplaze valores y halle el valor de Xf"
2412 LOCATE 10,9: PRINT "Xf = "
2468 F=10 : C=14 : A=3 : GOSUB 36000
2470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2484
2472 IF NUM>-5.36¥.995 OR NUM<-5.36¥1.005 THEN 2482 ELSE 2488
2482 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22004 :
     IF G=0 THEN 2472
2484 LOCATE 13,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
2486 LOCATE F,C  : PRINT "-5.36" : GOTO 2489
2488 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
2489 LOCATE 16,9 : PRINT "El signo negativo indica que la masa se de-"
2490 LOCATE 17,9 : PRINT "tiene en el lado contrario al del desplaza-"
2492 LOCATE 18,9 : PRINT "miento inicial."
2494 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
3000 GOSUB 17000
3002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=2.716
3003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
3004 PRINT "   Un automovil arrastra un  remolque a una velocidad cons-"
3005 PRINT "   tante Vo, mediante una coneccion compuesta de un resorte"
3006 PRINT "   y un amortiguador, si en cierto instante el automovil se"
3007 PRINT "   detiene de repente.  Cual es la amplitud del movimiento "
3008 PRINT "   del remolque, 0.5 seg despues de detenerse el automovil."
3009 PRINT "   Cuando la amortiguacion es una quinta parte de la criti-"
3010 PRINT "   ca."
3011 FOR I=10 TO 38 : LOCATE 16,I : PRINT "/"; : NEXT I
3012 X=112 : Y=94 : GOSUB 37000
3013 LOCATE 11,20 :PRINT "K" :LOCATE 15,20 :PRINT "c" :LOCATE 13,30 :PRINT "m"
3014 LINE (200,106)-(163,106): LINE (149,101)-(163,101) : LINE -(163,111)
3015 LINE -(149,111) :LINE (110,106)-(157,106) :LINE -(157,103):LINE -(157,109)
3016 LINE (110,90)-(110,110) : LINE (72,121)-(304,121)
3017 LINE (200,89)-(280,111),,B : LINE (240,89)-(240,69),,,&HCCCC
```

```
3018 CIRCLE (220,115),9 : CIRCLE (260,115),9
3019 LINE (110,88)-(110,68),,,&HCCC
3020 X=110 : Y=82 : GOSUB 39000 : LOCATE 10,11 : PRINT "Vo"
3021 X=240 : Y=82 : GOSUB 39000 : LOCATE 10,28 : PRINT "x"
3022 LOCATE 10,45 : PRINT "K=68 N/mmm"
3023 LOCATE 12,45 : PRINT "m=40 Kg" : LOCATE  14,45 : PRINT "Vo = 25 Km/h"
3024 GOSUB 15300
3026 ON D GOTO 3028,3100,25000
3028 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=37
3030 LOCATE 4,4 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA AMPLITUD"
3032 LOCATE 5,13: PRINT "DEL MOVIMIENTO  X(mm)? "
3034 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
3036 IF X=0 THEN 3003 ELSE 3028
3100 REM
3102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
3104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
3106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 3200,3300,3400
3108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
3144 PRINT "      La ecuación del movimiento será :": PRINT
3146 PRINT "             m(dx2/dt2) + c(dx/dt) + K(x) = 0 " :PRINT
3148 PRINT "      Como el movimiento es subamortiguado la solución de la e-"
3150 PRINT "      cuación será :" : PRINT
3152 PRINT "                        -&*Wn*t "
3154 PRINT "             x(t) = e       ( A1 Cos Wd*t + A2 Sen Wd*t )" : PRINT
3156 PRINT "      De las condiciones iniciales evalúe el valor de A1 y A2 " :
     PRINT
3158 PRINT "      A1 ="
3160 F=13 : C=12 : NMAX=1 : A=2 : GOSUB 36000
3162 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3168
3164 IF W$="0" OR W$="O" OR W$="o" THEN 3172
3166 LOCATE 15,7 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 3164
3168 LOCATE  F,7 : PRINT "Lo siento"
3170 LOCATE 15,7 : PRINT "x(0) = 0, entonces  A1 = 0 " : GOTO 3174
3172 LOCATE 15,7 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
3174 PRINT:PRINT "      Determine ahora la expresión para A2 función de Vo y Wd"
     :PRINT
3176 PRINT "      A2 = "
3178 F=19 : C=12 : NMAX=5 : A=2
3180 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3186
3182 IF W$="Vo/Wd" OR W$="Vo/wd" OR W$="vo/wd" OR W$="VO/Wd" OR W$="VO/WD" OR
     W$="VO/Wd" OR W$="VO/Wd" THEN 3190
3184 LOCATE 21,7 : PRINT"Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 3182
3186 LOCATE  F,7 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
3188 LOCATE 21,7 : PRINT "dx/dt(0) = Vo, entonces A2 = Vo/Wd" : GOTO 3196
3190 LOCATE 21,7 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
3196 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
3252 PRINT "                     Vo   -&*Wn*t "
3254 PRINT "            x(t) =  --  e        ( Sen Wd*t )"
3256 PRINT "                     Wd " : PRINT
```

```
3258 PRINT "      Calcule el valor de la frecuencia natural" : PRINT
3259 PRINT "      Wn(rad/seg) ="
3260 F=7 : C=21 : A=3 : GOSUB 36000
3262 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3268
3264 IF NUM<41.231*.995 OR NUM>41.231*1.005 THEN 3266 ELSE 3272
3266 LOCATE 10,7 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3264
3268 LOCATE  F,7 : PRINT "Lo siento   "
3269 LOCATE  9,7 : PRINT "                 K          69000 N/m      "
3270 LOCATE 10,7 : PRINT "Wn = [ - ] = [ ---------- ] = 41.23 rad/seg"
3271 LOCATE 11,7 : PRINT "     [ m ]   [   40 Kg    ]               " : GOTO 3274
3272 LOCATE 10,7 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :PRINT
3274 PRINT:PRINT "      Determine el valor del factor de amortiguamiento &"
     :PRINT :PRINT
3276 PRINT "      & = "
3278 F=16 : C=11 : A=3
3280 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3286
3282 IF NUM=.2 THEN 3290
3284 LOCATE 19,7 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3282
3286 LOCATE  F,7 : PRINT "Lo siento " : GOSUB 36102
3288 LOCATE 19,7 : PRINT "& = 1/5  = 0.2             " : GOTO 3292
3290 LOCATE 19,7 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
3292 LOCATE 22,7 : PRINT "Calcule ahora la frecuencia amortiguada"
3296 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000 : PRINT
3302 PRINT "      La frecuencia natural amortiguada es ": PRINT
3340 PRINT "                          %"
3342 PRINT "      Wd = Wn [ 1 - &^2]" :PRINT : PRINT
3344 PRINT "      Ingrese el valor de Wd " : PRINT : PRINT
3346 PRINT "      Wd(rad/seg) ="
3360 F=11 : C=21 : A=3 : GOSUB 36000
3362 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3368
3364 IF NUM<40.398*.995 OR NUM>40.398*1.005 THEN 3366 ELSE 3388
3366 LOCATE 14,7 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3364
3368 LOCATE  F,7 : PRINT "Lo siento    " : GOSUB 36102
3369 LOCATE 13,37: PRINT "%"
3370 LOCATE 14,7 : PRINT "Wd = 41.23 rad/seg [ 1 - 0.2^2]  = 40.4 rad/seg" :
     GOTO 3390
3388 LOCATE 14,7 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
3390 LOCATE 17,7 : PRINT "Reemplace los valores determinados en la ecuación ";
     : PRINT "dada "
3392 LOCATE 18,7 : PRINT "para la respuesta del sistema y halle la amplitud ";
     : PRINT "del "
3394 LOCATE 19,7 : PRINT "movimiento para un tiempo de 0.5 seg"
3398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
3451 PRINT "               1000 m "
3452 PRINT "         25 $ -------- "
```

```
3453 PRINT "                3600 seg      -0.2*41.23 rad/seg*0.5 seg            ";
     :PRINT"rad"
3454 PRINT " x(.5) =  ---------------- * e                                * Sen(40.4 ";
     :PRINT"---*0.5 seg)"
3455 PRINT "            40.4 rad"
3456 PRINT "                 ---"
3457 PRINT "                 seg"
3458 LOCATE 5,67 : PRINT "seg"
3459 LOCATE  9,7 : PRINT "                    -4.123"
3460 LOCATE 10,7 : PRINT "x  =  0.1719 m * e        * Sen( 20.2 rad)"
3462 LOCATE 13,15: PRINT "x  =  0.002716 m  =  2.716 mm"
3464 LOCATE 17,7 : PRINT "Si queremos el ángulo en grados debemos muiltiplicar"
3468 LOCATE 18,7 : PRINT "20.2 por 180/π"
3498 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
4000 GOSUB 17000
4002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=.964
4003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
4004 PRINT "        Determinar la frecuencia natural amortiguada del"
4005 PRINT "        sistema representado. Despreciar el peso de las "
4006 PRINT "        barras de longitud l."
4007 LOCATE  8,40 : PRINT "K=3000 N/m" : LOCATE 15,13 : PRINT "c"
4008 LOCATE 10,40 : PRINT "m=20 Kg" : LOCATE  12,40 : PRINT "c=135 N*s/m"
4009 FOR I=6 TO 16 : LOCATE I,9 : PRINT "/" : NEXT I
4010 LINE (70,38)-(70,130) : LINE (70,69)-(140,84) : LINE -(70,99)
4011 LINE (130,47)-(134,120),,B : LINE (134,83)-(220,85),,B
4012 CIRCLE (132,126),11 : CIRCLE (132,42),11 : CIRCLE (232,84),11
4013 X=70 : Y=42 :LOCATE 16,20 :PRINT "m" :LOCATE 11,15 :PRINT "0"
4014 LINE (X,Y)-(X+11,Y) :LINE -(X+14,Y-4) :LINE -(X+20,Y+4) :LINE -(X+26,Y-4)
4015 LINE -(X+32,Y+4) : LINE -(X+36,Y-4) : LINE -(X+39,Y) : LINE -(X+51,Y)
4016 LOCATE 7,12: PRINT "K" :LOCATE 9,19 :PRINT "1" :LOCATE 14,19 :PRINT "1"
4017 LOCATE 6,20: PRINT "m" :LOCATE 10,24:PRINT "1" :LOCATE 11,32 :PRINT "m"
4018 LINE (121,126)-(104,126) : LINE (90,120)-(104,120) : LINE -(104,132)
4019 LINE -(90,132) : LINE (70,126)-(98,126) :LINE -(98,122) : LINE -(98,130)
4020 GOSUB 15300
4022 ON D GOTO 4024,4100,25000
4024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=36
4026 LOCATE 4,1 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA FRECUENCIA
4028 LOCATE 5,5 : PRINT "NATURAL AMORIGUADA  fd (Hz) ?
4030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
4032 IF X=0 THEN 4003 ELSE 4024
4100 REM
4102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
4104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
4106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 4200,4300,4400,4500
4108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4110 LINE (204,12)-(208,12) : LINE -(142,83) : LINE -(138,83) : LINE -(204,12)
4112 LINE (170,47)-(292,64) : LINE -(292,62) : LINE -(170,45) : LINE -(170,45)
4114 LINE (170,2)-(170,94),,,&HCCCC : LINE (170,46*2)-(360,46),,,&HCCCC
4116 CIRCLE (208,7),11 : CIRCLE (138,88),11 : CIRCLE (304,64),11
4118 X=302 : Y=63 : GOSUB 38000
4120 X=210 : Y=7  : GOSUB 38000
4122 X=140 : Y=88 : GOSUB 38000
4124 LOCATE  4,28 :PRINT "m*g" :LOCATE 13,19 :PRINT "m*g"
```

```
4126 LOCATE  9,21 :PRINT "0" :LOCATE 7,32 :PRINT "0"
4128 LOCATE  6,21 :PRINT "0" :LOCATE 4,23 :PRINT "0"
4130 LOCATE 10,40 :PRINT "m*g" :LOCATE 1,13 : PRINT "K(0+x)"
4132 X=199*U : Y=7*Z  : GOSUB 39000
4134 X=81*U  : Y=88*Z : GOSUB 40000
4136 LOCATE 11,2 : PRINT "c*(dx/dt)"
4160 LOCATE 12,27 : PRINT "Tomando momentos alrededor de 0, complete"
4162 LOCATE 13,27 : PRINT "la ecuacion de movimiento." : PRINT
4164 PRINT "- ( K*(0+x) )*l*Cos 0 + 2*m*g*l*Cos 0 - c*(dx/dt)*          = Io*(";
     : PRINT "d20/dt2)"
4166 F=15 : C=51 : NMAX=8 : A=2 : GOSUB 36000
4167 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4184
4168 IF W$="l*Cos0  " OR W$="l*Cos 0 " OR W$="l*Cos(0)" THEN 4188
4170 IF W$="L*COS0  " OR W$="L*COS 0 " OR W$="L*COS(0)" THEN 4188
4172 IF W$="L*Cos0  " OR W$="L*Cos 0 " OR W$="L*Cos(0)" THEN 4188
4173 IF W$="LOCos0  " OR W$="L Cos 0 " OR W$="l Cos0  " THEN 4188
4174 IF W$="l Cos(0)" OR W$="l.Cos 0 " OR W$="l.Cos0  " THEN 4188
4175 IF W$="lCos0   " OR W$="l.Cos(0)" OR W$="lCos(0) " THEN 4188
4176 IF W$="l*(Cos0)" OR W$="l(Cos0) " OR W$="l*cos(0)" THEN 4188
4177 IF W$="lcos(0) " OR W$="l*cos0  " OR W$="l*cos 0 " THEN 4188
4178 IF W$="(Cos0)*l" OR W$="(cos0)l " OR W$="(COS0)L " THEN 4188
4179 IF W$="(COS0)L " OR W$="(Cos0)*L" OR W$="l(Cos 0)" THEN 4188
4180 IF W$="l(cos0) " OR W$="l*(cos0)" OR W$="l(cos 0)" THEN 4188
4182 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4168
4184 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
4186 LOCATE F,C  : PRINT "l*Cos(0)" : GOTO 4189
4188 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
4189 LOCATE 19,1 : PRINT "Para desplazamientos pequenos : Cos0=1, Sen0=0, x=l*";
     : PRINT "0, dx/dt=l*(d0/dt)"
4190 LOCATE 21,9 : PRINT "- K*D*l - K*l^2*0 + 2*m*g*l - c*l^2*(d0/dt) = Io*(d2";
     : PRINT "0/dt2)"
4192 LOCATE 23,9 : PRINT "Reemplace por equilibrio estatico"
4194 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4003
4200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4258 LOCATE 2,9  : PRINT "Io*(d20/dt2) + c*l^2*(d0/dt) + K*l^2*0 = 0"
4260 LOCATE 4,9  : PRINT "Ingrese el valor de Io"
4262 LOCATE 7,22 : PRINT "Io =          "
4264 F=7 : C=27 : NMAX=7 : A=3 : GOSUB 36000
4266 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4284
4268 IF W$="4*m*l^2" OR W$="4*l^2*m" OR W$="l^2*m*4" THEN 4288
4270 IF W$="4*m*L^2" OR W$="4*L^2*m" OR W$="L^2*m*4" THEN 4288
4272 IF W$="4*M*l^2" OR W$="4*l^2*M" OR W$="l^2*M*4" THEN 4288
4274 IF W$="4*M*L^2" OR W$="4*L^2*M" OR W$="L^2*M*4" THEN 4288
4276 IF W$="4m(l)^2" OR W$="(4m)l^2" OR W$="4(m)l^2" THEN 4288
4277 IF W$="4m(L)^2" OR W$="(4m)L^2" OR W$="4(m)L^2" THEN 4288
4278 IF W$="4.m.l^2" OR W$="4.l^2.m" OR W$="l^2.m.4" THEN 4288
4280 IF W$="4ml^2  " OR W$="4 m l^2" OR W$="4mL^2  " THEN 4288
4281 IF W$="4 l^2 m" OR W$="4ML^2  " OR W$="4 M L^2" THEN 4288
4282 LOCATE 10,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4268
4284 LOCATE 10,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
```

```
4286 LOCATE F,C  : PRINT "4*m*l^2" : GOTO 4290
4288 LOCATE 10,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
4290 LOCATE 12,9 : PRINT "La ecuación de movimiento es :"
4292 LOCATE 14,9 : PRINT "4*m*l^2*(d20/dt2) + c*l^2*(d0/dt) + K*l^2*0 = 0 "
4294 LOCATE 16,9 : PRINT "Simplificando :"
4296 LOCATE 19,9 : PRINT "(d20/dt2) + [c/(4*m)]*(d0/dt) + [K/(4*m)] 0 = 0 "
4298 LOCATE 22,9 : PRINT "Encuentre el valor de Wn y Cc"
4299 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4003
4300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4350 LOCATE 1,9 : PRINT "La ecuación de movimiento era :"
4352 LOCATE 3,9 : PRINT "(d20/dt2) + [c/(4*m)]*(d0/dt) + [K/(4*m)] 0 = 0"
4354 LOCATE 5,15: PRINT "Wn = (Keq/meq)^½"
4356 LOCATE 7,9 : PRINT "Ingrese el valor de Keq"
4358 LOCATE 9,15: PRINT "Keq = "
4360 F=9 : C=21 : NMAX=1 : A=2 : GOSUB 36000
4362 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4368
4364 IF W$="K" OR W$="k" THEN 4372
4366 LOCATE 11,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4364
4368 LOCATE 11,9 : PRINT "Lo siento                  "
4370 LOCATE F,C  : PRINT "K" : GOTO 4374
4372 LOCATE 11,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
4374 LOCATE 13,9 : PRINT "Determine ahora el valor de meq"
4376 LOCATE 15,15: PRINT "meq = "
4378 F=15 : C=21 : NMAX=3 : A=2
4380 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4386
4382 IF W$="4*m" OR W$="4 m" OR W$="4M " OR W$="4m " OR W$="4.M" OR W$="M*4"
     THEN 4390
4384 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4382
4386 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
4388 LOCATE F,C  : PRINT "4*m" : GOTO 4392
4390 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
4392 LOCATE 19,9 : PRINT "Cc = 2*m*Wn, & = c/Cc "
4394 LOCATE 21,9 : PRINT "Determine Cc, & y Wd"
4396 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 4104,4003
4400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4456 LOCATE  2,9 : PRINT "Reemplazando Keq y meq"
4458 LOCATE  4,9 : PRINT "Wn = [K/(4*m)]^½"
4460 LOCATE  6,9 : PRINT "Complete el valor de Cc"
4462 LOCATE  9,9 : PRINT "Cc = 2*(     )^½
4464 F=9 : C=17 : NMAX=5 : A=3 : GOSUB 36102
4466 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4484
4468 IF W$="4*m*K" OR W$="4*m*k" OR W$="4*K*m" OR W$="4*k*m" THEN 4488
4470 IF W$="4*M*K" OR W$="4*K*M" OR W$="K*4*M" OR W$="K*M*4" THEN 4488
4472 IF W$="K*4*m" OR W$="K*m*4" OR W$="k*4*m" OR W$="k*m*4" THEN 4488
4474 IF W$="4Km  " OR W$="4km  " OR W$="4 K m" OR W$="4 k m" THEN 4488
4476 IF W$="4.m.K" OR W$="4.m.k" OR W$="4.K.m" OR W$="4.k.m" THEN 4488
4478 IF W$="4.M.K" OR W$="4.K.M" OR W$="K.4.M" OR W$="K.M.4" THEN 4488
4480 IF W$="4mk  " OR W$="4mK  " OR W$="4MK  " OR W$="4 m K" THEN 4488
4481 IF W$="k*4*m" OR W$="k*m*4" OR W$="4KM  " THEN 4488
```

```
4482 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4468
4484 LOCATE 12,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36102
4486 LOCATE F,C  : PRINT "4¥m¥K" : GOTO 4490
4488 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
4490 LOCATE 15,9 : PRINT "El coheficiente de amortiguamiento crítico es:"
4492 LOCATE 18,9 : PRINT "     C          c"
4494 LOCATE 19,9 : PRINT "& = --  = ------------"
4496 LOCATE 20,9 : PRINT "    Cc    2¥(4¥m¥K)^½"
4498 LOCATE 22,9 : PRINT "Determine la frecuencia natural amortiguada (Wd)"
4499 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4003
4500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
4502 LOCATE  1,9  : PRINT "La frecuencia natural amortiguada es :"
4504 LOCATE  3,12 : PRINT "                  ½"
4506 LOCATE  4,12 : PRINT "Wd = Wn¥(1 - &²)"
4508 LOCATE  7,9  : PRINT "La frecuencia natural amortiguada en Hz es  :"
4510 LOCATE 10,12 : PRINT "                                        ⎡ ½ "
4512 LOCATE 11,12 : PRINT "        1   ⎢  K          c²      ⎥  "
4514 LOCATE 12,12 : PRINT " fd  = --- ⎢ --- ¥ ( 1 - ------ ) ⎥  "
4516 LOCATE 13,12 : PRINT "       2¥π  ⎣ 4¥m        16¥K¥m   ⎦  "
4518 LOCATE 16,9  : PRINT "Reemplazando valores :     "
4520 LOCATE 19,20 : PRINT "fd = 0.965 Hz"
4522 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
5000 GOSUB 17000
5002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=113.7816
5003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
5004 PRINT "    Un piston de 4.3 Kg viaja en un tubo con una velocidad de "
5005 PRINT "    15.5 m/seg y entra en contacto con un resorte y amortigua-"
5006 PRINT "    dor. Determine el desplazamiento maximo del piston, luego "
5007 PRINT "    de encontrarse con el resorte-amortiguador."
5010 LINE (100,85)-(360,115),,B : LINE (96,83)-(364,117),,B
5011 LINE (168,86)-(204,114),,B
5012 X=272 : Y=94 : GOSUB 37000
5013 LINE (270,89)-(270,111)
5014 LINE (360,106)-(323,106): LINE (309,101)-(323,101) : LINE -(323,111)
5015 LINE -(309,111) :LINE (270,106)-(317,106) :LINE -(317,103):LINE -(317,109)
5016 LOCATE 10,40 : PRINT "K=95 N/cm" : LOCATE 16,40 : PRINT "c=4.45 N-seg/cm" :
     LOCATE 13,24 : PRINT "m"
5020 X=172 : Y=78 : GOSUB 40000 : LOCATE 9,18 : PRINT "V=15.5 m/seg" "
5024 GOSUB 15300
5026 ON 0 GOTO 5028,5100,25000
5028 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=39
5030 LOCATE 4,13: PRINT "CUAL ES EL DESPLAZAMIENTO"
5032 LOCATE 5,10: PRINT "MAXIMO DEL PISTON  Xmax(mm)? "
5034 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
5036 IF X=0 THEN 5003 ELSE 5028
5100 REM
5102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
5104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
5106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 5200,5300,5400,5500
5108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5110 PRINT "    Cuando el piston ha entrado en contacto :"
```

```
5114 LINE (200,14)-(236,44),,B :LOCATE 4,27 : PRINT "m"
5116 X=284 : Y=23 : GOSUB 39000 : X=284 : Y=35 : GOSUB 39000
5118 LOCATE 3,37 :PRINT "K*x" :LOCATE 5,37 :PRINT "c*(dx/dt)" :PRINT :PRINT
5122 PRINT "                m*(d2x/dt2) + c*(dx/dt) + K*x = 0"
5124 LOCATE 10,49 : PRINT "s1*t      s2*t"
5126 PRINT "   La solucion de la ecuacion es:     x(t) = A*e      + B*e" :PRINT
5128 PRINT "   Donde :       s1,2  =  -&*Wn  _  Wn   &^2 - 1" :PRINT
5130 LINE (268,97)-(268,101) :LINE (264,99)-(272,99)
5132 LINE (311,99)-(318,104) :LINE -(324,96) :LINE -(394,96)
5134 PRINT "   Ingrese el valor de Wn" :PRINT
5136 PRINT "           Wn(rad/seg) ="
5166 F=17 : C=26 : A=3 : LOCATE 18,C : PRINT "**********" : GOSUB 36000
5170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5184
5172 IF NUM<47.0032*.997 OR NUM>47.0032*1.003 THEN 5182 ELSE 5190
5182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 5172
5184 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento                    " :LOCATE 18,C : PRINT
     SPACE$(9) : GOSUB 36102
5185 LOCATE 19,9 : PRINT "       K       95 N/cm * 100 cm/m "
5186 LOCATE 20,9 : PRINT "Wn =   -   =   ------------------  =  47 rad/seg"
5187 LOCATE 21,9 : PRINT "       m              4.3 Kg       "
5188 LINE (100,156)-(107,168) :LINE -(111,144) : LINE-(136,144)
5189 LINE (170,156)-(177,168) :LINE -(182,144) : LINE-(338,144) : GOTO 5192
5190 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
5192 LOCATE 23,9 : PRINT "Determine el valor del factor de amortiguamiento &"
5196 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 5104,5003
5200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
5202 PRINT "        El factor de amortiguamiento está dado por :" :PRINT
5204 PRINT "              c "
5206 PRINT "        & = ------ ; ingrese el factor de amortiguamiento"
5208 PRINT "            2*m*Wn " :PRINT
5210 PRINT "           & ="
5266 F=7 : C=16 : A=3 : GOSUB 36000
5270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5282
5272 IF NUM<1.1009*.997 OR NUM>1.1009*1.003 THEN 5280 ELSE 5288
5280 LOCATE 10,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 5272
5282 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36102
5284 LOCATE  9,9 : PRINT "     4.45 N-seg/m * 100 cm/m "
5286 LOCATE 10,9 : PRINT "& = -------------------------  =  1.1"
5287 LOCATE 11,9 : PRINT "     2 * 4.3 Kg * 47 rad/seg " : GOTO 5289
5288 LOCATE 10,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
5289 LOCATE 13,9 : PRINT "& > 1 ; el sistema es sobreamortiguado, el movi-"
5290 LOCATE 14,9 : PRINT "miento no es armónico y es :"
5291 LOCATE 15,9 : PRINT "                          ____                 _____"
5292 LOCATE 16,9 : PRINT "          (-& + √(&²-1))*Wn*t      (-& - √(&²-1))*Wn*t"
5293 LOCATE 17,9 : PRINT "x(t) = A*e                  + B*e "
5294 LOCATE 19,9 : PRINT "          -30.16*t      -73.24*t"
5295 LOCATE 20,9 : PRINT "x(t) = A*e         + B*e "
5296 LOCATE 22,9 : PRINT "A partir de la condiciones iniciales halle el va-"
5297 LOCATE 23,9 : PRINT "lor de las constantes A y B."
```

```
5500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
5504 LOCATE  3,12 : PRINT "                -30.16#0.0206    -73.24#0.0206"
5506 LOCATE  4,12 : PRINT "Xmax = 0.36#[ e                - e              ]"
5508 LOCATE  8,12 : PRINT "Xmax = 0.1138 m"
5516 LOCATE 12,20 : PRINT "┌──────────────────┐"
5518 LOCATE 13,20 : PRINT "│ Xmax = 113.8 mm  │"
5520 LOCATE 14,20 : PRINT "└──────────────────┘"
5522 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
6000 GOSUB 17000
6002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=192.1195
6003 CLS : OPT=3 : N2=1 : GOSUB 35000 : PRINT : PRINT
6004 PRINT "      Una estructura simple presenta amortiguamiento histeré-"
6005 PRINT "      sico. El periodo de vibracion es 0.30 seg. y, la ampli-"
6006 PRINT "      tud de vibración al noveno ciclo es  0.923 veces la del"
6007 PRINT "      primer ciclo. La estructura sufre un  desplazamiento i-"
6008 PRINT "      nicial de 0.2 m. desde el reposo, calcular el desplaza-"
6009 PRINT "      miento a los 1.2 seg."
6024 GOSUB 15300
6026 ON 0 GOTO 6028,6100,25000
6028 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=36
6030 LOCATE 4,10: PRINT "CUAL ES EL DESPLAZAMIENTO"
6032 LOCATE 5,14: PRINT "A LOS 1.2 seg, x(mm)? "
6034 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
6036 IF X=0 THEN 6003 ELSE 6028
6100 REM
6102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
6104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
6106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 6200,6300,6400,6500
6108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6110 LOCATE 1,9  : PRINT "A partir de la relación de amplitudes podemos"
6112 LOCATE 2,9  : PRINT "calcular el decremento logarítmico :"
6114 LOCATE 5,20 : PRINT "    1    x1"
6116 LOCATE 6,20 : PRINT "δ = - ln --"
6118 LOCATE 7,20 : PRINT "    8    x9"
6120 LOCATE 10,9 : PRINT "Ingrese el valor de δ"
6122 LOCATE 13,20 : PRINT "δ ="
6166 F=13 : C=24 : A=3 : GOSUB 36000
6170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6182
6172 IF NUM<.01#.99 OR NUM>.01#1.01 THEN 6180 ELSE 6188
6180 LOCATE 16,14: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6172
6182 LOCATE F,24 : PRINT "   Lo siento                " : GOSUB 36102
6184 LOCATE 15,14: PRINT "    1       x1   "
6186 LOCATE 16,14: PRINT "δ = - ln --------   ;   δ = 0.01"
6187 LOCATE 17,14: PRINT "    8    0.923#x1" :  GOTO 6190
6188 LOCATE 16,14: PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
6190 LOCATE 20,9 : PRINT "La amortiguación es histerésica, a partir del"
6192 LOCATE 21,9 : PRINT "decremento logarítmico determine el factor de"
6194 LOCATE 22,9 : PRINT "amortiguamiento equivalente y la ecuación  de"
6196 LOCATE 23,9 : PRINT "movimiento."
6198 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 6104,6003
6200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6202 PRINT "        El decremento logarítmico está dado también por :" :PRINT
```

```
6204 PRINT "        δ = 2¶π¶%e ; Ingrese el factor de amortiguamiento" :PRINT
6210 PRINT "          %e ="
6246 F=5 : C=17 : A=3 : GOSUB 36000
6250 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6262
6252 IF NUM(.0016¶.99 OR NUM).0016¶1.01 THEN 6260 ELSE 6268
6260 LOCATE 8,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 6252
6262 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento                "
6264 LOCATE  7,9 : PRINT "        δ      0.01 "
6266 LOCATE  8,9 : PRINT "%e  =  ---  =  ----  =  0.0016"
6267 LOCATE  9,9 : PRINT "       2¶π     2¶π " : GOTO 6270
6268 LOCATE  8,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
6270 LOCATE 11,9 : PRINT "% ( 1 ; el movimiento es subamortiguado y es :"
6272 LOCATE 13,9 : PRINT "         -%e¶Wn¶t"
6273 LOCATE 14,9 : PRINT "x(t) = e         [ A Cos Wd¶t + B Sen Wd¶t ]"
6274 LOCATE 16,9 : PRINT "Ingrese el valor de Wn :"
6278 LOCATE 18,12: PRINT "Wn(rad/seg) ="
6279 F=19 : C=26 : A=3
6280 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6286
6282 IF NUM<20.944¶.995 OR NUM>20.944¶1.005 THEN 6284 ELSE 6290
6284 LOCATE 21,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6282
6286 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento                " : GOSUB 36102
6287 LOCATE 20,9 : PRINT "     2¶π   2¶π rad"
6288 LOCATE 21,9 : PRINT "Wn = --- = -------  =  20.944 rad/seg"
6289 LOCATE 22,9 : PRINT "      τ    0.3 seg" : GOTO 6292
6290 LOCATE 21,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
6292 LOCATE 23,9 : PRINT "Encuentre el valor de B"
6298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 6104,6003
6300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6302 LOCATE  1,9 : PRINT "         -%e¶Wn¶t"
6304 LOCATE  2,9 : PRINT "x(t) = e         [ A Cos Wd¶t + B Sen Wd¶t ]"
6306 LOCATE  5,9 : PRINT "A partir de la condiciones iniciales halle el va-"
6308 LOCATE  6,9 : PRINT "lor de las constantes A y B:"
6310 LOCATE  9,12: PRINT "A(m) ="
6312 F=9 : C=19 : A=3 : GOSUB 36000
6380 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6386
6382 IF NUM=.2 THEN 6390
6384 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6382
6386 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento                " : GOSUB 36102
6388 LOCATE 12,9 : PRINT "x(0) = A = 0.2 m         " : GOTO 6392
6390 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36102
6392 LOCATE 15,6 : PRINT "                    -%e¶Wn¶t"
6393 LOCATE 16,6 : PRINT "dx/dt(t) = -%e¶Wn¶e       [ A Cos Wd¶t + B Sen Wd";
     : PRINT "¶t ]"
6394 LOCATE 18,6 : PRINT "              -%e¶Wn¶t"
6396 LOCATE 19,6 : PRINT "          + e        [ -wd¶A¶Sen Wd¶t + wd¶B¶Cos W";
     : PRINT "d¶t ]"
6397 LOCATE 22,9 : PRINT "Calcule el valor de B."
6398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 6104,6003
```

3.3.3 Listado Programa "VIBRAPP3"

```
10 NPR=0 : NPRF=10
12 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : I=1
14 IF NPR>=NPRF THEN 100
16 LOCATE  2,22 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
18 LOCATE  3,22 : PRINT "VIBRACION ARMONICA FORZADA"
20 LOCATE  4,22 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
21 LOCATE  8,19 : PRINT "TIENE UD.": NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA";
22 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
23 PRINT " PROPUESTO";
24 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
25 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
26 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
28 GOSUB 14000
29 ON O GOTO 98
30 CLS : LOCATE 23,24 : PRINT "Ingrese diskette # 1"
31 LOCATE 25,15 : PRINT "Presione una tecla cuando este listo";
32 LOCATE 25,53,1 : M$=INKEY$
33 IF M$="" THEN 32
34 OPEN "r",1,"cambiar",1
36 FIELD 1, 1 AS C$
38 GET # 1, 1
40 IF C$="1" THEN 96
42 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "¥ ERROR ¥";
44 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 1 esté en el drive A";
46 CLOSE 1 : GOTO 32
96 RUN "VIBRA"
98 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 1000,2000,3000,4000,5000,6000,7000,8000,9000,10000
100 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
102 LOCATE 16,28 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
104 LOCATE 17,28 : PRINT "ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA"
106 LOCATE 19,28 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
108 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
110 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
112 IF E$="" THEN 110
114 IF ASC(E$)=13 THEN 30
116 GOTO 110
1000 GOSUB 16000
1002 G=0 : AY=0 : I=2 : NOTA=100 : RESP=.316 : E=0
1003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
1004 PRINT "  Una estructura de marco ligera, muestra el trazo amplitud-"
1005 PRINT "  tiempo indicado para vibracion libre amortiguada. El marco"
1006 PRINT "  se deforma 2 mm. bajo la accion de una fuerza F = 500 N."
1007 PRINT "  Cual sera la amplitud del movimiento si se cambia la fuer-"
1008 PRINT "  za F por la fuerza armonica F = 500 Sen wt, w = 960 rpm."
1009 X=80 : Y=101
1010 LINE (X-32,Y)-(X-8,Y) : LINE (X-32,Y-39)-(X-8,Y-39)
1011 LINE (60,62)-(60,Y) : LOCATE 11,5 : PRINT "13 mm"
1012 GOSUB 24600 : Y=100 : GOSUB 25000
```

```
1014 LINE (195,90)-(195,56)
1015 LINE (80,59)-(195,59)
1016 LOCATE 12,33 : PRINT "0.2 mm" : LOCATE 8,16 : PRINT "1 seg"
1017 X=248 : Y=75 : GOSUB 23500
1018 LINE (X,102)-(X,126)
1019 LINE (X-3,106)-(X,102) : LINE -(X+3,106)
1020 GOSUB 14500
1022 ON 0 GOTO 1024,1100,21500
1024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=36
1026 LOCATE 4,12 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA"
1028 LOCATE 5,2  : PRINT "AMPLITUD DEL MOVIMIENTO X (mm) ?
1030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
1032 IF X=0 THEN 1003 ELSE 1024
1100 REM
1102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
1104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
1106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 1200,1300,1400,1500
1108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
1114 LOCATE 1,9 : PRINT "El gráfico indica que la amplitud en vibración"
1116 LOCATE 2,9 : PRINT "libre decae en forma lineal por tanto la amor-"
1118 LOCATE 3,9 : PRINT "tiguación es seca."
1120 LOCATE 5,17: PRINT "┌      ┌ 4   μ‡N ┐²┐½"
1122 LOCATE 6,17: PRINT "│ 1 - │ - ‡ ---  │ │"
1124 LOCATE 7,9 : PRINT "   Fo  │     L W  Fo  ┘ │"
1126 LOCATE 8,9 : PRINT "X = --  │---------------│"
1128 LOCATE 9,9 : PRINT "   K   │      ┌      ┐² │"
1130 LOCATE 10,17: PRINT "│   │ 1 - ──  │  │"
1132 LOCATE 11,17: PRINT "└   └    Wn²  ┘  ┘"
1134 LOCATE 13,9: PRINT "El valor de la rigidez es la relación entre la"
1136 LOCATE 14,9: PRINT "fuerza aplicada y su correspondiente deforma-"
1138 LOCATE 15,9: PRINT "ción estática. Ingrese el valor de K"
1142 LOCATE 17,9: PRINT "K(N/m) ="
1168 F=17 : C=18 : A=2 : GOSUB 31000
1170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1184
1180 IF NUM = 250000!  THEN 1188
1182 LOCATE 19,9: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 1180
1184 LOCATE 17,9: PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
1186 LOCATE 19,9: PRINT"K = F/D = 500/0.002 ; K = 250000 N/m" : GOTO 1190
1188 LOCATE 19,9: PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
1190 LOCATE 21,9: PRINT "F = Fo Sen wt ;  Luego  Fo = 500 N"
1192 LOCATE 23,9: PRINT "Encuentre w, Wn y μ‡N";
1198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 1102,1003
1200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
1220 LOCATE 2,9 : PRINT "Transforme la frecuencia de operación a rad/seg"
1222 LOCATE 5,9 : PRINT "Ingrese el valor de w"
1226 LOCATE 8,9 : PRINT "w(rad/seg) ="
1228 F=8 : C=22 : A=3 : GOSUB 31000
1270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1284
1272 IF NUM<100.53#.995 OR NUM>100.53#1.005 THEN 1282 ELSE 1288
1282 LOCATE 11,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 1272
```

```
1284 LOCATE  8,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 31100
1286 LOCATE 11,9: PRINT "w = 960*2*π/60 = 100,53 rad/seg" : GOTO 1290
1288 LOCATE 11,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
1290 LOCATE 15,9 : PRINT "Del grafico presentado para vibración libre"
1292 LOCATE 16,9 : PRINT "amortiguada, ud. puede determinar el valor"
1294 LOCATE 17,9 : PRINT "de la frecuencia natural y de los parámetros"
1296 LOCATE 18,9 : PRINT "para amortiguación seca"
1298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 1104,1003
1300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
1320 LOCATE 2,27: PRINT "p*N"
1322 LOCATE 3,9 : PRINT "Xf = Xo - 4 * n * ---"
1326 LOCATE 4,27: PRINT " K"
1328 LOCATE 7,9 : PRINT "Extraiga los valores nesesarios del grafico y"
1330 LOCATE 8,9 : PRINT "calcule p*N"
1332 LOCATE 11,9: PRINT "p*N ="
1334 F=11 : C=15 : A=3 : GOSUB 31000
1370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1384
1372 IF NUM<100*.998 OR NUM>100*1.002 THEN 1382 ELSE 1388
1382 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 1372
1384 LOCATE 11,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 31100
1385 LOCATE 13,34: PRINT " p*N"
1386 LOCATE 14,9 : PRINT "0.0002 = 0.013 - 4 * B * ------  ; p*N = 100 N"
1387 LOCATE 15,35: PRINT "250000" :  GOTO 1390
1388 LOCATE 14,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
1390 LOCATE 18,9 : PRINT "Del grafico presentado para vibración libre"
1392 LOCATE 19,9 : PRINT "amortiguada, determine el valor de la fre-"
1394 LOCATE 20,9 : PRINT "cuencia natural Wn."
1398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 1104,1003
1400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
1420 LOCATE 2,9 : PRINT "Del grafico para vibracion libre amortiguada"
1422 LOCATE 3,9 : PRINT "observamos que hay 6 ciclos en un segundo."
1428 LOCATE 6,9 : PRINT "Ingrese entonces el valor de Wn"
1432 LOCATE 9,9 : PRINT "Wn(rad/seg) ="
1434 F=9 : C=24 : A=3 : GOSUB 31000
1470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1484
1472 IF NUM<37.7*.995 OR NUM>37.7*1.005 THEN 1482 ELSE 1488
1482 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 1472
1484 LOCATE  9,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 31100
1485 LOCATE 11,9 : PRINT "       ciclos   2*π rad"
1486 LOCATE 12,9 : PRINT "Wn = 6 ------ * -------- = 37.7 rad/seg"
1487 LOCATE 13,9 : PRINT "         seg     ciclo " :  GOTO 1490
1488 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
1490 LOCATE 16,9 : PRINT "Reemplace ahora en la ecuacion dada para la"
1492 LOCATE 17,9 : PRINT "amplitud y obtenga la repuesta."
1494 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 1104,1003
1500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1504 LOCATE 2,9 : PRINT "La amplitud del movimiento será igual a:
```

```
1506 LOCATE 6,20: PRINT "          4   100    "
1508 LOCATE 7,20: PRINT "| 1 - | - ¥ --- | |"
1510 LOCATE 8,9 : PRINT "     500  |     L  ¥   500 J |"
1512 LOCATE 9,9 : PRINT "X = ------ |-----------------|"
1514 LOCATE 10,9: PRINT "    250000 |      100.53²  ²²|"
1516 LOCATE 11,20: PRINT "| | 1 - ------  | |"
1518 LOCATE 12,20: PRINT "L L      37.7²   J J"
1520 LOCATE 17,14 : PRINT "X = 0.316 mm"
1522 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
2000 GOSUB 16000
2002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=39.33 : E=0
2003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
2004 PRINT "     Un motor electrico de 68 Kg de masa esta montado"
2005 PRINT "     en un bloque aislante de 1200 Kg., la frecuencia"
2006 PRINT "     natural de todo el sistema es de 160 cpm. con un"
2007 PRINT "     factor de amortiguamiento de 0.10  Si hay un des-"
2008 PRINT "     balance en el rotor que origina una fuerza excita-"
2009 PRINT "     dora F = 100 sen 31.4t Determine la fuerza trans-"
2010 PRINT "     mitida al piso."
2011 G=23 : GOSUB 27000 : G=24 : GOSUB 27000
2014 G=38 : GOSUB 27000 : G=39 : GOSUB 27000
2016 LOCATE 18,23 : PRINT "//////////////////"
2017 LINE (176,112)-(310,143),,B : LINE (192,112)-(294,135),,B
2018 LINE (212,77)-(274,112),,B  : LINE (144,112)-(342,112)
2019 LINE (196,108)-(212,112),,B : LINE (274,108)-(290,112),,B
2020 CIRCLE (243,93),14,,,,.75
2021 GOSUB 14500
2022 ON 0 GOTO 2024,2100,21500
2024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=33
2026 LOCATE 4,2 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA FUERZA"
2028 LOCATE 5,3 : PRINT "TRANSMITIDA AL PISO Ft (N) ?
2030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
2032 IF X=0 THEN 2003 ELSE 2024
2100 REM
2102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
2104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
2106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 2200,2300,2400,2500
2108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
2120 LOCATE 2,9 : PRINT "La fuerza excitadora está representada por la"
2122 LOCATE 3,9 : PRINT "ecuación  F = Fo Sen wit"
2124 LOCATE 6,9 : PRINT "De la condición dada en el enunciado encuen-"
2126 LOCATE 7,9 : PRINT "tre Fo"
2127 LOCATE 10,9: PRINT "Fo (N) ="
2128 F=10 : C=18 : A=2 : GOSUB 31000
2130 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2136
2132 IF NUM=100 THEN 2140
2134 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 2132
2136 LOCATE 12,9 : PRINT "Lo siento                  "
2138 LOCATE F,C  : PRINT "100" : GOTO 2160
2140 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
2160 LOCATE 15,9 : PRINT "Ahora encuentre w"
```

