



T
621.462
R741
C-2



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE PROTECCION
PARA MOTORES TRIFASICOS"**

TESIS DE GRADO

**Previa a la obtención del Título de
Ingeniero en Electricidad**

Especialización:

ELECTRONICA

Presentado por:

Paúl Rojas Vargas

Guayaquil - Ecuador

1991

AGRADECIMIENTO

Al Ing. ALBERTO LARCO GOMEZ,
Director de Tesis, por su
ayuda y colaboración para la
realización de este trabajo.

A todos los profesores de la
Comunidad Politécnica, que de
una u otra forma han ayudado
en mi formación académica.

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES:

Por el apoyo que toda la vida me han brindado.

A MIS HERMANOS:

Por demostrarme una gran confianza.

A MI ESPOSA:

La persona más querida de mi vida.

A MI HIJO:

Que está por nacer, pero que de seguro, después leerá este trabajo.-

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).



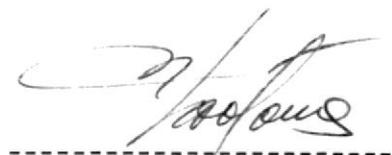
PAUL ORLANDO ROJAS VARGAS



ING. ALBERTO LARCO GOMEZ
DIRECTOR DE TESIS



ING. JORGE FLORES MACIAS
PRESIDENTE



ING. NORMAN CHOOTONG CH.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. EDGAR IZQUIERDO O.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

R E S U M E N

El objetivo de esta tesis es diseñar un prototipo de un relé de sobrecorriente basado en un microprocesador 8085 de Intel y su aplicación en la suspensión de motores trifásicos.

El sistema básico está conformado por un microcomputador SDK-85, sobre el cual se implantarán los circuitos de apoyo que darán al relé toda la flexibilidad necesaria.

El Capítulo I, se encargará de recordar los conceptos básicos de los motores trifásicos asincrónicos y las diferentes condiciones o fallas que pueden ellos llegar a caer.

En el Capítulo II, se presentan diferentes tipos de relés estáticos que han sido y son usados en la industria.

En el Capítulo III, se explica el diseño de los circuitos periféricos que son necesarios para que el microcomputador SDK-85, pueda gobernar a los tiristores que conmutan la alimentación al motor.

Además también existirá un detector circuito de inversión de fase que va a comunicar al microcomputador inhibiendo el arranque o deteniendo la ejecución del programa para enviar un mensaje por la impresora y así detenerse.

Finalmente, en este capítulo también se refiere al diseño de la interfase que será usada para interconectar el SDK085, a una impresora EPSON RX-80, con la cual comunicará el sistema, tipo de falla, la magnitud o cualquier otra razón por la cual se ha procedido a detenerse al motor.

Debido a todas estas funciones y aparte de que la programación es mayor que la capacidad de memoria del kit y que durante el desarrollo del prototipo hay que usar memoria para desarrollarlo, fue necesario construir una ampliación de memoria.

Tenemos así, el Capítulo V, el cual recoge las instrucciones de operación del equipo diseñado, así como también los resultados obtenidos de una prueba experimental.

Por último tenemos las Conclusiones y Recomendaciones para una posible extensión del equipo diseñado.

INDICE GENERAL

	<u>PAGS.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XIII
INDICE DE TABLAS -----	XVI
INTRODUCCION -----	XVII
CAPITULO I	
TEORIA DE MOTORES ASINCRONICOS Y SUS PROTECCIONES-----	19
1.1. TEORIA DE MOTORES DE INDUCCION POLIFASICO-----	19
1.1.1. Generalidades -----	19
1.1.2. Circuito equivalente de un motor asincrónico o de inducción -----	20
1.1.2.1. ROTOR BLOQUEADO -----	22
1.1.2.2. ROTOR LIBRE -----	23
1.1.2.3. CIRCUITO EQUIVALENTE APROXIMADO---	24
1.1.3. Arranque de los motores de inducción -----	26
1.1.3.1. TORQUE DE ACELERACION -----	28
1.1.3.2. CORRIENTE DE ARRANQUE -----	29

1.2. PROTECCION DE MOTORES -----	30
1.2.1. Tipos de fallas -----	30
1.2.1.1. FALLAS MECANICAS -----	31
1.2.1.2. FALLAS ELECTRICAS -----	31
1.2.2. Tipos de protecciones -----	32
1.2.2.1. PROTECCION PARA MOTORES DE BAJA CA PACIDAD -----	34
1.2.2.2. PROTECCION PARA MOTORES DE ALTA CA PACIDAD -----	35
 CAPITULO II	
TEORIA DE RELES -----	36
2.1. RELES ESTATICOS -----	36
2.1.1. Introducci3n -----	36
2.1.2. Ventajas y desventajas de un rel3e est3tico-----	37
2.1.3. Constituci3n b3sica de un rel3e est3tico ---	40
2.1.3.1. ELEMENTO DE CONVERSION -----	41
2.1.3.2. ELEMENTO DE MEDICION -----	42
2.1.3.3. ELEMENTOS DE SALIDAS -----	42
2.1.3.4. ELEMENTOS DE CONMUTACION-----	43
2.1.4. Tipos de rel3es -----	44
2.1.4.1. RELES HIBRIDOS ELECTROMECHANICOS---	45
2.1.4.2. RELE DE ESTADO SOLIDO HIBRIDOS (HSSR)	46
2.1.5. Tipos de rel3es de estado s3lido -----	47
2.1.5.1. ACOPLAMIENTO POR TRANSFORMADOR----	48

2.1.5.2. SISTEMAS OPTO AISLADOS -----	48
2.2. RELES DE SOBRECORRIENTE -----	49
2.2.1. Introducción -----	49
2.2.2. Clases de relés de sobrecorriente -----	50
2.2.2.1. RELE DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO	51
2.2.2.2. RELE TEMPORIZADO -----	51
2.2.3. Ecuación matemática de la característica - tiempo corriente -----	53
2.2.4. Aplicaciones de las diferentes característi <u>ca</u> s tiempo - corriente -----	55
CAPITULO III	
DISEÑO DE UN RELE DE SOBRECORRIENTE ESTATICO -----	57
3.1. HARDWARE -----	57
3.1.1. Diagrama de bloques funcional -----	57
3.1.2. Descripción del SDK-85 -----	59
3.1.2.1. MAPEO, DISTRIBUCION Y AMPLIACION DE MEMORIA -----	65
3.1.3. Diseño de circuitos periféricos -----	76
3.1.3.1. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INVER <u>si</u> sion DE FASE -----	76
3.1.3.2. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA FALLA DE FASE -----	84
3.1.3.3. CIRCUITO DE DISPARO -----	87
3.1.3.4. RECTIFICADOR DE CORRIENTE -----	89
3.1.3.5. CONVERSION ANALOGICA DIGITAL-----	94

3.1.3.6. INTERFASE A IMPRESORA -----	99
--------------------------------------	----

CAPITULO IV

PROGRAMACION DEL RELE SOBRECORRIENTE ESTATICO -----	116
---	-----

4.1. SOFTWARE -----	116
---------------------	-----

4.1.1. Tareas del microprocesador -----	121
---	-----

4.1.1.1. ARRANQUE DEL MOTOR -----	121
-----------------------------------	-----

4.1.1.2. TOMA DE MUESTRAS -----	122
---------------------------------	-----

4.1.1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS -----	122
---------------------------------------	-----

4.1.1.4. SALIDA DE RESULTADOS -----	123
-------------------------------------	-----

4.1.2. Programación -----	123
---------------------------	-----

4.1.2.1. SUBROUTINA INTERR 7.5 -----	128
--------------------------------------	-----

4.1.2.2. SUBROUTINA DE INICIALIZACION-----	130
--	-----

4.1.2.3. SUBROUTINA INT6.5 -----	136
----------------------------------	-----

4.1.2.4. SUBPROGRAMA TERMINA -----	139
------------------------------------	-----

4.1.2.5. SUBPROGRAMA APERTURA -----	141
-------------------------------------	-----

4.1.2.6. SUBPROGRAMA SEPARACION-----	141
--------------------------------------	-----

4.1.2.7. SUBROUTINA FIN -----	147
-------------------------------	-----

4.1.2.8. SUBROUTINA IMPRE -----	152
---------------------------------	-----

4.1.2.9. SUBROUTINA IMPRESION-----	156
------------------------------------	-----

4.1.2.10. SUBROUTINA PROGRAMA 1 -----	160
---------------------------------------	-----

4.1.2.11. SUBROUTINA PROGRAMA 2 -----	167
---------------------------------------	-----

4.1.2.12. TIEMPO DE APERTURA -----	174
------------------------------------	-----

CAPITULO V

INSTRUCCIONES DE OPERACION Y PRUEBA EXPERIMENTAL -----	186
--	-----

5.1. INSTRUCCIONES DE OPERACION -----	186
5.1.1. Procedimiento para arrancar el motor -----	188
5.1.2. Operación continua y sin falla -----	189
5.1.3. Condición de falla -----	190
5.2. PRUEBA EXPERIMENTAL -----	191
5.2.1. Selección de motor -----	191
5.2.2. Cálculos de constantes y prueba experimental	193
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	197
APENDICES -----	200
BIBLIOGRAFIA -----	252



INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS.</u>
CAPITULO I		
1.1.	CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR CON ROTOR BLOQUEADO -----	25
1.2.	CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR CON ROTOR LIBRE -----	25
1.3.	CIRCUITO EQUIVALENTE APROXIMADO DE UN MOTOR CON ROTOR LIBRE -----	25
CAPITULO II		
2.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN RELE ESTATICO --	41
2.2.	ESQUEMA DE UN RELE HIBRIDOS ELECTROMECHANICO -----	46
2.3.	ESQUEMA DE UN RELE ESTADO SOLIDO HIBRIDOS-	47
2.4.	CURVAS DE RESPUESTAS -----	53
CAPITULO III		
3.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL -----	58
3.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL DEL SDK-85--	60
3.3.	DIAGRAMA DE PINES DEL 8085 -----	62

<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
3.4.	CONEXION DEL 8205 -----	66
3.5.	CONFIGURACION DE PINES Y SIMBOLO LOGICO DE UN 2114A -----	68
3.6.	DIAGRAMA DE PINES DEL EPROM 2732A -----	73
3.7.	SEÑAL A13 Y ESQUEMA DEL INVERSOR -----	74
3.8.	DIAGRAMA DE DETECTOR DE SECUENCIA DE FASES -	76
3.9.	FORMAS DE ONDAS DEL SISTEMA -----	80
3.10.	DIAGRAMA DE TIEMPO DE LAS SEÑALES X,Y y Z----	82
3.11.	DIAGRAMA DEL CIRCUITO DETECTOR DE FALLA DE FASE -----	86
3.12.	DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISPARO -----	89
3.13.	CIRCUITO SENSOR DE CORRIENTE -----	93
3.14.	CONVERTIDOR ADC803LCN -----	101
3.15.	DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA IMPRESORA RX-80----	103
3.16.	SECUENCIA DE TRANSFERENCIA DE DATOS -----	103
3.17.	DESCRIPCION DE PINES -----	109
3.18.	FORMATO DE LA INSTRUCCION SIM -----	111
3.19.	DIAGRAMA DE CONEXION -----	113
3.20.	LOGICA DE LA INTERRUPCION 6.5 -----	114
3.21.	ASIGNACION DE LAS SEÑALES EN LAS PUERTAS DEL INTEGRADO 8155 -----	114
CAPITULO IV		
4.1.	DIAGRAMA DE BLOQUES PRINCIPAL -----	125

<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
4.2.	SUBROUTINA INTERR 7.5 -----	129
4.3.	SUBROUTINA DE INICIALIZACION -----	132
4.4.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA INT6.5-----	138
4.5.	DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROGRAMA TERMINA-----	140
4.6.	DIAGRAMA DE FLUJO DE SEPARACION -----	143
4.7.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA FIN -----	151
4.8.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA IMPRE-----	153
4.9.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA IMPRESION--	157
4.10.	FALLAS DE CORRIENTE -----	162
4.11.	SUBROUTINA PROGRAMA 1 -----	164
4.12.	SUBROUTINA PROGRAMA 2 -----	171
4.13.	CARACTERISTICA DE RESPUESTA 1 -----	179
4.14.	CARACTERISTICA DE RESPUESTA 2 -----	179a
4.15.	SUBROUTINA TIEMPO DE APERTURA -----	184

INDICE DE TABLAS

<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
3.1.	DISTRIBUCION DE MEMORIA-----	66
3.2.	REPRESENTACION DE LA BARRA DE DIRECCION----	71
3.3.	TABLA DE EQUIVALENCIA DE CONVERSION-----	98
3.4.	ASIGNACION DE SEÑALES DE LA INTERFASE SDK - IMPRESORA -----	107
4.1.	LOCALIZACION DE LAS VARIABLES USADAS EN LOS PROGRAMAS -----	117
4.2.	DISTRIBUCION DE LA MEMORIA DEL EPROM -----	127
4.3.	CARACTERISTICAS DE LAS CURVAS DE RESPUESTA DEL TIEMPO DE APERTURA -----	180
4.4.	VALOR DEL PASO PARA LA CARACTERISTICA 2 ---	181

I N T R O D U C C I O N

El trabajo aquí presentado, comprueba el gran papel que cada día vá tomando en cualquier área, los microprocesadores.

La flexibilidad de usar un sistema basado en un microprocesador es de que puede reprogramar, sin realizar ningún cambio físico en el sistema del cual ellos forman parte.

La flexibilidad se la debe coger como su principal ventaja contra los relés de sobrecorriente electromecánicos; ya que ellos poseen una característica fija, lo cual será problemático cuando se quiera proteger a otra clase de motor.

Cabe indicar que este sistema es portátil, de bajo consumo y de una respuesta confiable.

En la actualidad, la gran versatilidad que promete los microprocesadores podrán ser montados en diferentes partes de una planta y reportar los problemas al control central.

Si bien es cierto que el costo del sistema es un poco elevado, es te se verá amortizado, si se amplía el control a varios motores a la vez, pero para lo cual habrá que trabajar con un microprocesador más veloz y con varios sistemas periféricos, claro que esto valdrá cuando se tenga motores de alta capacidad cuyo costo es al to.

Por último, si se realizan los cambios adecuados podrá ser usado en el control de sistemas eléctricos de potencia, en caso de una falla eléctrica.

C A P I T U L O I

TEORIA DE MOTORES ASINCRONICOS Y SUS PROTECCIONES

1.1. TEORIA DE MOTORES DE INDUCCION POLIFASICO

1.1.1. Generalidades

El motor de inducción es una máquina en la que se aprovecha la reacción entre las corrientes inducidas, siendo estas alternas y de diferentes frecuencias. También se puede afirmar que es un motor constituido por armadura y campo, siendo el campo excitado con corrientes alternas y de baja frecuencia producidas en el interior del mismo por inducción.

Para inducir voltaje debe existir un movimiento relativo entre el flujo del estator y del rotor, si el rotor gira a la velocidad del flujo que existe en el estator no se inducirá voltaje ni se creará flujo en el rotor por lo tanto tampoco se desarrollará torque.

Sin embargo, para cualquier valor de velocidad del rotor inferior a la del flujo se inducirán voltajes, circularán corrientes y se creará flujo en el rotor - produciendo torque.

Así, el rotor libre, se acelera hasta una velocidad a la cual el torque electromagnético resultante se halle balanceado por los contratorques que actúan sobre el rotor y continuará girando a esta velocidad siempre y cuando no se efectúen cambios adicionales en el sistema.

En este tipo de motores se envía energía al rotor: no por conducción sino por inducción, al igual que la transferencia de potencia entre el primario y secundario de un transformador.

Existen dos tipos de motores de corriente alterna - en el mercado: los motores SINCRONICOS y ASINCRONICOS y dentro de los asincrónicos existen dos tipos de motores que son los de JAULA DE ARDILLA (MIJA) y el de ROTOR DEVANADO.

1.1.2. Circuito equivalente de un motor asincrónico o de inducción

Para poder describir el circuito equivalente de esta máquina se debe tener en consideración:

1. Dado que en el rotor se inducen voltajes de la misma manera que ocurre en un transformador se podrá hacer una analogía entre los dos circuitos equivalentes.
2. Este tipo de máquina no gira a la velocidad sincrónica ($N_s = 120 * f/p$), por lo tanto se deberá considerar una velocidad N_r existente en el rotor - que normalmente es menor que la velocidad N_s . A este corrimiento desde la velocidad sincrónica hasta la velocidad real del rotor se denomina velocidad de deslizamiento y es definida de la siguiente manera:

$$S = (N_s - N_r)N_s$$

En el rotor se desarrolla una frecuencia proporcional a la diferencia de estas dos velocidades y que viene dada por las siguientes ecuaciones:

$$F_r = P(N_s - N_r)/120$$

o lo que es lo mismo:

$$Fr = S * F \text{ (hz)}$$

1.1.2.1. ROTOR BLOQUEADO

En este caso el eje del motor se encuentra bloqueado mecánicamente impidiendo que el rotor pueda girar libremente.

Para representar esta condición en el circuito equivalente de un transformador se deberá cortocircuitar el secundario de tal forma que la corriente que circule por él, sea determinada por la impedancia del mismo o en nuestro caso por el rotor.

Las fórmulas que rigen en este sistema son las siguientes:

$$E_2 = 4,44 F_1 N_2 \emptyset K_2$$

$$X_2 = 2 F_1 L_2$$

Debido a que el motor no está girando, no se producirá un desfaseamiento entre la frecuencia de la señal de entrada y la del rotor dan

do como resultado que la frecuencia F_1 sea igual a F_2 y que el deslizamiento sea igual a uno.

1.1.2.2. ROTOR LIBRE

Cuando el rotor está girando libremente, la velocidad alcanzada es siempre menor que la sincrónica produciendo que el deslizamiento no sea cero, por lo cual en el circuito equivalente hay que considerar que en el rotor existe una frecuencia diferente a la del estator.

Las ecuaciones que rigen a este sistema son:

$$SE_2 = I_2R_2 + jI_2SX_2$$

$$E_2 = I_2R_2/S + jI_2X_2 + I_2R_2 - I_2R_2$$

$$E_2 = I_2R_2 + jI_2X_2 + I_2R_2 (1 - S/S)$$

El factor $R_2(1 - S/S)$, es una resistencia variable dependiente del deslizamiento y que representa la carga mecánica del motor.

1.1.2.3. CIRCUITO EQUIVALENTE APROXIMADO

De la misma manera como se realiza el análisis en un transformador la carga es reflejada al primario y para simplificar los cálculos, durante el período de arranque se ha realizado dos aproximaciones al circuito equivalente.

La primera es porque la caída de voltaje producida por la corriente magnetizante $I_m(R_i + jX_l)$ es pequeña y la segunda debido a que la caída de tensión $I_1(R_1 + jX_1)$ es menor que el voltaje de alimentación.

Generalmente, se desconoce el número de vueltas del estator y rotor, por esta razón se asume que ambos devanados tienen el mismo número de vueltas implicando que la relación de transferencia sea unitaria.

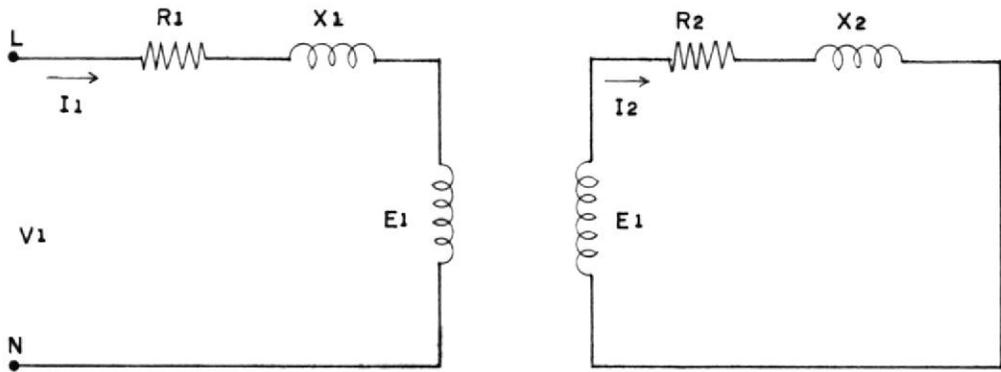


Fig. N° 1.1.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR CON ROTOR BLOQUEADO

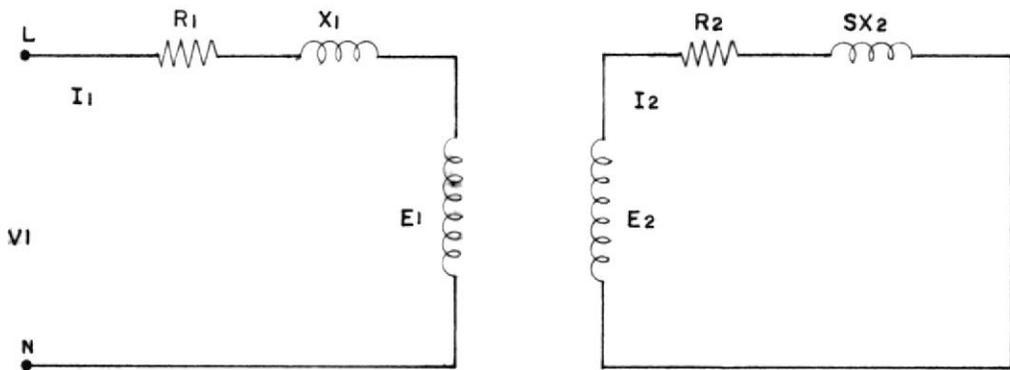


Fig. N°- 1.2.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR CON ROTOR LIBRE

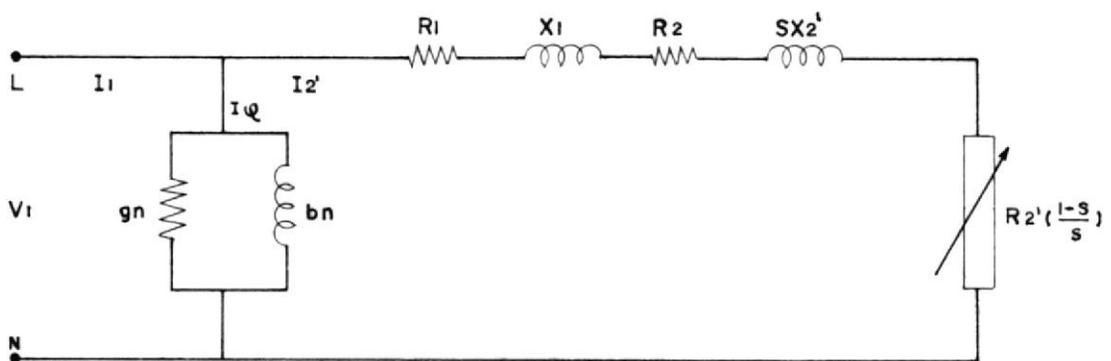


Fig. N° 1.3.- CIRCUITO EQUIVALENTE APROXIMADO DE UN MOTOR CON ROTOR LIBRE.-

1.1.3. Arranque de los motores de inducción

En el momento de arranque el motor debe vencer a la inercia, tanto propia como de la carga, y no lo podrá hacer si su torque de arranque no es mayor que el contratorque total; además si la puede vencer el tiempo que le tomará llegar a la velocidad nominal se irá incrementando cada vez que se aumente más la carga mecánica.

En general, los motores de inducción pueden ser diseñados para tener un excelente torque de arranque, por ejemplo con altas resistencias rotóricas el motor de rotor devanado es usado para requerimientos de arranques muy severos. Según la norma NEMA se han diseñado básicamente cuatro tipos de motores con diferentes características de arranques:

CLASE A:

Este tipo de motor posee torque y corriente de arranque normal; y un bajo deslizamiento por lo cual sólo son diseñados para potencias menores de 7.5 HP.

CLASE B:

Posee una característica de torque de arranque normal, bajo corriente de arranque y bajo deslizamiento. Este tipo de motor aunque tiene el mismo torque de arranque que un motor clase A posee una corriente de arranque 25 % menor y sus potencias varían entre 7.5 y 200 HP.

CLASE C:

Ellos poseen alto torque de arranque pero con una baja corriente de arranque.

CLASE D:

Un motor con estas características posee alto torque de arranque y una baja corriente de arranque, pero su torque máximo está entre un 50 y 100 % del deslizamiento.

Durante el período de arranque se necesitará tener en consideración básicamente a dos variables:

1. El torque de aceleración
2. Corriente de arranque.

1.1.3.1. TORQUE DE ACELERACION

Si se considera a P_{md} como la potencia mecánica desarrollada, se puede obtener las siguientes relaciones para el torque electromagnético desarrollado (T_e) visto desde el estator:

$$T_e = P_{md}/W \quad W = 2\pi f$$

$$W = W_1 (1 - S)$$

$$T_e = \frac{m_1 V_1 R_2}{S W_1 ((R_1 + R_2'/S) + (X_1 + X_2'))}.$$

En el momento del arranque el deslizamiento es igual a uno, por lo cual:

$$T_{arr} = \frac{m_1 V_1 R_2}{W_1 ((R_1 + R_2') + (X_1 + X_2'))}$$

Sin embargo, el torque de aceleración de la máquina se lo puede expresar así:

$$T_{acel} = T_{arr} - T_{carga}$$

En general para cualquier condición de operación se cumple que:

$$T_{acel} = T_e - T_{carga}$$

Si en el momento del arranque el torque de carga mecánica es mayor que el torque de arranque, el motor no girará y si este es algo menor tomará mayor tiempo en alcanzar la velocidad de estado estable manteniendo durante todo este tiempo una excesiva intensidad de corriente.

1.1.3.2. CORRIENTE DE ARRANQUE

Del circuito equivalente aproximado se obtiene la siguiente relación para la corriente I_2' .

$$I_2' = \frac{V_1}{(R_1 + R_2'/S) + j(X_1 + X_2')}$$

Durante el arranque el deslizamiento es igual

a uno, provocando una disminución de impedancia en el rotor dando a lugar a que la corriente de línea se eleve a 5 ó 6 veces de la nominal lo cual produce pérdidas en la línea, perturbación en la red de alimentación y - en el rotor grandes esfuerzos mecánicos debido al alto torque existente.

1.2. PROTECCION DE MOTORES

1.2.1. Tipos de fallas

Durante el período de arranque y de operación, el motor está expuesto a muchos problemas ya sea debido a que el torque de carga sea mayor que al motriz o que el rango de voltaje de alimentación es inadecuado.

En la industria existe gran variedad de motores con diferentes características lo cual obliga a seleccionar adecuadamente sus protecciones.

Existen básicamente dos tipos de fallas en un motor:

1. Fallas mecánicas; y,

2. Fallas eléctricas.

1.2.1.1. FALLAS MECANICAS

Este tipo de fallas producen daños tan destructivos como las producidas por fallas eléctricas por ejemplo los cojinetes o rodamientos, que están en los ejes del motor, son unos de los principales factores que producen fallas mecánicas debido a que con el tiempo estos pierden sus características produciendo pérdidas - que se ven reflejadas en el aumento del contra-torque al motor.

También al ser el torque de carga mayor que el nominal provocará desbalanceo del eje que se reflejará en vibraciones mecánicas que pueden dañar de por vida el motor, cuando esto ocurra producirá una baja de la velocidad debido a que se está perdiendo energía en los rodamientos o en los cojinetes con la consecuente elevación de su temperatura.

1.2.1.2. FALLAS ELECTRICAS

Las fallas más comunes en un motor son:

- a. Falla en el aislamiento de los devanados - del estator y el rotor.
- b. Cargas excesivas.
- c. Reducción o pérdida del voltaje de alimentación.
- d. Inversión de fases.
- e. Desbalanceo de fases.
- f. Falla de fase.
- g. Pérdida de la excitación en motores sincros.

En la actualidad la electrónica se ha convertido en una herramienta fundamental para el diseño de protecciones eléctricas ya que reducen costos, de un menor tamaño y con una alta confiabilidad.

1.2.2. Tipos de protecciones

Existen diversidad de elementos de protección, pero se diferencian entre ellos exclusivamente en principio de funcionamiento y en tiempo de respuesta ya que dependiendo de su aplicación será necesario seleccionar el tipo a usarse, conllevando a la realización de una clasificación de los tipos de protecciones existentes para los motores a base de relés y que pueden básicamente ser clasificada en tres grupos:

1. Térmica:

Sobrecarga

Rotor bloqueado

2. Fallas:

Fase a fase

Fase a tierra

3. Condiciones de operación anormal:

Bajo voltaje

Desbalance de voltajes

Inversión de fase

Pérdida de excitación

Arranques sucesivos

Cada una de las protecciones son aplicadas dependiendo del tipo de motor a usarse por lo cual se ha reali-

zados esquemas para la protección de motores clasificándolos en tres categorías:

- a. Protecciones para motores menores de 1500 HP o de baja capacidad.
- b. Protecciones para motores mayores de 1500 HP o de alta capacidad.
- c. Protecciones adicionales para motores sincronos.

1.2.2.1. PROTECCION PARA MOTORES DE BAJA CAPACIDAD

Las protecciones recomendadas para motores de un rango menor de 1500 HP son:

- a. Protección térmica de sobrecarga.
- b. Protección de rotor bloqueado.
- c. Protección de falla de fases.
- d. Condición anormal de operación.

Cabe indicar que los arranques repetitivos pro

ducen altas temperaturas en el estator provocando daño en el aislamiento; además las interrupciones momentáneas de energía motores producen daños en el eje y esfuerzos mecánicos que van a acortar el tiempo de vida del mismo.

1.2.2.2. PROTECCION PARA MOTORES DE ALTA CAPACIDAD

En tanto que las protecciones para motores de más de 1500 HP son:

- a. Protección térmica que es provista por relés de temperatura. La protección de rotor bloqueado puede ser suministrada por elementos de sobrecorriente de inducción sólo si el tiempo permitido para rotor bloqueado excede al tiempo de aceleración.
- b. Protección por medio de relés diferenciales.
- c. Protecciones para la detección de desbalance de corrientes.
- d. Protección contra arranques con una sola fase, inversión de fase y de bajo voltaje de alimentación.

C A P I T U L O I I

TEORIA DE RELES

2.1. RELES ESTATICOS

2.1.1. Introducción

Con el avance de la tecnología de elaboración de dispositivos de estado sólido, fue posible la creación de elementos electrónicos de alta velocidad de conmutación y capaces de soportar potencias considerables. Estas características permitieron que la electrónica se introduzca en la industria del relé reemplazando así a los relés electromagnéticos.

Además con el incremento de industrias que poseen sistemas digitales provocó la necesidad de crear relés que puedan ser controlados con señales lógicas debido a que en la actualidad todos los sistemas automáticos son controlados por microprocesadores.

Estos nuevos tipos de relé tomaron el nombre de relé estáticos.

El término "relé estático" , es generalmente referido a un relé que tiene elementos semiconductores incorporados, tales como: transistores, diodos, resistores y capacitores, donde ellos realizan las funciones de comparación y medición de señales como corrientes o voltajes, - siendo su mejor particularidad el no poseer partes móviles reduciendo así el mantenimiento de los mismos.

2.1.2. Ventajas y desventajas de un relé estático

Las ventajas de un relé estático en comparación con un - electromecánico son:

- a. Ausencia de inercia mecánica y de problemas de rebote - en los contactos.
- b. Compatibles con señales digitales que puedan provenir - de un controlador digital, por lo cual permite que se pueda conmutar cargas de gran potencia con señales lógicas.
- c. La ausencia de piezas móviles hacen que la operación de conmutación no sea ruidosa por lo cual pueden ser

usados en sitios como hospitales y bibliotecas.

- d. Por el tipo de construcción disminuye el riesgo de arco en los terminales.
- e. Poseen una gran rapidez de operación y al no poseer piezas móviles aumenta su tiempo de vida.
- f. Puede realizar una conmutación a voltaje cero, eliminando así posibles interferencias a otros equipos.
- g. Bajo consumo, que produce que el tamaño del relé sea pequeño.
- h. No se produce arco en los contactos al no poseerlos.
- i. Presentan una gran velocidad de operación y una larga vida.

Por lo tanto, se puede concluir que sus principales ventajas son de no poseer partes mecánicas y de ser rápidos.

Claramente se observa que este tipo de relés son superiores a los electromecánicos, pero estos poseen li

mitaciones tales como:

- a. Son muy sensibles a la temperatura, pero este efecto es disminuído usando compensadores de temperatura.
- b. El tiempo de vida en ciertos casos es menor que los relés mecánicos; pero esta desventaja es cada vez superada por los fabricantes de semiconductores.
- c. Sensibles a transientes de voltajes, pero esto se lo elimina usando filtros.
- d. Los factores ambientales son unos de los puntos - más cruciales debido a que la humedad y polvo son unos de los grandes enemigos del equipo.

10310711e. Para realizar conexiones multipolos hay que usar varios relés.



En la actualidad, no existen aún, relés de estado sólido para altas potencias siendo este campo todavía dominado por los electromecánicos, pero con la creación de nuevos elementos semiconductores, esta brecha será acortada y superada; sin embargo, los relés estáticos son usados ampliamente en la actualidad y no sólo

por su confiabilidad, sino por su bajo costo.

2.1.3. Constitución básica de un relé estático

Un relé estático no es más que un convertidor analógico - digital, con funciones de medición. Las variables que se van a medir serán corrientes, voltajes o frecuencias.

La salida será una señal digital y de la misma manera que un relé electromecánico tendrá contactos cerrados, abiertos o ambos por lo tanto se puede dividir al relé en varias partes constituyivas y que se representarán en el siguiente diagrama de bloques.

La señal de entrada que es analógica, es tomada por transformadores de voltajes o corriente para ser ajustada para que el nivel de voltaje resultante pueda ser procesado por el sistema.

En los sistemas estáticos, el parámetro voltaje es quien gobierna su acción por lo cual cuando se sensa corriente, es convertida en voltaje.

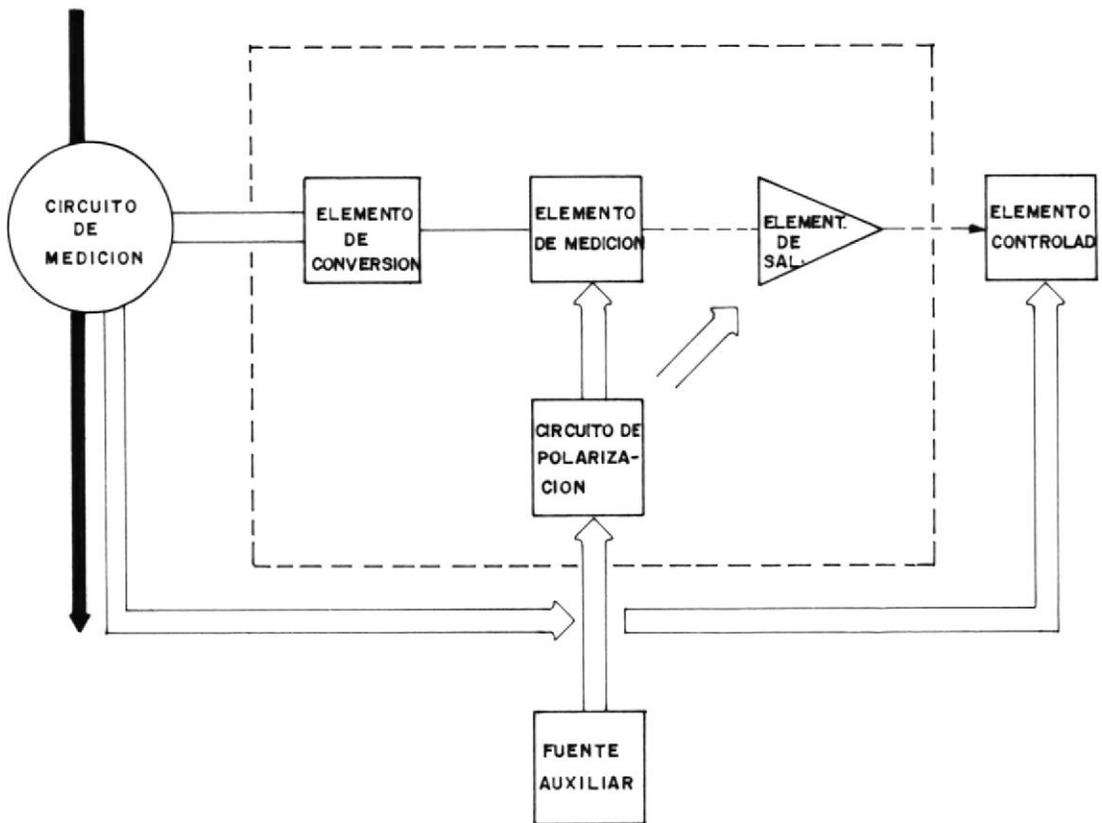


FIGURA Nº 2.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN RELE ESTÁTICO.-

2.1.3.1. ELEMENTO DE CONVERSION

La señal de voltaje o corriente es rectificadora y filtrada para eliminar todas las componentes armónicas indeseables. Las diferentes magnitudes de las variables ameritan además que en esta unidad también se regule el máximo nivel de

voltaje o corriente que va a ser muestreado.

2.1.3.2. ELEMENTO DE MEDICION

Funcionalmente podemos llamarlo como unidad convertidora analógica-digital ya que la señal entrante es comparada con un nivel de referencia, siendo este el que va a determinar la característica del relé.

En sistemas más avanzados, se convierte las señales analógicas en digitales usando circuitos -integrados, entregando la salida digitalizada -lista para ser ingresada a un computador para su verificación con el nivel de referencia prefijado.

2.1.3.3. ELEMENTOS DE SALIDAS

En este bloque se amplifica la salida del elemento de medición pudiendo introducir un retardo adicional a la señal de disparo.

El objetivo más importante de este bloque es de

aislar el sistema de control del de fuerza, para - que en caso de fallo en el equipo, esta unidad - no sufra daños, esto en la actualidad es obtenido por medio de otros aisladores.

2.1.3.4. ELEMENTOS DE COMMUTACION

El avance de la tecnología produjo la necesidad de crear elementos de conmutación de estado sólido de bajo costo y de amplia aplicación, que reemplacen a los contactos del relé electromagnético.

Tal es así, que con la creación de los TRANSISTORES, S.C.R., TRIACS se ha llegado a usar en todos los campos posibles y su uso es dependiendo del tipo de carga que va a alimentar.

Por ejemplo, si se desea conmutar cargas que se alimentan con energía D.C., se usa generalmente transistores de potencia debido a que - cuando se quiere deshabilitar a la carga se - lo hace eliminando la corriente de la base pasando a estado de corte el transistor. También

bién se puede usar S.C.R., pero paralelo a este uso, hay que implementar un sistema de conmutación forzada para apagar el S.C.R. cuando se desee desenergizar a la carga.

Para conmutar cargas que necesitan energía A.C., se puede usar dos S.C.R. en contrafase o un Triac. El usar dos S.C.R., produce un aumento del costo del equipo, pero existen situaciones que por capacidad de corriente son usados, pero en aplicaciones de baja capacidad se usa generalmente el Triac.

2.1.4. Tipos de relés

Hablando exclusivamente de relés estáticos estos pueden tener, dependiendo del tipo de aplicación, la combinación con elementos electromecánicos o magnéticos llamándolos relés Híbridos.

Tanto los relés Híbridos, como los relés Estáticos contienen elementos semiconductores o de estado sólido, pero si por lo menos uno de sus componentes es electromecánico, se lo denomina Híbrido.

Los relés Híbridos se dividen en dos grandes catego-

rias:

a. Relé híbrido electromecánico (HEMR)

b. Relé de estado sólido híbrido (HSSR)

2.1.4.1. RELES HIBRIDOS ELECTROMECAVICOS

Es un relé con entrada aislada y una salida en la cual un dispositivo electromecánico y electrónico son combinados. En este tipo de relé el elemento de conmutación de salida es un relé electromecánico, sin embargo, el sistema de control que sensa la señal entrante es electrónico.

Por lo tanto, este tiene una gran variedad de aplicaciones donde se necesita un control temporizado de pequeñas señales.

Además cabe indicar que generalmente el elemento que conmuta al relé electromecánico es un transistor permitiendo así, un buen acoplamiento sin un excesivo nivel de corriente.

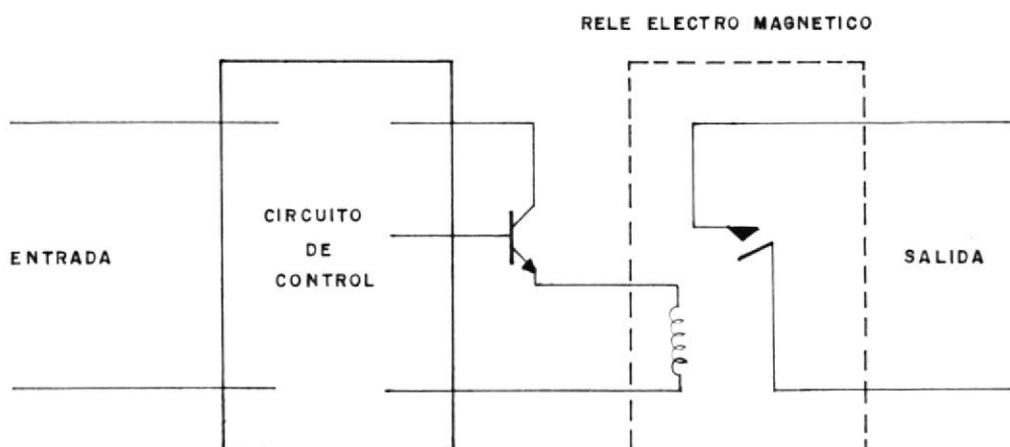


FIGURA N°- 2.2.- ESQUEMA DE UN RELE HIBRIDOS ELECTROMECHANICO

2.1.4.2. RELE DE ESTADO SOLIDO HIBRIDOS (HSSR)

Este relé posee la entrada aislada de la parte de fuerza y una salida en donde elementos electromecánicos y electrónicos son combinados para realizar la función de conmutación pero con la salida de estado sólido generalmente estos se encuentran constituidos por un Reed-relé en su entrada y un triac a la salida siendo su puerta energizada con la misma línea de ali

mentación.

Estas características producen que este relé tenga ventajas como bajo consumo, bajo costo, exento de formación y arco y la eliminación del rebote de los contactos; sin embargo; debido a que el en cendido es aleatorio, se van a generar transientes al conmutar cargas inductivas.

