

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION



“ANALISIS DE CONTINGENCIAS EN EL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO CON EL USO DEL PROGRAMA ANAREDE ”

TESIS PRESENTADA A LA FACULTAD DE INGENIERIA EN
ELECTRICIDAD Y COMPUTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION POTENCIA

Por:

**CARLOS ALONSO CORRAL TAMAYO
JUAN JOSE MAYORGA RONQUILLO
YAMIL EDUARDO FRANCO RUIZ**

GUAYAQUIL - ECUADOR

1997



AGRADECIMIENTOS

INGENIERO JORGE CHIRIBOGA VASCONEZ
ENGENHEIRO MARCELOS GROETAERS DOS SANTOS
INGENIERO JUAN SAAVEDRA MERA
INGENIERO OTTO ALVARADO MORENO
INGENIERO SAMUEL SOSA ARAGUNDI
INGENIERO GABRIEL FRANCO RUIZ
INGENIERO GUSTAVO BERMUDEZ FLORES
INGENIERO ALBERTO MANZUR HANNA
INGENIERO CRISTOBAL MERA
INGENIERO CARLOS VILLAFUERTE
INGENIERO ARMANDO ALTAMIRANO
INGENIERO HERNAN GUTIERREZ



MIEMBROS DEL TRIBUNAL

ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES
Miembro del Jurado

ING. JUAN SAAVEDRA MERA
Miembro del Jurado

ING. JORGE CHIRIBOGA VASCONEZ
Director de Tesis

ING. ARMANDO ALTAMIRANO
Sub-Decano de la FIEC.



DECLARACION EXPRESA

“ La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis de grado, nos corresponden exclusivamente, y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ”.

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA
ESPOL).

CARLOS ALONSO CORRAL TAMAYO

JUAN JOSE MAYORGA RONQUILLO

YAMIL EDUARDO FRANCO RUIZ



RESUMEN

El proyecto de Tesis Compartida fue desarrollado con el objetivo de realizar el estudio del Sistema Nacional Interconectado mediante el uso de métodos computacionales los cuales faciliten el proceso de cálculo.

Para ello se utilizó el software ANAREDE V05-01/95 desarrollado por el Centro de Pesquisas de Energia Eléctrica-CEPEL con sede en Brasil y utilizado por la Empresa ELETROBRAS.

Los pasos para la correcta utilización del programa fueron desarrollados como parte de la Tesis e incluidos como un capítulo importante dentro de la misma, además se desarrolló una interfase con el objetivo principal de disminuir la posibilidad de cometer errores durante el ingreso de datos, ya que trabaja en ambiente Windows. Este software quedará instalado en las computadoras de la Facultad y servirá como material de estudio para las futuras generaciones de la Especialización Potencia reemplazando a los programas existentes que en la actualidad son obsoletos.

La interfase fue ampliamente probada con el Sistema Nacional Interconectado bajo condiciones normales y de contingencias en carga máxima y mínima, arrojando resultados muy satisfactorios, se incluye un ejemplo de una corrida y su respectivo análisis.



INDICE GENERAL

RESUMEN	IV
INDICE GENERAL	V
INTRODUCCION	VII

I. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE POTENCIA.

1.1 CONCEPTOS BASICOS DE UN SISTEMA DE POTENCIA	9
1.2 ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE POTENCIA	12
1.3 FLUJO DE POTENCIA	20
1.3.1 INTRODUCCION A LA SOLUCION DEL FLUJO DE POTENCIA	20
1.3.2 METODO NEWTON - RAPHSON	32
1.3.2.1 INTRODUCCION AL METODO NEWTON-RAPHSON	32
1.3.2.2 APLICACION DE NEWTON - RAPHSON PARA LA SOLUCION DEL FLUJO DE POTENCIA	36
1.3.3 METODO DE DESACOPLADO RAPIDO	40
1.3.4 ANALISIS DE CONTINGENCIAS	48

II. OPERACION Y CONTROL DEL PROGRAMA ANAREDE DATOS DE ENTRADA Y PROCESO PARA LA REALIZACION DE CORRIDAS

2.1 GENERALIDADES Y CAPACIDAD DEL PROGRAMA	53
2.2 REQUERIMIENTOS DEL ARCHIVO DE ENTRADA DE DATOS	55
2.2.1 TITULO Y COMENTARIOS DEL CASO (TITU)	56
2.2.2 ESPECIFICACION DE LAS CONSTANTES DEL SISTEMA (DCTE).....	56
2.2.3 DATOS DE LAS BARRAS (DBAR)	58
2.2.4 DATOS DE LAS LINEAS Y TRANSFORMADORES (DLIN).....	61
2.2.5 LIMITES DE VOLTAJE PERMISIBLES P.U. (DGLT).....	64
2.2.6 NUMERO Y NOMBRE DEL AREA (DARE)	65
2.2.7 CODIGOS DE EJECUCION (EXLF)	65
2.2.8 CODIGOS DE EJECUCION PARA ARCHIVO HISTORICO (ARQV)	66



2.2.9 DATOS DEL CASO O DE LOS CASOS DE CONTINGENCIA (DCTG).....	68
2.2.10 CODIGOS DE EJECUCION PARA CASOS DE CONT. (EXCT).....	73
2.2.11 CODIGO DE EJECUCION FIN (FIM).....	74
2.3 METODO PARA LA REALIZACION DE UNA CORRIDA EN ANAREDE	75
2.3.1 CREACION DEL ARCHIVO HISTORICO	77
2.3.2 EJEMPLO DEL INGRESO PARA CORRIDA EN ANAREDE.....	79

III. INTERFASE PARA INGRESO DE BASE DE DATOS

3.1 INTRODUCCION	83
3.2 EXPLICACION DE LA PROGRAMACION DE LA INTERFASE.....	83
3.2.1 ARCHIVOS INDICES Y BASES DE DATOS DE LA INTERFASE	84
3.2.2 PROGRAMAS DE ENLACE DE LA INTERFASE	91

IV. MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA FLUJO 1997

(INTERFASE DE PROGRAMA DE FLUJO DE POTENCIA ANAREDE).....	96
-----------------------------------------------------------	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
ANEXOS	155
BIBLIOGRAFIA	205



INTRODUCCION

En los actuales momentos el crecimiento de la demanda eléctrica en toda sociedad afecta a los Sistemas Eléctricos de Potencia lo cual involucra de manera directa al funcionamiento y desarrollo de todos los sistemas económicos / financieros los que repercuten directamente en el sector productivo de las sociedades modernas.