```
2162 LOCATE 18,9 : PRINT "w (rad/seg) ="
2168 F=18 : C=23 : A=2
2170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2184
2172 IF NUM=31.4 THEN 2188
2182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 2172
2184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
2186 LOCATE F,C  : PRINT "31.4" : GOTO 2189
2188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
2189 LOCATE 22,9 : PRINT "Con la ecuación para la relación de amplitud"
2190 LOCATE 23,9 : PRINT "dinámica halle X"
2194 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 2104,2003
2200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
2202 LOCATE 2,24: PRINT "Fo/K"
2204 LOCATE 3,9 : PRINT "X = ----------------------------"
2206 LOCATE 4,9 : PRINT "                  w²  ²      w  ²  ½"
2208 LOCATE 5,9 : PRINT "    [ [ 1 - -- ]  + [2*ζ*--]  ]"
2210 LOCATE 6,9 : PRINT "    [ [    Wn² ]     [   Wn ]  ]"
2212 LOCATE 9,9 : PRINT "Ingrese el valor de Wn"
2214 LOCATE 12,9: PRINT "Wn (rad/seg) ="
2268 F=12 : C=24 : A=3 : GOSUB 31000
2270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2284
2272 IF NUM<16.75*.995 OR NUM>16.75*1.005 THEN 2282 ELSE 2288
2282 LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 2272
2284 LOCATE 12,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
2286 LOCATE 15,9 : PRINT "Wn = 160*2*π/60 = 16.75 rad/seg" : GOTO 2289
2288 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
2289 LOCATE 18,9 : PRINT "Utilizando las definiciones dadas para la"
2290 LOCATE 19,9 : PRINT "frecuencia natural encuentre el valor de"
2292 LOCATE 20,9 : PRINT "la constante de rigidez K"
2294 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 2104,2003
2300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
2302 LOCATE  2,9 : PRINT "      [ K ]½"
2304 LOCATE  3,9 : PRINT "Wn = [ - ]"
2306 LOCATE  4,9 : PRINT "      [ m ]"
2312 LOCATE  7,9 : PRINT "Donde m es la masa total o efectiva"
2314 LOCATE 10,9 : PRINT "Despeje e ingrese el valor de K"
2316 LOCATE 13,9 : PRINT "K(N/m) ="
2368 F=13 : C=18 : A=3 : GOSUB 31000
2370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2384
2372 IF NUM<355972.5*.995 OR NUM>355972.5*1.005 THEN 2382 ELSE 2388
2382 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 2372
2384 LOCATE 16,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
2386 LOCATE F,C  : PRINT "355972.5" : GOTO 2389
2388 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
2389 LOCATE 19,9 : PRINT "Con los valores encontrados determine la"
2390 LOCATE 20,9 : PRINT "amplitud de vibración del bloque."
2392 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 2104,2003
```

```
2400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
2402 LOCATE 2,24: PRINT "Fo/K"
2404 LOCATE 3,9 : PRINT "X = ----------------------------"
2406 LOCATE 4,9 : PRINT "                 W²  ²        W  ²  ½"
2408 LOCATE 5,9 : PRINT "    [ [ 1 - -- ]  + [2*&*--]  ]"
2410 LOCATE 6,9 : PRINT "    [ [     Wn²]    [    Wn]  ]"
2412 LOCATE 9,9 : PRINT "Reemplace e ingrese el valor de X"
2414 LOCATE 12,9: PRINT "X (cm) ="
2468 F=12 : C=18 : A=3 : GOSUB 31000
2470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2484
2472 IF NUM<.01105*.995 OR NUM>.01105*1.005 THEN 2482 ELSE 2488
2482 LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 2472
2484 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 31100
2486 LOCATE F,C  : PRINT "0.01105" : GOTO 2489
2488 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
2489 LOCATE 18,9 : PRINT "La fuerza transmitida al piso es igual al"
2490 LOCATE 19,9 : PRINT "producto de la rigidez del sistema por su"
2492 LOCATE 20,9 : PRINT "amplitud de vibración"
2494 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 2104,2003
2500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
2502 LOCATE  1,9  : PRINT "La fuerza transmitida al piso es :"
2504 LOCATE  3,12 : PRINT "Ft = K*X"
2506 LOCATE  6,9  : PRINT "Reemplazando valores :"
2510 LOCATE  9,9  : PRINT "              N   0.01106 cm"
2512 LOCATE 10,9  : PRINT "Ft = 355972.5 - * ---------- * 1 m"
2514 LOCATE 11,9  : PRINT "              m     100 cm"
2520 LOCATE 15,14 : PRINT "Ft = 39.33 N "
2522 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
3000 GOSUB 16000
3002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=2 : E=0
3003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
3004 PRINT "   En el sistema mostrado el soporte inferior es fijo, mientras"
3005 PRINT "   que el superior tiene un movimiento senoidal de la amplitud"
3006 PRINT "   indicada. Determinar el valor de la fuerza de amortiguamien-"
3007 PRINT "   to que actua sobre el sistema."
3008 LOCATE 6,20 : PRINT "///////"
3009 LINE (150,47)-(214,47)
3010 X=174 : Y=47 : GOSUB 24000
3011 LINE (150,89)-(198,101),,B : LOCATE 6,48 : PRINT ".05 in"
3012 LOCATE  9,25 : PRINT "K = 40 Lb/in" : LOCATE 13,28 : PRINT "W = 20 Lb"
3013 LOCATE 19,20 :PRINT "///////" :LOCATE 16,27 :PRINT "c = 1.5 Lb*sec/in"
3014 LINE (150,144)-(206,144) : LINE (174,101)-(174,122) : LINE -(169,122)
3015 LINE -(179,122):LINE (162,120)-(162,126):LINE -(186,126)
3016 LINE -(186,120):LINE (174,126)-(174,144):LINE (214,47)-(360,47),,,&HCCCC
3017 X=214 : Y=47 : GOSUB 24500
3018 LINE (364,47)-(372,47) :LINE (364,39)-(372,39)
3019 LOCATE 8,48 : PRINT "w = Wn"
3020 GOSUB 14500
3022 ON O GOTO 3024,3100,21500
3024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=36
3026 LOCATE 4,12 : PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA"
```

```
3028 LOCATE 5,12 : PRINT "FUERZA VISCOSA  Fc (Lb)"
3030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
3032 IF X=0 THEN 3003 ELSE 3024
3100 REM
3102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
3104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
3106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 3200,3300,3400,3500
3108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
3120 LOCATE 2,9 : PRINT "K*(y-x) - c*(dx/dt) = m*(d2x/dt2)"
3122 LOCATE 5,9 : PRINT "m*(d2x/dt2) + c*(dx/dt) + K*x = K*y"
3124 LOCATE 8,9 : PRINT "Escriba la forma de la ecuacion para y"
3126 LOCATE 11,9 : PRINT "y ="
3128 F=11 : C=13 :NMAX=10 : A=3 : GOSUB 31000
3130 GOSUB 19000 : IF G=1 THEN 3146
3132 IF W$="Y*Sen(w*t)" OR W$="Y Sen(wt) " OR W$="Y*Sen w*t " THEN 3150
3134 IF W$="Y Sen w t " OR W$="Y*Sen w*t " OR W$="YSen(wt)  " THEN 3150
3136 IF W$="Y.Sen(w.t)" OR W$="Y.Sen w.t " OR W$="YSen wt   " THEN 3150
3137 IF W$="Y Sen wt  " OR W$="Y SEN wt  " OR W$="Y Sen (wt)" THEN 3150
3138 IF W$="Y*SEN(w*t)" OR W$="Y Sen(w t)" OR W$="YSenwt    " THEN 3150
3139 IF W$="Y*Sen wt  " OR W$="Y*Sen(wt) " OR W$="Y*Senwt   " THEN 3150
3140 IF W$="Y*SEN(W*T)" OR W$="Y SEN WT  " OR W$="Y SEN W*T " THEN 3150
3141 IF W$="Y*SEN(WT) " OR W$="Y*SEN(W*T)" OR W$="Y(Sen wt) " THEN 3150
3142 IF W$="Y(Sen w*t)" OR W$="Y SEN WT  " OR W$="Y*(Sen wt)" THEN 3150
3143 IF W$="Y(Sen(wt))" OR W$="Y(SEN WT) " OR W$="Y*(SEN WT)" THEN 3150
3144 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 19008 :
     IF G=0 THEN 3132
3146 LOCATE 14,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
3148 LOCATE F,C  : PRINT "Y*Sen(w*t)" : GOTO 3152
3150 LOCATE 14,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
3152 LOCATE 17,9 : PRINT "m*(d2x/dt2) + c*(dx/dt) + K*x = K*Y*Sen(w*t)"
3154 LOCATE 20,9 : PRINT "Mediante la relacion para la amplitud dinamica"
3156 LOCATE 21,9 : PRINT "encuentre el valor de X"
3158 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 3104,3003
3200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
3202 LOCATE 1,9 : PRINT "x = X*Sen(w*t-Ø)"
3206 LOCATE 4,24: PRINT "Fo/K"
3208 LOCATE 5,9 : PRINT "X = ----------------------------"
3210 LOCATE 6,9 : PRINT "                    w²  ²      w  ²  ½"
3212 LOCATE 7,9 : PRINT "     [ [ 1 - --- ]  + [2*ß*---]  ]"
3214 LOCATE 8,9 : PRINT "     [ [    Wn²  ]    [    Wn  ]  ]"
3216 LOCATE 11,9: PRINT "Ingrese el equivalente a Fo en funcion de y"
3218 LOCATE 14,9: PRINT "Fo ="
3268 F=14 : C=14 : NMAX= 3 : A=3 : GOSUB 31000
3270 GOSUB 19000 : IF G=1 THEN 3284
3272 IF W$="K*Y" OR W$="K*y" OR W$="k*y" OR W$="K y" OR W$="k y" THEN 3288
3274 IF W$="K.Y" OR W$="K.y" OR W$="k.y" OR W$="Ky " OR W$="Y K" THEN 3288
3276 IF W$="KY " OR W$="Ky " OR W$="y*K" OR W$="y K" OR W$="k*Y" THEN 3288
3282 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 19008 :
     IF G=0 THEN 3272
3284 LOCATE 14,9 : PRINT "Lo siento" : GOSUB 31100
3286 LOCATE 17,9 : PRINT "Fo = K*y                   " : GOTO 3290
```

```
3288 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
3290 LOCATE 20,9 : PRINT "En resonancia w = Wn entonces :"
3292 LOCATE 22,9 : PRINT "     Y"
3294 LOCATE 23,9 : PRINT "X = ---"
3296 LOCATE 24,9 : PRINT "    2*k";
3298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 3104,3003
3300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
3302 LOCATE 1,9 : PRINT "      c"
3304 LOCATE 2,9 : PRINT "% = ------"
3306 LOCATE 3,9 : PRINT "    2*m*Wn"
3308 LOCATE 6,9 : PRINT "Calcule el valor de Wn"
3310 LOCATE 9,9 : PRINT "Wn (rad/seg) ="
3368 F=9 : C=24 : A=3 : GOSUB 31000
3370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3384
3372 IF NUM<27.8*.995 OR NUM>27.8*1.005 THEN 3382 ELSE 3389
3382 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 3372
3384 LOCATE  9,9 : PRINT "Lo siento     " : GOSUB 31100
3385 LOCATE 11,9 : PRINT "      ┌ 40 Lbf/in * 32.2 Lbm pie/seg² * 12 in ┐ ½"
3386 LOCATE 12,9 : PRINT "      │                Lbf              pie    │
rad"
3387 LOCATE 13,9 : PRINT "Wn = ├──────────────────────────────────────┤ = 27,8
---"
3388 LOCATE 14,9 : PRINT "      L             20 Lbm                   J
seg" :GOTO 3390
3389 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
3390 LOCATE 16,9: PRINT "    1.5 lbf sec/pul   32.2 Lbm pie/seg²   12 pul"
3391 LOCATE 17,9: PRINT "                    * ---------------- * ------"
3392 LOCATE 18,9: PRINT "                                Lbf          pie  "
3393 LOCATE 19,9: PRINT "% = ------------------------------------------------"
3394 LOCATE 20,9: PRINT "              2 * 20 Lbm * 27.8 rad/seg"
3396 LOCATE 23,9: PRINT "% = 0.5212  ;  Determine ahora x y Fc";
3398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 3104,3003
3400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
3420 LOCATE 1,9 : PRINT "      Y    0.05 pul"
3422 LOCATE 2,9 : PRINT "X = --- = -------- = 0.048 pul"
3424 LOCATE 3,9 : PRINT "    2*%   2*0.5212"
3426 LOCATE 6,9 : PRINT "La fuerza de amortiguamiento viscoso es :"
3428 LOCATE 9,9 : PRINT "Fc = c*(dx/dt)"
3430 LOCATE 12,9: PRINT "Ingrese el valor de la magnitud de  dx/dt"
3432 LOCATE 15,9: PRINT "|dx/dt| (pul/seg) ="
3434 F=15 : C=29 : A=3 : GOSUB 31000
3470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3484
3472 IF NUM<1.33*.995 OR NUM>1.33*1.005 THEN 3482 ELSE 3488
3482 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 3472
3484 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento           " : GOSUB 31100
3486 LOCATE 18,9 : PRINT "dx/dt = Wn*X*Cos(Wn*t-Ø) ; |dx/dt| = 1.33 pul/seg" :
     GOTO 3490
3488 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
```

```
3490 LOCATE 21,9 : PRINT "Determine ahora el valor de Fc"
3492 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 3104,3003
3500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
3504 LOCATE 2,9 : PRINT "Fc = c*(dx/dt)"
3506 LOCATE 5,9 : PRINT "La magnitud de Fc es :"
3508 LOCATE 8,9 : PRINT "         Lb seg          pul"
3510 LOCATE 9,9 : PRINT "Fc = 1.5 ------ * 1.33  ---"
3512 LOCATE 10,9: PRINT "          pul            seg"
3514 LOCATE 14,9: PRINT "Fc = 2 Lb"
3522 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
4000 GOSUB 16000
4002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=6.123 : E=0
4003 CLS : N2=1 : OPT=3
4004 PRINT "      Un motor eléctrico que se usa como impulsor  mecá-"
4006 PRINT "      nico esta montado en el centro de una mesa. El pe-"
4008 PRINT "      so del motor sumado al de la masa  efectiva  de la"
4010 PRINT "      mesa es de 40 Kg. La armadura y las partes rotati-"
4012 PRINT "      vas tienen una masa de 10 Kg y una excentricidad de"
4013 PRINT "      15 mm. se observa que la mesa se deforma 3 mm lue-"
4014 PRINT "      go de que se monta el motor. En la vibración libre"
4015 PRINT "      un desplazamiento de 32 mm se amortigua a 1 mm  en"
4016 PRINT "      un segundo. la velocidad de operación del motor es"
4017 PRINT "      de 875 rpm. Calcule la amplitud del movimiento, si"
4018 PRINT "      se supone que la amortiguación es  histerésica."
4020 GOSUB 14500
4022 ON D GOTO 4024,4100,21500
4024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=36
4026 LOCATE 4,12 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA"
4028 LOCATE 5,2  : PRINT "AMPLITUD DEL MOVIMIENTO X (mm) ?
4030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
4032 IF X=0 THEN 4003 ELSE 4024
4100 REM
4102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
4104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
4106 IF AY><0 THEN ON AY GOTO 4200,4300,4400,4500
4108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
4120 LOCATE 2,9 : PRINT "La amplitud del movimiento viene dada por :"
4124 LOCATE 4,22: PRINT "Fo/K"
4126 LOCATE 5,9 : PRINT "X = -------------------------"
4128 LOCATE 6,13: PRINT "                  W²  ²    h  ²  ½"
4130 LOCATE 7,13: PRINT "[ [ 1 - ---- ]  + [ - ]  ]"
4132 LOCATE 8,13: PRINT "[ [     Wn²]     [ K ]  ]"
4134 LOCATE 10,9: PRINT "          g  ½"
4136 LOCATE 11,9: PRINT "Wn = [ - ]"
4138 LOCATE 12,9: PRINT "     [ D ]"
4140 LOCATE 15,9: PRINT "Ingrese el valor de Wn"
4142 LOCATE 18,9: PRINT "Wn (rad/seg) ="
4168 F=18 : C=24 : A=2 : GOSUB 31000
4170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 4184
4172 IF NUM<57.18#*.995 OR NUM>57.18#*1.005 THEN 4182 ELSE 4188
4182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 4172
4184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
```

```
4186 LOCATE F,C  : PRINT "57.18" : GOTO 4190
4188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
4190 LOCATE 22,9 : PRINT "Encuentre los valores de Fo, K, y h"
4194 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 4104,4003
4200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
4220 LOCATE 2,9 : PRINT "El valor de la fuerza excitadora está dado por"
4222 LOCATE 5,9 : PRINT "F = Fo*Sen(wt) = mo*w²*Sen(wt)"
4224 LOCATE 8,9 : PRINT "Determine el valor de Fo"
4226 LOCATE 11,9: PRINT "Fo (N) ="
4228 F=11 : C=18 : A=3 : GOSUB 31000
4270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 4284
4272 IF NUM<1259.4*.995 OR NUM>1259.4*1.005 THEN 4282 ELSE 4288
4282 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 4272
4284 LOCATE 14,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
4286 LOCATE F,C  : PRINT "1259.4" : GOTO 4289
4288 LOCATE 14,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
4289 LOCATE 17,9 : PRINT "Utilizando las definiciones dadas para la"
4290 LOCATE 18,9 : PRINT "frecuencia natural y el decremento logarít-"
4292 LOCATE 19,9 : PRINT "mico, hallar el valor de la costante de a-"
4294 LOCATE 20,9 : PRINT "mortiguamiento histerésico."
4296 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 4104,4003
4300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
4320 LOCATE 2,9 : PRINT "    1    Xo"
4322 LOCATE 3,9 : PRINT "δ = - ln --"
4324 LOCATE 4,9 : PRINT "    n    Xn"
4326 LOCATE 7,9 : PRINT "Luego de haber calculado la frecuencia natural"
4328 LOCATE 8,9 : PRINT "ingrese el número de ciclos por segundo"
4330 LOCATE 11,12: PRINT "n ="
4332 F=11 : C=16 : A=3 : GOSUB 31000
4370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 4384
4372 IF NUM=9 THEN 4388
4382 LOCATE 14,9: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 4372
4384 LOCATE 11,9: PRINT "Lo siento                   " : GOSUB 31100
4386 LOCATE 13,9: PRINT"fn = 57.18/(2*π) = 9 ciclos/seg, Luego   n = 9  ;"
4387 LOCATE 14,9: PRINT"ya que la amplitud cae de 32 a 1 mm en 1 seg";GOTO 4389
4388 LOCATE 14,9: PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
4389 LOCATE 17,9: PRINT "w = 875*2*π/60 = 91.63 rad/seg"
4390 LOCATE 19,9: PRINT "        h"
4392 LOCATE 20,9: PRINT "δ = π * -"
4394 LOCATE 21,9: PRINT "        K"
4396 LOCATE 23,9: PRINT "Halle el valor de K"
4398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 4104,4003
4400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
4420 LOCATE 2,9 : PRINT "    1    32"
4422 LOCATE 3,9 : PRINT "δ = - ln -- = 0.385"
4424 LOCATE 4,9 : PRINT "    9    1 "
4428 LOCATE 8,9 : PRINT "De la ecuación de frecuencia natural Halle K"
4430 LOCATE 11,9: PRINT "K ="
```

```
4432 F=11 : C=13 : A=3 : GOSUB 31000
4470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 4484
4472 IF NUM(130782.1*.995 OR NUM>130782.1*1.005 THEN 4482 ELSE 4488
4482 LOCATE 14,9: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 4472
4484 LOCATE 11,9: PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 31100
4486 LOCATE 14,9: PRINT"K = w²*m = 40*(57.18)² = 130782.1 N/m" : GOTO 4489
4488 LOCATE 14,9: PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
4489 LOCATE 17,9: PRINT "Encuentre el valor de h y mediante la ecuación"
4490 LOCATE 18,9: PRINT "indicada calcule la amplitud del movimiento."
4498 GOSUB 18528  : ON Y GOTO 4104,4003
4500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
4502 LOCATE  1,12 : PRINT "        h     h   δ   0.385"
4504 LOCATE  2,12 : PRINT "δ = π ¥ -  ;  - = - = -----  =  0.122"
4506 LOCATE  3,12 : PRINT "        K     K   π     π"
4508 LOCATE  6,9  : PRINT "Reemplazando en la ecuación ya indicada"
4510 LOCATE  9,18 : PRINT "    1259.4/130782.1"
4512 LOCATE 10,9  : PRINT "X = ------------------------------"
4514 LOCATE 11,9  : PRINT "                  91.63²  ²          ²  ½"
4516 LOCATE 12,9  : PRINT "    [ [ 1 - ----------- ]  + [ 0.122 ]  ]  "
4518 LOCATE 13,9  : PRINT "    [ [       57.18²    ]     [       ]  ]  "
4520 LOCATE 17,14 : PRINT "X = 0.006123 m  =  6.123 mm"
4522 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
5000 GOSUB 16000
5001 G=0 : AY=0 : I=2 : NOTA=100 : RESP=15.4407 : E=0
5002 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
5003 PRINT "    La figura representa un diagrama simplificado de un vehi-"
5004 PRINT "    culo soportado por resortes que viaja en una carretera."
5005 PRINT "    Los resortes estan comprimidos 10 cm bajo su peso, en vi-"
5006 PRINT "    bracion libre la razon de dos amplitudes sucesivas es de"
5007 PRINT "    4.2 a 1.0  La carretera tiene un perfil aproximado a una"
5008 PRINT "    onda sinusoidal de 7.8 cm de amplitud y longitud de onda"
5009 PRINT "    de 14.7 m  Cual sera la amplitud de vibracion a 64 Km/h?"
5010 X=160 : Y=110 : PSET (X,Y) : Y1=0 : LOCATE 15,39 : PRINT "Y"
5011 FOR I=0 TO 405 STEP (45/8)
5012 J=J+1 : RAD=3.141593*I/180 : Y1=10*SIN(RAD) : LINE -(X,Y-Y1) : X=X+3
5013 NEXT I
5014 LINE (160,110)-(382,110),,,&HCCCC : CIRCLE (236,98),7,,,,.75
5015 LOCATE 12,30 : PRINT " " : LOCATE 12,32 : PRINT "K"
5016 X=236 : Y=83 : LINE (X,Y)-(X,Y+3): LINE -(X+7,Y+5) : LINE -(X-7,Y+7)
5017 LINE -(X+7,Y+9) : LINE -(X-7,Y+12) : LINE -(X,Y+14)
5018 LINE (216,71)-(256,83),,B : LINE (160,110)-(160,134) : LINE (236,110)-
     (236,122) : LINE (352,110)-(352,134)  : LINE (160,115)-(236,115) : LINE
     (160,131)-(352,131)
5019 LOCATE 15,25 : PRINT "vt" : LOCATE 17,33 : PRINT "L" : LOCATE 9,36 :
     PRINT "x" : LOCATE 10,30 : PRINT "m"
5020 LINE (256,77)-(280,77),,,&HCCCC : LINE (268,77)-(268,65) : LINE (265,69)-
     (268,65) : LINE -(271,69)
5021 GOSUB 14500
5022 ON 0 GOTO 5024,5100,21500
5024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=36
5026 LOCATE 4,12 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA"
```

```
5028 LOCATE 5,2  : PRINT "AMPLITUD DEL MOVIMIENTO X (cm) ?
5030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
5032 IF X=0 THEN 5002 ELSE 5024
5100 REM
5101 REM  PANTALLAS DE AYUDA
5102 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
5103 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 5200,5300,5400,5500
5104 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
5105 LOCATE 1,9 : PRINT "                                    ⎡          W₁²  ⎤½"
5106 LOCATE 2,9 : PRINT "                                    ⎢ 1 + ⎡2ζ&¥--⎥  ⎥"
5107 LOCATE 3,9 : PRINT "X                                   ⎣     ⎣   Wn ⎦  ⎦"
5108 LOCATE 4,9 : PRINT "- = ------------------------------"
5110 LOCATE 5,9 : PRINT "Y                  W²  ⎤²          W  ⎤²  ⎤½"
5112 LOCATE 6,9 : PRINT "                   ⎢ 1 - --- ⎥  + ⎡2ζ&¥--⎥  ⎥"
5114 LOCATE 7,9 : PRINT "                   ⎣    Wn²  ⎦    ⎣   Wn ⎦  ⎦"
5124 LOCATE 10,9: PRINT "Velocidad es igual a longitud de onda por frecuen-"
5126 LOCATE 11,9: PRINT "cia. Halle w(rad/seg) "
5128 LOCATE 14,9: PRINT "w(rad/seg) ="
5168 F=14 : C=22 : A=3 : GOSUB 31000
5170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5184
5172 IF NUM<7.5987¥.995 OR NUM>7.5987¥1.005 THEN 5182 ELSE 5188
5182 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 5172
5184 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento ; w = 2¥π¥V/L" : GOSUB 31100
5185 LOCATE 16,9 : PRINT "    2 ¥ π    64 Km   1000 m      1h"
5186 LOCATE 17,9 : PRINT "w = ------ ¥ ----- ¥ ------ ¥ -------- = 7.6 rad/seg"
5187 LOCATE 18,9 : PRINT "    14.7 m      h     1 Km    3600 seg" ;GOTO 5190
5188 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
5190 LOCATE 21,9 : PRINT "Halle el valor de los otros parámetros"
5198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 5102,5002
5200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
5202 LOCATE 2,9 : PRINT "A partir de la deflexión estática hallar la fre-"
5204 LOCATE 3,9 : PRINT "cuencia natural"
5210 LOCATE 6,9 : PRINT "Wn (rad/seg) ="
5268 F=6 : C=24 : A=3 : GOSUB 31000
5270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5284
5272 IF NUM<9.9045¥.995 OR NUM>9.9045¥1.005 THEN 5282 ELSE 5288
5282 LOCATE 9,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 5272
5284 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento       " ; GOSUB 31100
5285 LOCATE 8,9 : PRINT "                  ⎡ g ⎤½    ⎡ 9.81  m     100cm ⎤½"
5286 LOCATE 9,9 : PRINT "Wn = ⎡---⎤  = ⎡ ---- ---- ¥ ----- ⎤    = 9.9 rad/seg"
5287 LOCATE 10,9: PRINT "     ⎣ D ⎦    ⎣ 10cm seg²    1 m  ⎦" ;GOTO 5290
5288 LOCATE 9,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
5290 LOCATE 13,9: PRINT "Mediante el decremento logarítmico halle el factor"
5292 LOCATE 14,9: PRINT "de amortiguamiento (ζ)."
5294 LOCATE 17,9: PRINT "     2 ¥ π ¥ ζ"
5295 LOCATE 18,9: PRINT "δ = ----------"
5296 LOCATE 19,9: PRINT "    ( 1 - ζ²)^½"
5298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 5102,5002
5300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
```

```
5302 LOCATE 2,9 : PRINT "        Xo          4.2"
5304 LOCATE 3,9 : PRINT "δ = ln  --  =  ln  ---  ="
5310 LOCATE 4,9 : PRINT "        X1          1"
5312 LOCATE 7,9 : PRINT "δ = 1.345"
5314 LOCATE 10,9: PRINT "Ingrese el valor de ξ"
5316 LOCATE 13,9: PRINT "ξ ="
5368 F=13 : C=13 : A=3 : GOSUB 31000
5370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5384
5372 IF NUM(.2226#.995 OR NUM).2226#1.005 THEN 5382 ELSE 5388
5382 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 5372
5384 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento ; despejando " : GOSUB 31100
5385 LOCATE 15,9: PRINT "                 δ²          ½              1.435²          ½"
5386 LOCATE 16,9: PRINT "ξ = [ ---------- ]   = [ ------------ ]    = 0.222"
5387 LOCATE 17,9: PRINT "    [ 4π² + δ² ]      [ 4π² + 1.435² ]" :GOTO 5390
5388 LOCATE 16,9: PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
5390 LOCATE 19,9: PRINT "Utilizando la expresión dada, halle la amplitud"
5392 LOCATE 20,9: PRINT "de vibración X"
5398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 5102,5002
5400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
5402 LOCATE 1,9 : PRINT "Y = 7.8 cm"
5406 LOCATE 3,13: PRINT "                                        ½"
5407 LOCATE 4,13: PRINT "                          2      ½"
5408 LOCATE 5,13: PRINT "                    7.6  ]    ]"
5409 LOCATE 6,9 : PRINT "X = ---------------------------------------"
5410 LOCATE 7,9 : PRINT "                    7.6  ]²   ]²      7.6  ]²   ½"
5412 LOCATE 8,9 : PRINT "    [ [ 1 - [ --- ]    ]  + [ 2π0.222π--- ]    ]"
5414 LOCATE 9,9 : PRINT "    [ [     [ 9.9 ]    ]    [          9.9 ]    ]"
5424 LOCATE 12,9: PRINT "X = 15.44 cm."
5442 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
6000 GOSUB 16000
6001 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=1.159 : E=0
6002 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
6003 PRINT "Un excitador de dos masas excentricas, es utilizado para deter-"
6004 PRINT "minar las caracteristicas vibratorias de una estructura cuya"
6005 PRINT "masa es de 181.4 Kg. A una velocidad de 900 rpm, un estrobos-"
6006 PRINT "copio muestra las masas excentricas en la parte superior,cuando"
6007 PRINT "la estructura se mueve hacia arriba y pasa por su posicion de"
6008 PRINT "equilibrio estatico, siendo su amplitud de 21.6 mm. Si el des-"
6009 PRINT "balance producido por cada exentrica es de .0921 kg m. Determi-"
6010 PRINT "ne la amplitud a 1200 rpm."
6011 LOCATE 19,14 :PRINT "////////////////////" :LOCATE 17,25 :PRINT "c"
6012 LINE (110,144)-(246,144) : LINE (174,119)-(174,130) : LINE -(169,130)
6013 LINE -(179,130):LINE (162,128)-(162,134):LINE -(186,134)
6014 LINE -(186,128):LINE (174,134)-(174,144)
6015 LINE (120,91)-(228,119),,B : LINE (132,71)-(216,91),,B
6016 X=130 : Y=119 : GOSUB 26000
6017 X=218 : Y=119 : GOSUB 26000 : LOCATE 14,22 : PRINT "M"
6018 LOCATE 17,13  : PRINT "K/2" : LOCATE 17,30 : PRINT "K/2"
6019 CIRCLE (156,81),7,,,,.75 :CIRCLE (192,81),7,,,,.75 :LINE (156,81)-(149,77)
6020 CIRCLE (149,77),2,,,,.75 :CIRCLE (199,77),2,,,,.75 :LINE (192,81)-(199,77)
6021 GOSUB 14500
6022 ON O GOTO 6024,6100,21500
```

```
6024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=36
6026 LOCATE 4,12 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA"
6028 LOCATE 5,2  : PRINT "AMPLITUD DEL MOVIMIENTO X (mm) ?
6030 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
6032 IF X=0 THEN 6002 ELSE 6024
6100 REM
6101 REM  PANTALLAS DE AYUDA
6102 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
6103 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 6200,6300,6400,6500
6104 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
6105 LOCATE 1,9 : PRINT "                                  ┌   W   ┐²"
6106 LOCATE 2,9 : PRINT "                                  │  ---  │"
6107 LOCATE 3,9 : PRINT "M*X                               └  Wn   ┘"
6108 LOCATE 4,9 : PRINT "--- = ----------------------------"
6110 LOCATE 5,9 : PRINT "m*e                  ┌ ┌      W²  ┐²     ┌      W  ┐²  ┐½"
6112 LOCATE 6,9 : PRINT "                     │ │ 1 - ---  │  + (2*&*---)  │  │"
6114 LOCATE 7,9 : PRINT "                     └ └     Wn²  ┘     └     Wn  ┘  ┘"
6124 LOCATE 9,9 : PRINT "En la posición dada por el estroboscopio hay un an-"
6126 LOCATE 10,9: PRINT "gulo de fase Ø = 90°, ya que la fuerza excitadora"
6128 LOCATE 11,9: PRINT "tiene un ángulo de 90° y  el movimiento un ángulo"
6130 LOCATE 12,9: PRINT "de 0° (posición de equilibrio estático)."
6132 LOCATE 14,9: PRINT "Entonces, cual es la frecuencia natural?"
6134 LOCATE 16,9: PRINT "Wn(rpm) ="
6168 F=16 : C=19 : A=3 : GOSUB 31000
6170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6184
6172 IF NUM=900 THEN 6188
6182 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 6172
6184 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento ; Si Ø = 90° se produce resonancia" :
     GOSUB 31100
6186 LOCATE 19,9 : PRINT "Wn = W = 900 rpm           " : GOTO 6190
6188 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 31100
6190 LOCATE 22,9 : PRINT "Halle el valor del factor de amortiguamiento (&)"
6198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 6102,6002
6200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
6202 LOCATE 4,9 : PRINT "En resonancia, Cual es la expresión para la rela-"
6204 LOCATE 5,9 : PRINT "ción de amplificación, en función del  factor de"
6206 LOCATE 6,9 : PRINT "amortiguamiento (&)"
6210 LOCATE 9,9 : PRINT "(M*X)/(m*e) ="
6268 F=9 : C=23 : NMAX=7 : A=3 : GOSUB 31000
6270 GOSUB 19000 : IF G=1 THEN 6284
6272 IF W$="1/(2*&)" OR W$="1/(2.&)" OR W$="1/(2&) " THEN 6288
6274 IF W$="1/2&   " OR W$="1/(2 &)" THEN 6288
6282 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 19008 :
     IF G=0 THEN 6272
6284 LOCATE 9,9 : PRINT "Lo siento             " : GOSUB 31100
6286 LOCATE 12,9: PRINT "(M*X)/(m*e) = 1/(2*&)      " : GOTO 6290
6288 LOCATE 12,9: PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 31100
6290 LOCATE 15,9: PRINT "En este caso X = 21.6 mm"
6292 LOCATE 18,9: PRINT "Despeje y calcule & a partir de los valores dados"
6298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 6102,6002
```

```
6300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
6302 LOCATE 2,9 : PRINT "mte = 0.0921 Kg m"
6304 LOCATE 5,9 : PRINT "  M = 181.4 Kg"
6306 LOCATE 8,9 : PRINT "Ingrese el valor de %"
6334 LOCATE 11,9: PRINT "% ="
6368 F=11 : C=13 : A=3 : GOSUB 31000
6370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6384
6372 IF NUM<.01175#.995 OR NUM>.01175#1.005 THEN 6382 ELSE 6388
6382 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 6372
6384 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento " : GOSUB 31100
6385 LOCATE 13,9 : PRINT"      mte        0.0921 Kg m"
6386 LOCATE 14,9 : PRINT "% = ----- = ------------------- = 0.01175"
6387 LOCATE 15,9 : PRINT "    2*M*X   2#181.4 Kg#0.0216 m" : GOTO 6390
6388 LOCATE 14,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+9 :
     GOSUB 31100
6390 LOCATE 18,9 : PRINT "Para w = 1200 rpm, utilize la formula indicada"
6392 LOCATE 19,9 : PRINT "al inicio y halle la amplitud X"
6398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 6102,6002
6400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
6406 LOCATE 1,9 : PRINT "                                  [ 1200 ]^2"
6407 LOCATE 2,9 : PRINT "                                  [ ---- ]"
6408 LOCATE 3,9 : PRINT "M*X                               [ 900  ]"
6409 LOCATE 4,9 : PRINT "--- = ------------------------------------------"
6410 LOCATE 5,9 : PRINT "mte                  [ [     [1200]^2 ]^2   [          1200 ]^2 ]^.5"
6412 LOCATE 6,9 : PRINT "                     [ [ 1 - [----]   ]   + [2*0.01175*---- ]   ]"
6414 LOCATE 7,9 : PRINT "                     [ [     [ 900]   ]     [           900 ]   ]"
6424 LOCATE 10,9: PRINT "M*X"
6426 LOCATE 11,9: PRINT "--- = 2.2838"
6428 LOCATE 12,9: PRINT "mte"
6430 LOCATE 14,11 : PRINT "    2.2838#0.0921 Kg m"
6432 LOCATE 15,11 : PRINT "X = ------------------- = 0.001159 m"
6434 LOCATE 16,11 : PRINT "          181.4 Kg"
6436 LOCATE 19,11: PRINT "X = 1.16 mm"
6442 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
7000 GOSUB 16000
7002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=114.8
7004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
7006 PRINT "   Un pendulo de torsion formado por un disco de 20 Lb de pe-"
7008 PRINT "   so y 10 plg de diametro y un eje de 30 plg de longitud por"
7010 PRINT "   .5 plg de diametro, sufre la accion de un par armonico sim-"
7012 PRINT "   ple de frecuencia 7 ciclos /seg. El material del eje cede"
7014 PRINT "   a 20000 Lb/plg^2. Encuentre la amplitud  Mta  del par que"
7015 PRINT "   induce un esfuerzo correspondiente a un factor de seguridad"
7016 PRINT "   de 2 en el eje."
7017 FOR I=24 TO 34 : LOCATE 8,I : PRINT "/"; : NEXT I
7018 CIRCLE (226,113),33
7020 FOR I=13 TO 14 : LOCATE I,23 : PRINT "                " : NEXT I
7022 CIRCLE (226,111),33 : CIRCLE (226,116),40,,4.9,0
7024 LINE (176,63)-(272,63): LINE (222,63)-(230,110),,B
7025 LOCATE 13,29 : PRINT " " : LOCATE 16,38 : PRINT "Mt = Mta Sen wt"
7026 LINE (176,63)-(272,63): LINE (222,63)-(230,110),,B
7027 LOCATE 11,31 : PRINT "G = 11.5 E6 Lb/plg^2" : LOCATE 15,26 : PRINT "I"
```

```
7028 LINE (280,120)-(287,116) : LINE -(293,120)
7032 GOSUB 14500
7034 ON 0 GOTO 7036,7100,21500
7036 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=5 : C=35
7038 LOCATE 4,3 : PRINT "CUAL ES LA AMPLITUD DEL MOMENTO"
7040 LOCATE 5,13: PRINT "TORSOR Mta (Lb - plg)"
7042 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
7044 IF X=0 THEN 7004 ELSE 7036
7100 REM
7102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
7104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
7106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 7200,7300,7400,7500
7108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
7110 LOCATE  1,9 : PRINT "Tomando la suma de momentos alrededor del eje de la"
7112 LOCATE  2,9 : PRINT "barra, podemos aplicar la 2da. Ley de Newton :"
7114 LOCATE  5,15: PRINT "- K*θ + Mt = I*(d2θ/dt2)
7116 LOCATE  8,15: PRINT "I*(d2θ/dt2) + K*θ = Mta*Sen(w*t)"
7118 LOCATE 11,15: PRINT "      J*G            π*d^4"
7120 LOCATE 12,15: PRINT "K  =  ---   ;  J  =  -----"
7121 LOCATE 13,15: PRINT "      l               32"
7122 LOCATE 15,9 : PRINT "Calcule el valor de K"
7123 LOCATE 17,15: PRINT "K (Lb-pul/rad) ="
7124 F=17 : C=32 : A=3 : GOSUB 31000
7126 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 7132
7128 IF NUM<2352.1*.995 OR NUM>2352.1*1.005 THEN 7130 ELSE 7140
7130 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 7128
7132 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
7134 LOCATE 19,5 : PRINT "    π*d^4*G   π(.5^4 plg^4)(11.5 E6 Lb/plg^2)        L
b-plg"
7136 LOCATE 20,5 : PRINT "K = ------- = ---------------------------------- = 2352 -
-----"
7138 LOCATE 21,5 : PRINT "      32*l            32 * 30 plg
rad" : GOTO 7150
7140 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
7150 LOCATE 23,9 : PRINT "Establesca la relación de amplitud dinámica"
7198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 7104,7004
7200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
7202 LOCATE  1,15: PRINT "I*(d2θ/dt2) + K*θ = Mta*Sen(w*t)"
7204 LOCATE  3,9 : PRINT "Suponiendo que no hay amortiguamiento, y por"
7205 LOCATE  4,9 : PRINT "semejanza con la ecuación"
7206 LOCATE  6,15: PRINT "m*(d2x/dt2) + K*x = Fo*Sen(w*t)"
7207 LOCATE  9,15: PRINT "  θ           1"
7208 LOCATE 10,15: PRINT "-----  =  ----------"
7209 LOCATE 11,15: PRINT "Mta/K     1 - (w/Wn)²"
7212 LOCATE 14,9 : PRINT "Wn = ( K/I )^½  ;  Calcule el valor de I"
7214 LOCATE 16,15: PRINT "I (Lb-pul²) ="
7224 F=16 : C=29 : A=3 : GOSUB 31000
7226 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 7232
7228 IF NUM=250 THEN 7240
7230 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 7228
```

```
7232 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
7234 LOCATE 18,9 : PRINT "    m*d²   20 Lb * (10)² plg²"
7236 LOCATE 19,9 : PRINT "I = ---- = ------------------ = 250 Lb plg²"
7238 LOCATE 20,9 : PRINT "     8              8" : GOTO 7250
7240 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
7250 LOCATE 22,9 : PRINT "El valor de w es conocido, calcule el valor de"
7252 LOCATE 23,9 : PRINT "Wn."
7298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 7104,7004
7300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
7302 LOCATE  1,33: PRINT "ciclos       rad"
7304 LOCATE  2,9 : PRINT "w = 2*w*f = 2*π rad * 7 ------ = 44 ---"
7306 LOCATE  3,33: PRINT " rad          seg"
7308 LOCATE  6,9 : PRINT "Ingrese el valor de Wn"
7314 LOCATE  9,15: PRINT "Wn (rad/seg) ="
7324 F=9 : C=30 : A=3 : GOSUB 31000
7326 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 7332
7328 IF NUM<60.29*.995 OR NUM>60.29*1.005 THEN 7330 ELSE 7340
7330 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 7328
7332 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
7336 LOCATE 11,1 : PRINT "      ⎡ 2352 Lbf-plg/rad * 32.2 Lbm-pie/seg²*12 plg ⎤*
      rad"
7338 LOCATE 12,1 : PRINT "Wn = ⎢-----------------------------------------------⎥ =
 60.3 ---"
7339 LOCATE 13,1 : PRINT "      ⎣              20 Lbm  *  Lbf * pie           ⎦
      seg" :GOTO 7350
7340 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
7350 LOCATE 16,9 : PRINT "El esfuerzo cortante permisible es 20000 Lb/plg²"
7352 LOCATE 18,9 : PRINT "El momento torsor desarrollado en el eje es K*0"
7390 LOCATE 19,9 : PRINT "y, queremos que este valor sea tal que desarro-"
7392 LOCATE 20,9 : PRINT "lle un esfuerzo en el eje igual a 10000 Lb/plg²"
7394 LOCATE 22,9 : PRINT "De la fórmula de esfuerzo cortante determine el"
7396 LOCATE 23,9 : PRINT "valor de K*0 :"
7398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 7104,7004
7400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
7402 LOCATE  2,15: PRINT "    T*r"
7404 LOCATE  3,15: PRINT "τ = ---  ; en este caso T = K*0"
7406 LOCATE  4,15: PRINT "     J "
7412 LOCATE  7,9 : PRINT "Ingrese el valor de K*0"
7416 LOCATE 10,15: PRINT "K*0 (Lb-pul) ="
7418 F=10 : C=30 : A=3 : GOSUB 31000
7420 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 7432
7428 IF NUM<245.44*.995 OR NUM>245.44*1.005 THEN 7430 ELSE 7440
7430 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 7428
7432 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
7434 LOCATE 12,4 : PRINT "     π*d^3*τ   π*(0.5^3 plg^3)*10000 Lb/plg²"
7436 LOCATE 13,4 : PRINT "K*0 =------- = ------------------------------ = 245.44
Lb-plg"
7438 LOCATE 14,4 : PRINT "       16                    16" : GOTO 7450
7440 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
```

```
7450 LOCATE 17,15: PRINT "K¥0        1"
7452 LOCATE 18,15: PRINT "--- = ------------"
7454 LOCATE 19,15: PRINT "Mta   1 - (w/Wn)²"
7456 LOCATE 22,9 : PRINT "Despeje y calcule Mta."
7458 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 7104,7004
7500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
7502 LOCATE 1,9 : PRINT "                    w²  "
7504 LOCATE 2,9 : PRINT "Mta = K¥0 ¥ [ 1 - -- ] "
7506 LOCATE 3,9 : PRINT "                    Wn² "
7508 LOCATE 6,9 : PRINT "                          rad  "
7510 LOCATE 7,9 : PRINT "                   (44)²  ---  "
7512 LOCATE 8,9 : PRINT "                          seg² "
7514 LOCATE 9,9 : PRINT "Mta = 245.44 ¥ 1 - ---------- "
7516 LOCATE 10,9: PRINT "                          rad  "
7518 LOCATE 11,9: PRINT "                  (60.3)² ---  "
7520 LOCATE 12,9: PRINT "                          seg² "
7522 LOCATE 15,14 : PRINT "Mta = 114.76 Lb-plg"
7524 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
8000 GOSUB 16000
8002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=328.97
8004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
8006 PRINT "  Una turbina de 30 Lb esta soportada en el centro de un eje"
8008 PRINT "  con cojinetes a 16 plg. El rotor tiene un desbalance igual"
8010 PRINT "  a 0.25 Lb-plg. Halle la fuerza originada a 6000 rpm, la que"
8012 PRINT "  va a ser transmitida a los cojinetes, el diametro del  eje"
8014 PRINT "  de acero es 1 plg."
8017 FOR I=8 TO 15 : LOCATE I,29 : PRINT "-"; : NEXT I
8018 LOCATE 11,20 : PRINT "///" : LOCATE 12,20 : PRINT "///"
8020 LOCATE 11,36 : PRINT "///" : LOCATE 12,36 : PRINT "///"
8024 LINE (142,86)-(223,89),,B: LINE (223,55)-(231,120),,B
8026 LINE (231,86)-(312,89),,B: LINE (150,81)-(174,94),,B
8027 LINE (278,81)-(302,94),,B: LINE (162,94)-(162,136),,,&HCCCC
8028 LINE (290,94)-(290,136),,,&HCCCC : LINE (162,132)-(290,132),,,&HCCCC
8030 LOCATE 17,26 :PRINT "16 plg" :LOCATE 14,42 : PRINT "E = 30 E6 Lb/plg^2"
8032 GOSUB 14500
8034 ON 0 GOTO 8036,8100,21500
8036 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=6 : C=38
8038 LOCATE 6,3 : PRINT "CUAL ES LA FUERZA ORIGINADA (Lb) ?"
8042 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
8044 IF X=0 THEN 8004 ELSE 8036
8100 REM
8102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
8104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
8106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 8200,8300,8400,8500
8108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
8110 LOCATE  1,9 : PRINT "La frecuencia natural debido a la elasticidad"
8112 LOCATE  2,9 : PRINT "del eje es :"
8118 LOCATE  5,15: PRINT "      ⌜ K ⌝ ½"
8120 LOCATE  6,15: PRINT "Wn = | - |"
8121 LOCATE  7,15: PRINT "      ⌞ m ⌟"
8122 LOCATE 10,9 : PRINT "Calcule el valor de K suponiendo que el eje está"
8123 LOCATE 11,9 : PRINT "simplemente apoyado en los cojinetes"
8124 LOCATE 14,15: PRINT "K (Lb/pul) ="
```