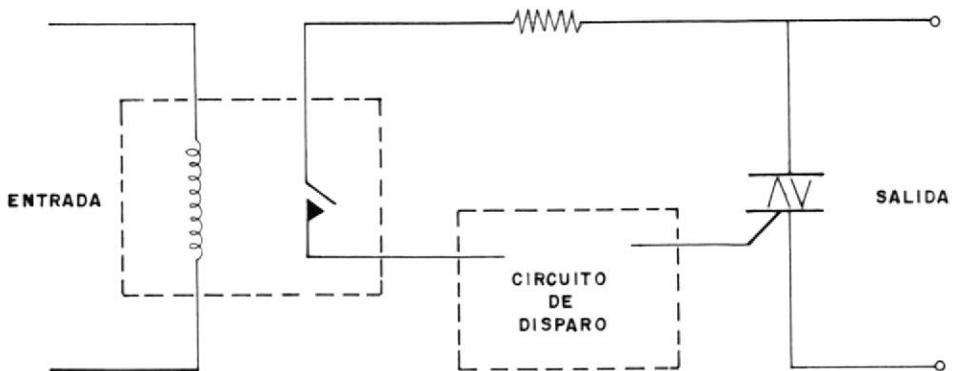


FIGURA N° 2.3.- ESQUEMA DE UN RELE ESTADO SOLIDO HIBRIDOS.-

2.1.5. Tipos de relés de estado sólido

Los relés de estado sólido son construídos con una alta impe dancia de entrada con el fin de garantizar un buen -

aislamiento entre la entrada y la salida con el fin de disminuir la posibilidad de daños debido a una falla. Los mejores tipos de acoplamiento son los por transformador y por aislamiento óptico.

2.1.5.1. ACOPLAMIENTO POR TRANSFORMADOR

Este tipo de protección puede tener en su entrada señales DC o AC, y se usa un transformador para aislar la entrada de la salida.

Cuando se tiene señales DC a la entrada, será necesario usar un oscilador para conmutar el voltaje D. C., para que pueda pasar al secundario del transformador.

2.1.5.2. SISTEMAS OPTO AISLADOS

En este sistema posee en su entrada un elemento semiconductor fotogenerativo tal como un diodo emisor de luz (LED). Esta energía es dirigida hacia un elemento fotosensitivo, tal como un fototransmisor, que permitirá que circule corriente a la compuerta del triac.

El aislamiento entre la entrada y la salida -

es logrado por las diferentes técnicas de integración que han llegado a producir optoaisladores con aislamientos superiores a los 8 kilovoltios.

Los tipos de encendido que pueden tener estos relés son:

a. Encendido aleatorio:

El cual va a actuar inmediatamente que se envía la señal de control de encendido.

b. Encendido de cruce por cero:

El cual habilita su salida después de que la señal de voltaje cruce por cero.

2.2. RELES DE SOBRECORRIENTE

2.2.1. Introducción

Este tipo de relé se usa a la corriente como variable de medición y dependiendo de la intensidad y del tipo de características que desconectará a la carga de la alimentación.

Hasta hace pocos años, los relés de sobrecorriente sólo eran

del tipo electromagnéticos, de tal forma que el tiempo era dado por un disco de acuerdo al tipo de respuesta tiempo - corriente.

Es más difícil obtener una relación matemática para el relé de disco debido a la no linealidad del mismo, lo cual no ocurre con un sistema analógico digital.

2.2.2. Clases de relés de sobrecorriente

En los últimos años se han desarrollado diferentes tipos de relés de sobrecorriente pudiéndolos enumerarlos así:

- a. Relé de sobrecorrientes electromagnéticos.
- b. Relé de sobrecorrientes de estado sólido analógicos.
- c. Relé de sobrecorriente de estado sólido digital.

Los primeros son constituídos por elementos mecánicos accionados por señales eléctricas; posteriormente con el desarrollo de los elementos semiconductores, se reemplazaron las partes mecánicas y móviles creando así relés de menor tamaño y menor costo.

Pero en la actualidad, con la ayuda de los circuitos especiales digitales y los microprocesadores, se ha desarrollado una nueva generación de relés de sobrecorrientes, donde - la característica de tiempo - corriente se encuentra grabada digitalmente en información binaria; y además teniendo en cuenta que la velocidad de proceso de la información es rápida, se podrá controlar varias cargas a la vez y con diferentes curvas de respuesta.

2.2.2.1. RELE DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO

Este relé se denomina instantáneo debido a que actúa inmediatamente después de que se supere un nivel máximo de corriente prefijado (nivel SET). Por su simplicidad y su bajo costo solamente se lo construye con elementos analógicos en donde la corriente es sensada en la línea por un transformador de corriente y reducir a un menor valor por medio de - la relación de transformación.

2.2.2.2. RELE TEMPORIZADO

A diferencia del relé instantáneo, este tipo de relé trabaja en base de una característica de tiempo-corriente; que dependiente del nivel de corriente se tome la decisión de desconectar a la carga.

Dependiendo del tipo de aplicación que se necesite se seleccionará la característica tiempo - corriente deseada. En el mercado existen los siguientes tipos de relés temporizados:

TIPO	ECUACION
	$I^n t = K$
1. Tiempo fijo	$I^0 t = K$
2. Tiempo muy inverso	$I \cdot t = K$
3. Extremadamente inverso	$I^2 \cdot t = K$
4. Tiempo inverso con respuesta cúbica	$I^3 \cdot t = K$
5. Respuesta para protección de rectificadores.	$I^8 \cdot t = K$

Donde:

- I : es la corriente de falla
- t : es el tiempo en segundo por operación
- K : es la constante del relé; y,
- N : es el exponente.

Graficamente los diferentes tipos de característici

cas pueden ser representadas así:

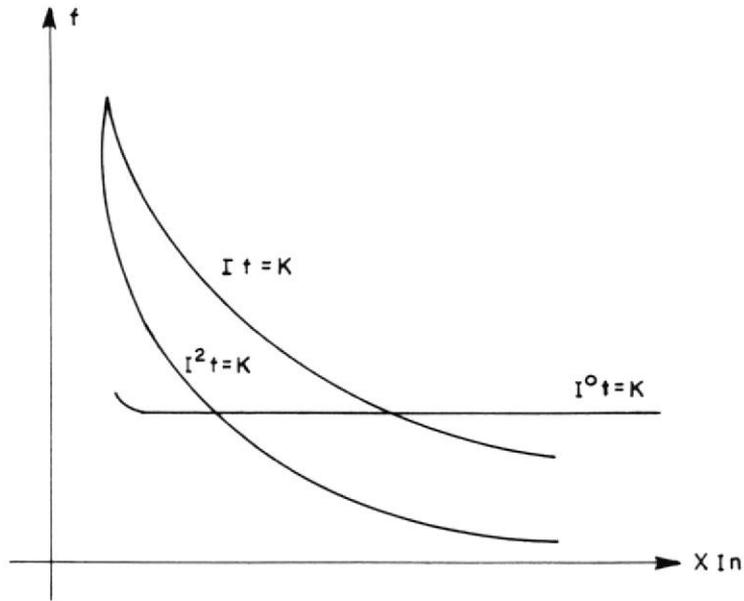


FIGURA Nº 2.4.- CURVAS DE RESPUESTAS.-

2.2.3. Ecuación matemática de la característica tiempo corriente

Sabiendo que la relación tiempo - corriente es inversa, se la puede modelar de la siguiente manera:

$$t = \frac{K1}{I - I_p}$$

Donde:

- I : corriente muestreada por el transformador de corriente.
- I_p : múltiplo del tap del transformador corriente en el cual el muestreo de corriente ocurre.
- K : constante del relé.
- M : múltiplo de referencia de tiempo.

Pero si el muestreo de corriente se lo realiza con la misma relación de corriente se simplificará la ecuación de la siguiente manera:

$$t = \frac{KM}{I - 1}$$

En Inglaterra se ha normalizado estas respuestas las cuales son:

FORMULA MATEMATICA APROXIMADA

IDMT $t = \frac{0.14}{I^{0.02} - 1}$

TIEMPO MUY INVERSO $t = \frac{13.14}{I - 1}$

EXTREMADAMENTE INVERSO

$$t = \frac{30}{I^2 - 1}$$

Estas ecuaciones son dadas para relés de sobrecorriente de disco magnético, en la actualidad con el uso de elementos de estado sólido, se ha producido dos simplificaciones en la ecuación general:

- a. Se puede obtener una buena linealidad no usando disco de inducción produciendo que la constante sea igual a 1 (M=1)
- b. Debido a que sólo interesa niveles de corriente mayores - al nivel de referencia podemos asumir que $I \gg 1$.

Por lo tanto la ecuación final será:

$$t = \frac{K}{I}$$

2.2.4. Aplicaciones de las diferentes características tiempo-corriente

- a. TIEMPO DEFINIDO (n=0):

Se lo usa generalmente para la protección de transformadores para prevenir una sobreintensidad de corriente durante la energización.

b. TIEMPO MUY INVERSO (n=1):

Ella es usada cuando la impedancia de la fuente es mucho - menor que la impedancia de la línea.

También es empleada en sistemas de distribución de potencia con el objeto de alcanzar la respuesta deseada de protección colocando varios en serie.

c. EXTREMADAMENTE INVERSO (n=2):

Este tipo de respuesta se usa para la protección térmica de transformadores y motores de inducción.

Las otras características son de uso mucho más especializados por ejemplo la respuesta cúbica es usada en diseños de fusibles.

C A P I T U L O I I I

DISEÑO DE LA PARTE ELECTRONICA DEL PROYECTOR DE MOTORES TRIFASICOS

3.1. HARDWARE

En esta parte del capítulo se describirán brevemente todos los elementos físicos que se emplearán en el diseño del sistema de protección de motores trifásicos y que pueden ser enumerados así:

- a. Ampliación de memoria.
- b. Detector de falla de voltaje e inversión de fase.
- c. Sistema de disparo de los triacs.
- d. Circuito de sensado y rectificado de corriente.
- e. Convertidor analógico digital.
- f. La impresora, que será el periférico que imprimirá los resultados obtenidos de las mediciones.

3.1.1. Diagrama de bloques funcional

El diagrama de bloques del sistema se muestra en la figura

Nº 3.1., donde se observa que las corrientes de las fa-
ses son realimentadas al sistema por medio de transforma-
dores de corriente toroidales con sus salidas conectadas a
un arreglo de rectificadores que permitirán el paso de la
mayor de las tres, para que posteriormente por medio
de un amplificador obtener el nivel voltaje requerido como
referencia para el convertidor analógico digital de 8 bits
y así transformarla en un dato digital.

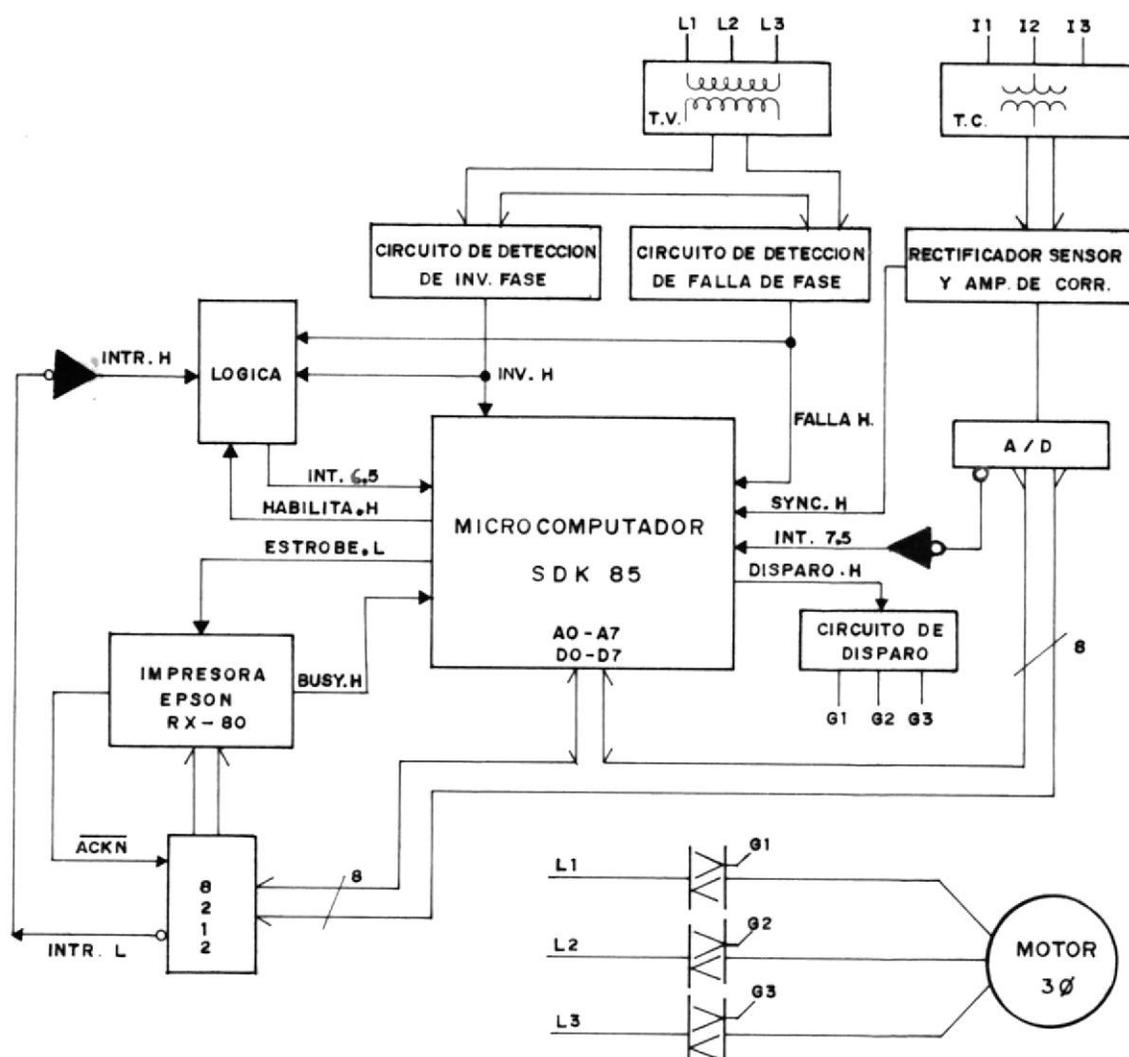


Fig.Nº3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

Debido a que la carga es un motor trifásico se tiene que tomar ciertas precauciones para su normal funcionamiento, por ejemplo se deberá tener un circuito encargado de chequear la secuencia de las fases de alimentación y un segundo circuito que detecte la falla en una de las fases; cada uno de los circuitos producirán una señal en respuesta de una anomalía de las fases de alimentación - que parará al programa principal por medio de la interrupción 6.5 del microprocesador.

El sistema posee un circuito de disparo basado en optotriacs que aparte de garantizar un excelente aislamiento enviarán la orden de conmutación a los triacs energizando así el motor.

El relé de sobrecorriente consta de una impresora marca EPSON, de comunicación paralela modelo RX-80 conectada a la barra (8212) que funciona como controlador para conocer cuando la impresora ha terminado de leer un dato o de ejecutar una instrucción, lo cual dará una excelente flexibilidad al sistema, ya que el usuario podrá conocer qué tipo de falla ocurrió.

3.1.2. Descripción del SDK-85

La figura N° 3.2., es un diagrama de bloques funcional

del SDK-85, omitiendo algunas líneas de control para dar - simplicidad al esquema.

Los diagramas esquemáticos y circuitales completos están - incluidos en el Anexo N° 1.

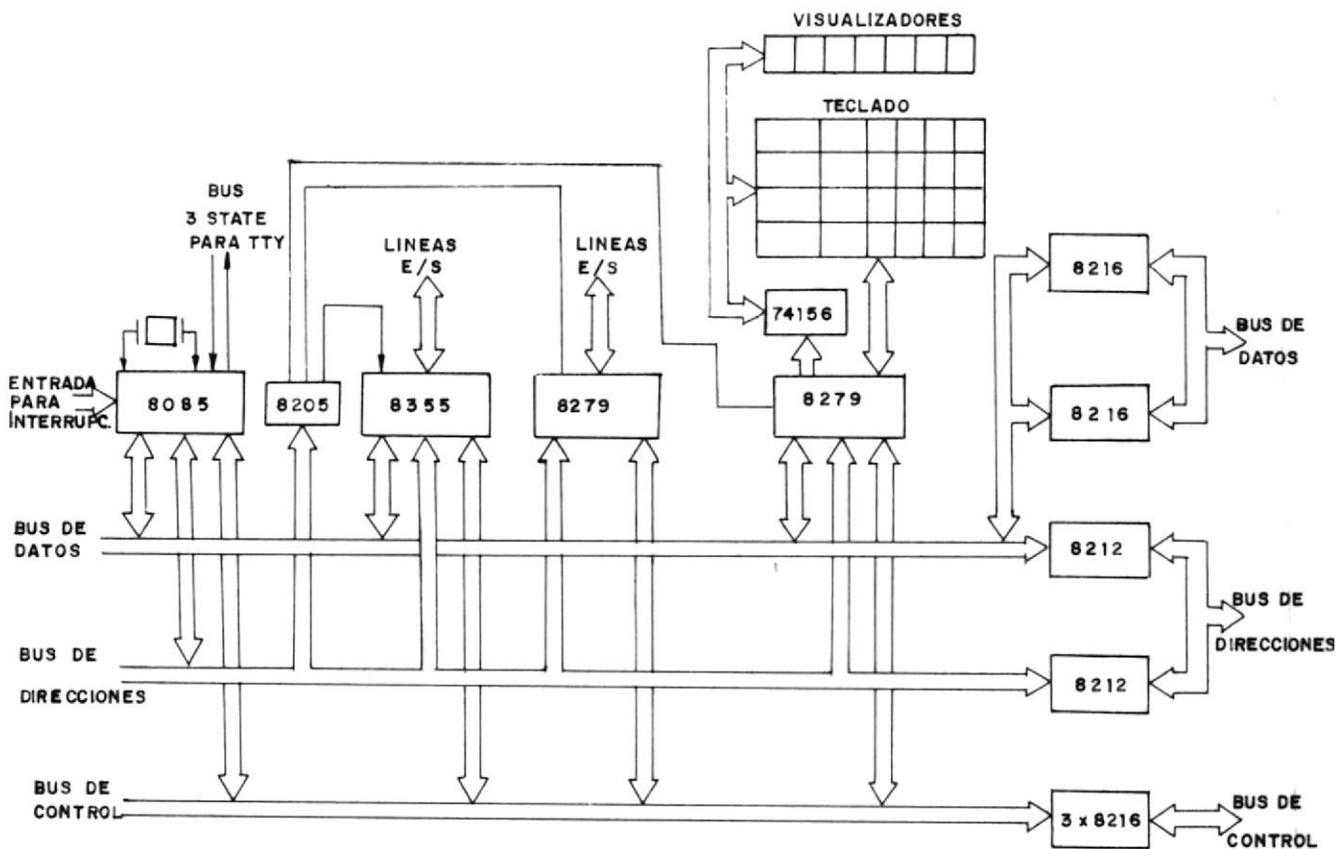


Fig.N° 3.2.- DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL DEL SDK-85.

A continuación se hará una descripción de cada uno de los elementos del sistema.

FE10107



EL MICROPROCESADOR 8085 Y EL SISTEMA DE BUSES

El microprocesador 8085, es una evolución del microprocesasa dor 8080. Este posee en una sola pastilla el 8080, el reloj 8024 y el controlador del sistema 8225, además es compa tible con el repertorio de instrucciones de su antecesor pero con varias innovaciones que lo hacen más versátil.

Debido a que este posee un sistema de barra simple se debe multiplexar el bus de datos con el de direcciones; el bus de direcciones del 8085 posee ocho líneas por las que sale n los bits A_8 a A_{15} mientras que las ocho líneas A_0 a A_7 de la parte baja de direcciones salen por el bus de data tos (D_0 a D_7).

Una línea de control especial, ALE (Habilitación del cerrojo de direccional), indica cuando ellos son direcciones y no datos por lo cual este ha de sufrir un proceso de dede multiplexado externo.

El verdadero valor del 8085 radica en los componentes espe ciales de que dispone el sistema: el 8155 (RAM + E/S) y el 8355 (ROM + E/S) puesto que estos componentes disponen simultáneamente de memoria, circuitos de entrada y salida (E/S) y demultiplexores del bus de datos, resulta posible

construir un sistema completo con solo tres circuitos integrados.

En la figura N° 3.3., se observan los 40 terminales de que consta el 8085.

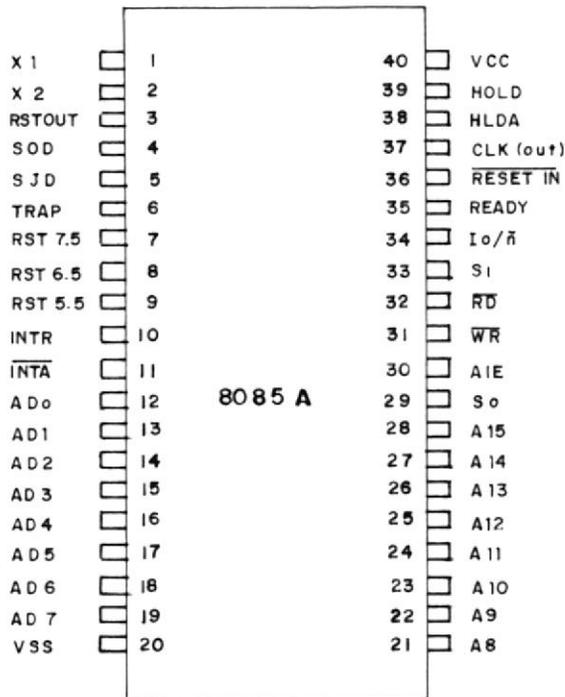


Fig.N° 3.3.- DIAGRAMA DE PINES DEL 8085

Este dispone de cinco líneas de interrupción que se han representado a la izquierda de la ilustración, donde dos terminales están destinados al cristal del oscilador; y, otros dos a la tensión de alimentación; a la derecha aparecen - las líneas básicas del bus de control junto con las de las barras de datos y direcciones .

Posee también un par de líneas de entrada y salida serie que son programables para así dar al SDK-85 capacidad de comunicación con un teletipo.

La frecuencia del cristal del kit es de 6,114 Mhz, pero el 8085 la divide internamente para dos, por lo cual la frecuencia básica del 8085 en el kit es de 3,072 Mhz.

EL 8155:

El 8155, es un circuito integrado de alta integración diseñado para ser compatible con el sistema de buses del 8085, contiene 256 bytes de memoria ram estática y el equivalente a un PIO (circuito integrado de interfase cuyas siglas significan "Entrada/Salida Paralela") con tres puertos externos de 8 bits, cuyas líneas pueden programarse de una en una como entrada o salida y un puerto de 6 bits que se usa normalmente para diálogos incluyendo además un temporizador (contador) de 14 bits.

Un 8155 es incluido en el SDK-85 y un espacio para otro ha sido dado en el circuito impreso, el cual fue llenado, denominándolo Ram de expansión. La memoria Ram en el 8155 es disponible para el almacenamiento de programas del usua

rio así como también para el almacenamiento de información necesitada por los programas del sistema (programa MONITOR).

El temporizador que posee el 8155 es usado por el programa monitor del 8085 en la rutina de un solo paso para interrumpir al procesador después de cada instrucción.

EL 8355 y 8755

Así como el 8155, este circuito integrado también ha sido diseñado para ser compatible con el sistema de buses del 8085 además este posee 2048 bytes de memoria ROM con 16 líneas de entrada/salida. El 8755 (que no está disponible en este sistema) tiene idéntica función y posición de pines que el 8355, pero contiene una memoria de sólo lectura borrable y reprogramable (EPROM) en ves de una ROM.

El 8355 que está en el SDK-85, posee el programa monitor, es decir el que hace posible que el SDK-85 sea accesible a los usuarios.

EL 8279

El 8279, es un controlador de display y teclado que maneja la interfase entre el 8085 y el paquete de teclas y visualizadores que tiene el SDK-85. El 8279 refresca el display

desde una memoria interna mientras muestrea el teclado para ver si una tecla ha sido presionada.

El 8205

El 8205 decodifica el bus de direcciones del 8085 para ha bilitar a los chips del sistema.

Todos los circuitos integrados descritos anteriormente pueden ser conocidos más a fondo si se revisa el manual del usuario del MCS-85.

3.1.2.1. MAPEO, DISTRIBUCION Y AMPLIACION DE MEMORIA:

El direccionamiento de los elementos que inicialmente vienen acompañados con el kit se lo hace a través del decodificador 8205, al cual se le aplican tres líneas de la barra de direcciones (A_{11} , A_{12} y A_{13}) para seleccionar al componente deseado. En la figura N° 3.4., se ve como está conectado este elemento.

De la tabla N° 3.1., se observa que en el kit só lo se destina desde la localidad 2000 a 27FF para memorias RAM que puedan ser utilizadas por el

usuario, pero las memorias 8155 sólo disponen de 256 bytes de memoria implicando que el kit disponga en total solamente de 512 bytes de memoria RAM.

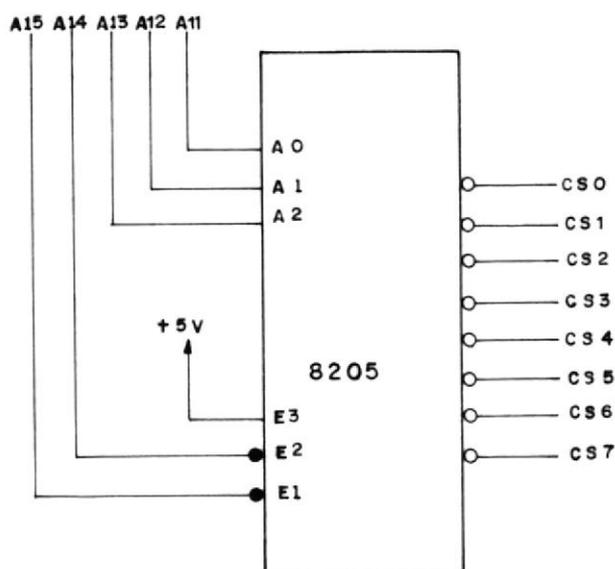


Fig.Nº 3.4. CONEXION DEL 8205

TABLA Nº 3.1.

DISTRIBUCION DE MEMORIA

SALIDA	DIRECCION	DISPOSITIVO SELECCIONADO
CS0	0000-07FF	8755/8355 ROM DEL MONITOR
CS1	0800-0FFF	8755/8355 ROM DE EXPANSION
CS2	1000-17FF	N/C
CS3	1800-1FFF	8279
CS4	2000-27FF	8155 RAM BASICA

Viene ...Tabla N° 3.1.

CS5	2800 - 37FF	N/C
CS6	3000 - 37FF	N/C

O sea que la Ram básica está comprendida desde la localidad 2000 hasta la localidad 20FF, pero en realidad el usuario sólo puede usar hasta la localidad 20C1 debido a que el resto es usado en el programa monitor en tanto que la RAM de expansión puede ser usada desde la localidad 2800 hasta la localidad 28FF, por lo cual en total el kit sólo posee 488 bytes de memoria lo cual obliga a construir una ampliación de memoria RAM y ROM para así poder ejecutar y probar todo el programa.

La expansión de memoria tendrá 4 kilobytes en memoria rom proporcionada por el EPROM 2732A que contendrá el programa principal y todas las subrutinas a usarse y 4 Kbytes en memoria RAM conformadas por el circuito integrado 2114A-5, de Intel donde cada uno tiene una capacidad de almacenamiento de 1K palabra de 4 bits, por lo tanto para formar un banco de 4 Kbytes tendremos que usar 8 circuitos integrados.

Hay que considerar para el diseño que los reforzadores de expansión se habilitan solamente a partir de la dirección 8000 es decir cuando el bit - A_{15} es igual a uno.

En la figura N^o 3.5., se ilustra la configuración de pines y el símbolo lógico del integrado 2114A-5.

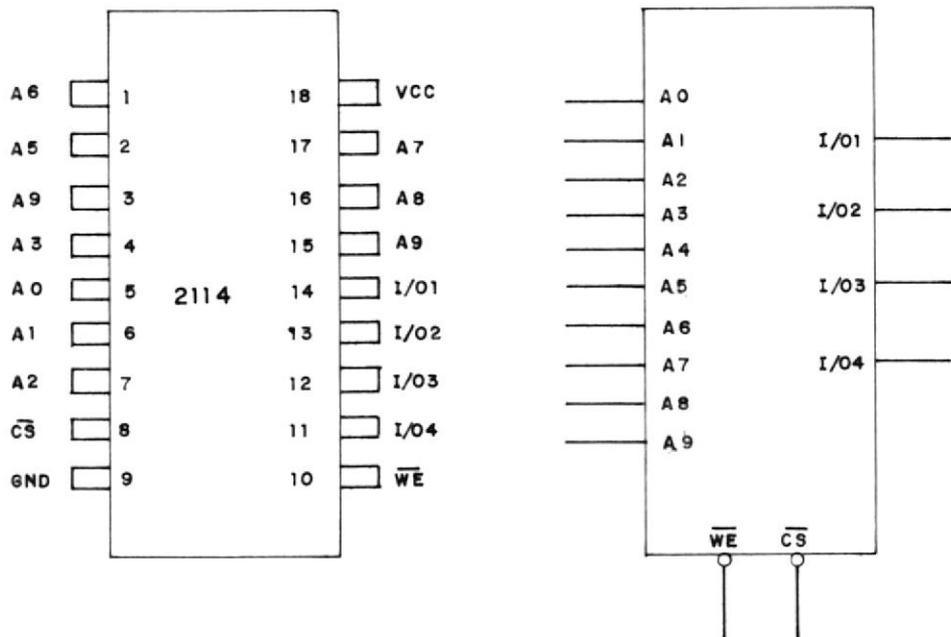


Fig. N^o 3.5.- CONFIGURACION DE PINES Y SIMBOLO LOGICO DE UN 2114A.

De la figura se observa que los pines A_0 - A_9 , son a través de los cuales se provee una capacidad de direccionamiento a las 1024 localidades de memo-

ria contenidas en esta pastilla.

Los pines I/01 - I/04 pertenecen a la entrada y salida de datos, el pin \overline{WE} es la entrada para la señal de habilitación ya sea de escritura o de lectura de la memoria y \overline{CS} es la entrada para la señal de selección del dispositivo.

El proceso de lectura de memoria ocurre cuando se envían simultáneamente un nivel bajo a las patillas \overline{CS} y \overline{WE} , un proceso de escritura ocurrirá - cuando en el pin CS esté en bajo pero con el pin \overline{WR} en sitio; la generación de las señales de selección para cada integrado es realizado por un de codificador 8205.

Ahora, considerando que la expansión de memoria - RAM deberá ser realizada a partir de la dirección 8000 se puede elaborar la tabla N°- 3.2.

En ella se puede observar que los estados de las bits A15, A14 y A13, son unos durante todo el rango de la expansión, por lo tanto se usarán como - señales de habilitación para el 8205, de tal manera que E1 = A13, E2 = A14 y E3 = A15.

También como señal de habilitación pude haber es cogido a la señal IO/M que es generada por el mi croprocesador 8085A colocándose en un nivel bajo cuando se está direccionando a un elemento de memoria.

De la tabla también se observa que los bits A12 , A11 y A10, van ascendiendo desde 000 hasta 110 , lo que los posibilitan a ser usados como las en tradas A₂, A₁ y A₀, del decodificador de direcciones 8205 ocupando CS0 hasta CS3 para la selección de las diferentes pastillas 2114 que se localiza rán desde la dirección 8000 hasta 8FFF cubriendo así los 4 kilobytes de memorias Ram.

Las otras cuatro salidas se dejaron libres con el objeto de que posteriormente sean usadas para otro banco de memoria, sin embargo, en este tra bajo se usó la salida CS4 para habilitar al con vertidor analógico digital por lo tanto cuando se tenga que direccionar a este integrado hará que hacerlo por medio de la instrucción OUT 90 donde 90 es el valor en hexadecimal que habilita la sa lida CS4.

MOLLO



De la misma manera se usó la salida CS5 para habilitar el 8212 que sirve para la impresión de datos; igualmente que el convertidor para habilitarlo se ejecutará la instrucción OUT 94, produciendo que se coloque en nivel bajo la salida CS5.

De la tabla N° 3.2., se aprecia que a partir de la localidad A000 hasta la BFFF (8 kbytes) el bit A13 se mantiene en nivel alto por lo cual se lo puede usar para habilitar el EPROM 2732A que se necesita instalar para almacenar el programa principal.

El 2732A es una memoria de solo lectura programable electricamente y se puede borrar los datos almacenados por medio de exposición a luz ultravioleta, este integrado posee 32.768 bits de memoria (4 Kbyte de palabra de 8 bits) con un tiempo de acceso de 250 nanosegundos y sus salidas controladas por la señal OE obligando a estas a mantenerse en alta impedancia cuando esta señal esté en nivel alto permitiendo así conectar sus salidas directamente en la barra de datos.

En la figura N° 3.6., se describe la configuración

de pines del integrado 2732A.

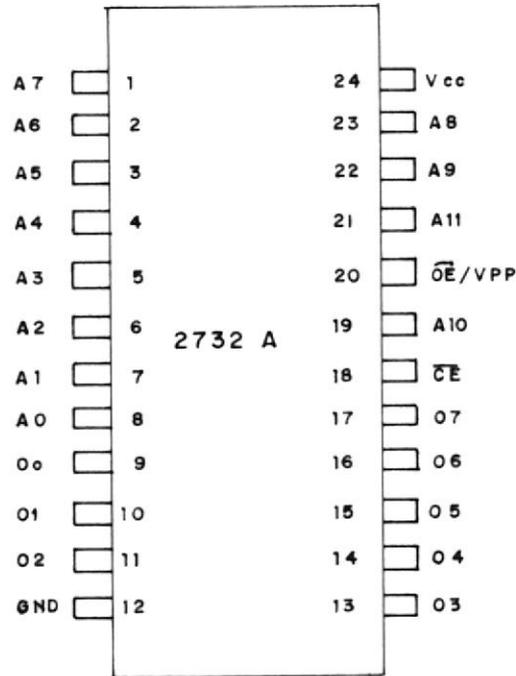


Fig.Nº 3.6.- DIAGRAMA DE PINES DEL EPROM 2732A.

Para poder habilitar a esta pastilla habrá que colocar un nivel bajo en la señal \overline{CE} (pin 18) implicando que la señal A_{13} , tiene que ser invertida pero como se proyecta que la ampliación sea implementada en una tarjeta independiente, la colocación de un integrado inversor aumentaría el cos

to y espacio, por lo tanto se realizará la inver
sión por medio de un transistor.

Para este diseño hay que considerar que la señal A_{13} es de frecuencia variable ya que esta es un tren de pulsos de diferentes tiempo de duración, y de alta frecuencia.

En la figura N° 3.7., se muestra la forma de on
da de la señal A_{13} en el kit SDK, mientras ejecu-
ta la subrutina monitor y el esquema propuesto ba-
sado en un transistor.

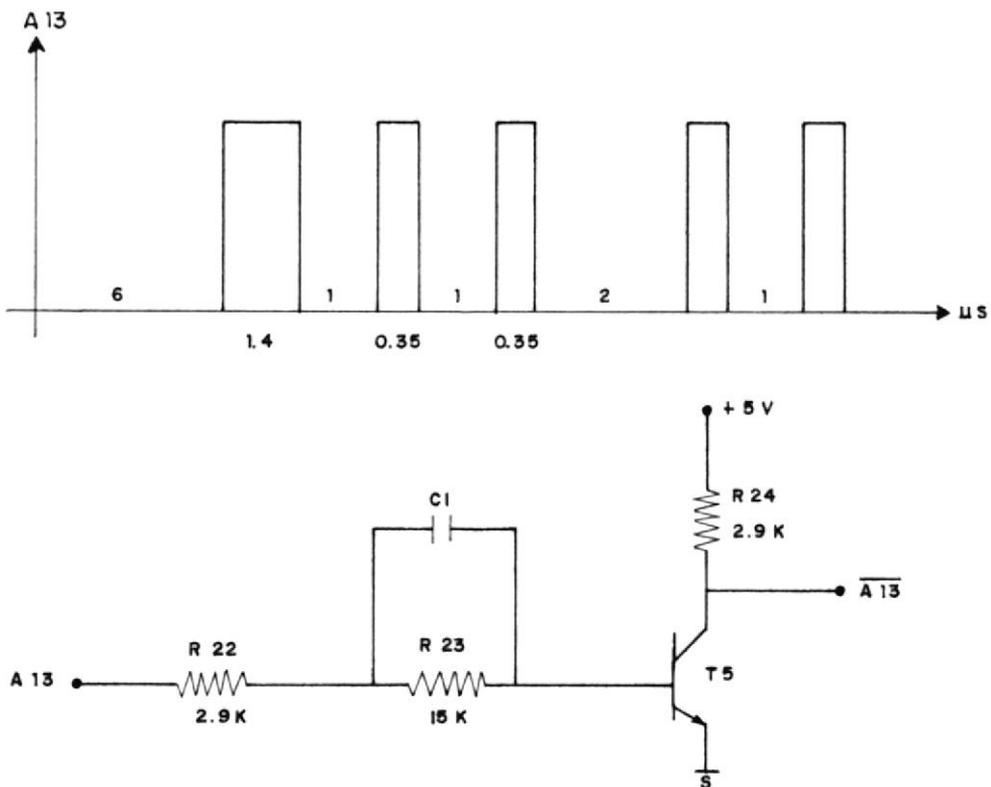


Fig. N° 3.7.- SEÑAL A_{13} Y ESQUEMA DEL INVERSOR

En la forma de onda de la señal A_{13} observamos - que el tiempo mínimo entre dos pulsos consecutivos es de 1,35 microsegundos y que el período que la señal está en un nivel alto ($0,35\mu S$) el transistor deberá haber llegado a saturación.

Pero al pasar a un nivel bajo el transistor debería cambiar el estado de corte, sin embargo, debido a que los transistores presentan capacitancias intrínsecas en las uniones que lo mantienen conmutado será necesario colocar un capacitor en la base como lo muestra la figura N° 3.7., el cual coloca un nivel de voltaje negativo a la unión Base -Emi sor cuando la señal de entrada va a un nivel bajo obligándolo a conmutar.

Sin embargo este capacitor deberá descargarse sobre la resistencia de base R_{23} de tal forma que - cuando la señal de entrada vuelva a ir a un nivel alto su voltaje final sea cero o por lo menos haya descargando el 90 % de su carga.

El valor capacitivo se calcula de la siguiente manera:

$$C_1 \text{ máx} = \frac{T_{re}}{2,3 R_{23}} = \frac{0,35 \text{ uS}}{2,3 \times 15 \text{ K}}$$

$$C_1 \text{ máx} = 29 \text{ pF}$$

comercialmente sólo se encontró de un valor de 20 pF el cual fue implantado en el sistema con resultados positivos.

3.1.3. Diseño de circuitos periféricos

3.1.3.1. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INVERSION DE FASE:

De manera general lo que se desea realizar con este diseño es la protección del motor de una inversión de fases en los voltajes trifásicos de alimentación, ya que al invertir la secuencia de dos fases el motor girará en sentido contrario.

Como factor primordial en todos los diseños siempre se ha considerado el costo económico por lo cual se ha tratado de minimizar componentes y espacio.

Para establecer la secuencia de fases se tendrá -

que muestrear los voltajes trifásicos de alimentación por medio de transformadores reductores proporcionando además aislamiento entre el sistema de fuerza y control, debido a que no es necesario poseer una exactitud extremada en los niveles voltajes de salida y con una demanda de corriente mínima, se usarán los transformadores de pequeña capacidad con un voltaje de salida de 13,5 voltios.

Debido a que los voltajes a muestrear son trifásicos se necesitará un transformador por cada fase en donde sus primarios pueden ser conectados en Delta o en estrella, y los secundarios estarán - puestos en estrella aterrizando los secundarios - al negativo de la fuente de alimentación.

En la figura N° 3.8., se describe el diseño completo el cual va a ser explicado a continuación :

El voltaje de salida de cada uno de los transformadores es rectificado en media onda por los diodos D_1 , D_2 y D_3 los cuales durante el ciclo de conducción alimentarán a los transistores T_1 , T_2 y T_3 por las base de tal forma que sólo a partir de que el voltaje de salida de los transformadores sea por lo menos superior a 1,4 voltios los tran-

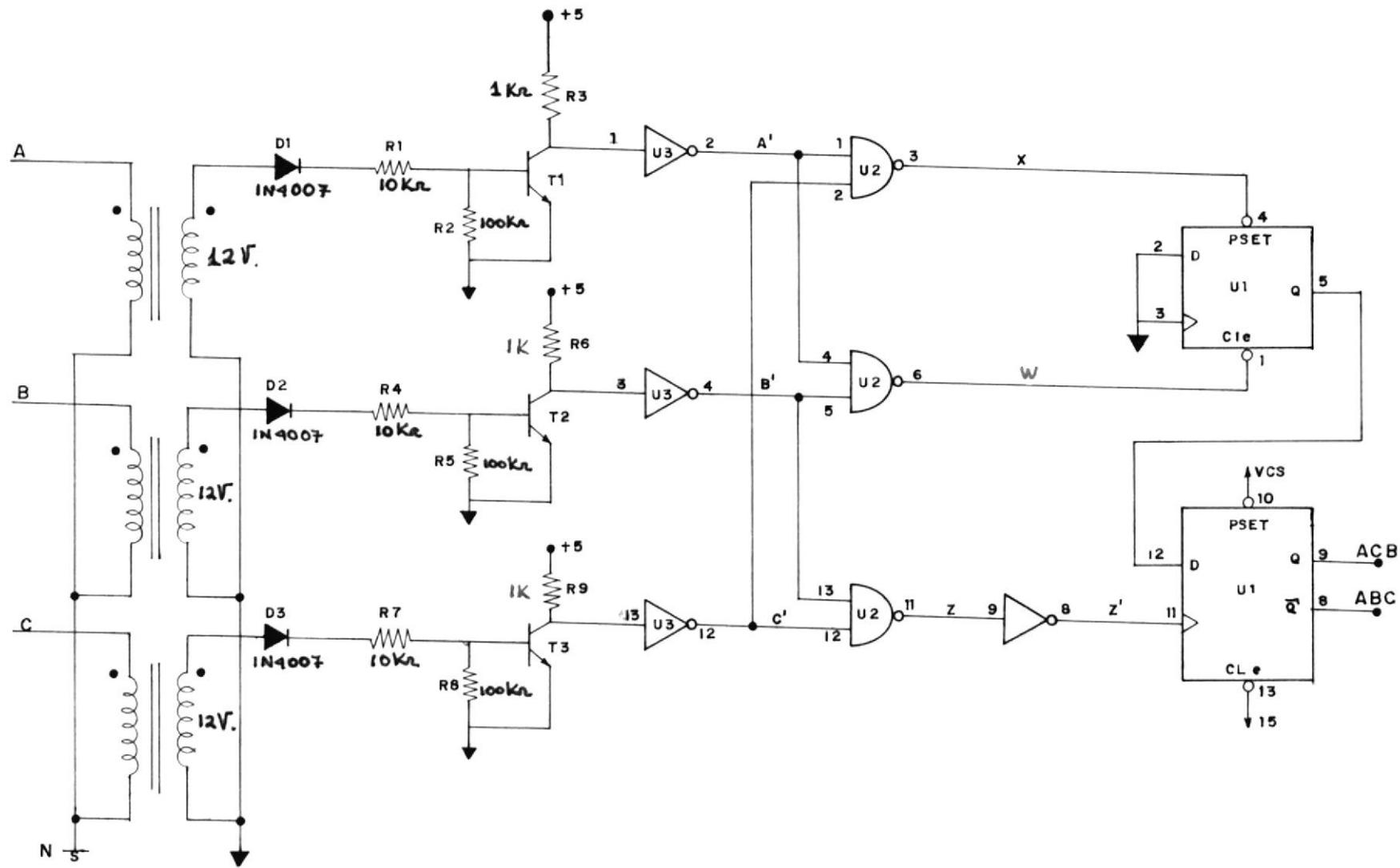


Fig. N° 3.8. DIAGRAMA DE DETECTOR DE SECUENCIA DE FASES

sistores no van a conmutar a saturación, por lo cual durante todo el semiciclo negativo se polarizarán inversamente los diodos entrando los transistores en estado de corte colocando sus colectores al voltaje de fuente, que es 5 voltios, siendo estos voltajes alimentados a un paquete (74LS14), el cual se encargará de distribuir las señales de salida a una combinación de puertas Nand.