Un sistema eléctrico de potencia involucra varios pasos importantes como son: generación, transporte y distribución, si uno de ellos se ve afectado por cualquier causa o contingencia, afecta a todo el sistema eléctrico provocando problemas graves de falta de continuidad del servicio, lo que afecta a todos los estratos sociales, comerciales, bancarios etc, causando pérdidas cuantiosas en la economía del país.

Para prevenir dificultades técnicas de esta índole, existen algunas normas bien definidas a seguirse, tanto por las personas (profesionales calificados) que se encuentra al frente de las Empresas Eléctricas, como de los usuarios en general, así el mejor método es un buen sistema de planificación, monitoreo y control, un adecuado equipamiento, métodos preventivos y correctivos para cualquier falla, oportuno mantenimiento del equipo instalado durante toda la operación del sistema eléctrico, buen uso de la energía.

Como ayuda para lograr un correcto funcionamiento del Sistema eléctrico, nos valemos de herramientas y métodos computacionales desarrollados matemáticamente, los cuales nos facilitan los cálculos de manera rápida y eficaz.



Una de estas herramientas, utilizada en los sistemas eléctricos del Brasil, y actualmente probada como objeto de estudio en la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, es el programa de Flujo de Potencia "Anarede" desarrollado por el Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - CEPEL y usada por la empresa ELETROBRAS.

El programa ANAREDE es un dispositivo computacional, que desarrolla problemas matemáticos largos y complejos, basados en dos métodos como son: Newton Raphson y Desacoplado Rápido.

La tesis consistirá en suministrar información detallada y de fácil comprensión a más de una interfase del programa la cual irá dirigida a estudiantes de la carrera de Potencia, cuyo uso consistirá en la aplicación del mismo en las materias.



CAPITULO 1

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE POTENCIA

1.1 CONCEPTOS BASICOS DE UN SISTEMA DE POTENCIA

Un sistema eléctrico de Potencia como ya se mencionó, consta específicamente de los siguientes pasos importantes:

- GENERACION
- TRANSMISION
- DISTRIBUCION

GENERACION

El proceso de generación es el primer paso de un sistema eléctrico grande y complejo, la generación es el cambio de un cierto tipo de energía en energía eléctrica, apoyándonos con máquinas eléctricas giratorias, los cuales son los generadores. La mayor parte de la generación eléctrica en nuestro país proviene de centrales hidroeléctricas y un porcentaje menor de centrales térmicas.

Las centrales hidroeléctricas transforman la energía potencial del salto de agua en energía eléctrica y por lo tanto requiere ubicarse en una zona que cumpla geográficamente dichas especificaciones. Por lo general estas condiciones se



presentan en lugares muy lejanos de los centros principales de consumo, por lo cual se hace imperativo el uso de líneas de transporte para la distribución de la energía eléctrica generada.

Las centrales hidroeléctricas, implican elevados costos económicos en su implementación y puesta en marcha, debido al gran tamaño de la infraestructura civil, que esta conlleva en su construcción, por lo tanto es necesario una correcta planificación para años posteriores a su creación.

Las centrales térmicas, a diferencia de las hidroeléctricas pueden ubicarse dentro del área del perímetro urbano, ya que ocupan menos tamaño, y la presencia del agua es necesaria solo para fines específicos pero no fundamentales.

Las centrales térmicas emplean ciertos tipos de combustibles fósiles como son: gas, diesel, aceite, carbón, etc.

Los mayores costos que involucran una planta térmica se encuentran en su operación, mas no en su construcción.

En Ecuador para 1997 las fuentes generadoras del Sistema Nacional Interconectado, se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

CENTRAL	TIPO	GENERADORES	POTENCIA (MW)
AGOYAN	HIDRAULICA	2	150
ESMERALDAS	TERMICA	1	125
GUANGOPOLO	TERMICA	6	25
PAUTE AB	HIDRAULICA	5	500
PAUTE C	HIDRAULICA	5	575
PUCARA	HIDRAULICA	2	72
SALITRAL	TERMICA	2	138
SANTA ROSA	TERMICA	3	50



TRANSMISION Y DISTRIBUCION

La transmisión es la unión física entre la generación y la distribución, es decir es el transporte de la energía generada hacia las subestaciones distribuidoras ubicadas específicamente cerca de los centros de consumo.

Una vez que los generadores de las centrales hidroeléctricas o térmicas, generan a tensiones específicas, estas son transformadas a tensiones de transporte, y por medio de líneas de transmisión, se los lleva a su destino.

En nuestro país se genera a tensiones de 13.8 KV. luego se la transforma a niveles de transmisión los cuales son 230 o 138 KV. a fin de reducir pérdidas en el proceso de transporte, debido a las caídas de tensión provocadas por las grandes distancias recorridas por los conductores, en las subestaciones se transforma la tensión a niveles de consumo los que se encuentran en las mallas de distribución dentro del área urbana, estos están a 69 KV y 13.8 KV terminando en las redes de baja tensión, que por medio de transformadores de distribución colocan la tensión en niveles de 220 /110 V. que son valores típicos de nuestro sistema.