```
8125 F=14 : C=28 : A=3 : GOSUB 31000
8126 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 8132
8128 IF NUM<17257.32#.995 OR NUM>17257.32#1.005 THEN 8130 ELSE 8140
8130 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 8128
8132 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
8134 LOCATE 16,2 : PRINT "    48#E#I   48#E#w#d^4   48#w#(30 E6 Lb/plg^2)#(1plg)
^4"
8136 LOCATE 17,2 : PRINT "K = ------ = ---------- = ----------------------------
-- = 6615.3 Lb/plg"
8138 LOCATE 18,2 : PRINT "     l^3       64#l^3              64#(16plg)^3 "; GOTO
     8150
8140 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
8150 LOCATE 21,9 : PRINT "Establesca la relación para la deformación r que"
8152 LOCATE 22,9 : PRINT "experimentará el eje."
8198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 8104,8004
8200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
8210 LOCATE  1,9 : PRINT "La deformación experimentada por el eje será :"
8218 LOCATE  5,15: PRINT "     e (w/Wn)²"
8220 LOCATE  6,15: PRINT "r = ----------"
8221 LOCATE  7,15: PRINT "    1 - (w/Wn)²
8222 LOCATE 10,9 : PRINT "Ingrese el valor de la frecuencia natural Wn"
8224 LOCATE 13,15: PRINT "Wn (rad/seg) ="
8225 F=13 : C=30 : A=3 : GOSUB 31000
8226 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 8232
8228 IF NUM<471.46#.995 OR NUM>471.46#1.005 THEN 8230 ELSE 8240
8230 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 8228
8232 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
8234 LOCATE 16,1 : PRINT "      ┌17257.3Lbf-plg/rad # 32.2 Lbm-pie/seg²#12 plg ┐%
      rad"
8236 LOCATE 17,1 : PRINT "Wn = |-------------------------------------------------|
= 60.3 ---"
8238 LOCATE 18,1 : PRINT "     └              30 Lbm  #  Lbf # pie              ┘
      seg" :GOTO 8250
8240 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
8250 LOCATE 22,9 : PRINT "Reemplace valores y encuentre r"
8298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 8104,8004
8300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
8310 LOCATE  3,9 : PRINT "El desbalace de la turbina es 0.25 Lb-plg entonces:"
8318 LOCATE  6,15: PRINT "mte = 0.25 lb-plg"
8322 LOCATE  9,9 : PRINT "Ingrese el valor de la excentricidad e"
8324 LOCATE 12,15: PRINT "e (plg) ="
8325 F=12 : C=25 : A=3 : GOSUB 31000
8326 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 8332
8328 IF NUM<.00833#.995 OR NUM>.00833#1.005 THEN 8330 ELSE 8340
8330 LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 8328
8332 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
8334 LOCATE 14,9 : PRINT "    0.25 Lb-plg"
8336 LOCATE 15,9 : PRINT "e = ----------  =  0.0083 plg"
```

```
8338 LOCATE 16,9 : PRINT "      30 lb" : GOTO 8350
8340 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
8350 LOCATE 19,9 : PRINT "Reemplaze valores para encontrar r, y a partir de "
8352 LOCATE 20,9 : PRINT "este ultimo la fuerza originada :"
8398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 8104,8004
8400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 30000
8402 LOCATE  2,18: PRINT "rev   2*π rad    min"
8404 LOCATE  3,9 : PRINT "w = 8000 --- * ------- * -------- = 628.32 rad/seg"
8406 LOCATE  4,18: PRINT "seg     rev    60 seg"
8408 LOCATE  7,9 : PRINT "La fuerza originada es   F = K*r"
8410 LOCATE 10,9 : PRINT "Ingrese el valor de r"
8424 LOCATE 13,15: PRINT "r (plg) =" : GOSUB 31000
8425 F=13 : C=25 : A=3
8426 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 8432
8428 IF NUM<.01906#*.995 OR NUM>.01906#*1.005 THEN 8430 ELSE 8440
8430 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 8428
8432 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
8434 LOCATE 15,9 : PRINT "    0.00833*(628.32/471.46)^2"
8436 LOCATE 16,9 : PRINT "r = ------------------------ = 0.01906 plg"
8438 LOCATE 17,9 : PRINT "     1 - (628.32/471.46)^2" : GOTO 8450
8440 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 31100
8450 LOCATE 20,9 : PRINT "Calcule el valor de F"
8498 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 8104,8004
8500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
8502 LOCATE 4,14 : PRINT "F = K*r"
8504 LOCATE 7,27 : PRINT "Lb"
8506 LOCATE 8,14 : PRINT "F = 17257.32 --- * 0.01906 plg"
8508 LOCATE 9,27 : PRINT "plg"
8510 LOCATE 12,14: PRINT "                    "
8512 LOCATE 13,14: PRINT "| F = 328.97 Lb |"
8522 LOCATE 14,14: PRINT "                    "
8524 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
9000 GOSUB 16000
9002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=38.70086
9004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
9006 PRINT "   Un sistema de refrigeracion que pesa 80 Lb va a ser sopor-"
9008 PRINT "   tado por tres resortes de rigidez K (lb/plg) cada una.  Si"
9010 PRINT "   el sistema opera a 750 rpm, cual debe ser el valor de K si"
9012 PRINT "   solo el  10%  de la fuerza excitatriz debe ser transmitida"
9014 PRINT "   a la estructura soportada."
9016 LOCATE 17,26 : PRINT "////////////////////"
9018 LOCATE 15,28 : PRINT "K       K   K"
9020 LINE (200,129)-(336,129) : Y=104
9022 FOR I=234 TO 302 STEP 34 : X=I : GOSUB 26000 : NEXT I
9024 LINE (208,64)-(328,104),,B
9032 GOSUB 14500
9034 ON O GOTO 9036,9100,21500
9036 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=6 : C=45
9038 LOCATE 6,2 : PRINT "CUAL ES VALOR DE LA CONSTANTE K (Lb/plg) ?"
9042 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
```

```
9044 IF X=0 THEN 9004 ELSE 9036
9100 REM
9102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
9104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
9106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 9200,9300,9400
9108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
9110 LOCATE  5,9 : PRINT "Si solamente se debe transmitir el  10% de la"
9112 LOCATE  6,9 : PRINT "fuerza excitatriz, cuanto debe ser el valor de"
9118 LOCATE  7,9 : PRINT "la transmisibilidad ?"
9124 LOCATE 10,15: PRINT "tr ="
9125 F=10 : C=20 : A=3 : GOSUB 31000
9126 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 9132
9128 IF NUM=.1 THEN 9140
9130 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 9128
9132 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento         " : GOSUB 31100
9136 LOCATE 13,9 : PRINT "      tr = 0.1             " : GOTO 9150
9140 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 31100
9150 LOCATE 16,9 : PRINT "Establesca la relación de transmisibilidad de"
9152 LOCATE 17,9 : PRINT "la cual puede ud. obtener el valor de la cons-"
9154 LOCATE 18,9 : PRINT "tante K"
9198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 9104,9004
9200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
9202 LOCATE  3,9 : PRINT "La ecuación de transmisibilidad es :"
9204 LOCATE  5,15: PRINT "          1"
9206 LOCATE  6,15: PRINT "tr = ----------"
9208 LOCATE  7,15: PRINT "     (w/Wn)² - 1"
9212 LOCATE  9,9 : PRINT "La frecuencia natural está dada por :"
9214 LOCATE 11,15: PRINT "       ┌ Keq ┐½"
9216 LOCATE 12,15: PRINT "Wn = │ --- │"
9218 LOCATE 13,15: PRINT "     └  m  ┘"
9220 LOCATE 15,9 : PRINT "Si los tres resortes se deforman la misma"
9222 LOCATE 16,9 : PRINT "cantidad ingrese Keq en función de K"
9224 LOCATE 18,15: PRINT "Keq ="
9225 F=18 : C=21 : NMAX=3 : A=2 : GOSUB 31000
9270 GOSUB 19000 : IF G=1 THEN 9284
9272 IF W$="3*K" OR W$="3.K" OR W$="3K " OR W$="3*K" THEN 9288
9274 IF W$="3.k" OR W$="3k " OR W$="3 K" OR W$="3 k" THEN 9288
9276 IF W$="K*3" OR W$="K.3" OR W$="k*3" OR W$="k.3" THEN 9288
9282 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 19008 :
     IF G=0 THEN 9272
9284 LOCATE 18,15: PRINT "Lo siento " : GOSUB 31100
9286 LOCATE 20,9 : PRINT "       Keq = 3*K           " : GOTO 9290
9288 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 31100
9290 LOCATE 22,9 : PRINT "Sustituya en la ecuación de transmisibilidad"
9298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 9104,9004
9300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
9302 LOCATE  2,9 : PRINT "Reemplazando el valor de Wn :"
9304 LOCATE  5,15: PRINT "          1"
9306 LOCATE  6,15: PRINT "tr  = ---------"
9308 LOCATE  7,15: PRINT "       w²*m"
```

```
9310 LOCATE  8,15: PRINT "       ---- - 1"
9311 LOCATE  9,15: PRINT "       3*K"
9312 LOCATE 12,9 : PRINT "Ingrese el valor de w"
9324 LOCATE 15,15: PRINT "w (rad/seg) ="
9325 F=15 : C=29 : A=3 : GOSUB 31000
9326 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 9332
9328 IF NUM<78.54*.995 OR NUM>78.54*1.005 THEN 9330 ELSE 9340
9330 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
     IF G=0 THEN 9328
9332 LOCATE F,15 : PRINT "Lo siento        " : GOSUB 31100
9334 LOCATE 17,9 : PRINT "        rev   2*w rad     min"
9336 LOCATE 18,9 : PRINT "w = 750 --- * ------- * ------ = 78.54 rad/seg"
9338 LOCATE 19,9 : PRINT "        min       rev   60 seg" : GOTO 9350
9340 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+8 :
     GOSUB 31100
9350 LOCATE 22,9 : PRINT "Despeje K y reemplace valores ."
9398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 9104,9004
9400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
9402 LOCATE 3,7 : PRINT "      tr*w^2*m "
9404 LOCATE 4,7 : PRINT "K = ----------"
9406 LOCATE 5,7 : PRINT "    3*(tr + 1)"
9408 LOCATE 8,7 : PRINT "                  rad          1 Lbf-seg^2    1 pie"
9410 LOCATE 9,7 : PRINT "    0.1*(60.73)^2--- *65 Lbm* ------------* ------"
9412 LOCATE 10,7: PRINT "                  seg^2        32.2 pie-Lbm  12 plg"
9416 LOCATE 11,7: PRINT "K = ----------------------------------------------"
9420 LOCATE 12,7: PRINT "                    3*(0.1 +1)"
9422 LOCATE 15,18: PRINT "                  "
9424 LOCATE 16,18: PRINT "| K= 38.7 Lb/plg |"
9426 LOCATE 17,18: PRINT "                  "
9442 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
10000 GOSUB 16000
10002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=203.4
10004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
10006 PRINT "   Una maquina de 75 Kg esta soportada por cuatro resortes con"
10008 PRINT "   una constante de 250 N/m  c/u. El sistema presenta un  fac-"
10010 PRINT "   tor de amortiguamiento &=.15 .Hallar la amplitud del  movi-"
10011 PRINT "   miento cuando  t=4.6 seg, si el sistema es sometido a la"
10012 PRINT "   fuerza representada. Utilizar tres terminos de la serie."
10014 X=148 : Y=104 : GOSUB 24600
10016 LINE (X,68)-(209,Y),,B : LINE (270,68)-(331,Y),,B
10018 LOCATE 14,27 : PRINT "1      2       3 " : LOCATE 14,50 : PRINT "t(seg)" :
      LOCATE  7,13 : PRINT "F(w*t)" : LOCATE 9,14 : PRINT "500 N"
10020 LOCATE 15,27 : PRINT "3     2*3     3*3" : LOCATE 15,50 :PRINT "w*t(rad)"
10032 GOSUB 14500
10034 ON G GOTO 10036,10100,21500
10036 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 30000 : F=6 : C=40
10038 LOCATE 6,2 : PRINT "CUAL ES VALOR DE LA AMPLITUD  x(mm) ?"
10042 GOSUB 18000 : GOSUB 18500
10044 IF X=0 THEN 10004 ELSE 10036
10100 REM
10101 REM  PANTALLAS DE AYUDA
10102 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
10103 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 10200,10300,10400,10500
```

```
10104 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
10110 PRINT "     La fuerza excitadora es periódica y está definida por:":PRINT
10112 PRINT "          ┌ 500 N     0 < wt < π"
10114 PRINT "F(wt) = ┤"
10116 PRINT "          └ 0       π < wt < 2*π" : PRINT
10120 PRINT "                  ∞                    ∞"
10122 PRINT "F(wt)  =  ao +  Σ  an*Cos(n*wt)  +  Σ  bn*Sen(n*wt)"
10124 PRINT "                 n=1                  n=2"
10126 LOCATE 11,10 :PRINT "     1   ⌠2π"
10128 LOCATE 12,10 :PRINT "ao = --  ⌡  F(wt)*d(wt)"
10130 LOCATE 13,10 :PRINT "     2π  ⌡0 " : PRINT
10132 PRINT "     Realice la integración e ingrese el valor de ao"
10134 LOCATE 17,9: PRINT "ao (N) ="
10168 F=17 : C=18 : A=3 : GOSUB 31000
10170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 10184
10172 IF NUM=250 THEN 10188
10182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
      IF G=0 THEN 10172
10184 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento              " ; GOSUB 31100
10185 LOCATE 19,9 : PRINT "     1   ⌠π                  500"
10186 LOCATE 20,9 : PRINT "ao = --  ⌡  500*d(wt) + 0  =  ---(π)  = 250 N"
10187 LOCATE 21,9 : PRINT "     2π  ⌡0                   2*π" : GOTO 10190
10188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+7 :
      GOSUB 31100
10190 LOCATE 23,9 : PRINT "Halle el valor de an  y bn"
10198 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 10102,10002
10200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
10202 LOCATE 1,10 :PRINT "     1  ⌠2π"
10204 LOCATE 2,10 :PRINT "an = -  ⌡  F(wt)*Cos(n*wt)*d(wt)"
10206 LOCATE 3,10 :PRINT "     π  ⌡0 " : PRINT
10208 PRINT "     Realice la integración e ingrese el valor de an"
10210 LOCATE 7,9: PRINT "an (N) ="
10268 F=7 : C=18 : A=3 : NMAX=1 : GOSUB 31000
10270 GOSUB 19000 : IF G=1 THEN 10284
10272 IF W$="0" OR W$="0" THEN 10288
10282 LOCATE 10,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 19008 :
      IF G=0 THEN 10272
10284 LOCATE F,9 : PRINT "Lo siento              " : GOSUB 31100
10285 LOCATE  9,9 : PRINT "     500 ┌ 1          ⌠π"
10286 LOCATE 10,9 : PRINT "an = --- ┤ -*Sen(n*wt) ⌡  = 0"
10287 LOCATE 11,9 : PRINT "      π  └ n          ⌡0" : GOTO 10290
10288 LOCATE 10,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+7 :
      GOSUB 31100
10290 LOCATE 13,10 :PRINT "        ao      ∞      bn * Sen(n*wt-θn)"
10291 LOCATE 14,10 :PRINT "x(t) =  --- +   Σ  ------------------------------"
10292 LOCATE 15,10 :PRINT "        Keq     n=1                              "
10293 LOCATE 16,10 :PRINT "                          Keq √((1-n²r²)² + (2*ζ*r*n)²) ;
      PRINT :PRINT
10294 PRINT "                      w
10295 PRINT "     Donde     r = --   ;   θn = arc Tan ┌  2*n*r*ζ  ┐"
10296 PRINT "                     Wn                 └ 1 - n²r²  ┘":PRINT
10297 PRINT "     Hallar bn y calcular x(4.6)"
10298 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 10102,10002
```

```
10300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 30000
10302 LOCATE 1,10 :PRINT "     1  ⌠2π"
10304 LOCATE 2,10 :PRINT "bn = -  ⎮  F(wt)*Sen(n*wt)*d(wt)"
10306 LOCATE 3,10 :PRINT "     π  ⌡0 "
10308 LOCATE  5,6 :PRINT "     1  ⌠π                          500"
10310 LOCATE  6,6 :PRINT "bn = -  ⎮  500*Sen(n*wt)*d(wt) = ---*[1 - Cos(n*π)]"
10312 LOCATE  7,6 :PRINT "     π  ⌡0                          n*π"
10314 LOCATE 9,10 :PRINT "        ao      ∞      bn * Sen(n*wt-Øn)"
10316 LOCATE 10,10:PRINT "x(t) =  --- +   Σ   ------------------------------"
10318 LOCATE 11,10:PRINT "        4*K     n=1                    ┌──────────────────────┐"
10320 LOCATE 12,10:PRINT "                                  4*K √(1-n²r²)² + (2*&r*n)²"
10322 LOCATE 15,9 :PRINT "Del gráfico w=π  ;  Ingrese el valor de r"
10324 LOCATE 17,9 : PRINT "r ="
10368 F=17 : C=13 : A=3 : GOSUB 31000
10370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 10384
10372 IF NUM<.86036*.997 OR NUM>.86036*1.003 THEN 10382 ELSE 10388
10382 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22016 :
      IF G=0 THEN 10372
10384 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento              " : GOSUB 31100
10385 LOCATE 19,9 : PRINT "    w        ⌠  75   ⌡%"
10386 LOCATE 20,9 : PRINT "r = -- = π*⌠ ------ ⌡  = 0.86"
10387 LOCATE 21,9 : PRINT "    Wn       ⌡ 4*350 ⌠" : GOTO 10390
10388 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+7 :
      GOSUB 31100
10390 LOCATE 23,9 : PRINT "Reemplace valores y halle x(4.6)"
10398 GOSUB 18528 : ON Y GOTO 10102,10002
10400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : PRINT
10404 PRINT "x(t) = 0.05 + 0.1737 Sen(w*t - .7807) + 0.0037 Sen(3*w*t + .136)"
      : PRINT : PRINT
10406 PRINT "    Los ángulos están dados en radianes." : PRINT
10408 PRINT "    La respuesta para armónicas superiores es despreciable, ya"
10410 PRINT "    que estas están muy alejadas de la frecuencia natural": PRINT
10412 PRINT "    Reemplazando para t=4.6 seg."
10414 LOCATE 12,22 :PRINT "x(4.6) = .2034 m"
10416 LOCATE 14,20 :PRINT "┌──────────────────┐"
10418 LOCATE 15,20 :PRINT "│ x(4.6) = 203.4 mm │"
10420 LOCATE 16,20 :PRINT "└──────────────────┘"
10422 GOSUB 20000 : GOSUB 21000 : GOTO 21504
```

3.3.4 Listado Programa "VIBRAPP4"

```
10 NPR=0 : NPRF=5
12 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : OPT=2 : T=1 : N1=1 : N2=1 : VA=0
14 IF NPR)=NPRF THEN 100
16 LOCATE  2,22 : PRINT "*****************************"
18 LOCATE  3,22 : PRINT "  VIBRACION TRANSITORIA"
20 LOCATE  4,22 : PRINT "*****************************"
21 LOCATE  8,19 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA";
22 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
23 PRINT " PROPUESTO";
24 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
25 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
26 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
28 GOSUB 15000
29 ON O GOTO 98
30 CLS : LOCATE 23,23 : PRINT " Ingrese diskette # 1 "
31 LOCATE 25,14 : PRINT " Presione una tecla cuando este listo ";
32 LOCATE 25,53,1 : M$=INKEY$
33 IF M$="" THEN 32
34 OPEN "r",1,"cambiar",1
36 FIELD 1, 1 AS C$
38 GET # 1, 1
40 IF C$="1" THEN 96
42 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "* ERROR *";
44 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 1 esté en el drive A";
46 CLOSE 1 : GOTO 32
96 RUN "VIBRA"
98 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 1000,2000,3000,4000,5000
100 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
102 LOCATE 15,22 : PRINT "*************************************"
104 LOCATE 17,22 : PRINT "      ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA     "
106 LOCATE 19,22 : PRINT "*************************************"
108 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
110 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
112 IF E$="" THEN 110
114 IF ASC(E$)=13 THEN 30
116 GOTO 110
1000 GOSUB 17000
1002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=2,2 : E=0
1003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
1004 PRINT "    Un instrumento instalado en la parte interior de un cohete"
1005 PRINT "    esta amortiguado contra vibraciones. El cohete se dispara"
1006 PRINT "    verticalmente desde el reposo con una aceleracion que au-"
1007 PRINT "    menta linealmente con el tiempo.  Determinese la acelera-"
1008 PRINT "    cion absoluta del instrumento  0.5 segundos posterior al "
1009 PRINT "    lanzamiento."
1010 CIRCLE (238,48),11,,,3.1416,5/18
1011 LINE (227,48)-(156,116)
1012 LINE (249,48)-(320,116) : LINE -(158,116)
1013 X=238 : Y=132 : GOSUB 41500
1014 LOCATE 17,33 : PRINT "d2u/dt2 = b*t = 5*t (m/seg^2)
```

```
1015 LINE (212,78)-(264,90),,B
1016 X=238 : Y=90 : GOSUB 42900
1017 LINE (210,107)-(266,107)
1018 LOCATE 10,9 : PRINT "K = 40 N/mm" : LOCATE 12,9 : PRINT "m = 15 Kg"
1019 LOCATE 13,33 : PRINT "K" : LOCATE 11,30 : PRINT "m"
1020 GOSUB 15300
1022 ON D GOTO 1024,1100,25000
1024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=43
1026 LOCATE 4,8 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA ACELERACION"
1028 LOCATE 5,8 : PRINT "DEL INSTRUMENTO d2x/dt2 (m/seg²) ?
1030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
1032 IF X=0 THEN 1003 ELSE 1024
1100 REM
1102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
1104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
1106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 1200,1300,1400,1500
1108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
1109 LOCATE 10,9: PRINT "Suma  Fx -->  K*(u - x) =  m*(dx2/dt2)"
1110 LOCATE 12,9: PRINT "                    m*(d2x/dt2) + K*x = K*u"
1112 LOCATE 14,3: PRINT "d2u/dt2 = b*t    Integrando -->    u = b(t^3)/6 + K*t";
     :PRINT " + J"
1114 LOCATE 4,22 : PRINT "u" : LOCATE 1,22 : PRINT "x"
1116 LOCATE 1,32 : PRINT "K*(u-x)" : LOCATE 7,32 : PRINT "K*(u-x)"
1118 LOCATE 6,44 : PRINT "K*(u-x)"
1120 LINE (92,10)-(144,22),,B  : LINE (76,39)-(168,39)
1122 LINE (344,10)-(396,22),,B : LINE (146,16)-(168,16)
1124 X=118 : Y=22 : GOSUB 42900 : X=244 : Y=6  : GOSUB 38500
1126 X=244 : Y=22 : GOSUB 42900 : X=244 : Y=55 : GOSUB 41500
1128 X=370 : Y=38 : GOSUB 41500 : X=160 : Y=39 : GOSUB 41500
1129 X=160 : Y=16 : GOSUB 41500
1130 LOCATE 16,9: PRINT "A partir de condiciones iniciales de reposo"
1132 LOCATE 17,9: PRINT "determine K y J"
1134 LOCATE 19,9: PRINT "K = "
1136 F=19 : C=13 : NMAX=1 : A=2 : SE=1 : SD=0 : GOSUB 36000
1138 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1182
1140 IF W$="0" OR W$="O"  THEN 1190 ELSE 1180
1142 LOCATE 19,45: PRINT "J = "
1144 F=19 : C=49 : NMAX=1 : A=2 : SE=2 : SD=0 : GOSUB 36000
1170 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1182
1172 IF W$="0" OR W$="O"  THEN 1190 ELSE 1180
1180 LOCATE 21,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN ON SE GOTO 1140,1172
1182 LOCATE 21,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1184 LOCATE F,C-1: PRINT SO : ON SE GOTO 1142,1192
1190 LOCATE 21,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 1142,1192
1192 LOCATE 23,9: PRINT "          m*(d2x/dt2) + K*x = (K*b*t^3)/6"
1198 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
1202 PRINT "              m*(d2x/dt2) + K*x = (K*b*t^3)/6" : PRINT
1204 PRINT "       La solución de la ecuación es :" : PRINT
1206 PRINT "                    x = xh + xp" : PRINT
```

```
1208 PRINT "                    xp = C*t^3 + D*t" : PRINT
1212 PRINT "        Reemplace xp en la ecuación de movimiento y "
1213 PRINT "        determine C y D"
1214 LOCATE 12,9 : PRINT "C = "
1216 F=12 : C=13 : NMAX=3 : A=2 : SE=1 : GOSUB 36000
1218 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1224
1220 IF W$="b/6" THEN 1290
1222 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1220
1224 LOCATE 12,9 : PRINT "6*m*C*t + C*t^3*K + D*t*K  =  (K*b*t^3)/6"
1226 LOCATE 14,9 : PRINT "Igualando los terminos t^3 -->   C = b/6"
1266 LOCATE 16,9 : PRINT "D = "
1268 F=16 : C=13 : NMAX=6 : A=2 : SE=2 : GOSUB 36000
1270 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1282
1272 IF W$="-b*m/k" OR W$="-b*m/K" OR W$="-bm/k " OR W$="-bm/K " OR W$="-b.m/K"
     OR W$="-b.m/k" OR W$="-m*b/k" OR W$="-m*b/K" OR W$="-mb/k " OR W$="-mb/K"
     THEN 1290 ELSE 1280
1280 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1272
1282 LOCATE 16,9 : PRINT "6*m*(b/6)*t + D*t*k = 0     " : GOSUB 36100
1284 LOCATE 18,9 : PRINT "D = -b*m/K                  " : GOTO 1292
1290 LOCATE F+2,9: PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 1266,1292
1292 LOCATE 20,9: PRINT "xp = (b*t^3/)6 - b*t/Wn²"
1294 LOCATE 22,9: PRINT "Encuentre la solución homogenea xh"
1298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000 : PRINT
1302 PRINT "                  xh = A*Cos(Wn*t) + B*Sen(Wn*t)" :PRINT :PRINT
1304 PRINT "      x(t) = A*Cos(Wn*t) + B*Sen(Wn*t) + b*t^3/6 - b*t/Wn²" :PRINT
     : PRINT
1310 PRINT "        Utilizando condiciones iniciales de reposo para x"
1312 PRINT "        determine A y B"
1314 LOCATE 11,9 : PRINT "A = "
1316 F=11 : C=13 : NMAX=1 : A=2 : SE=1 : GOSUB 36000
1318 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1324
1320 IF W$="0" OR W$="0" THEN 1390
1322 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1320
1324 LOCATE 11,9 : PRINT "x(0) = 0"
1326 LOCATE 13,9 : PRINT "A = 0                       "
1366 LOCATE 15,9 : PRINT "B = "
1368 F=15 : C=13 : NMAX=6 : A=2 : SE=2 : GOSUB 36000
1370 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1382
1372 IF W$="b/Wn^3" OR W$="b/wn^3" OR W$="B/Wn^3" OR W$="B/WN^3" OR W$="b/WN^3"
     THEN 1390
1380 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1372
1382 LOCATE 15,9 : PRINT "dx/dt = B*Wn*Cos(wn*t) + b*t^2/2 - b/Wn²" : GOSUB
     36100
1384 LOCATE 17,9 : PRINT "dx/dt(0) =0   -->   B = b/Wn^3 " : GOTO 1392
1390 LOCATE F+2,9: PRINT "Congratulaciones            " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 1366,1392
1392 LOCATE 20,9: PRINT "x = (b/Wn^3)*Sen(Wn*t) + (b*t^3)/6 - b*t/Wn²"
```

```
1394 LOCATE 22,9: PRINT "Encuentre la ecuación para la aceleración"
1398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000 : PRINT
1420 PRINT "        x = (b/Wn^3)*Sen(Wn*t) + (b*t^3)/6 - b*t/Wn²":PRINT :PRINT
1422 PRINT "    dx/dt = (b/Wn^2)*Cos(Wn*t) + (b*t^2)/2 - b/Wn²"  :PRINT :PRINT
1424 PRINT "  d2x/dt2 = -(b/Wn)*Sen(Wn*t) + b*t"
1428 LOCATE 11,9: PRINT "Calcule el valor de Wn"
1432 LOCATE 13,9: PRINT "Wn(rad/seg) ="
1434 F=13: C=24 : A=3 : GOSUB 36000
1470 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 1484
1472 IF NUM<51.64*.996 OR NUM>51.64*1.004 THEN 1482 ELSE 1488
1482 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 1472
1484 LOCATE 13,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36100
1485 LOCATE 15,9 : PRINT "       ⌈  K  ⌉*      ⌈ 40000 N/m ⌉*"
1486 LOCATE 16,9 : PRINT "Wn = ⌈  -  ⌉*  = ⌈ ---------- ⌉*= 51.64 rad/seg"
1487 LOCATE 17,9 : PRINT "     ⌊  m  ⌋      ⌊   15 Kg    ⌋*  :  GOTO 1490
1488 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1490 LOCATE 20,9 : PRINT "Reemplace en la ecuacion dada y obtenga la"
1492 LOCATE 21,9 : PRINT "aceleración a los 0.5 segundos."
1494 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 1104,1003
1500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1502 LOCATE 2,9 : PRINT "La aceleración puede representarse por :"
1504 LOCATE 4,9 : PRINT "                                      b          *"
1505 LOCATE 5,9 : PRINT "d2x/dt2 = b*t*⌈ 1 - ---- Sen(Wn*t) ⌉*"
1506 LOCATE 6,9 : PRINT "              ⌊     Wn*t           ⌋*"
1508 LOCATE 8,9 : PRINT "Reemplazando :"
1510 LOCATE 10,1: PRINT "              m          ⌈          5 m/s^3              ";
     : PRINT "    rad          *"
1512 LOCATE 11,1: PRINT "d2x/dt2 = 5 ---*0.5 s |1 - ------------------- Sen(51";
     : PRINT ".64 ---*0.5 s) |*"
1514 LOCATE 12,1: PRINT "             s^3       ⌊    51.64 rad/s * 0.5 s       ";
     : PRINT "     s          ⌋*"
1516 LOCATE 16,9: PRINT "d2x/dt2 = 2.2 m/seg²"
1522 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
2000 GOSUB 17000
2002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=1.418234 : E=0
2003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
2004 PRINT "      El sistema no amortiguado indicado es sometido a la"
2005 PRINT "      funcion forzante indicada. Determine su respuesta (x)"
2006 PRINT "      para un tiempo t = 7 seg. Sugerencia : aplique la in-"
2007 PRINT "      tegral de convolucion."
2008 LOCATE 7,48 : PRINT "K=1000 N/m" : LOCATE 9,48 : PRINT "m=40 Kg"
2009 X=128 : Y=60 : GOSUB 41500 : GOSUB 30300
2010 X=240 : Y=118 : GOSUB 31500
2011 PSET (X,Y)
2012 FOR T=0 TO 2 STEP .03
2013 Y1=10*T*2 : LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+1
2014 NEXT T
2016 FOR T=2 TO 6 STEP .03
2017 X=X+1 : Y1=(60-10*T) : LINE -(X,-Y1+Y)
2018 NEXT T
```

```
2019 LOCATE 10,28 : PRINT "20" : LOCATE 16,39 : PRINT "2" : LOCATE 16,56 :
     PRINT "6"
2020 LOCATE 6,18 : PRINT "F(t)" : LOCATE 8,26 : PRINT "F(t)" : LOCATE 15,59 :
     PRINT "t(seg)" : LOCATE 8,32 : PRINT "N"
2021 T=2 : GOSUB 15300
2022 ON 0 GOTO 2024,2100,25000
2024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=36
2026 LOCATE 4,13 : PRINT "CUAL ES EL VALOR DE LA "
2028 LOCATE 5,5  : PRINT "RESPUESTA DEL SISTEMA x (mm) ?
2030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
2032 IF X=0 THEN 2003 ELSE 2024
2100 REM
2102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
2104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
2106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 2200,2300
2108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-33 : GOSUB 35000
2120 LOCATE 2,9 : PRINT "Del gráfico representado ingrese la ecuación"
2122 LOCATE 3,9 : PRINT "para la función en los distintos rangos"
2124 LOCATE 6,9 : PRINT "Para 0 < t < 2 ;  F(t) = "
2128 F=6 : C=34 : NMAX=4: A=2 : GOSUB 36000
2130 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2136
2132 IF W$="10*t" OR W$="10t " OR W$="10.t " OR W$="10 t" OR W$="t*10"
     OR W$="10.t" OR W$="10T " OR W$="10*T" THEN 2139
2134 LOCATE 8,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2132
2136 LOCATE 8,9 : PRINT "Lo siento                  "
2138 LOCATE F,C  : PRINT "10*t" : GOTO 2140
2139 LOCATE 8,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
2140 LOCATE 11,9: PRINT "Para 2 < t < 6 ;  F(t) = "
2148 F=11 : C=34 : NMAX=6 : A=2
2150 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2164
2152 IF W$="30-5*t" OR W$="30-5t " OR W$="30-5 t" OR W$="30-5*T" THEN 2168
2154 IF W$="30-5.t" OR W$="-5t+30" OR W$="5*t-30" OR W$="30-5*T" THEN 2168
2156 IF W$="30-5*T" OR W$="30-5T " OR W$="30-5 T" OR W$="-5T+30" THEN 2168
2162 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2152
2164 LOCATE 13,9 : PRINT "Lo siento                 "
2166 LOCATE F,C  : PRINT "30-5*t" : GOTO 2170
2168 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5
2170 LOCATE 16,9: PRINT "Para  t > 6 ;  F(t) = "
2172 F=16 : C=31 : NMAX=1 : A=2
2174 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2184
2176 IF W$="0" OR W$="O" OR W$="o" THEN 2188
2182 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2176
2184 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                 " : GOSUB 36100
2186 LOCATE F,C  : PRINT "0" : GOTO 2190
2188 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones          " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2190 LOCATE 21,9 : PRINT "Ahora aplique la integral de convolución"
2194 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2003
2200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-33 : GOSUB 35000
2202 LOCATE 2,9 : PRINT "Para t > 6 ;"
```

```
2203 LOCATE 4,5 : PRINT " 1    ⌠" : LOCATE 8,32  : PRINT "⌠"
2204 LOCATE 5,1 : PRINT "x = ---- ⌡ f  10 τ Sen Wn(t-τ) dτ + f  (30 - 5 τ) "; :
     PRINT "Sen Wn(t-τ) dτ"
2205 LOCATE 6,5 : PRINT "πWn ⌊" : LOCATE 10,32 : PRINT "⌡"
2206 LOCATE 9,8 : PRINT "+ f  (0) Sen Wn(t-τ) dτ ⌡"
2208 LOCATE 6,13: PRINT "a" : LOCATE  4,13: PRINT "b" : LOCATE 6,38: PRINT "c"
2210 LOCATE 4,38: PRINT "d" : LOCATE 10,11: PRINT "e" : LOCATE 8,11: PRINT "f"
2212 LOCATE 12,8: PRINT "Ingrese el valor de los límites de las integrales"
2214 LOCATE 15,9: PRINT "a = "
2216 F=15 : C=13 : A=4 : SE=1 : SO=0 : GOSUB 36000
2218 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2282
2220 IF NUM=0 THEN 2290 ELSE 2280
2224 LOCATE 15,29: PRINT "b = "
2226 F=15 : C=33 : A=4 : SE=2 : SO=2 : GOSUB 36000
2228 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2282
2230 IF NUM=2 THEN 2290 ELSE 2280
2234 LOCATE 15,49: PRINT "c = "
2236 F=15 : C=53 : A=4 : SE=3 : SO=2 : GOSUB 36000
2238 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2282
2240 IF NUM=2 THEN 2290 ELSE 2280
2244 LOCATE 17,9: PRINT "d = "
2246 F=17 : C=13 : A=2 : SE=4 : SO=6 : GOSUB 36000
2248 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2282
2250 IF NUM=6 THEN 2290 ELSE 2280
2254 LOCATE 17,29: PRINT "e = "
2256 F=17 : C=33 : A=2 : SE=5 : SO=6 : GOSUB 36000
2258 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2282
2260 IF NUM=6 THEN 2290 ELSE 2280
2264 LOCATE 17,49: PRINT "f = "
2266 F=17 : C=53 : A=2 : SE=6 : NMAX=1 : VA=1 : GOSUB 36000
2268 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2286
2270 IF W$="t" OR W$="T" THEN 2290 ELSE 2281
2280 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN ON SE GOTO 2220,2230,2240,2250,2260 ELSE 2282
2281 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 2270 ELSE 2286
2282 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
2284 LOCATE F,C-1: PRINT SO : ON SE GOTO 2224,2234,2244,2254,2264
2286 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
2288 LOCATE F,C  : PRINT "t" : GOTO 2292
2290 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 2224,2234,2244,2254,2264
2292 LOCATE 21,9 : PRINT "Proceda a integrar y luego reemplaze t = 7 seg"
2294 LOCATE 22,9 : PRINT "para encontrar la respuesta"
2298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2003
2300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-33 : GOSUB 35000
2302 LOCATE 1,9 : PRINT "Integrando :"
2304 LOCATE 4,8 : PRINT "1 ⌠  10" : LOCATE 4,28 : PRINT "15" : LOCATE 4,45 :
     : PRINT "5              "
2306 LOCATE 5,1 : PRINT "x(t) = - ⌡- -- Sen(Wnit) + -- Sen Wn(t-2) - -- Sen Wn";
     : PRINT "(t-6) ⌡
2308 LOCATE 6,8 : PRINT "K ⌊  Wn" : LOCATE 6,28 : PRINT "Wn" : LOCATE 6,45 :
     : PRINT "Wn            ⌋"
```

```
2312 LOCATE  9,9 : PRINT "Encuentre el valor de Wn "
2314 LOCATE 11,9 : PRINT "Wn(rad/seg) ="
2368 F=11 : C=23 : A=2 : GOSUB 36000
2370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2384
2372 IF NUM=5 THEN 2388
2382 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 2372
2384 LOCATE 11,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36100
2386 LOCATE 13,9 : PRINT "Wn = (1000/40)^(1/2) = 5 rad/seg" : GOTO 2389
2388 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 : GOSUB
     36100
2389 LOCATE 15,9 : PRINT "Reemplazando valores : "
2390 LOCATE 18,9 : PRINT "x = 1.418 mm"
2392 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
3000 GOSUB 17000
3002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=.28
3003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
3004 PRINT "    El embolo de 24 Kg. de la figura es sometido  a una presion"
3005 PRINT "    por escape lento hacia el interior de manera que la presion"
3006 PRINT "    final estatica es ps. Calcular el desplazamiento maximo del"
3007 PRINT "    embolo dentro del cilindro. La constante del resorte es 990"
3008 PRINT "    N/m, y el diametro interior del cilindro 115 mm"
3009 X=88 : Y=102 : GOSUB 42900
3010 LOCATE 11,18 : PRINT "X" : LOCATE 16,9 : PRINT "///////////////"
3011 LINE (66,108)-(70,74),,B : LINE -(85,76),,B : LINE (91,76)-(106,74),,B :
     LINE -(110,82),,B :LINE (106,85)-(110,108),,B
3012 LINE (110,82)-(174,82) : LINE (110,85)-(174,85)
3013 LINE (70,92)-(106,102),,B : LINE (64,119)-(176,119)
3014 CIRCLE (192,83),128
3015 LOCATE 8,29 : PRINT "p(t)   KPa": LOCATE 15,62 : PRINT "t(seg)"
3016 X=264 : Y=118 : GOSUB 31500 : LINE (X,Y-40)-(X+188,Y-40),,,&HCCCC :
     PSET (X,Y)
3017 FOR T=0 TO 5 STEP .03
3018 Y1=40*(1-EXP(-1.3*T)) : LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+1
3019 NEXT T : LINE (282,Y)-(282,Y-20*Z),,,&HCCCC : LINE -(264,Y-20),,,&HCCCC
3020 LOCATE 10,31 : PRINT "20" : LOCATE 13,31 : PRINT "10" : LOCATE 16,36 :
     PRINT ".3"
3021 T=2 : GOSUB 15300
3022 ON G GOTO 3024,3100,25000
3024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=42
3026 LOCATE 4,13 : PRINT "CUAL ES EL DESPLAZAMIENTO "
3028 LOCATE 5,13 : PRINT "MAXIMO DEL EMBOLO Xmax (m) ?
3030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
3032 IF X=0 THEN 3003 ELSE 3024
3100 REM
3102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
3104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
3106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 3200,3300,3400
3108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
3109 LOCATE 1,9 : PRINT "Para la ecuación de movimiento, Σ F = m*(d2x/dt2)"
3110 LOCATE 3,51: PRINT "-a*t"
3112 LOCATE 4,9 : PRINT "          m*(d2x/dt2) + K*x = ps*A*(1 - e    )
3114 LOCATE 6,9 : PRINT "A, es el area proyectada, la solución es :"
```

```
3116 LOCATE 8,1 : PRINT "    ps$A        ps$A   ┌ a    a                    ";
     : PRINT "     -a$t,"
3118 LOCATE 9,1 : PRINT "x = ---- - ---------- ¦ -- [ -- Cos Wn$t + Sen Wn$t ";
     : PRINT "] + e    ¦"
3120 LOCATE 10,1: PRINT "    K        ┌   a² ┐ └ Wn   Wn                     ";
     : PRINT "         ┘"
3122 LOCATE 11,1: PRINT "           K¦1 + ---¦"
3124 LOCATE 12,1: PRINT "             └   Wn²┘"
3126 LOCATE 14,9: PRINT "Despreciando la exponencial complete la ecuación :"
3128 LOCATE 16,9: PRINT "    ps$A ┌          (a/Wn)                        "
3130 LOCATE 17,9: PRINT "x = ---- ¦ 1 - ┌==========┐ Sen (Wn$t + Ø ) ┐"
3132 LOCATE 18,9: PRINT "     K   └    └ 1-(a/Wn)²┘                     ┘"
3148 F=16 : C=28 : NMAX=4 : A=4 : GOSUB 36000
3150 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 3164
3152 IF W$="a/Wn" OR W$="a/wn" OR W$="a/WN" THEN 3168
3162 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 3152
3164 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                " : GOSUB 36100
3166 LOCATE F,C  : PRINT "a/Wn" : GOTO 3170
3168 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones         " : NOTA=NOTA+7 :
     GOSUB 36100
3170 LOCATE 22,9 : PRINT "Halle el valor de las constantes y el desplazamien-"
3172 LOCATE 23,9 : PRINT "to máximo "
3194 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
3202 LOCATE 2,9 : PRINT "Del gráfico se sabe que la presión aumenta exponen-"
3204 LOCATE 3,9 : PRINT "cialment desde un valor inicial de 0 hasta llegar a"
3206 LOCATE 4,9 : PRINT "20 MPa, pasando por el punto en que p(t) = 10 MPa ,"
3208 LOCATE 5,9 : PRINT "cuando t = .3 seg. Entonces:"
3210 LOCATE 7,9 : PRINT "                  -a$.3 "
3212 LOCATE 8,9 : PRINT "10  =  20 ( 1 - e    )"
3232 LOCATE 10,9: PRINT "Ingrese el valor de a"
3234 LOCATE 12,9: PRINT "a = "
3236 F=12 : C=13 : A=3 : GOSUB 36000
3238 GOSUB 22000: IF G=1 THEN 3282
3240 IF NUM<2.3105$.996 OR NUM>2.3105$1.004 THEN 3280 ELSE 3290
3280 LOCATE 15,9: PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3240
3282 BEEP : BEEP : BEEP
3284 LOCATE 12,9: PRINT "lo siento " : GOSUB 36100
3286 LOCATE 14,6: PRINT "    -a$.3 "
3288 LOCATE 15,6: PRINT "ln e      = ln .5  --> -a$.3 = ln .5  --> a = 2.3$" :
     GOTO 3292
3290 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones         " : NOTA=NOTA+7 :
     : GOSUB 36100
3292 LOCATE 18,9 : PRINT "Calcule el valor de la frecuencia natural (Wn)."
3294 LOCATE 20,9 : PRINT "A partir de la ecuación obtenida para x halle el"
3296 LOCATE 21,9 : PRINT "desplazamiento máximo."
3298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
3312 LOCATE  1,9 : PRINT "Encuentre el valor de Wn "
3314 LOCATE  3,9 : PRINT "Wn(rad/seg) ="
```