En la fig. 3.9., se grafica las señales de los colectores ya invertidas que las he denominado A', B' y C', las cuales van a un paquete de puertas Nand(74LS00) que conforman un sistema de comparación de fase, en donde la señal B' a los pines 5 y 13 y finalmente la señal C' a los pines 12 y 2 del integrado 12. Así se logró obtener un grupo de señales resultantes que nos indiquen si la secuencia es correcta; comparando las fases A y C, tenemos la señal X que está entre 0 y 60°, ambas señales están en un nivel alto produciendo que la señal X vaya a un nivel bajo, de la misma manera se comparan las señales A' y B', produciendo la señal W que estará en nivel bajo entre los 120 y 180 grados que es el tiempo que ambas señales están en nivel alto. Posterior se com

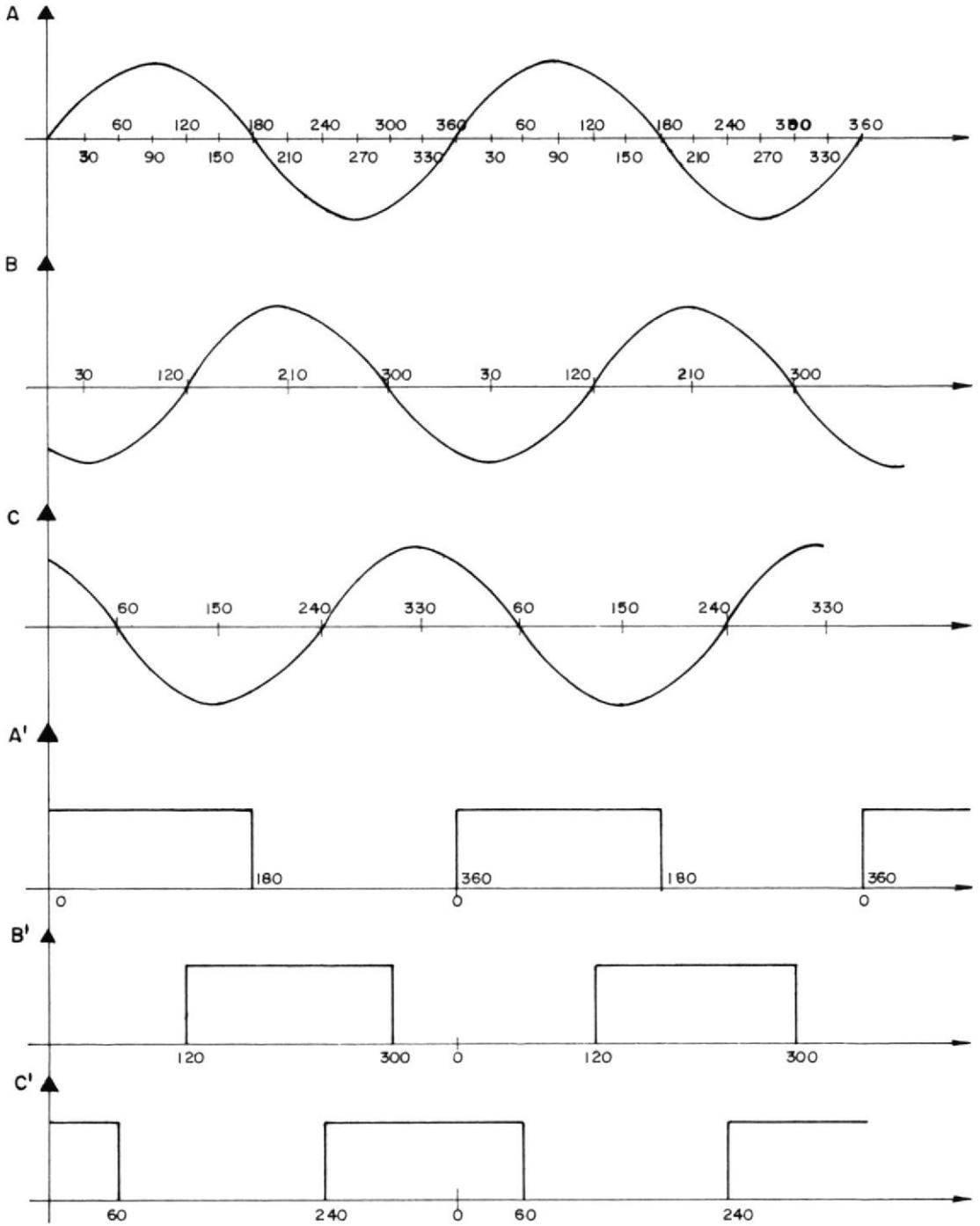


Fig. N°- 3.9.- FORMAS DE ONDAS DEL SISTEMA

pará las señales B' y C', provocando que la salida Z cambie a un nivel bajo entre los 240 y 300°.

Este arreglo de puertas tuvo que ser realizado de esta manera debido a que la secuencia a usarse es la ABC, o que es lo mismo ABCABC, por lo tanto se chequeará la secuencia paso a paso por ejemplo - primero CA luego AB y finalmente BC, y si se cumpla esta secuencia en orden todo estará correcto.

Las señales obtenidas X, W y Z, tienen una secuencia lógica en el tiempo la cual se muestra en la figura N°- 3.9.

Las tres señales de control X, W, y Z, fueron cableadas al integrado U1 (74LS74) que posee un flip flop tipo D el cual se cableó la señal X (pin4) de tal manera que cuando esta cambie a un nivel bajo, la salida (pin5) se coloque en nivel alto y se mantenga así hasta que la señal W cambie a bajo commutando de inmediato la salida a bajo.

La señal Z, es invertida previamente antes de conectarla a U1 debido a que la señal de reloj del flip - flop, trabaja con flancos positivos para un nivel bajo conmutando de inmediato la salida a un nivel bajo.

Las señales obtenidas X, W, Y y Z, tienen una secuencia lógica en el tiempo, la cual se muestra en la figura N° 3.10.

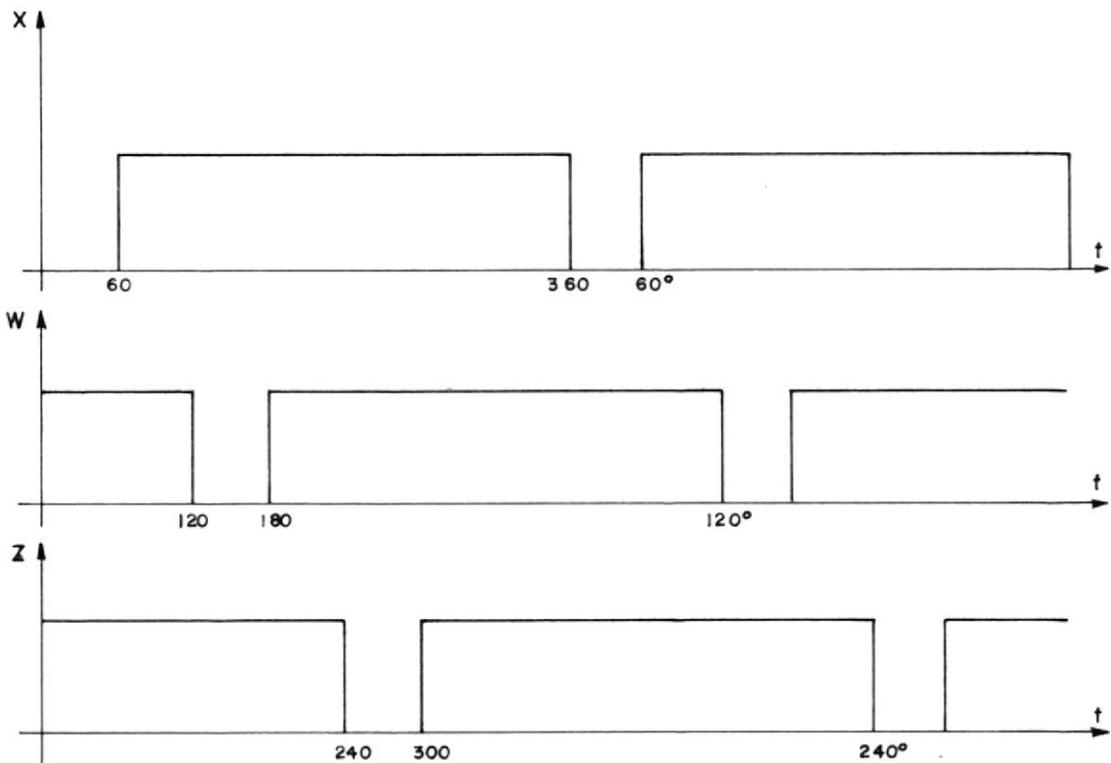


Fig. N° 3.10.- DIAGRAMA DE TIEMPO DE LAS SEÑALES X, Y, y Z.

Las tres señales de control X, W y X, fueron cableadas al integrado U1 (74LS74), el cual posee - dos flip-flop tipo D., en el cual se conecto la señal X, de tal forma que cuando la señal X cambie a

que cuando esta cambie de nivel la salida pase a ser lo que se tenía en la entrada D (pin 12).

Si la secuencia a chequear es ABC el sistema funcionaria de la siguiente manera:

Asumimos que la señal X es la primera en cambiar a nivel bajo produciendo que la salida de U1 (pin 5) vaya a un nivel alto, pero a los 120 grados la señal W cambia a nivel bajo produciendo que la siga la salida, para que posteriormente a los 240°, la señal Z cambie de estado produciendo que la información que estaba en el pin 12 vaya a la salida (pin 9) por lo cual si la secuencia es correcta la señal Q (pin 9) estará siempre en un nivel bajo y en el pin 8 su complemento.

Sólo basta que una de las fases sean intercambiadas para que exista una traslación en el tiempo - de las señales produciendo que el pin 9 cambie a nivel alto.

Esta señal (ACB) fue cableada al kit SDK como señal habilitadora de la interrupción 6.5 del microprocesador 8085 que obligará a parar la ejecución

del programa principal para pasar a ejecutar la subrutina de finalización y de ésta forma detener la marcha del motor, previamente a la impresión del mensaje de apertura.

3.1.3.2. SISTEMA DE PROTECCION CONTRA FALLA DE FASE:

Como fue comentado en el Capítulo I, ésta es una de las protecciones que debe poseer un motor trifásico para lo cual sensamos la existencia de los voltajes de las fases de alimentación y cuando uno de ellos no exista, se procederá de inmediato a la total desconexión de la carga.

Este diseño se justifica aún más debido a que - las líneas de alimentación del motor son conmutadas por triacs, si uno de estos triacs no conmutase por cualquier motivo dejaríamos que el motor trabajase monofásicamente.

Como se dispone del diseño anterior las señales A', B' y C' que son las indicadoras de la existencia de las fases A, B y C, respectivamente - tan sólo que determinar si estos voltajes están siempre presentes.-

Si analizo la forma de onda de la señal A', esta cambia de un nivel bajo a un nivel alto, solo si existe voltaje en esa fase porque estará en esta estado de corte produciendo que la señal A' esté - siempre en un nivel bajo; para las otras fases se mantienen el mismo análisis.

El diseño implementado esta representado en la figura N° 3.11., donde se observa que el sistema está conformado por 3 flip-flop tipo D (74LS74) que conforman los integrados U₄ y U₅, en ellos se cablearon las señales A', B' y C', alternada mente como señales de reloj y como señales de entrada se colocaron alternadamente las señales C', A' y B'.

Por ejemplo, cuando la señal A' cambia de esta do va a producir que se transfiera a la salida Q(pin 5) un nivel alto que indicará que la fa se C existe; denominando D a esta señal. En las otras dos flip - flop va a suceder lo mismo de tal forma que en una operación normal todas las tres salidas van a tener un nivel alto indicando la existencia de las tres fases.

Las tres señales resultantes D, E y F, van conectadas a una puerta Nand de tres entradas (U6) la cual poseerá un nivel bajo en la salida para una operación normal.

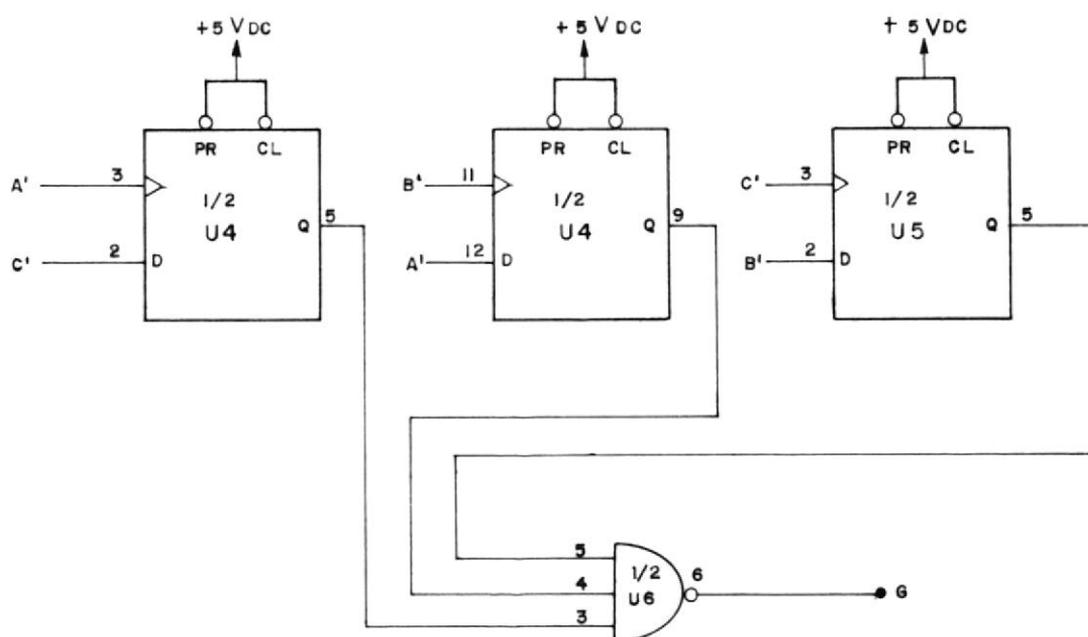


Fig. N° 3.11.- DIAGRAMA DEL CIRCUITO DETECTOR DE FALLA DE FASE

Si una de las fases no existiese, como por ejemplo la fase C, produciría que la señal C', esté siempre en un nivel bajo, provocando que la señal D cambie a bajo y por ende la señal G a un nivel alto.

De la misma manera si dos fases no están presentes

el sistema lo va a detectar produciendo que la se
ñal G se coloque en un nivel alto.

La señal Preset de los flip-flop son normalmente mantenidos en nivel alto sin embargo, cuando se detecta una falla de voltaje se generará la se
ñal de interrupción 6.5., pero una vez parado el programa, ella no deberá seguir activa para poder usarla en la impresión de mensajes. Por lo tanto se controlará a la lógica de interrupción - por medio de la señal habilita.H de tal forma - que una vez activa impedirá que siga activa la interrupción debido a un problema en las líneas.

3.1.3.3. CIRCUITO DE DISPARO:

Debido a que la alimentación del motor es trifásica y conmutada por Triacs, será necesario que sean cebados los tres triacs al mismo tiempo, por lo tanto la señal de disparo deberá ser común a los tres; además que también se desea tener el ma
yor aislamiento posible entre el sistema de fuerza y el de control por lo cual los triacs deberán ser cebados por optotriacs que serán comandados - por una señal en común que será enviada desde -

el sistema central (SDK).

En la figura N°- 3.11., se muestra el sistema implementado donde la señal de disparo enviada desde el microprocesador (pin 16), es usada en el integrado U5(pin 11), como señal de reloj la cual va a producir que cambie de estado la salida desde un nivel alto a un nivel bajo. En principio, la salida Q (pin 9) estará en un nivel alto debido a que durante el período de energización la pata 10 del circuito integrado se mantendrá en nivel bajo por un segundo, tiempo suficiente para garantizar que la salida cambie a nivel alto manteniendo saturado al transistor T₅ por medio de la resistencia R₂₀.

La salida negada (pin 8) es retroalimentada a la entrada D(pin 12) con el objeto de que cuando exista un pulso de reloj produzca que la salida cambie a nivel bajo mandando a estado de corte a T₅ habilitando de esta manera a los optos pero al mismo tiempo la salida negada Q se colocará en un nivel alto para que en el próximo pulso de reloj apague a los optotriacs.

La resistencia R₁₉ ayuda a que durante el período

do de energización se mantenga inhibidos a los -
optos antes que lo haga el flip-flop.

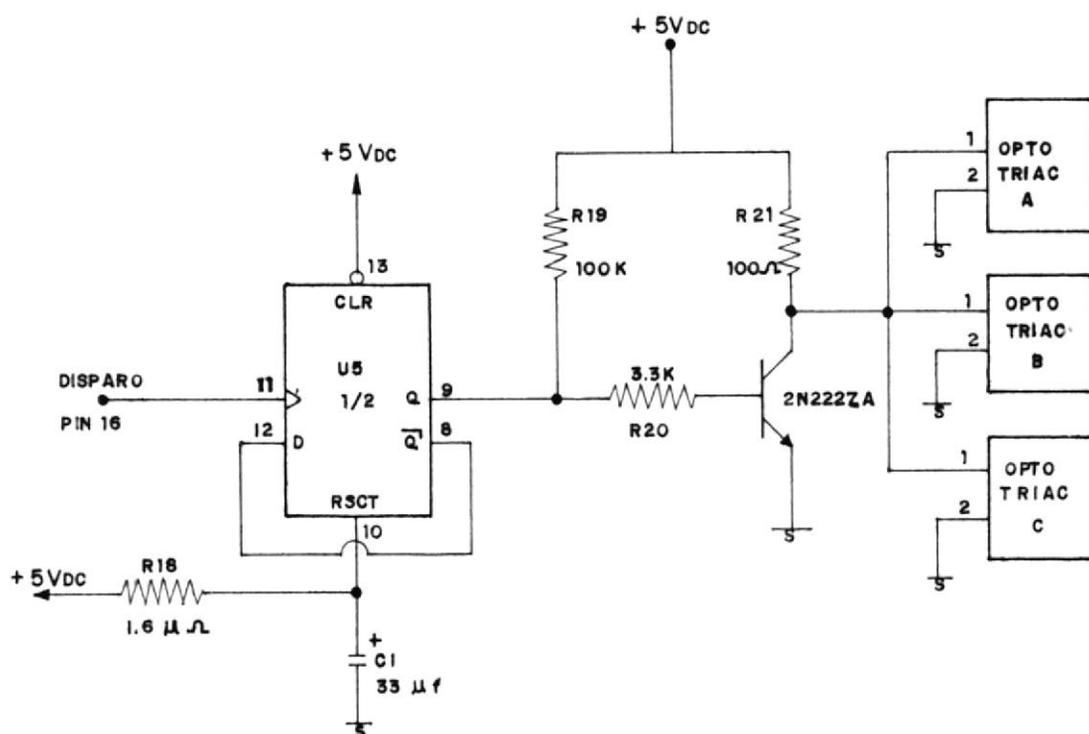


Fig. N° 3.12.- DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISPARO

3.1.3.4. RECTIFICADOR DE CORRIENTE:

El principal parámetro de medición en este trabajo es la corriente, ya que es esta la que va a indicar el estado en que se encuentra el motor, por lo cual habrá que muestrearla para su posterior procesamiento en el sistema central.

Existen varias maneras de sensar corriente de un sistema, pero manteniendo el criterio de proveer el mejor aislamiento entre los sistemas de fuerza y control, elegí sensarlas por medio de transformadores de corriente toroidales que transformarán a la corriente a una intensidad menor.

En relés trifásicos, el control de tiempo y el circuito de disparo podría ser independiente para cada fase aumentando así su costo y complicación en el diseño. Sin embargo, se puede realizar la misma función con un sólo sistema de disparo y control de tiempo, pero este deberá ser controlado por la corriente de mayor intensidad de las tres fases o por la que posea la falla, para lo cual las tres corrientes serán rectificadas por un arreglo de puentes rectificadores de onda completa en serie, además que:

- a. Se necesita tener una señal de voltaje que sea proporcional a la corriente sensada para que sea alimentada al convertidor analógico - digital para su procesamiento.

b. Se debe permitir que a cualquier instante la corriente de mayor intensidad fluya a la resistencia de drenaje, ya que con el arreglo en serie sólo una de las fases va a pasar. En la figura N° 3.12., se grafica el diagrama del sistema implementado.

La corriente es transformada en voltaje por medio de la resistencia R_{10} , pero debido a que el nivel de referencia debe ser variable de acuerdo a la corriente nominal que se escoja y a parte de que es de muy pequeña magnitud, será necesario amplificarla posteriormente por medio de un amplificador diferencial el cual tendrá una ganancia variable por medio de la resistencia R_{13} y R_{14} , que físicamente están en un potenciómetro de eje, con el fin de que tengan el mismo valor y así obtener el valor de referencia 0,3125 V que es equivalente a 10H.

También el sistema de control necesita conocer, posterior al disparo, en que instante la mayor de las corrientes está creciendo debido a que el programa requiere sincronizarse con la corriente a muestrearse.

Es así que en serie con la resistencia R_{10} se colocó dos diodos y un transistor, los cuales van a ser energizados por la corriente del transformador con el fin de que cuando exista corriente el transistor commute a saturación y tan sólo cuando cruce por cero, o mejor dicho cuando la corriente sea menor que la necesaria, para mantener polarizado a los diodos y al transistor, commute el estado de corte generando así en su colector una señal de 120 Hz de frecuencia.

Como se observa en la figura N° 3.13., el colector del transistor permite la circulación de corriente al Led del optoaislador que invertirá a la señal de sincronización permitiendo así obtener un nivel alto, cada cruce por cero, además con la colocación de los dos diodos estará garantizado un tiempo mínimo de 0,2 ms para la máxima intensidad de corriente que circulará en secundario del transformador, que en este caso es de 770 mA debido a que la máxima corriente en el motor podrá ser 10 nominal (100 Amp.), considerando una relación de transformación de 130.

La señal resultante se la denominó SYNC.H que

fue enviada a la puerta B (Port 22) del 8155 instalado en el SDK.

Se debe tener en cuenta que cada vez que se requiera cambiar la corriente de referencia habrá que necesariamente cambiar la ganancia del amplificador para volver a obtener el mismo valor de referencia.

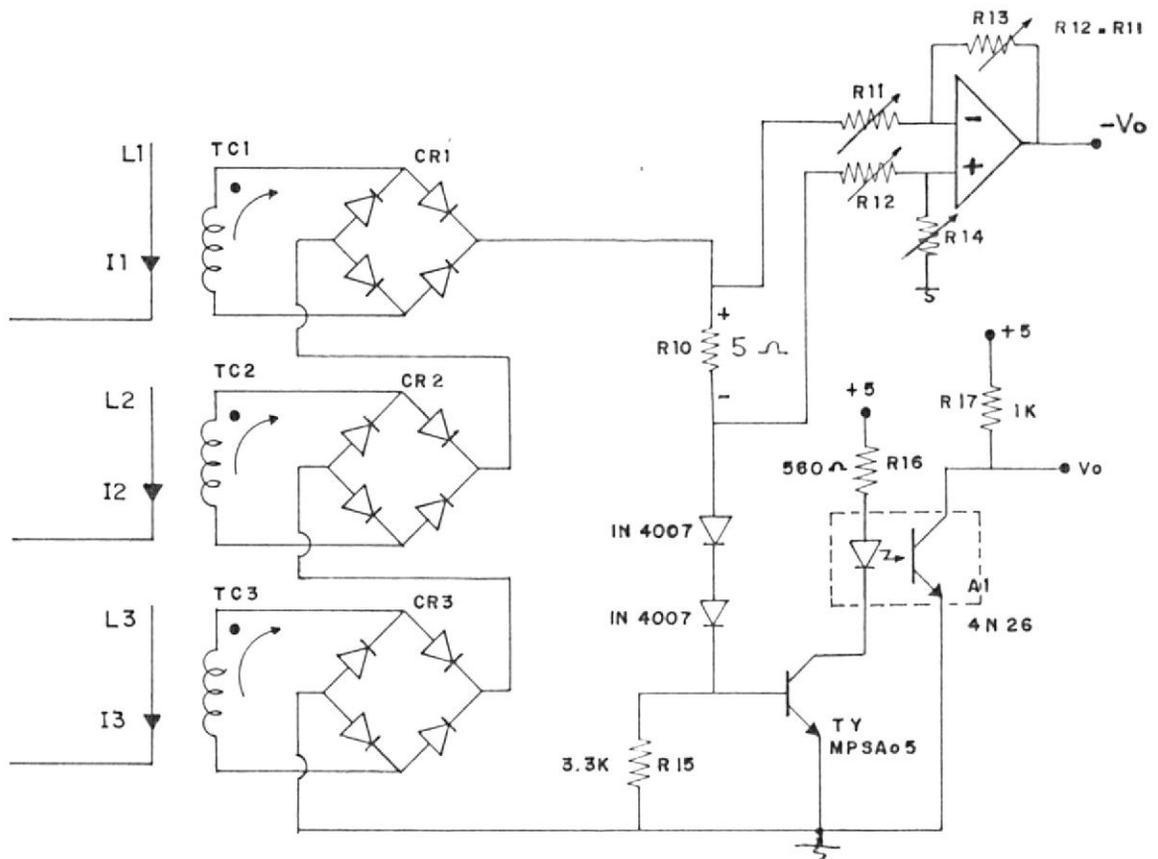


Fig. N° 3.13.- CIRCUITO SENSOR DE CORRIENTE.-

En el Anexo N° 3, se muestran fotografías de la

respuesta experimental del rectificador de corriente, su amplificador y su sensor de cruce por cero.

3.1.3.5. CONVERSION ANALOGICA DIGITAL:

La temporización de la apertura de la carga es variable, depende del nivel de corriente existente, así que el sistema central deberá saber el valor de la misma a cada instante, pero debido a que el microprocesador trabaja con información digital la corriente tendrá que ser convertida a un dato digital.-

Con este fin se usó el convertidor analógico digital de 8 bits ADC803LCN (Ver figura - N° 3.14), que posee un tiempo de acceso de 135 nS, con un tiempo de conversión de 100 μ S y con salidas que poseen 3 estados lo cual posibilita su directa interconexión en la barra de datos.

Este posee tres señales de control: \overline{WR} , \overline{RD} y \overline{CS} , las cuales controlan la operación del mismo y una señal de interrupción (INTR) que

comunicará la terminación del período de conversión.

La señal \overline{CS} es quien habilita al circuito integrado por lo cual ésta deberá estar en nivel bajo cuando se requiera usarlo y sólo cuando la señal \overline{WR} cambia a nivel bajo se encenderá el convertidor colocando de inmediato a la señal \overline{INTR} activa para que después de que una de las dos señales (\overline{CS} y \overline{WR}) cambia a nivel alto comienza la conversión, que una vez terminada activará la señal de fin de conversión (\overline{INTR}).

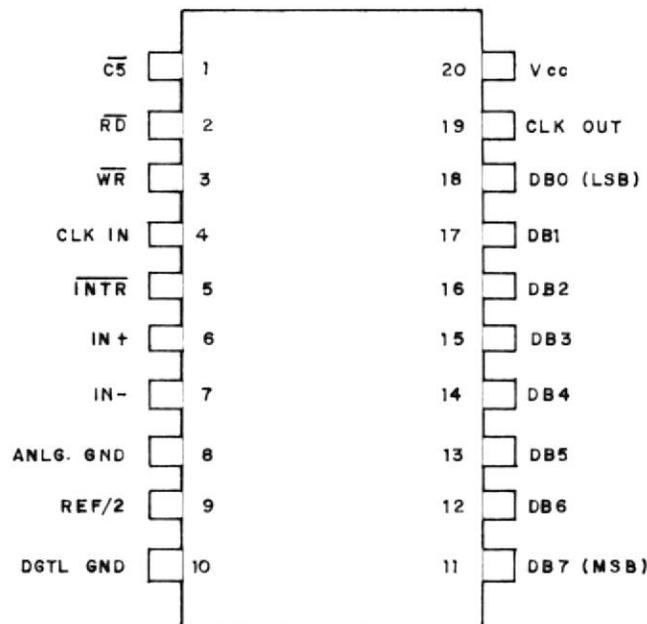


Figura N° 3.14.- Convertidor ADC803LCN

Habiendo finalizado la conversión, la lectura de dato es comandada por las señales \overline{RD} y \overline{CS} las cuales deberán estar activas (nivel bajo) para habilitar a los aisladores de salida y así leer el dato cambiando la señal de interrupción a nivel alto.

Las señales \overline{RD} y \overline{WR} fueron cableadas a las señales \overline{RD} y \overline{WR} provenientes del microprocesador y así poder manejar el convertidor sólo ejecutando las instrucciones In y Out, sin embargo, como se está usando la estructura de mapeo de memoria hay que direccionar la habilitación del integrado por medio del contenido de las instrucciones In y Out, respectivamente.

Ahora bien, debido a que en la expansión de memoria posee un decodificador 8205 del cual ha sido usado para direccionar cuatro Kbytes (8000H hasta 8FFFH) se podrá asignar la dirección 9000H para el convertidor cableando desde la salida 04 (terminal 11) hasta el terminal 1 señal \overline{CS} del convertidor). Por lo tanto, para enviar a convertir se lo hará por medio de la instrucción Out 90 y para leer con In 90 enviando directamente el dato

al acumulador del microprocesador.

La señal $\overline{\text{INTR}}$ es posteriormente invertida con el fin de comandar la interrupción 7.5 del microprocesador de tal forma de que en el instante que termine de convertir esta señal interrumpa el programa para proceder a leer el dato.

Debido a que el convertidor tiene como voltaje de alimentación 5 Vdc también será el máximo valor de la señal de ingreso, dando a la salida un valor de FFH(256D) por lo tanto el paso de la conversión de 0.01953 voltios / bits así que para poder obtener un valor de 10H(16D) la señal de ingreso deberá tener un valor de 0.3125 voltios que en este caso será el valor pico de la corriente nominal.

En la tabla N° 3.3., se presentan los diferentes valores de voltaje para cada uno de los múltiplos de la corriente referencial, siendo estas constantes aunque varíe el valor de la corriente nominal debido a que para cada variación de la corriente nominal se tendrá que calibrar la ganancia del amplificador para mantener constante el valor pico de 0,3125 voltios.

Tabla N° 3.3.

TABLA DE EQUIVALENCIA DE CONVERSION			
X I referencia	Volt. pico	Decimal	Hexadecimal
1,00	0,3125	16	10
1,25	0,3906	20	14
1,50	0,4688	24	18
1,75	0,5469	28	1C
2,00	0,6250	32	20
2,25	0,7030	36	24
2,50	0,7813	40	28
2,75	0,8594	44	2C
3,00	0,9375	48	30
3,25	1,0156	52	34
3,50	1,0938	56	38
3,75	1,1719	60	3C
4,00	1,2500	64	40
4,25	1,3281	68	44
4,50	1,4063	72	48
4,75	1,4844	76	4C
5,00	1,5625	80	50
5,25	1,6410	84	54
5,50	1,7187	88	58
5,75	1,7969	92	5C
6,00	1,8750	96	60
6,25	1,9530	100	64
6,50	2,0310	104	68
6,75	2,1094	108	6C
7,00	2,1875	112	70
7,25	2,2660	116	74
7,50	2,3438	120	78
7,75	2,4219	124	7C
8,00	2,5000	128	80
8,25	2,5780	132	84
8,50	2,6560	136	88
8,75	2,7340	140	8C
9,00	2,8125	144	90
9,25	2,8906	148	94
9,50	2,9688	152	98
9,75	3,0469	156	9C
10,00	3,1250	160	A0

3.1.3.6. INTERFASE A IMPRESORA:

Diseñe una interfase desde el microcomputador SDK a una impresora EPSON RX-80 con el fin de que sea esta quien registre los datos y resultados.

Por ejemplo si existiese una falla de corriente - en una de las fases de alimentación el sistema desconectará el motor y a la vez dejará un testimonio escrito del tipo de falla que - ocurrió y cual fue su intensidad.

Con esta idea empezó a desarrollar esta parte del proyecto, comenzando primeramente por el estudio de las especificaciones técnicas de la impresora.

IMPRESION:

Modelo de impresión: Sistema de impacto por matriz de puntos.

Columnas: 80

Velocidad de Impresión: 100 caracteres por segundo.

Velocidad de alimentación de papel: 150 mS/línea.

Dirección de impresión: Bidireccional.

INTERFASE:

Interfase: tipo paralelo de 8 bits.

Sincronización:externa usando la señal STROBE.

Dialogo por medio de las señales AKNLG y BUSY.

Nivel lógico: Los datos, señales de control son compatibles con niveles TTL (5 Vdc), por lo tanto se puede realizar la interconexión directa desde el SDK a la impresora.

Esta impresora posee un microprocesador 7810, el cual envía al mecanismo de impresión las señales de control para imprimir;además controla al motor de paso que mueve a la cabeza de impresión.

También envía la señal de control al motor de paso para la alimentación de papel; el sistema de posición envía al CPU 7810 la señal denominada PTS para poder determinar la posición exacta de la cabeza de impresión, el CPU recibe las seña

les HP y PE que son usadas para conocer cuando la cabeza llegó a la posición inicial y cuando se ha terminado el papel de impresión respectivamente. En la figura N° 3.15., se muestra el Diagrama de Bloques de la Impresora.

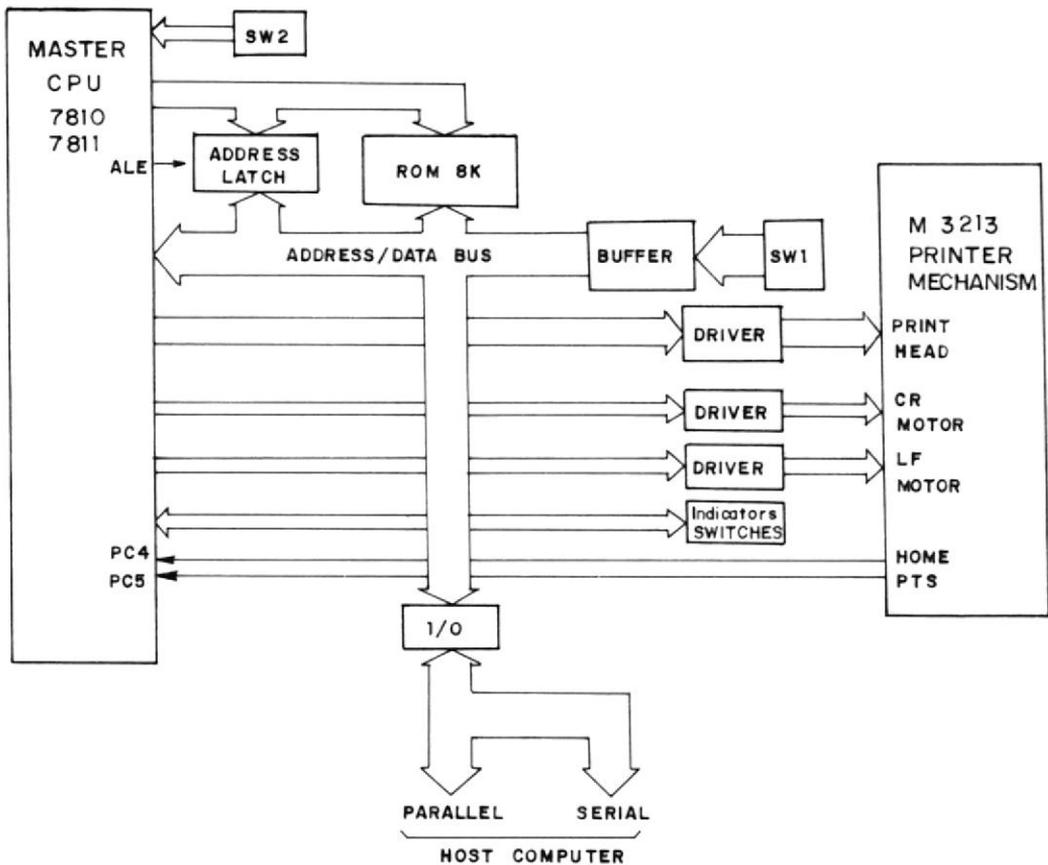


Figura N° 3.15.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA IMPRESORA RX-80

La disposición de pines para la impresora RX-80, en

lo que interfase en paralelo está condensada en el Anexo N° 2 de esta tesis.

El fabricante de recomendaciones para la construcción de la interfase en paralelo las cuales son:

- a. El cableado de las señales de la interfase deberá ser realizado con cables entorchados en pareja y denominando RETORNO al hilo que va a tierra, de tal forma que al ir entorchado, la señal está protegida de variaciones externas que puedan inducir voltajes en ella, por lo tanto, para la implementación de la interfase se escogió un cable blindado con hilos entorchados en pareja (AWM STYLE 2448) que es comunmente usado para este tipo de interfase.
- b. Los tiempos de subida y bajada de los niveles TTL deberán ser menor a 0,2 mS.

El fabricante proporciona un diagrama de tiempo que indica la manera como se deberá realizar la secuencia de transferencia de las diferentes señales necesarias para realizar un diálogo correcto entre la impresora y el computador.

En la figura N^o 3.16., se muestra la secuencia a seguir que podría ser explicada de la siguiente manera:

1. El dato es enviado a la impresora, pasando esta información a los pines de entrada del integrado 74LS373, el cual va a servir de almacenamiento temporal de datos.

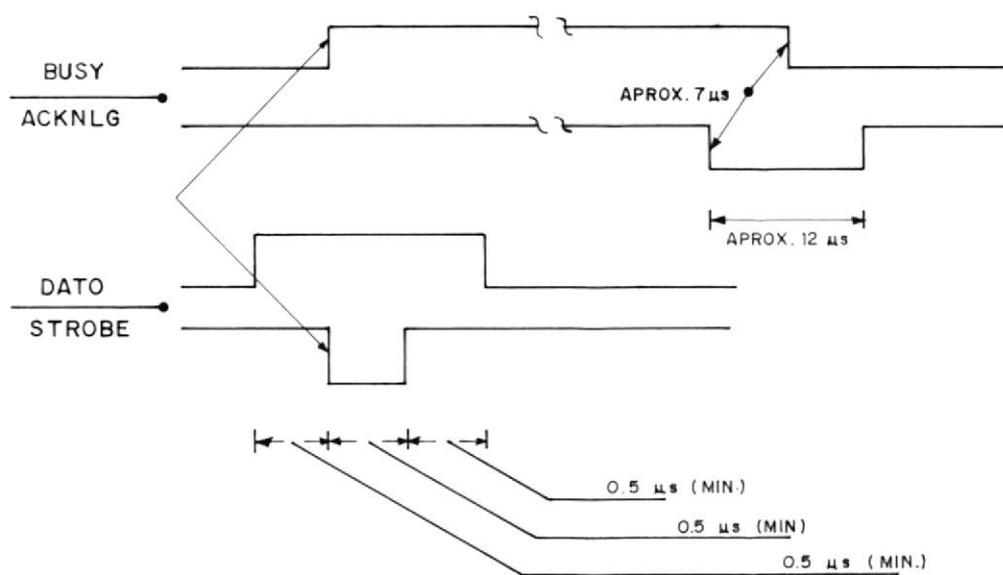


Figura N^o 3.16.- SECUENCIA DE TRANSFERENCIA DE DATOS

2. Estos datos son guardados en el integrado 74LS373, en el instante que la señal $\overline{\text{STROBE}}$ es enviada desde el computador central.

Una recomendación del fabricante es de que los datos deberán estar como mínimo 0,5 microsegundos de que la señal de $\overline{\text{STROBE}}$ cambie de estado.

3. Una vez que el paso anterior fue realizado, la impresora envía al computador la señal BUSY indicándole que no podrá recibir otro dato hasta que ella termine de realizar lo ordenado anteriormente, manteniéndose en estado alto todo ese tiempo.
4. Es durante este ciclo donde los datos son sacados desde el 74LS737 y almacenados en el micro 7810 por medio de la puerta D.
5. Una vez que el proceso de almacenamiento haya terminado, la impresora responde al computador con la señal $\overline{\text{ACKNLS}}$, la cual cambia de estado alto a bajo, indicando que todo el proceso ha terminado y que puede recibir otro dato después de 7 microsegundos.

Hay que indicar que el proceso de enviar los datos se lo puede realizar a una velocidad muy alta sin embargo el proceso de impresión es lento por lo

cual el tiempo en que la señal BUSY va a estar activa es largo comparado con el tiempo que pasa activa durante la transferencia de datos.