En su gran mayoría, las líneas de transmisión de alta tensión son aéreas y atraviesan zonas de difícil acceso, por tal motivo el tendido de líneas debe ser realizado considerando posibles aumentos de carga en el futuro.

Las redes de baja tensión circulan por todas las ciudades y los usuarios reciben la energía directamente de ellas.



1.2 ANALISIS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE POTENCIA

Los componentes de mayor interés en un sistema de potencia típico, que se necesita representar para efectos de análisis son los siguientes:

- Generadores
- Líneas de transmisión
- Transformadores
- Elementos capacitivos y reactivos

De los cuales necesitamos conocer sus valores y características nominales en valores en Por Unidad P.U. (valor real / valor base) entre ellos resistencias, inductancias, potencias reales, imaginarias, reactivas, ángulos, tensiones, tap, ltc, barras, etc.

GENERADORES

Existen diversos tipos de generadores, sin embargo en sistemas de potencia generalmente se usan generadores sincrónicos los cuales son máquinas de corriente alterna cuya velocidad en régimen permanente es proporcional a la frecuencia de la corriente que alimenta su inducido a la velocidad de sincronismo el campo magnético giratorio creado por la corriente en el inducido gira a la misma velocidad que el creado por la corriente de excitación resultando así un par constante.

Las máquinas sincrónicas se clasifican por construcción de su rotor en:

- Rotor cilíndrico
- Polos salientes

ROTOR CILINDRICO.- La construcción del rotor cilíndrico es propia de generadores sincrónicos impulsados por turbinas de vapor, los cuales son conocidos como turbo-alternadores o generadores de turbina.

Las turbinas de vapor operan a velocidades relativamente altas de 1800 y 3600 r.p.m. para 60 Hz. consideradas para la construcción del rotor cilíndrico que debido a su rigidez fácilmente resiste las fuerzas centrífugas desarrolladas en los grandes tamaños, a esas velocidades. Además lo suave del contorno del rotor sirve para pérdidas reducidas del embobinado y para una operación silenciosa.

POLOS SALIENTES.- Se utilizan en generadores sincrónicos de baja velocidad tales como los impulsados por ruedas de agua. Debido a sus bajas velocidades los generadores de polos salientes requieren de un alto número de polos, esto resulta del hecho de que en una revolución el voltaje se desplaza $P/2$ ciclos y la relación entre la frecuencia y la velocidad es.

$$f = P n_{\text{sinc}} / 120 \quad (1)$$

donde:

P = número de polos

n_{sinc} = velocidad sincrónica en r.p.m.

f = frecuencia

La estructura de un rotor de polos salientes es más sencilla y económica de construirse que lo que sería un rotor cilíndrico con un mayor número de polos.

El circuito equivalente de un generador de corriente alterna es el que se muestra en la figura No 1:

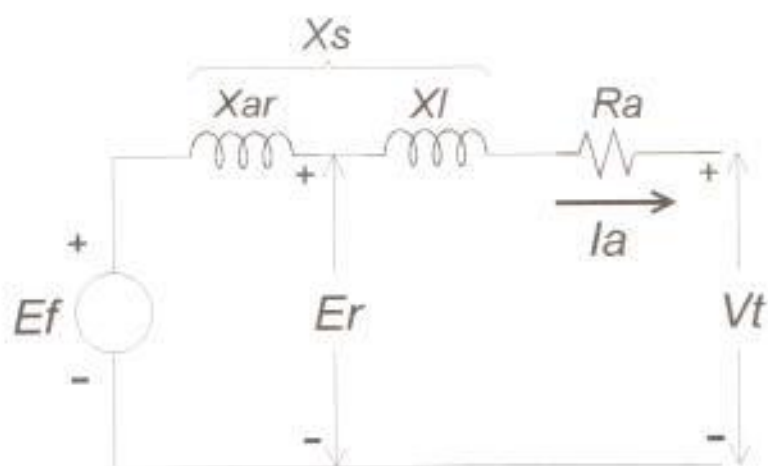


FIG. No 1 CIRCUITO EQUIVALENTE DEL GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA

la fórmula viene dada por:

$$V_t = E_f - I_a (R_a + jX_s) \quad (2)$$

donde:



V_t = Voltaje en los terminales del generador

E_f = Voltaje generado sin carga

I_a = Corriente de armadura

R_a = Resistencia de los devanados de la armadura

X_s = Reactancia sincrónica

Siempre en un sistema de potencia se necesita saber la potencia real, aparente, voltaje nominal del generador de corriente alterna.

LINEAS DE TRANSMISION

Una línea de transmisión es la unión física entre dos barras de un sistema de potencia. Las líneas de transmisión requieren un estudio de la carga a la cual se va a alimentar, la distancia a la cual se encuentra dicha carga desde la central de generación, condiciones atmosféricas a la que la línea va a estar expuesta por la zona en la que se la va a ubicar, algunos parámetros mecánicos como torsión, rigidez, esfuerzo, etc. También se debe conocer la magnitud de la corriente que debe resistir, así como la tensión que va a soportar.