```
3316 F=3 : C=23 : A=2 : GOSUB 36000
3320 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3328
3322 IF NUM<6.422#.997 OR NUM>6.422#1.003 THEN 3324 ELSE 3338
3324 LOCATE 5,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3322
3328 LOCATE  3,9 : PRINT "Lo siento                  "
3330 LOCATE  5,9 : PRINT "Wn = (K/m)^(1/2) = (990/24)^(1/2) = 6.42 rad/seg"
     : GOTO 3340
3338 LOCATE  5,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+7
3340 LOCATE  7,9 : PRINT "Ingrese el valor del área"
3342 LOCATE  9,9 : PRINT "A (m²) ="
3368 F=9 : C=18 : A=2
3370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 3384
3372 IF NUM<.0104#.96 OR NUM>.0104#1.01 THEN 3382 ELSE 3388
3382 LOCATE 11,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 3372
3384 LOCATE  9,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
3386 LOCATE 11,9 : PRINT "A = π#D²/4 = π#0.115²/4 = .01 m²" : GOTO 3390
3388 LOCATE 11,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+7 :
     GOSUB 36100
3390 LOCATE 13,9: PRINT "     ps#A ⌈        (a/Wn)                    ⌉"
3391 LOCATE 14,9: PRINT "x = ---- | 1 - ┌──────────┐ Sen (Wn#t + Ø )  |"
3392 LOCATE 15,9: PRINT "      K   ⌊   √ 1-(a/Wn)²                    ⌋"
3393 LOCATE 17,9: PRINT "El desplazamiento máximo se alcanzará cuando "
3394 LOCATE 19,9: PRINT "           Sen (Wn#t + Ø ) = -1  "
3395 LOCATE 21,9: PRINT "        ps#A ⌈        (a/Wn)      ⌉"
3396 LOCATE 22,9: PRINT "Xmax = ---- | 1 + ┌──────────┐    |"
3397 LOCATE 23,9: PRINT "         K   ⌊   √ 1-(a/Wn)²      ⌋"
3398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 3104,3003
3400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : PRINT
3402 PRINT "         Reemplazando valores :" :PRINT :PRINT
3404 PRINT "                20000 N/m²#.01 m²⌈         (2.31/6.42)     ⌉"
3406 PRINT "         Xmax = ----------------- | 1 + ┌──────────────────┐ |"
3408 PRINT "                    990 N/m       ⌊   √ 1 - (2.31/6.42)²   ⌋"
3410 PRINT :PRINT
3412 PRINT "         Xmax = 0.28 m"
3422 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
4000 GOSUB 17000
4002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP1=-3.3103 : RESP2=4.77489
4003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
4004 PRINT "       Determinar la respuesta del sistema no amortiguado"
4005 PRINT "       al desplazamiento del soporte dado en la figura pa-"
4006 PRINT "       ra los tiempos  a) t = 2.5 seg  ; b) t = 6 seg. Su-"
4007 PRINT "       gerencia: aplique integral de convolucion."
4008 LOCATE 8,48 : PRINT "K=850 N/m" : LOCATE 10,48 : PRINT "m=25 Kg"
4009 X=84  : Y=116 : GOSUB 41500 : GOSUB 30300
4010 X=84  : Y=68  : GOSUB 41500
4011 X=240 : Y=98  : LINE (X,Y-53)-(X,Y+38) : LINE (X,Y)-(X+220,Y)
4012 LOCATE  6,26 : PRINT "u(mm)" : LOCATE 13,59 : PRINT "t(seg)"
4013 LINE (X-3,Y-50)-(X,Y-53) : LINE -(X+3,Y-50) : LINE (X+214,Y-2)-(X+220,Y) :
     LINE -(X+214,Y+2)
4014 LINE (X-3,Y+35)-(X,Y+38) : LINE -(X+3,Y+35) : LINE (76,68)-(95,68) :
     PSET (X,Y)
```

```
4015 LOCATE 13,10 : PRINT "u" : LOCATE 7,10 : PRINT "x"
4016 FOR T=0 TO 5 STEP .03
4017 Y1=7*(6-2*T) : LINE -(X,-Y1+Y) : X=X+1
4018 NEXT T : LINE -(X,Y),,,&HCCCC : LINE (X,Y-Y1)-(240,Y-Y1),,,&HCCCC
4019 LOCATE  8,29 : PRINT "6" : LOCATE 16,28 : PRINT "-4" : LOCATE 12,52 :
     PRINT "5"
4023 T=2 : GOSUB 15300
4024 ON G GOTO 4026,4100,25000
4026 ALT=0 : GOSUB 19700 : GOSUB 19800
4028 IF ALT=0 THEN  GOTO 4032
4030 IF X=0 THEN 4003 ELSE 4026
4032 GOSUB 19708 : GOSUB 19818
4034 IF X=0 THEN 4003
4036 LOCATE 17,15 : PRINT SPACE$(42) : LOCATE 20,19 : PRINT SPACE$(33) :
     GOTO 4032
4100 REM
4102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
4104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
4106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 4200,4300,4400,4500
4108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4109 LOCATE  9,9: PRINT "Suma  Fx -->  K*(u - x) =  m*(dx2/dt2)"
4110 LOCATE 11,9: PRINT "                m*(d2x/dt2) + K*x = K*u"
4114 LOCATE 4,22 : PRINT "u" : LOCATE 1,22 : PRINT "x"
4116 LOCATE 1,32 : PRINT "K*(u-x)" : LOCATE 7,32 : PRINT "K*(u-x)"
4118 LOCATE 6,44 : PRINT "K*(u-x)"
4120 LINE (92,10)-(144,22),,B  : LINE (76,39)-(168,39)
4122 LINE (344,10)-(396,22),,B : LINE (146,16)-(168,16)
4124 X=118 : Y=22 : GOSUB 42900 : X=244 : Y=6  : GOSUB 38500
4126 X=244 : Y=22 : GOSUB 42900 : X=244 : Y=55 : GOSUB 41500
4128 X=370 : Y=38 : GOSUB 41500 : X=160 : Y=39 : GOSUB 41500
4129 X=160 : Y=16 : GOSUB 41500
4130 LOCATE 13,9 : PRINT "Complete :"
4140 LOCATE 15,9: PRINT "Para 0 < t < 5 ;  u(t) =       (mm)"
4148 F=15 : C=34 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
4150 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4164
4152 IF W$="6-2*t" OR W$="6-2t " OR W$="6-2 t" OR W$="6-2*T" THEN 4168
4154 IF W$="6-2.t" OR W$="-2t+6" OR W$="2*t-6" OR W$="6-2*T" THEN 4168
4156 IF W$="6-2*T" OR W$="6-2T " OR W$="6-2 T" OR W$="-2T+6" THEN 4168
4162 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4152
4164 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                  "
4166 LOCATE F,C  : PRINT "6-2*t" : GOTO 4170
4168 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
4170 LOCATE 19,9: PRINT "Para  t >= 5 ;  u(t) =   (mm)"
4172 F=19 : C=32 : NMAX=1 : A=2
4174 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4184
4176 IF W$="0" OR W$="O" OR W$="o" THEN 4188
4182 LOCATE 21,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4176
4184 LOCATE 21,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4186 LOCATE F,C  : PRINT "0" : GOTO 4190
4188 LOCATE 21,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
```

```
4190 LOCATE 23,9 : PRINT "Ahora aplique la integral de convolucion"
4194 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 4104,4003
4200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4202 LOCATE 1,9 : PRINT "Para u en mm. ;  K en N/mm."
4204 LOCATE 3,9 : PRINT "          ┌ K*(6-2*t)   ;    t ≤ 5 "
4206 LOCATE 4,9 : PRINT "f(t) = {                          "
4208 LOCATE 5,9 : PRINT "          └   0        ;    t ≥ 5 "
4210 LOCATE 7,9 : PRINT "Aplicando la intergral de convolución"
4222 LOCATE 9,9 : PRINT "Para t ≤ 5 :"
4224 LOCATE 11,9: PRINT "          K     b"
4226 LOCATE 12,9: PRINT "x(t) = ----  ∫  (6 - 2*τ) Sen Wn(t-τ) dτ"
4228 LOCATE 13,9: PRINT "         m*Wn   a"
4232 LOCATE 15,9: PRINT "Ingrese los límites de las integrales"
4234 LOCATE 17,9: PRINT "a = "
4236 F=17 : C=13 : A=2 : SE=1 : SD$="0" : GOSUB 36000
4238 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4282
4240 IF W$="0" OR W$="O" THEN 4290 ELSE 4280
4244 LOCATE 17,43: PRINT "b = "
4246 F=17 : C=47 : A=2 : SE=2 : SD$="t" : GOSUB 36000
4248 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4282
4250 IF W$="t" OR W$="T" THEN 4290
4280 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN ON SE GOTO 4240,4250
4282 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4284 LOCATE  F,C : PRINT SD$ : ON SE GOTO 4244,4292
4290 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 4244
4292 LOCATE 22,9 : PRINT "Proceda a integrar y luego reemplaze t = 3 seg"
4296 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 4104,4003
4300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4302 LOCATE 1,9 : PRINT "Integrando  con límites  a=0 , b=t :"
4304 LOCATE 4,41 : PRINT "2" : LOCATE 6,41 : PRINT "Wn"
4306 LOCATE 5,9 : PRINT "x(t) =  6 - 6*Cos(Wn*t) + 2*t + -- Sen(Wn*t)"
4312 LOCATE  9,9 : PRINT "Encuentre el valor de Wn "
4314 LOCATE 11,9 : PRINT "Wn(rad/seg) ="
4368 F=11 : C=23 : A=2 : GOSUB 36000
4370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 4384
4372 IF NUM<6*.999 OR NUM>6*1.001 THEN 4382 ELSE 4388
4382 LOCATE 13,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 4372
4384 LOCATE 11,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4386 LOCATE 13,9 : PRINT "Wn = (900/25)^(1/2) = 6 rad/seg" : GOTO 4389
4388 LOCATE 13,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4389 LOCATE 15,9 : PRINT "Reemplazando valores : "
4390 LOCATE 17,23: PRINT "rad            2 mm/seg       rad"
4392 LOCATE 18,1 : PRINT "x(2.5) = - 6mm * Cos(6---*2.5seg) + ---------- Sen(";
   : PRINT "6---*2.5seg)"
4394 LOCATE 19,23: PRINT "seg            6rad/seg       seg"
4395 LOCATE 21,9 : PRINT "x(2.5) = 4.77 mm"
4396 LOCATE 23,9: PRINT "De igual manera halle x(6)"
4398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 4104,4003
4400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
```

```
4402 LOCATE 2,9 : PRINT "Para t ≥ 5 :"
4403 LOCATE 4,5 : PRINT " K    ⌠" : LOCATE 4,63 : PRINT "⌡"
4404 LOCATE 5,1 : PRINT "x = ---- ⌡ f  (6 - 2τ) Sen Wn(t-τ) dτ + f  (0) Sen Wn";
     : PRINT "(t-τ) dτ ⌡"
4405 LOCATE 6,5 : PRINT "m*Wn ⌊" : LOCATE 6,63 : PRINT "⌋"
4408 LOCATE 6,13: PRINT "a" : LOCATE  4,13: PRINT "b"
4410 LOCATE 6,42: PRINT "c" : LOCATE  4,42: PRINT "d"
4412 LOCATE 9,9 : PRINT "Ingrese el valor de los límites de las integrales"
4414 LOCATE 12,9: PRINT "a = "
4416 F=12 : C=13 : A=4 : SE=1 : NMAX=1 : SD$="0" : GOSUB 36000
4418 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4482
4420 IF W$="0" OR W$="O" THEN 4490 ELSE 4480
4424 LOCATE 12,49: PRINT "b = "
4426 F=12 : C=53 : A=4 : SE=2 : SD$="5" : GOSUB 36000
4428 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4482
4430 IF W$="5"  THEN 4490 ELSE 4480
4454 LOCATE 14,9 : PRINT "c = "
4456 F=14 : C=13 : A=2 : SE=3 : SD$="5" : GOSUB 36000
4458 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4482
4460 IF W$="5" THEN 4490 ELSE 4480
4464 LOCATE 14,49: PRINT "d = "
4466 F=14 : C=53 : A=2 : SE=4 : SD$="t" : GOSUB 36000
4468 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4482
4470 IF W$="t" OR W$="T" THEN 4490 ELSE 4480
4480 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN ON SE GOTO 4420,4430,4460,4470 ELSE 4482
4482 LOCATE 16,9 : BEEP : BEEP : PRINT "Lo siento                    " :
     GOSUB 36100
4484 LOCATE  F,C : PRINT SD$ : ON SE GOTO 4424,4454,4464,4492
4490 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100 : ON SE GOTO 4424,4454,4464
4492 LOCATE 18,9 : PRINT "     K    ⌠  5                              "
4494 LOCATE 19,9 : PRINT "x = ---- ⌡  f  (6 - 2τ) Sen Wn(t-τ) dτ ⌡"
4496 LOCATE 20,9 : PRINT "    m*Wn ⌊  0                              ⌋"
4497 LOCATE 23,9 : PRINT "Proceda a integrar y luego reemplaze t = 7 seg"
4498 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 4104,4003
4500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
4502 LOCATE 2,43: PRINT "Sen Wn(t-5)     Sen(Wn*t)"
4504 LOCATE 3,1 : PRINT "x(t) =  - 4*Cos Wn(t-5) - 6*Cos(Wn*t) - 2 -----------";
     : PRINT " + 2 ----------"
4506 LOCATE 4,43: PRINT "    Wn             Wn"
4508 LOCATE 7,42: PRINT "Sen 6(6-5)     Sen(6*6)"
4510 LOCATE 8,1 : PRINT "x(6) =  - 4*Cos 6(6-5) - 6*Cos(6*6) - 2 -----------";
     : PRINT " + 2 ---------"
4512 LOCATE 9,42: PRINT "    6              6"
4514 LOCATE 12,9 : PRINT "x(6) =  - 3.31 mm"
4522 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
5000 GOSUB 17000
5002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP=144.172
5003 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
5004 PRINT "    Determinar el desplazamiento del sistema amortiguado some-"
5005 PRINT "    tido a la accion de la fuerza representada, para un tiempo"
```

```
5006 PRINT "    t = 1.5 seg. Utilize convolucion."
5010 LOCATE 7,9 : PRINT "//////////////" : LINE (60,54)-(164,54)
5011 LINE (126,54)-(126,76) : LINE (121,76)-(131,76)
5012 LINE (118,74)-(118,80) : LINE -(134,80) : LINE -(134,74)
5013 LINE (126,80)-(126,96) : LINE (74,96)-(150,116),,B
5014 X=98 : Y=54 : GOSUB 42700 : X=112 : Y=116 : GOSUB 38500
5015 LOCATE 10,10 : PRINT "K" : LOCATE 17,16 : PRINT "F(t)"
5016 LOCATE 14,15 : PRINT "m" : LOCATE 10,18 : PRINT "c"
5017 LOCATE 9,22 : PRINT "K=6300 N/m" : LOCATE 11,22 : PRINT "m=28 Kg" :LOCATE
     13,22 : PRINT "c=140 Kg/seg"
5018 LOCATE 7,37 : PRINT "F(t)" : LOCATE 16,61 : PRINT "t(seg)"
5019 LOCATE 10,43 : PRINT "Fo = 25 N"
5020 X=308 : Y=118 : GOSUB 31500 : LINE (308,81)-(478,81)
5021 GOSUB 15300
5022 ON 0 GOTO 5024,5100,25000
5024 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=44
5026 LOCATE 4,13 : PRINT "CUAL ES EL DESPLAZAMIENTO DEL"
5028 LOCATE 5,12 : PRINT "SISTEMA A LOS 1.5 seg. x(mm) ?"
5030 GOSUB 19000 : GOSUB 19500
5032 IF X=0 THEN 5003 ELSE 5024
5100 REM
5102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
5104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
5106 IF AY<> 0 THEN ON AY GOTO 5200,5300,5400
5108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
5112 PRINT "   Convolución                  ┌       Fo  ⌠t   -&*Wn*(t-τ)"
5114 PRINT "       caso                 x = │ ----  │  e           Sen Wd*(t-τ) dτ"
5116 PRINT "   amortiguado              └    m*Wd ⌡0"
5128 LOCATE  6,7 :PRINT "Calcule el valor de Wn"
5132 LOCATE  8,9 :PRINT "Wn (rad/seg) ="
5134 F=8 : C=24 : A=3 : GOSUB 36000
5170 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5184
5172 IF NUM=15 THEN 5188
5182 LOCATE 11,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 5172
5184 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5185 LOCATE 10,9 : PRINT "                ┌   K  ┐½          ┌ 6000 N/m ┐½"
5186 LOCATE 11,9 : PRINT "Wn = │ - │   = │ -------- │ = 15 rad/seg"
5187 LOCATE 12,9 : PRINT "     └   m  ┘     └   25 Kg  ┘ " :  GOTO 5189
5188 LOCATE 11,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+7 :
     GOSUB 36100
5189 LOCATE 14,7 : PRINT "Integrando por partes :" :PRINT
5190 PRINT "⌠t  -&*Wn*t                    ┌  1   -&*Wn*(t-τ)                 ⌠t"
5191 PRINT "│  e       Sen Wd(t-τ) = │ -- e           Cos Wd(t-τ) │    -"
5192 PRINT "⌡0                         └  Wd                       ⌡0"
5193 LOCATE 19,33 : PRINT "&*Wn ⌠t  -&*Wn*(t-τ)"
5194 LOCATE 20,33 : PRINT "---- │  e          Cos Wd*(t-τ) dτ"
5195 LOCATE 21,33 : PRINT " Wd  ⌡0"
5196 LOCATE 23,7 : PRINT "Integre por partes la última integral."
5198 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 5104,5003
5200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
5202 PRINT "⌠t  -&*Wn*t                    ┌  1   -&*Wn(t-τ)"
5204 PRINT "│  e       Sen Wd(t-τ) = │ -- e          Cos Wd(t-τ)  +"
5206 PRINT "⌡0                         └  Wd"
```

```
5208 LOCATE  4,28 : PRINT "&*Wn   -&*Wn(t-τ)              ]t"
5210 LOCATE  5,28 : PRINT "----  e          Sen Wd(t-τ)  ]   -"
5212 LOCATE  6,28 : PRINT " Wd²                          ]0"
5214 LOCATE  7,28 : PRINT "&²*Wn² ∫t  -&*Wn(t-τ)"
5216 LOCATE  8,28 : PRINT "------ |  e          Cos Wd(t-τ) dτ"
5218 LOCATE  9,28 : PRINT "  Wd² ]0" :PRINT : PRINT
5220 PRINT "Wd² + &²*Wn² ∫t  -&*Wn*t              1     -&*Wn*t  Cos Wd*t  &*W";
     : PRINT "n*Sen Wd*t"
5222 PRINT "------------ |  e       Sen Wd(t-τ) = -- - e       ( -------- - --";
     : PRINT "---------- |"
5224 PRINT "    Wd²      ]0                        Wd                Wd        ";
     : PRINT "   Wd²"
5228 LOCATE 17,7 :PRINT "Calcule el valor del factor de amortiguamiento"
5232 LOCATE 19,9 :PRINT "& ="
5234 F=19 : C=13 : A=3 : GOSUB 36000
5270 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5284
5272 IF NUM<.16667*.98 OR NUM>.16667*1.02 THEN 5282 ELSE 5288
5282 LOCATE 22,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 5272
5284 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5285 LOCATE 21,9 : PRINT "      c             100 kg/seg"
5286 LOCATE 22,9 : PRINT "& = ------  =  --------------------  = ,17 "
5287 LOCATE 23,9 : PRINT "    2*m*Wn     2*25 Kg*15.5 rad/seg" :  GOTO 5298
5288 LOCATE 22,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+7 :
     GOSUB 36100
5298 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 5104,5003
5300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25 : GOSUB 35000
5302 PRINT "                                  -&*Wn*t "
5304 PRINT "∫t  -&*Wn*t             Wd - e       [ &*Wn*Sen Wd*t + Wd*Cos Wd*t";
     : PRINT "t ]"
5306 PRINT "|  e       Sen Wd(t-τ) = ----------------------------------------";
     : PRINT "---"
5308 PRINT "]0                                    (&*Wn)²  +  Wd²"
5310 LOCATE 7,7 :PRINT "Calcule el valor de la frecuencia amortiguada"
5312 LOCATE 9,9 :PRINT "Wd (rad/seg) ="
5314 F=9 : C=24 : A=3 : GOSUB 36000
5370 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 5384
5372 IF NUM<14.7902*.997 OR NUM>14.7902*1.003 THEN 5382 ELSE 5388
5382 LOCATE 12,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" ; GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 5372
5384 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5385 LOCATE 11,9 : PRINT "                  %                  %"
5386 LOCATE 12,9 : PRINT "Wd = Wn*(1 - &²)  = 15.5*(1 - .13²)  = 14.8 rad/seg"
     : PRINT : GOTO 5390
5388 LOCATE 12,9 : PRINT "Congratulaciones           " : PRINT : NOTA=NOTA+7 :
     GOSUB 36000
5390 PRINT "                 Fo  ∫t   -&*Wn*(t-τ)"
5391 PRINT "Ya que   x(t) = ---- |   e          Sen Wd*(t-τ) dτ"
5392 PRINT "               m*Wd ]0" : PRINT
5393 PRINT "                      -&*Wn*t "
5394 PRINT "          Fo  [ Wd - e       ( &*Wn*Sen Wd*t + Wd*Cos Wd*t ) ]"
5395 PRINT "  x(t) = ---- | ------------------------------------------- |"
5396 PRINT "         m*Wd [                    (&*Wn)²  +  Wd²           ]"
5397 PRINT : PRINT "    Reemplace valores y halle x(1.5)"
```

```
5398 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 5104,5003
5400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-25
5402 PRINT "                              -.17*15*1.5"
5406 PRINT "       25     [ 14.8 - e                [.17*15*Sen(14.8*1.5) + 14.8*Cos(";
     : PRINT "14.8*1.5) ] [ "
5408 PRINT "x = ------- | ------------------------------------------------------";
     : PRINT "---------- |"
5410 PRINT "    28*14.8 L                                    (.17*15)² + (14.8)²      ";
     : PRINT "           ]" :PRINT :PRINT
5412 PRINT "      Verificar que las unidades son compatibles." : PRINT :PRINT
5414 PRINT "                        x(1.5) = .144172 m" :PRINT :PRINT
5416 PRINT "                        x(1.5) = 144,172 mm"
5422 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
```

3.3.5 Listado Programa "VIBRAPP5"

```
10 NPR=0 : NPRF=5
12 CLS : KEY OFF : SCREEN 0,0 : OPT=2 : T=1 : N2=1
14 IF NPR>=NPRF THEN 100
16 LOCATE  2,16 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
18 LOCATE  3,16 : PRINT "VIBRACION LIBRE CON n GRADOS DE LIBERTAD"
20 LOCATE  4,16 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
21 LOCATE  8,20 : PRINT "TIENE UD."; NPRF-NPR; : PRINT "PROBLEMA";
22 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
23 PRINT " PROPUESTO";
24 IF NPRF-NPR = 1 THEN PRINT " "; ELSE PRINT "S";
25 LOCATE 12,21 : PRINT "PRESIONE:  1. PARA CONTINUAR"
26 LOCATE 14,32 : PRINT "2. PARA SALIR"
28 GOSUB 15000
29 ON O GOTO 98
30 CLS : LOCATE 23,23 : PRINT " Ingrese diskette # 1 "
31 LOCATE 25,14 : PRINT " Presione una tecla cuando este listo ";
32 LOCATE 25,53,1 : M$=INKEY$
33 IF M$="" THEN 32
34 OPEN "r",1,"cambiar",1
36 FIELD 1, 1 AS O$
38 GET # 1, 1
40 IF O$="1" THEN 96
42 BEEP : BEEP : BEEP : LOCATE 21,30 : PRINT "¥ ERROR ¥";
44 LOCATE 23,12 : PRINT "Verifique que el diskette # 1 esté en el drive A";
46 CLOSE 1 : GOTO 32
96 RUN "VIBRA"
98 NPR=NPR+1 : ON NPR GOTO 1000,2000,4000,5000,6000
100 CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80
102 LOCATE 15,22 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
104 LOCATE 17,22 : PRINT "      ESE FUE EL ULTIMO PROBLEMA      "
106 LOCATE 19,22 : PRINT "¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥¥"
108 COLOR 0,7:LOCATE 25,28:PRINT "PRESIONE ENTER PARA SALIR"; : COLOR 7,0
110 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
112 IF E$="" THEN 110
114 IF ASC(E$)=13 THEN 30
116 GOTO 110
1000 GOSUB 17000
1002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP1=110.988 : RESP2=70.226
1004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
1005 PRINT "       Determinese las dos frecuencias naturales para una"
1006 PRINT "       barra larga de masa m, soportada por dos resotes, "
1007 PRINT "       cada uno de los cuales tiene rigidez K; como lo "
1008 PRINT "       muestra la figura."
1009 LOCATE 7,19 : PRINT "////////////////////////////////"
1010 LINE (138,55)-(376,55) : LINE (146,97)-(378,100),,B : PSET (262,98)
1011 X=147 : Y=55 : GOSUB 42000 : X=328 : Y=55 : GOSUB 42000
1012 LINE (146,114)-(328,114) : LINE (262,112)-(262,116)
1013 LINE (328,112)-(328,116) : LINE (146,112)-(146,116)
1014 LOCATE 12,7 : PRINT "K = 30 N/mm"
1015 LOCATE 14,7 : PRINT "m = 10 Kg"
```

```
1018 LOCATE 14,26 : PRINT "a" : LOCATE 14,37 : PRINT "a/4"
1019 LOCATE 10,22 : PRINT "K" : LOCATE 10,39 : PRINT "K" : LOCATE 12,34 :
     PRINT "c"
1022 GOSUB 15300
1024 ON 0 GOTO 1026,1100,25000
1026 ALT=0 : GOSUB 19300 : GOSUB 19500
1028 IF ALT=0 THEN  GOTO 1032
1030 IF X=0 THEN 1004 ELSE 1026
1032 GOSUB 19306 : GOSUB 19520
1034 IF X=0 THEN 1004
1036 LOCATE 17,15 : PRINT SPACE$(42) : LOCATE 20,19 : PRINT SPACE$(33) :
     GOTO 1032
1100 REM
1102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
1104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
1106 IF AY<> 0 THEN ON AY GOTO 1200,1300,1400,1500
1108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1109 N2=2 : SCREEN 2
1110 LOCATE 7,14 : PRINT "0" : LOCATE 5,24 : PRINT "x"
1112 LINE (90,46)-(254,66) : LINE -(254,62) : LINE -(90,42) : LINE -(90,46)
1116 LINE (90,28)-(260,28),,,&HCCCC : LINE (90,54)-(260,54),,,&HCCCC
1118 LINE (172,28)-(172,54),,,&HCCCC
1120 LOCATE 3,13 :PRINT "K*(x-a*0/2)" :LOCATE 5,29 : PRINT "Frx"
1128 X=90 : Y=42 : GOSUB 41000 : X=217 : Y=57 : GOSUB 41000
1170 LOCATE 14,9 : PRINT "Ingrese el valor de la fuerza en el resorte x"
1172 LOCATE 16,13: PRINT "Frx = K*"
1176 F=16 : C=21 : NMAX=9 : A=2 : GOSUB 36000
1178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1184
1180 IF W$="(x+a/4*0)" OR W$="(x+a*0/4)" OR W$="(x+0*a/4)" OR W$="(0*a/4+x)"
     OR W$="(a/4*0+x)" OR W$="(a*0/4+x)" OR W$="(X+a/4*0)" OR W$="(X+a*0/4)"
     OR W$="(X+0*a/4)" OR W$="a*0/4+K*x" OR W$="x+K*a*0/4" OR W$="(x+a0/4) "
     THEN 1188
1181 IF W$="(a0/4+x) " OR W$="(x+a.0/4)" OR W$="(0*a/4+X)" OR W$="(0a/4+x) "
     THEN 1188
1182 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1180
1184 LOCATE F,13 : PRINT "Lo siento            " : GOSUB 36100
1186 LOCATE 18,9 : PRINT "Frx = K*(x+a*0/4)          " : GOTO 1190
1188 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1190 LOCATE 20,4 : PRINT "Suma Fx -->   -K*(x-a*0/2) - K*(x+a*0/4) = m*(d2x/dt2)
     "
1192 LOCATE 22,9 : PRINT "Ahora encuentre la segunda ecuacion de movimiento"
1194 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1202 N2=2 : SCREEN 2
1210 LOCATE 7,14 : PRINT "0" : LOCATE 5,24 : PRINT "x"
1212 LINE (90,46)-(254,66) : LINE -(254,62) : LINE -(90,42) : LINE -(90,46)
1216 LINE (90,28)-(260,28),,,&HCCCC : LINE (90,54)-(260,54),,,&HCCCC
1218 LINE (172,28)-(172,54),,,&HCCCC
1220 LOCATE 3,13 :PRINT "K*(x-a*0/2)" :LOCATE 5,29 : PRINT "K*(x+a*0/4)"
1228 X=90 : Y=42 : GOSUB 41000 : X=217 : Y=57 : GOSUB 41000
1260 LOCATE 12,1  : PRINT "Suma Mc -->  - K*(x+a*0/2)*a/2 - K*(x+a*0/4)*a/4 = ";
     : PRINT "I*(d20)/dt2)"
```

```
1262 LOCATE 14,9  : PRINT "Ingrese el momento de inersia Ic"
1263 LOCATE 16,13 : PRINT "Ic = "
1264 F=16 : C=18 : NMAX=10 : A=2 : GOSUB 36000
1266 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1284
1268 IF W$="m*a^2/12  " OR W$="a^2*m/12  " OR W$="a^2*m*1/12" THEN 1288
1270 IF W$="m*A^2/12  " OR W$="A^2*m/12  " OR W$="a^2*M/12  " THEN 1288
1272 IF W$="(m*a^2)/12" OR W$="(a^2*m)/12" OR W$="(1/12)ma^2" THEN 1288
1274 IF W$="(ma^2)/12 " OR W$="(m.a^2)/12" OR W$="(1/12)ma^2" THEN 1288
1276 IF W$="(m/12)a^2 " OR W$="(m/12)*a^2" OR W$="(m/12).a^2" THEN 1288
1278 IF W$="(m.a^2)/12" OR W$="ma^2/12   " OR W$="a^2.m./12 " THEN 1288
1282 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1268
1284 LOCATE F,9  : PRINT "Lo siento          " : GOSUB 36100
1286 LOCATE 18,9 : PRINT "Ic = m*a^2/12              " : GOTO 1290
1288 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1290 LOCATE 20,9 : PRINT "Determine las fracciones modales y la ecuacion de"
1292 LOCATE 21,9 : PRINT "frecuencias."
1294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
1302 PRINT "     Las dos ecuaciones de movimiento son :" :PRINT : PRINT
1304 PRINT "             - 2*K*x + K*a*0/4 = m(d2x/dt2)" : PRINT
1306 PRINT "     - K*a*x/4 - (5/16)*a^2*0  =  (1/12)*m*a^2*(d20/dt2)" : PRINT :
     PRINT
1308 PRINT "     Haciendo  x = X*Sen(wt)  y  0 ="; : COLOR 15 : PRINT " 0"; :
     COLOR 7 : PRINT "*Sen(w*t)  complete las" :PRINT "     ecuaciones": PRINT
1310 PRINT :PRINT "           (8*K - 4*m*w^2) X  =  K*a*"; :COLOR 15 :PRINT "0"
     : COLOR 7
1312 F=13: C=20 : NMAX=7 : A=2 : GOSUB 36000
1318 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1334
1320 IF W$="4*m*w^2" OR W$="w^2*m*4" OR W$="m*w^2*4" THEN 1338
1322 IF W$="m*W^2*4" OR W$="W^2*m*4" OR W$="4*W^2*m" THEN 1338
1324 IF W$="4*m*W^2" OR W$="4mw^2  " OR W$="4m(w)^2" THEN 1338
1326 IF W$="4m(W)^2" OR W$="4*M*W^2" OR W$="4*W^2*M" THEN 1338
1328 IF W$="4.m.w^2" OR W$="w^2.m.4" OR W$="4.w^2.m" THEN 1338
1330 IF W$="4 m w^2" OR W$="w^2 m 4" OR W$="4 w^2 m" THEN 1338
1332 LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 1320
1334 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                  "
1336 LOCATE  F,C : PRINT "4*m*w^2" : GOTO 1340
1338 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
1340 LOCATE 17,24 : PRINT "12*K*X  =  (15*K*a - 4*m*a*w^2) "; :COLOR 15 : PRINT
     "0" : COLOR 7
1356 F=17 : C=36 : NMAX=6 : A=2
1358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1384
1360 IF W$="15*K*a" OR W$="15*K*A" OR W$="15*k*a" OR W$="15*a*K" THEN 1388
1362 IF W$="15*k*A" OR W$="15*A*K" OR W$="15aK  " OR W$="15*a*k" THEN 1388
1364 IF W$="a*K*15" OR W$="A*K*15" OR W$="K*15*a" OR W$="a*15*K" THEN 1388
1366 IF W$="15ka  " OR W$="15KA  " OR W$="15Ka  " OR W$="15*A*K" THEN 1388
1370 IF W$="15.K.a" OR W$="15.K*A" OR W$="15.k.a" OR W$="15.a.K" THEN 1388
1372 IF W$="15 K a" OR W$="15 a K" OR W$="15 K A" OR W$="15 k a" THEN 1388
```

```
1382 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 1360
1384 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1386 LOCATE F,C  : PRINT "15¥K¥a" : GOTO 1390
1388 LOCATE 19,6 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1390 LOCATE 21,6 : PRINT "Determine entonces la  fracciones modales, y luego"
1392 LOCATE 22,6 : PRINT "la ecuación de frecuencias."
1394 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
1422 LOCATE 1,9 : PRINT "(8¥K - 4¥m¥w²) X  = K¥a¥"
1424 LOCATE 3,9 : PRINT "          12¥K¥X  = (15¥K¥a - 4¥m¥a¥w^2) "
1426 LOCATE 7,9 : PRINT "X        K¥a          15¥K¥a - 4¥m¥a¥w^2"
1428 LOCATE 8,9 : PRINT "-  =  ----------- = ------------------"
1430 LOCATE 9,9 : PRINT "      8¥K - 4¥m¥w²           12¥K"
1432 COLOR 15 : LOCATE 1,34 : PRINT "0" : LOCATE 3,50 : PRINT "0" : LOCATE 9,9
     : PRINT "0" : COLOR 7
1434 LOCATE 12,6: PRINT "Complete entonces la ecuación de frecuencias simplifi";
     : PRINT "cada:"
1436 LOCATE 15,9: PRINT "4¥m²¥w^4 - 23¥K¥m¥w² + 27¥K²"
1438 F=15 : C=20 : NMAX=6 : A=2 : GOSUB 36000
1440 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 1484
1460 IF W$="23¥K¥m" OR W$="23¥K¥m" OR W$="23¥k¥m" OR W$="23¥m¥K" THEN 1488
1462 IF W$="23¥k¥M" OR W$="23¥M¥K" OR W$="23mK  " OR W$="23¥m¥k" THEN 1488
1464 IF W$="m¥K¥23" OR W$="M¥K¥23" OR W$="K¥23¥m" OR W$="m¥23¥K" THEN 1488
1466 IF W$="23km  " OR W$="23KM  " OR W$="23Km  " OR W$="23¥M¥K" THEN 1488
1470 IF W$="23.K.m" OR W$="23.K¥M" OR W$="23.k.m" OR W$="23.m.K" THEN 1488
1472 IF W$="23 K m" OR W$="23 m K" OR W$="23 K M" OR W$="23 k m" THEN 1488
1474 IF W$="K¥23¥m" OR W$="k¥23¥m" OR W$="23(km)" OR W$="23(KM)" THEN 1488
1476 IF W$="23(Km)" THEN 1488
1482 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 1460
1484 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
1486 LOCATE F,C  : PRINT "23¥K¥m" : GOTO 1490
1488 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
1490 LOCATE 20,6 : PRINT "Reemplace  K = 30 N/mm , m = 10 Kg ; resuelva la"
1492 LOCATE 21,6 : PRINT "ecuación de frecuencias y halle las dos frecuen-"
1494 LOCATE 22,6 : PRINT "cias naturales."
1496 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 1104,1004
1500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
1504 LOCATE  1,9: PRINT "4¥m²¥w^4 - 23¥K¥m¥w² + 27¥K²"
1506 LOCATE  3,47: PRINT "½"
1508 LOCATE  4,9 : PRINT "     23¥K¥m ± [ (23² - 4¥4¥27) K²¥m² ] "
1510 LOCATE  5,9 : PRINT "w² = ------------------------------------"
1512 LOCATE  6,9 : PRINT "                    2¥4¥m² "
1514 LOCATE  8,9 : PRINT "           K                          K "
1516 LOCATE  9,9 : PRINT "wn1² = 4.1 ¥-          wn2² = 1.64 ¥- "
1518 LOCATE 10,9 : PRINT "           m                          m "
1520 LOCATE 12,9 : PRINT "              K ½              30000 ½          rad"
1522 LOCATE 13,9 : PRINT "wn1 = [ 4.1 ¥- ]  = [ 4.1¥------ ]  = 110.9 ---"
```

```
1524 LOCATE 14,9 : PRINT "      L      m ]     L       10 ]          seg"
1526 LOCATE 17,9 : PRINT "              K  ½                 ½          rad"
1528 LOCATE 18,9 : PRINT "Wn2 = [ 1.64 *-  ] = [ 1.64*----- ]  = 70.14 ---"
1530 LOCATE 19,9 : PRINT "              m  ]     10 ]                    seg"
1540 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
2000 GOSUB 17000
2001 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP1=-.408227 : RESP2=2.4492
2002 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
2003 PRINT "       Determinese las frecuencias naturales y las formas de"
2004 PRINT "       modo o fracciones modales para el sistema representa-"
2005 PRINT "       do, las masas del embolo y el pendulo valen 5 Kg.  El"
2006 PRINT "       resorte tiene una constante de 400 N/m y el pendulo "
2007 PRINT "       tiene una longitud de 0.25 m"
2008 LOCATE  7,18 : PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / /"
2009 LOCATE 10,18 : PRINT "/ / / / / / / / / / / / / / /"
2010 FOR I=8 TO 9 : LOCATE I,18 : PRINT "/" : NEXT I
2011 LINE (366,55)-(142,55) : LINE -(142,72) : LINE-(366,72)
2012 X=142 : Y=63 : GOSUB 37000
2013 LINE (258,55)-(322,72),,B
2014 LINE (290,63)-(308,113) :LINE -(310,113) :LINE -(292,63) : LINE -(290,63)
2015 FOR I=1 TO 7  STEP .5 : CIRCLE (309,113),I : NEXT I
2016 X=322 : Y=63  : GOSUB 40000
2017 X=320 : Y=113 : GOSUB 40000
2018 LOCATE 8,49 : PRINT "x1" : LOCATE 15,48 : PRINT "x2"
2019 LINE (290,63)-(290,130),,,&HCCCC
2020 LOCATE 12,37 : PRINT "0"
2022 GOSUB 15300
2024 ON G GOTO 2026,2100,25000
2026 ALT=0 : GOSUB 19200 : GOSUB 19500
2028 IF ALT=0 THEN  GOTO 2032
2030 IF X=0 THEN 2002 ELSE 2026
2032 GOSUB 19208 : GOSUB 19520
2034 IF X=0 THEN 2002
2036 LOCATE 17,15 : PRINT SPACE$(42) : LOCATE 20,19 : PRINT SPACE$(33) :
     GOTO 2032
2100 REM
2102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
2104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
2106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 2200,2300,2400,2500
2108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
2113 LINE (178,14)-(242,31),,B
2114 LINE (210,22)-(228,72) :LINE -(230,72) :LINE -(212,22) : LINE -(210,22)
2115 FOR I=1 TO 7 STEP .5 : CIRCLE (229,72),I : NEXT I
2116 X=242 : Y=22 : GOSUB 40000
2117 X=240 : Y=72 : GOSUB 40000
2118 LOCATE 3,38 : PRINT "m*(d2x1/dt2)" : LOCATE 10,38 : PRINT "m*(d2x2/dt2)"
2120 LOCATE 3,13 : PRINT "K*x1" : LOCATE 3,26 : PRINT "0"
2122 X=178 : Y=23 : GOSUB 39000
2170 LOCATE 13,9 : PRINT "Aplicando la ley de Newton, complete la "
2172 LOCATE 14,9 : PRINT "ecuacion de movimiento "
2174 LOCATE 17,9 : PRINT "Suma Fx -->   -K*x1 = m*(d2x1/dt) + m*(d2x2/dt2)"
2176 F=17 : C=23 : NMAX=5 : A=3 : GOSUB 36000
2178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2184
```

```
2180 IF W$="-K$x1" OR W$="-K$X1" OR W$="-k$x1" OR W$="-k$X1"OR W$="-x1$K" OR
     W$="-X1$K" OR W$="-x1$k" OR W$="-X1$k" THEN 2188
2182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2180
2184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
2186 LOCATE F,C  : PRINT "-K$x1" : GOTO 2190
2188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2190 LOCATE 22,9 : PRINT "Plantee Suma de momentos alrededor de O"
2192 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 2104,2002
2200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20
2202 N2=2 : SCREEN 2
2213 LINE (178,6)-(242,23),,B
2214 LINE (210,14)-(228,64) :LINE -(230,64) :LINE -(212,14) : LINE -(210,14)
2215 FOR I=1 TO 7 STEP .5 : CIRCLE (229,64),I : NEXT I
2216 X=242 : Y=14 : GOSUB 40000
2217 X=240 : Y=64 : GOSUB 40000
2218 LOCATE 2,38 : PRINT "m$(d2x1/dt2)" : LOCATE 9,38 : PRINT "m$(d2x2/dt2)"
2220 LOCATE 2,13 : PRINT "K$x1" : LOCATE 2,26 : PRINT "O"
2222 X=178 : Y=15 : GOSUB 39000
2224 X=229 : Y=64 : GOSUB 38000
2226 LOCATE 11,26 : PRINT "m$g"
2250 LOCATE 13,9 : PRINT "Tomando momentos alrededor de O, complete la "
2252 LOCATE 14,9 : PRINT "la ecuacion de movimiento "
2254 LOCATE 17,1 : PRINT "Suma Mo --> -              = m$(d2x2/dt2)$l$Cos(0) ";
     : PRINT " + m$(d2y2/dt2)$l$Sen(0)"
2256 F=17 : C=16 : NMAX=12 : A=3 : GOSUB 36000
2258 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2284
2260 IF W$="m$g$l$Sen0  "OR W$="m$g$l$Sen 0 "OR W$="m$g$l$Sen(0)" THEN 2288
2261 IF W$="m$g$L$Sen0  "OR W$="m$g$L$Sen 0 "OR W$="m$g$L$Sen(0)" THEN 2288
2262 IF W$="M$G$L$SEN0  "OR W$="M$G$L$SEN 0 "OR W$="M$G$L$SEN(0)" THEN 2288
2264 IF W$="M$G$L$Sen0  "OR W$="M$G$L$Sen 0 "OR W$="M$G$L$Sen(0)" THEN 2288
2266 IF W$="mgl Sen0    "OR W$="mgl Sen 0   "OR W$="mgl Sen(0)  " THEN 2288
2268 IF W$="MGL SEN(0)  "OR W$="MGL SEN 0   "OR W$="mgLSEN0     " THEN 2288
2270 IF W$="m.g.l.Sen0  "OR W$="m.g.l.Sen 0 "OR W$="m.g.l.Sen(0)" THEN 2288
2272 IF W$="M.G.L.SEN0  "OR W$="M.G.L.SEN 0 "OR W$="M.G.L.SEN(0)" THEN 2288
2274 IF W$="l$m$g$Sen0  "OR W$="l$m$g.Sen 0 "OR W$="l$m$g$Sen(0)" THEN 2288
2275 IF W$="m g l Sen0  "OR W$="m g l Sen(0)"OR W$="m g l Sen 0 " THEN 2288
2276 IF W$="M G L Sen0  "OR W$="M G L Sen(0)"OR W$="M G L Sen 0 " THEN 2288
2277 IF W$="m$g(l$Sen0) "OR W$="m$g$(lSen0) "OR W$="(Sen0)mgl   " THEN 2288
2278 IF W$="mgL(Sen0)   "OR W$="m$g$l$(Sen0)"OR W$="mg(lSen 0)  " THEN 2288
2280 IF W$="m$g$Sen0$l  "OR W$="m$g$l$sen 0 "OR W$="m$g$l$sen(0)" THEN 2288
2282 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2260
2284 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
2286 LOCATE F,C  : PRINT "m$g$l$Sen(0)" : GOTO 2290
2288 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2290 LOCATE 22,9 : PRINT "Ahora relacione O con x1 y x2 "
2292 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
2310 LINE (172,3)-(212,3) : LINE (172,52)-(238,52)
2312 LINE (172,3)-(172,52),,,&HCCCC
```