Esta consideración se la debe tener en cuenta debido a que durante todo el período de impresión la señal BUSY estará activa (nivel alto) y en el momento que cambie se podrá seguir recibiendo datos, por lo cual habrá que necesariamente chequear por medio de una puerta el estado de esta señal desde el SDK, de tal forma que sensamos - cuando esta cambia de estado mientras que durante todo ese tiempo el sistema podrá realizar cualquier otra actividad.

En la figura N° 3.16., se muestra la conexión básica que debe existir en una interfase en paralelo entre una impresora y una computadora.

Pero existen señales que pueden ser obviadas dependiendo del uso que uno desee darle a la impresora, por ejemplo existen dos señales que no son enviadas del computador debido a que la impresora posee interruptores que colocan estas señales en un estado lógico, seleccionando por el operador.-

Por ejemplo si el usuario desea que cada vez que se imprima una línea, siempre se avance otra; se colocará la señal AUTOSPEED XT a tierra por medio del conmutador SW2-3(ON); además, si se desea siempre tener la impresora seleccionada, se conmuta la señal SLCT IN a tierra (ON) en el interruptor SW2-2.

Empiezo a diseñar la interfase asignando los pines para las señales que van a ir desde el SDK hasta la impresora, pero debido a que se ha utilizado la técnica de cableado en el mismo kit, tuve que usar un conector RS-232 (CN 1) con pines largos, de tal manera que pueda ser cableado desde la pastilla de interfase, todas las señales necesarias; y para el lado de la impresora, un conector macho Centronics (CN 1) que es el conector estandar para la impresora; en la tabla N° 3.4., se muestran las asignaciones de pines.

Para enviar los datos desde el microprocesador hasta la impresora es necesario usar un reforzador que debe ser compatible con el 8085, siendo el 8212 quien reúne los requisitos aparte que este integrado permite capturar el dato y mantenerlo hasta que sea habilitada la escritura del mismo.

Tabla N° 3.4.

ASIGNACION DE SEÑALES DE LA INTERFASE SDK - IMPRESORA

SEÑALES DE CONTROL	CN1 SDK	CN1 CENTRONICS
STROBE	1	1
GND(STROBE)	14	19
DATA 1	2	2
GND(DATA 1)	15	20
DATA 2	3	3
GND(DATA 2)	16	21
DATA 3	4	4
GND (DATA 3)	17	22
DATA 4	5	5
GND(DATA 4)	18	23
DATA 5	6	6
GND(DATA 5)	19	24
DATA 6	7	7
GND(DATA 6)	20	25
DATA 7	8	8
GND(DATA 7)	21	26
DATA 8	9	9
GND(DATA 8)	22	27
BUSY	10	11
GND(BUSY)	23	29
SELECT	11	13
GND (BLINDAJE)	24	30
ACKNLG	12	10
GND	25	16
N/C	13	12,14,15,17,18 28,31,32

8212:

Esta pastilla no es más que una puerta de entrada y salida, la cual es usada para realizar una interfase de 8 bits en paralelo, poseyendo salidas de 3 estados, permitiendo así que pueda conectarlo en cualquier sistema periférico sin ningún problema (Ver figura N°- 3.17).

Además posee un flip-flop, que genera una señal de interrupción que será usada para habilitar una de las interrupciones del 8085; también en cada entrada posee un flip - flop, que capturará el dato. El dato no aparecerá a la salida hasta que la señal EN esté en un nivel alto habilitando la salida en cambio para borrar el dato se deberá enviar un nivel bajo a la señal $\overline{\text{CLR}}$ encerrando así los flip - flops, sin embargo cualquiera de estas funciones están superdidadas por la lógica de control que a su vez está en dependencia de las siguientes señales:

1. $\overline{\text{DS1}}$, DS2; las cuales son usadas como selectoras de pastilla, además habilita el buffer y cambiando asincrónicamente a nivel alto al flip - flops de interrupción.

2. MD; si está en un nivel alto permitirá el comando de la señal de reloj de los flip - flops de entrada por medio de las señales $\overline{DS1}$ y DS2, y con un nivel bajo el estado de los reforzadores va a estar regido por la señal DS1 y DS2 y el reloj para los flip - flops por la señal STB.
3. STB; esta entrada es usada como reloj para los flip - flops de entrada para el modo de entrada MD = 0 y produce el cambio a un nivel bajo de la señal de la interrupción con su flanco negativo.

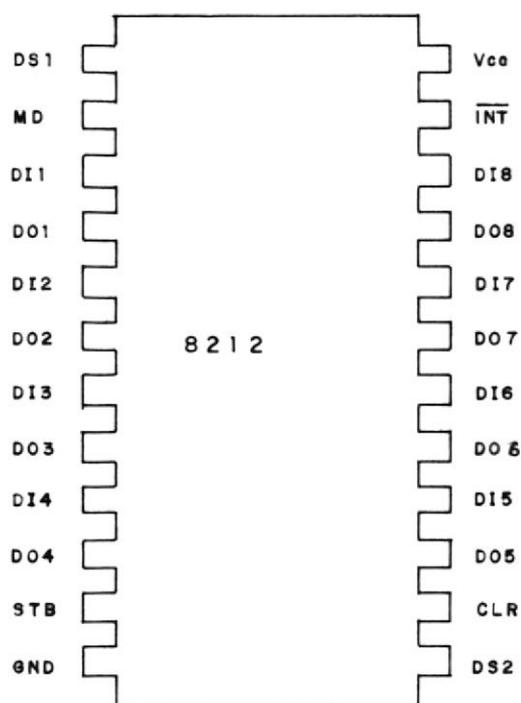


Figura N° 3.17.- DESCRIPCION DE PINES

Debido a que la idea principal de este diseño es que se comande la impresión pero sin estar necesariamente siempre en el modo de impresión, la señal de habilitación $\overline{DS1}$ fue conectada al pin de la señal \overline{WR} (WRITE) del microprocesador para - cuando se active esta señal la pastilla entre en el modo de escritura, paralelo a esto la señal 05 (pin 10) del decodificador 8205 de la expansión de memoria es posteriormente invertida para convertirse en señal de habilitación (DS2) del 8212.

Por esta razón cuando se trata de habilitar a la pastilla, primeramente para poder habilitar las señales $\overline{DS1}$ y DS2 habrá que usar el comando OUT 94 debido a que al ejecutar la instrucción OUT coloca la señal \overline{WR} en nivel bajo.

Una vez que los datos están almacenados se enviará la señal \overline{STROBE} a la impresora desde el 8085 por medio de la señal SOD ejecutando la instrucción SIM CO. El valor CO es debido a que se debe colocar un nivel alto a la salida de la señal SOD (datos de salida en serie) la cual es usada para la transmisión de datos en serie, pero a parte de colocar ese nivel debo también habilitar la salida por medio de la señal SOE (HABILITADOR DE SOD)

ambas señales se encuentran consideradas en la instrucción SIM del 8085 y cuyo formato es mostrado en la figura N° 3.18.-

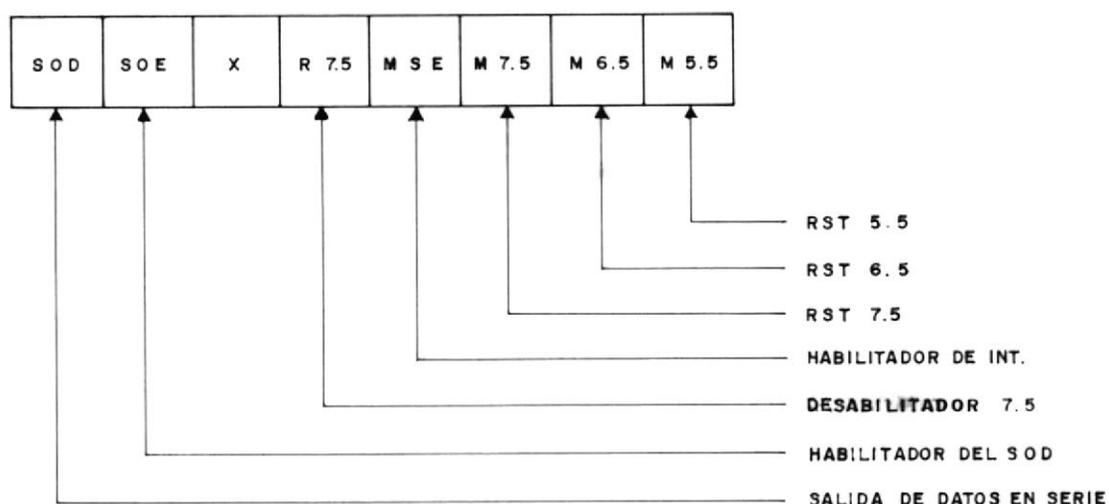


Figura N° 3.18.- FORMATO DE LA INSTRUCCION SIM

Tanto la señal SOD como SOE son activadas con un nivel alto por lo tanto el valor binario correspondiente será 11000000 ó C0 en hexadecimal, la señal SOD se mantendrá en alto hasta que se ejecute la instrucción SIM 40 en la cual se coloca un nivel bajo a la señal SOD, este proceso es usado para enviar la señal STROBE a la impresora.

Una vez enviada esta señal la impresora contesta

rá con la señal BUSY y se mantendrá así, durante todo el período de grabación del dato en el buffer de la impresora o durante la impresión.

Terminado de ejecutar la orden cambia de estado - la señal ACKNLG, colocando la señal INT en nivel - ALTO, señal que formará parte de la lógica de la interrupción 6.5 deteniendo cualquier proceso que se esté ejecutando, para indicar que ya se puede enviar otros datos.

Además el pin 14, de la pastilla 8212, fue conectada a la señal Reset IN de tal forma que los datos sean borrados cada vez que conmute esta tecla; la señal BUSY será enviada al puerto B (Puerta 22) de la pastilla 8155 para indicar cuando ha terminado de imprimir el sistema.

La impresora solamente reconoce códigos hexadecimales que van a ser decodificada por el microprocesador de la impresora para posteriormente imprimirlos de acuerdo al Código ASCII, el cual se encuentra en el Anexo N° 2.

Por ejemplo para imprimir la oración: HOLA COMO ESTAS, se tendrá que codificar de la siguiente ma-

nera:

48, 4F, 4C, 41, 20, 20, 43, 4F, 4D, 4F, 20, 20, 45,
53, 54, 41, 53, 20, 21, 0A.

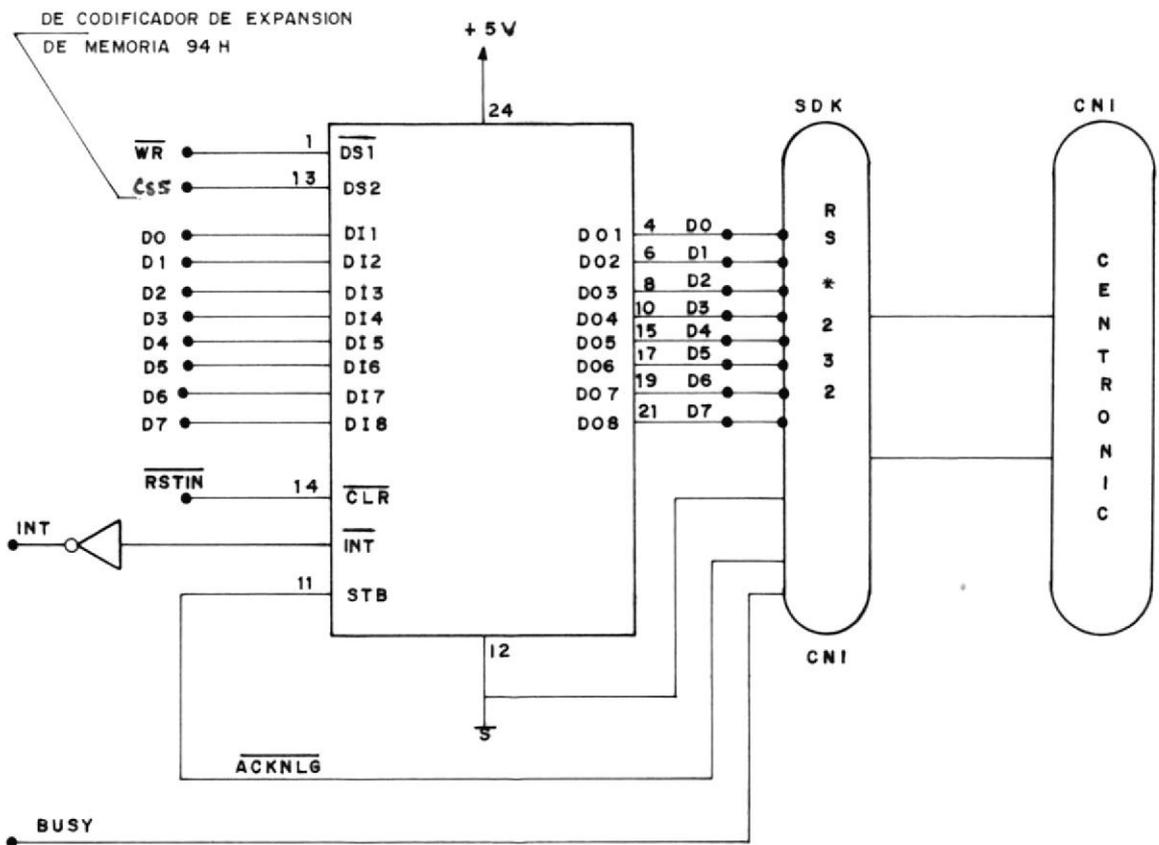


Figura N° 3.19., - DIAGRAMA DE CONEXION

Inmediatamente después que se envía el comando -
0A, la impresora empieza a imprimir y durante to
do este proceso la señal BUSY se mantendrá en ni

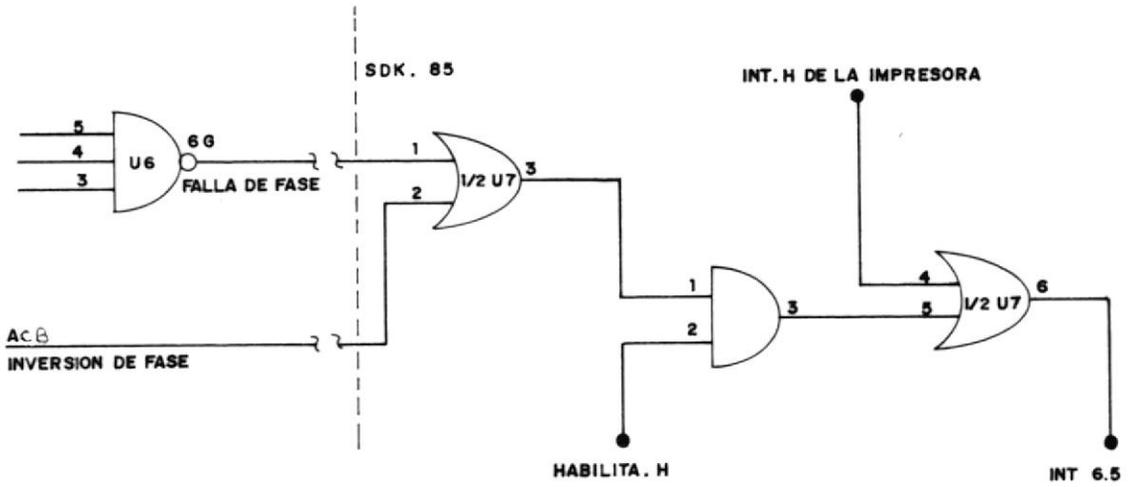


Figura N°3.20.- CONSTITUCION DEL SISTEMA DE INTERRUPCION 6.5.

PUERTA 21
 PUERTA A (PROGRAMADA COMO SALIDA)

D7	D6	D5	D4	D3	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----

D7 = DISPARO. H

D6 = HABILITA. H

Figura N° 3.21.-ASIGNACION DE LAS SEÑALES EN LAS PUERTAS DEL INTEGRADO 8155. (PUERTA A y B).-

PUERTA 22
 PUERTA B (PROGRAMADA COMO ENTRADA)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

D7 = BUSY. H

D6 = ACB. H

D5 = G. H.

D4 = CRUCE POR CERO. H

vel alto.

También se puede considerar la marginación de la -
hoja, la cual se la ejecuta enviando el comando -
ESC Q(N) y ESC I (N) para el margen derecho e iz-
quierdo, respectivamente; siendo el valor de N la
cantidad de columnas que se desea dejar en blanco.

C A P I T U L O I V

PROGRAMACION DEL RELE SOBRECORRIENTE ESTATICO

4.1. SOFTWARE

En el Capítulo IV, tenemos la programación del relé sobrecorriente estático, por lo cual a continuación podremos observar la descripción de los programas y de los algoritmos que han sido usados para la programación del relé de sobrecorriente, los cuales fueron grabados en su totalidad, en un Eprom, desde la localidad A000H hasta A659H, además almacenado en memoria Ram, las variables del programa desde la localidad 2000H hasta 200EH, tal y como lo podemos observar en la figura N° 4.1., que nos muestra la localización de las variables usadas en los programas.

(Ver en la página siguiente)

201E	FF
201D	48
201C	DATO
201B	DATO
201A	Z
2019	PARO 10
2018	PARO 09
2017	PARO 08
2016	PARO 07
2015	PARO 06
2014	PARO 05
2013	PARO 04
2012	PARO 03
2011	PARO 02
2010	PARO 01
200F	PARO 00
200E	CONT HIGH
200D	CONT LOW
200C	F90
200B	I_{0-1}
200A	I_0
2009	NO FALLA
2008	FALLA
2007	I pico
2006	10 I set
2005	I set
2004	I max ARR
2003	I máx-1
2002	PICO 1
2001	IN
2000	ARR

Tabla N^o 4.1.- LOCALIZACION DE LAS VARIABLES USADAS EN LOS PROGRAMAS.-

El objetivo de cada una de estas variables o banderas será ex
plicado a continuación:

ARR: Esta variable puede tener dos valores 00 ó FF que
representará el fin del período de arranque.

IN: Que indicará si se adquirió el primer dato para posterior
mente determinar la fase de la corriente. Ella puede
tener dos valores igualmente que la bandera anterior.

PICO 1: Indicará si se ha pasado el primer pico de arranque.

Imáx 1: Registrará el valor del máximo nivel de corriente en
el arranque.

Imáx ARR: Contendrá la máxima intensidad de corriente permiti
da para el arranque.

Iset: Será la referencia de corriente y que ha sido fija en
10H.

10 Iset: Contiene la máxima intensidad de falla (A0H) para de
senergizar instantaneamente al motor.

Ipico: Registrará el valor del pico de corriente de cada uno

de los semiciclos muestreados.

Falla: Esta bandera indicará que existe una falla de corriente.

No falla: Debido a que se ha considerado en el diseño fallas intermitentes se ha habilitado esta variable y si pasan 10 semiciclos sin producirse fallas se borrará el contador de tiempo de apertura y a esta variable.

I₀ : Contendrá el valor actual de la corriente.

I₀₋₁: Contiene el anterior valor de la corriente.

F90: Bandera usada para indicar la fase decreciente de la corriente rectificadora.

Cont Low, High: Es un contador de 16 bits que acumulará los pasos para la temporización de la apertura.

Paro 00: Bandera usada para indicar a la subrutina de impresión que imprima el encabezamiento.

Paro 01: Bandera usada para imprimir el mensaje de que el motor ha sido energizado.

Paro 02: Bandera usada para enviar a imprimir el mensaje de que se ha parado el motor debido a una inversión de fase.

Paro 03: Bandera usada para enviar a imprimir el mensaje de paro debido a una falla de fase.

Paro 04: Bandera usada para enviar a imprimir el mensaje de paro debido a una excesiva corriente de arranque.

Paro 05: Bandera usada para indicar a la subrutina de impresión que imprima el valor de la corriente de arranque.-

Paro 06: Bandera usada para imprimir el mensaje de paro debido a que el arranque ha sido largo.

Paro 07: Bandera usada para indicar que se ha procedido a desenergizar al motor instantáneamente.

Paro 08: Bandera usada para imprimir el valor de la corriente en una falla instantánea.

Paro 09: Bandera usada para indicar que se paró temporizadamente al motor.

Paro 10: Bandera usada para enviar a imprimir el valor de la última corriente de falla.

Z : Bandera usada para reconocer si la interrupción generada (6.5) es debido al proceso de impresión o a un progr

blema detectado por el supervisor de voltaje.

Los datos que están posteriormente anotados son usados para la impresión de la magnitud de la corriente de falla.

4.1.1. Tareas del microprocesador

El sistema ha sido señalado con el objeto de controlar el arranque y funcionamiento de un motor Jaula de Ardilla - protegiéndolo con dos tipos de respuestas para un incremento de corriente: instantánea y muy inversa. La primera funciona si se supera en 10 veces a la corriente nominal del motor y la segunda tan sólo cuando es mayor.

El microprocesador tendrá que realizar las siguientes funciones:

4.1.1.1. ARRANQUE DEL MOTOR:

Aquí el microprocesador deberá enviar la señal de disparo a los triacs, sin embargo el deberá primero asegurarse que no existe problema en la línea (falla ó inversión de fases) para así pasar a conmutar a las fases) para así pasar a conmutar a los triacs.

4.1.1.2. TOMA DE MUESTRAS:

La siguiente función es el muestreo del estado de las corrientes en las fases.

Estas han sido rectificadas y amplificadas de acuerdo al nivel de referencia de conversión el cual deberá mantenerse constante.

La toma de muestras es asincrónica y sólo después que se muestre el valor pico de la corriente se comenzará a procesar la información.

La muestra será procesada y comparada con la referencia para determinar si actúa o no el sistema de protección.

4.1.1.3. PROCESAMIENTO DE DATOS:

Después de adquirir el valor del nivel de corriente existente el microprocesador deberá determinar, siempre y cuando el dato sea mayor que la referencia, cual es la razón existente entre la muestra y la referencia para así determinar el tiempo de apertura de acuerdo a la característica tiempo - corriente es

cogida.

El programa contendrá grabado el tiempo de -
apertura codificado en fracciones hexadecima-
les que serán usadas como incrementos en un
contador cada semiciclo de tal forma que -
cuando llegue a tener un valor mayor o igual
a FFFFH desconectará a la carga de las líneas
de alimentación.

4.1.1.4. SALIDA DE RESULTADOS:

Se usaron como dispositivos de salida:

Displays: Conformados por seis dispositivos
de visualización disponibles en el SDK-85 ,
que permitirán visualizar la terminación del
programa.

Impresora: De interfase paralelo, marca -
Epson, modelo RX-80, para la impresión de los
datos y resultados del sistema.

4.1.2. Programación

En la anterior parte se indican todas las tareas que

deberá realizar el microprocesador y para que estas puedan desarrollarse es necesario proveer una programación adecuada, basada en el set de instrucciones del MPU 8085 en el lenguaje mnemónico y código operacional que se muestra en el Anexo 1.

La programación puede ser subdividida en cinco bloques - que se muestran en la figura N° 4. 1 .

El subprograma inicialización se encarga de inicializar el puntero de pila, puerta, 8155, encerrar ciertas localidades de memorias, chequear el estado de las líneas de alimentación y arrancar el motor de observar el nivel de corriente existente para lo cual se rectificó las muestras de las tres corrientes y convirtiendo en voltaje a la mayor de las tres para que posteriormente sea convertida en un dato digital por medio del convertidor Analógico - Digital.

La subrutina Tiempo de Apertura es la encargada de buscar el valor de paso que deberá incrementar el contador cada semiciclo hasta obtener un valor mayor o igual a FFFFH.

El subprograma Terminación se encarga de finalizar al

sistema por lo tanto tendrá que ejecutar varias acciones que están divididas en cuatro subprogramas que son:

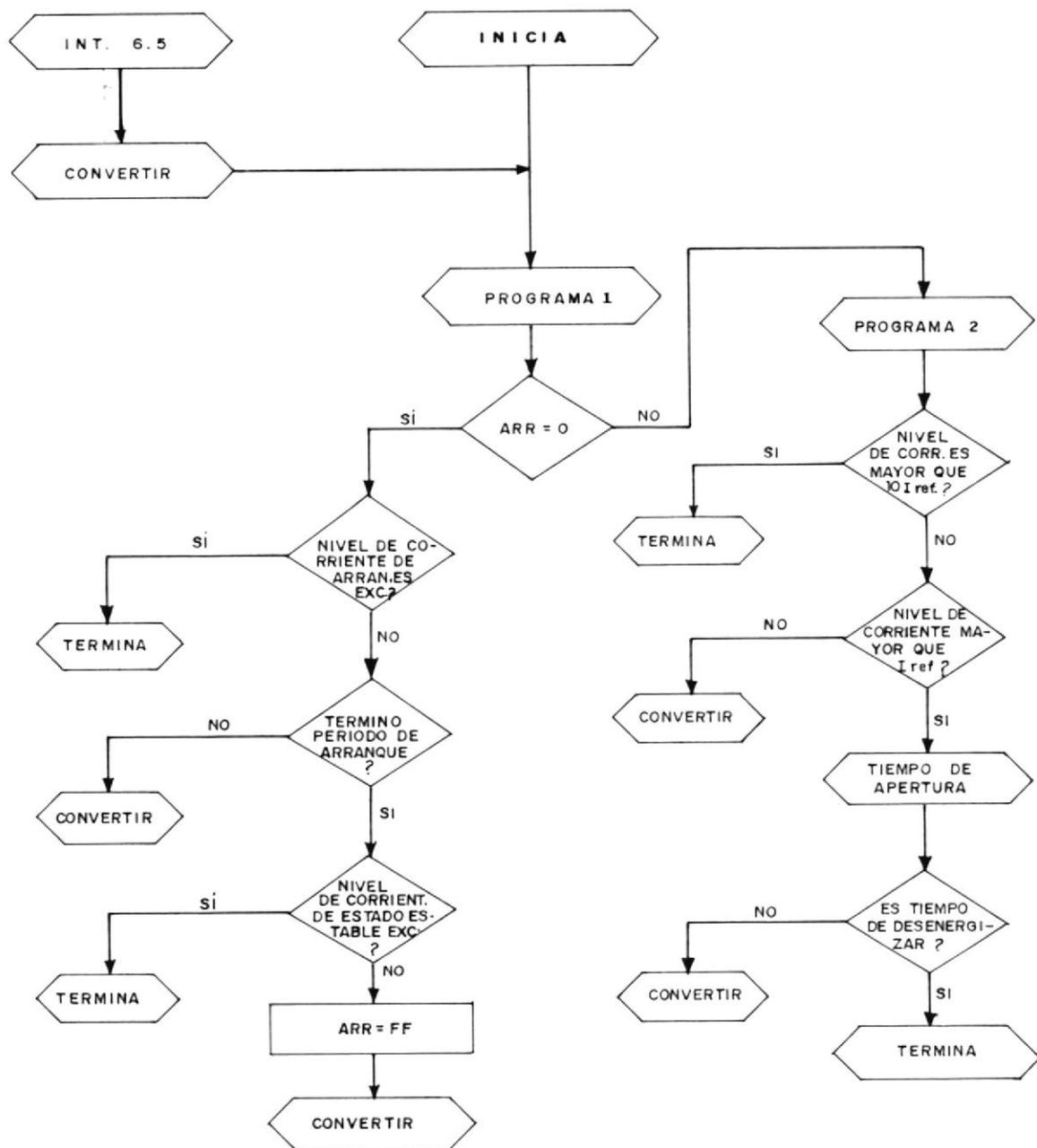


Fig. 4.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES PRINCIPAL

Apertura: Es el encargado de desactivar a la señal de disparo de los Triacs.

Separación: En este programa se separa el valor hexadecimal de la corriente para codificarlo en ASCII y así poder imprimirlo.

Impresión: Se encarga de enviar datos a la impresora para comunicar al usuario la razón por la cual se para el motor.

Final : Usa al campo de display del kit para mostrar el mensaje -FIN- indicando la terminación del programa.

Todos los subprogramas serán explicados a continuación además que en la figura N° 4.2., se indican sus localizaciones.

SUBROUTINA/DATOS	LOCALIDADES
INTERR 7.5	A006 - A015
INICIA	A016 - 10B0
INTERR.6.5	A0B1 - A0E0
TERMINA	A0E1 - A0EF
APERTURA	A0F0 - A0F8
SEPARACION	A0F9 - A12E
FIN	A12F - A148
IMPRE	A149 - A1C6
IMPRESION	A1C7 - A1F0
PROGRAMA 1	A1F1 - A24B
PROGRAMA 2	A24C - A2B6
TIEMPO APERTURA	A2B7 - A2D9
DATOS DE CARACTERISTICA	
TIEMPO - CORRIENTE	A310 - A3A0
DATOS PARA IMPRESION	A400 - A659

Tabla N^o 4.2.- DISTRIBUCION DE LA MEMORIA DEL EPROM.

4.1.2.1. SUBROUTINA INTERR 7.5:

Esta subrutina es la encargada de enviar a convertir y adquirir cada dato de corriente. Su secuencia se basa primero en habilitar a la interrupción 7.5 y así poder enviar por medio de la instrucción OUT 90 la señal de inicio de conversión.

Pero debido a que el tiempo de conversión es de 100 μ S, el programa se detendrá en espera de la señal de interrupción del convertidor habilitando a la 7.5 y proceder a adquirir el nuevo dato por medio de la instrucción IN 90. Este dato pasará al acumulador del microprocesador y será almacenado en la localidad 200A como la variable lo.

Una vez realizado esto, se salta a ejecutar la subrutina Programa 1 con el fin de investigar si este dato está sobre la corriente de referencia. Cabe indicar que durante todo este tiempo la interrupción está deshabilitada con el objeto de poder procesar los datos sin interferencias.

SUBROUTINA 7.5

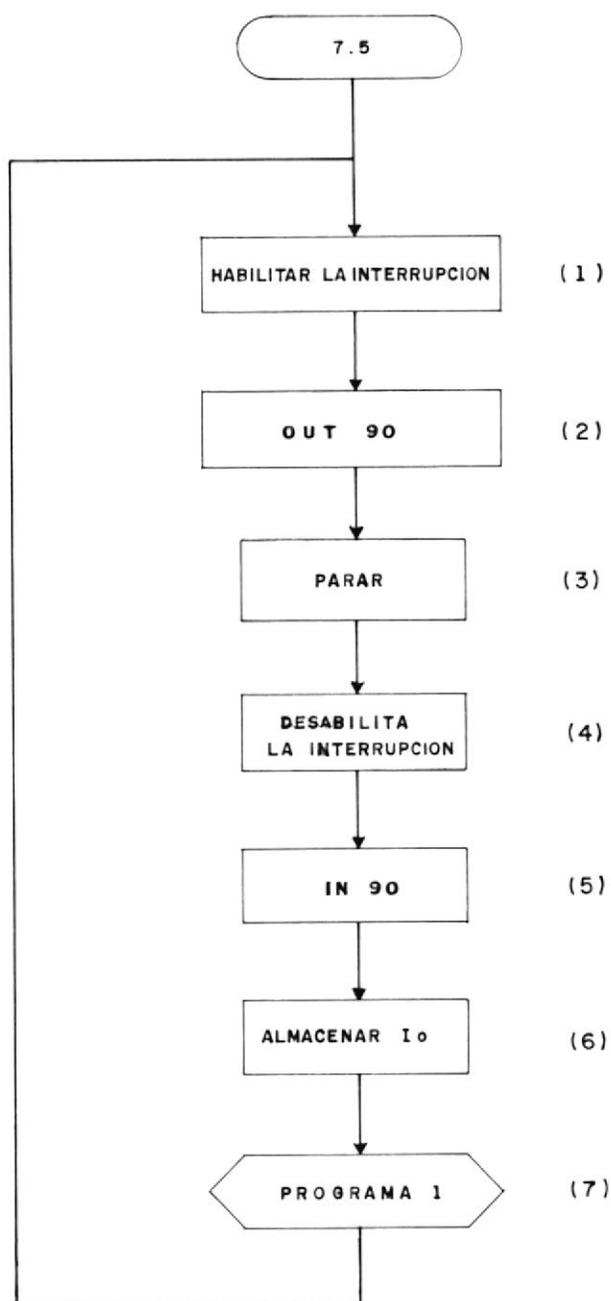


FIGURA N° 4.2.

Una vez que está procesado el dato se regresa a habilitar a las interrupciones y se procede a adquirir otro dato.

Todo esto se lo puede apreciar en la figura N° 4.2., que está en la anterior página y que nos muestra la Subrutina INTERR 7.5.

4.1.2.2. SUBROUTINA DE INICIALIZACION:

El Diagrama de Flujo de la subrutina de Inicialización, se muestra en la figura N° 4.3 , en la página siguiente, así como la explicación y el detalle de su desarrollo.

Se inicializa las puertas A y B del integrado 8155 como salida y entrada, - respectivamente por medio del comando de estado 10H (02) , donde el -

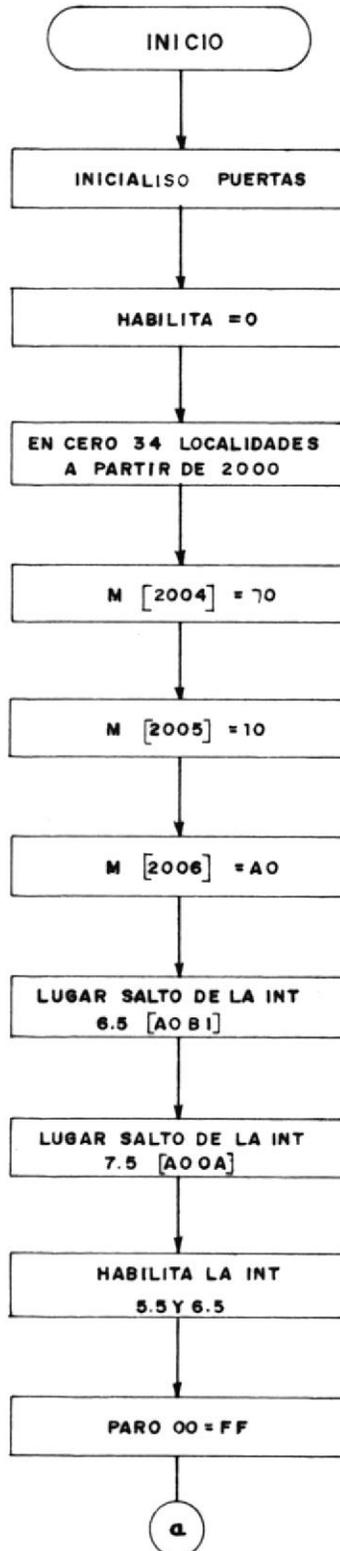
primer bit indica que la puerta ha sido seleccionada como salida, asignando al terminal D7 la señal Disparo H y a D6 las señales Habilita.H, donde la primera es usada para cebar a los triacs y la segunda para inhibir la acción de la interrupción 6.5 debido a una falla en las líneas, ya que una vez detectada la interrupción deberá ser usada para la ejecución del programa de impresión.

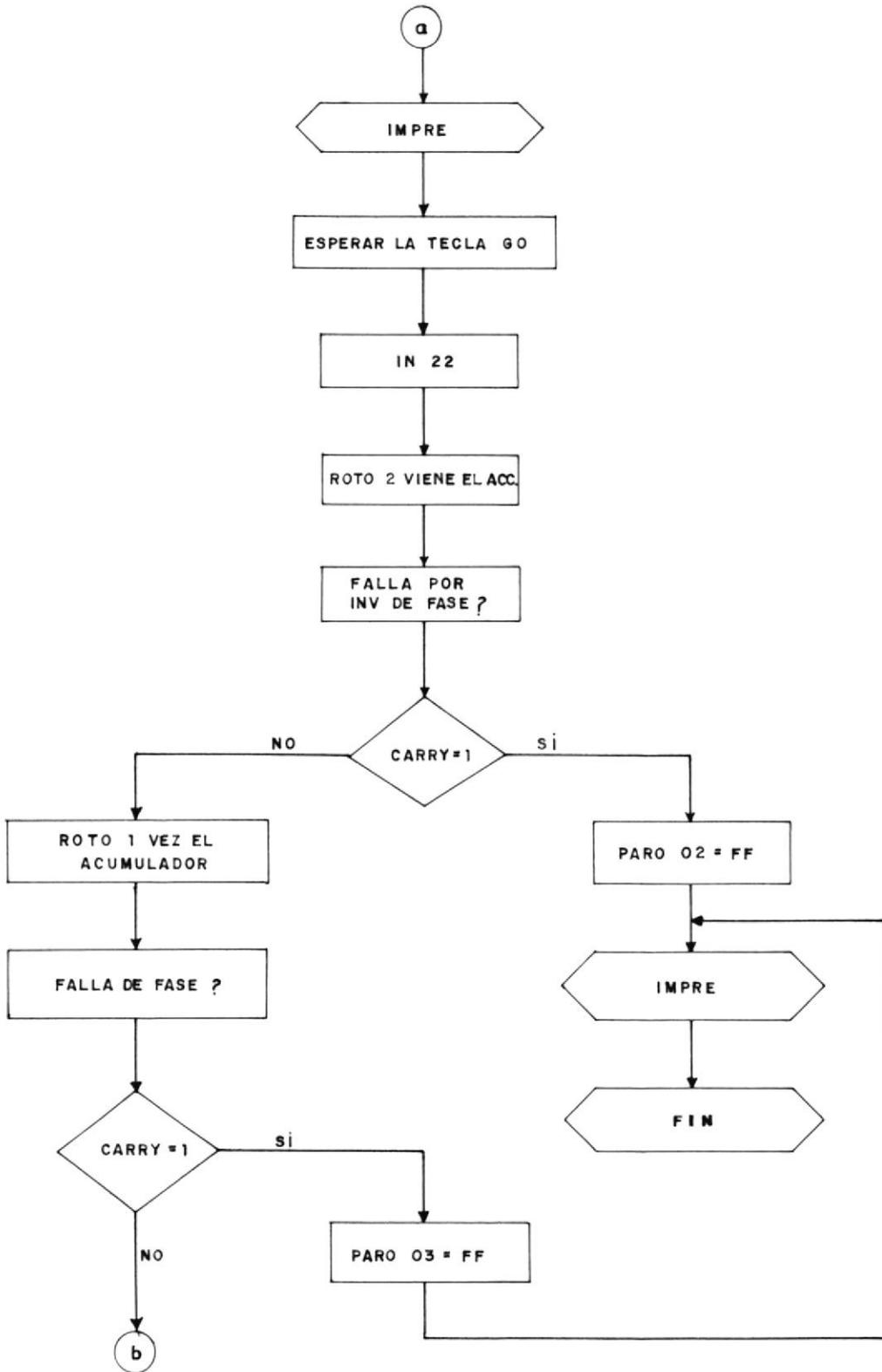
La puerta B (Port 22) sirve como entrada a las siguientes señales: BUSY.H(D7), INV.H (D6), FALLA.H(D5) y CRUCE.H(D4).

Encera 34 localidades de memoria que son usadas para almacenar las variables del sistema.

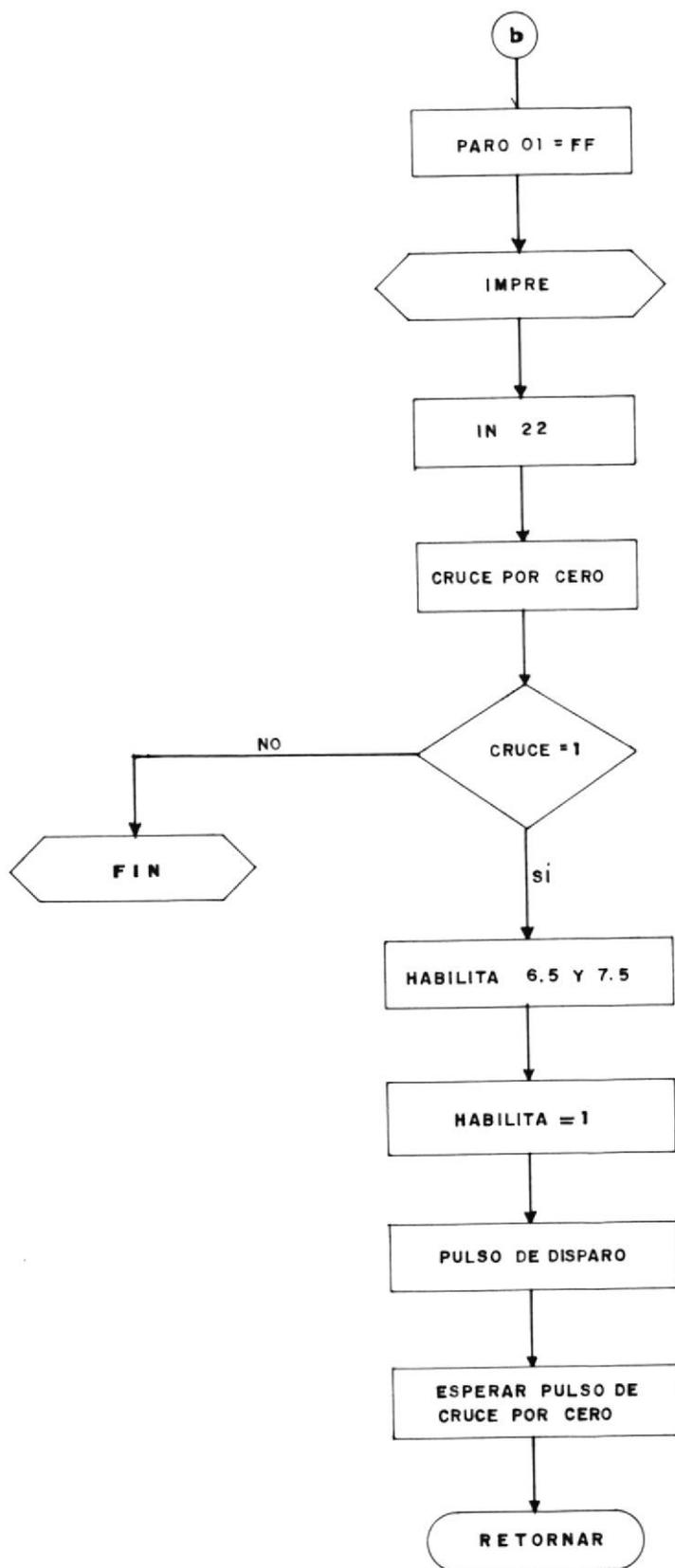
Además se graban los valores de las variables de referencia en las localidades 2004, 2005 y 2006; se coloca las direcciones de salto de las interrupciones 6.5 y 7.5, donde la primera depende de la variable Z la cual si posee un valor de cero indicará que la interrupción generada es debido al supervisor de línea y en caso contrario por la impresora.