El circuito equivalente para una línea de transmisión tipo "pi" de un sistema eléctrico de potencia, de longitud media (la cual es la usada en el S.N.I. y tiene un rango de 50 - 150 millas aprox.) es el que se muestra en la figura No 2:

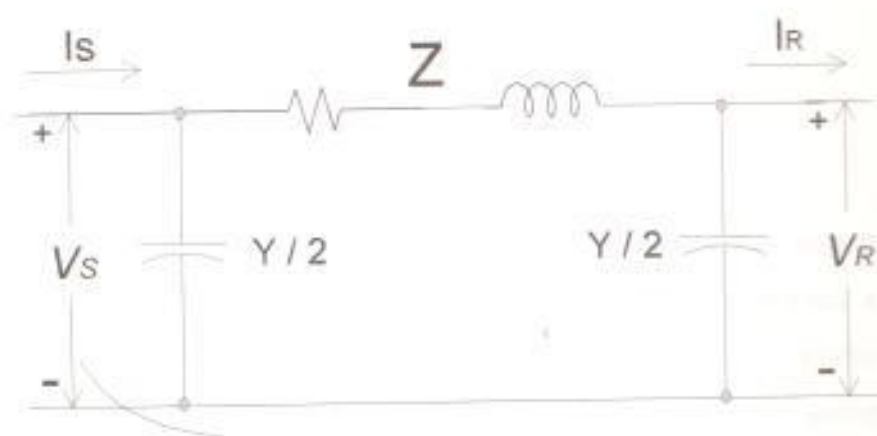


FIG. No 2 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA LINEA DE TRANSMISION TIPO "PI"

La admitancia total se encuentra dividida en dos partes iguales colocadas en los extremos de la línea.

Su fórmula característica viene dada por:

$$V_s = (ZY/2 + 1) V_R + Z I_R \quad (3)$$

donde:

V_s = Voltaje en el transmisor

Z = Impedancia total en serie por fase

Y = Admitancia en paralelo entre fase y neutro

V_R = Voltaje del receptor

I_R = Corriente del extremo receptor

TRANSFORMADORES

El transformador es un equipo indispensable en un sistema de potencia ya que nos permite aumentar y/o disminuir la tensión y la corriente de acuerdo a nuestras necesidades o las necesidades del sistema. El funcionamiento del transformador es muy simple tiene su tensión de entrada y su tensión de salida dependiendo si es transformador elevador o transformador reductor. Su circuito equivalente es el que se muestra en la figura No 3:

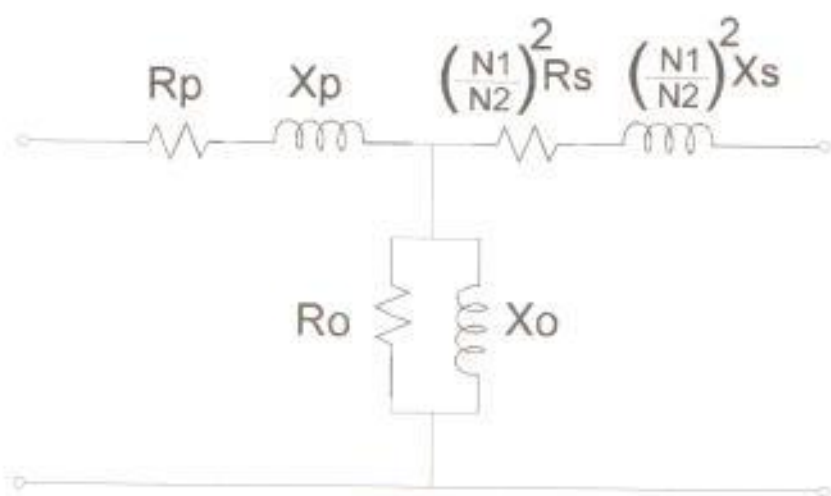


FIG. No 3 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN TRANSFORMADOR

Las resistencias y reactancias del circuito equivalente monofásico del transformador referido al devanado primario son determinadas mediante las pruebas de cortocircuito y de circuito abierto, en ausencia de la información completa de cada devanado los dos ramales de la red en "T" puede ser cada uno asumido como la mitad de la impedancia total del transformador.

En transformadores de potencia la corriente tomada por el ramal en paralelo generalmente es de un porcentaje menor con respecto a la corriente de carga lo que nos permite despreciar a dicho ramal.

TRANSFORMADOR CAMBIADOR DE TOMA CON CARGA (LTC)

El cambio de las tomas es automático y operado por motores que responden a relevos colocados de manera de mantener el voltaje constante, y así no interrumpir la corriente, lográndose cambiar el nivel del voltaje. El diagrama esquemático de un cambiador de toma con carga es el que se muestra en la figura No 4:

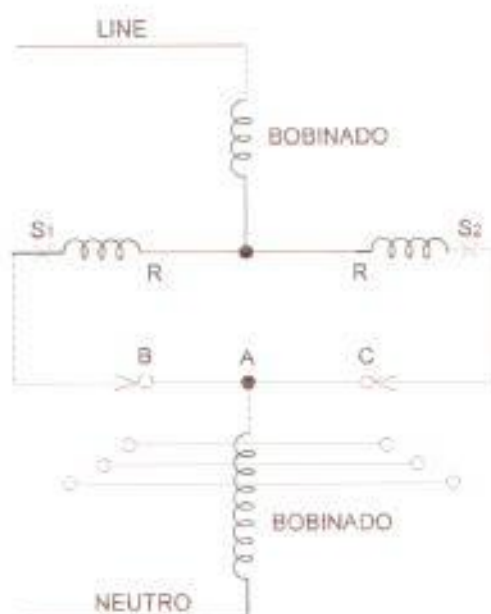


FIG. No 4 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN INTERCAMBIADOR DE TAP

En la posición mostrada el voltaje está al máximo y la corriente se divide en dos partes iguales en la bobina "R" resultando un flujo igual a cero y una mínima



impedancia. Al reducir el voltaje S1 abre y la corriente total pasa a través de la otra mitad del reactor. El selector del switch B se mueve al siguiente contacto y S1 cierra. La corriente circulante ahora fluye en la R superpuesta a la corriente de carga. S2 ahora abre y C se mueve hacia el siguiente tap S2 entonces cierra y la operación habrá finalizado.

Existen seis operación del switch que son requeridos para un cambio en la posición del tap.

CAPACITORES Y REACTORES

Los capacitores en paralelo realizan la función de suministrar reactivos al sistema de potencia cuya característica viene dada en MVar nominales.