```
2314 LINE (212,3)-(238,52),,,&HCCCC : LINE (212,3)-(212,52),,,&HCCCC
2316 LOCATE 2,24 : PRINT "x1"; LOCATE 8,26 : PRINT "x2"
2318 LOCATE 4,30 : PRINT "1" : LOCATE 3,28 : PRINT "0"
2350 LOCATE 10,9 : PRINT "Del grafico complete la ecuacion para x2"
2354 LOCATE 12,12: PRINT "x2 = x1 +"
2356 F=12 : C=22 : NMAX=8 : A=2 : GOSUB 36000
2358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 2384
2368 IF W$="1*Sen0  " OR W$="1*Sen 0 " OR W$="1*Sen(0)" THEN 2388
2370 IF W$="L*SEN0  " OR W$="L*SEN 0 " OR W$="L*SEN(0)" THEN 2388
2372 IF W$="L*Sen0  " OR W$="L*Sen 0 " OR W$="L*Sen(0)" THEN 2388
2374 IF W$="L Sen0  " OR W$="L Sen 0 " OR W$="1 Sen0  " THEN 2388
2375 IF W$="1 Sen(0)" OR W$="1.Sen 0 " OR W$="1.Sen0  " THEN 2388
2376 IF W$="1Sen0   " OR W$="1.Sen(0)" OR W$="1Sen(0) " THEN 2388
2377 IF W$="1 Sen 0 " OR W$="L Sen(0)" OR W$="LSen0   " THEN 2388
2378 IF W$="L.SEN0  " OR W$="L.SEN 0 " OR W$="L.SEN(0)" THEN 2388
2380 IF W$="(Sen0)*1" OR W$="(Sen0)1 " OR W$="(Sen0)*L" THEN 2388
2381 IF W$="(Sen0)L " OR W$="(Sen0)L " OR W$="(Sen0)*L" THEN 2388
2382 LOCATE 14,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 2368
2384 LOCATE 14,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
2386 LOCATE F,C  : PRINT "1*Sen(0)" : GOTO 2390
2388 LOCATE 14,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
2390 LOCATE 16,9 : PRINT "1*Sen(0) = x2 - x1   ;  y2 = 1*Cos(0)"
2392 LOCATE 18,9 : PRINT "Para pequenos desplazamientos  Cos(0) = 1"
2394 LOCATE 20,9 : PRINT "d2y2/dt2 = 0  ; La segunda ecuacion es :"
2396 LOCATE 22,9 : PRINT "-m*g*x2 + m*g*x1 = m*l*(d2x2/dt2)  "
2398 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2004
2400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
2410 LOCATE 1,9 : PRINT "Las dos ecuaciones de movimiento son entonces :"
2412 LOCATE 3,9 : PRINT "-K*x1 = m*(d2x1/dt2) + m*(d2x2/dt2)"
2418 LOCATE 4,9 : PRINT "g*x2 + g*x1 = l*(d2x2/dt2)   "
2420 LOCATE 6,9 : PRINT "Haciendo  x1 = X1*Sen(w*t)  y  x2 = X2*Sen(w*t) :"
2422 LOCATE 8,9 : PRINT "(K - m*w² ) X1 = (m*w²) X2"
2424 LOCATE 9,9 : PRINT "      ( g ) X1 = (g - l*w² ) X2"
2426 LOCATE 11,9: PRINT "X2     K - m*w²        g    "
2428 LOCATE 12,9: PRINT "--  =  --------  =  --------"
2430 LOCATE 13,9: PRINT "X1       m*w²       g - l*w²"
2432 LOCATE 15,1: PRINT "Halle la ecuación de frecuencias e ingrese las dos fr";
     :PRINT "ecuencias naturales"
2434 RP1=11.627 : RP2=4.816
2440 LOCATE 17,9: PRINT "Wn1(rad/seg) = "
2442 F=17 : C=24 : A=3 : GOSUB 36000
2444 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2451
2446 IF NUM > .995*RP1 AND NUM <1.005*RP1 THEN RC1=RP1 : GOTO 2458
2449 IF NUM > .995*RP2 AND NUM <1.005*RP2 THEN RC1=RP2 : GOTO 2458
2450 BEEP : LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22000 :
     IF G=0 THEN 2446
2451 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento :     "
2452 LOCATE 17,25: PRINT "m*l*w^4 - (K*l + 2*m*g) w² + K*g = 0"
2453 LOCATE 18,25: PRINT "1.25*w^4 - 198*w² + 3920 = 0 "
2454 LOCATE 20,9 : PRINT SPACE$(27)
2455 LOCATE 19,25: PRINT "wn1² = 135.2             Wn2² = 23.2"
```

```
2456 LOCATE 21,25: PRINT "wn1  = 11.63 rad/seg      Wn2  = 4.816 rad/seg" :
     GOTO 2480
2458 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
2459 LOCATE 17,38: PRINT "Wn2(rad/seg) = "
2460 F=17 : C=53 : A=2
2462 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 2464
2464 IF RC1=RP1 THEN RC=RP2 ELSE RC=RP1
2466 IF NUM < .995*RC OR NUM >1.005*RC THEN GOTO 2468 ELSE 2474
2468 BEEP : LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 2466
2470 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  ": : GOSUB 36100
2472 LOCATE F,53 : PRINT RC : GOTO 2480
2474 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     : GOSUB 36100
2480 LOCATE 23,1 : PRINT "Reemplace c/u de las frecuencias y halle las fracci";
     : PRINT "ones modales."
2498 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 2104,2002
2500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000 : PRINT
2552 PRINT "          X2   K - m*w²    400 - 5*(11.627)²"
2554 PRINT "    X^1 = -- = -------- = ----------------  = - 0.408"
2556 PRINT "          X1      m*w²       5*(11.627)² " : PRINT : PRINT
2558 PRINT "          X2   K - m*w²    400 - 5*(11.627)²"
2560 PRINT "    X^2 = -- = -------- = ----------------  =   2.45"
2562 PRINT "          X1      m*w²       5*(11.627)² " : PRINT : PRINT
2564 PRINT "    Iguales resultados se hubieran obtenido reemplazando en :" :
     PRINT : PRINT
2566 PRINT "           X2       g     "
2568 PRINT "           -- = ----------"
2570 PRINT "           X1   g - l*wn²"
2572 LOCATE 8,68 : PRINT USING "##:##";M;S
2580 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
4000 GOSUB 17000
4002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP1=-1 : RESP2=1
4004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
4005 PRINT "       Determinar las dos fracciones modales del sistema de"
4006 PRINT "       dos masas mostrado, ambas masas se mueven solo ver-"
4007 PRINT "       ticalmente; no se considere rotacion de la masa in-"
4008 PRINT "       ferior."
4009 X=174 : Y=78 : GOSUB 38000 : X=324 : Y=112 : GOSUB 38000
4010 LINE (152,78)-(195,78),,,&HCCCC  : LINE (302,112)-(346,112),,,&HCCCC
4011 LOCATE 6,23 : PRINT "////////////////////"
4014 LINE (172,47)-(333,47) : X=216 : Y=47 : GOSUB 42500 : Y=84 : GOSUB 42500
4015 LINE (196,72)-(236,84),,B : X=290 : Y=57 : GOSUB 42000
4018 LOCATE 8,30: PRINT "K" :LOCATE 13,30 :PRINT "K" :LOCATE 10,39 :PRINT "K"
4019 LOCATE 10,31:PRINT "m" :LOCATE 15,25 :PRINT "m"
4020 LINE (290,47)-(290,57) : LINE (290,99)-(290,108)
4021 LINE (204,109)-(302,115),,B
4022 LOCATE 13,20 : PRINT "x2" : LOCATE 17,43 : PRINT "x1"
4023 GOSUB 15300
4024 ON G GOTO 4026,4100,25000
4026 ALT=0 : GOSUB 19200 : GOSUB 19500
4028 IF ALT=0 THEN  GOTO 4032
4030 IF X=0 THEN 4004 ELSE 4026
```

```
4032 GOSUB 19208 : GOSUB 19520
4034 IF X=0 THEN 4004
4036 LOCATE 17,15 : PRINT SPACE$(42) : LOCATE 20,19 : PRINT SPACE$(33) :
     GOTO 4032
4100 REM
4102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
4104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
4106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 4200,4300,4400,4500
4108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4110 X=216 : Y=40 : GOSUB 41000 : X=216 : Y=52 : GOSUB 38000
4111 LOCATE 3,30 : PRINT "K*x2" : LOCATE 10,30 :PRINT "K*(x1-x2)"
4112 LINE (152,46)-(195,46),,,&HCCCC : LOCATE 9,20 : PRINT "x2"
4113 X=174 : Y=46 : GOSUB 38000
4115 LINE (196,40)-(236,52),,B
4170 LOCATE 13,9 : PRINT "Aplicando la ley de Newton, complete la "
4172 LOCATE 14,9 : PRINT "ecuacion de movimiento "
4174 LOCATE 17,9 : PRINT "Suma Fx .-->   -K*x2 + K*(x1-x2) = m*(d2x2/dt2)"
4176 F=17 : C=31 : NMAX=9 : A=3 : GOSUB 36000
4178 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4184
4180 IF W$="K*(x1-x2)" OR W$="k*(x1-x2)" OR W$="k(x1-x2) " OR W$="K(x1-x2) "
     OR W$="(x1-x2)*K" OR W$="K.(x1-x2)" OR W$="k.(x1-x2)" OR W$="(x1-x2)*k"
     THEN 4188
4182 LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4180
4184 LOCATE 20,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4186 LOCATE F,C  : PRINT "K*(x1-x2)" : GOTO 4190
4188 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4190 LOCATE 22,9 : PRINT "Haga el diagrama de cuerpo libre para la segunda ";
     : PRINT "masa."
4192 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
4210 LINE (202,44)-(300,50),,B
4212 X=214 : Y=44 : GOSUB 41000 : X=288 : Y=44 : GOSUB 41000
4214 LOCATE 3,18 : PRINT "K*(x1-x2)" : LOCATE 3,38 : PRINT "Frx"
4216 LINE (303,47)-(347,47),,,&HCCCC
4218 X=325 : Y=47 : GOSUB 38000
4220 LOCATE 9,43 : PRINT "x1"
4250 LOCATE 12,9 : PRINT "Ingrese el valor de la fuerza en el resorte x"
4254 LOCATE 14,12: PRINT "Frx = "
4256 F=14 : C=18 : NMAX=4 : A=2 : GOSUB 36000
4258 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4284
4268 IF W$="K*x1" OR W$="K*X1" OR W$="k*x1" OR W$="k*X1" OR W$="x1*K" OR
     W$="X1*K" OR W$="x1*k" OR W$="X1*k" OR W$="K.x1" OR W$="k.x1" THEN 4288
4282 LOCATE 16,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4268
4284 LOCATE F,12 : PRINT "Lo siento     " : GOSUB 36100
4286 LOCATE 16,9 : PRINT "Frx = K*x1                 " : GOTO 4290
4288 LOCATE 16,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4290 LOCATE 18,9 : PRINT "Suma Fx --> -K*(x1-x2) - K*x1 = m*(d2x1/dt2)"
4292 LOCATE 20,9 : PRINT "x1 = X1*Sen(wt)    x2 = X2*Sen(wt)   "
4294 LOCATE 22,9 : PRINT "Reemplaze y halle la fraccion modal"
```

```
4298 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4310 LOCATE 1,9 : PRINT "Las dos ecuaciones de movimiento son entonces :"
4322 LOCATE 3,9 : PRINT "(2*K - m*w²) X2 = K * X1"
4324 LOCATE 5,9 : PRINT "(2*K - m*w²) X1 = K * X2"
4325 LOCATE 7,9 : PRINT "La fracción modal será entonces :"
4326 LOCATE 9,9 : PRINT "X2        K          2*K - m*w²"
4328 LOCATE 10,9: PRINT "--  =  ----------  =  ----------"
4330 LOCATE 11,9: PRINT "X1     2*K - m*w²          K"
4332 LOCATE 13,9: PRINT "Complete entonces la ecuación de frecuencias :"
4340 LOCATE 15,9: PRINT "m*w^4 - 4*K*m*w² + 3*K²"
4356 F=15 : C=17 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
4358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4384
4360 IF W$="4*K*m" OR W$="4*K*M" OR W$="4*k*m" OR W$="4 k m" THEN 4388
4362 IF W$="4*m*K" OR W$="4*M*K" OR W$="m4K  " OR W$="4 K m" THEN 4388
4364 IF W$="m*K*4" OR W$="M*K*4" OR W$="m*4*K" OR W$="m*4*k" THEN 4388
4366 IF W$="4Km  " OR W$="4KM  " OR W$="4km  " OR W$="m4K  " THEN 4388
4370 IF W$="4.K.m" OR W$="4.K.M" OR W$="4.k.m" OR W$="4,m,K" THEN 4388
4372 IF W$="k*4*m" OR W$="k*m*4" OR W$="4KM  " OR W$="4 K M" THEN 4388
4382 LOCATE 18,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4360
4384 LOCATE 18,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
4386 LOCATE F,C  : PRINT "4*K*m" : GOTO 4390
4388 LOCATE 18,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4390 LOCATE 20,9 : PRINT "Resuelva y halle las dos frecuencias naturales, y"
4392 LOCATE 21,9 : PRINT "reemplacelas para hallar las fracciones modales. "
4394 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4420 LOCATE  2,9 : PRINT "m*w^4 - 4*K*m*w² + 3*K²"
4422 LOCATE  5,41: PRINT "K"
4424 LOCATE  6,9 : PRINT "     4*K*m ± [ (16 - 12) K²*m² ]  "
4426 LOCATE  7,9 : PRINT "w² = ------------------------------ "
4428 LOCATE  8,9 : PRINT "              2*m²  "
4430 LOCATE 11,9 : PRINT "Ingrese las dos frecuencias naturales"
4440 LOCATE 14,9: PRINT "Wn1² = 3*K/m"
4442 F=14 : C=16 : NMAX=1 : A=3 : GOSUB 36000
4444 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4451
4446 IF W$="3" THEN RC1=VAL(W$) : GOTO 4458
4449 IF W$="1" THEN RC1=VAL(W$) : GOTO 4458
4450 BEEP : LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 4446
4451 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento :        "
4452 LOCATE 16,20: PRINT "Wn1² = 3*K/m"
4456 LOCATE 18,20: PRINT "Wn2² = K/m" : GOTO 4480
4458 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5
4459 LOCATE 14,38: PRINT "Wn2² = 1*K/m"
4460 F=14 : C=45 : A=3
4462 IF RC1=3 THEN RC=1 ELSE RC=3
4464 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 4470
4466 IF VAL(W$)=RC THEN GOTO 4474
```

```
4468 BEEP : LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21000 :
     IF G=0 THEN 4466
4470 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                    " :  GOSUB 36100
4472 LOCATE F,45 : PRINT USING "#";RC : GOTO 4480
4474 LOCATE 17,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
4480 LOCATE 20,1 : PRINT "Reemplace c/u de las frecuencias y halle las fracci";
     : PRINT "ones modales."
4494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 4104,4004
4500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
4502 LOCATE 1,9 : PRINT "La fracción modal era :"
4504 LOCATE 3,9 : PRINT "X2          K           2*K - m*w²"
4506 LOCATE 4,9 : PRINT "--  =  ----------  =  ----------"
4508 LOCATE 5,9 : PRINT "X1      2*K - m*w²          K"
4510 LOCATE 7,9 : PRINT "Remmplazando las frecuencias tenemos :"
4512 LOCATE 9,9 : PRINT "       X2          K     "
4514 LOCATE 10,9: PRINT "X^1 = --  =  ----------  =  1 "
4516 LOCATE 11,9: PRINT "       X1      2*K - m*K/m"
4520 LOCATE 13,9: PRINT "       X2          K      "
4522 LOCATE 14,9: PRINT "X^2 = --  =  ----------  =  -1 "
4524 LOCATE 15,9: PRINT "       X1      2*K - m*3*K/m"
4538 LOCATE 8,68 : PRINT USING "##:##";M;S
4540 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
5000 GOSUB 17000
5002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : RESP1=8.184 : RESP2=3.39
5004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
5005 PRINT "       Determinar las dos frecuencias naturales de movimien-"
5006 PRINT "       to para un pendulo doble suponiendo que se producen "
5007 PRINT "       pequenas amplitudes."
5008 LOCATE  6,18 : PRINT "//////////////////"
5009 LOCATE 12,47 : PRINT "l = 0.5 m."
5010 LINE (130,47)-(264,47)
5012 LINE (197,47)-(229,85) : LINE -(280,117)
5014 LINE (197,47)-(197,120),,,&HCCCC : LINE (197,117)-(271,117),,,&HCCCC
5015 LINE (197,85)-(220,85),,,&HCCCC
5016 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (229,85),I : NEXT I
5018 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (280,117),I: NEXT I
5019 LOCATE 12,27 : PRINT "x1": LOCATE 16,29 : PRINT "x2"
5020 LOCATE  8,28 : PRINT "l" : LOCATE 13,34 : PRINT "l"
5021 LOCATE 11,32 : PRINT "m" : LOCATE 15,38 : PRINT "m"
5022 GOSUB 15300
5024 ON 0 GOTO 5026,5100,25000
5026 ALT=0 : GOSUB 19300 : GOSUB 19500
5028 IF ALT=0 THEN  GOTO 5032
5030 IF X=0 THEN 5004 ELSE 5026
5032 GOSUB 19306 : GOSUB 19520
5034 IF X=0 THEN 5004
5036 LOCATE 17,15 : PRINT SPACE$(42) : LOCATE 20,19 : PRINT SPACE$(33) :
     GOTO 5032
5100 REM
5102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
5104 CLS : N2=2 : SCREEN 0,0
5106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 5200,5300,5400,5500
```

```
5108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5109 LOCATE 1,18 : PRINT "/////////////////"
5110 LINE (130,7)-(264,7)
5112 LINE (197,7)-(229,45) : LINE -(280,77)
5114 LINE (197,7)-(197,80),,,&HCCCC  : LINE (197,77)-(271,77),,,&HCCCC
5115 LINE (197,45)-(220,45),,,&HCCCC
5116 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (229,45),I : NEXT I
5118 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (280,77),I : NEXT I
5119 LOCATE  7,27 : PRINT "x1": LOCATE 11,29 : PRINT "x2"
5120 LOCATE  4,26 : PRINT "01": LOCATE  8,30 : PRINT "02"
5122 LOCATE  2,24 : PRINT "A" : LOCATE  5,31 : PRINT "B"
5124 LOCATE  9,26 : PRINT "m*g" : LOCATE 13,37 : PRINT "m*g"
5126 LOCATE  6,36 : PRINT "m*(d2x1/dt2)" : LOCATE 10,43 : PRINT "m*(d2x2/dt2)"
5128 LOCATE  3,30 : PRINT "m*(d2y1/dt2)" : LOCATE  8,37 : PRINT "m*(d2y2/dt2)"
5130 X=229 : Y=45 : GOSUB 40000 : X=229 : Y=45 : GOSUB 41000
5132 X=280 : Y=77 : GOSUB 40000 : X=280 : Y=77 : GOSUB 41000
5134 X=229 : Y=47 : GOSUB 38000 : X=280 : Y=77 : GOSUB 38000
5150 LOCATE 15,9 : PRINT "Suma Momentos en B = Suma Momentos de Inersia en B"
5152 LOCATE 17,9 : PRINT "Complete la ecuacion :"
5154 LOCATE 19,1 : PRINT "- m*g*l*Sen(02)  =  m*(d2x2/dt2)*l*Cos(02) + m*(d2y";
     : PRINT "2/dt2)*l*Sen(02)""
5156 F=19 : C=3 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
5158 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5184
5160 IF W$="m*g*l" OR W$="m.g.l" OR W$="mgl  " OR W$="m*l*g" THEN 5188
5162 IF W$="mgl  " OR W$="m g l" OR W$="m.g.l" THEN 5188
5164 IF W$="M.G.L" OR W$="MGL  " OR W$="MGL  " THEN 5188
5166 IF W$="l*m*g" OR W$="lmg  " OR W$="L*m*G" THEN 5188
5170 IF W$="m g l" OR W$="M*G*L" OR W$="MGL  " OR W$="mlg  " THEN 5188
5172 IF W$="l*m*g" OR W$="l.m.g" OR W$="lmg  " OR W$="g*m*l" THEN 5188
5174 IF W$="L*G*M" OR W$="LMG  " OR W$="M G L" OR W$="g*b*l" THEN 5188
5176 IF W$="L*M*G" OR W$="M.G.L" OR W$="L M G" OR W$="l m g" THEN 5188
5182 LOCATE 21,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5160
5184 LOCATE 21,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5186 LOCATE F,C  : PRINT "m*g*l" : GOTO 5190
5188 LOCATE 21,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5190 LOCATE 23,9 : PRINT "Aplique suma de momentos alrededor de A"
5194 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5208 LOCATE 1,18 : PRINT "/////////////////"
5210 LINE (130,7)-(264,7)
5212 LINE (197,7)-(229,45) : LINE -(280,77)
5214 LINE (197,7)-(197,80),,,&HCCCC  : LINE (197,77)-(271,77),,,&HCCCC
5215 LINE (197,45)-(220,45),,,&HCCCC
5216 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (229,45),I : NEXT I
5218 FOR I=.5 TO 6 STEP .5 : CIRCLE (280,77),I : NEXT I
5219 LOCATE  7,27 : PRINT "x1": LOCATE 11,29 : PRINT "x2"
5220 LOCATE  4,26 : PRINT "01": LOCATE  8,30 : PRINT "02"
5222 LOCATE  2,24 : PRINT "A" : LOCATE  5,31 : PRINT "B"
5224 LOCATE  9,26 : PRINT "m*g" : LOCATE 13,37 : PRINT "m*g"
5226 LOCATE  6,36 : PRINT "m*(d2x1/dt2)" : LOCATE 10,43 : PRINT "m*(d2x2/dt2)"
```

```
5228 LOCATE  3,30 : PRINT "m*(d2y1/dt2)" : LOCATE  8,37 : PRINT "m*(d2y2/dt2)"
5230 X=229 : Y=45 : GOSUB 40000 : X=229 : Y=45 : GOSUB 41000
5232 X=280 : Y=77 : GOSUB 40000 : X=280 : Y=77 : GOSUB 41000
5234 X=229 : Y=47 : GOSUB 38000 : X=280 : Y=77 : GOSUB 38000
5250 LOCATE 15,9 : PRINT "Suma Momentos en A = Suma Momentos de Inersia en A"
5252 LOCATE 17,9 : PRINT "Complete la ecuacion :"
5254 LOCATE 19,1 : PRINT "- m*g*x1 - m*g*x2 = m*(d2x1/dt2)*l*Cos(01) + m*(d2y1";
     : PRINT "/dt2)*l*Sen(01) +"
5255 LOCATE 20,21: PRINT "m*(d2x2/dt2)*l*Cos(02) + m*(d2y2/dt2)*l*Sen(02) "
5256 F=19 : C=3  : NMAX=6 : A=2 : GOSUB 36000
5258 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5284
5260 IF W$="m*g*x1" OR W$="m*g*X1" OR W$="M*G*X1" THEN 5288
5262 IF W$="mgx1  " OR W$="m g x1" OR W$="m.g.x1" THEN 5288
5264 IF W$="M.G.X1" OR W$="MGX1  " OR W$="MGX1  " THEN 5288
5266 IF W$="x1*m*g" OR W$="m g X1" OR W$="X1*m*G" THEN 5288
5282 LOCATE 22,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5260
5284 LOCATE 22,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5286 LOCATE F,C  : PRINT "m*g*x1" : GOTO 5290
5288 LOCATE 22,9 : PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5290 LOCATE 24,9 : PRINT "Exprese las ecuaciones solo en funcion de x1 y x2";
5294 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
5312 LINE (197,7)-(237,45) : LINE -(288,77)
5314 LINE (197,7)-(197,77),,,&HCCCC  : LINE (197,77)-(288,77),,,&HCCCC
5316 LINE (197,45)-(237,45),,,&HCCCC : LINE -(237,77),,,&HCCCC
5318 LOCATE  7,27 : PRINT "x1": LOCATE 11,30 : PRINT "x2"
5320 LOCATE  4,26 : PRINT "01": LOCATE  8,31 : PRINT "02"
5322 LOCATE  4,29 : PRINT "l" : LOCATE  8,35 : PRINT "l"
5350 LOCATE 13,9 : PRINT "Del grafico complete la ecuacion para 02"
5354 LOCATE 15,14: PRINT "l*Sen(02) = "
5356 F=15 : C=26 : NMAX=5 : A=2 : GOSUB 36000
5358 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5384
5360 IF W$="x2-x1" OR W$="X2-X1" OR W$="X2-x1" OR W$="x2-X1" THEN 5388
5382 LOCATE 17,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5360
5384 LOCATE 17,9 : PRINT "Lo siento                  " : GOSUB 36100
5386 LOCATE F,C  : PRINT "x2-x1" : GOTO 5390
5388 LOCATE 17,14: PRINT "Congratulaciones           " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5390 LOCATE 19,14: PRINT "y1 = l*Cos(01)             y2 = l*Cos(02)"
5392 LOCATE 21,14: PRINT "Cos(01) = 1                Cos(02) = 1"
5394 LOCATE 23,14: PRINT "d2y1/dt2 = 0               d2y2/dt2 = 0"
5398 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
5410 LOCATE 1,9 : PRINT "Reemplazando y simplificando las ecuaciones son :"
5412 LOCATE 4,9 : PRINT "g*x1 - g*x2 = l*(d2x2/dt2) "
5418 LOCATE 6,7 : PRINT "- g*x1 - g*x2 = l*(d2x1/dt2) + 2*l*(d2x2/dt2) "
5420 LOCATE 9,9 : PRINT "Haciendo  x1 = X1*Sen(w*t)  y  x2 = X2*Sen(w*t) :"
5422 LOCATE 12,9: PRINT "Complete la fraccion modal :"
5426 LOCATE 15,9: PRINT "X2        g          g - l*w^2"
5428 LOCATE 16,9: PRINT "--  =  ---------  =  -----------"
```

```
5430 LOCATE 17,9: PRINT "X1     g - 1¥w^2     2¥1¥w^2 - g"
5456 F=17 : C=30 : NMAX=7 : A=2 : GOSUB 36000
5458 GOSUB 21000 : IF G=1 THEN 5484
5460 IF W$="2¥w^2¥1" OR W$="w^2¥2¥1" OR W$="2¥1¥w^2" THEN 5488
5462 IF W$="1¥W^2¥2" OR W$="2¥W^2¥1" OR W$="2¥1¥W^2" THEN 5488
5464 IF W$="2(w^2)1" OR W$="2(W^2)1" OR W$="2(W^2)L" THEN 5488
5466 IF W$="21(w^2)" OR W$="2L(W^2)" OR W$="21(W^2)" THEN 5488
5468 IF W$="w^2¥1¥2" OR W$="21w^2  " OR W$="2LW^2  " THEN 5488
5470 IF W$="21(w)^2" OR W$="2L(W)^2" OR W$="21(W)^2" THEN 5488
5472 IF W$="2.w^2.1" OR W$="w^2.1.2" OR W$="2.1.w^2" THEN 5488
5474 IF W$="2 w^2 1" OR W$="2 1 w^2" OR W$="21¥w^2 " THEN 5488
5482 LOCATE 19,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 21008 :
     IF G=0 THEN 5460
5484 LOCATE 19,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36100
5486 LOCATE F,C  : PRINT "2¥1¥w^2" : GOTO 5490
5488 LOCATE 19,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     GOSUB 36100
5490 LOCATE 21,9 : PRINT "Multiplique en cruz y determine la ecuación de fre-"
5492 LOCATE 22,9 : PRINT "cuencias, y luego las dos frecuencias naturales."
5494 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 5104,5004
5500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
5504 LOCATE  1,10: PRINT "La ecuacion de frecuencias es:"
5506 LOCATE  3,10: PRINT "1^2¥w^4 - 4¥g¥1¥w^2 + 2¥g^2 = 0"
5508 LOCATE  5,10: PRINT "Las raíces de esta ecuación son :"
5509 LOCATE  7,14: PRINT "            g "
5510 LOCATE  8,14: PRINT "w^2 = 2 ± √2 - "
5512 LOCATE  9,14: PRINT "            1 "
5514 LOCATE 11,10: PRINT "Reemplazando valores :"
5516 LOCATE 14,10: PRINT "          rad                    rad"
5518 LOCATE 15,10: PRINT "Wn1 = 8.18 ---          Wn2 = 3.4 ---"
5519 LOCATE 16,10: PRINT "          seg                    seg"
5520 LOCATE 8,66 : PRINT USING "##:##";M;S
5522 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
5572 LOCATE 8,68 : PRINT USING "##:##";M;S
6000 GOSUB 17000 : U=1.125 : Z=1.74
6002 G=0 : AY=0 : T=2 : NOTA=100 : REC=27.3 : E=2
6004 OPT=3 : N2=2 : SCREEN 2
6005 PRINT " Mediante el metodo de Holzer, determine la  primera frecuen-"
6006 PRINT " cuencia natural de un sistema formado por un motor de cuatro"
6007 PRINT " cilindros en linea y un generador. Cada cilindro presenta un"
6008 PRINT " momento de inercia equivalente de 100 Lb plg seg^2, y el ge-"
6009 PRINT " nerador 2000 Lb plg seg^2 .El motor impulsa al generador me-"
6010 PRINT " diante una biela de rigidez K = 1 E4 Lb plg/rad.  Los tramos"
6011 PRINT " del ciguenal entre los cilindros tiene una rigidez K = 1 E5 "
6012 PRINT " Lb plg/rad c/u."
6013 LOCATE 12,18 : PRINT "1 E5    1 E5    1 E5    1 E4"
6014 LOCATE 16,15 : PRINT "100    100     100     100"
6015 LOCATE 17,47 : PRINT "2000"
6016 LINE (112¥U,83)-(132,119),,B : LINE (132,96)-(172,106),,B : LINE (172,83)-
     (196,119),,B
6017 LINE (196,96)-(236,106),,B : LINE (236,83)-(260,119),,B : LINE (260,96)-
     (300,106),,B : LINE (300,83)-(324,119),,B
6018 LINE (324,98)-(368,104),,B : LINE (368,75)-(398,127),,B
```

```
6023 GOSUB 15300
6024 ON O GOTO 6026,6100,25000
6026 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000 : F=5 : C=43
6028 LOCATE 4,12 : PRINT "INGRESE EL VALOR DE LA PRIMERA"
6030 LOCATE 5,10 : PRINT "FRECUENCIA NATURAL  w1²(rad/seg)"
6032 GOSUB 19004 : GOSUB 19500
6034 IF X=0 THEN 6004 ELSE 6026
6100 REM
6102 REM  PANTALLAS DE AYUDA
6104 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
6106 IF AY>< 0 THEN ON AY GOTO 6200,6300,6400,6500
6108 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6112 LOCATE 7,28 : PRINT "K=3.33 E4" : LOCATE 7,41 : PRINT "K=1 E4"
6114 LOCATE 2,24 : PRINT "200" : LOCATE 2,37 : PRINT "200"
6116 LINE (186,17)-(210,57),,B : LINE (210,33)-(290,45),,B
6118 LINE (290,17)-(314,57),,B : LINE (314,34)-(370,44),,B
6120 LINE (370,11)-(400,67),,B : LOCATE 1,47 : PRINT "2000"
6122 LOCATE 10,9 : PRINT "En teoria de vibracion torsional vimos que la ecua-"
6124 LOCATE 11,9 : PRINT "cion de frecuencia para este sistema es :" :PRINT
6126 PRINT "  (I1*I2*I3)*w^6 - [ K1(I1*I3 + I2*I3) + K2(I1*I2 + I1*I3) ]*w^4
6128 LOCATE 14,40: PRINT "+ K1*K2*(I1 + I2 + I3)*w^2 = 0"
6130 LOCATE 16,9 : PRINT "Reemplaze y calcule la frecuencia mas baja aprox."
6150 LOCATE 18,9 : PRINT "W1^2 (rad/seg^2) = "
6160 F=18 : C=28 : A=2 : GOSUB 36000
6162 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6170
6166 IF NUM < .99*24.45 OR NUM >1.01*24.45 THEN GOTO 6168 ELSE 6174
6168 BEEP : LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6166
6170 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento                    ": GOSUB 36100
6172 LOCATE 20,9 : PRINT "w^2 (w^6 - 433*w^2 + 9990) = 0  --> w1^2 = 24.45 ra";
     : PRINT "d/seg" : GOTO 6180
6174 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     : GOSUB 36100
6180 LOCATE 23,9 : PRINT "Tomando  w1^2 = 24.45, Realize el calculo de Holzer"
6198 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6104,6004
6200 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6202 LOCATE 1,4  : PRINT "Complete el cuadro :"
6210 LOCATE 4,19 : PRINT "Primera suposición ;  w1²= 24.45"
6218 PRINT "
6220 PRINT "
6222 PRINT "
6224 PRINT "
6226 PRINT "
6228 PRINT "
6230 PRINT "
6232 PRINT "
6234 PRINT "
```

n	In	On	(Inw²Oi)	Σ(Inw²Oi)	Kn	Σ(Inw²Oi)/K
1	100	1	2445	2445	1 E5	0.0245
2	100	0.9755	2385.1	4830.1	1 E5	
3	100				1 E5	
4	100				1 E4	
5	2000					

```
6240 F=9 : C=55 : A=6 : GOSUB 36000
6242 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6250
6246 IF NUM <.993*.0483 OR NUM >1.007*.0483 THEN GOTO 6248 ELSE 6254
6248 BEEP : LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6246
```

```
6250 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                    "
6252 LOCATE  F,C : PRINT "0.0483" : GOTO 6256
6254 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5
6256 LOCATE 10,26: PRINT "2267"   : LOCATE 10,36 : PRINT "7097.1"
6258 LOCATE 10,16: PRINT "0.9272" : LOCATE 10,55 : PRINT "0.071" : LOCATE 11,16
     : PRINT "0.8562"
6260 F=11 : C=25 : A=4 : GOSUB 36000
6262 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6270
6266 IF NUM < .998*2093.4 OR NUM >1.002*2093.4 THEN GOTO 6268 ELSE 6274
6268 BEEP : LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6246
6270 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                    ": GOSUB 36100
6272 LOCATE  F,C : PRINT "2093.4" : GOTO 6276
6274 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     : GOSUB 36100
6276 LOCATE 11,36: PRINT "9190.5" : LOCATE 11,55: PRINT "0.9191" : LOCATE 12,15
     : PRINT "-0.0629"
6278 LOCATE 12,24: PRINT "-3075.8": LOCATE 12,36 : PRINT "6114.7" : LOCATE 12,47
     : PRINT "-" : LOCATE 12,58   : PRINT "-"
6280 LOCATE 18,9 : PRINT "En esta ocación el par torsional resultante es posi-"
6282 LOCATE 19,9 : PRINT "tivo, entonces realice un segundo cálculo con un va-"
6284 LOCATE 20,9 : PRINT "lor un poco mayor :"
6286 LOCATE 22,9 : PRINT "Asuma  w1² = 30 rad/seg²"
6298 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6104,6004
6300 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6302 LOCATE 1,4  : PRINT "Complete el cuadro :"
6310 LOCATE 4,20 : PRINT "Segunda suposición ;  w1²= 30"
6318 PRINT "
6320 PRINT "
6322 PRINT "
6324 PRINT "
6326 PRINT "
6328 PRINT "
6330 PRINT "
6332 PRINT "
6334 PRINT "
```

n	In	θn	(Inw²θi)	Σ(Inw²θi)	Kn	Σ(Inw²θi)/K
1	100	1	3000	3000	1 E5	0.03
2	100	0.97			1 E5	
3	100				1 E5	
4	100				1 E4	
5	2000					

```
6340 F=9 : C=26 : A=6 : GOSUB 36000
6342 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6350
6346 IF NUM=2910 THEN 6354
6348 BEEP : LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6346
6350 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                    "
6352 LOCATE  F,C : PRINT "2910" : GOTO 6356
6354 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5
6356 LOCATE 9,37 : PRINT "5910" : LOCATE 9,56  : PRINT "0.06" : LOCATE 10,17 :
     PRINT "0.91"
6358 LOCATE 10,26: PRINT "2730" : LOCATE 10,37 : PRINT "8640" : LOCATE 10,55 :
     PRINT "0.0864"
6360 F=11 : C=15 : A=4 : GOSUB 36000
6362 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6370
6366 IF NUM < .995*.8236 OR NUM >1.005*.8236 THEN GOTO 6368 ELSE 6374
6368 BEEP : LOCATE 15,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6366
```

```
6370 LOCATE 15,9 : PRINT "Lo siento                    "; GOSUB 36100
6372 LOCATE  F,C : PRINT "0.8236" : GOTO 6376
6374 LOCATE 15,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     : GOSUB 36100
6376 LOCATE 11,25 : PRINT "2470.8" : LOCATE 11,35: PRINT "11110.8": LOCATE 11,55
     : PRINT "1.1111" : LOCATE 12,14 : PRINT "-0.2875"
6378 LOCATE 12,25 : PRINT "-17250" : LOCATE 12,35: PRINT "-6139.2": LOCATE 12,47
     : PRINT "-" : LOCATE 12,58  : PRINT "-"
6380 LOCATE 18,9 : PRINT "En esta ocación el par torsional resultante es nega-"
6382 LOCATE 19,9 : PRINT "tivo, con los dos valores calculados realice una in-"
6384 LOCATE 20,9 : PRINT "terpolación."
6386 LOCATE 22,9 : PRINT "Con el valor interpolado realize un último cálculo"
6398 GOSUB 20000  : ON Y GOTO 6104,6004
6400 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : N2=2 : SCREEN 2
6402 LINE (100,4)-(100,84) : LINE (100,44)-(384,44)
6404 LINE (100,12)-(360,78): LINE -(360,44),,,&HCCCC
6406 LINE (360,78)-(100,78),,,&HCCCC
6408 LOCATE 2,7  : PRINT "6114.7" : LOCATE 10,7 : PRINT "6139.2"
6410 LOCATE 6,11 : PRINT "24.45"  : LOCATE 7,27 : PRINT "w1^2"
6412 LOCATE 6,45 : PRINT "30"
6416 LOCATE 12,18: PRINT "  30 - 24.45          w1^2 - 24.45 "
6418 LOCATE 13,18: PRINT "---------------  =  ---------------"
6420 LOCATE 14,18: PRINT "6114.7 + 6139.2           6139.2   "
6422 LOCATE 16,9 : PRINT "Ingrese el valor de w1^2"
6450 LOCATE 18,9 : PRINT "W1^2 (rad/seg^2) = "
6460 F=18 : C=28 : A=2 : GOSUB 36000
6462 GOSUB 22000 : IF G=1 THEN 6470
6466 IF NUM < .995#27.3 OR NUM >1.005#27.3 THEN GOTO 6468 ELSE 6474
6468 BEEP : LOCATE 20,9 : PRINT "Su respuesta no es correcta" : GOSUB 22008 :
     IF G=0 THEN 6466
6470 LOCATE  F,9 : PRINT "Lo siento                    " : GOSUB 36100
6472 LOCATE 20,9 : PRINT "w1^2 = 27.3 rad/seg^2        " : GOTO 6480
6474 LOCATE 20,9 : PRINT "Congratulaciones             " : NOTA=NOTA+5 :
     : GOSUB 36100
6480 LOCATE 23,9 : PRINT "Verifique que esta es la frecuencia natural."
6498 GOSUB 20000 : ON Y GOTO 6104,6004
6500 AY=AY+1 : NOTA=NOTA-20 : GOSUB 35000
6510 LOCATE 1,17 : PRINT "Tercera suposición ;  w1²= 27.3"
6518 PRINT "
6520 PRINT "
6522 PRINT "
6524 PRINT "
6526 PRINT "
6528 PRINT "
6530 PRINT "
6532 PRINT "
6534 PRINT "
```

n	In	On	(Inw²0i)	Σ(Inw²0i)	Kn	Σ(Inw²0i)/K
1	100	1	2730	2730	1 E5	0.0273
2	100	0.9727	2655.5	5385.5	1 E5	0.0538
3	100	0.9189	2508.6	7894.1	1 E5	0.0789
4	100	0.84	2293.2	10187.3	1 E4	1.0187
5	2000	-0.1787	-9757	430.3	-	-

```
6536 LOCATE 12,8 : PRINT "El par torsional resultante es  pequeño  por lo"
6538 LOCATE 13,8 : PRINT "que podemos decir que la frecuencia natural mas"
6540 LOCATE 14,8 : PRINT "baja es :"
6542 LOCATE 16,20: PRINT " w1^2 = 27.3 rad/seg^2"
6544 LOCATE 8,68 : PRINT USING "##:##";M;S
6546 GOSUB 23000 : GOSUB 24000 : GOTO 25004
```

4.1 Subrutina para ingreso de alternativas.

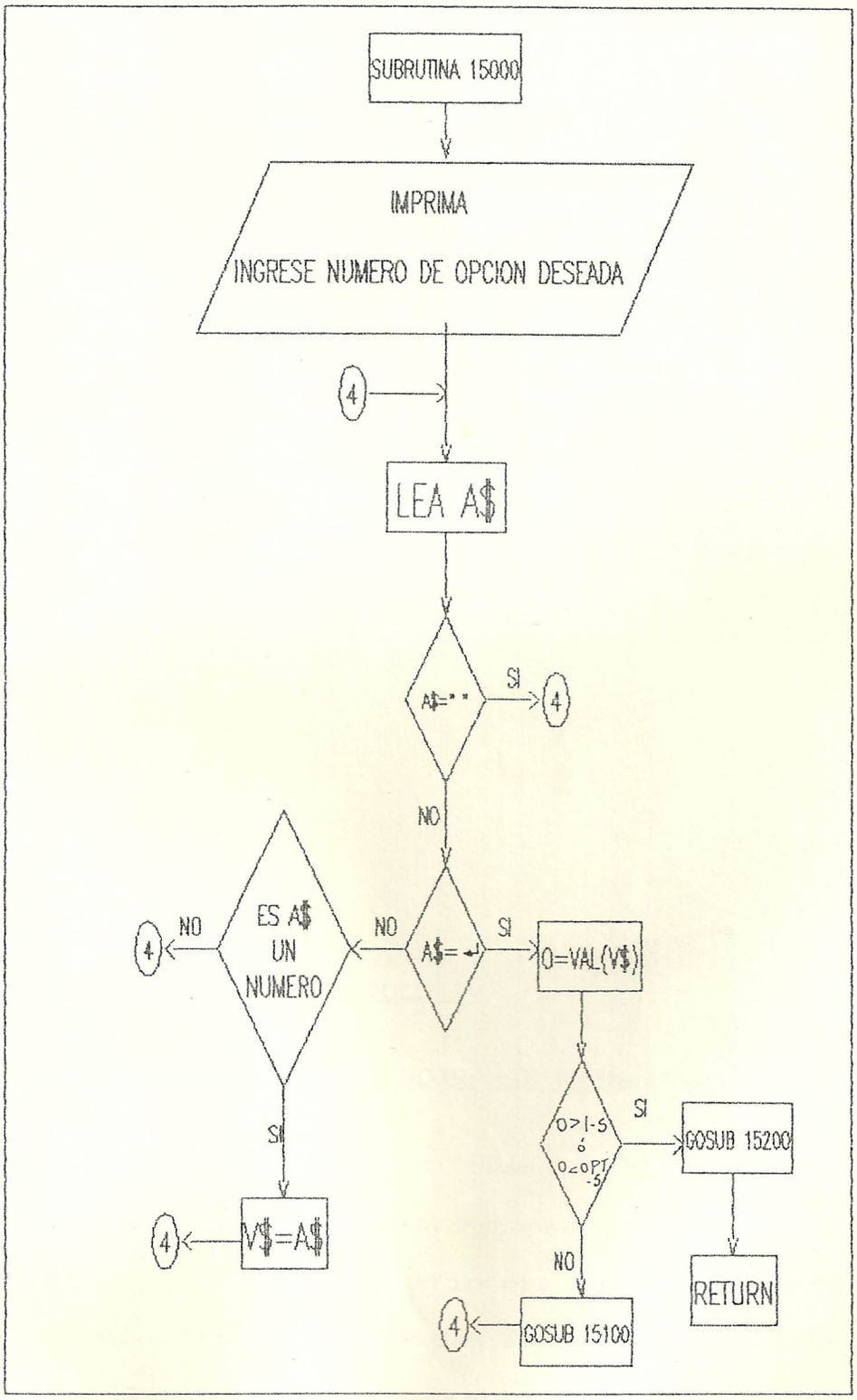


Fig.Nº4.1

CAPITULO IV

SUBRUTINAS PARA LOS PROGRAMAS PRINCIPALES

En este capítulo se listarán todas las subrutinas que puede ser requeridas por los programas que se han explicado en los capítulos anteriores, no necesariamente cada programa debe contener todas las subrutinas. Luego de ejecutarse una subrutina se regresa a la instrucción siguiente a la que se hizo el llamado.