SUBPROGRAMA INICIA

FIGURA N^o 4.3.-

Contin... FIGURA N^o 4.3. SUBROUTINA DE INICIALIZACION

Continua.....



La interrupción 7.5., es manejada exclusivamente por el convertidor para indicar la terminación del período de conversión.

Finalmente, se enmascara a la interrupción 6.5 para ser usada en la impresión de mensajes y a la interrupción 5.5 para la lectura del teclado.

Se graba en la localidad 200FH el valor FFH - con el objeto de enviar a imprimir el mensaje de presentación, además pidiendo que se digite la tecla Go, que en el kit posee el código 12H, para luego proceder a energizar al motor.

Previo a la energización del motor se chequea el estado de las líneas de alimentación con el fin de asegurarse de que no exista problema en ellas. Se ejecuta la instrucción In 22 y se revisa los bits correspondientes a estas señales y si ellos tienen un nivel alto (bit 6 y bit 5) indicarán que existe problema en las líneas de alimentación, deteniendo la secuencia de arranque del motor y posteriormente imprimir el tipo de falla.

Se envía el mensaje de haber arrancado el motor y se empieza a chequear el estado de la señal de cruce por cero de corriente, se desenmascara a las interrupciones 6.5 y 7.5 del 8085. La 6.5 es usada por la impresora y por el supervisor de líneas, mientras que la 7.5 es usada para la conversión analógica - digital de la corriente. Posteriormente, se envía el pulso de disparo a los triacs por medio del bit D7 de la puerta 22 (Disparo.H) y así posteriormente esperar el primer cruce por cero y así sincronizarse con la fase creciente de la corriente.

4.1.2.3. SUBROUTINA INT6.5:

La interrupción 6.5 es usada para dos propósitos:

1. Para poder saber si la impresora ha recibido el dato enviado y está lista a recibir otro.
2. Para el reconocimiento de la existencia de algún tipo de problema en las líneas de alimentación.

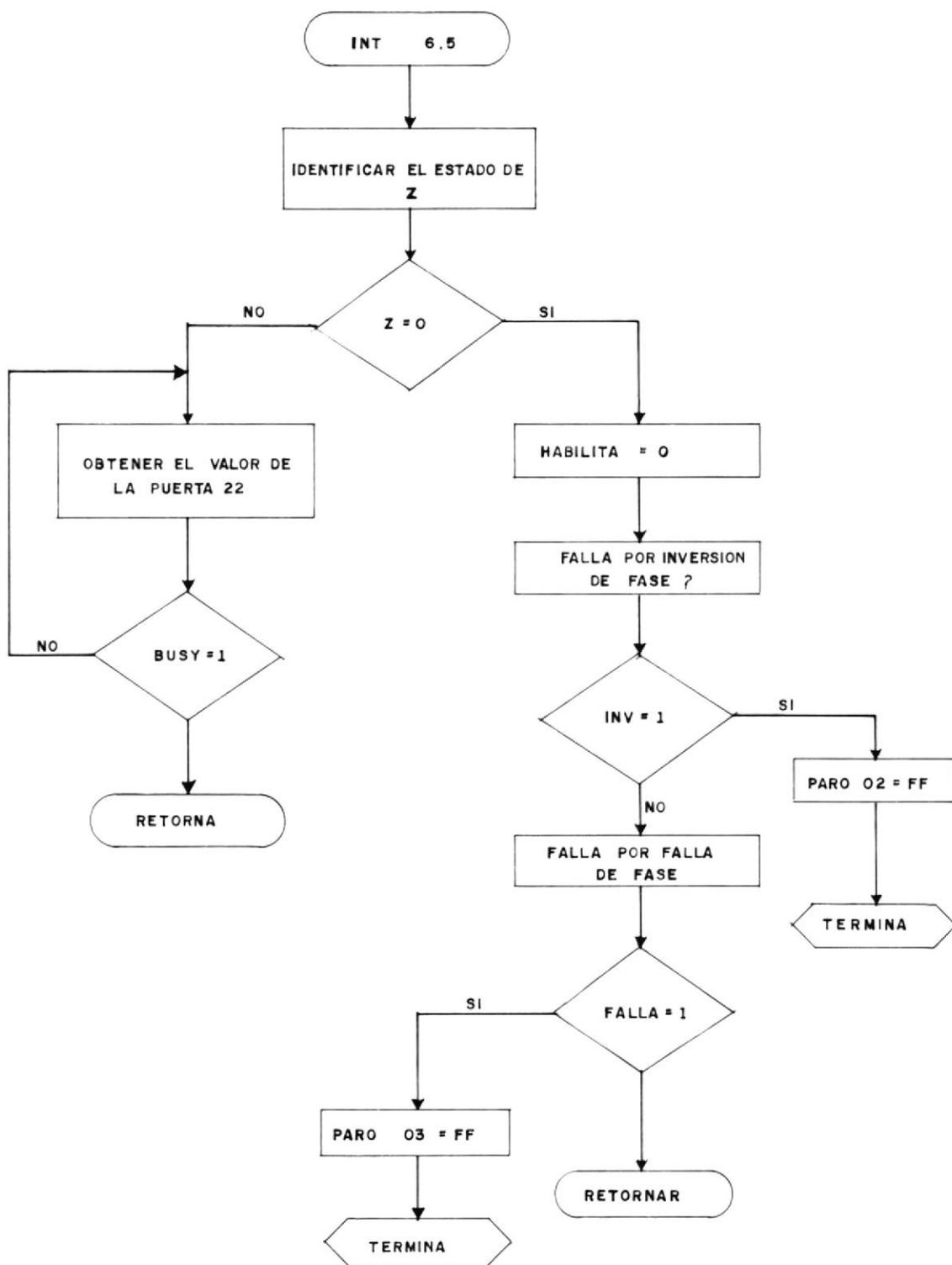
Por lo cual, para poder reconocer cual de las dos condiciones han activado a la interrupción se incluyó a la variable Z en la localidad 201AH y que dependiendo de su valor ejecutará una u otra acción.

Por ejemplo, su valor es 00H el programa sabrá que la interrupción es generada por la lógica del supervisor de líneas procediendo a desactivar a la señal Habilita.H al enviar al bit 6 de la puerta 21 un cero y así poder usarla sólo para la impresión.

Posteriormente se investiga cual de las señales del supervisor generó la interrupción, procediendo a encender la bandera de paro correspondiente y saltar al subprograma Termina. En caso de no encontrarse ninguna de las dos señales activas, se retornará al programa principal.

Si el valor de Z es FFH indicará que se está usando en el proceso de impresión, procediendo por lo tanto a la espera del cambio a nivel bajo de la señal Busy.H generada desde la impresora con el fin de poder enviar otro dato.

FIGURA 4.4.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA 6.5



4.1.2.4. SUBPROGRAMA TERMINA:

Este es el encargado de terminar la ejecución del programa principal, comunicando al usuario la razón por la cual se detuvo al motor.

Este se encuentra compuesto por 4 subprogramas los cuales son:

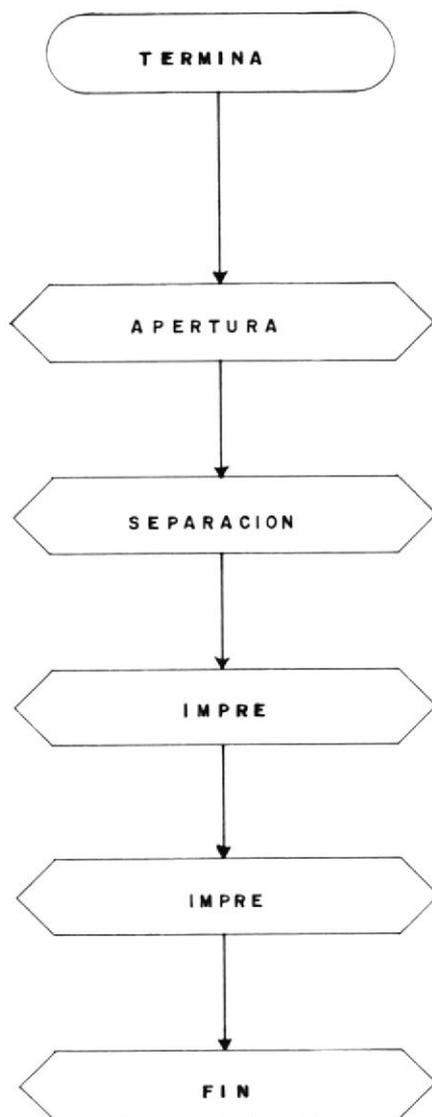
APERTURA: Se encargará de desenergizar al motor.

SEPARACION: Este se encargará en convertir un dato hexadecimal a su equivalente en ASCII para que este pueda ser entendido por la impresora.

IMPRE: Por medio de esta se envían a imprimir tanto los mensajes de inicialización, de paro y las magnitudes de la falla de corriente y es debido a esta última que se llama dos veces a IMPRE, ya que la intensidad de corriente de falla es variable; por lo tanto, se envía primero a imprimir la leyenda y posteriormente el valor de la corriente codificada en ASCII por la subrutina Separación.

FIN: Ella se encargará de mostrar en el campo de displays del SDK85, la palabra FIN indicando la terminación del programa.

FIGURA 4.5.- DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROGRAMA TERMINA



4.1.2.5. SUBPROGRAMA APERTURA:

Se encargará de la desconexión del motor de las líneas de alimentación por medio de la señal Habilita.H que se encuentra físicamente en bit D6 de la puerta 21, de tal forma que se envía un pulso al Flip-Flop para cargar el valor que posee en la entrada D, que normalmente es un cero (0 voltios), y así cambiar la salida a cero, desactivando a las optoaisladores.

4.1.2.6. SUBPROGRAMA SEPARACION:

Se encargará de convertir el valor hexadecimal de la corriente pico (I_p) en un valor equivalente en ASCII para así poder ser entendida por la impresora.

En el Anexo 2, se muestra una tabla con las equivalencias en ASCII de cada una de los caracteres que pueden ser impresos y si nos fiamos que los valores numéricos que van desde el 0 hasta 9, tienen una equivalencia entre 30 y 39 y el valor de una letra empieza con 41 para el caso de la A mayúscula en adelante.

Debido a que en ASCII cada letra o número po

see dos digitos, el dato hexadecimal tendrá que ser separado en parte alta y baja para que posteriormente se codifique a cada uno en una localidad de memoria - (201B - 201C).

Dicha localidad de memoria será llamada - durante el proceso de impresión y aunque el valor impreso está en hexadecimal servirá como referencia al usuario del nivel de la falla ocurrida ya que su conversión a decimal es sencilla.

En la siguiente página podremos apreciar la figura N° 4.6., la cual nos muestra el Diagrama de Flujo de Separación, el cual así mismo, será explicado a continuación:

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBPROGRAMA SEPARACION

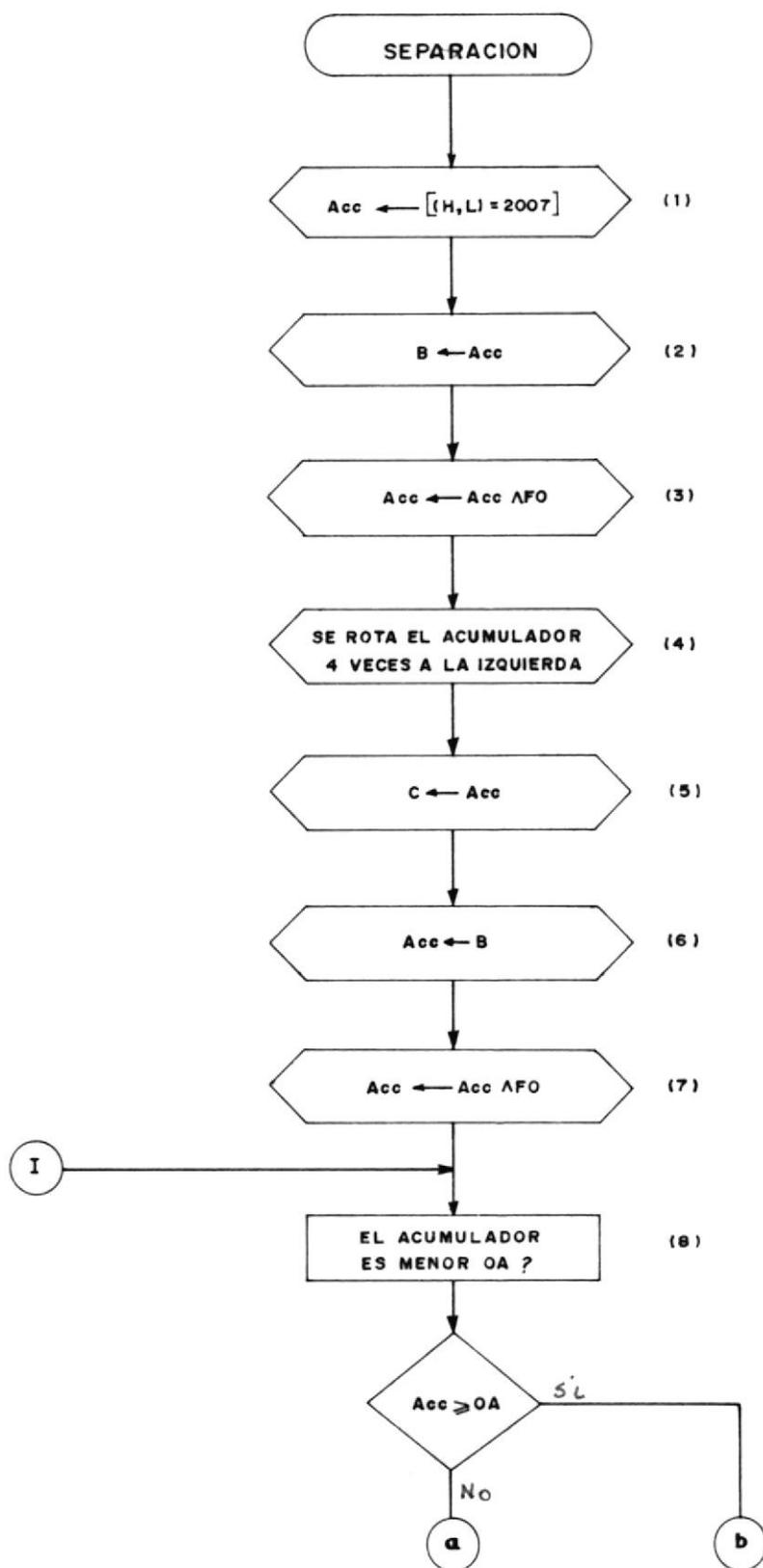
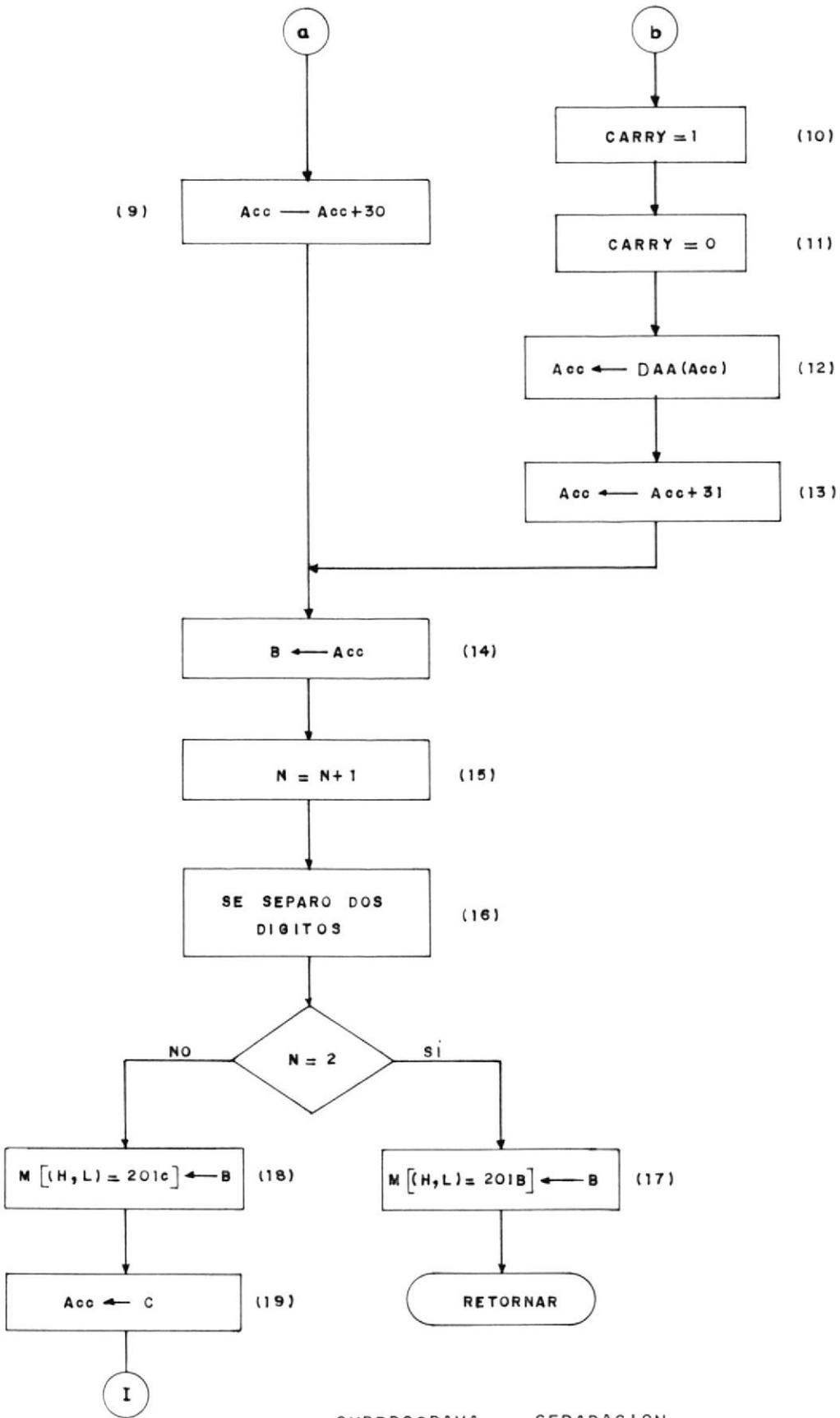


FIGURA N^o 4.6.

Continuación.....Fig. 4.6.-



SUBPROGRAMA SEPARACION

1,2: Debido a que la variable a separar es lp localizada en $2007H$ se la carga directamente al acumulador y también en el registro B con el fin de separar la parte alta de la baja.

3, 4, 5: El valor de la parte alta es separado de la baja por medio de la multiplicación del acumulador con el valor $F0H$ o en otras palabras haciendo cero al nibble de la parte baja. Una vez realizado se rota el acumulador 4 veces, con la finalidad de que el nibble de la parte alta se convierta en baja y sea después almacenada en el registro C.

6, 7: Nuevamente es transferido al acumulador el valor de la corriente pico desde el registro B con el fin de eliminar la parte alta multiplicándola por $0FH$.

8 al 14: Teniendo en cuenta de que en el acumulador se mantiene la parte baja y que esta puede estar comprendida entre 0 y F habrá que necesariamente preguntar si es mayor a 10 ($0AH$) ya que si no lo es, tan sólo habrá que sumarle $30H$ al acumulador.

Si es mayor primero habrá que ajustar a decimal y posteriormente sumarle 31H al acumulador, por ejemplo 0BH (11D), deberá tener un valor en ASCII de 42 por lo tanto ajustando a decimal tendremos en el acumulador 11H y si a esto le sumamos 31H, obtendremos el valor final de 42H.

Cabe recordar que lo que se quiere imprimir es el valor hexadecimal de la corriente para así poder determinar por medio de las tablas cual fue la magnitud de la falla. El valor final del acumulador es transferido al registro B.

15 al 19: Debido a que a los dos dígitos hay que realizar la misma operación se colocó un contador y así usar el mismo programa, para ambos, de tal forma que en la primera cuenta se guarde en la localidad 201CH el valor en ASCII de la parte baja y en la segunda en la localidad 201BH la alta y así retornar al programa Termina.

Después de guardar la parte baja se transfiere el contenido del registro C al acumula-

dor (la parte alta) y así retornar al octavo estado.

4.1.2.7. SUBROUTINA FIN:

Esta subrutina muestra en los 6 visualizadores del SDK-85, los 6 caracteres que corresponden a los códigos especiales que se encuentran almacenados a partir de una localidad direccionada por los registros H y L. Debido a que los visualizadores están manejados por el 8279, es necesario explicar brevemente el funcionamiento del circuito integrado en lo que concierne al manejo de los visualizadores, ya que ellos darán el mensaje de finalización.

El 8279, posee una memoria RAM para despliegue visual de 16 x 8, en la que consta la dirección de memoria del dato que se quiere visualizar. Esta memoria RAM puede ser leída o escrita en la modalidad de autoincremento; es decir que sólo es necesario direccionar una de sus memorias por una sola vez y en la próxima ocasión para que se requiera escribir o leer, se direccionará automáticamente.

mente a la siguiente localidad de memoria.

El 8279, posee una línea de dirección A_0 que indica que, si es alta, las señales que es tán en el bus de datos son comandos o status y si es baja indica que son datos.

Si nos fijamos en el diagrama circuital del SDK-85 (A_0 está conectada a A_8 del bus de direcciones) nos daremos cuenta que para es cribir un comando se deberá direccionar a 1900 y si queremos escribir un dato debemos direccionar a 1800.

Uno de los comandos que posee el 8279 es el de escritura en la RAM de despliegue visual, y que es: 1 0 0 A1 A A A A . Donde A1 es el bit que indica si se quiere la modalidad de autoincremento o no y AAAA es el número del visualizador donde se quiere que aparezca el caracter primeramente direccionado. El núme ro del visualizador que está más a la izquier da en el KIT es el 0000 y el que está más a la derecha es el 0110.

Después de escribir este comando con $A_0=1$,

subsecuentes escrituras con $A_0=0$ harán que - los datos sean automáticamente direccionados por la RAM, aparezcan en los visualizadores. En las direcciones dadas por la RAM deben estar códigos hexadecimales que representan a los caracteres que nosotros queremos ver en - el despliegue visual (d, c, b, a, dp, g, f,e).

El hardware del sistema está diseñado para - que cuando un cero se escribe en la posición correspondiente a un LED del segmento del visualizador, este se encienda. Así, si queremos representar una A, el código especial sería 88 en hexadecimal (10001000).

Es por esta razón que para enviar el mensaje -FIN-, se debe enviar los siguientes códigos: FB, E8, FC, 8C, FB, y FF para que el último digito no se encienda.

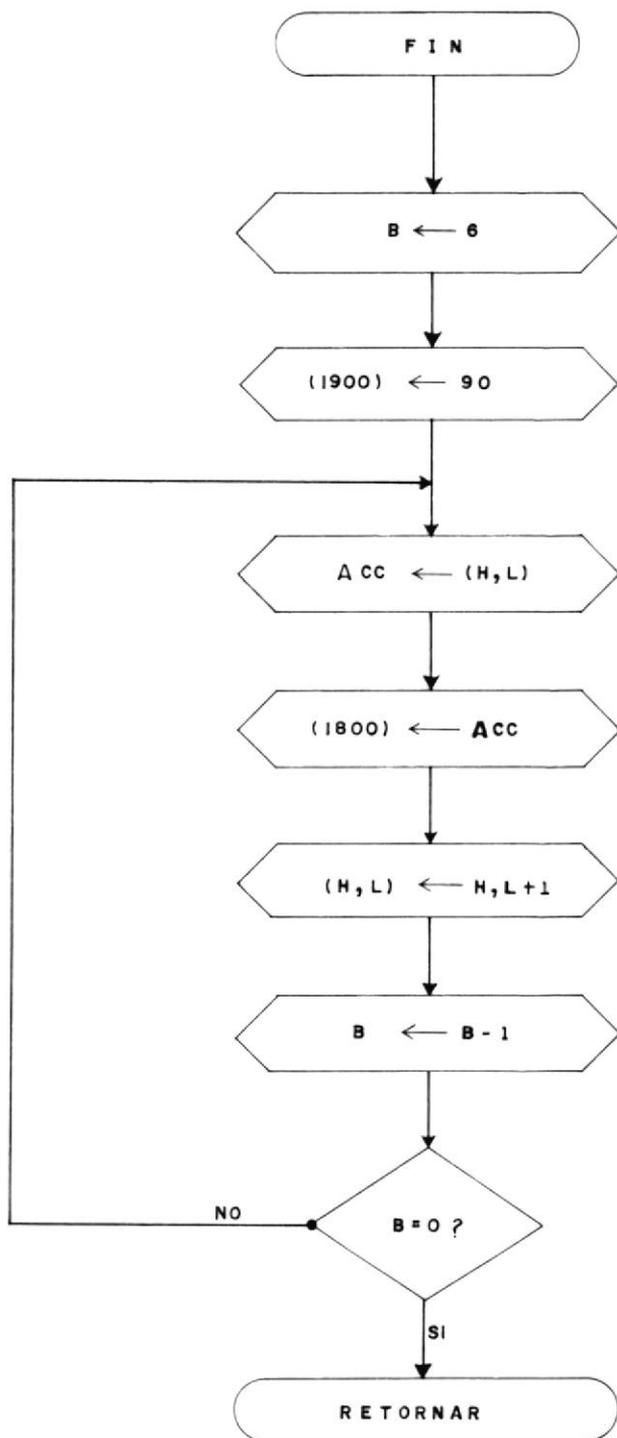
En la figura N^o 4.7., se muestra el diagrama de flujo de esta subrutina en la cual se empieza indicando que sólo existe 6 datos que se quieren enviar a grabar, a continuación se coloca la modalidad de autoincremento enviando el código 90 a la localidad 1900H, se

carga el primer dato al acumulador y es posteriormente enviada a la dirección 1800H y se prosigue hasta que el sexto dato es enviado.

Una vez terminado aparecerá en el campo de despliegue visual el mensaje FIN terminando la ejecución de este trabajo.

En la siguiente página podemos observar el Diagrama de Flujo del sistema FIN. En ella se abrevia la secuencia de transferencia de los seis datos, para luego de haber terminado se pasará a detener al microprocesador por medio de la instrucción HLT quedando el mensaje de FIN en los visualizadores indicando la terminación del programa y la desenergización del motor.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SUBROUTINA FIN

FIGURA N^o 4.7.

4.1.2.8. SUBROUTINA IMPRE:

La subrutina IMPRE es la encargada de reconocer cual de las banderas de alarma se ha en cendido para así poder indicarle a la subrutina IMPRESION, la dirección desde donde deberá comenzar a enviar datos a la impresora.

Cabe recordar que a lo largo de los programas se han incluido la impresión de varios mensajes o datos, y que cada una de las condiciones iban a ser identificadas por medio de una ban dera que tomaría el nombre de PARO y que, de pendiendo de su enumeración identificará la dirección inicial desde donde se comenzará a enviar los datos. Las banderas de PARO se encuentran localizadas entre las localidades 200F - 2019 y se denominan PARO 00 hasta PA RO 10.

Por lo tanto, primero se buscará cual de es tas banderas están activas (con un valor de FF) y una vez encontrada se indicará la di rección inicial de los datos que corresponden a este paro; sin embargo, hay que considerar, que los datos a imprimirse pueden ser varia-

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA IMPRE

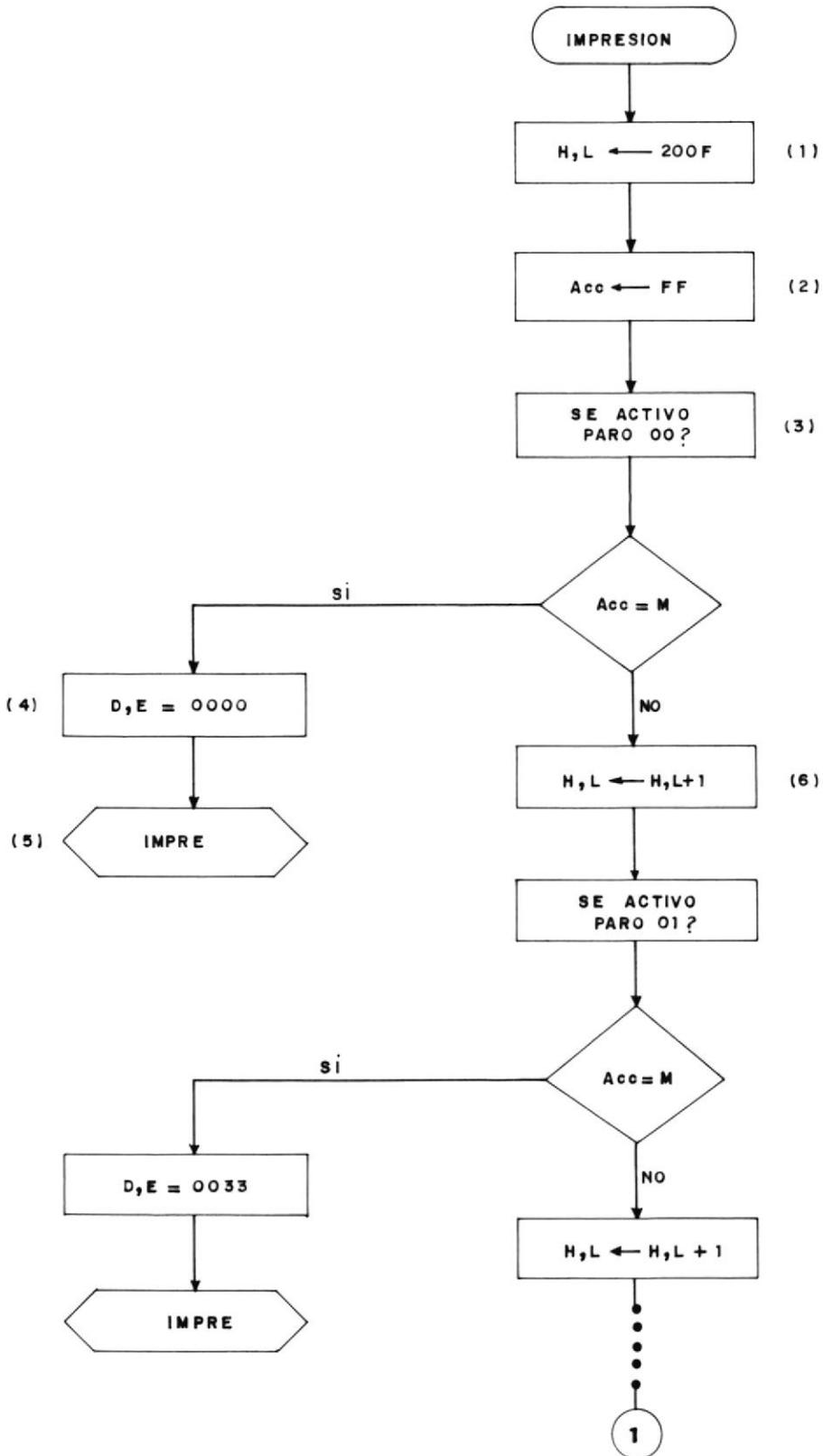
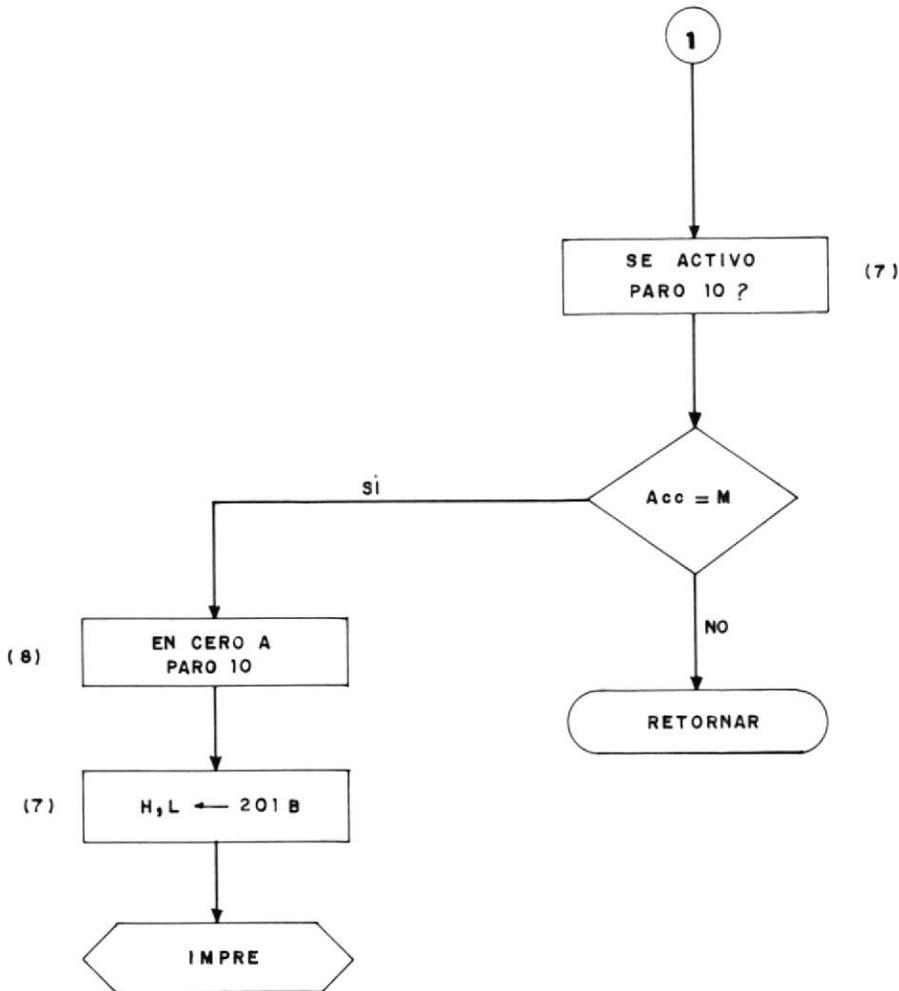


FIGURA N° 4.8.

Continuación..... Figura N° 4.8.-



ble como las magnitudes de corriente obligan_ do a tener como inicio de datos localidades - especiales para estos (201B-200D).

1,2: Se mueve a los registros H,L el valor -200F que es la localidad de PARO 0 con el fin de inicializar la búsqueda; se procede a cargar el acumulador con un valor igual a FF que se usará como comparador para determinar cual de las banderas está activa.

3 : Se pregunta si la bandera ha sido activa da, ya que si lo fue, se colocará en los re gistros D,E la localidad en donde empieza los datos correspondientes a este PARO. Cabe in dicar que debido a que los datos fijos de im presión empiezan desde la localidad A400 tan sólo se colocará en los registros D,E el increme nto que se le debe sumar para llegar a la localidad inicial correspondiente al PARO se leccionado, y en caso de que el valor de esta bandera no sea FF se incrementará en uno la localidad de memoria para así proceder a pre guntar por la próxima.

7 : Los paros 5, 8 y 10 que corresponden a la impresión de datos, se colocará como localidad inicial la 201B grabando en ella el valor en ASCII del dígito más significativo de la co rriente y en la siguiente localidad el dígito

menor también codificado en ASCII, pero previo a esto se encera a esta bandera con el fin de no interferir en la búsqueda de otro paro. La localidad 201D contiene el código 48H que representa a la letra H en ASCII, la cual será usada para indicar que el valor impreso de la corriente está en hexadecimal. En la localidad 201E se encuentra grabado el valor FF que dará la indicación al programa de impresión la finalización del envío de datos.

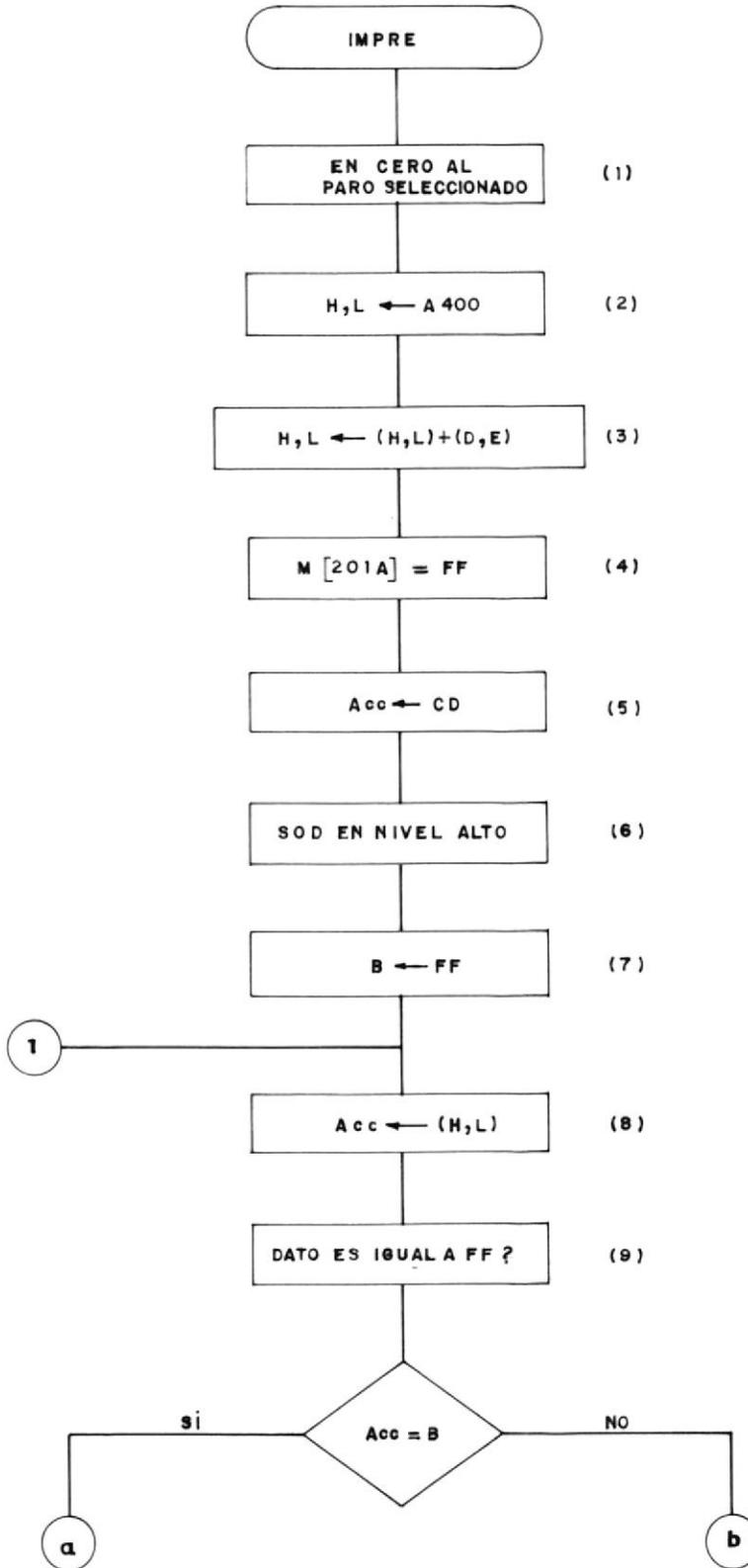
Una vez determinada la localidad de inicio de impresión se pasa a ejecutar la subrutina IMPRESION.

4.1.2.9. SUBROUTINA IMPRESION:

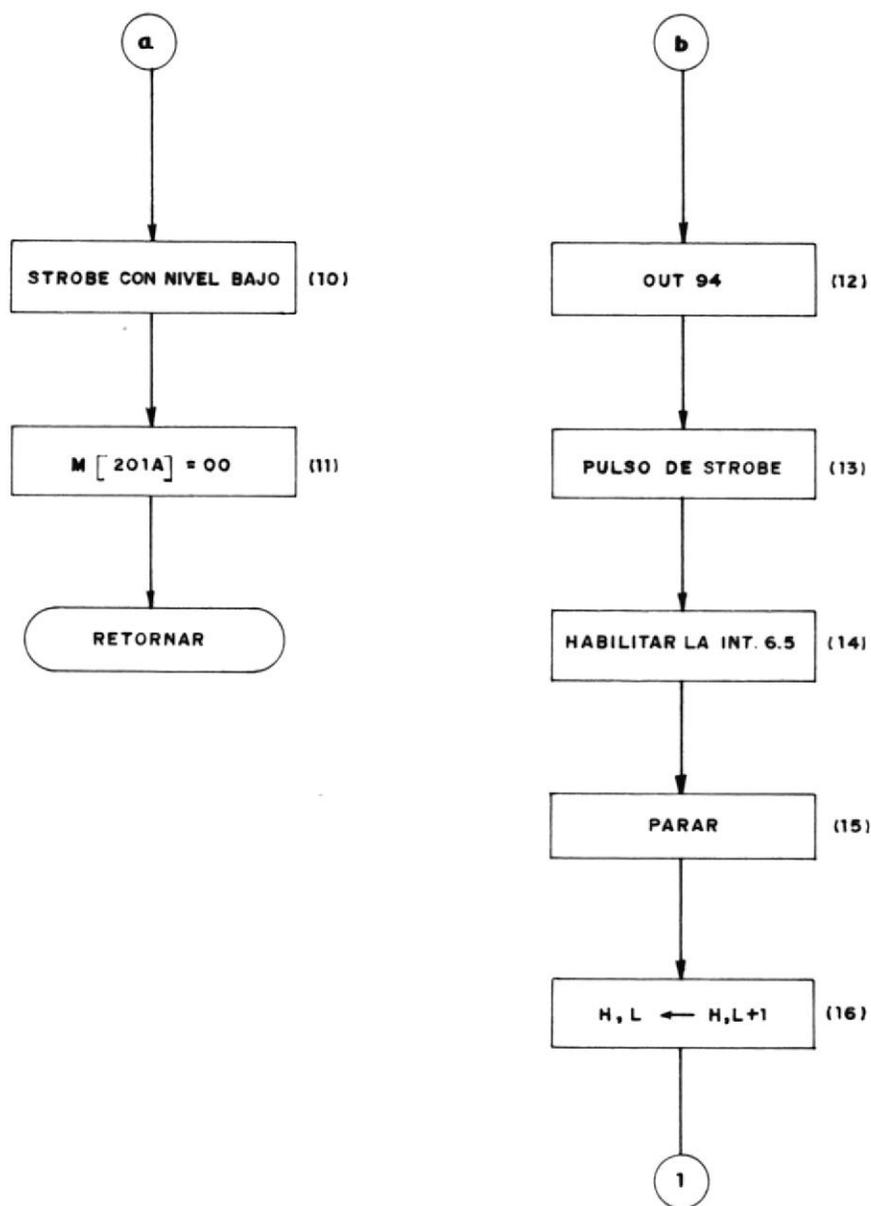
Por medio de esta se envían datos a la impresora y la forma de hacerlo fue hecha en base del tipo de impresora usada, tal como lo fue en el hardware.