Los reactores trabajan como cargas que consumen potencia reactiva que también es especificado en MVar nominales pero con signo negativo.

Los capacitores en paralelo son conectados ya sea directamente a la barra de voltaje o al devanado del terciario de un transformador principal y están dispuestos a lo largo de la ruta para minimizar las pérdidas y las caídas de voltaje. Desafortunadamente así como el voltaje cae los Vars producidos ya sea por el capacitor en paralelo o el reactor también caen, de este modo cuando necesitamos mas de su efectividad, estos decaen.

COMPENSADORES SINCRONICOS

Un compensador sincrónico es un motor sincrónico en funcionamiento sin carga mecánica y depende del valor de la excitación y este puede absorber o generar



potencia reactiva. Así como las pérdidas son considerables comparadas con el capacitor estático, el factor de potencia no es cero. Cuando se lo utiliza con un regulador de voltaje el compensador puede automáticamente funcionar sobreexcitado con gran carga y baja excitación con poca carga.

1.3 FLUJO DE POTENCIA

1.3.1 INTRODUCCION A LA SOLUCION DEL FLUJO DE POTENCIA

Cuando se tiene un sistema de potencia complejo, con un número de barras elevado, varios generadores, transformadores, líneas de transmisión numerosas, es necesario la ayuda de sistemas computacionales para su resolución matemática. En el caso de esta Tesis, dicho programa computacional es "ANAREDE" y los métodos matemáticos que este programa emplea en la resolución del sistema de flujo de potencia son:

- Método Newton Raphson
- Método de desacoplado rápido

Cuando se habla de un sistema de potencia complejo se hace referencia al sentido o dirección del flujo de potencia es decir si está generando o si está absorbiendo potencia cuando se especifica un voltaje y una corriente.

Los datos en por unidad de cada componente del sistema de potencia, nos sirven para formar la matriz admitancia, la cual será resuelta por el método escogido en el programa computacional que se use como herramienta.

En la resolución del problema de flujo de potencia es necesario formar la matriz admitancia, conformada por admitancias propias y mutuas que se hallan en el sistema de potencia, el cual es representado por su diagrama unifilar. Como podemos observar en el ejemplo mostrado en la figura No 5:

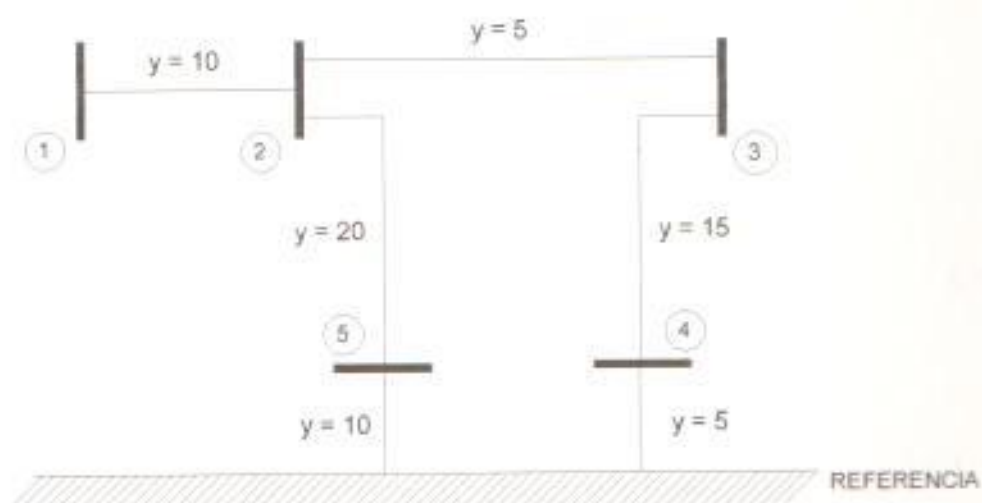


FIG. No 5 EJEMPLO DE UN SISTEMA DE POTENCIA

Forma característica de la matriz admitancia Y barra :

$$\begin{bmatrix}
 Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} & Y_{14} & Y_{15} \\
 & Y_{22} & Y_{23} & Y_{24} & Y_{25} \\
 & & Y_{33} & Y_{34} & Y_{35} \\
 & & & Y_{44} & Y_{45} \\
 & & & & Y_{55}
 \end{bmatrix}$$

En donde:

Y_{ii} = Admitancia propia

$$Y_{ii} = \Sigma y \text{ que llegan a la barra } i \quad (4)$$

Y_{ij} = Admitancia mutua

$$Y_{ij} = -y_{ij} \quad (5)$$

Para el ejemplo citado, utilizando las fórmulas (4) y (5) tenemos:

Admitancias propias

$$Y_{11} = 10$$

$$Y_{22} = 35$$

$$Y_{33} = 20$$

$$Y_{44} = 20$$

$$Y_{55} = 30$$



Admitancias mutuas

$$Y_{12} = -10$$

$$Y_{13} = 0$$

$$Y_{14} = 0$$

$$Y_{15} = 0$$

$$Y_{21} = -10$$

$$Y_{23} = -5$$

$$Y_{24} = 0$$

$$Y_{25} = 0$$

$$Y_{31} = 0$$

$$Y_{32} = -5$$

$$Y_{34} = -15$$

$$Y_{35} = 0$$

$$Y_{41} = 0$$

$$Y_{42} = 0$$

$$Y_{43} = -15$$

$$Y_{45} = 0$$

$$Y_{51} = 0$$

$$Y_{52} = -20$$

$$Y_{53} = 0$$

$$Y_{54} = 0$$



Formando la matriz:

$$\begin{bmatrix} 10 & -10 & 0 & 0 & 0 \\ -10 & 35 & -5 & 0 & 0 \\ 0 & -5 & 20 & -15 & 0 \\ 0 & 0 & -15 & 20 & 0 \\ 0 & -20 & 0 & 0 & 30 \end{bmatrix}$$

Necesitamos también conocer los valores nominales de los transformadores, como su impedancia y sus tomas o taps disponibles, así como capacidades de capacitores en derivación. A más de eso se debe disponer de datos de algunos voltajes de barras así como potencias generadas, potencias de demanda e inyecciones de potencia por la línea de transmisión de tipo activa y reactiva.