```
15000 REM  RUTINA PARA INGRESO DE ALTERNATIVAS
15002 LOCATE 21,20 : PRINT "INGRESE NUMERO DE OPCION DESEADA"
15004 V$=SPACE$(1) : LOCATE 21,53 : PRINT V$
15006 LOCATE 21,53,1 :A$=INKEY$
15008 IF A$="" THEN 15006
15010 IF ASC(A$)=13 THEN LOCATE 21,53 : PRINT V$ : GOTO 15018
15012 IF ASC(A$)<48 OR ASC(A$)>57 THEN 15006
15014 MID$(V$,1,1)=A$ : LOCATE 21,53 : PRINT A$;
15016 GOTO 15006
15018 O=VAL(V$) :IF O<1-S OR O>OPT-S THEN GOSUB 15100 : GOTO 15004
15020 GOSUB 15200 : RETURN
15100 REM RUTINA PARA IMPRIMIR MENSAJE DE ERROR
15102 BEEP : LOCATE 24,30 : COLOR 0,7
15104 PRINT"FAVOR INGRESAR ENTERO DE"; 1-S; "A";OPT-S;
15106 COLOR 7,0
15108 RETURN
15200 REM SUBRUTINA PARA BORRAR MENSAJE DE ERROR
15202 LOCATE 24,30
15204 PRINT SPACE$(31);
15206 LOCATE 20,20
15208 PRINT SPACE$(25);
15210 RETURN
15300 REM
15302 LOCATE 19,8  : PRINT "PRESIONE TECLA SEGUN LAS SIGUIENTES OPCIONES"
15304 LOCATE 21,16 : PRINT "PARA DAR LA RESPUESTA       AYUDA"
15306 LOCATE 23,16 : PRINT "DESISTIR"
15308 LOCATE 21,14 : PRINT "1" : LOCATE 21,42 : PRINT "2" : LOCATE 23,14 :
      PRINT "3"
15310 FI=19 : CO=53 : GOTO 15006
```

4.2 Subrutina de avance o retroceso de pantallas.

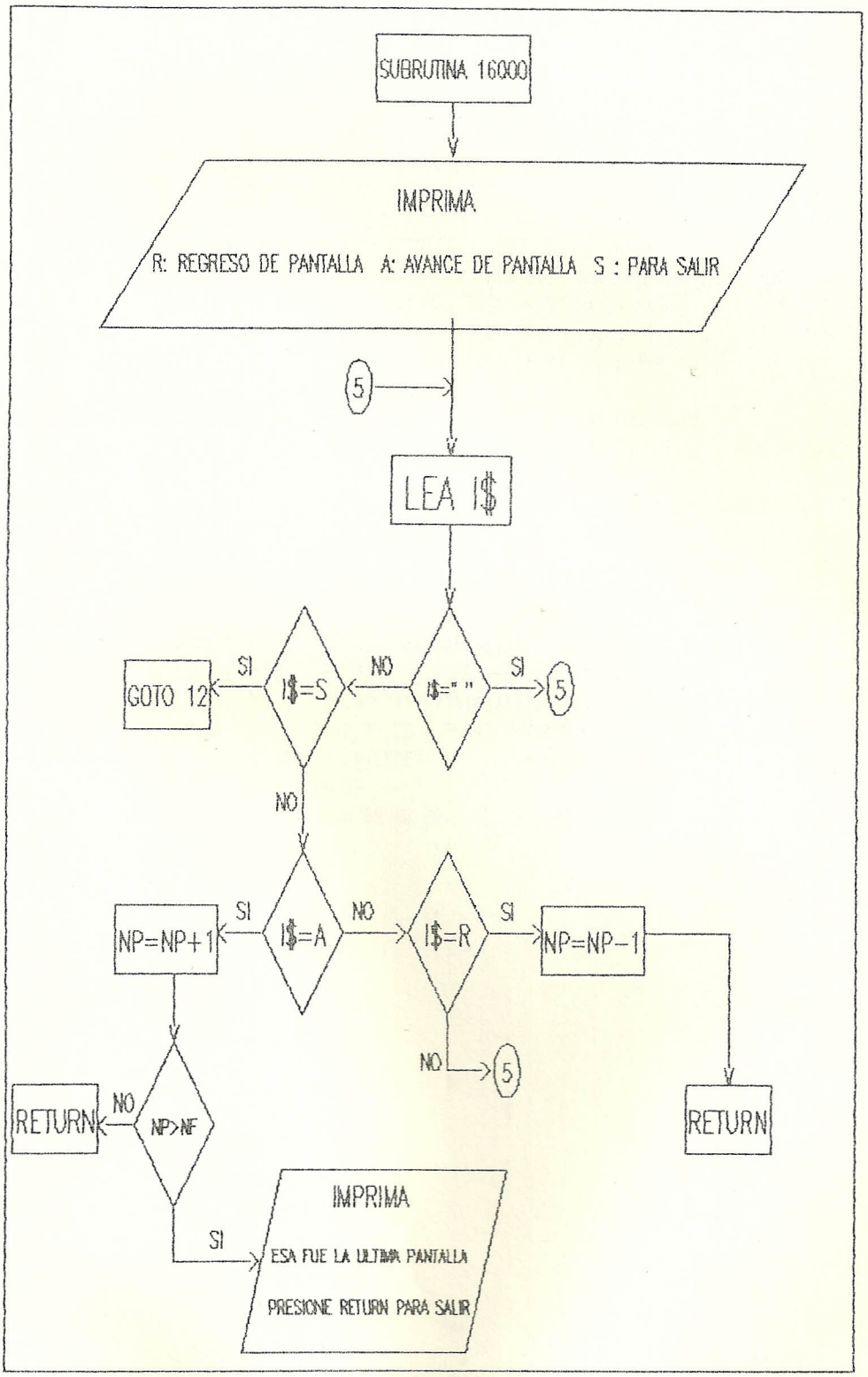


Fig.N°4.2

```
16000 REM RUTINA PARA AVANCE O RETROCESO DE PANTALLA
16002 X$=SPACE$(1) : ON N2 GOTO 16004,16012,16008
16004 COLOR 0,7 : LOCATE 25,3 : PRINT " R : REGRESO DE PANTALLA      A : AVANC";
      : PRINT "E DE PANTALLA      S : PARA SALIR"; : COLOR 7,0
16006 GOTO 16014
16008 LOCATE 22,6 : PRINT " R : REGRESO DE PANTALLA" : PRINT "      A : AVANCE";
      : PRINT " DE PANTALLA";: PRINT "      S : PARA SALIR";
16010 LOCATE 24,31,1 :GOTO 16016
16012 LOCATE 25,3 : PRINT " R : REGRESO DE PANTALLA      A : AVANCE DE PANTALL";
      : PRINT "A      S : PARA SALIR";
16014 LOCATE 25,77,1
16016 I$=INKEY$ : IF I$="" THEN ON N2 GOTO 16014,16014,16010
16018 IF ASC(I$)=13  THEN IF X$=" " THEN GOTO 16026 ELSE GOTO 16028
16020 IF ASC(I$)=65 OR ASC(I$)=97  THEN PRINT I$; : X$=I$
16022 IF ASC(I$)=82 OR ASC(I$)=114 THEN PRINT I$; : X$=I$
16024 IF ASC(I$)=83 OR ASC(I$)=115 THEN PRINT I$; : X$=I$
16026 ON N2 GOTO 16014,16014,16010
16028 IF X$="S" OR X$="s" THEN ON NU GOTO 100,150,4000,6000
16030 IF X$="A" OR X$="a" THEN NP=NP+1 : IF NP>NF THEN BEEP : BEEP : GOTO 16040
     ELSE 16038
16032 IF (X$="R" OR X$="r") AND NP=1 THEN BEEP : BEEP : GOTO 16038
16034 IF X$="R" OR X$="r" THEN NP=NP-1 : GOTO 16038
16036 ON N2 GOTO 16012,16010
16038 N2=1 : CLS : SCREEN 0,0 : WIDTH 80 : RETURN
16040 CLS : WIDTH 80 : SCREEN 0,0
16042 LOCATE 18,22 : PRINT "########################################"
16044 LOCATE 19,22 : PRINT "      ESA FUE LA ULTIMA PANTALLA      "
16046 LOCATE 20,22 : PRINT "########################################"
16048 COLOR 0,7 : LOCATE 25,28 : PRINT "PRESIONE RETURN PARA SALIR";: COLOR 7,0
16050 LOCATE 25,55,1 : E$=INKEY$
16052 IF E$="" THEN 16050
16054 IF ASC(E$)=13 THEN ON NU GOTO 12,150,4000,6000
16056 GOTO 16050
```

4.3 Subrutinas de toma e impresión de tiempo.

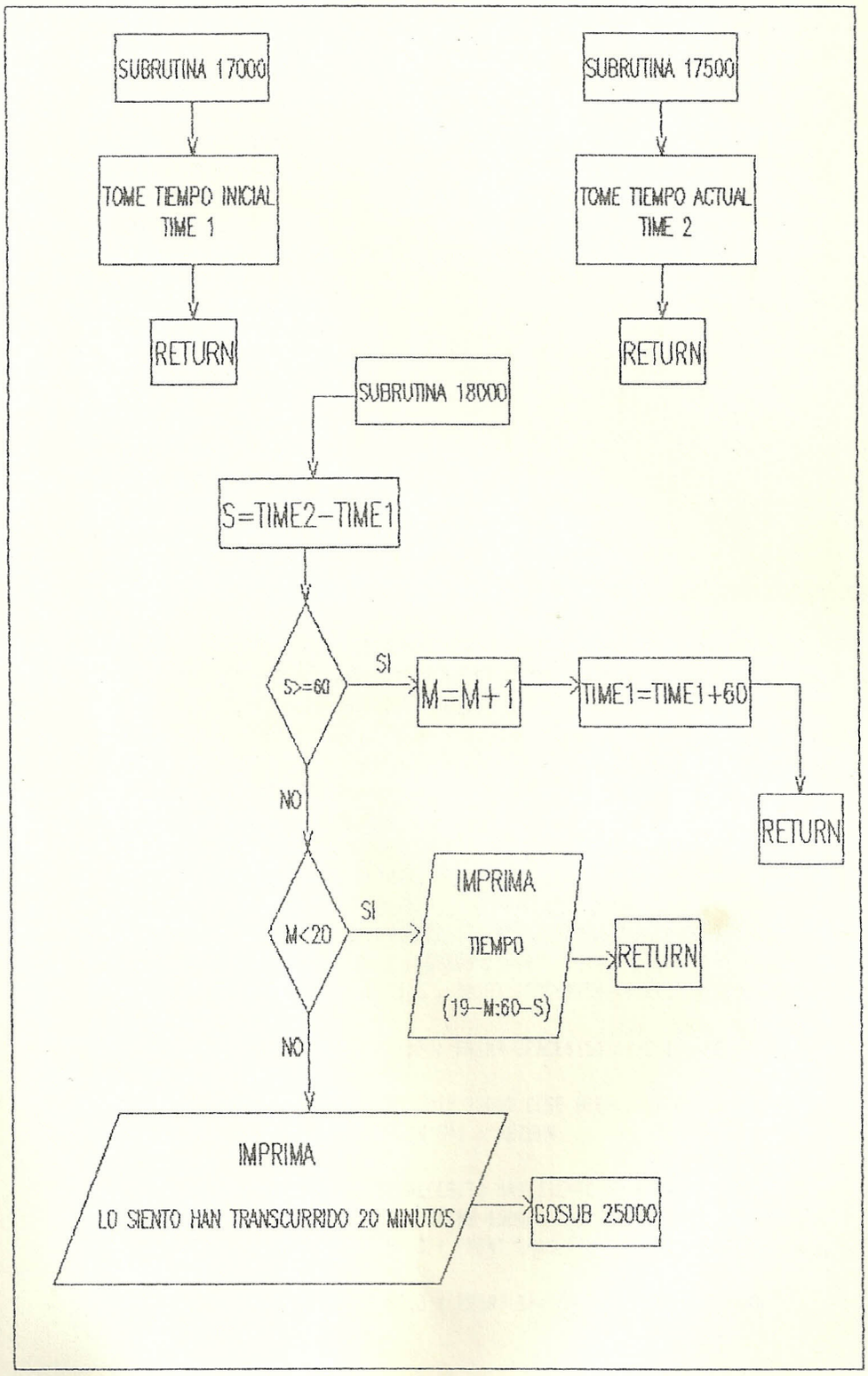


Fig.Nº4.3

```
17000 REM SUBRUTINA DE TOMA DE TIEMPO INICIAL
17002 M=0 : A$=TIME$
17004 H1$=LEFT$(A$,2)
17006 H1=VAL(H1$)
17008 M1$=MID$(A$,4,2)
17010 M1=VAL(M1$)
17012 S1$=RIGHT$(A$,2)
17014 S1=VAL(S1$)
17016 TIME1=H1*3600+M1*60+S1
17018 RETURN
17500 REM
17502 REM SUBRUTINA DE TOMA DE TIEMPO ACTUAL
17504 B$=TIME$
17506 H2$=LEFT$(B$,2)
17508 H2=VAL(H2$)
17510 M2$=MID$(B$,4,2)
17512 M2=VAL(M2$)
17514 S2$=RIGHT$(B$,2)
17516 S2=VAL(S2$)
17518 TIME2=H2*3600+M2*60+S2
17520 RETURN
18000 REM SUBRUTINA PARA IMPRIMIR EL TIEMPO
18002 S=TIME2-TIME1
18004 IF S>=60 THEN M=M+1 : TIME1=TIME1+60 : ON R GOTO 15008,19012,19520,20006,
      18018,18034
18006 IF N2=2 THEN LINE (528,52)-(584,68),,B : GOTO 18008
18008 IF M<20 THEN LOCATE 8,68 : PRINT USING "##:##";19-M;60-S : ON R GOTO 15008
      ,19012,19520,20006,18018,18034
18012 BEEP : BEEP : BEEP : BEEP
18014 CLS : SCREEN 0,0 : LOCATE 19,22 : PRINT"LO SIENTO HAN TRANSCURRIDO 20 M";
      : PRINT "INUTOS"
18016 GOTO 25004
18018 IF TIME2-TIME3<120 THEN GOTO 21018 ELSE BEEP : BEEP
18020 IF Q=1 THEN G=1 : RETURN
18022 GOSUB 36100 : LOCATE F+A,3
18024 PRINT "PRESIONE : 1 SI NECESITA MAS TIEMPO, 2 PARA DESISTIR ";
18026 OPT=2 : FI=F+A : CO=56 : GOSUB 15006
18028 IF Q=1 THEN : LOCATE FI,3 : PRINT SPACE$(54) : Q=1 : GOSUB 36000 : GOTO
      21006
18030 IF Q=2 THEN : LOCATE FI,3 : PRINT SPACE$(54) : G=1 : RETURN
18032 GOTO 18026
18034 IF TIME2-TIME3<120 THEN GOTO 22012 ELSE BEEP : BEEP
18036 GOSUB 36100 : IF Q=1 THEN G=1 : RETURN
18038 LOCATE F+A,3
18040 PRINT "PRESIONE : 1 SI NECESITA MAS TIEMPO, 2 PARA DESISTIR ";
18042 OPT=2 : FI=F+A : CO=56 : GOSUB 15006
18044 IF Q=1 THEN : LOCATE FI,3 : PRINT SPACE$(54) : Q=1 : GOSUB 36000 : GOTO
      22006
18046 IF Q=2 THEN : LOCATE FI,3 : PRINT SPACE$(54) : G=1 : RETURN
18048 GOTO 18042
```

4.4 Subrutinas para chequear la respuesta.

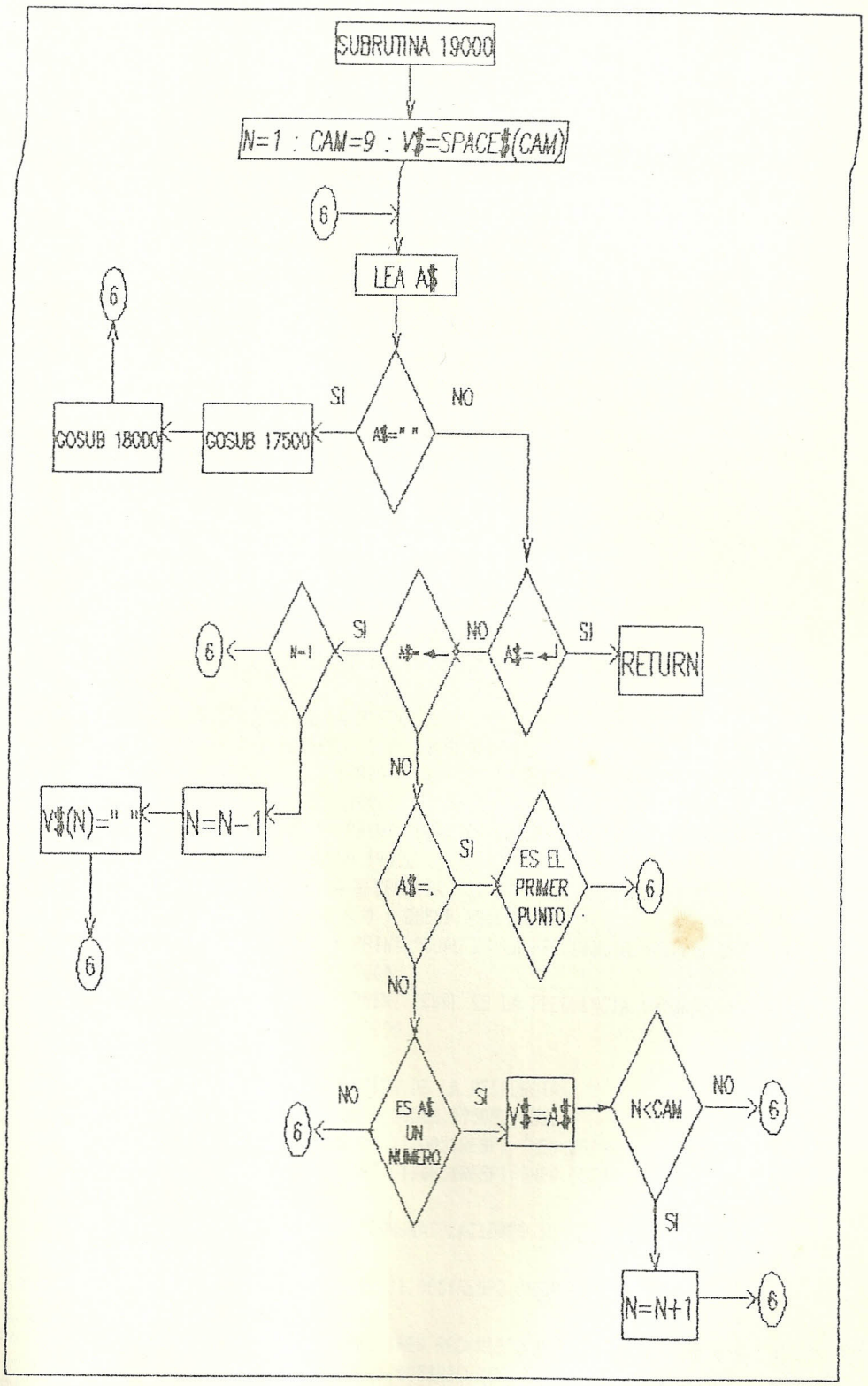


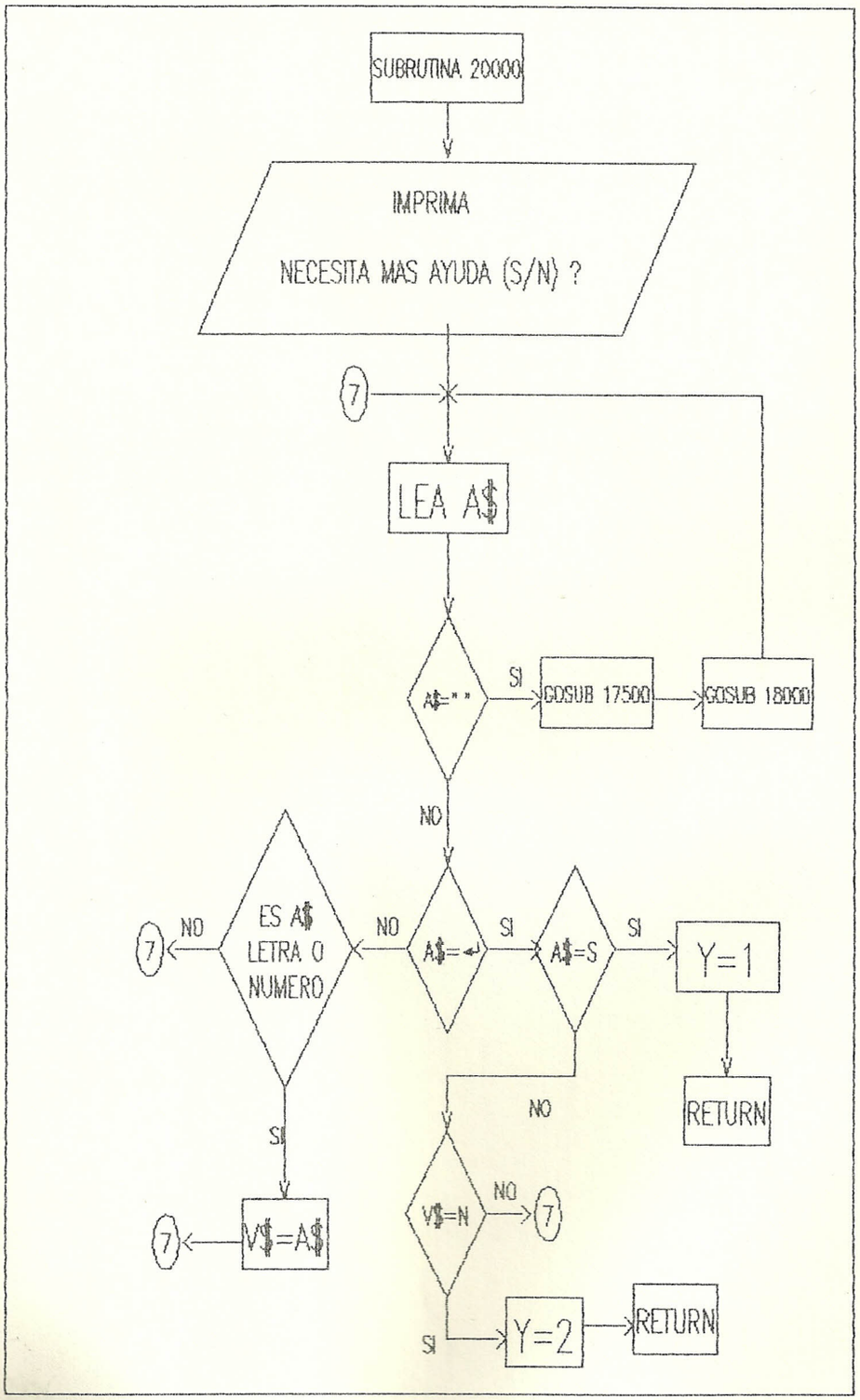
Fig.Nº4.4

```
19000 REM
19002 REM SUBRUTINA DE INGRESO DE LA RESPUESTA
19010 N=1 : D=0 : PD=0 : CAM=9 : V$=SPACE$(CAM)
19012 LOCATE F,C+N-1,1 : A$=INKEY$
19014 IF A$="" THEN GOSUB 17500 : R=2 : GOTO 18000
19016 IF ASC(A$)=13 THEN LOCATE F,C : PRINT V$ : RETURN
19018 IF ASC(A$)=8 THEN GOTO 19022
19020 IF NOT (ASC(A$)=0 AND RIGHT$(A$,1)="K") THEN GOTO 19030
19022 IF N=1 THEN GOTO 19012
19024 IF A1=1 AND N=CAM THEN MID$(V$,N,1)="" : A1=0 : GOTO 19028
19026 N=N-1 : MID$(V$,N,1)=""
19028 LOCATE F,C : PRINT V$
19030 IF ASC(A$)=46 THEN GOTO 19034
19032 IF ASC(A$)<48 OR ASC(A$)>57 THEN GOTO 19012
19034 IF D>=N THEN PD=0
19036 IF ASC(A$)=46 AND PD=1 THEN BEEP : BEEP :GOTO 19012
19038 IF ASC(A$)=46 THEN PD=1 : D=N
19040 MID$(V$,N,1)=A$ : LOCATE F,C+N-1 : PRINT A$
19042 IF N<CAM THEN N=N+1 : GOTO 19012
19044 A1=1 : BEEP : GOTO 19012
19046 RETURN
19100 REM  SUBRUTINA DE LA RESPUESTA
19102 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0
19104 LOCATE  5,2  : PRINT "CUAL ES LA AMPLITUD DEL"
19106 LOCATE  6,2  : PRINT "  MOVIMIENTO  X (mm)  ?
19108 N=1 : D=0 : PD=0 :F=6 : C=26 : CAM=15 : V$=SPACE$(CAM) : GOTO 19012
19200 REM
19202 REM  SUBRUTINA DE LA RESPUESTA
19204 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000
19206 PRE=1 :LOCATE  5,1 :PRINT "CUAL ES LA PRIMERA FRACCION MODAL X^1 (X2/X1)?"
      : F=5 : C=48 : GOTO 19000
19208 PRE=2 :LOCATE 13,1 :PRINT "CUAL ES LA SEGUNDA FRACCION MODAL X^2 (x2/X1)?"
      : F=13 : C=48 : GOSUB 19000
19300 REM  SUBRUTINA DE LA RESPUESTA
19302 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000
19304 PRE=1 :LOCATE  5,1 : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA NATURAL Wn1 (rad/seg)? "
      : F=5 : C=47 : GOTO 19000
19306 PRE=2 :LOCATE 13,1 : PRINT "CUAL ES LA FRECUENCIA NATURAL Wn2 (rad/seg)? "
      : F=13 : C=47 : GOTO 19000
19500 REM
19502 REM RUTINA DE COMPROBACION DE LA RESPUESTA
19504 RE=VAL(V$) : ON E+1 GOTO 19506,19508,19522
19506 IF RE < .995#RESP1 OR RE >1.005#RESP1 THEN GOTO 19516 ELSE 19510
19508 IF RE > .995#RESP1 OR RE <1.005#RESP1 THEN GOTO 19528
19510 REC1=RESP1
19512 LOCATE 9,15,0 : PRINT "CONGRATULACIONES SU RESPUESTA ES CORRECTA"
19514 RETURN
19516 IF RE < .995#RESP2 OR RE >1.005#RESP2 THEN GOTO 19528
19518 REC1=RESP2 : GOTO 19512
19520 RE=VAL(V$):IF REC1=RESP1 THEN REC=RESP2 ELSE REC=RESP1:IF E=1 THEN 19524
19522 IF RE < .995#REC OR RE >1.005#REC THEN GOTO 19528 ELSE 19526
19524 IF RE > .995#REC OR RE <1.005#REC THEN GOTO 19528
19526 LOCATE 17,15,0 : PRINT "CONGRATULACIONES SU RESPUESTA ES CORRECTA" : GOSUB
      23000 : GOTO 25004
```

```
19528 IF ASC(A$)=78 OR ASC(A$)=110 THEN PRINT A$ : V$=A$
19530 GOTO 19520
19532 IF V$="S" OR V$="s" THEN GOSUB 20200 : X=1 : RETURN
19534 IF V$="N" OR V$="n" THEN GOSUB 20200 : CLS : X=0 : RETURN
19536 GOSUB 20100 : GOTO 19518
19700 REM
19702 REM  SUBRUTINA DE LA RESPUESTA
19704 CLS : N2=1 : SCREEN 0,0 : GOSUB 35000
19706 PRE=1 :LOCATE  5,1 : PRINT "CUAL ES LA RESPUESTA DEL SISTEMA (mm) PARA t";
      : PRINT "=3seg?" : F=5 : C=52 : GOTO 19710
19708 PRE=2 :LOCATE 13,1 : PRINT "CUAL ES LA RESPUESTA DEL SISTEMA (mm) PARA t";
      :PRINT "=6seg?"  : F=13 : C=52
19710 REM  SUBRUTINA DE CHEQUEO DE INGRESO DE NUMERO REAL
19712 E=0 : N=1 : D=0 : PD=0 : CAM=15 : V$=SPACE$(CAM) : LOCATE F,C : PRINT V$
19714 LOCATE F,C+N-1,1 : A$=INKEY$
19716 IF A$=""  THEN GOSUB 17500 : R=7 : GOTO 18000
19718 IF ASC(A$)=13 THEN LOCATE F,C : PRINT V$ : RETURN
19720 IF ASC(A$)=8  THEN GOTO 19724
19722 IF NOT (ASC(A$)=0 AND RIGHT$(A$,1)="K") THEN GOTO 19732
19724 IF N=1 THEN GOTO 19714
19726 IF A1=1 AND N=CAM THEN MID$(V$,N,1)="" : A1=0 : GOTO 19750
19728 N=N-1 : MID$(V$,N,1)=""
19730 LOCATE F,C : PRINT V$
19732 IF ASC(A$)=46 THEN GOTO 19740
19734 IF ASC(A$)=45 AND N>1 THEN GOTO 19714
19736 IF ASC(A$)=45 THEN E=1 : GOTO 19746
19738 IF ASC(A$)<48 OR ASC(A$)>57 THEN GOTO 19714
19740 IF D>=N THEN PD=0
19742 IF ASC(A$)=46 AND PD=1 THEN BEEP : BEEP : GOTO 19714
19744 IF ASC(A$)=46 THEN PD=1 : D=N
19746 MID$(V$,N,1)=A$ : LOCATE F,C+N-1 : PRINT A$
19748 IF N<CAM THEN N=N+1 : GOTO 19714
19750 A1=1 : BEEP : GOTO 19714
19752 RETURN
19800 REM RUTINA DE COMPROBACION DE LA RESPUESTA
19802 RE=VAL(V$) : IF E=1 THEN 19806
19804 IF RE < .995*RESP1 OR RE >1.005*RESP1 THEN GOTO 19814 ELSE 19808
19806 IF RE > .995*RESP1 OR RE <1.005*RESP1 THEN GOTO 19826
19808 REC1=RESP1
19810 LOCATE 9,15,0 : PRINT "CONGRATULACIONES SU RESPUESTA ES CORRECTA"
19812 RETURN
19814 IF RE < .995*RESP2 OR RE >1.005*RESP2 THEN GOTO 19826
19816 REC1=RESP2 : GOTO 19810
19818 RE=VAL(V$):IF REC1=RESP1 THEN REC=RESP2 ELSE REC=RESP1:IF E=1 THEN 19822
19820 IF RE < .995*REC OR RE >1.005*REC THEN GOTO 19826 ELSE 19824
19822 IF RE > .995*REC OR RE <1.005*REC THEN GOTO 19826
19824 LOCATE 17,15,0 : PRINT "CONGRATULACIONES SU RESPUESTA ES CORRECTA" : GOSUB
      23000 : GOTO 25004
19826 ALT=1 : BEEP: BEEP
19828 LOCATE 17,15,0 : PRINT "LO SIENTO SU RESPUESTA ES INCORRECTA     "
19830 LOCATE 20,19 : PRINT "DESEA VOLVER A INTENTAR (S/N) ? "
19832 V$=SPACE$(1) : LOCATE 20,51 : PRINT V$
19834 LOCATE 20,51,1 : A$=INKEY$
```

```
19836 IF A$="" THEN R=8 : GOSUB 17500 : GOTO 18000
19838 IF ASC(A$)=13 THEN : LOCATE 20,51 : PRINT V$ : GOTO 19846
19840 IF ASC(A$)=83 OR ASC(A$)=115 THEN PRINT A$ : V$=A$
19842 IF ASC(A$)=78 OR ASC(A$)=110 THEN PRINT A$ : V$=A$
19844 GOTO 19834
19846 IF V$="S" OR V$="s" THEN GOSUB 20200 : X=1 : RETURN
19848 IF V$="N" OR V$="n" THEN GOSUB 20200 : CLS : X=0 : RETURN
19850 GOSUB 20100 : GOTO 19832
```

4.5 Subrutinas para proporcionar ayuda.



FigNº4.5

```
20000 REM
20002 LOCATE 25,30 : PRINT "NECESITA MAS AYUDA (S/N) ?";
20004 V$=SPACE$(1) : LOCATE 25,57 : PRINT V$;
20006 LOCATE 25,57,1 : A$=INKEY$
20008 IF A$="" THEN R=4 : GOSUB 17500 : GOTO 18000
20010 IF ASC(A$)=13 THEN 20018
20012 IF ASC(A$)=83 OR ASC(A$)=115 THEN PRINT A$; : V$=A$
20014 IF ASC(A$)=78 OR ASC(A$)=110 THEN PRINT A$; : V$=A$
20016 GOTO 20006
20018 IF V$="S" OR V$="s" THEN GOSUB 20200 : Y=1 : RETURN
20020 IF V$="N" OR V$="n" THEN GOSUB 20200 : CLS : Y=2 : RETURN
20022 GOTO 20004
20100 REM RUTINA PARA IMPRIMIR MENSAJE DE ERROR
20102 BEEP
20104 LOCATE 24,30
20106 PRINT"FAVOR INGRESAR S o N";
20108 RETURN
20200 REM SUBRUTINA PARA BORRAR MENSAJE DE ERROR
20202 LOCATE 24,30
20204 PRINT SPACE$(21);
20206 RETURN
```

4.6 Subrutina para leer ecuaciones.

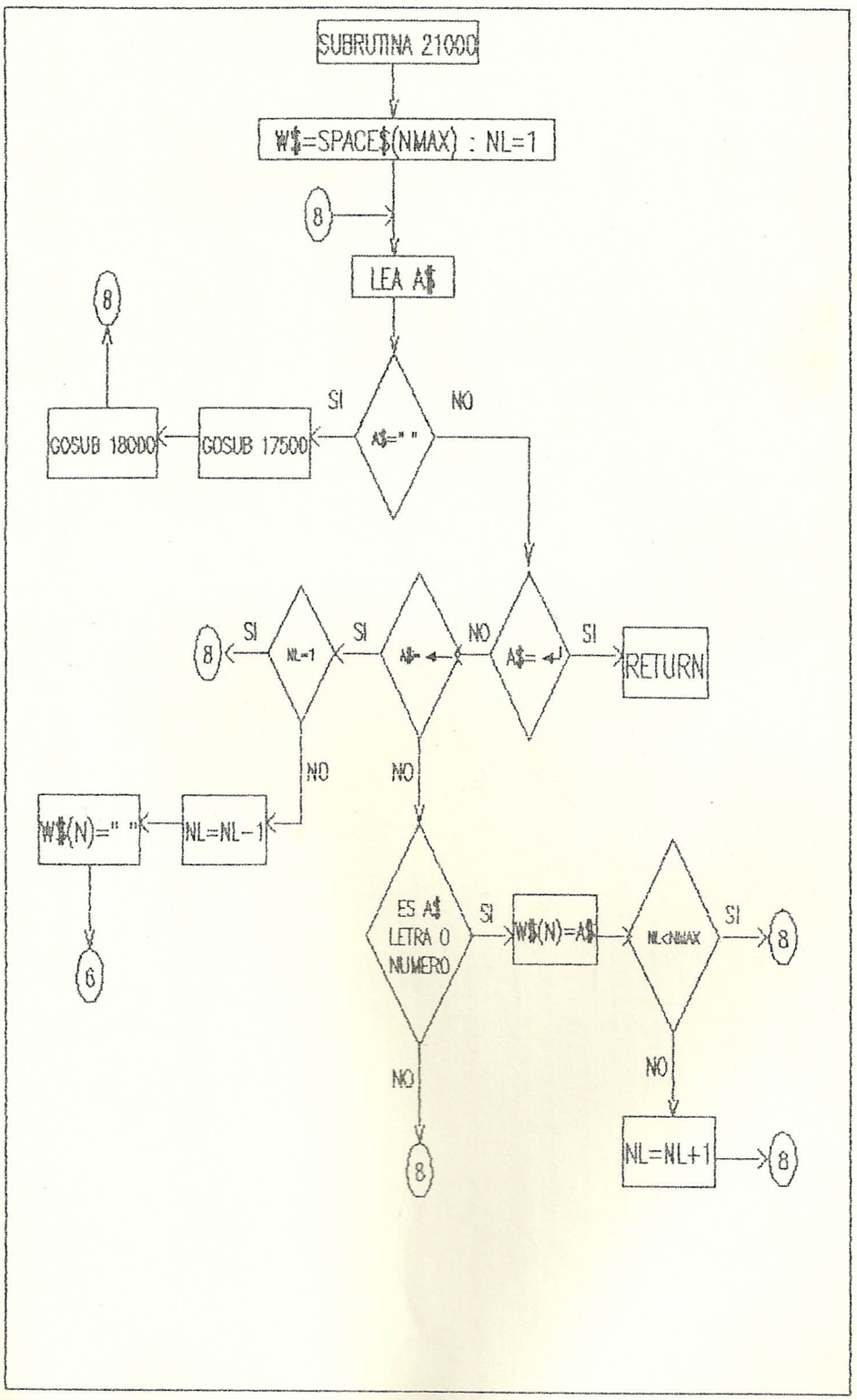


Fig.4.6

```
21000 REM
21002 REM SUBRUTINA PARA LEER ECUACIONES
21004 G=0 : Q=0
21006 TIME3=TIME2
21008 W$=SPACE$(NMAX)
21010 FOR K=1 TO NMAX
21012 LOCATE F,C+K-1 : PRINT CHR$(8)
21014 NEXT K
21016 NL=1
21018 LOCATE F,C+NL-1 :A$=INKEY$
21020 IF A$="" THEN GOSUB 17500 : R=5 : GOTO 18000
21022 IF ASC(A$)=13 THEN 21044
21024 IF ASC(A$)=27 THEN G=1 : GOTO 21044
21026 IF ASC(A$)=8 THEN 21030
21028 IF NOT (ASC(A$)=0 AND RIGHT$(A$,1)="K") THEN 21036
21030 IF NL=1 THEN 21018
21032 IF A3=1 AND NL=NMAX THEN MID$(W$,NL,1)=" " :LOCATE F,C+NL-1 :PRINT CHR$(8)
      : A3=0 : GOTO 21018
21034 NL=NL-1 :MID$(W$,NL,1)=" " :LOCATE F,C+NL-1 :PRINT CHR$(8) : GOTO 21018
21036 IF ASC(A$)<40 AND ASC(A$)>122 THEN 21018
21038 MID$(W$,NL,1)=A$ : LOCATE F,C+NL-1 : PRINT A$;
21040 IF NL<NMAX THEN NL=NL+1 : GOTO 21018
21042 A3=1 : GOTO 21018
21044 RETURN
```

4.7 Subrutina para ingresar respuestas numéricas en pantallas de ayuda.

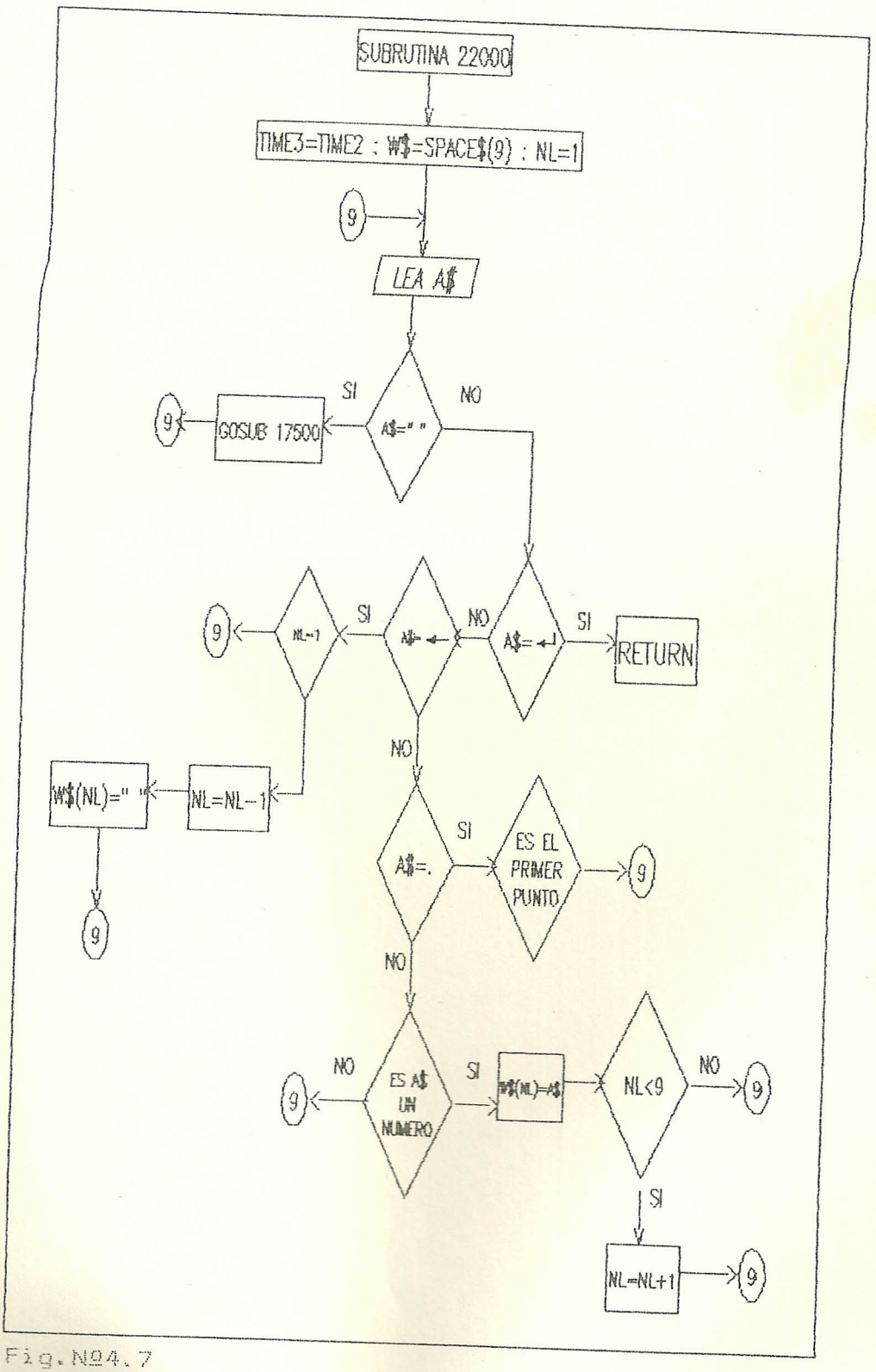


Fig.N°4.7

```
22000 REM
22002 REM SUBRUTINA PARA LEER RESPUESTAS NUMERICAS
22004 G=0 : D=0
22006 TIME3=TIME2
22008 W$=SPACE$(9) : LOCATE F,C : PRINT W$
22010 NL=1 : PD=0 : D=0
22012 LOCATE F,C+NL-1,1 :A$=INKEY$
22014 IF A$="" THEN GOSUB 17500 : R=6 : GOTO 18000
22016 IF ASC(A$)=13 THEN NUM=VAL(W$) : RETURN
22018 IF ASC(A$)=27 THEN G=1 : RETURN
22020 IF ASC(A$)=8 THEN 22024
22022 IF NOT (ASC(A$)=0 AND RIGHT$(A$,1)="K") THEN 22032
22024 IF NL=1 THEN 22012
22026 IF A2=1 AND N=9 THEN MID$(W$,NL,1)=" " : A2=0 : GOTO 22030
22028 NL=NL-1 : MID$(W$,NL,1)=" "
22030 LOCATE F,C : PRINT W$
22032 IF ASC(A$)=46 THEN GOTO 22040
22034 IF ASC(A$)=45 AND N>1 THEN GOTO 22012
22036 IF ASC(A$)=45 THEN 22046
22038 IF ASC(A$)<48 OR ASC(A$)>57 THEN 22012
22040 IF D>=NL THEN PD=0
22042 IF ASC(A$)=46 AND PD=1 THEN BEEP : BEEP :GOTO 22012
22044 IF ASC(A$)=46 THEN PD=1 : D=NL
22046 MID$(W$,NL,1)=A$ : LOCATE F,C+NL-1,1 : PRINT A$;
22048 IF NL<9 THEN NL=NL+1 : GOTO 22012
22050 A2=1 : BEEP : GOTO 22012
```

4.8 Subrutina para imprimir la nota.

```
23000 REM RUTINA PARA IMPRIMIR LA NOTA
23002 IF M >=11 THEN NOTA=NOTA-(M-10)*2
23004 IF NOTA<0 THEN NOTA=0
23006 LOCATE 16,64 : PRINT "| NOTA ="; : PRINT USING "###,#";NOTA; :PRINT " |"
23008 LOCATE 15,64 : PRINT "┌──────────┐"
23010 LOCATE 17,64 : PRINT "└──────────┘" : RETURN
```

4.9 Subrutinas adicionales utilizadas en problemas propuestos.

```
24000 REM
24002 FOR I=1 TO 450
24004 L=I-INT(I/20)*20
24006 IF L=0 THEN LOCATE 25,25,0 : PRINT "PROBLEMA RESUELTO"; : FOR J=1 TO 150 :
      NEXT J : LOCATE 25,25,0 : PRINT SPACE$(17);
24008 NEXT I
24010 RETURN
25000 REM
25002 CLS : SCREEN 0,0
25004 LOCATE 21,24 :PRINT "PUEDE INTENTAR CON OTRO PROBLEMA"
25006 LOCATE 22,28 :PRINT "DE ESTE U OTRO CAPITULO"
25008 COLOR 0,7 :LOCATE 25,21 :PRINT"PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR";
      : COLOR 7,0
25010 LOCATE 25,61,1 : C$=INKEY$ : IF C$="" THEN 25010
25012 GOTO 12
35000 REM CUADRO PARA IMPRIMIR EL TIEMPO
35002 LOCATE 7,66 : PRINT "┌────────┐"
35004 LOCATE 8,66 : PRINT "│        │"
35006 LOCATE 9,66 : PRINT "└────────┘"
35008 LOCATE 1,1
35010 RETURN
36000 REM  IMPRESION DE MENSAJE
36002 LOCATE 25,15 : PRINT "Tiene 2 minutos,   ESC  Para desistir";
36004 RETURN
36100 REM  BORRADO DE MENSAJE
36102 LOCATE 25,15 : PRINT SPACE$(37);
36104 RETURN
```

4.10 Subrutinas para dibujar gráficos.