En la figura N° 4.9., se muestra el diagrama de flujo de esta subrutina siendo explicada a continuación:

FIGURA 4.9.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA IMPRESION



Continuación.....Figura N° 4.9.-



1,2,3,4: Primero se encera al paro seleccio_ nado en el subprograma Impre. Debido a que los datos a imprimirse se encuentran grabados a partir de la localidad.A400H tan sólo se lo suma al valor que posea los registros

D,E que fueron grabados en la subrutina IMPRE como las localidades de inicio de impresión .

Además se grabará con un valor FF a la bandera Z para indicar que la interrupción 6.5 es usada en el proceso de impresión.

5,6 : Se transfiere al acumulador el valor CD con el objeto de que al ejecutar la instrucción SIM; se habilita la salida en serie enviando un nivel alto a la señal SOD manteniendo activa a la interrupción 6.5.

7, 8, 9, 10, 11 : Se carga al registro B con un valor FF con el objeto de que cada vez - que se quiera enviar un dato primero se compará si es igual a FF, ya que si lo es, indicará la terminación de la impresión enviando a la señal Strobe un nivel bajo (SOD-0) y posteriormente un cero a la bandera Z y así más tarde retornar al programa principal.

12, 13, 14, 15: Si el dato no es igual a FF se procederá a enviarlo al 8212 ejecutando la instrucción Out 94, procediendo posteriormente a enviar un pulso a la señal Strobe, habi

litando a la interrupción 6.5 y parando la ejecución del programa en espera de la misma.

16: Después de volver del subprograma de la interrupción 6.5 se incrementa en uno la localidad de memoria de datos para luego saltar al séptimo estado y así proceder a envíar otro dato a la impresora.

4.1.2.10. SUBROUTINA PROGRAMA 1:

El programa principal se encuentra dividido en dos partes denominadas programa 1 y 2 en donde la primera funcionará durante el período de arranque ejecutando funciones como la medición de corriente y período de arranque. Si esta corriente es mayor que 10 veces la corriente de referencia del motor se procederá a la desenergización del motor; además de que después de 3 segundos (360 semicilos) y el nivel de corriente no es menor que la de referencia se procederá a desenergizar al motor.

La segunda parte del programa se encargará de seguir a la señal de corriente, tanto en

su semiciclo positivo y negativo con el objeto de determinar su máxima magnitud y compararlo con el nivel de referencia y si es superado llamar a la subrutina de tiempo de apertura con el objeto de evaluar cual deberá ser el valor de paso que servirá de incremento en el contador de tiempo de apertura.

El programa deberá contemplar diferentes posibilidades de falla ya que esta puede ocurrir antes o después del pico, por lo tanto se creó la bandera F90 de tal forma que si está activa (FF) la fase decreciente de la corriente será indicada

En la figura N° 4.10., se muestran varias posibilidades de fallas y a continuación se explicará el diagrama de flujo de la subrutina Programa 1.

1 : Debido a que esta subrutina se apoya en parte de la subrutina Programa 2, se necesitará conocer si el período de arranque ha concluído preguntando si la bandera ARR está activa (FF) y así se pasa al programa 2 y en caso contrario se sigue ejecutando este programa.

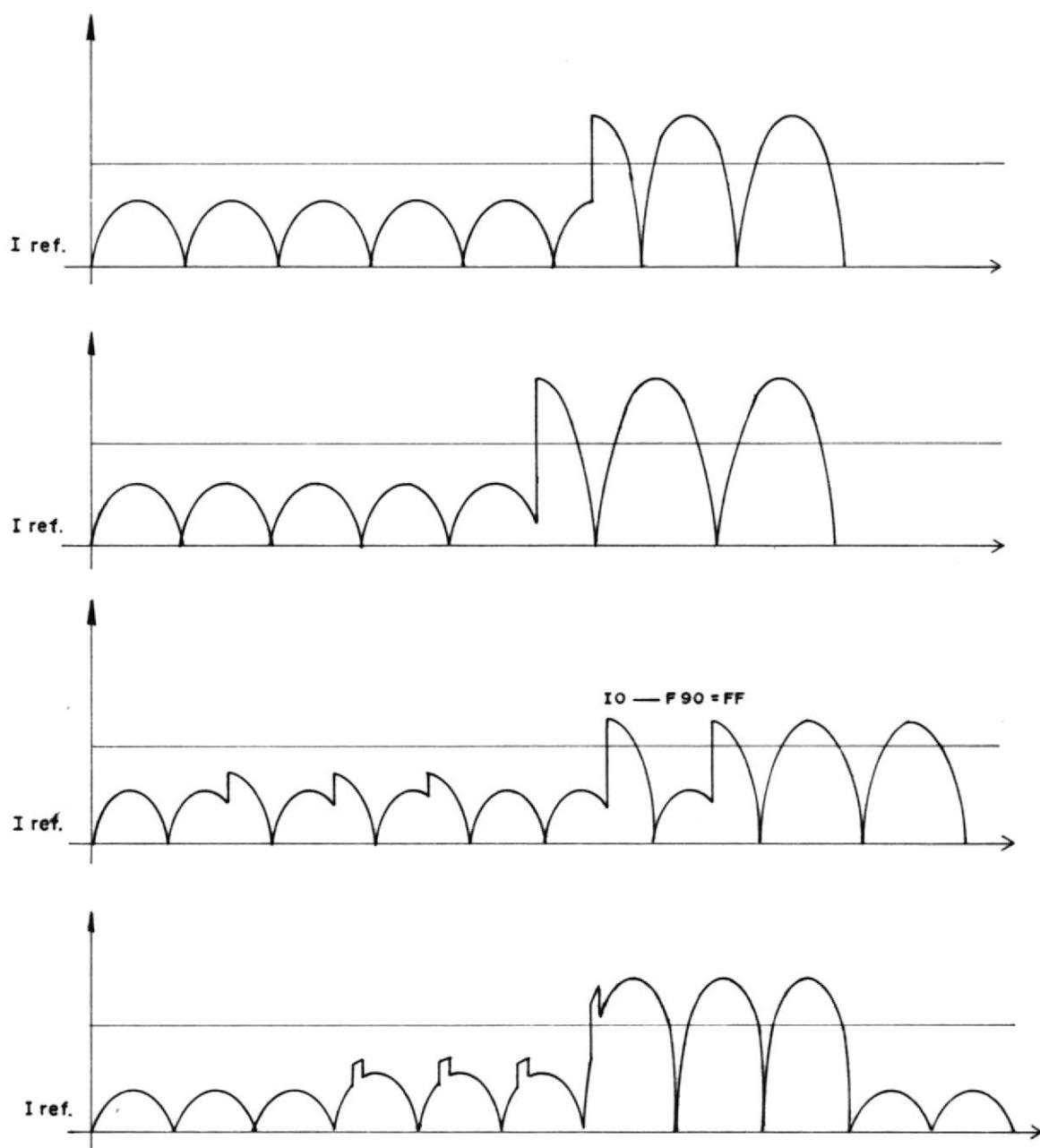


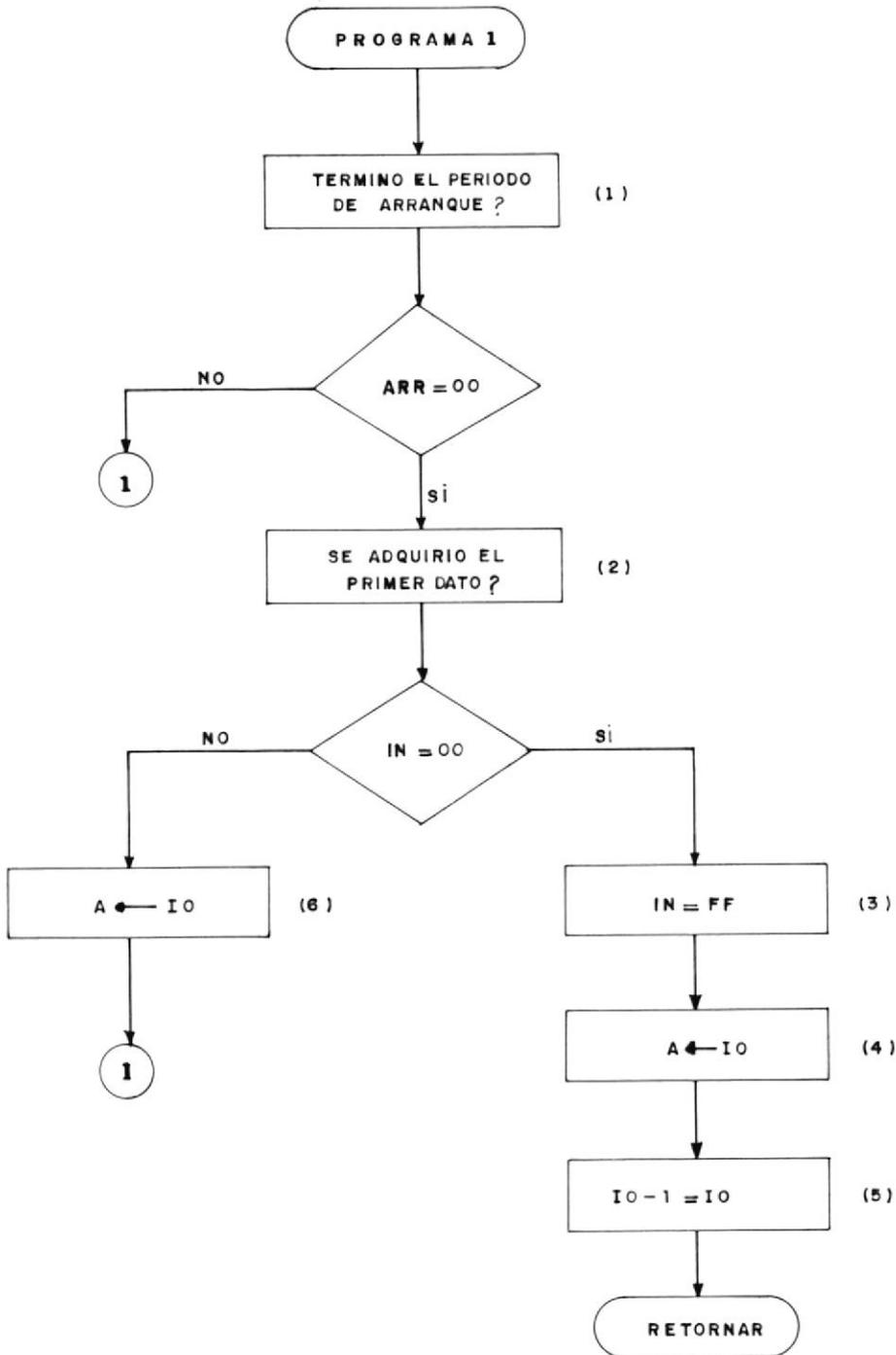
Figura N^o 4.10.- FALLAS DE CORRIENTE

2, 3, 4, 5 : Al enviar la orden de disparo la corriente comienza desde cero y será de característica sinusoidal y por ser posteriormente rectificadas siempre empezará con la fa

se creciente, pero debido a que la variable IN posee inicialmente un valor de cero se adquiere un primer dato almacenándolo en la variable I_{0-1} (200B); y así, pueda ser comparado con el próximo.

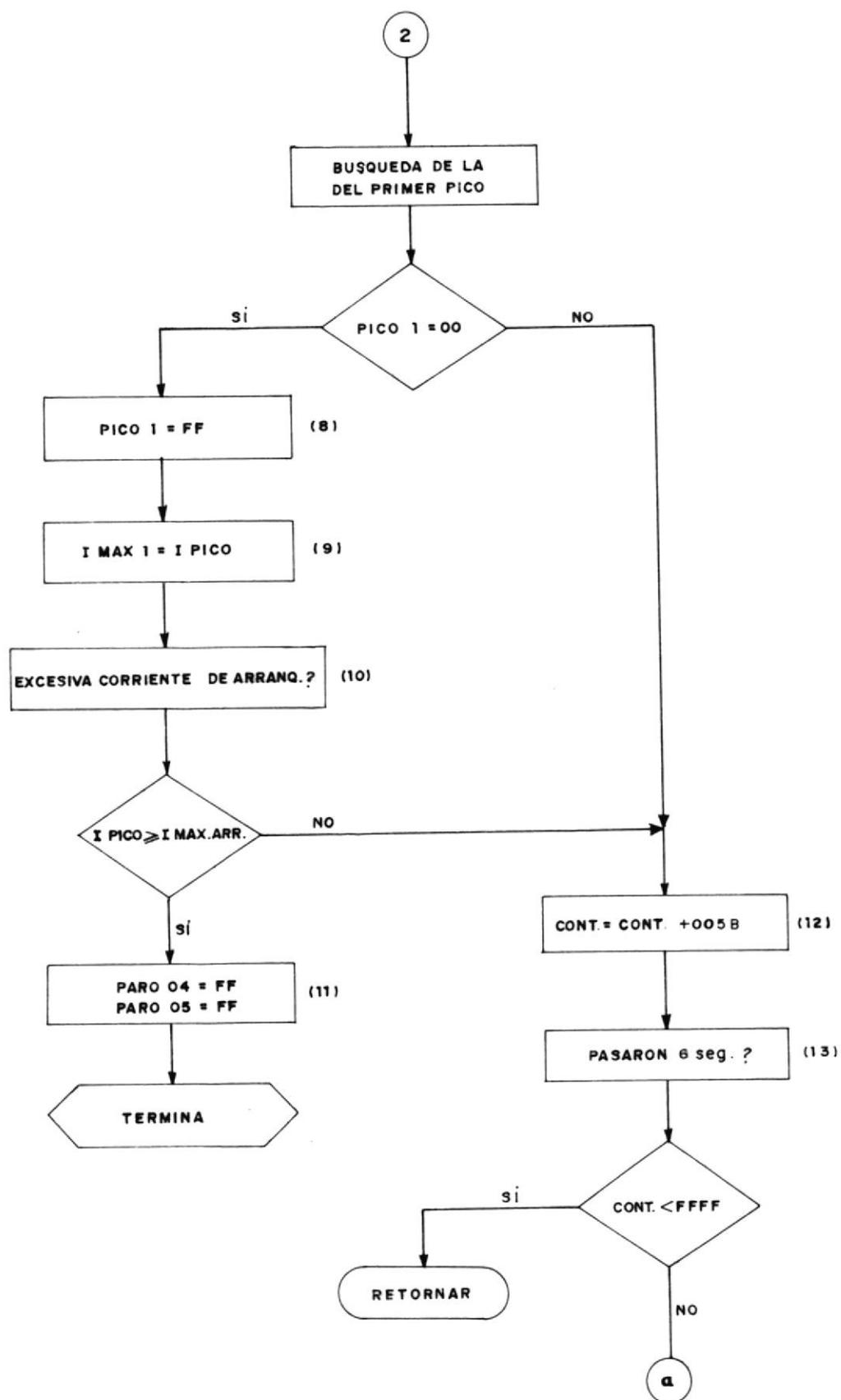
Al obtener el primer dato, la bandera IN es activada con el fin de que en la próxima conversión se salte a Programa 2 y así realizar el seguimiento de la corriente, que es común en ambos programas, para luego preguntar si la bandera de arranque está activa para regresar al séptimo estado.

7, 8, 9, 10, 11 : Se mide la intensidad de la corriente de arranque por medio de la bandera Pico 1 guardando en la variable I_{max1} el valor pico de la corriente de arranque y a la vez si esta es mayor que la máxima corriente de arranque (que se encuentra grabada en la localidad 2003H y que ha sido fijada en 0AH considerando una referencia constante de 10H) activará a las banderas de Paro 4 y 5, procediendo a ejecutar el programa Termina.

FIGURA N^o- 4.11.- SUBROUTINA PROGRAMA 1

12, 13: Después de detectar el primer pico y si este es menor que la corriente máxima de arranque, se empieza a incrementar cada semiciclo con un valor 00B6 al contador de apertura con el fin de tem

ContinuaciónFigura N° 4.11.-



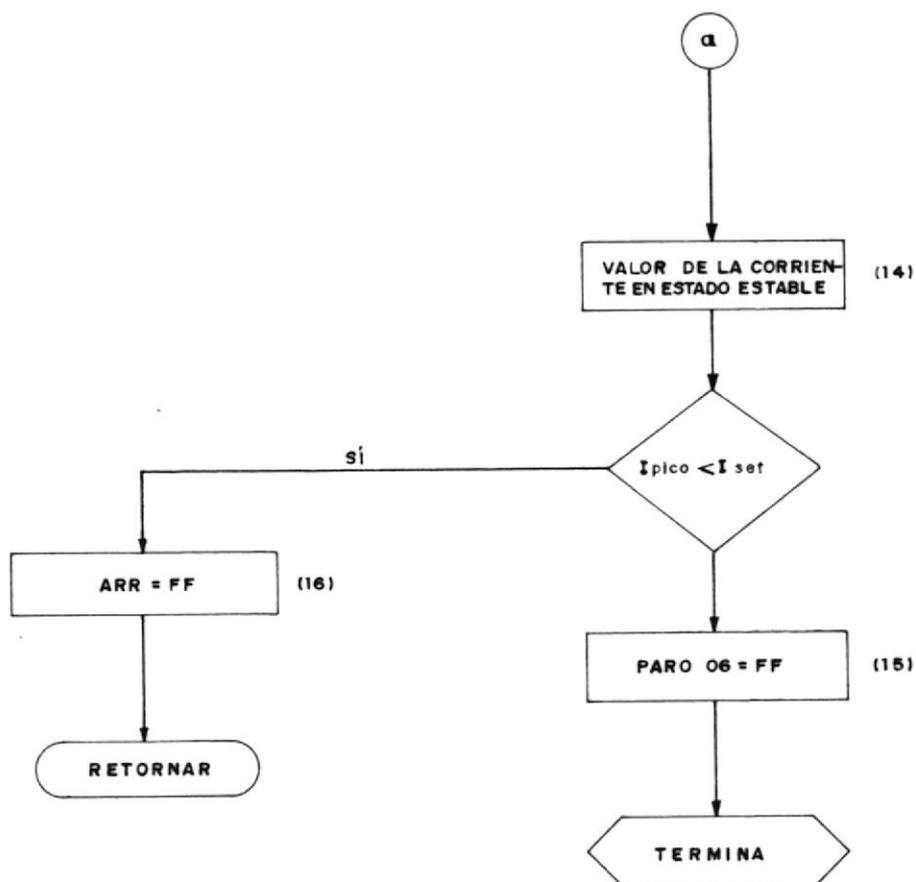


FIGURA N° 4.11.- SUBROUTINA PROGRAMA 1

porizar un período de arranque de 3 segundos (que implica 360 semiciclos). Pasado los 3 segundos el contador tendrá un valor igual a FFFF (65.535 en decimal) indicándole el término del período de arranque.

14, 15, 16 : Una vez pasados los 3 segundos si la corriente es menor que la referencia, se dará por terminado el período de arranque colocando un valor igual a FF a la bandera - ARR y borrando al contador de apertura.

En caso contrario se indicará que existe un problema por un exceso de nivel de corriente mediante la activación de Paro 6, pasando a ejecutar la subrutina Termina.

4.1.2.11. SUBROUTINA PROGRAMA 2 :

En este programa se determina si el nivel de corriente es excesivo o no, por lo cual se determina el valor pico de corriente mediante su seguimiento, o sea que se vá detectando la fase creciente de la corriente rectifica cada entre 0 y 90 grados y cuando el próximo valor muestreado sea menor que el anterior -

indicará que el dato anterior es un máximo.

Es debido a esto que se creó dos variables - llamadas I_0 y I_{0-1} en donde la primera con tendrá el valor del dato actual de corriente y el otro el valor de la anterior conversión.

El programa comparará el valor pico con el nivel de referencia, que en caso de ser mayor pasará a preguntar a la subrutina tiempo de Apertura el valor de paso.

A continuación se explica el diagrama de flujo del programa.

1 : Se envía al acumulador el valor de la corriente almacenada como variable I_0 para luego ser comparada con el valor de I_{0-1} ya que si es igual se envía nuevamente a adquirir un nuevo dato; esta posibilidad sucede - debido a que existe errores de conversión.

2, 3 : Se procede a preguntar si el nuevo - dato adquirido es mayor que el anterior debido a que si lo es, implicará que se está

muestreando al intervalo entre 0 y 90 grados y por lo tanto la bandera F90 debe ser cero. Se realiza la transferencia del dato actual a la variable I_{0-1} para poder compararlo en la próxima conversión.

Si el valor actual de conversión (I_0) es menor que I_{0-1} implicará dos cosas:

- a. Que hubo un máximo y que su valor está en la variable I_{0-1} .
- b. Que ahora estamos en la fase decreciente de la corriente por lo tanto la bandera F90 deberá estar activa (FF).

Se ingresa a este ramal debido a que la corriente está en la fase creciente ($I_0 > I_{0-1}$), sin embargo existen dos condiciones que también la llevarán:

1. Debido a que en los cruces por cero el próximo valor muestreado será mayor y que hasta ese instante la bandera F90 está activa. Por lo tanto en el quinto estado se la encera y se retorna a convertir, en caso contrario implicará que se está reali-

zando el seguimiento a la señal sin problemas, retornando a convertir.

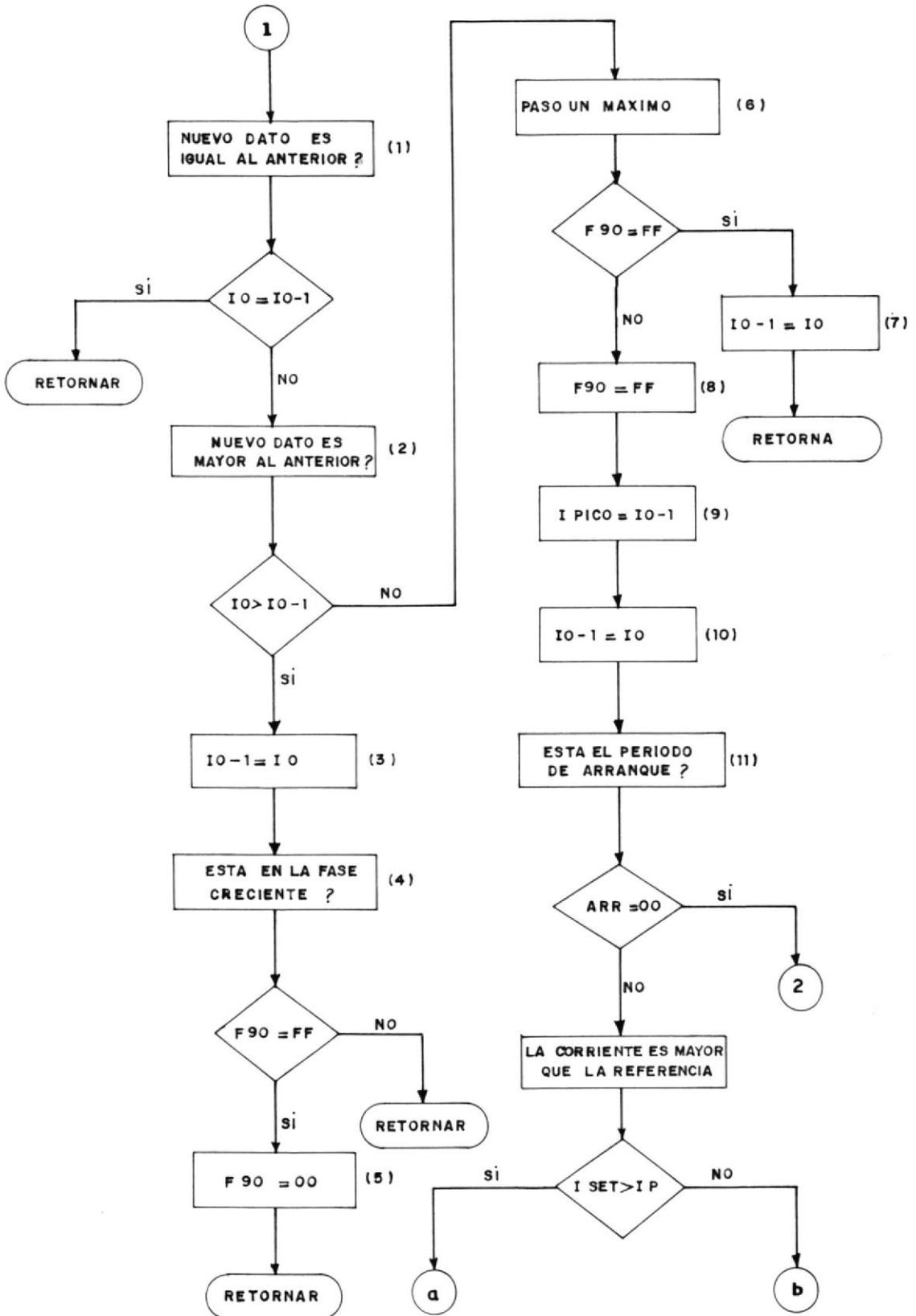
2. Existen condiciones raras, pero posibles, cuando existe una falla en la corriente, por ejemplo es posible que el incremento no sea brusco y lineal sino que existan varios picos consecutivos, los cuales podrían desincronizar al programa ya que los interpretaría como máximos y mínimos.

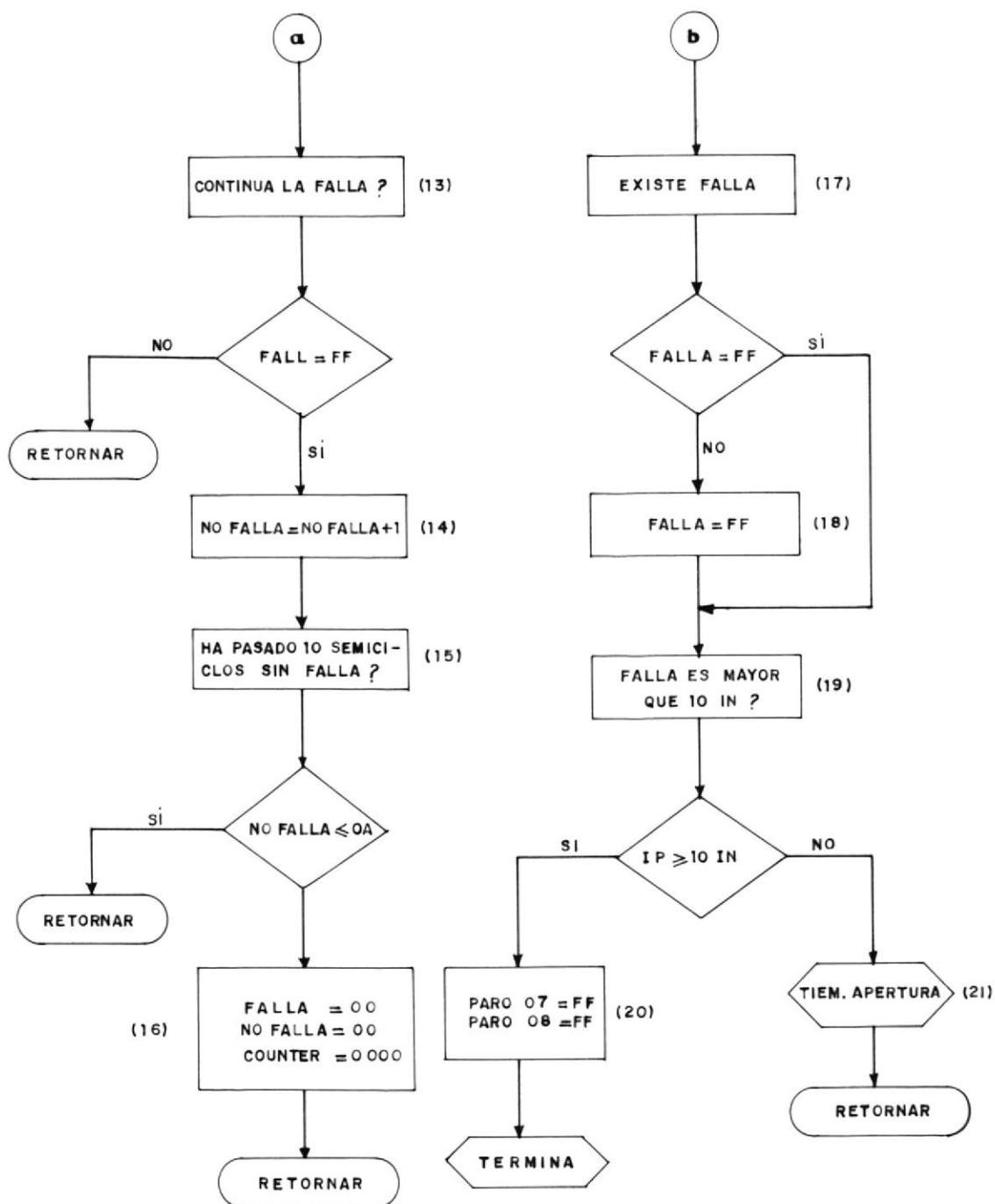
Esto se puede observar en la figura N° 4.10., en donde existen casos en que hay un máximo pero a continuación vuelve a tener el nivel de corriente.

Esto producirá que se desfase la bandera F90 creyendo que hubo un máximo, cuando todavía no lo es. De forma igual sucede cuando esto ocurre en la fase decreciente de la corriente.-

Este fenómeno se lo corrige en el estado 4.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA PROGRAMA 2



FIGURA N^o 4.12.-

SUBROUTINA PROGRAMA 2

Es debido a esto que en esta parte cada vez - que lo es mayor que I_{0-1} pero F90 es igual a FF la corrige y cambia a cero.

6, 7, 8 : Una vez detectado el valor pico se deberá activar a la bandera F90 manteniéndose activa hasta el próximo cruce por cero. Durante todo este período siempre la respuesta será afirmativa por lo tanto se intercambiarán los valores de corriente.

9, 10 : Se guarda el valor del pico de corriente en la variable I_p como registro y se actualizará el valor de I_{0-1} .

11 : Debido a que parte de esta subrutina es usada durante el período de arranque, existe la necesidad de preguntar si este período ha terminado usando a la variable ARR.

12, 13, 14, 15, 16 : Se procede posteriormente a comparar el valor del pico de corriente con el de referencia de tal forma que si ella es menor indicará que no existe una falla, pero debido a que existe la posibilidad de que las fallas sean intermitentes se implementó -

un contador que registrará hasta 10 semiciclos la no existencia de falla procediendo a en ce rar al contador de tiempo de apertura y a la variable No Falla.

17 : Si el nivel de corriente es mayor que la referencia implicará que existe una falla y si es el primer semiciclo se activará a la bandera Falla.

En caso de que el nivel de corriente sea ma y or que 10 veces la corriente nominal se ordenará detenerse al motor, activando a las bande ras de Paro 7 y 8. En caso contrario se inter pretará que habrá que buscar el valor de paso que se debe incrementar en el contador de aper tura cada semiciclo.

El valor del paso será buscado en la subrutina Tiempo de Apertura, para luego retornar a con vertir para así buscar el próximo pico.

4.1.2.12. TIEMPO DE APERTURA:

Debido a que existen diferentes tipos de carac terísticas tiempo corriente, el tiempo de aper tura

tura puede variar desde el orden de los milisegundos hasta cientos de segundos, por lo tanto, el sistema a diseñarse deberá aceptar cualquier tipo de respuesta requerida por el usuario.

Si se considera, que la variable del proceso es el valor pico de la corriente que circula por la carga, ésta deberá ser comparada con el nivel de referencia de corriente y dependiendo de la razón que exista entre ellas y del tipo de característica escogida se temporizará la desenergización de la carga, por ejemplo en las siguientes figuras se muestran dos características que pueden ser usadas - siendo la primera una curva inversa con tiempo definido y la segunda es una característica muy inversa. Por ejemplo si la corriente medida es cinco veces la corriente nominal, el tiempo en que se deberá desenergizar de acuerdo a la primera característica deberá ser de 0,39 segundos y 4,2 segundos en la segunda.

Los tiempos de apertura son variados y es debido a esto que el software deberá permitir el mayor tiempo de temporización posible por

ejemplo si se escoge la segunda característica como curva de trabajo observamos que el rango del tiempo de apertura va desde 160 hasta 1,1 segundos.

Al tener el valor de corriente se comparará primero con el valor de la corriente de referencia (I_{set}); si esta es mayor que la referencia, se buscará en la tabla el valor de paso para la apertura siendo este valor acumulado en un contador realizándose esta operación cada semiciclo contenidos en este tiempo:

$$K = \frac{160}{8,33} = 19.208 \text{ semiciclos}$$

Debido a que el valor a compararse es con FFFFH que en decimal es equivalente a 65535, se dividirá este valor para la cantidad de semiciclos que contiene el tiempo de temporización:

$$D = \frac{65535}{K} = 3,4 \quad H = 0003$$

La cantidad 003 es el valor hexadecimal que va a ser acumulado en el contador para que

luego de 19208 semiciclos, éste llegue a tener un valor FFFFH procediendo a desenergizar a la carga, ahora para temporizar 1.15 segundos, la cantidad de semiciclos incluidos son 138 por lo tanto:

$$D = 475 \quad (H = 0 \text{ 1DB})$$

En conclusión para temporizar 160 segundos - en cada semiciclo se tendrá que implementar - al contador de 16 bits un valor de 0003 y para el tiempo de 1.5 segundos el paso deberá ser de 01DB.

De esta manera el sistema queda en flexibilidad de temporizar desde 8,33 mS hasta 546 segundos el primero es debido a que la línea - es conmutada por triacs estos se apagarán - tan sólo cuando el voltaje de alimentación cruce por cero sin considerar el efecto inductivo de la carga.

El segundo es debido a que se puede incrementar al contador con un paso mínimo de 0001H el cual producirá un tiempo de 546 segundos

(9,1 minut.).

En la tabla N^o 4.3., se presentan los tiempos de temporización de dos características (Inversa y muy inversa), mostradas en la figura 4.13,14, para cada múltiplo de corriente de referencia. En la tabla N^o 4.4., se ha tabulado el valor de paso para cada múltiplo de corriente en base de la segunda característica que es la más indicada para la protección de un motor; cada uno de estos valores serán almacenados en el programa para servir como incrementos del contador de apertura cada se miciclo que exista una falla de corriente.

El valor del pico de corriente será usado como dato para localizar en la tabla N^o 4.4. el valor de paso, ya que con su valor se direccionará la localidad donde estará almacenado el dato, por ejemplo para cinco veces la corriente nominal el valor de conversión será de 50 que se transformará en la parte baja de la dirección final y siendo siempre la parte alta Co por lo tanto la dirección a buscar será C050 y C051, encontrándose ahí

CURVA DE RESPUESTA 1

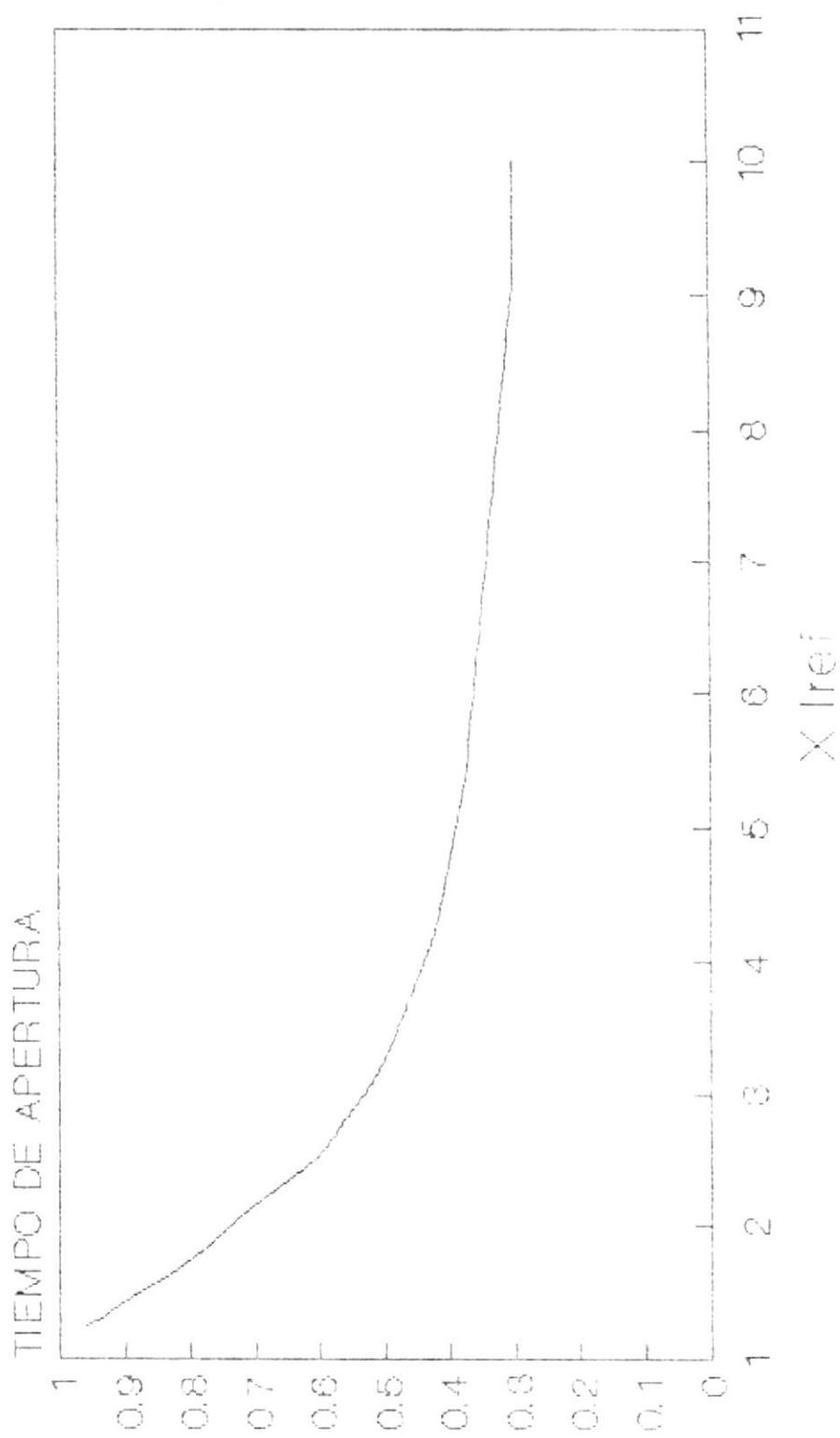


FIGURA No. 4.13

CURVA DE RESPUESTA 2

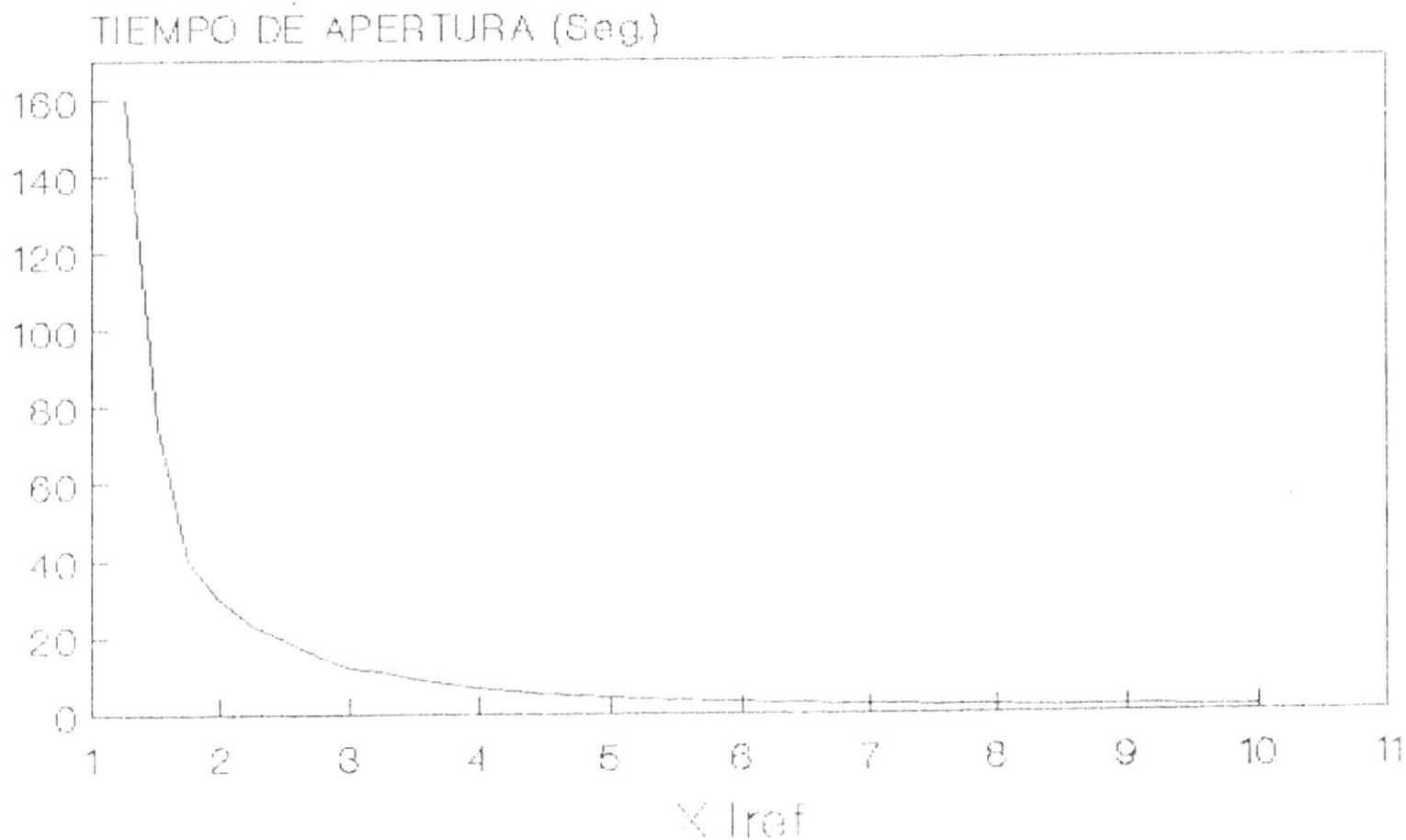


FIGURA No. 4.14

TABLA N° 4.3.