En una barra típica i , el voltaje se representa de la siguiente manera:

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i = |V_i| (\cos \delta_i + j \operatorname{Sen} \delta_i) \quad (6)$$

La corriente total que se inyecta a la barra i viene dada en función de los elementos Y_{in} de Y_{barra} por la siguiente sumatoria:

$$I_i = Y_{i1}V_1 + Y_{i2}V_2 + \dots + Y_{iN}V_N = \sum_{n=1}^N Y_{in}V_n \quad (7)$$



Sean P_i y Q_i potencias reales y reactivas totales que entran a la red a través de la barra i teniéndose al complejo conjugado de la potencia como:

$$P_i - jQ_i = V_i^* \sum_{n=1}^N Y_{in} V_n \quad (8)$$

$$P_i - jQ_i = \sum_{n=1}^N |Y_{in} V_i V_n| \angle (\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (9)$$

Al desarrollar la ecuación anterior en su forma rectangular se determinó las partes real y reactiva a continuación:

$$P_i = \sum_{n=1}^N |Y_{in} V_i V_n| \cos (\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (10)$$

$$Q_i = - \sum_{n=1}^N |Y_{in} V_i V_n| \operatorname{Sen} (\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (11)$$

Las ecuaciones (9) y (10) constituyen la forma polar de *ecuaciones de flujo de potencia* ellas dan valores calculados para la potencias P_i y Q_i que entran a la red por la barra i . Siendo P_{gi} potencia programada que se genera en la barra i y P_{di} potencia programada de demanda que la carga necesita en esa



barra. Entonces $P_{i\text{prog}} = P_{gi} - P_{di}$ da la potencia programada total que es inyectada dentro de la red en la barra i .

Se nombra al valor calculado de P_i como $P_{i\text{calc}}$ y se llega a la definición del error ΔP_i como el valor programado $P_{i\text{prog}}$ menos el valor calculado $P_{i\text{calc}}$,

$$\Delta P_i = P_{i\text{prog}} - P_{i\text{calc}} = (P_{gi} - P_{di}) - P_{i\text{calc}} \quad (12)$$

De la misma manera para potencia reactiva en la barra i se tiene:

$$\Delta Q_i = Q_{i\text{prog}} - Q_{i\text{calc}} = (Q_{gi} - Q_{di}) - Q_{i\text{calc}} \quad (13)$$

Los valores $P_{i\text{prog}}$ y $Q_{i\text{prog}}$ generalmente difieren a los que fueron calculados mediante la solución del problema de flujo de potencia $P_{i\text{calc}}$ y $Q_{i\text{calc}}$ pero si estos llegasen a ser iguales los errores ΔP_i y ΔQ_i serían igual a cero dando como resultado a las ecuaciones de balance de potencia:

$$g_i' = P_i - P_{i\text{prog}} = P_i - (P_{gi} - P_{di}) = 0 \quad (14)$$

$$g_i'' = Q_i - Q_{i\text{prog}} = Q_i - (Q_{gi} - Q_{di}) = 0 \quad (15)$$



Si una barra no tuviese generación ni carga sus términos serían cero, como se muestra en las ecuaciones (14) y (15). Para la solución de un problema de flujo de Potencia se requiere resolver las ecuaciones (10) y (11) para las cuales las incógnitas serían los voltajes de barra de las ecuaciones (14) y (15). En caso de que no se tuviere $P_{i\text{prog}}$ ni $Q_{i\text{prog}}$ no nos sería posible determinar los errores ΔP_i y ΔQ_i .

En una barra i existen cuatro incógnitas que son:

- $|V_i|$
- δ_i
- P_i
- Q_i

Pero disponemos únicamente de las ecuaciones (14) y (15) para resolver el problema de flujo de potencia, obligando a que se reduzca la cantidad de incógnitas, al mismo número de ecuaciones disponibles para lo cual clasificamos a las barras en tres tipos, en donde dos de estas cuatro cantidades tendrán que ser conocidas. Los tipos de barra son los siguientes:

- 1.- Barra de voltaje controlado
- 2.- Barra de carga
- 3.- Barra de compensación



BARRA DE VOLTAJE CONTROLADO

Es aquella en que la magnitud del voltaje es constante que para efectos de la realidad es un generador conectado al cual se le puede controlar su generación de Megawatts mediante su fuente de generación mecánica o de la excitación del generador. Esto quiere decir que sus valores conocidos son P_{gi} y $|V_i|$. Entonces podemos determinar el error ΔP_i en caso que conociéramos P_{di} . Por otro lado no podemos saber con exactitud el valor de Q_{gi} que se requiere para mantener $|V_i|$ haciendo que ΔQ_i no se la defina.

El ángulo del voltaje δ_i sería uno de los parámetros desconocidos haciendo que la ecuación (14) esté disponible para P_i . Al final de la resolución del flujo de potencia se habrá calculado Q_i con la ecuación (11). A esta barra también se la conoce como PV. Las barras que no poseen generación pueden ser capaces de controlar el voltaje, conociéndolas a estas como barras de voltaje controlado y por lo tanto la potencia que estas genera será igual a cero.