```
30000 REM  RUTINA PARA DIBUJAR EL SISTEMA MASA - RESORTE
30002 LINE (96,24)-(80,28) : LINE (112,24)-(96,28) : LINE (128,24)-(112,28)
30004 LINE (144,24)-(128,28): LINE (160,24)-(144,28): LINE (176,24)-(160,28)
30006 LINE (80,28)-(180,28)
30008 LINE (128,28)-(128,42): LINE -(136,46): LINE -(120,50): LINE -(136,54)
```

```
30010 LINE -(120,58) : LINE -(136,62) : LINE -(120,66) : LINE -(128,70)
30012 LINE -(128,90) : LINE (100,106)-(156,90),,B
30014 LOCATE  8,19 : PRINT "K"
30016 LOCATE 13,17 : PRINT "m"
30018 RETURN
30100 REM  RUTINA PARA DIBUJAR EL SISTEMA MASA - RESORTE -AMORTIGUADOR
30102 LINE (96,24)-(80,28): LINE (112,24)-(96,28): LINE (128,24)-(112,28)
30104 LINE (144,24)-(128,28): LINE (160,24)-(144,28): LINE (176,24)-(160,28)
30106 LINE (80,28)-(180,28)
30108 LINE (115,28)-(115,42): LINE -(123,46): LINE -(107,50): LINE -(123,54)
30110 LINE -(107,58) : LINE -(123,62) : LINE -(107,66) : LINE -(115,70) : LINE
      -(115,90)
30112 LINE (142,28)-(142,52): LINE (142,63)-(142,90)
30114 LINE (134,66)-(134,52): LINE -(150,52): LINE -(150,66)
30116 LINE (134#U,63#Z)-(150#U,63#Z)
30118 LINE (100,106)-(157,90),,B
30120 LOCATE  8,13 : PRINT "K"
30122 LOCATE  8,21 : PRINT "c"
30124 LOCATE 13,17 : PRINT "m"
30126 RETURN
30200 REM  RUTINA PARA DIBUJAR EL SISTEMA MASA - RESORTE -AMORTIGUADOR
30202 LINE (82,128)-(66,132): LINE (98,128)-(82,132): LINE (114,128)-(98,132) :
      LINE (130,128)-(114,132)
30204 LINE (146,128)-(130,132): LINE (162,128)-(146,132) : LINE (178#U,128)-
      (162,132): LINE (194,128)-(178,132)
30206 LINE (62,128)-(198,128)
30208 LINE (102,90)-(102,99): LINE -(110,104): LINE -(94,107): LINE -(110,111)
30210 LINE -(94,115) : LINE -(102,119) : LINE -(102,128)
30212 LINE (130,90)-(130,103): LINE (130,114)-(130,128)
30214 LINE (122,117)-(122,103):LINE -(138,103):LINE -(138,117)
30216 LINE (122,114)-(138,114)
30218 LINE (158,90)-(158,99): LINE -(166,104): LINE -(150,107): LINE -(166,111)
30220 LINE -(150,115) : LINE -(158,119) : LINE -(158,128)
30222 LINE (73,50)-(187,90),,B
30224 LOCATE 11,12 : PRINT "m"
30226 LOCATE 14, 9 : PRINT "K/2" : LOCATE 14,23 : PRINT "K/2"
30228 LOCATE 14,17 : PRINT "c"
30230 RETURN
30300 REM RUTINA PARA DIBUJAR EL SISTEMA MASA - RESORTE
30302 LOCATE 18,11 : PRINT "//////////////"
30304 LINE (80,137)-(180,137)
30306 LINE (128,96)-(128,102): LINE-(136,106): LINE-(120,110): LINE-(136,114)
30308 LINE -(120,118) : LINE -(136,122) : LINE -(120,126) : LINE -(128,130)
30310 LINE -(128,138) : LINE (100,96)-(156,80),,B
30312 LINE (128,80)-(128,60)
30314 LINE (124,64)-(128,60) : LINE -(132,64)
30316 LOCATE 15,14 : PRINT "K" : LOCATE 8,19 : PRINT "F(t)"
30318 LOCATE 11,17 : PRINT "m"
30320 RETURN
31000 REM COORDENADAS DE GRAFICACION
31002 LINE (X,Y-60)-(X,Y+60) : LINE (X,Y)-(X+300,Y)
31004 LINE (X-3,Y-57)-(X,Y-60) :LINE -(X+3,Y-57) : LINE (X-3,Y+57)-(X,Y+60) :
      LINE -(X+3,Y+57) : LINE (X+294,Y-2)-(X+300,Y) : LINE -(X+294,Y+2)
31006 RETURN
```

```
31100 REM RUTINA PARA DIBUJAR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
31102 LINE (X,Y-60)-(X,Y) : LINE -(X+200,Y) : LINE (X-3,Y-57)-(X,Y-60)
31104 LINE -(X+3,Y-57) :LINE (X+194,Y-2)-(X+200,Y) : LINE -(X+194,Y+2)
31106 RETURN
31300 REM  RUTINA PARA DIBUJAR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
31302 LINE (X,Y-60)-(X,Y) : LINE -(X+244,Y)
31304 LINE (X-3,Y-57)-(X,Y-60) :LINE -(X+3,Y-57) :LINE (X+236,Y-2)-(X+244,Y) :
      LINE -(X+236,Y+2)
31306 RETURN
31400 REM  RUTINA PARA DIBUJAR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
31402 LINE (X,Y-60)-(X,Y) : LINE -(X+128,Y)
31404 LINE (X-3,Y-57)-(X,Y-60) :LINE -(X+3,Y-57) :LINE (X+120,Y-2)-(X+128,Y) :
      LINE -(X+120,Y+2)
31406 LOCATE 8,41 : PRINT "F(t)" : LOCATE 16,61 : PRINT "t(seg)
31408 RETURN
32000 REM SUBRUTINA PARA IMPRIMIR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
32002 FOR J=0 TO 4
32004 LOCATE (-5*J)+21,5 : PRINT J;"-"
32006 NEXT J
32008 FOR K=0 TO 5
32010 LOCATE 21,(13*K)+8 : PRINT "I";
32012 LOCATE 22,(13*K)+7 : PRINT K
32014 NEXT K
32016 LINE (X,Y-164)-(X,Y) : LINE -(X+540,Y)
32018 LINE (X-3,Y-161)-(X,Y-164) : LINE -(X+3,Y-161)
32020 LINE (X+534,Y-2)-(X+540,Y) : LINE -(X+534,Y+2)
32022 LOCATE 23,40 : PRINT "w/Wn"
32024 RETURN
32100 REM SUBRUTINA PARA IMPRIMIR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
32102 FOR J=0 TO 2
32104 LOCATE (-5*J)+11,37 : PRINT "-"
32106 NEXT J
32108 LOCATE 1,34 : PRINT "180" : LOCATE 6,35 : PRINT "90" : LOCATE 11,36 :
      PRINT "0"
32110 FOR K=0 TO 4
32112 LOCATE 11,(9*K)+37 : PRINT "I";
32114 LOCATE 12,(9*K)+36 : PRINT K
32116 NEXT K
32118 LINE (X,Y-84)-(X,Y) : LINE -(X+308,Y)
32120 LINE (X-3,Y-81)-(X,Y-84) : LINE -(X+3,Y-81)
32122 LINE (X+302,Y-2)-(X+308,Y) : LINE -(X+302,Y+2)
32124 LOCATE 23,40 : PRINT "w/Wn"
32126 RETURN
32200 REM SUBRUTINA PARA IMPRIMIR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
32202 NY=0 : FOR J=.95 TO 1.04 STEP .01
32204 LOCATE (-2*NY)+21,5 : PRINT USING "#.##";J;: PRINT "-"
32206 NY=NY+1 : NEXT J
32208 NX=0 : FOR K=0 TO 1 STEP .1
32210 LOCATE 21,(7*NX)+9 : PRINT "I"
32212 LOCATE 22,(7*NX)+8 : PRINT USING "#.#";K
32214 NX=NX+1
32216 NEXT K
32218 LINE (X,Y-164)-(X,Y) : LINE -(X+540,Y)
```

```
32220 LINE (X-3,Y-161)-(X,Y-164) : LINE -(X+3,Y-161)
32222 LINE (X+534,Y-2)-(X+540,Y) : LINE -(X+534,Y+2)
32224 LOCATE 23,40 : PRINT "w/Wn"
32226 RETURN
32500 REM SUBRUTINA PARA IMPRIMIR LAS COORDENADAS DE GRAFICACION
32502 FOR J=1 TO 7
32504 LOCATE (-3*J)+24,5 : PRINT J*2-8;"-"
32506 NEXT J
32508 FOR K=1 TO 4 : LOCATE 12,(13*K)+8 : PRINT "I"; : NEXT K
32510 LOCATE 13,20 : PRINT ".5           1          1.5          2 "
32512 LINE (X,Y-92)-(X,Y+92) : LINE (X,Y)-(X+540,Y)
32514 LINE (X-3,Y-89)-(X,Y-92)  : LINE -(X+3,Y-89)
32516 LINE (X+534,Y-2)-(X+540,Y) : LINE -(X+534,Y+2)
32518 LINE (X-3,Y+89)-(X,Y+92)  : LINE -(X+3,Y+89)
32520 LOCATE 11,71 : PRINT "w/wn"
32522 RETURN
33000 REM GRAFICO MOVIMIENTO SOBREAMORTIGUADO
33002 A=(DXO+(CI+(CI^2-1)^.5)*WN*XO)/(2*WN*(CI^2-1)^.5)
33004 B=(-DXO-(CI-(CI^2-1)^.5)*WN*XO)/(2*WN*(CI^2-1)^.5)
33006 RETURN
33008 Y1=(A*EXP((-CI+(CI^2-1)^(1/2))*WN*T))+(B*EXP((-CI-(CI^2-1)^(1/2))*WN*T))
33010 RETURN
34000 REM CABEZAS DE FLECHA
34002 LINE (X+2,Y+8)-(X,Y+13) : LINE -(X+10,Y+15)
34004 RETURN
34006 LINE (X+2,Y-8)-(X,Y-13) : LINE -(X+10,Y-15)
34008 RETURN
34010 LINE (X-2,Y+8)-(X,Y+13) : LINE -(X-10,Y+15)
34012 RETURN
37000 REM GRAFICO DE UN RESORTE HORIZONTAL
37002 LINE (X-2,Y)-(X+21,Y) :LINE -(X+27,Y-3):LINE -(X+39,Y+3):LINE -(X+51,Y-3)
37004 LINE -(X+63,Y+3): LINE -(X+75,Y-3): LINE -(X+87,Y) : LINE -(X+116,Y)
37006 RETURN
37500 REM GRAFICO DE UN RESORTE HORIZONTAL
37502 LINE (X-2,Y)-(X+21,Y):LINE -(X+25,Y-3) :LINE -(X+33,Y+3):LINE -(X+41,Y-3)
37504 LINE -(X+49,Y+3): LINE -(X+57,Y-3): LINE -(X+65,Y) :LINE -(X+88,Y)
37506 RETURN
38000 REM   FLECHA VERTICAL HACIA ABAJO
38002 LINE (X,Y)-(X,Y+24)
38004 LINE (X-3,Y+20)-(X,Y+24) : LINE -(X+3,Y+20)
38006 RETURN
38100 REM FLECHA VERTICAL HACIA ABAJO
38102 LINE (X,Y)-(X,Y+14)
38104 LINE (X-3,Y+10)-(X,Y+14) : LINE -(X+3,Y+10)
38106 RETURN
38500 REM   FLECHA VERTICAL HACIA ABAJO
38502 LINE (X,Y)-(X,Y+16)
38504 LINE (X-3,Y+12)-(X,Y+16) : LINE -(X+3,Y+12)
38506 RETURN
38700 REM   FLECHA VERTICAL HACIA ABAJO
38702 LINE (X,Y)-(X,Y+22)
38704 LINE (X-3,Y+18)-(X,Y+22) : LINE -(X+3,Y+18)
38706 RETURN
```

```
39000 REM  FLECHA HORIZONTAL A LA IZQUIERDA
39002 LINE (X,Y)-(X-48,Y)
39004 LINE (X-40,Y-2)-(X-48,Y) : LINE -(X-40,Y+2)
39006 RETURN
40000 REM  FLECHA HORIZONTAL A LA DERECHA
40002 LINE (X,Y)-(X+48,Y),,,&HCCCC
40004 LINE (X+40,Y-2)-(X+48,Y) : LINE -(X+40,Y+2)
40006 RETURN
41000 REM   FLECHA VERTICAL HACIA ARRIBA
41002 LINE (X,Y)-(X,Y-24)
41004 LINE (X-3,Y-20)-(X,Y-24) : LINE -(X+3,Y-20)
41006 RETURN
41500 REM   FLECHA VERTICAL HACIA ARRIBA
41502 LINE (X,Y)-(X,Y-22)
41504 LINE (X-3,Y-18)-(X,Y-22) : LINE -(X+3,Y-18)
41506 RETURN
42000 REM  RESORTE VERTICAL
42002 LINE (X,Y)-(X,Y+6)
42004 LINE -(X+8,Y+10): LINE -(X-8,Y+14): LINE -(X+8,Y+18): LINE -(X-8,Y+22)
42006 LINE -(X+8,Y+26) : LINE -(X-8,Y+30) : LINE -(X,Y+34) : LINE -(X,Y+42)
42008 RETURN
42500 REM  RESORTE VERTICAL
42502 LINE (X,Y)-(X,Y+5)
42504 LINE -(X+8,Y+8): LINE -(X-8,Y+11): LINE -(X+8,Y+14): LINE -(X-8,Y+17)
42506 LINE -(X,Y+20): LINE -(X,Y+25)
42508 RETURN
42700 REM  RESORTE VERTICAL
42702 LINE (X,Y)-(X,Y+8)
42704 LINE -(X+8,Y+10) : LINE -(X-8,Y+14) : LINE -(X+8,Y+18) : LINE -(X-8,Y+22)
42706 LINE -(X+8,Y+26) : LINE -(X-8,Y+30) :LINE -(X,Y+34) : LINE -(X,Y+42)
42708 RETURN
42900 REM  RESORTE VERTICAL
42902 LINE (X,Y)-(X,Y+2)
42904 LINE -(X+8,Y+4) : LINE -(X-8,Y+7) : LINE -(X+8,Y+10) : LINE -(X-8,Y+13)
42906 LINE -(X,Y+15) :LINE -(X,Y+17)
42908 RETURN
44000 REM  ONDA SENOIDAL
44002 PSET (X,Y)
44004 Y1=0
44006 FOR I=0 TO 832.5 STEP (45/8)
44008 J=J+1 :X=X+1
44010 RAD = 3.141593#I/180
44012 Y1=8#SIN(RAD)
44014 LINE -(X,Y-Y1)
44016 NEXT I
44018 RETURN
45000 REM COORDENADAS GRAFICAS
45002 LINE (X,Y-52)-(X,Y+52) : LINE (X,Y)-(X+244,Y)
45004 LINE (X-3,Y-49)-(X,Y-52) :LINE -(X+3,Y-49) : LINE (X-3,Y+49)-(X,Y+52) :
      LINE -(X+3,Y+49) : LINE (X+238,Y-3)-(X+244,Y) : LINE -(X+238,Y+3)
45006 RETURN
45008 REM GRAFICO AMPLITUD - TIEMPO
45010 MASA=175.9: XO=.013 : K=250000!: UO=.058
```