CARACTERISTICAS DE LAS CURVAS DE RESPUESTA DEL TIEMPO DE APERTURA

X I _{ref}	Curva 1 (Seg)	Curva 2 (Seg)
1.00	0.96	160
1.25	0.96	160
1.50	0.88	75
1.75	0.79	40
2.00	0.74	30
2.25	0.68	23
2.50	0.60	19
2.75	0.57	15
3.00	0.53	12
3.25	0.50	11
3.50	0.48	9
3.75	0.46	8
4.00	0.44	6.50
4.25	0.42	6
4.50	0.41	5.20
4.75	0.40	4.60
5.00	0.39	4.20
5.25	0.38	3.90
5.50	0.375	3.6
5.75	0.375	3.2
6.00	0.365	3.00
6.25	0.36	2.7
6.50	0.355	2.6
6.75	0.35	2.4
7.00	0.345	2.3
7.25	0.340	2.1
7.50	0.335	2
7.75	0.33	1.8
8.00	0.325	1.7
8.25	0.32	1.6
8.50	0.315	1.5
8.25	0.31	1.45
9.00	0.305	1.35
9.25	0.30	1.30
9.50	0.30	1.20
9.75	0.30	1.15
10.00	INST.	INST.

Tabla 4.4.

VALOR DE PASO PARA LA CARACTERISTICA 2					
X Iref.	Valor en Hexad.	t(seg)	K (semic)	(Decim.)	(Hexa.)
1.00	10				
1.25	14	160	19208	3	0003
1.50	18	75	9000	7	0007
1.75	1C	40	4800	14	000E
2.00	20	30	3600	18	0012
2.25	24	23	2760	24	0018
2.50	28	19	2280	29	001D
2.75	2C	15	1800	36	0020
3.00	30	12	1440	46	002A
3.25	34	11	1320	50	0032
3.50	38	9	1080	61	003D
3.75	8C	8	960	68	0044
4.00	40	6.50	780	84	0054
4.25	44	6	720	91	005B
4.50	48	5.20	624	105	0069
4.75	4C	4.6	552	119	0077
5.00	50	4.2	504	130	0082
5.25	54	3.9	468	140	008C
5.50	58	3.6	432	152	0098
5.75	5C	3.2	384	171	00AB
6.00	60	3.0	360	182	00B6
6.25	64	2.7	324	202	00CA
6.50	68	2.6	312	210	00D2
6.75	6C	2.4	288	228	00E4
7.00	70	2.3	276	237	00ED
7.25	74	2.1	252	260	0104
7.50	78	2.0	240	273	0111
7.75	7C	1.8	216	303	012B
8.00	80	1.7	204	321	0141
8.25	84	1.6	192	341	0155
8.50	88	1.5	180	364	016C
8.75	8C	1.45	174	377	0179
9.00	90	1.35	162	405	0195
9.25	94	1.30	156	420	01A4
9.50	98	1.20	144	455	01C7
9.75	9C	1.15	138	475	01DB
10.00	A0	INST	INST	INST	INST

el valor 0082H que es el valor de paso para temporizar 4,2 segundos.

En la figura N° 3.32., se muestra el Diagrama de Flujo del programa y que puede ser explicado de la siguiente manera:

1, 2, 3, 4: se mueve al acumulador el valor de la corriente pico que se encuentra grabada en la localidad 2007, se procede a verificar si este valor es par, ya que si no lo es, se tendrá que incrementarlo en uno. Esto es debido a que la manera de buscar el valor del paso es en base de la propia magnitud de la corriente y como la característica seleccionada arrojó datos de cuatro dígitos, tendrán que ser almacenados en dos localidades de memoria.

Los valores intermedios entre dos múltiplos de corriente tendrán el mismo valor de paso.

5,6 : Los datos se encuentran grabados a partir de la localidad A310 por lo tanto tan sólo habrá que usar el valor de corrien

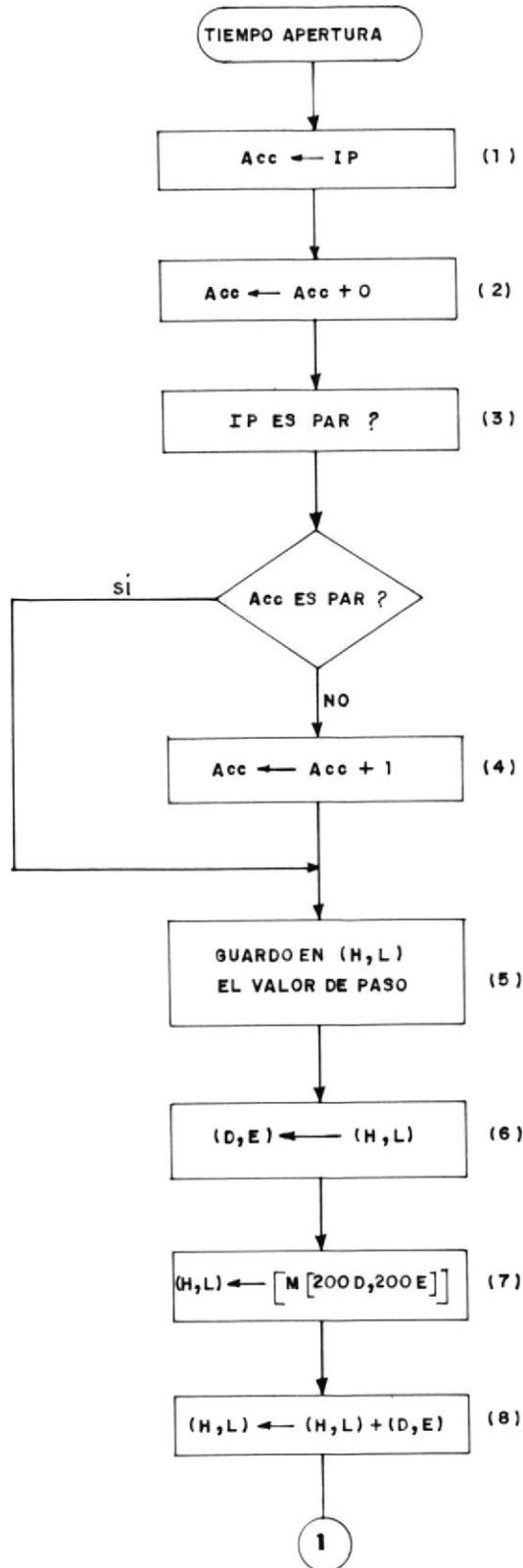
te como la parte baja de la localidad, para luego en los registros D,E, guardar es tos valores del paso.

7, 8, 9, 10 : Se mueve a los registros H, L, el valor del contador de apertura con el objeto de sumarle el contenido del registro D,E y a la vez preguntar si este es mayor que FFFF por medio de la bandera Carry, ya que si no está activo querrá decir que no se ha llegado a temporizar todo el tiempo , por lo tanto se regresará al programa 2, no sin antes de grabar el contador de apertura con el nuevo incremento.

11 : En caso de haber llegado al fin del contador se procede a activar las banderas de Paro 9 y 10 y salta a ejecutar el subprograma Termina.

Ver figura N° 4.15., en la siguiente página.

SUBROUTINA TIEMPO APERTURA



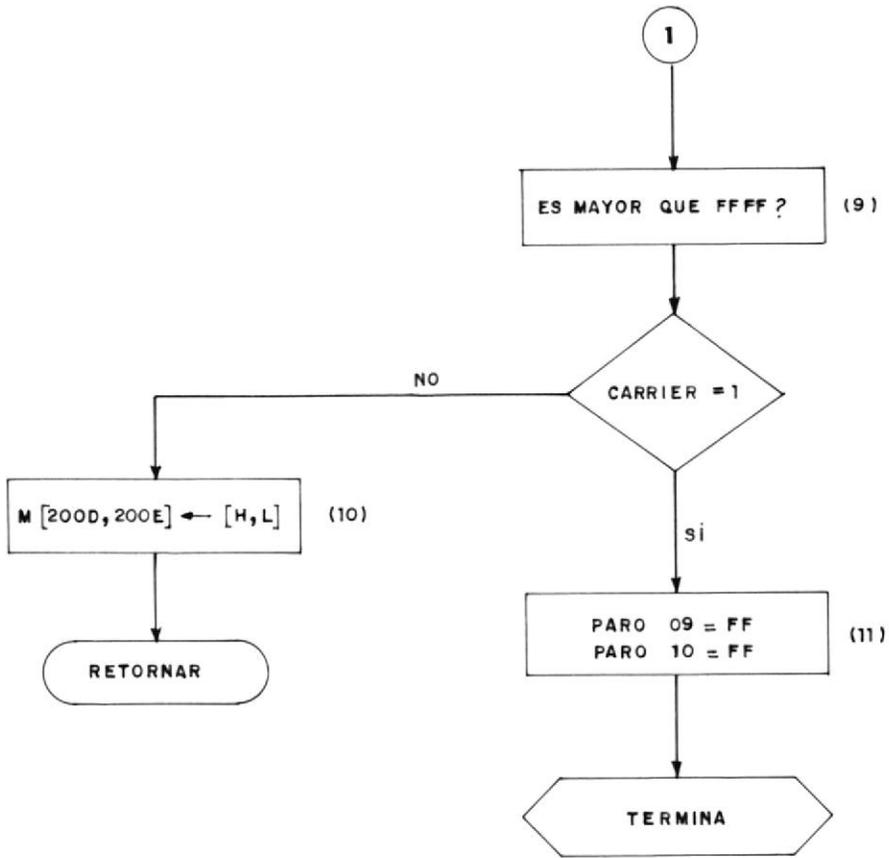


FIGURA N° 4.15.- SUBROUTINA TIEMPO DE APERTURA

C A P I T U L O V

INSTRUCCIONES DE OPERACION Y PRUEBA EXPERIMENTAL

5.1. INSTRUCCIONES DE OPERACION

Se expondrá a continuación los procedimientos para una correcta utilización y operación del protector de motores aquí diseñado. Este inciso debe ser considerado como un manual del usuario, con el fin de que así este podrá conocer las diferentes partes y funcionalidades del sistema.

Se deberá partir de la base de que se ha desarrollado un prototipo del sistema con el fin de mostrar al lector de que se puede controlar un motor por medio de un microprocesador; digo esto con el objeto de justificar las diferentes limitantes que este prototipo posee.

El sistema se lo ha desarrollado en base del SDK-85 que no es más que un tablero con diferentes integrados, pero todos ellos controlados por el microprocesador 8085 y que apesar de ser

un microprocesador actualmente lento es muy práctico en esta aplicación debido a que por medio de sus periféricos puede comunicarse fácilmente con el mundo exterior.

Existe una tarjeta que constantemente monitoreará la existencia de las tres fases de alimentación del motor y además de que esas posean la secuencia correcta.

Ambas protecciones son las mínimas requeridas en función de voltaje para la correcta energización de un motor trifásico - además que el motor se encuentra conmutado por triacs y que serán cebados cuando el sistema haya detectado la no existencia de anomalía en la alimentación.

Para notificar al usuario la razón del porqué se ha procedido a la desenergización del motor. Se usará una impresora la cual indicará el tipo de falla y su magnitud.

El sistema pasará por tres intervalos básicos, los cuales son:

1. Arranque del motor
2. Operación continua y sin falla
3. Condición de falla.

Cada uno de estos períodos serán detallados a continuación:

5.1.1. Procedimiento para arrancar el motor

- Encender la fuente de poder

- Digitar el número A000 que es la localidad inicial de memoria para luego presionar la tecla EXEC.

- Posteriormente la impresora escribirá el encabezado, el cual indicará el tema de la tesis, nombre del autor y un mensaje comunicará que si todo está correcto y revisado presione la tecla Go que se encuentra - en el kit. Dicha tecla comandará el arranque del programa y del sistema.

- Una vez digitada, el sistema verificará si las tres - fases están en secuencia (ABC) y que además existan.

- Una vez confirmado la normalidad en la alimentación , se enviará un pulso desde el SDK al circuito de disparo para de esta forma cebar a los triacs.

- Si la corriente de arranque es mayor o igual a 10 veces la corriente de referencia el sistema desenergizará al motor y enviará un mensaje por la impresora indicando que debido a una excesiva corriente de arranque (rotor bloqueado) se ha procedido a apagar los

triacs. Además en el campo de visualizadores de SDK se muestra la frase FIN indicando la terminación del programa.

- Para arrancar nuevamente al motor habrá que presionar la tecla Reset. Dicha tecla producirá el reinicio y borrado de todos los valores variables usados anteriormente y así de esta forma poder regresar a ejecutar el segundo paso.
- Si después de 6 segundos el nivel de corriente es mayor, que la de referencia indicará que el período de arranque está muy largo, por lo tanto habrá que desenergizar al motor para luego enviar a la impresora el mensaje indicando que se ha debido a un arranque demasiado largo.

Igual que la anterior ocasión se muestra por los visualizadores el mensaje FIN.

5.1.2. Operación continua y sin falla

Si la corriente es menor que la corriente de referencia se dará por concluido el período de arranque, manteniendo energizado al motor.

Sin embargo se continuará monitoreando a las corrientes en espera de un posible incremento o de falla en los voltajes de alimentación del motor.

5.1.3. Condición de falla

Una vez superado el nivel de referencia de corriente el sistema determinará el tiempo de apertura en función de su intensidad y a la curva pre-seleccionada.

Al terminar el tiempo de temporización de apertura se procederá a su desenergización para luego proceder a enviar un mensaje por la impresora comunicando que la apertura fue temporizado e indicando la magnitud de la corriente en hexadecimal.

Si la falla es producida por una inversión de fase o porque uno de los voltajes no existe, el sistema detendrá al motor y enviará por la impresora el mensaje correspondiente.

Una vez terminada el programa se muestra por los visualizadores la palabra FIN.

Con la descripción de las instrucciones de operaciones -

sólo queda realizar una prueba experimental del prototipo armado.

5.2. PRUEBA EXPERIMENTAL

5.2.1. Selección de motor

Para realizar una prueba experimental se escogió un motor trifásico Jaula de Ardilla (MIJA) de las siguientes características:

- Voltaje de placa: 220 V 3Ø
- Corriente nominal: 1,8 A
- Frecuencia : 60 Hz
- Capacidad : 1/2 HP
- Polos : 2
- Velocidad : 1800 RPM
- Clase : B

Debido a que este tipo de sistemas es diseñado para un motor en específico se tendrá que realizar pruebas experimentales y cálculos de constantes de acuerdo del tipo de motor que se vaya a usar.

Se procedió a realizar pruebas de arranque las cuales dieron los siguientes resultados:

- Corriente de arranque máxima: 12.5 A
- Tiempo de estabilización : 4 seg.

La curva experimental de temporización se en encuentra en función de una corriente de referencia la cual ha sido escogida a un valor de 2.5 amperios, lo que equivaldría a 1,4 veces la corriente nominal.

Con esta decisión se tendrá una corriente de 25 amperios para una apertura instantánea ($10 I_{ref}$), soportada en el criterio de que la máxima capacidad de conducción de corriente de los triacs es de 40 amperios.

El motor usado fue escogido también en función de que era parte de un sistema control que permitía detenerlo por medio de un frenado mecánico. Este requisito es fundamental para poder ejecutar la prueba de incremento de corriente.

5.2.2. Cálculos de constantes y prueba experimental

Debido a que el sistema es diseñado en forma general, será necesario realizar cálculos de acuerdo al motor que se vaya a usar, por lo tanto habrá que definir varias constantes para hacer funcional el sistema.

Así, primeramente calcularemos la relación de voltaje para el convertidor analógico - digital que se basará en los cálculos de la resistencia de carga de los transformadores de corriente y determinar la ganancia de su amplificador.

Cabe recordar que el sistema se lo ha diseñado acoplable a cualquier motor, ya que la relación de conversión es la misma (0,3125 voltios es equivalente a 10 hexadecimal), por lo tanto se ajustarán estos valores usando el motor seleccionado.

Debido a que el valor 0,3125 será el valor del pico de corriente y asumiendo que es sinusoidal el valor promedio de la misma será $0,3125/1,41$, o sea 0,2210 V. Teniendo en cuenta de que la

relación de corriente de los transformadores es de 1/100 para una corriente de referencia de 2,5 amperios, tendremos en el secundario 0,025 amperios, dicha corriente será convertida en voltaje por medio de una resistencia de 5 ohmios obteniendo así un voltaje de 0,125 y que para mantener un voltaje de referencia de 0,3125 tendremos que regular la ganancia del amplificador a 1,77.

Una vez calibrado el sistema se procederá a arrancar el motor con el fin de poder ejecutar por lo menos dos pruebas básicas del sistema. Las pruebas seleccionadas fueron:

1. Simular una falla de fase quitando una de las fases de alimentación.
2. Generar un excesivo incremento de corriente en el motor.

Es así que una vez terminado el período de arranque, se procedió a desconectar la fase B del sistema de alimentación, produciendo como se esperaba, la inmediata desenergización del motor.

En las siguientes páginas se muestra la respuesta enviada por el computador indicando cual fue la falla ocurrida.

Para poder ejecutar la segunda prueba se acogió el motor a un sistema de frenado con el fin de poder mecanicamente regular el frenado al motor y así simular condiciones de fallas.

De esta forma se graduó la intensidad de corriente a 7,5 amperios que equivaldría a tener tres veces la corriente de referencia y es así que después de 12 segundos se tendrá que desenergizar el motor de acuerdo a la curva de respuesta escogida. En la práctica debido a varios impedimentos como por ejemplo el de enviar un escalón de frenado producen desviaciones tal como resultado en esta experiencia que se tuvo una respuesta de 12.8 segundos que todavía se considera una respuesta aceptable.

Igual que la prueba anterior la hoja de resultado se presenta a continuación.

TESIS DE GRADO

ALUMNO: PAUL ROJAS VARGAS

TEMA: PROTECCION DE MOTORES TRIFASICOS

SI TODO ESTA CHEQUEADO DIGITE LA TECLA GO

MOTOR ENERGIZADO

PARO POR FALLA DE FASE

TESIS DE GRADO

ALUMNO: PAUL ROJAS VARGAS

TEMA: PROTECCION DE MOTORES TRIFASICOS

SI TODO ESTA CHEQUEADO DIGITE LA TECLA GO

MOTOR ENERGIZADO

APERTURA TEMPORIZADA I=30 AMP

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de este trabajo fue el de proteger a un motor trifásico de diferentes tipos de fallas que acortarán el tiempo de vida del mismo.

Estas fallas son las siguientes:

1. Ausencia de una de las fases de alimentación.
2. Inversión de una de las fases.
3. Sobrecorriente.

En cada una de ellas, el sistema demostró ser confiable, es más, al probar la respuesta a un incremento de corriente el tiempo de apertura fue prácticamente el teórico; por lo tanto, de esta manera se puede hablar de una confiabilidad en la respuesta del sistema.

Sin embargo, a pesar que sólo se supervisó un motor, el sistema ha

sido diseñado para ampliarlo hasta hacerlo totalmente eficiente y funcional. Además que con estas perspectivas el uso del microcomputador quedó plenamente justificado.

También hay que considerar que a pesar de que las funciones del relé de sobrecorriente pudieron haber sido realizadas por elementos discretos; estos crearían limitaciones en el futuro, ya que habríamos perdido la flexibilidad operacional obtenida con el microprocesador.

De la prueba práctica realizada al simular la pérdida de una de sus fases, se pudo comprobar que el sistema es operativo ciento por ciento y que puede ser fácilmente vendido a las industrias por su bajo costo. Aparte de que la anexión del sistema de protección de fase le dá una mayor confiabilidad al cliente de que su motor no se pueda averiar.

Evidentemente el concepto del sistema de control de corriente es diferente, ya que la principal funcionabilidad que se quiere obtener es la de control y revisión de los niveles de corriente en el motor, teniendo en cuenta que se monitorea la mayor de las tres corrientes, ya que se espera que esta produzca la falla, aparte que el monitoreo de las corrientes es continuo y producirá una mayor velocidad en la respuesta a un incremento instantáneo de corriente.

UTILIZACION DE LOS RESULTADOS DEL SUPERVISOR EN SU FORMA ACTUAL

a. SALIDA DE RESULTADOS:

Como se mencionó durante la programación, el sistema entrega - los datos de la intensidad de corriente en forma impresa.

Esta particularidad nos dá una gran versatilidad; puesto que - el equipo es pequeño físicamente y por lo tanto, puede ser instalado en cualquier lugar de una oficina administrativa y desde ahí poder observar cualquier tipo de fallas que han - ocurrido en todo el día.

b. UTILIZACION DE LOS RESULTADOS:

Al presentar escrito el reporte de falla el Ingeniero de Mantenimiento podrá tomar alguna decisión en base del nivel de corriente detectada durante la falla y así podrá tomar la decisión de sacar fuera de servicio al motor o en caso contrario - analizar el porque existió el incremento excesivo de corriente.

El sistema ha sido diseñado con el concepto de que si existiese alguna anomalía no podrá arrancar el motor hasta que esta anomalía se normalice.

En todo caso lo que deberá quedar claro es de que este sistema es único en el sentido de que su diseño es normalizado para cualquier

motor, pero para ser aplicable deberá ser ajustado en la práctica de acuerdo al tipo de motor o mejor dicho de acuerdo a cada aplicación, ya que existen constantes que deberán ser ajustadas.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se darán tienen que ver con la posibilidad de una extensión que se podría dar al sistema diseñado.

Es debido a esto que el conjunto de programas desarrollados han sido diseñados en forma modular (por bloques), con el fin de colocar extensiones al diseño; ya sea en programación como en la parte electrónica.

La decisión de supervisar un solo motor fue tomada en función de costos y simplificación para fines prácticos, debido a que sólo se tiene como objetivo construir un prototipo y así poder demostrar que la programación funciona y de esta manera en el futuro cuando se requiera supervisar varios motores no se tenga ningún inconveniente.

A P E N D I C E S

A P E N D I C E A

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: PROTECCION DE MOTORES TRIFASICOS

NOMBRE: PAUL ROJAS VARGAS HOJA N° 1

FECHA: 3/ENERO/91 DE 33

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A000	31	C2	20		LXISP	20C2	Iniciales o puntero de pila llamo a la subrutina' Inicia. Habilito interrupción. Empiezo a convertir Paro Deshabilito interrupción Ingreso el valor del dato convertido. grabo el valor actual de corriente.
A003	CD	16	A0		CALL INICIA	A016	
A006	F3			LAZO 1	EI	F3	
A007	D3	90			OUT	90	
A009	76				HLT		
A00A	FB				DI		
A00B	DB	90			IN	90	
A00D	32	0A	20		STA	200A	
A010	CDF1A1				CALL PROGRA	AIFI	
A013	C3	06	A0		JUMP	A006	
A016	3E	01		Inicia	MVIA	01	
A018	D3	20			OUT	20	Inicializo 8155 Inhibo a la Int.(hab=0)
A01A	3E	00			MVI A	00	
A01C	D3	21			OUT	21	
A01E	21	00	20		LXIH	2000	
A021	06	22			MVIB 22		Encero 34 localidades
A023	AF			LAZO 2	XRA A		
A024	77				MOV M,A		
A025	23				INX H		
A026	78				MOV A,B		
A027	3D				DCR A		
A028	47				MOV B,A		
A029	C2	23	A0		JNZ LAZO 2	A0 23	
A02C	21	04	20		LXIH	2004	
A02F	3E	90			MVIA	90	
A031	77				MOV M,A		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A033	3E	10			MVIA	10	
A035	77				MOV M,A		
A036	23				INXH		
A037	77				MVIA M,A		
A038	21	C3	B1		LXIH	BIC3	Lugar de salto de la interrupción 6.5 (A0B1)
A03B	22	C8	20		SHLD	20C8	
A03E	3E	A0			MVIA	A0	
A040	32	CA	20		STA	20CA	
A043	21	C3	0A		LXIH	0AC3	Lugar de salto de la interrupción 7.5(A00A)
A046	22CE20				SHLD	20CE	
A049	3E	A0			MVIA	A0	
A04B	32	D2	20		STA	20D0	
A04E	3E	0C			MVIA	0C	Enmascaro la interrupción 6.5 y 5.5
A050	30				SIM		
A051	3E	FF			MVIA	FF	
A053	32	0F	20		STA	200F	Paro 00= FF
A056	CD	49	A1		CALL IMPRE	A149	
A059	CD	E7	02	LAZO 3	CALL RDKBD	02E7	Esperar tecla 60
A05C	FE				CPI	12	
A05E	C2	59	A0		JNZ LAZO 3	A059	
A061	DB	22			IN	22	Ingreso dato por la puerta A (port 22).
A063	17				RLC		
A064	17				RLC		
A065	D2	73	A0		JNC		
A068	3E	FF			MVI A	FF	Paro 02 = FF
A06A	32	11	20		STA	2011	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A06D	CD	49	A1	CALL	IMPRE	A149	
A070	CD	2F	A1		CALL FIN	A12F	
A073	17				RLC		
A074	D2	7F	A0		JNC	A07F	
A077	3E				MVI A	FF	
A079	32	12	20		STA	2012	Paro 03 - FF
A07C	C3	7D	A0		JUMP	A07D	
A07F	3E	FF			MVI A	FF	
A081	32	10	20		STA	2010	Paro 01 = FF
A084	CD	49	A1		CALL IMPRE	A149	
A087	DB	22			IN	22	
A089	E6	10			ANI	10	Cruce por cero de corriente.
A08B	FE	10			CPI	10	
A08D	CA	93	A0		JZ	A093	
A090	CD	2F	A1		CALL FIN	A1 2F	
A093	3E	09			MVI A	09	
A095	30				SIM		
A096	3E	C0			MVI A	C0	Habilita = 1
A098	D3	21			OUT	21	Pulso disparo en alto
A09A	3E	40			MVI A		
A09C	D3	21			OUT	21	Pulso disparo en bajo
A09E	DB	22		Lazo 4	IN	22	
A0A0	E6	10			ANI	10	
A0A2	FE	00			CPI	00	
A0A4	C2	9E	A0		JNZ, LAZO 4	A09E	
A0A7	DB	22		Lazo 5	IN	22	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A049	E6	10			ANI	10	Cruce por cero en alto
A0AB	FE	10			CPI	10	
A0AD	C2	A7	A0		JNZ LAZO 5	A0A7	Fin
A0B0	C9				RTN		
A0B1	3A	1A	20	SUB6.5	LDA	201A	3= 0 falla o inversión de fase. Z= FF Impresión
A0B4	FE	00			CPI	00	
A0B6	C2	D8	A0		JNZ	A0D8	Habilito = 0
A0B9	3E00				MVI A	00	
A0BB	D3	21			OUT	21	Paro 02 = FF
A0BD	DB	22			IN	22	
A0BF	07				RLC		Paro 03= FF
A0C0	07				RLC		
A0C1	D2	CC	A0		JNC	A0CC	Paro 02 = FF
A0C4	3E	FF			MVI A	FF	
A0C6	32	11	20		STA	2011	Paro 03= FF
A0C9	C3	E1	A0		JUMP TERMINA	A0 E1	
A0CC	07				RLC		Paro 03= FF
A0CD	D0				RNC		
A0CE	3E	FF			MVI A	FF	Paro 03= FF
A0D0	32	12	20		STA	2012	
A0D3	C3	E1	A0		JUMP, Termina	A0E1	Paro 03= FF
A0D6	0E	80			MVI C	80	
A0D8	DB	22		LAZO 6	IN	22	Paro 03= FF
A0DA	E6	80			ANI	80	
A0DC	B9				CMP C		Paro 03= FF
A0DD	CA	D8	A0		JZ, LAZO 6	A0D8	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A0E0	C9				RTN		
A0E1	CD	F0	A0	Termina	Call Apertura	A0F0	
A0E4	CD	F9	A0		Call Separ.	A0F9	
A0E7	CD	49	A1		Call Impres.	A149	
A0EA	CD	49	A1		Call Impres.	A149	
A0ED	CD	2F	A1		Call Fin	A12F	
A0F0	3E	80		Apertura	MNI-A	80	
A0F2	03	21			OUT	21	Disparo en alto
A0F4	3E	00			MVI A	00	
A0F6	03	21			OUT	21	Disparo en bajo
A0F8	C9				RTN		
A0F9	21	07	20	Separación	LXIH	2007	
A0FC	7E				MOV A,M		
A0FD	47				MOV B,A		
A0FE	E6				ANI F0		
A100	07				RLC		
A101	07				RLC		
A102	07				RLC		
A103	07				RLC		
A104	4E				MOV C,A		Parte alta del dato
A105	78				MOV A,B		
A106	E6				ANI	0F	
A108	FE	0A		LAZO 7	CPI	0A	
A10A	DA	15	A1		IC	A1 15	
A1CD	37				STC		
A1CE	3F				CMC		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A10F	27				DAA		
A110	C6	31			ADI	31	
A112	C3	17	A1		JUMP	A1 17	
A115	C6	30			ADI	30	
A117	47				MOV BA		
A118	21	1F	20		LXI H	201F	
A11B	7E				MOV A.M.		
A11C	3C				1NR A		
A110	FE	02			CPI	02	
A11F	C2	27	A1		JNZ	A1 27	
A122	78				MOV A,B		
A123	32	1B	20		STA	201B	
A126	C9				RTN		
A127	78				MOV A,B		
A128	32	1C	20		STA	201C	
A12B	79				MOV A,C		
A12C	C3	08	A1		JUMP, LAZO 7	A108	
A12F	21	43	A1	FIN	LXIH	A143	
A132	06	06			MVI B	06	
A134	3E	90			MVI A	90	
A136	32	00	19		STA	1.900	
A139	7E			Lazo 8	MOV A,M		
A13A	32	00	18		STA	1.800	
A130	23				INX H		
A13E	05				DCR B		
A13F	C2	39	A1		JNZ, LAZO 8	A1 39	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A142	76				HLT		Parar el programa
A143	FV				-		Datos del visualizadór.
A144	E8				F		
A145	FC				I		
A146	8C				N		
A147	FV				-		
A148	FF				Blanco		
A149	21	0F	20	Impresión	LXI H	20 0F	Inicio búsqueda de paro
A14C	3E	FF			MVI A	FF	
A14E	VE				CMP M		
A14F	C2	58	A1		INZ	A1 58	
A152	11	00	00		LXI D	00 00	Paro 00
A155	C3	C7	A1		JUMP	A1 C7	
A158	23				INX H		
A159	C2	63	A1		JNZ	A1 63	
A15A	C2	63	A1		JNZ	A1 63	
A150	11	33	00		LXI 0	00 33	Paro 01 CAM B
A160	C3	C7	A1		JUMP	A1 67	
A163	23				INX H		
A164	BE				CMP M		
A165	C2	6E	A1		JNZ	A1 6E	
A168	11	CC	00		LXI D	00 CC	Paro 02 (AM CC)
A16B	C3	C7	A1		JUMP	A1 C7	
A16E	23				INX H		
A16F	BE				6MP M		
A170	C2	79	A1		JNZ	A1 79	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A173	11	F2	00		LXI D	00F2	Paro 03 (AMF2)
A176	C3	C7	A1		JUMP	A1 07	
A179	23	23			JNX H		
A17A	BEC				CMP M		
A17B	C2	84	A1		JNZ		
A17E	11	10	01		LXI D	01 10	Paro 04 (A5 10)
A181	C3	C7	A1		JUMP	A1 C7	
A184	23				JNX H		
A185	BE				CMP M		
A186	C2	90	A1		JNZ	A1 90	
A189	AE				XRA M		Paro 05
A18A	21	8B	20		LXI H	20 1B	
A180	C3	D1	A1		JUMP	A1 D1	
A190	23				INX H		
A191	BE				CMP M		
A192	C2	9B	A1		JNZ	A1 9B	Paro 06 (A5-78)
A195	11	78	01		LXI D	01 78	
A198	C3	C7	A1		JUMP	A1 C7	
A19B	23				INX H		
A19C	BE				CMP M		
A19D	C2	A6	A1		JNZ	A1 A6	Paro 07
A1A0	11	9C			LXI D	019C	
A1A3	0C3	C7	A1		JUMP	A1C7	
A1A6	23				INX H		
A1A7	BE				CMP M		
A1A8	C2	A1	B2		JNZ	A1B2	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A1AB	AE				XRA M		
A1AC	21	1B	20		LXI H	201B	Paro 08
A1AF	C3	D1	A1		JUMP	A1D1	
A1B2	23				INXH		
A1B3	BE				CMPM		
A1B4	C2	BD	A1		JNZ	A1BD	
A1B7	11	09	02		LXI D	0209	Paro 09 (A609)
A1BA	C3	C7	A1		JUMP	A1C7	
A1BD	23				INX H		
A1BE	BE				CMP M		
A1BF	C0				RNZ		
A1C0	AE				XRA M		Paro 10
A1C1	21	1B	20		LXI H	201B	
A1C4	C3	D1	A1		JUMP	A1D1	
A1C7	AE			IMPRE	XRA M		Encero la bandera de paro seleccionada.
A1C8	21	00	A4		LXI H	A400	
A1CB	19				DAD D		
A1CC	3E	FF			MVI A	FF	
A1CE	32	1A	20		STA	201A	Z = FF
A1D1	3E	CD			MVI A	CD	Pulso Strobe en alto
A1D3	30				SIM		
A1D4	7E			Lazo 9	MOV A,M		
A1D6	7E				MOV A,M		
A1D7	B8				CMP B		
A1D8	CA	E8	A1		JZ	A1E8	
A1DB	D3	94			OUT	94	Habilito el 8212

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A1DD	3E	4D			MVI A	4D	Pulso STROBE en bajo
A1DF	30				SIM		
A1E0	3E	CD			MVI A	CD	Pulso STROBE en alto
A1E2	30				SIM		
A1E3	FB				EI		Detengo el programa en espera de respuesta de la impresora pulso STROBE en bajo
A1E4	76				HLT		
A1E5	23				INX H		
A1E6	C3	D6	A1		JUMP, LAZO 9	A1 D6	
A1E9	3E	4D			MVIA	4D	
A1EB	30				SIM		
A1EC	AF				XRA A		
A1ED	32	1A	20		STA	201A	
A1F0	C9				RTN		
A1F1	21	00	20	Programa 1	LXIH	2000	
A1F4	7E				MOV A,M		
A1F5	FE	00			CPI	00	
A1F7	C2	4B	A2		JNZ	A24B	
A1FA	23				INX H		
A1FB	7E				MOV A,M		
A1FC	FE	00			CPI	00	
A1FE	C2	4B	A2		JNZ	A24B	
A200	36	FF			MVI M	FF	
A203	3A	0A			LDA	200A	
A206	32	0B	20		STA	200B	
A209	C9				RTN		
A20A	21	02	20		LXI H	2002	

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A20D	7E				MOV A,M		Paro 0,05 = FF
A20E	FE	00			CPI	00	
A210	C2	28	A2		JNZ	A22B	
A213	36	FF			MVI M		
A215	BA	07	20		LDA		
A218	23				INX H		
A219	77				MOV M,A		
A21A	23				INX H		
A21B	BE				CMP M		
A21C	DA	27	A2		JC	A227	
A21F	26	FF			MVI	FF	
A221	6C				MOV L,H		
A222	22	13	20		SHLD	2013	
A225	C3	E1	A0		JUMP,termina	AOE1	
A228	2A	0D	20		LXLD	200D	
A22B	1E	5B			MVIE	5B	
A22D	AA				XRA D		
A22E	37				STC		
A22F	3F				CMC		
A230	19				DAD D		
A231	22	0D	20		SLHD	200D	
A234	D0				RNC		
A235	21	07	20		LXI H	2007	
A238	7E				MOV,A,M		
A239	23				DCX		
A23A	23				DCX		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A23B	BE				CMPM		Arranque terminado Paro 06 = FF
A23C	D2	44	A2		JNC	A244	
A23F	3E	FF			MVI A FF		
A241	32	00	20		STA 2000		
A244	3E	FF			MVIA A	FF	
A246	32	15	20		STA	2015	
A249	C3	E1	AO		JUMP, Termina	AOE1	
A24C	21	0A	20	Programa 2	LXI H	200A	
A24F	7E				MOV A,M		
A250	23				INX H		
A251	BE				CMP M		
A252	C8				R.Z.		
A253	DA	5E	A2		JC	A25E	
A253	DA	5E	A2		JC	A25E	
A256	77				MOV M,A		
A257	23				INX H		
A258	FE	FF			CPI	FF	
A25A	CO				RNZ		
A25B	36	00			MVI M	00	
A25D	C9				RTN		
A25E	23				INX H		
A25F	7E				MOV A,M		
A260	FE	FF			CPI	FF	
A262	C2	6C	A2		JNZ	A26C	
A265	3A	0A	20		LDA	200A	
A268	32	0B	20		STA	200B	

Io = Io-1

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS	
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO		
A26B	C9				RTN		F90=FF	
A26C	36	FF			MVIM	FF		
A26E	21	0A	20		LXI H	200A		
A271	46				MVA B,A			
A272	23				INX H			
A273	7E				MOV A,M			
A274	32	07	20		STA	2007		
A277	70				MOV M,B			
A278	3A	00	20		LDA	2000		A = Arr
A27B	FE	00			CPI	00		
A27D	CA	0A	A2		JZ	A20A		
A280	3A	05	20		LDA	2005		A = Iref.
A283	21	07	20		LXI H	2007		
A286	BE				CMP M			
A287	DA	9E	A2		JC1	A29E		
A28A	23				JNX H			
A28B	7E				MOV A,M			
A28C	FE	FF			CPI	FF		
A28E	CO				RNZ			
A28F	23				JNX H		M=2009	
A290	34				JNR M			
A291	7E				MOV A,M			
A292	FE	0A			CPI	0A		
A294	D8				RC			
A295	AC				XRA H			
A296	AD				XRA L			

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A297	22	08	20		SHLD	2008	
A29A	22	0D	20		SHLD	200D	
A29D	C9				RTN		
A29E	23				JNX H		
A29F	7E				MOV A,M		
A2A0	FE	FF			CPI	FF	
A2A2	CA	A7	A2		JZ	A2A7	
A2A5	36	FF			MVI M	FF	
A2A7	2B				DCX H		
A2A8	7E				MOV A,M		
A2A9	2B				DCX H		
A2AA	BE				CMP M		
A2AB	DA	B7	A2		JC	A2B7	
A2AE	26	FF			MVI H	FF	
A2B0	6C				MVO L,H		
A2B1	22	06	20		SHLD	2006	
A2B4	C3	E1	AO		JUMP, Termina	AOE1	
A2B7	3A	07	20	tiempo apert.	LDA	2007	
A2BA	C6	00			ADI	00	
A2BC	EA	BF	A2		JPE	A2BF	
A2BF	3C				JNR A		
A2C0	32	C3	A2		STA	A2C3	
A2C3	2A	00	A3		LHLD	A3 00	
A2C6	EB				XCHG		
A2C7	2A	0D	20		LHLD	200D	
A2CA	37				STC		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNE MONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A300	00			DATOS			Valor del paso hexadecimal de la característica seleccionada.
A301	00						
A302	00						
A303	00						
A304	00						
A305	00						
A306	00						
A307	00						
A308	00						
A309	00						
A30A	00						
A30B	00						
A30C	00						
A30D	00						
A30E	00						
A30F	00						
A310	01						
A311	00						
A312	01						
A313	00						
A314	03						
A315	00						
A316	03						
A317	00						
A318	07						
A319	00						

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX		MNE MONICO			COMENTARIOS
			ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A31A	07					
A31B	00					
A31C	0E					
A31D	00					
A31E	0E					
A31F	00					
A320	12					
A321	00					
A322	12					
A323	00					
A324	18					
A325	00					
A326	18					
A327	00					
A328	1D					
A329	00					
A32A	1D					
A32B	00					
A32C	20					
A32D	00					
A32E	20					
A32F	00					
A330	2A					
A331	00					
A332	2A					
A333	00					

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A334	32						
A335	00						
A336	32						
A337	00						
A338	3D						
A339	00						
A33A	3D						
A33B	00						
A33C	44						
A33D	00						
A33E	44						
A33F	00						
A340	54						
A341	00						
A342	54						
A343	00						
A344	5B						
A345	00						
A346	5B						
A347	00						
A348	69						
A349	00						
A34A	69						
A34B	00						
A34C	77						
A34D	00						

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A34E	77						
A34F	00						
A350	82						
A351	00						
A352	82						
A353	00						
A354	8C						
A355	00						
A356	8C						
A357	00						
A358	98						
A359	00						
A35A	98						
A35B	00						
A35C	AB						
A35D	00						
A35E	AB						
A35F	00						
A360	B6						
A361	00						
A362	B6						
A363	00						
A364	CA						
A365	00						
A366	CA						
A367	00						

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX		MNEMONICO			COMENTARIOS
			ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A368	D2					
A369	00					
A36A	D2					
A36B	00					
A36C	E4					
A36D	00					
A36E	E4					
A36F	00					
A370	ED					
A371	00					
A372	ED					
A373	00					
A374	04					
A375	01					
A376	04					
A377	01					
A378	11					
A379	01					
A37A	11					
A37B	01					
A37C	2B					
A37D	01					
A37E	2B					
A37F	01					
A380	41					
A381	01					

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX		MNEMONICO			COMENTARIOS
			ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A382	41					
A383	01					
A384	55					
A385	01					
A386	55					
A387	01					
A388	6C					
A389	01					
A38A	6C					
A38B	01					
A38C	79					
A38D	01					
A38E	79					
A38F	01					
A390	95					
A391	01					
A392	95					
A393	01					
A394	A4					
A395	01					
A396	A4					
A397	01					
A398	C7					
A399	01					
A39A	C7					
A39B	01					