BARRA DE CARGA

Estas son aquellas que no poseen generación, es decir que P_{gi} y Q_{gi} son cero y que P_{di} y Q_{di} pertenecientes a la carga serán datos conocidos. En la realidad se conoce la potencia real y la reactiva se la determina a partir de un supuesto factor de potencia cuyo valor puede ser 0.85 o más, esta barra se la conoce como PQ ya que los valores $P_{iprog} = -P_{di}$ y $Q_{iprog} = -Q_{di}$ son datos conocidos, así como también los errores ΔP_i y ΔQ_i .

Las ecuaciones (14) y (15) sirven para determinar las incógnitas δ_i y $|V_i|$



BARRA DE COMPENSACION

El ángulo del voltaje de este tipo de barra servirá como referencia para los ángulos del resto de los voltajes de barra del sistema. El ángulo del voltaje de la barra de compensación no se lo requiere conocer ya que en las ecuaciones (10) y (11) tienen las diferencias voltaje-ángulo para calcular P_i y Q_i y por lo general δ_i se lo escoge como cero. Entonces $|V_i|$ será un valor conocido junto a δ_i . En estos tipos de barra no se definen errores por lo cual no se hace uso de las ecuaciones (14) y (15).

El motivo por el cual no se determina P_i y Q_i en las barras de compensación se debe a que si se juntan todas las barras del sistema se obtiene:

$$PL = \sum_{i=1}^N P_i = \sum_{i=1}^N P_{gi} - \sum_{i=1}^N P_{di} \quad (16)$$

Donde PL son las pérdidas $I^2 R$ en las líneas de transmisión y transformadores del sistema. Para lo cual se requiere que las corrientes por cada una de las líneas de transmisión hayan sido calculadas previamente las magnitudes y ángulos de los voltajes. Esto quiere decir que PL es inicialmente una incógnita al formularse el problema, y se desconoce P_g en la barra de compensación.

Una barra de compensación siempre debe ser una barra que posea generación.



La diferencia entre potencia reactiva total entregada por las barras de generación y aquella recibida por las cargas viene dada por:

$$\sum_{i=1}^N Q_i = \sum_{i=1}^N Q_{gi} - \sum_{i=1}^N Q_{di} \quad (17)$$

El parámetro $\sum_{i=1}^N Q_i$ involucra potencias reactivas de carga de la línea,

capacitores en paralelo y reactancias conectadas a las barras y las pérdidas de reactancias en serie de líneas de transmisión $I^2 X$.

VARIABLES DE ESTADO O VARIABLES DEPENDIENTES. - Son aquellos valores no ingresados como datos al estudio del flujo de potencia. Sus valores dependen de las cantidades de las otras barras. Al tener N_g barras de voltaje controlado sin tomar en cuenta la de compensación en el sistema de N barras, obtendremos $(2N - N_g - 2)$ ecuaciones con $(2N - N_g - 2)$ variables de estado. Al haberse determinado dichas variables dependientes habremos hallado el estado completo del sistema y las cantidades restantes que dependan de estas variables podrán ser calculadas. Cantidades como P_1 y Q_1 en la barra de compensación, Q_i en cada barra de voltaje controlado y las pérdidas de potencia PL del sistema, son ejemplos de funciones dependientes.

Las funciones P_i y Q_i de las ecuaciones (10) y (11) son no lineales de las variable de estado: δ_i y $|V_i|$ para lo cual se hace uso de técnicas iterativas



para sus cálculos como son: Método de Newton - Raphson y Método de Desacoplado rápido.

RESUMEN DEL PROBLEMA DE FLUJO DE POTENCIA

Tipo de barra	No. de barras	Cantidades especificadas	No. de ecuaciones disponible	No. de variables de estado $\delta_i, V_i $
Compensación $i = 1$	1	$\delta_i, V_i $	0	0
Voltaje controlado ($i = 2, \dots, N_g + 1$)	N_g	$P_i, V_i $	N_g	N_g
Carga ($i = N_g + 2, \dots, N$)	$N - N_g - 1$	P_i, Q_i	$2(N - N_g - 1)$	$2(N - N_g - 1)$
Totales	N	$2N$	$2N - N_g - 2$	$2N - N_g - 2$



1.3.2 METODO NEWTON - RAPHSON

1.3.2.1 INTRODUCCION AL METODO DE NEWTON - RAPHSON

El método de Newton - Raphson parte de la expansión en serie de Taylor de una función de dos o más variables para resolver el problema de flujo de potencia. Para la comprensión de dicho método partimos de la solución de un problema de dos variables y dos ecuaciones.

Considere la ecuación de la función h_1 de dos variables X_1 y X_2 que es igual a la constante b_1 como se muestra:

$$g_1(x_1, x_2, u) = h_1(x_1, x_2, u) - b_1 = 0 \quad (18)$$

Y la función h_2 :

$$g_2(x_1, x_2, u) = h_2(x_1, x_2, u) - b_2 = 0 \quad (19)$$

donde b_2 también es una constante.

El símbolo "u" es un control independiente considerado constante. Las ecuaciones g_1 y g_2 como las ecuaciones (12) y (14) se las utiliza de la manera presentada para realizar el análisis de las diferencias entre los valores calculados de h_1 y h_2 y los valores especificados b_1 y b_2 .