```
45012 M=9.8*MASA : WN=(K/N)^(1/2) : PI=3.141593
45014 Y1=0 :T6=0
45016 IF  WN*T6>=0   AND  WN*T6<PI  THEN  Y1=3000*((XO-UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC*N/K
) :        GOTO 45048
45018 IF  WN*T6>=PI  AND WN*T6<2*PI THEN Y1=3000*((XO-3*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC*N/K
) :        GOTO 45048
45020 IF WN*T6>=2*PI AND WN*T6<3*PI THEN Y1=3000*((XO-5*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC*N/K
) :        GOTO 45048
45022 IF WN*T6>=3*PI AND WN*T6<4*PI THEN Y1=3000*((XO-7*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC*N/
K) :        GOTO 45048
45024 IF WN*T6>=4*PI AND WN*T6<5*PI THEN Y1=3000*((XO-9*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC*N/
K) :        GOTO 45048
45026 IF WN*T6>=5*PI AND WN*T6<6*PI THEN Y1=3000*((XO-11*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC*N
/K) :      GOTO 45048
45028 IF WN*T6>=6*PI AND WN*T6<7*PI THEN Y1=3000*((XO-13*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC*N
/K) :        GOTO 45048
45030 IF WN*T6>=7*PI AND WN*T6<8*PI THEN Y1=3000*((XO-15*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC*N
/K) :        GOTO 45048
45032 IF WN*T6>=8*PI AND WN*T6<9*PI THEN Y1=3000*((XO-17*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC*N
/K) :        GOTO 45048
45034 IF  WN*T6>=9*PI AND WN*T6<10*PI THEN Y1=3000*((XO-19*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC
*N/K) :        GOTO 45048
45036 IF WN*T6>=10*PI AND WN*T6<11*PI THEN Y1=3000*((XO-21*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC
*N/K) :        GOTO 45048
45038 IF WN*T6>=11*PI AND WN*T6<12*PI THEN Y1=3000*((XO-23*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC
*N/K) :        GOTO 45048
45040 IF WN*T6>=12*PI AND WN*T6<13*PI THEN Y1=3000*((XO-25*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC
*N/K) :        GOTO 45048
45042 IF WN*T6>=13*PI AND WN*T6<14*PI THEN Y1=3000*((XO-27*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC
*N/K) :        GOTO 45048
45044 IF WN*T6>=14*PI AND WN*T6<15*PI THEN Y1=3000*((XO-29*UC*N/K)*COS(WN*T6)+UC
*N/K) :        GOTO 45048
45046 IF WN*T6>=15*PI AND WN*T6<16*PI THEN Y1=3000*((XO-31*UC*N/K)*COS(WN*T6)-UC
*N/K) :        GOTO 45048
45048 IF WN*T6>=16*PI THEN  45058
45050 IF X=80 THEN LINE (X,-Y1+Y)-(X,-Y1+Y)
45052 LINE -(X,-Y1+Y)
45054 X=X+1 : T6=T6+.027297
45056 GOTO 45016
45058 LINE -(X+42,-Y1+Y)
45060 RETURN
46000 REM  RESORTE VERTICAL
46002 LINE (X,Y)-(X,Y+5)
46004 LINE -(X+8,Y+8) : LINE -(X-8,Y+11) : LINE -(X+8,Y+14) : LINE -(X-8,Y+17)
```

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se ha cumplido con el objetivo inicial de utilizar las posibilidades pedagógicas que nos pueden brindar las computadoras, para utilizarlas como medio y herramienta para la enseñanza. Una educación que no se ocupa acerca del funcionamiento de las computadoras, no representa una buena preparación para la vida futura en un mundo altamente automatizado.

2.- Se ha logrado satisfacer la expectativa de crear un complemento para la enseñanza convencional de Vibraciones Mecánicas. El programa desarrollado proporciona tutoría computarizada en cinco capítulos diferentes de la mencionada materia, los cuales están detallados en el apéndica A. Contiene 18 problemas totalmente resueltos y 33 problemas planteados.

En todo momento la interacción con el estudiante es inmediata, gráficos como los de ciertas funciones requieren algunos segundos para ser dibujados totalmente, lo cual puede ser aprovechado para hacer un análisis progresivo de la forma de la curva.

3.- El programa desarrollado es un prototipo que no está excento de errores u omisiones, debe ser mejorado

con las sugerencias proporcionadas por los estudiantes.

4.- Debe fomentarse el diseño de programas educativos en nuestro medio, debido a los costos exagerados de programas adquiridos en el exterior. A continuación se presenta el costo de un programa para Termodinámica semejante al de esta tesis cotizado por F-Chart Software, de Middleton, Wisconsin:

TABLA NºI

Costo programa CP/THERMO importado

US $ dólares Abril 1986	US $ dólares Octubre 1987	US $ dólares aprox. Octubre 1988
1500 *	1800 *	2100

* Cotización solicitud de adquisicón MEC EQ1 01286 (Hoja de adquisiciones proyecto BID ESPOL II)

Aún en el caso de no haber grandes diferencias en costos, se debe dar preferencia a programas hechos en el país, ya que estos salvan barreras como las idiomáticas, de forma de enseñanza y lo que es más importante el hecho de que éstos estarán de acuerdo a nuestros planes de estudio.

5.- No se trata en ningún caso, de que la computadora sustituya al profesor, ya que este es el que propor-

ciona la motivación y el deseo de aprender, la idea es que el computador pueda guardar todo lo formulable; cronológico o rutinario, con lo cual el hombre pueda dedicarse a lo que constituye su superioridad sobre la máquina: la creatividad.

6.- El diseño de este programa puede ser adaptado para otras materias que se dictan en la Universidad, sin importar a que área o especialización pertenescan

RECOMENDACIONES

1.- El uso de computadores debe ser ampliado a todos los niveles de la educación, ya que por medio de estos se puede aprender cualquier cosa: nombres, hechos y fechas históricas; fórmulas matemáticas, físicas o químicas; autores de obras literarias; ortografía y lectura; inglés; música y un largo etcétera.

Utilizando las capacidades de sonido, color y gráficos de los microcomputadores, el aprendizaje resulta más estimulante y divertido.

2.- Debe crearce una concientización en los educadores acerca de las bondades de las computadoras en la educación, al mismo tiempo debe estimularse la capacitación indispensable de los profesores para que puedan desenvolverse en un medio educativo computarizado.

BIBLIOGRAFIA

1. NORTON Peter, Inside the IBM PC, A Brady Book, Published by Prentice Hall Press, New York, 1986

2. IBM, BASIC Reference, Personal Computer Hardware Reference Library, Third Edition, May 1984.

3. TROMBETTA Angela and Michael, Using BASIC on the IBM PC, Addison - Wesley Publishing Company, U S A, Agosto 1984.

4. PORTEN Alan and REZMER Martin, BASIC Subroutines for the IBM PC and PCjr, Addison - Weslwy Publi-shing Company, U S A, Enero 1985.

5. KORITES B. J., GRAPHICS for the IBM pc, Kern publi-cations Durbury, Massachusetts, 1983.

6. THOMSON William T., Teoría de Vibraciones - Aplica-ciones, Editorial Prentice/Hall International, Di-ciembre 1982.

7. DEN HARTOG J. P., Mecánica de las Vibraciones, 2da reimpresión en español, Compañia Editorial Continental S.A., Mexico D.F., 1966.

8. ROCA VILA R. y LEON Juan, Vibraciones Mecánicas, 1era edición, Editorial Limusa, Mexico, 1981.

9. STEIDEL Robert F., And Introduction to Mechanical Vibrations, Segunda Edición, New York, Jhon Wiley, 1979.

10. VIERCK Robert K., Vibration Analysis, Second Edition, Thomas Y. Crowell Company, Harper & Row Publishers, New York.

11. SANDOR Bela I., Engineering Mechanics: Dynamics, Prentice Hall Inc, U.S.A., 1983, Chapter 21.

A P E N D I C E S

APENDICE A

PROGRAMA GE/VIBRA - TABLA DE CONTENIDO

Información teórica

0. Introducción

1. Vibración libre no amortiguada

   1.1 Vibración Libre - ecuación de movimiento

   1.2 Vibración torsional

   1.3 Método de energía

   1.4 Método de Rayleigh

2. Vibraciones Libres Amortiguadas

   2.0 Introducción

   2.1 Vibración libre con amortiguamiento viscoso

   2.2 Decremento logarítmico

   2.3 Vibración libre con amortiguamiento histerésico

   2.4 Vibración libre con amortiguamiento seco

3. Vibración armónica forzada

   3.1 Vibración armónica forzada

   3.2 Desbalance rotario

   3.3 Velocidades críticas de ejes

   3.4 Fuerzas transmitidas y aislamiento de vibración

   3.5 Movimiento de la base

   3.6 Instrumentos medidores de vibraciones

   3.7 Energía disipada por amortiguamiento

3.8 Vibración armónica forzada con amortiguación histeresica.

3.9 Vibración armónica forzada con amortiguamiento seco

3.10 Respuesta a una función excitadora periódica general

4. Vibración transitoria

4.0 Introducción

4.1 La función forzante escalón rectangular

4.2 La función forzante rampa

4.3 La función excitadora exponencial decreciente

4.4 Combinación de funciones excitadoras escalon y exponencial decreciente

4.5 Combinación de funciones exicitadoras exponenciales decrecientes

4.6 Respuesta a una función forzante general (convolución)

4.7 Convolución en caso amortiguado

5. Vibración libre no amortiguada con n grados de libertad

5.0 Introducción

5.1 Dos grados de libertad

5.1.1 Ecuación de frecuencia

5.1.2 Modos y fracciones modales

5.1.3 Coordenadas principales

5.1.4 Absorvedor dinámico de vibraciones

5.2 n grados de libertad

5.2.1 Matrices de ecuaciones de movimiento

5.2.2 Coheficientes de influencia

5.2.3 Iteración de la matriz, ejemplo

5.3 Vibración torsional

5.3.1 Sistemas discretos

5.3.2 Ecuaciones de movimiento

5.3.3 Metodo de Holzer, ejemplo

APENDICE B

MEMORIA FOTOGRAFICA

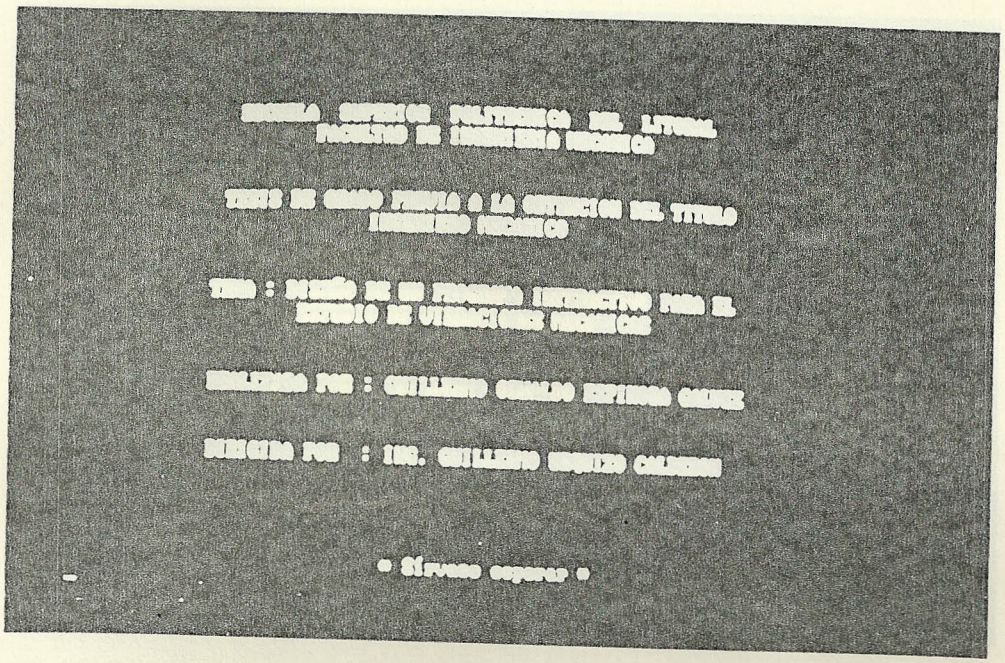


Fig.NO1.2

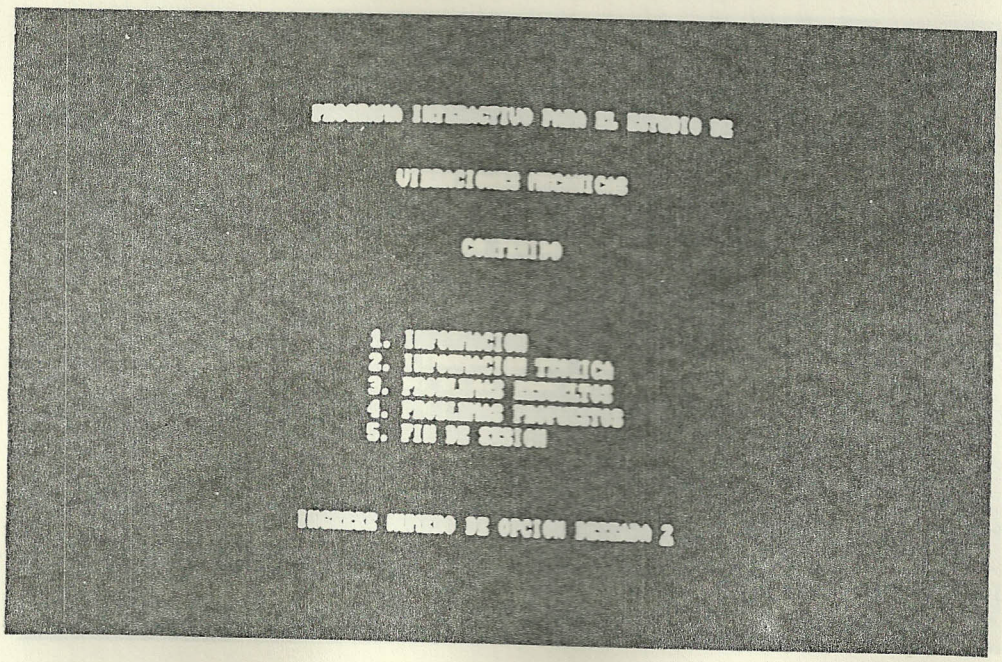


Fig.NO1.7

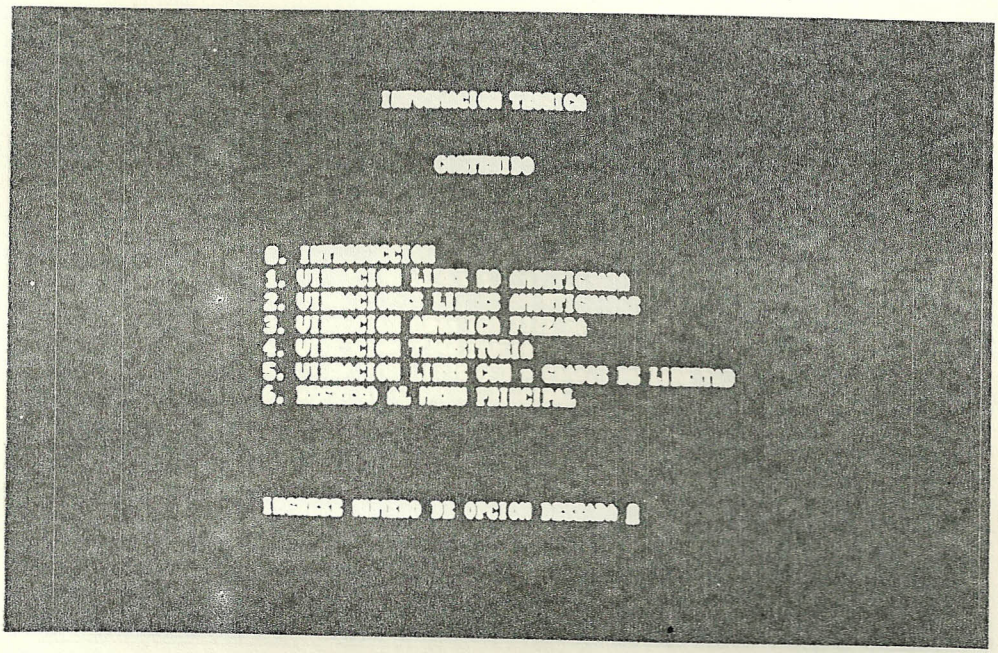


Fig.Nº1.4

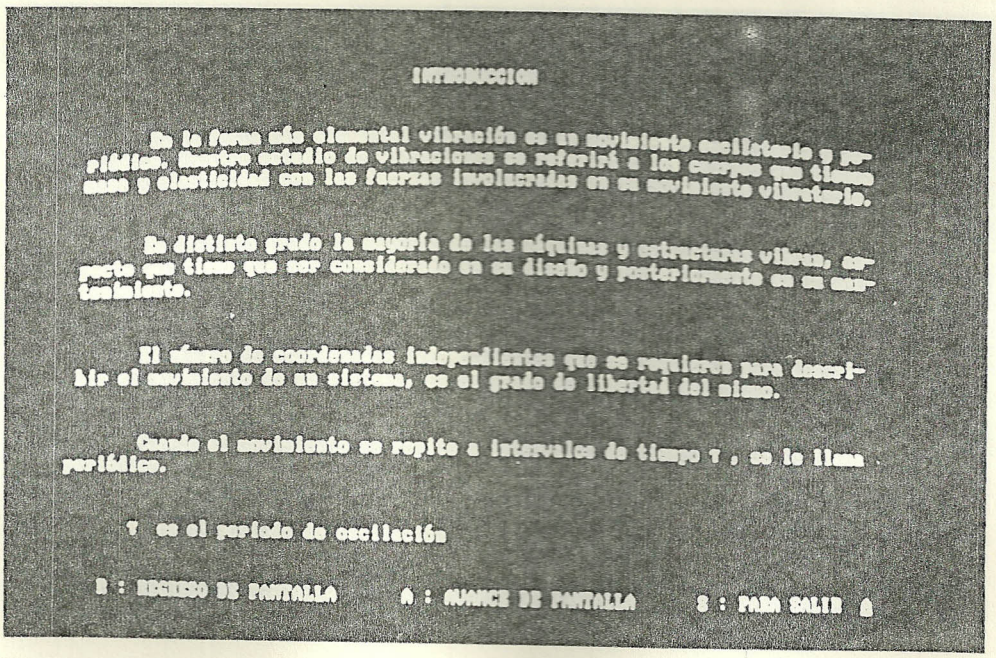


Fig.Nº1.5

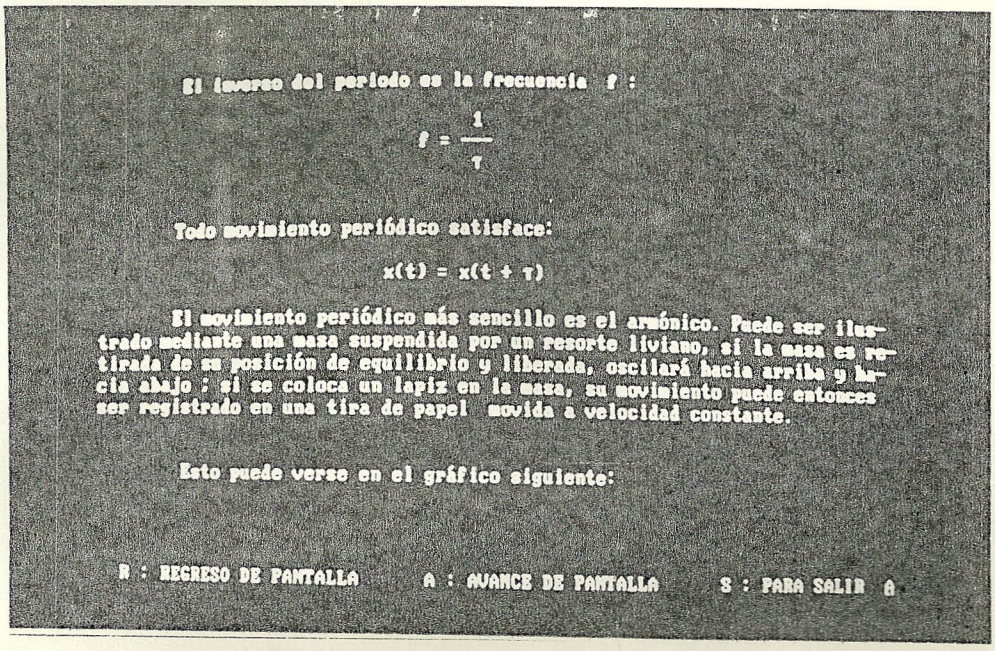


Fig.Nº1.6

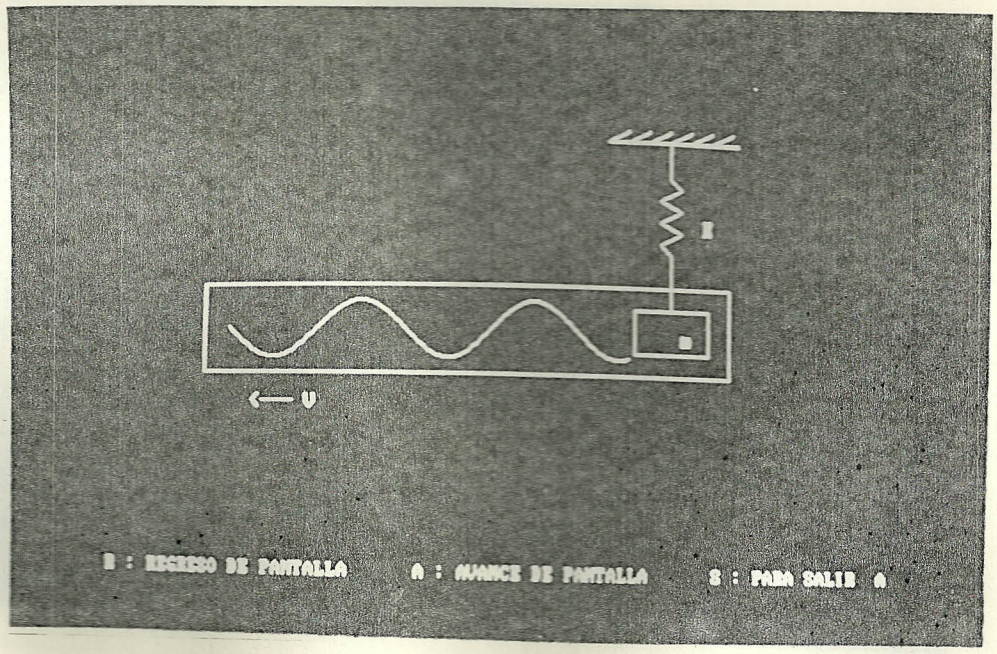


Fig.Nº1.7

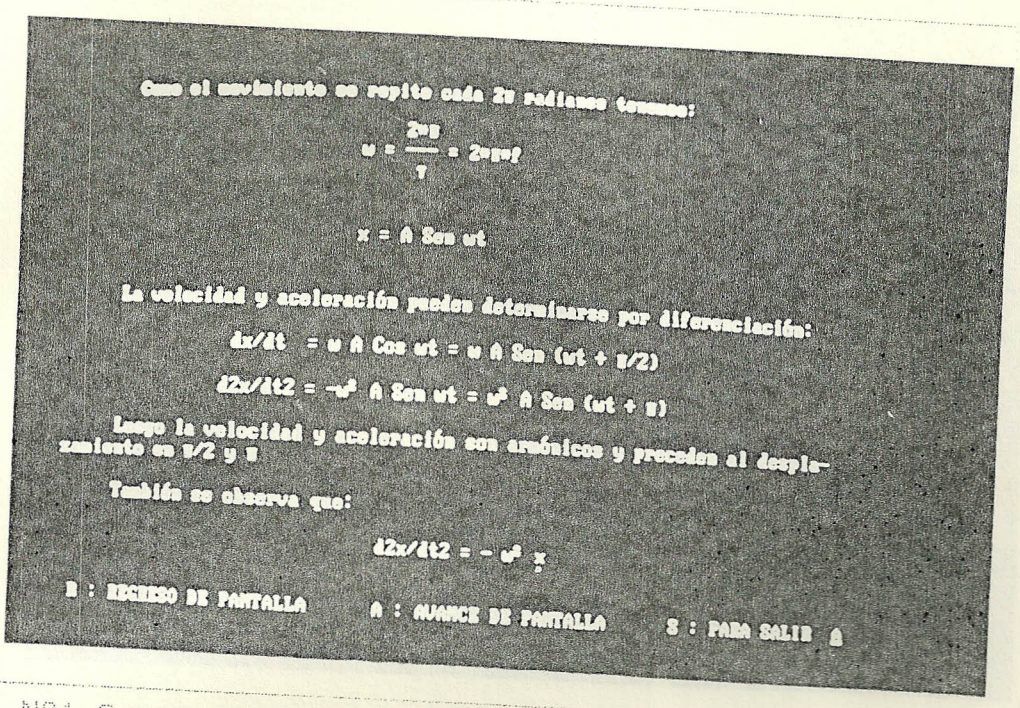


Fig.N°1.8

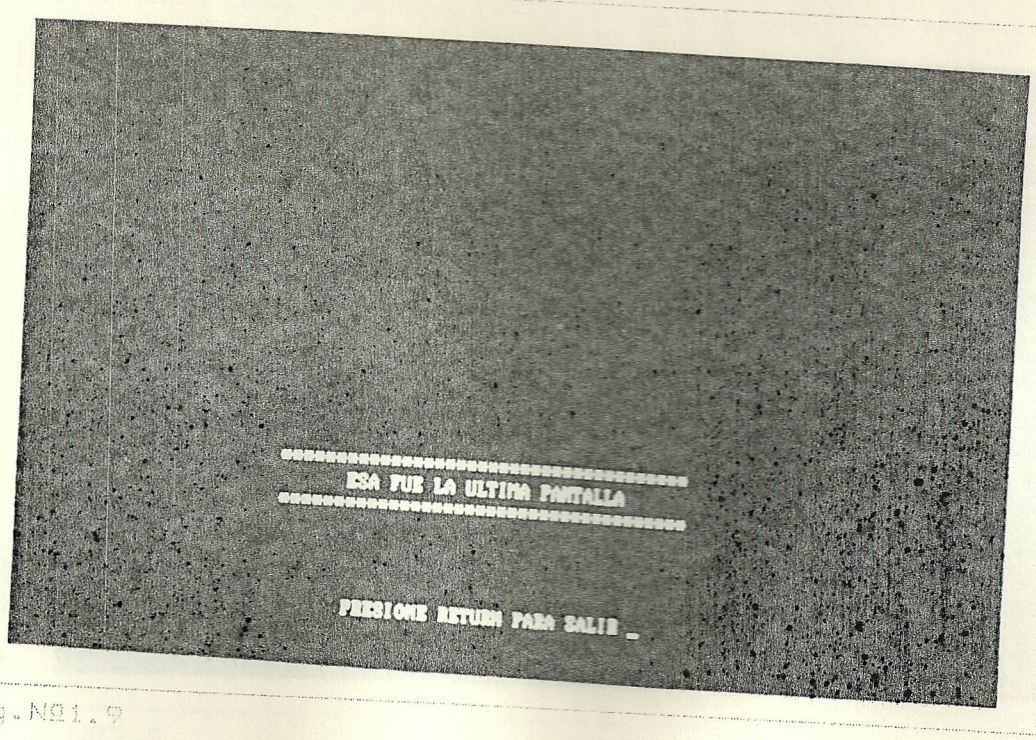


Fig.N°1.9

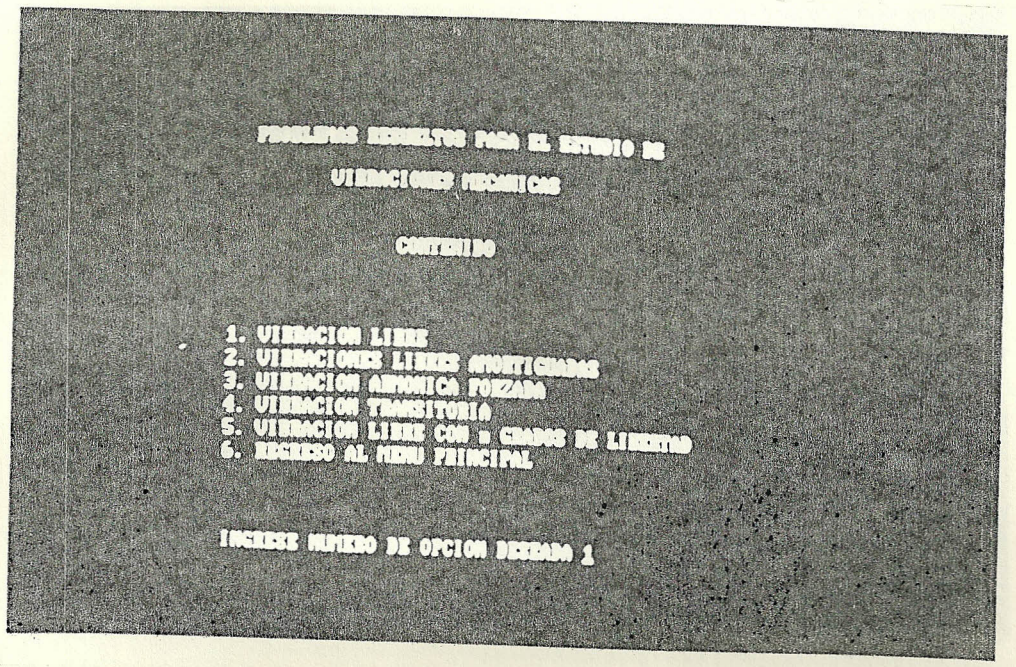


Fig.N°2.1

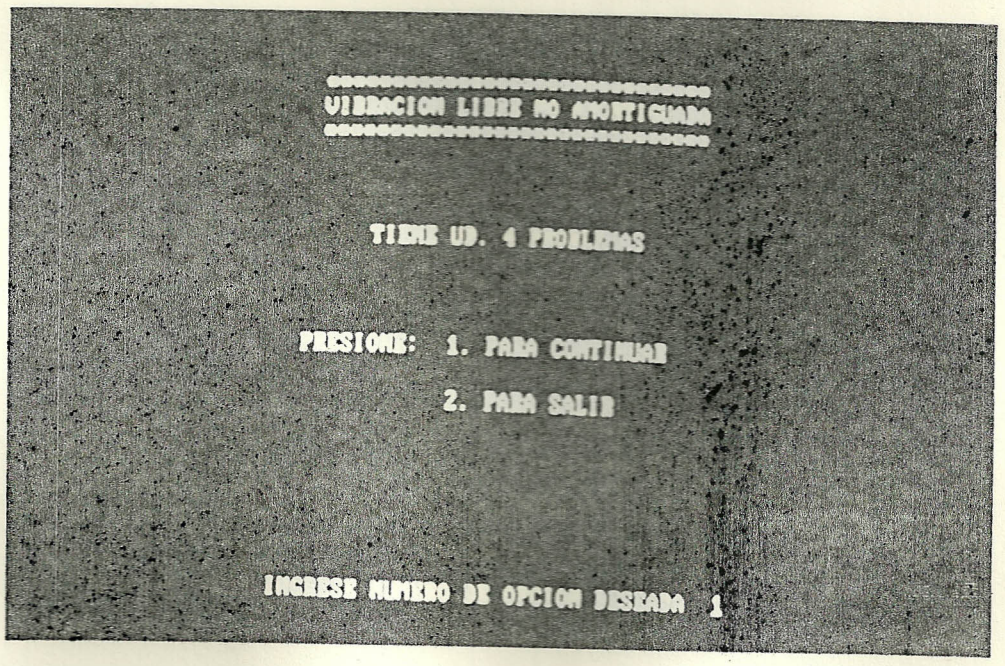


Fig.N°2.2

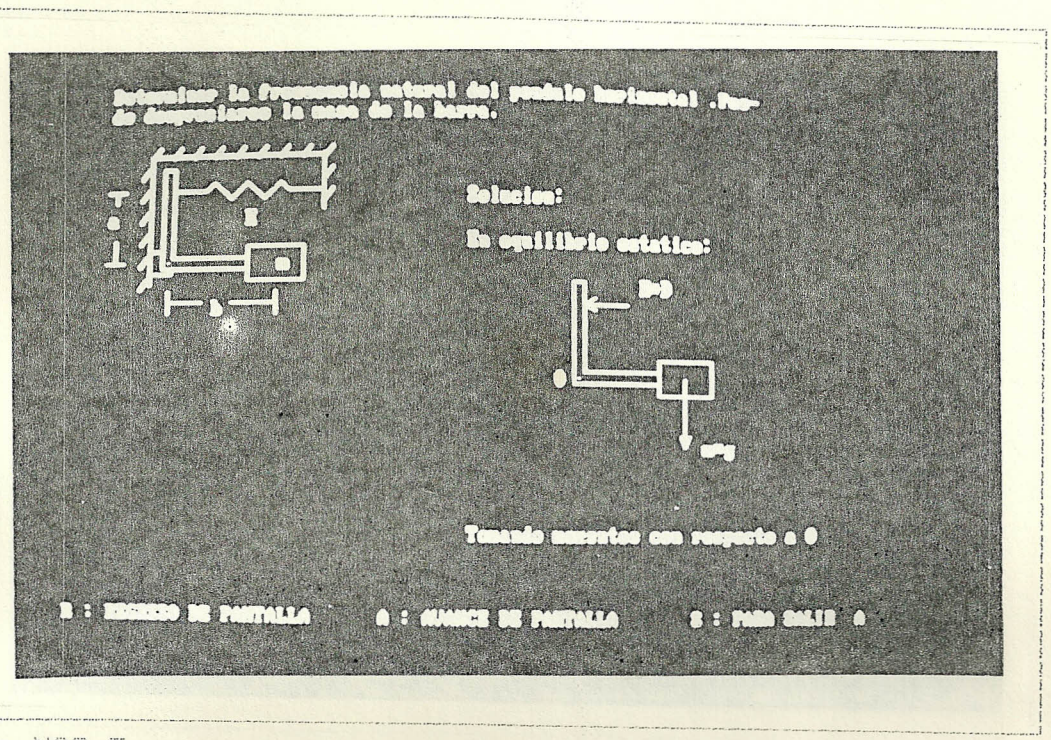


Fig.N°2.3

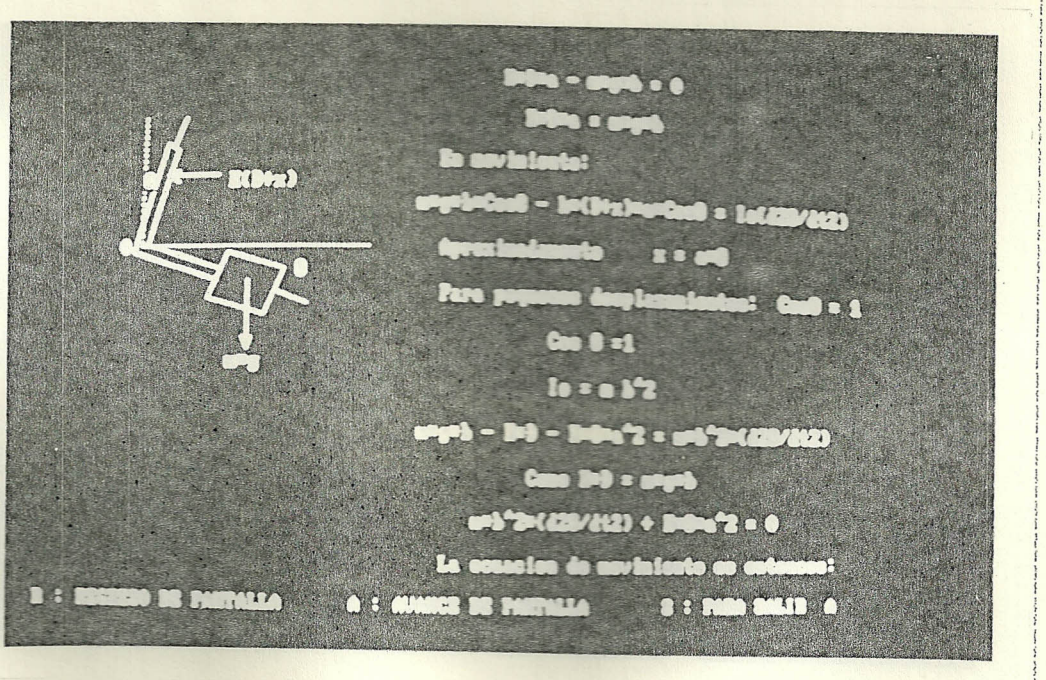


Fig.N°2.4

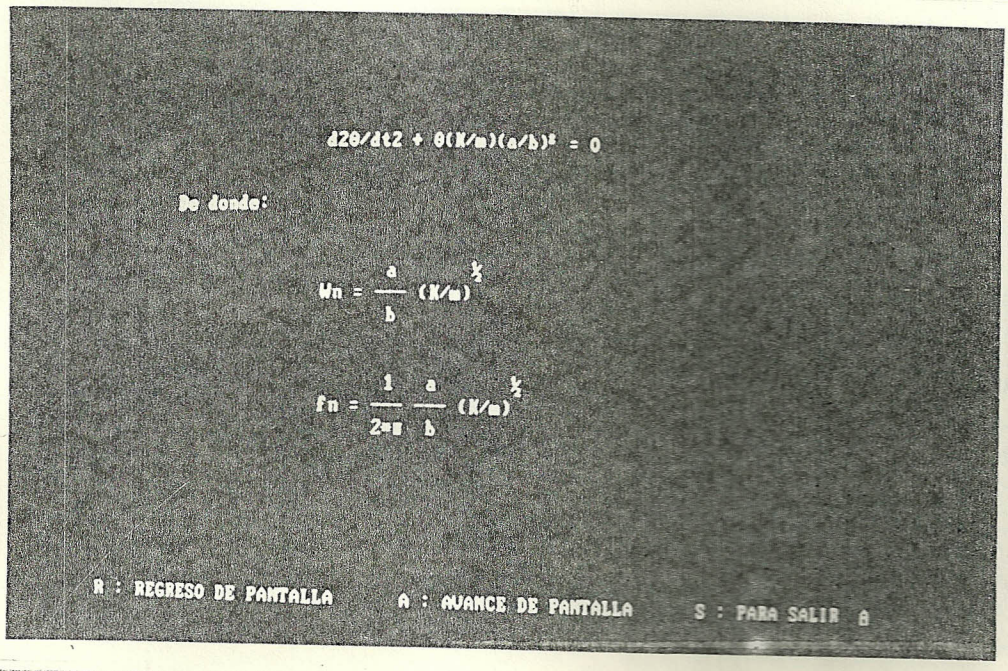


Fig.Nº2.5

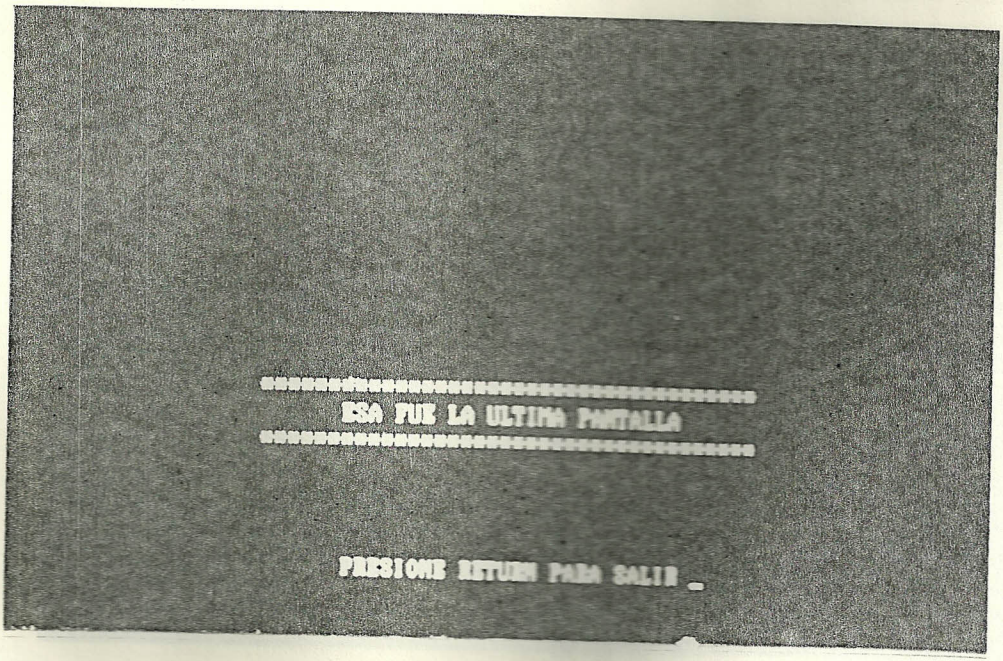


Fig.Nº2.6

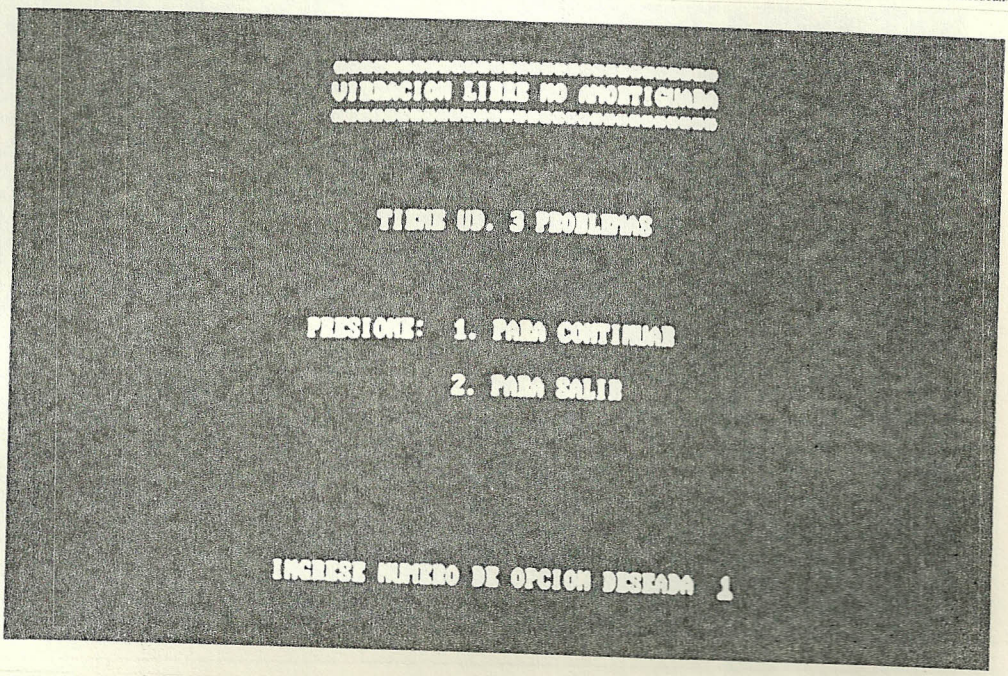


Fig.Nº2.7

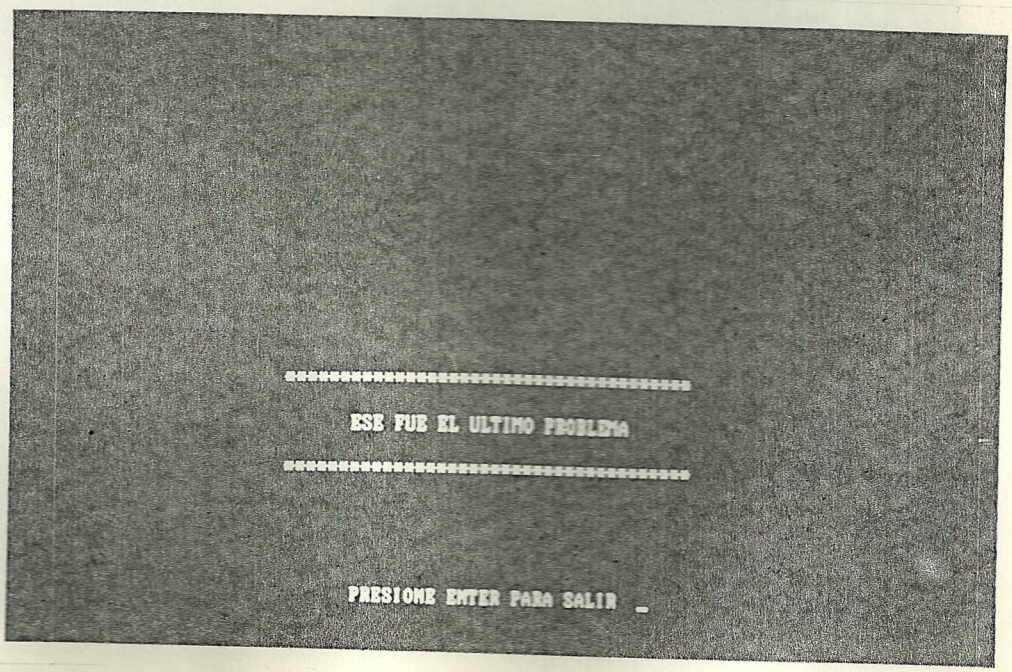


Fig.Nº2.8

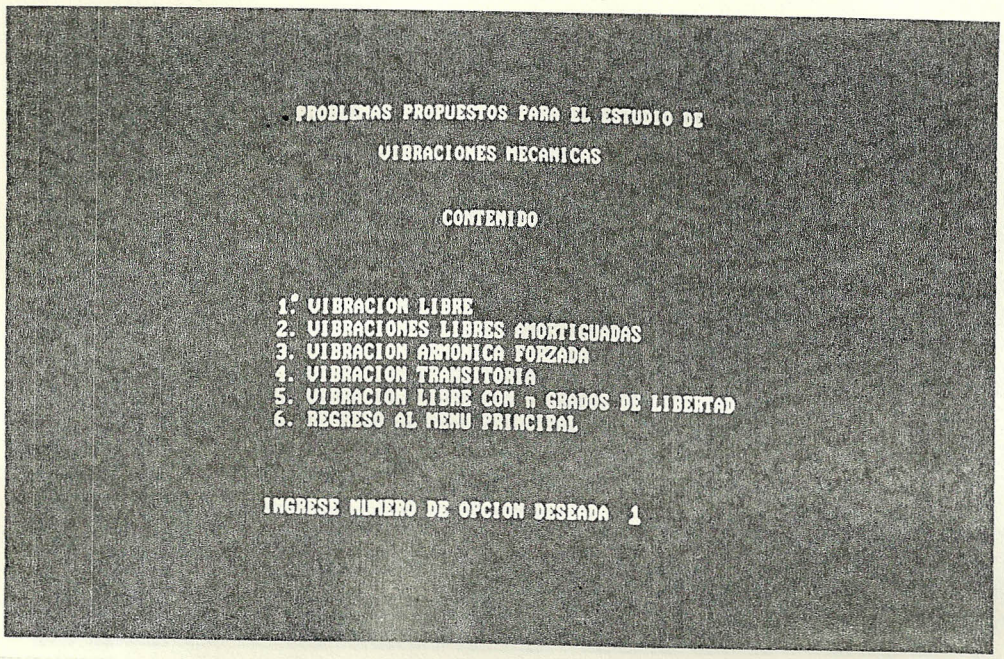


Fig.N°3.1

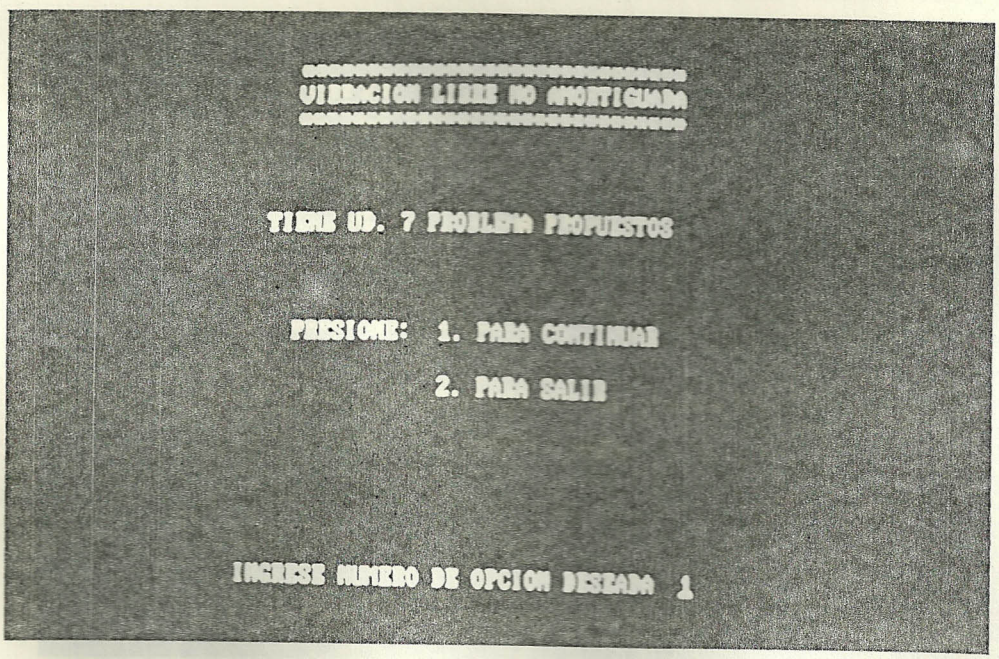


Fig.N°3.2

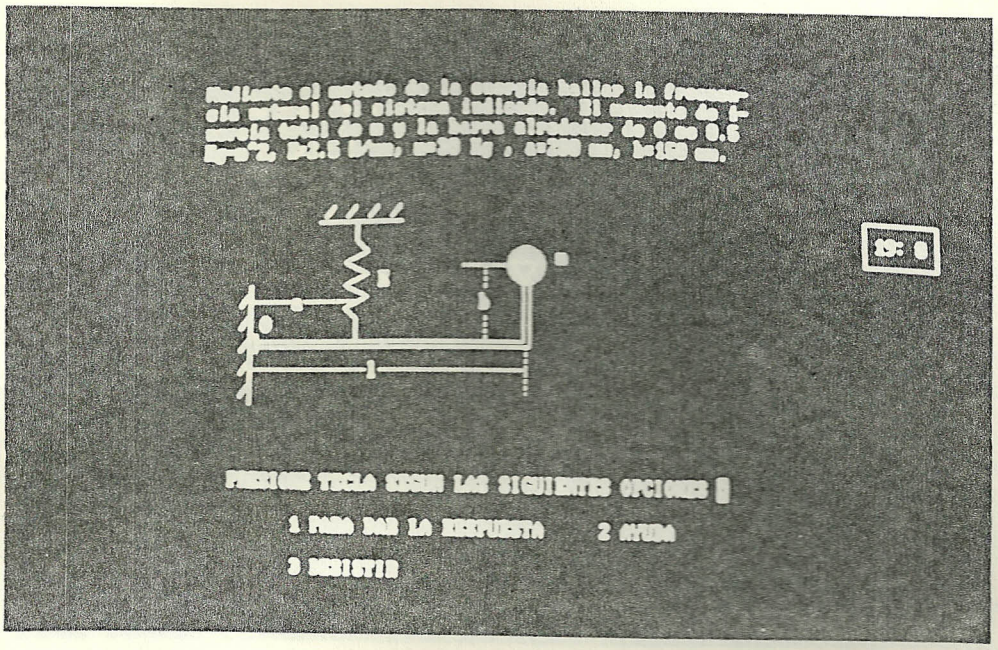


Fig.N03.3

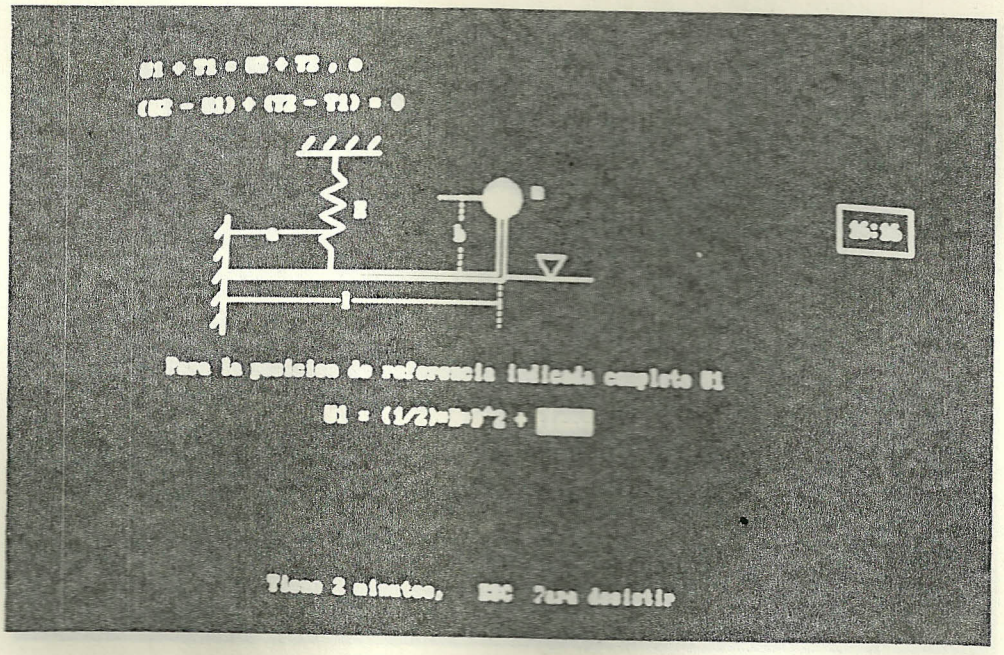


Fig.N03.4

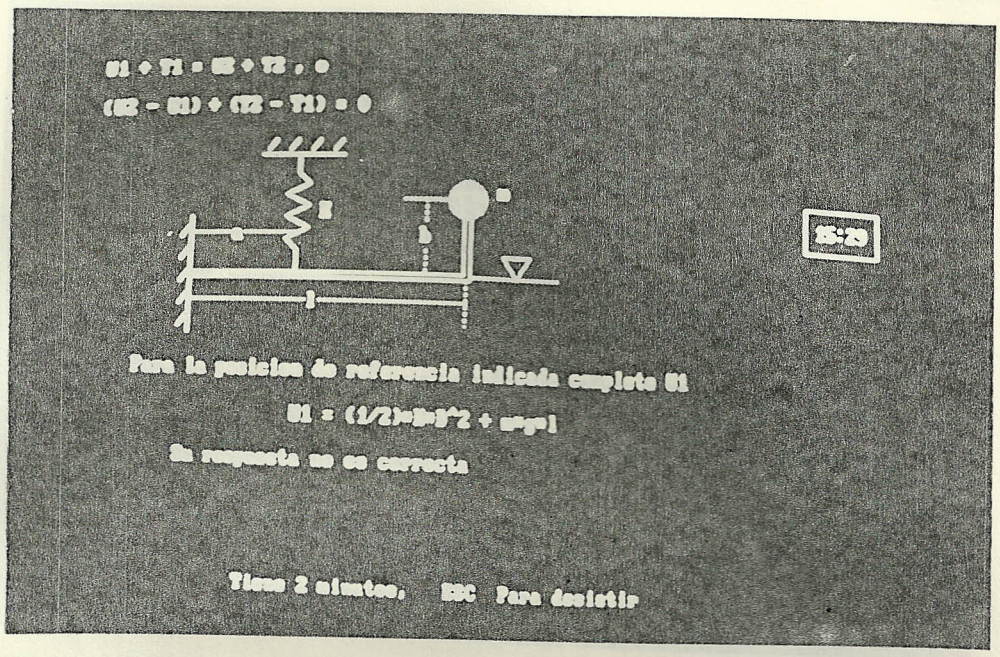


Fig.N°3.5

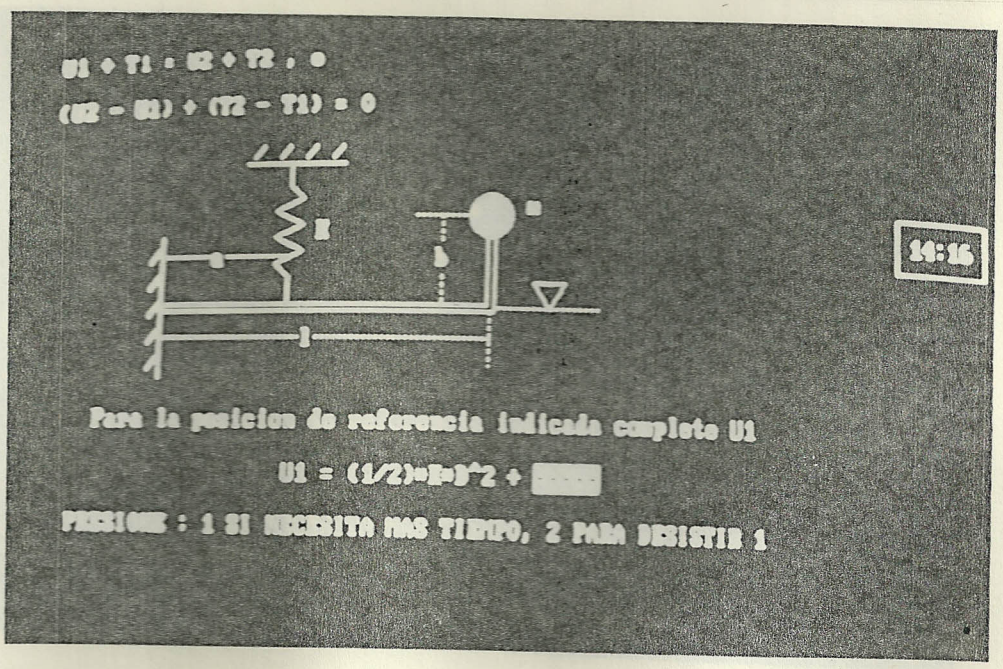


Fig.N°3.6

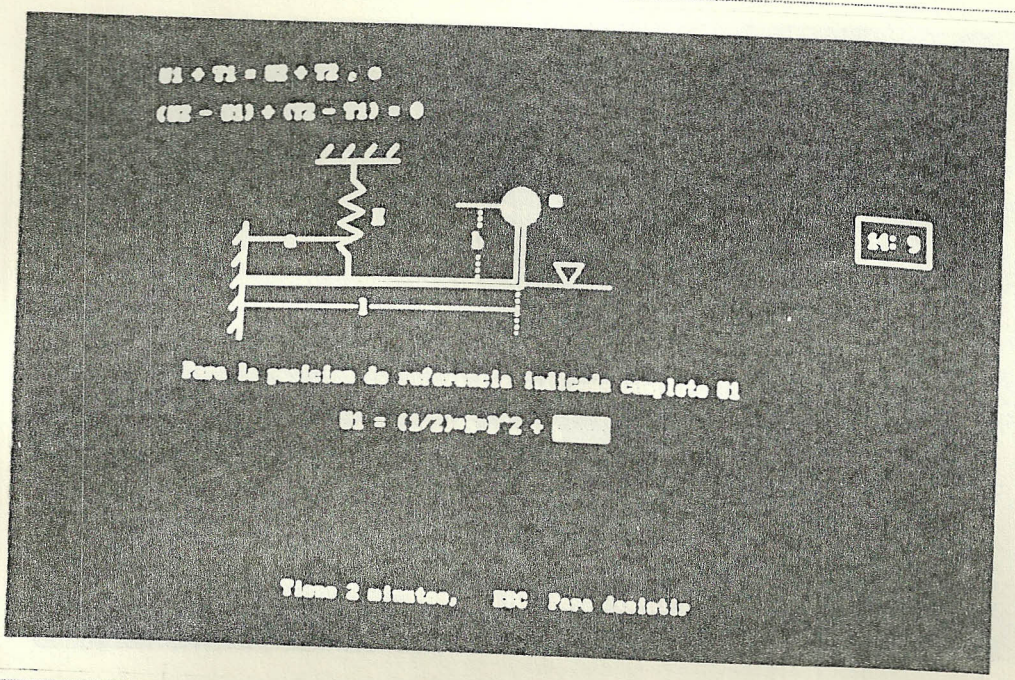


Fig.Nº3.7

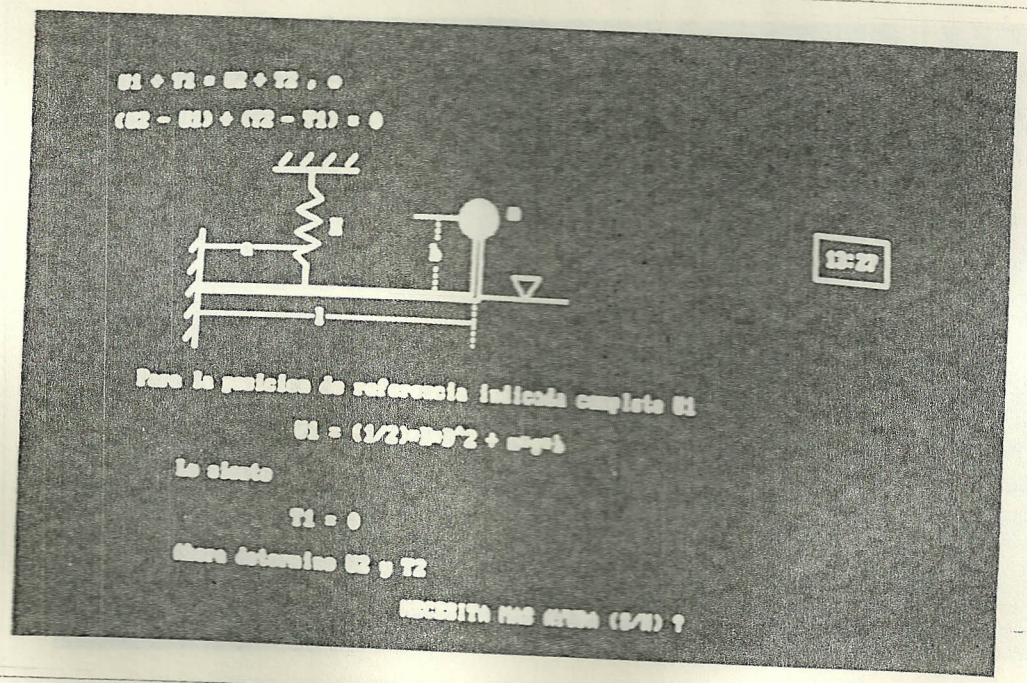


Fig.Nº3.8

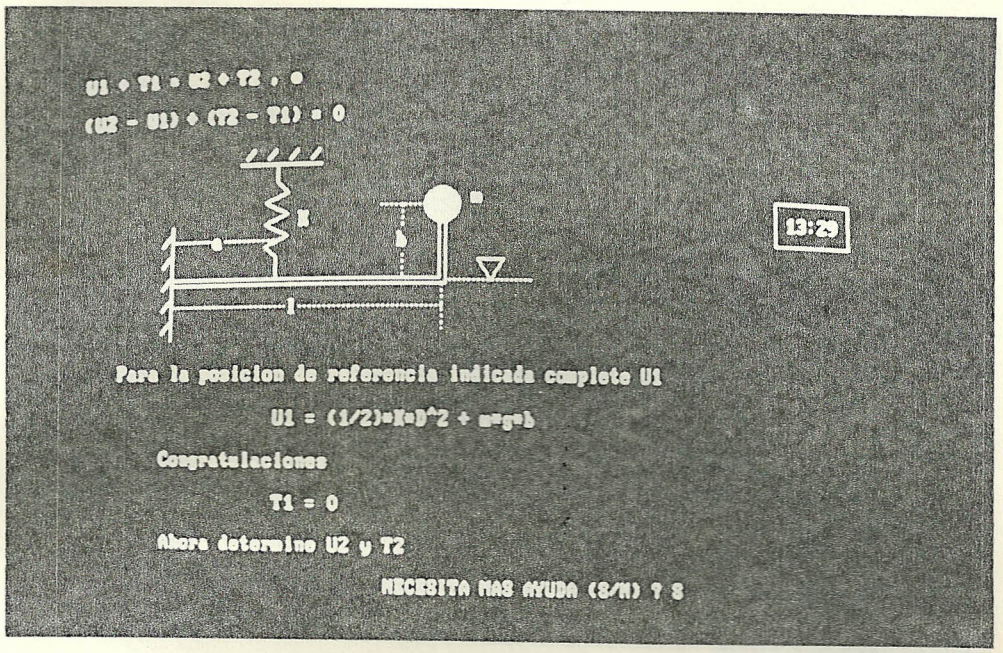


Fig.Nº3.9

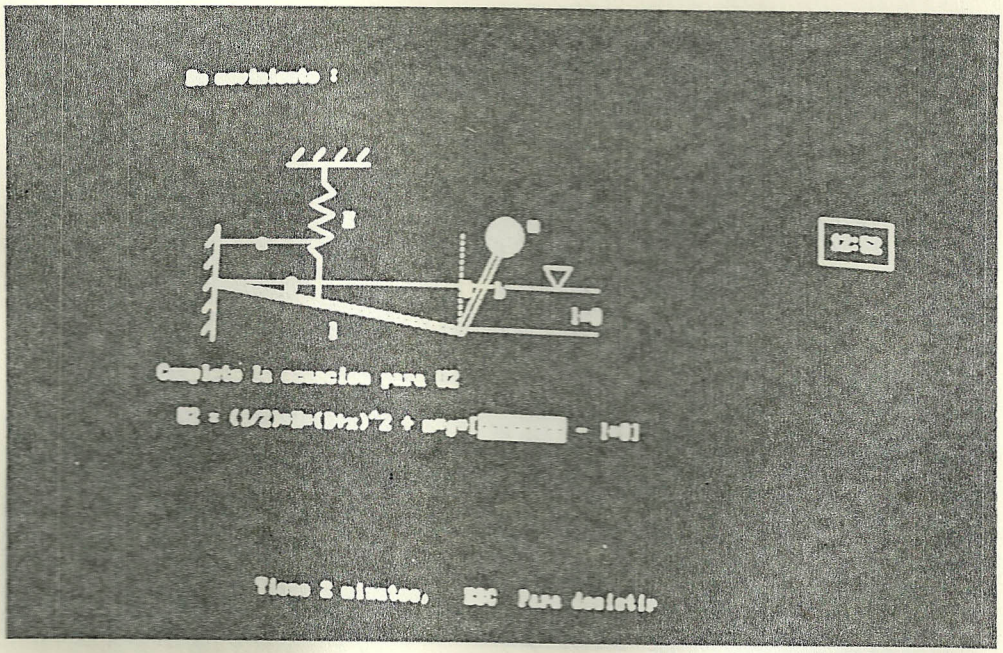


Fig.Nº3.10

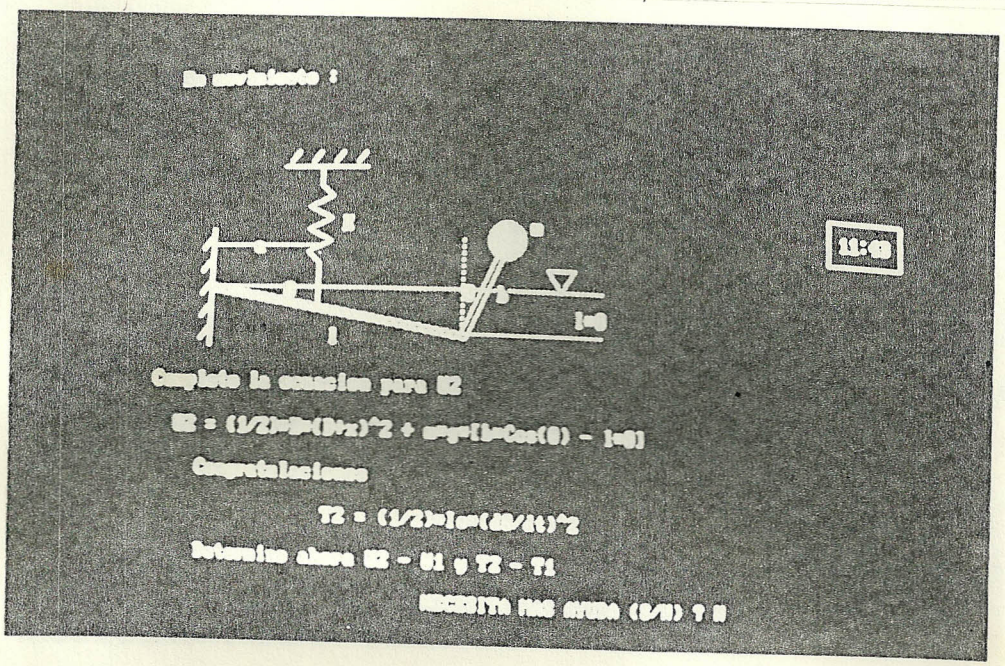


Fig.Nº3.11

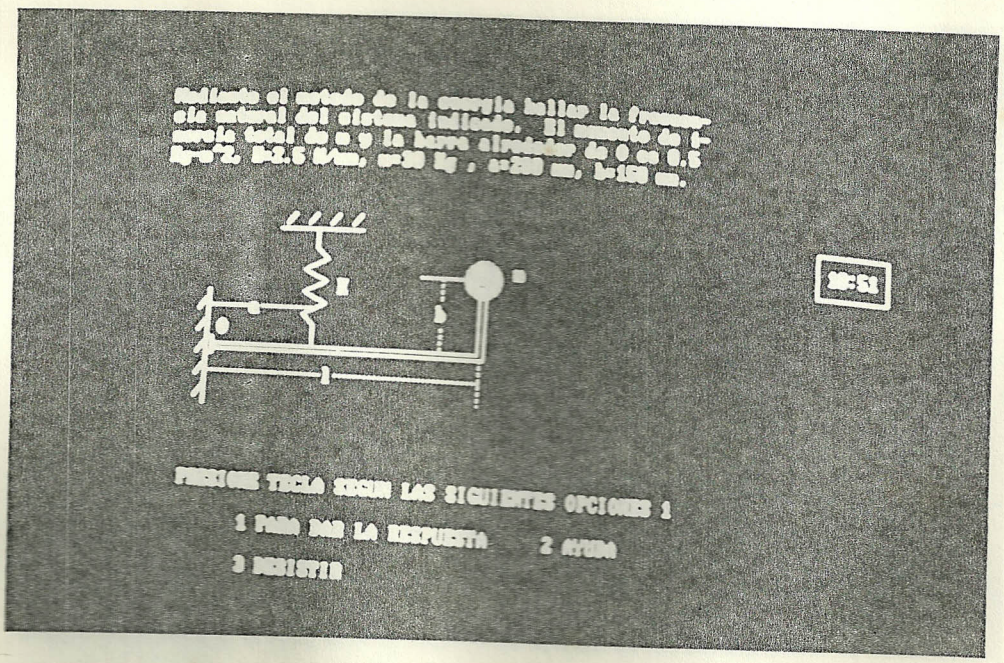


Fig.Nº3.12

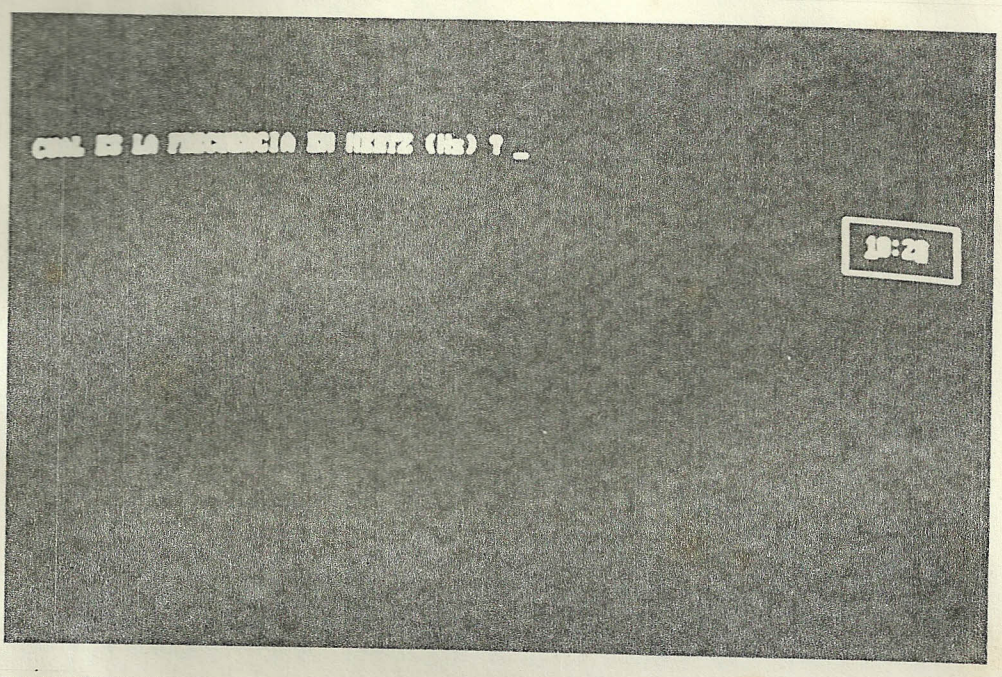


Fig.N°3.13

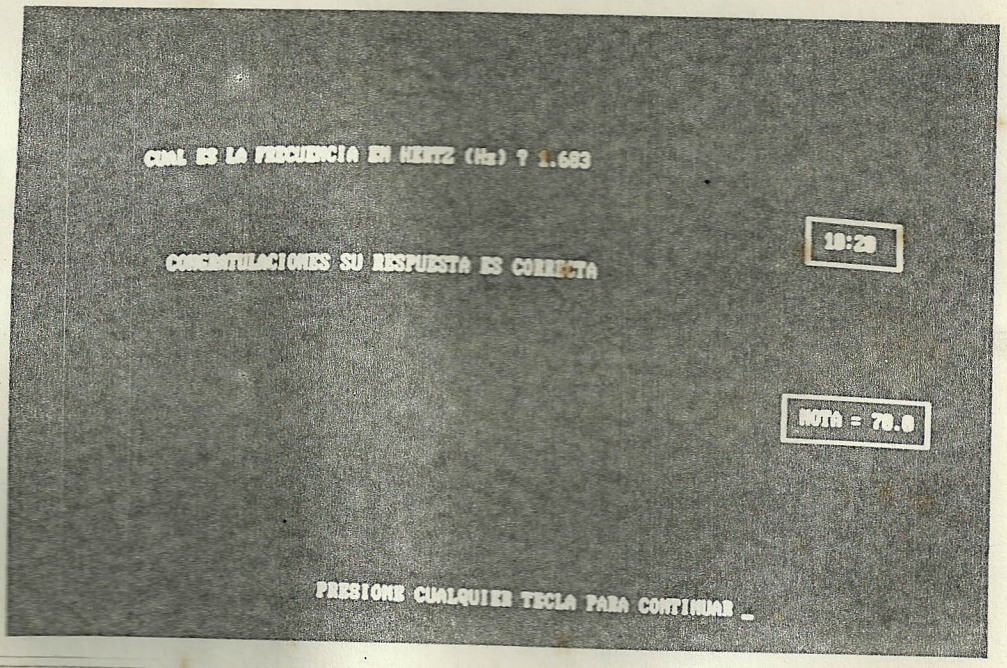


Fig.N°3.14