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A400	1B	40			ESC a		Inicio Impresora longitud de hoja 70 líneas doble - ancho activado margen izquierdo margen derecho.
A402	1B	43	70		ESC C		
A405	1B	57	01		ESC W	01	
A408	1B	6C	0D		ESC I	0D	
A40B	1B	51	42		ESC Q	42	
A40E	54			PARO 01	T		
A40F	45				E		
A410	53				S		
A411	49				I		
A412	53				S		
A413	20				SP		
A414	20				SP		
A415	44				D		
A416	45				E		
A417	20				SP		
A418	20				SP		
A419	47				G		
A41A	52				R		
A41B	41				A		
A41C	44				D		
A41D	4F				O		
A41E	0A	0A			LF		
A420	0A	0A			LF		
A423	1B	6C	06		ESC I	06	
A426	41				A		
A427	4C				L		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A428	55				U		
A429	4D				M		
A42A	4E				N		
A42B	4F				O		
A42C	20				SP		
A42D	3A				I		
A42E	20	20			SP		
A430	50				P		
A431	41				A		
A432	55				U		
A433	4C				L		
A434	20	20			SP		
A436	52				R		
A437	4F				O		
A438	4A				J		
A43A	41				A		
A43A	53				S		
A43B	20	20			SP		
A43D	56				V		
A43E	41				A		
A43F	52				R		
A440	47				G		
A441	41				A		
A442	53				S		
A443	0A	0A	0A		LF		
A446	0A	0A			LF		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A448	1B	6C	02		ESC I	02	
A44B	54				T		
A44C	45				E		
A44C	4D				M		
A44E	41				A		
A44F	3A				:		
A450	20				SP		
A451	50				P		
A452	52				R		
A453	4F				O		
A454	54				T		
A455	45				E		
A456	43				C		
A457	43				C		
A458	49				I		
A459	4F				O		
A45A	4E				N		
A45B	20				SP		
A45C	44				D		
A45D	45				E		
A45E	20				SP		
A45F	4D				M		
A460	4E				O		
A461	54				T		
A462	4F				O		
A463	52				R		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A464	45				E		
A465	53				S		
A466	20				SP		
A467	54				T		
A468	52				R		
A469	49				I		
A46A	46				F		
A46B	47				A		
A46C	53				S		
A46D	49				I		
A46E	43				C		
A46I	4F				O		
A470	53				S		
A471	0A	0A	0A		LF		
A474	0A				LF		
A475	1B	57	00		ESC W	0D	Doble ancho apagado.
A478	1B	20	01		ESC -	01	Subrayado encendido
A47B	1B	6C	10		ESC I	10	
A47E	53				S		
A47F	49				I		
A480	20	20			SP		
A482	54				T		
A483	4F				O		
A484	44				O		
A485	4F				O		
A486	20	20			SP		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX		MNEMONICO			COMENTARIOS
			ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A488	45			E		
A489	53			S		
A48A	54			T		
A48B	41			A		
A48C	20	20		SP		
A48E	43			C		
A48F	48			H		
A490	45			E		
A491	51			Q		
A492	55			U		
A493	45			E		
A494	41			A		
A495	44			D		
A496	4F			O		
A497	20	20		SP		
A499	44			D		
A49A	49			I		
A49B	47			G		
A49C	49			I		
A490	54			T		
A49E	45			E		
A49F	20	20		SP		
A4A1	4C			L		
A4A2	41			A		
A4A3	20	20		SP		
A4A5	54			T		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A4A6	45				E		Salgo de paro 00
A4A7	43				C		
A4A8	4C				L		
A4A9	41				A		
A4AA	20	20			SP		
A4AC	47				G		
A4AD	4F				O		
A4AE	0A	0A	0A		LF		
A4B1	0A				LF		
A4B2	FF						
A4B3	1B	6C	20		ESC I	20	
A4B6	40				M		
A4B7	4F				O		
A4B8	54				T		
A409	4F				O		
A4BA	52				R		
A4B8	20				SP		
A4BC	20				SP		
A4BD	45				E		
A4BE	45				N		
A4BF	45				E		
A4C0	52				R		
A4C1	47				G		
A4C2	49				I		
A4C3	5A				Z		
A4C4	41				A		

**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)**

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A4C5	44				D		Salgo de paco 01
A4C6	4F				O		
A4C7	0A	0A	0A		LF		
A4CA	0A				LF		
A4CB	FF						
A4CC	1B	6C	10		ESC I	10	
A4CF	50				P		
A4D0	41				A		
A401	52				R		
A402	4C				O		
A403	20				SP		
A4D4	20				SP		
A4D5	50				P		
A4D6	4F				R		
A4D7	52				O		
A4D8	20				SP		
A4D9	20				SP		
A4DA	49				I		
A4DB	4E				N		
A4DC	56				V		
A4DD	45				E		
A4DE	52				R		
A4EF	53				S		
A4E0	49				I		
A4E1	4F				O		
A4E2	45				N		

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)

TITULO : _____

NOMBRE : _____ HOJA N° _____

FECHA : _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
A4E3	20				SP		Salgo del paro 02
A4E4	20				SP		
A4E5	44				D		
A4E6	45				E		
A4E7	20				SP		
A4E8	20				SP		
A4E9	46				F		
A4EA	41				A		
A4EB	53				S		
A4EC	45				E		
A4ED	0A	0A	0A		LF		
A4F0	0A				LF		
A4F1	FF						
A4F2	50				P		
A4F3	41				A		
A4F4	52				R		
A4F5	4F				O		
A4F6	20				SP		
A4F7	20				SP		
A4F8	50				P		
A4F9	4F				O		
A4FA	52				R		
A4FB	20				SP		
A4FC	46				F		
A4FD	41				A		
A4FE	4C				L		

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
4FF	4C				L		
500	41				A		
501	20				SP		
502	20				SP		
503	44				D		
504	95				E		
505	20				SP		
506	20				SP		
507	46				F		
508	41				A		
509	53				S		
50A	45				E		
50B	0A	0A	0A		LF		
50E	0A				LF		
50F	FF						
510	50				P		
511	41				A		
512	52				R		
513	4F				O		
514	20	20			SP		
516	50				P		
517	4F				O		
518	52				R		
519	20	20			SP		
51B	43				C		
51C	4F				O		

Salgo Paro 03

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
(ESPOL)

TITULO: _____

NOMBRE: _____ HOJA N° _____

FECHA: _____ DE _____

DIRECCION	CODIGO HEX			MNEMONICO			COMENTARIOS
				ETIQUETA	CODIGO OP	OPERANDO	
51D	52				R		
51E	52				R		
51F	49				I		
520	45				E		
521	4E				N		
522	54				T		
523	45				E		
524	20	20			SP		
526	44				D		
527	45				E		
528	20	20			SP		
52A	41				A		
52B	52				R		
52C	52				R		
52D	41				A		
52E	4E				N		
52F	51				Q		
530	55				U		
531	45				E		
532	20	20			SP		
534	45				E		
535	58				X		
536	45				E		
537	43				C		
538	49				I		
539	56				U		

APENDICE B

MNEMONICO	CODIGO DE INSTRUCCION								DESCRIPCION DE LA OPERACION
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
MUOVER, CARGAR Y ALMACENAR									
MOV r1,r2	0	1	0	0	0	1	1	1	Mover registro a registro
MOV M,r	0	1	1	1	0	1	1	1	Mover registro a memoria
MOV r,M	0	1	0	0	0	1	1	0	Mover memoria a registro
MVI r	0	0	0	0	0	1	1	0	Mover inmediatamente a registro
MVI M	0	0	1	1	0	1	1	0	Mover inmediatamente a memoria
LXI B	0	0	0	0	0	0	0	1	Cargar inmediatamente a registro par B & C
LXI D	0	0	0	1	0	0	0	1	Cargar inmediatamente a registro par D & E
LXI H	0	0	1	0	0	0	0	1	Cargar inmediatamente a registro par H & L
STAX B	0	0	0	0	0	0	1	0	Almacenar A indirectamente
STAX D	0	0	0	1	0	0	1	0	Almacenar A indirectamente
LDAX B	0	0	0	0	1	0	1	0	Cargar A indirectamente
LDAX D	0	0	0	1	1	0	1	0	Cargar A indirectamente
STA	0	0	1	1	0	0	1	0	Almacenar A directamente
LDA	0	0	1	1	1	0	1	0	Cargar A directamente
SHLD	0	0	1	0	0	0	1	0	Almacenar H & L directamente
LHLD	0	0	1	0	1	0	1	0	Cargar H & L directamente
XCHG	1	1	1	0	1	0	1	1	Intercambiar registros D & E con H & L
OPCIONES DE PUNTERO									
PUSH B	1	1	0	0	0	1	0	1	Poner registro par B & C en pila
PUSH D	1	1	0	1	0	1	0	1	Poner registro par D & E en pila
PUSH H	1	1	1	0	0	1	0	1	Poner registro par H & L en pila
PUSH PSW	1	1	1	1	0	1	0	1	Poner A y banderas en pila
POP B	1	1	0	0	0	0	0	1	Sacar registro par B & C de pila
POP D	1	1	0	1	0	0	0	1	Sacar registro par D & E de pila
POP H	1	1	1	0	0	0	0	1	Sacar registro par H & L de pila
POP PSW	1	1	1	1	0	0	0	1	Sacar A y banderas de pila
XTHL	1	1	1	0	0	0	1	1	Intercambiar el tope de pila con H & L
SPHL	1	1	1	1	1	0	0	1	H & L al puntero de pila
LXI SP	0	0	1	1	0	0	0	1	Cargar inmediatamente el puntero de pila
INX SP	0	0	1	1	0	0	1	1	Incrementar el puntero de pila
DCX SP	0	0	1	1	1	0	1	1	Decrementar el puntero de pila
SALTOS									
JMP	1	1	0	0	0	0	1	1	Salto incondicional
JC	1	1	0	1	1	0	1	0	Salto si hay transporte
JNC	1	1	0	1	0	0	1	0	Salto si no hay transporte
JZ	1	1	0	0	1	0	1	0	Salto si es cero
JNZ	1	1	0	0	0	0	1	0	Salto si no es cero
JP	1	1	1	1	0	0	1	0	Salto si es positivo
JM	1	1	1	1	1	0	1	0	Salto si es negativo
JPE	1	1	1	0	1	0	1	0	Salto si es paridad par
JPO	1	1	1	0	0	0	1	0	Salto si es paridad impar
PCIL	1	1	1	0	1	0	0	1	H & L al contador de programa
LLAMADAS									
CALL	1	1	0	0	1	1	0	1	Llamada incondicional
CC	1	1	0	1	1	1	0	0	Llamada si hay transporte
CNC	1	1	0	1	0	1	0	0	Llamada si no hay transporte
CZ	1	1	0	0	1	1	0	0	Llamada si es cero
CNZ	1	1	0	0	0	1	0	0	Llamada si no es cero
CP	1	1	1	1	0	1	0	0	Llamada si es positivo
CM	1	1	1	1	1	1	0	0	Llamada si es negativo
CPE	1	1	1	0	1	1	0	0	Llamada si es paridad par
CPO	1	1	1	0	0	1	0	0	Llamada si es paridad impar

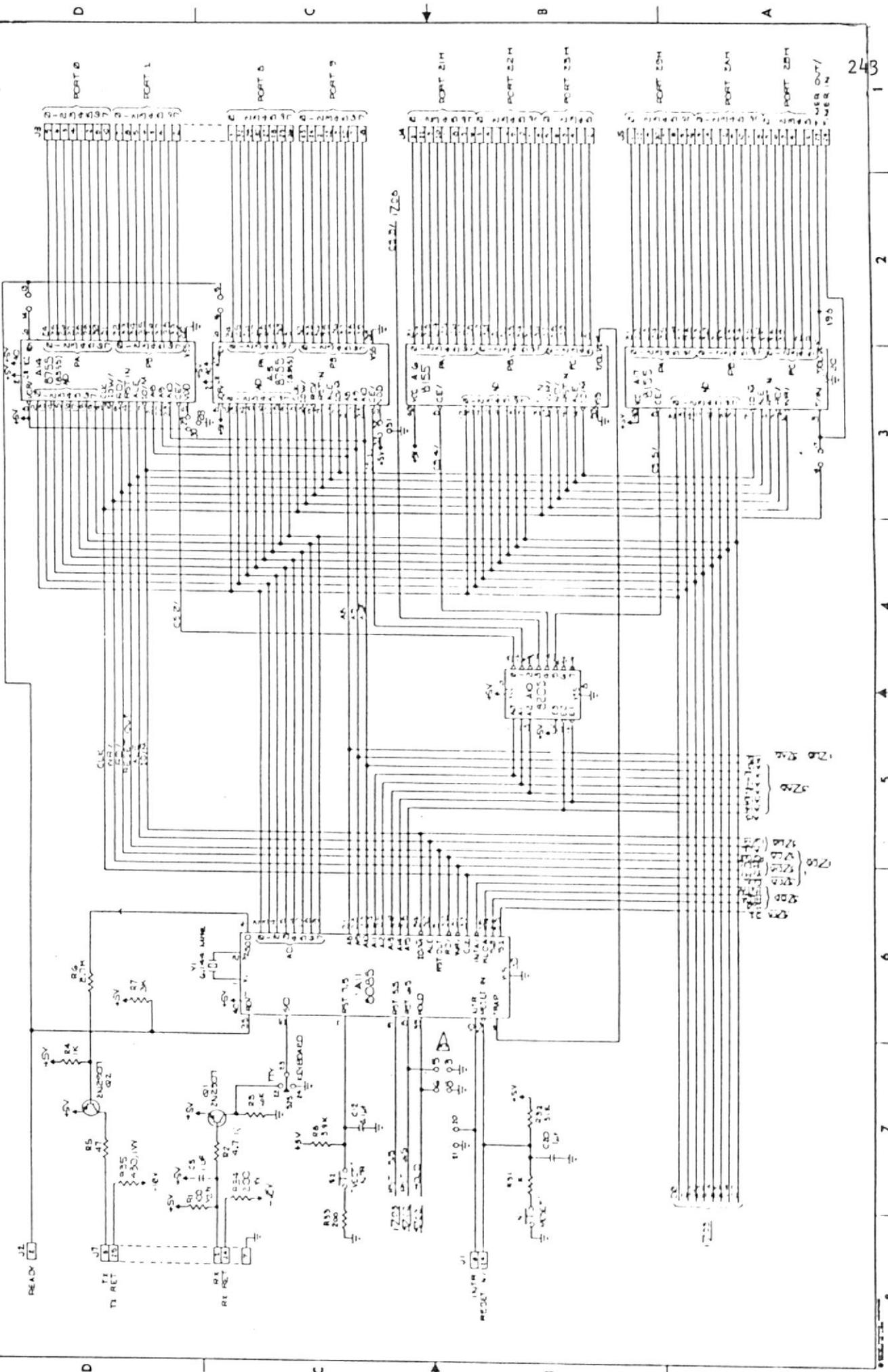
CODIGO DE INSTRUCCION		DESCRIPCION DE LA OPERACION	
RETORNOS		RET	1 1 0 0 1 0 0 1
RC	Retornar si hay transporte	1 1 0 1 1 0 0 0	
RNC	Retornar si no hay transporte	1 1 0 1 0 0 0 0	
RZ	Retornar si es cero	1 1 0 0 1 0 0 0	
RNZ	Retornar si no hay cero	1 1 0 0 0 0 0 0	
RP	Retornar si es positivo	1 1 1 1 0 0 0 0	
RM	Retornar si es negativo	1 1 1 1 1 0 0 0	
RFE	Retornar si hay paridad par	1 1 1 0 1 0 0 0	
RFO	Retornar si hay paridad impar	1 1 1 0 0 0 0 0	
RECENZAR		RS1 1 1 A A A 1 1 1	
INTRADA/SALIDA		IN	1 1 0 1 1 0 1 1
		QUI	1 1 0 1 0 0 1 1
		Introducir datos	
		Sacar datos	
INCREMENTOS Y DECREMENTOS		INR	0 0 0 0 1 0 0
DCR	Incrementar registro	0 0 0 0 1 0 1	
DCR M	Incrementar memoria	0 0 1 1 0 1 0 1	
INX B	Incrementar memoria	0 0 0 0 0 0 1 1	
INX D	Incrementar registros B & C	0 0 0 1 0 0 1 1	
INX H	Incrementar registros D & E	0 0 1 0 0 0 1 1	
DCX B	Incrementar registros H & L	0 0 0 0 0 1 0 1	
DCX D	Incrementar B & C	0 0 0 1 1 0 1 1	
DCX H	Incrementar D & E	0 0 0 1 1 0 1 1	
DCX H	Decrementar H & L	0 0 1 0 1 0 1 1	
SUMAS	Sumar registro a A	1 0 0 0 0 5 5 5	
ADC r	Sumar registro a A con transporte	1 0 0 0 1 5 5 5	
ADD M	Sumar memoria a A	1 0 0 0 0 1 1 0	
ADC M	Sumar memoria a A con transporte	1 0 0 0 1 1 1 0	
ADI	Sumar inmediatamente a A	1 1 0 0 0 1 1 0	
ACT	Sumar inmediatamente a A con transporte	1 1 0 0 1 1 1 0	
DAD B	Sumar B & C a H & L	0 0 0 0 1 0 0 1	
DAD D	Sumar D & E a H & L	0 0 0 1 1 0 0 1	
DAD H	Sumar H & L a H & L	0 0 1 0 1 0 0 1	
DAD SP	Sumar el puntero de pila a H & L	0 0 1 1 1 0 0 1	
RESIAS	Restar registro de A	1 0 0 1 0 5 5 5	
SUB r	Restar registro de A con préstamo	1 0 0 1 1 5 5 5	
SUB M	Restar memoria de A	1 0 0 1 0 1 1 0	
SBB M	Restar memoria de A con préstamo	1 0 0 1 1 1 1 0	
SUI	Restar inmediatamente de A	1 1 0 1 0 1 1 0	
SBI	Restar inmediatamente de A con préstamo	1 1 0 1 1 1 1 0	
LOGICAS	Y entre registro Y A	1 0 1 0 0 5 5 5	
XRA r	U exclusivo entre registro Y A	1 0 1 0 1 5 5 5	
ORA r	U entre registro Y A	1 0 1 1 0 5 5 5	
CMF r	Comparar registro con A	1 0 1 1 1 5 5 5	
ANA M	Y entre memoria Y A	1 0 1 0 0 1 1 0	
XRA M	U exclusivo entre memoria Y A	1 0 1 0 1 1 1 0	
ORA M	U entre memoria Y A	1 0 1 1 0 1 1 0	
CMF M	Comparar memoria con A	1 0 1 1 1 1 1 0	

	CODIGO DE INSTRUCCION	
MNEMONICO	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	DESCRIPCION DE LA OPERACION
ANI	1 1 1 0 0 1 1 0	r inmediato con A
XRI	1 1 1 0 1 1 1 0	U exclusivo inmediato con A
ORI	1 1 1 1 0 1 1 0	O inmediato con A
CFI	1 1 1 1 1 1 1 0	Comparar inmediatamente con A
ROTACION		
RLC	0 0 0 0 0 1 1 1	Rotar A a la izquierda
RRC	0 0 0 0 1 1 1 1	Rotar A a la derecha
RAL	0 0 0 1 0 1 1 1	Rotar A a la izquierda con transporte
RAR	0 0 0 1 1 1 1 1	Rotar A a la derecha con transporte
ESPECIALES		
CMA	0 0 1 0 1 1 1 1	Complementar A
STC	0 0 1 1 0 1 1 1	Forzar transporte
CNC	0 0 1 1 1 1 1 1	Complementar transporte
DAA	0 0 1 0 0 1 1 1	Ajuste decimal de A
CONTROL		
FI	1 1 1 1 1 0 1 1	Habilitar interrupciones
DI	1 1 1 1 0 0 1 1	Deshabilitar interrupciones
NOF	1 0 0 0 0 0 0 0	No-operación
HLT	0 1 1 1 0 1 1 0	Parar
INSTRUCCIONES NUEVAS DEL 8085		
RIM	0 0 1 0 0 0 0 0	Leer máscara de interrupciones
SIM	0 0 1 1 0 0 0 0	Forzar máscara a las interrupciones

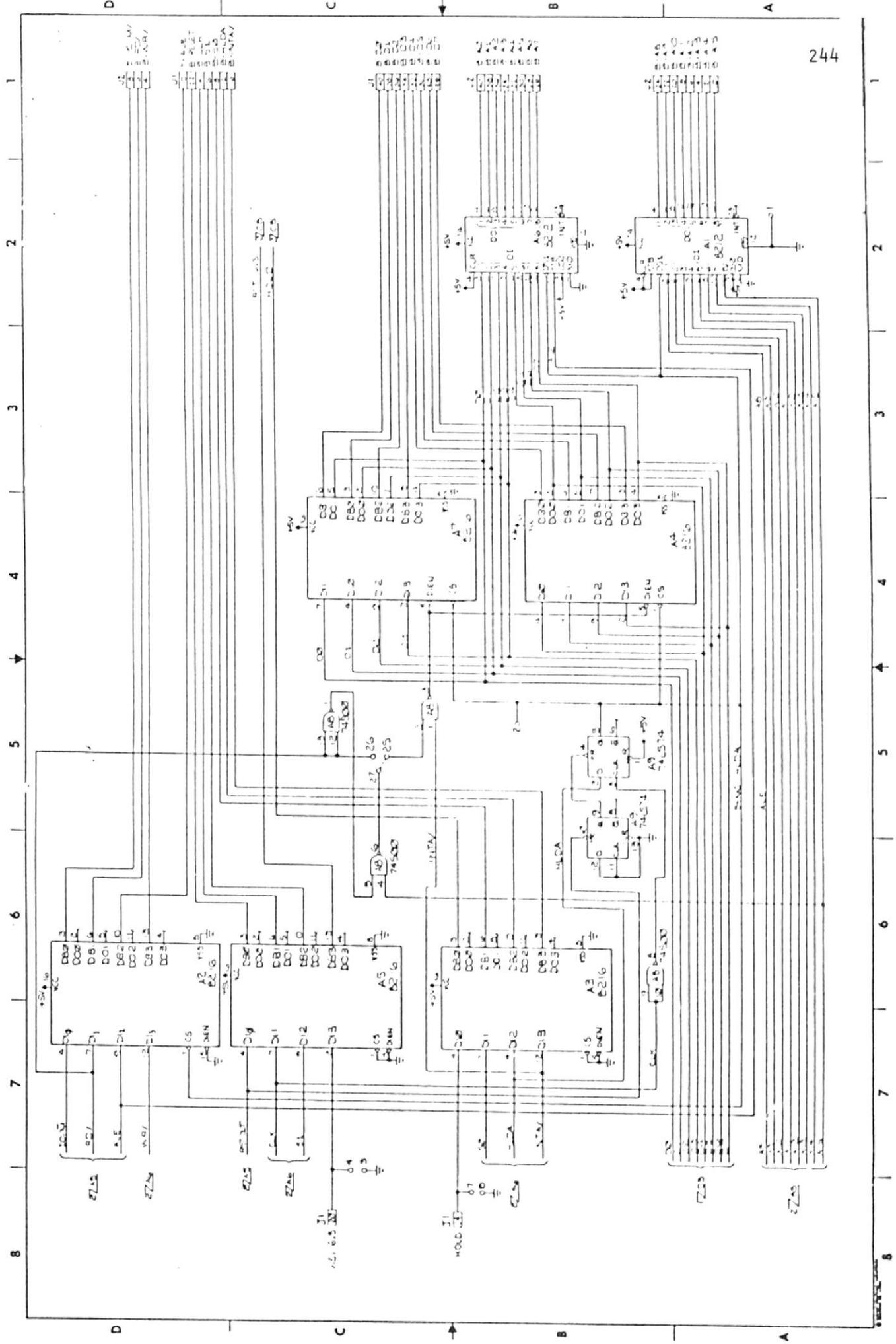
A P E N D I C E C

HX DEC OCT BINARIO ASCII	HX DEC OCT BINARIO ASCII	HX DEC OCT BINARIO ASCII
00 0 000 0000000 NULL	2B 43 053 0101011 + MAS	56 86 126 1010110 V
01 1 001 0000001 SOH	2C 44 054 0101100 , COMA	57 87 127 1010111 W
02 2 002 0000010 STX	2D 45 055 0101101 - MENOS	58 88 130 1011000 X
03 3 003 0000011 ETX	2E 46 056 0101110 . PUNTO	59 87 131 1011001 Y
04 4 004 0000100 EOT	2F 47 057 0101111 / DIAGONAL	5A 90 132 1011010 Z
05 5 005 0000101 ENQ	30 48 060 0110000 0 CERO	5B 91 133 1011011 [CORCH AB
06 6 006 0000110 ACK	31 49 061 0110001 1 UNO	5C 92 134 1011100 \ LIN INCL
07 7 007 0000111 BEL	32 50 062 0110010 2 DOS	5D 93 135 1011101 [CORCH CD
08 8 010 0001000 BS	33 51 063 0110011 3 TRES	5E 94 136 1011110 ^ SOMBREADO
09 9 011 0001001 HT	34 52 064 0110100 4 CUATRO	5F 95 137 1011111 _ LIN BAJA
0A 10 012 0001010 LF	35 53 065 0110101 5 CINCO	60 96 140 1100000 ` AFOSTROF
0B 11 013 0001011 VT	36 54 066 0110110 6 SEIS	61 97 141 1100001 a
0C 12 014 0001100 FF	37 55 067 0110111 7 SIETE	62 98 142 1100010 b
0D 13 015 0001101 CR	38 56 070 0111000 8 OCHO	63 97 143 1100011 c
0E 14 016 0001110 SO	39 57 071 0111001 9 NUEVE	64 100 144 1100100 d
0F 15 017 0001111 SI	3A 58 072 0111010 : DOS FUNT	65 101 145 1100101 e
10 16 020 0010000 DLE	3B 59 073 0111011 ; FUN Y CD	66 102 146 1100110 f
11 17 021 0010001 DC1	3C 60 074 0111100 < MAYOR	67 103 147 1100111 g
12 18 022 0010010 DC2	3D 61 075 0111101 = IGUAL	68 104 150 1101000 h
13 19 023 0010011 DC3	3E 62 076 0111110 > MENOR	69 105 151 1101001 i
14 20 024 0010100 DC4	3F 63 077 0111111 ? SIG INT	6A 106 152 1101010 j
15 21 025 0010101 NAK	40 64 100 1000000 @ ARRORA	6B 107 153 1101011 k
16 22 026 0010110 SYN	41 65 101 1000001 A	6C 108 154 1101100 l
17 23 027 0010111 ETB	42 66 102 1000010 B	6D 109 155 1101101 m
18 24 030 0011000 CAN	43 67 103 1000011 C	6E 110 156 1101110 n
19 25 031 0011001 EM	44 68 104 1000100 D	6F 111 157 1101111 o
1A 26 032 0011010 SUB	45 69 105 1000101 E	70 112 160 1110000 p
1B 27 033 0011011 ESC	46 70 106 1000110 F	71 113 161 1110001 q
1C 28 034 0011100 FS	47 71 107 1000111 G	72 114 162 1110010 r
1D 29 035 0011101 GS	48 72 100 1001000 H	73 115 163 1110011 s
1E 30 036 0011110 RS	49 73 111 1001001 I	74 116 164 1110100 t
1F 31 037 0011111 US	4A 74 112 1001010 J	75 117 165 1110101 u
20 32 040 0100000 SP ESPACIO	4B 75 113 1001011 K	76 118 166 1110110 v
21 33 041 0100001 ! EXCLAMAC	4C 76 114 1001100 L	77 119 167 1110111 w
22 34 042 0100010 " COMILLAS	4D 77 115 1001101 M	78 120 170 1111000 x
23 35 043 0100011 # NUMERO	4E 78 116 1001110 N	79 121 171 1111001 y
24 36 044 0100100 \$ DOLAR	4F 79 117 1001111 O	7A 122 172 1111010 z
25 37 045 0100101 % PORCENT	50 80 120 1010000 P	7B 123 173 1111011 [LLAVE AP
26 38 046 0100110 & I	51 81 121 1010001 Q	7C 124 174 1111100 I LIN VERT
27 39 047 0100111 ' TILDE	52 82 122 1010010 R	7D 125 175 1111101) LLAVE LP
28 40 050 0101000 (PAREN AB	53 83 123 1010011 S	7E 126 176 1111110 ~ LIN ALTA
29 41 051 0101001) PAREN CD	54 84 124 1010100 T	7F 127 177 1111111 DEL
2A 42 052 0101010 * ASTERISC	55 85 125 1010101 U	

A P E N D I C E D



1 2 3 4 5 6 7 8



8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

D C B A

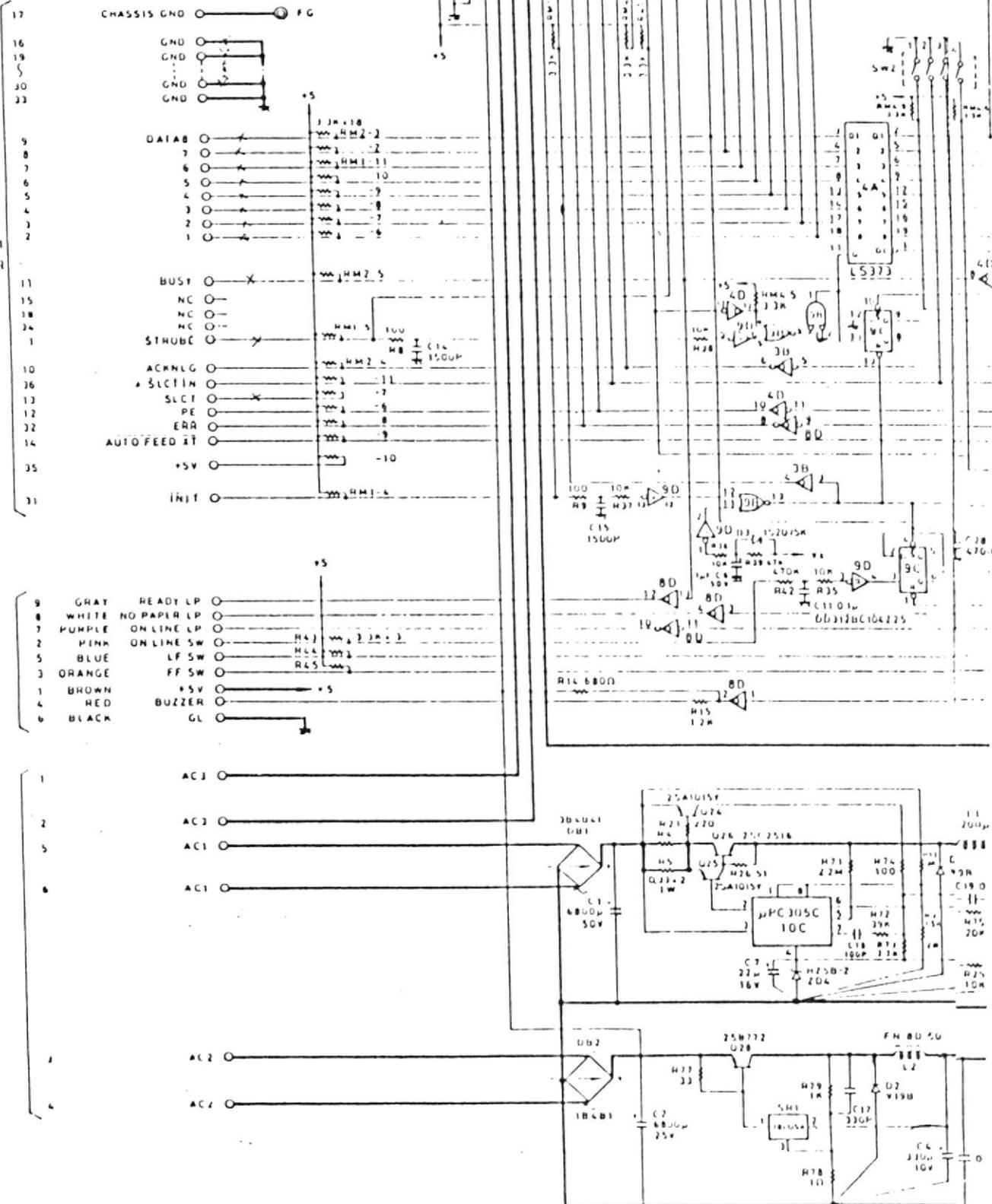
D C B A

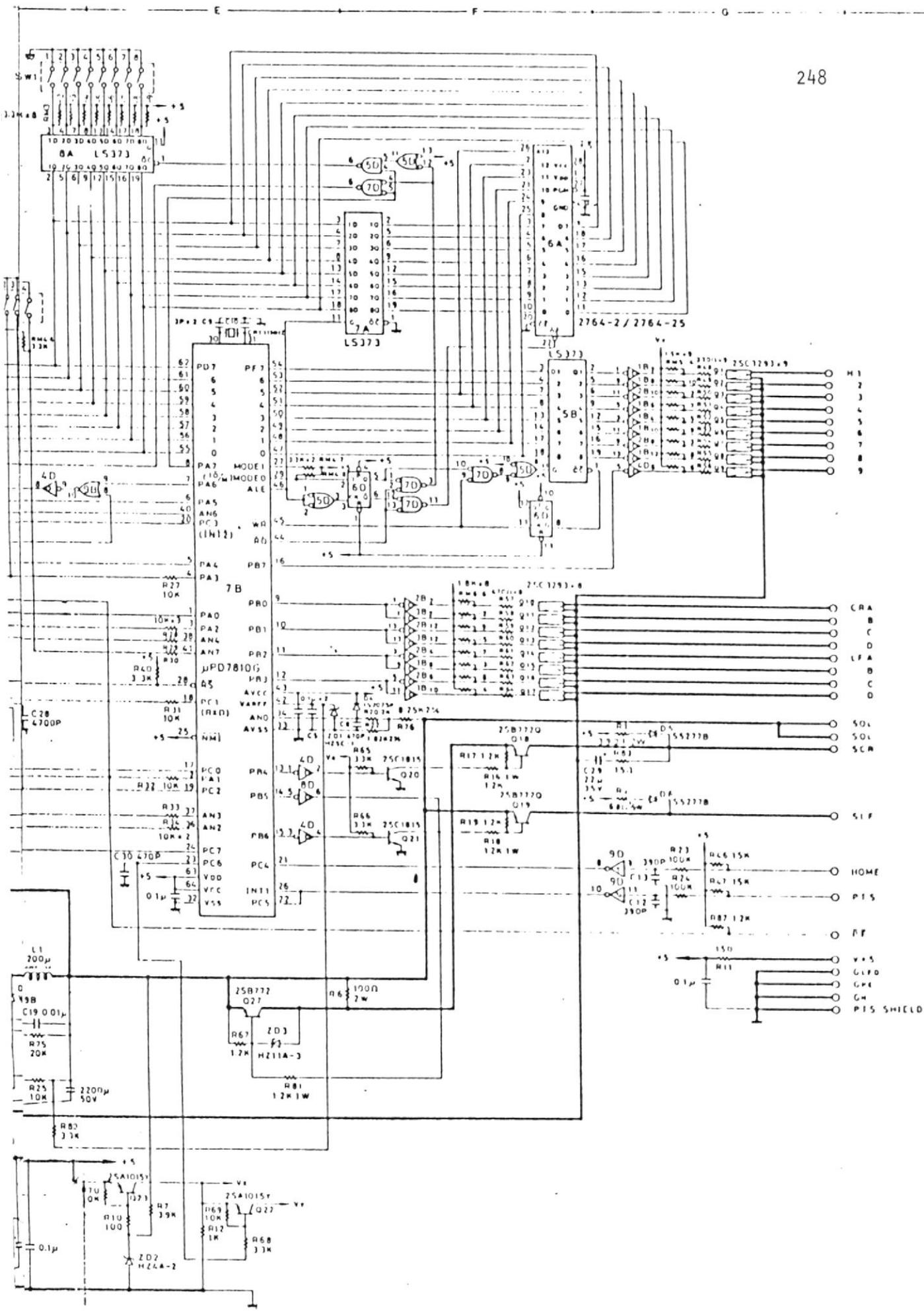
APENDICE E

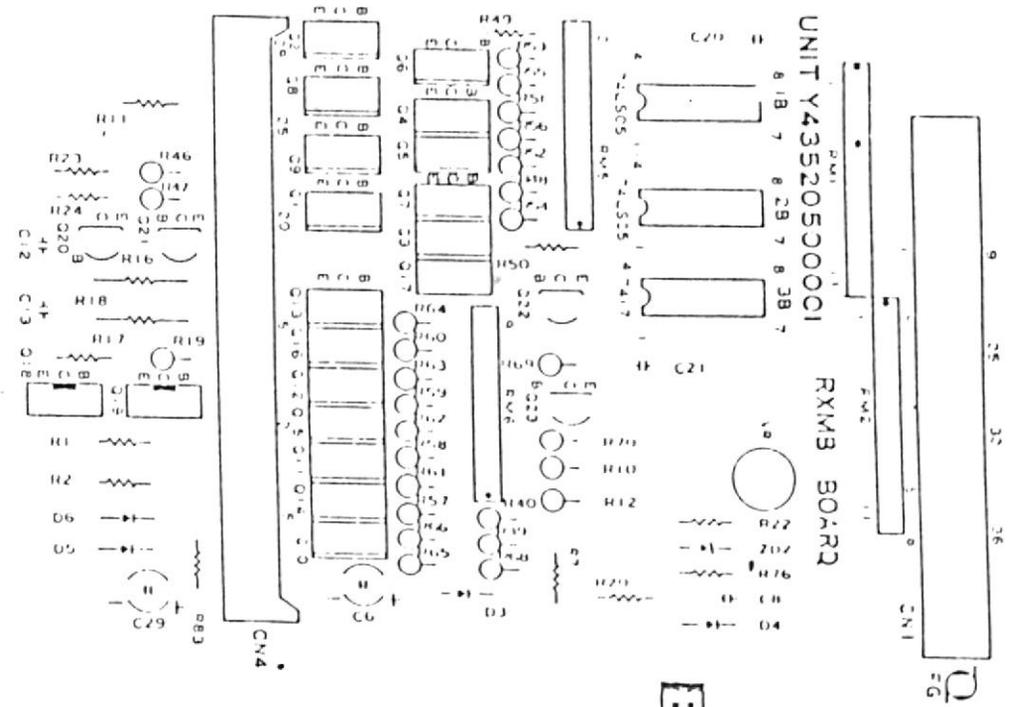
TO INTERFACE BOARD

CN3

16 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100

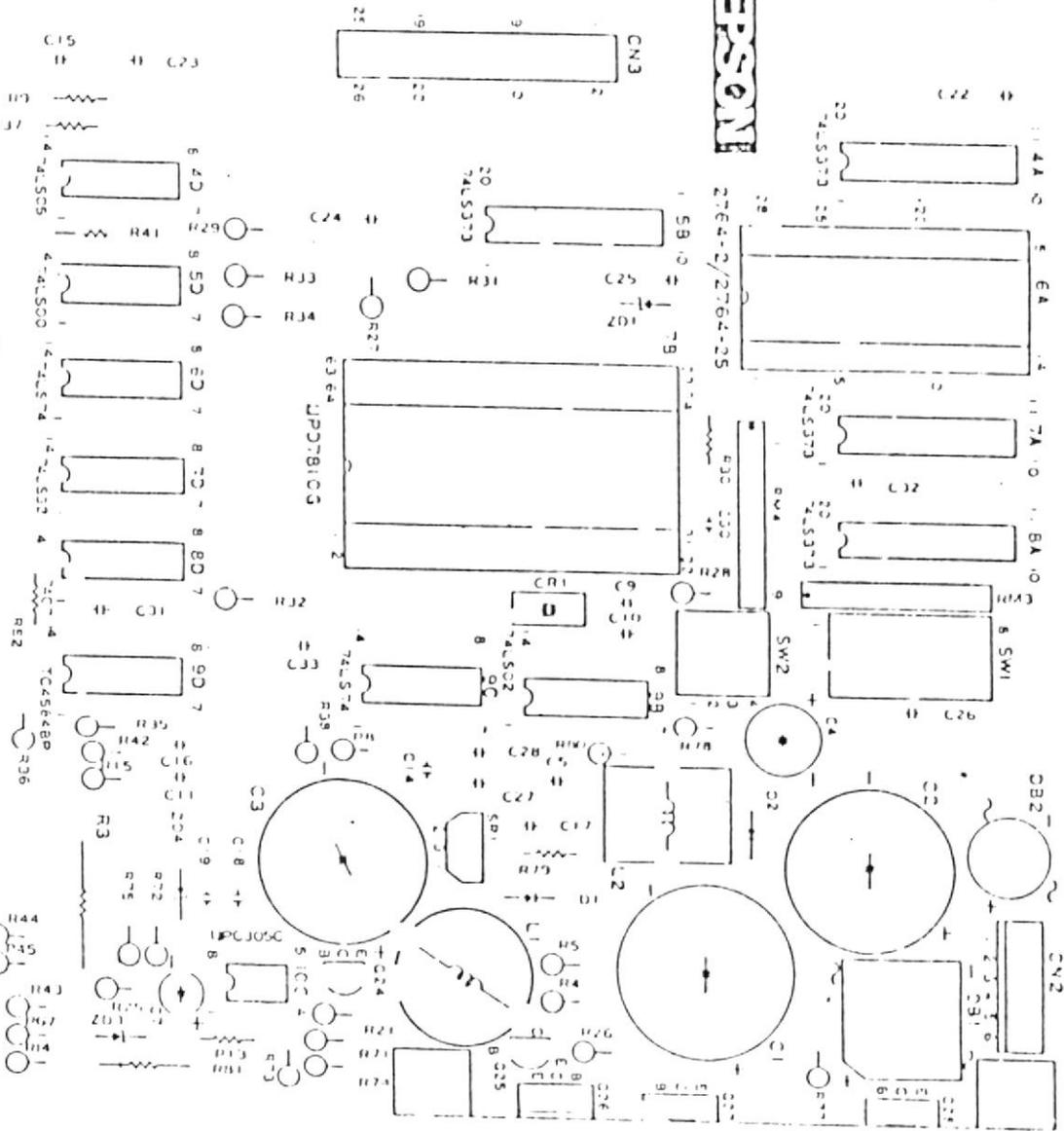






EPSON

276-4-2/276-4-25



HCN-PCB-147F

5 B K K A N A N A

BIBLIOGRAFIA

1. MOTOR PROTECTION, W.A. Elmore, 1984, P.H.
2. SEMINARIO DE PROTECCION ELECTRICA, VOL. II, Fac. de Ingeniería Eléctrica, ESPOL, 1985.
3. SOLID STATE RELAY, H. Williams Collins, McGraw - Hill., 1.985.
4. POWER SYSTEM PROTECTION, Static Relay T.S.Madhava Rao MacGraw - Hill, 1981.
5. Desarrollo de un relé de sobrecorriente basado en un microcomputador. A.D. Parker G.E.C., Measurements, 1.985.
6. Microprocesador, Fundamentos y Diseños, Aplicaciones en la industria y en los microcomputadores. José M. Angulo, Paraninfo, 1.984.
7. APUNTES DE CLASE DE LA MATERIA MAQUINAS Y TRANSFORMADO-RES, Fac. de Ingeniería Eléctrica, ESPOL, 1.984.
8. TTL DATA BOOK: Texas Instruments Incs. 1.985.
9. INTEL Corporation "SDK-85 System Design Kit, User's -- Manual "Intel Corporation, Santa Clara, California, 1.982.
10. INTERFACE CIRCUITS DATA BOOK, Texas Instruments, 1.987.