Para un valor especificado de u se estimará que las soluciones de estas ecuaciones son $x1^{\circ}$ y $x2^{\circ}$. Los superíndices (0) indican que son valores iniciales y no las soluciones reales $x1^*$ y $x2^*$. Se establece correcciones $\Delta x1^{\circ}$ y $\Delta x2^{\circ}$ como los valores que se tienen que sumar a $x1^{\circ}$ y $x2^{\circ}$ para determinar las soluciones $x1^*$ y $x2^*$ teniéndose lo siguiente:

$$g1(x1^*, x2^*, u) = g1(x1^{\circ} + \Delta x1^{\circ}, x2^{\circ} + \Delta x2^{\circ}, u) = 0 \quad (20)$$

$$g2(x1^*, x2^*, u) = g2(x1^{\circ} + \Delta x1^{\circ}, x2^{\circ} + \Delta x2^{\circ}, u) = 0 \quad (21)$$

Para encontrar la solución para $\Delta x1^{\circ}$ y $\Delta x2^{\circ}$, se hace al expandir las ecuaciones (20) y (21) en series de Taylor hacia la solución supuesta obteniéndose lo siguiente:

$$g1(x1^*, x2^*, u) = g1(x1^{\circ}, x2^{\circ}, u) + \Delta x1^{\circ} \frac{\partial g1}{\partial x1} + \Delta x2^{\circ} \frac{\partial g1}{\partial x2} + \dots = 0$$

$$g2(x1^*, x2^*, u) = g2(x1^{\circ}, x2^{\circ}, u) + \Delta x1^{\circ} \frac{\partial g2}{\partial x1} + \Delta x2^{\circ} \frac{\partial g2}{\partial x2} + \dots = 0$$



El término $\partial g_1 / \partial x_1 |^0$ es la derivada parcial que se evalúa en los valores iniciales x_1^0 y x_2^0 . Se desprecian derivadas parciales de mayor orden que uno de lo cual tenemos lo siguiente:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \frac{\partial g_1}{\partial x_1} & \frac{\partial g_1}{\partial x_2} \\ \frac{\partial g_2}{\partial x_1} & \frac{\partial g_2}{\partial x_2} \end{bmatrix}}_{J^{(0)}} \begin{bmatrix} \Delta x_1^{(0)} \\ \Delta x_2^{(0)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 - g_1(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, u) \\ 0 - g_2(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, u) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 - h_1(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, u) \\ b_2 - h_2(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, u) \end{bmatrix} \quad (22)$$

La matriz cuadrada de derivadas parciales se llama Jacobiana (J) o en este caso J^0 indicando que se utilizó valores iniciales de x_1^0 y x_2^0 para calcular las derivadas parciales.

Tenemos que $g_1(x_1^0, x_2^0, u)$ es el valor calculado de g_1 con los valores x_1 en cero y x_2 en cero, pero dicho valor no es el valor especificado en la ecuación (18) a menos que los valores x_1^0 y x_2^0 sean los correctos. Se designará el valor especificado de g_1 menos el valor calculado de g_1 como el error Δg_1^0 y se define de manera igual Δg_2^0 . Se tiene el siguiente sistema lineal de ecuaciones de error:



$$J^{(0)} \begin{bmatrix} \Delta x_1^{(0)} \\ \Delta x_2^{(0)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta g_1^{(0)} \\ \Delta g_2^{(0)} \end{bmatrix} \quad (23)$$

De aquí se calcula los valores de: $\Delta x_1^{(0)}$ y $\Delta x_2^{(0)}$ para resolver las ecuaciones de error, utilizando la factorización triangular de la Jacobiana o invirtiendo la matriz. Por otro lado como se truncó la expansión en serie, estos valores añadidos a los iniciales no determinarán la solución correcta y se tendrá que hacer un intento suponiendo unos nuevos estimados x_1^1 y x_2^1 , donde

$$\begin{aligned} x_1^1 &= x_1^0 + \Delta x_1^{(0)} \\ x_2^1 &= x_2^0 + \Delta x_2^{(0)} \end{aligned} \quad (24)$$

De aquí se realiza la iteración hasta que la corrección sea tan pequeña en magnitud que satisfaga el índice de precisión seleccionado $\epsilon > 0$ es decir que $|\Delta x_1|$ y $|\Delta x_2|$ sean ambos menores a ϵ .



1.3.2.2 APLICACION DEL METODO DE NEWTON - RAPHSON PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE FLUJO DE POTENCIA

Se expresarán las admitancias de línea y los voltajes de barra en forma polar para aplicar el método a la solución del flujo de potencia. Cuando las ecuaciones (10) y (11) se hace igual a i y los términos correspondientes se separan de las sumatorias se tiene que:

$$P_i = |V_i|^2 G_{ii} + \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{in} V_i V_n| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (25)$$

$$Q_i = -|V_i|^2 B_{ii} - \sum_{\substack{n=1 \\ n \neq i}}^N |Y_{in} V_i V_n| \sin(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (26)$$

Estas ecuaciones se pueden derivar fácilmente con respecto a los ángulos y a las magnitudes de voltajes. Los términos que incluyen G_{ii} y B_{ii} surgen de la definición de Y_{ij} en la ecuación:

$$Y_{ij} = |Y_{ij}| \angle \theta_{ij} = |Y_{ij}| \cos \theta_{ij} + j |Y_{ij}| \sin \theta_{ij} = G_{ij} + jB_{ij} \quad (27)$$

De la ecuación (27) y del hecho que el ángulo $(\delta_n - \delta_i)$ sea cero cuando $n = i$.

A continuación se considera un sistema de cuatro barras para extender a las ecuaciones. La potencia real P_i es:



$$\Delta P_i = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_2} \Delta \delta_2 + \frac{\partial P_i}{\partial \delta_3} \Delta \delta_3 + \frac{\partial P_i}{\partial \delta_4} \Delta \delta_4 + \frac{\partial P_i}{\partial |V_2|} \Delta |V_2| +$$

$$+ \frac{\partial P_i}{\partial |V_3|} \Delta |V_3| + \frac{\partial P_i}{\partial |V_4|} \Delta |V_4| \quad (28)$$

Los últimos tres términos se pueden multiplicar y dividir por sus respectivas magnitudes de voltaje sin alterar sus valores y de esta manera se obtiene:

$$\Delta P_i = \frac{\partial P_i}{\partial \delta_2} \Delta \delta_2 + \frac{\partial P_i}{\partial \delta_3} \Delta \delta_3 + \frac{\partial P_i}{\partial \delta_4} \Delta \delta_4 + |V_2| \frac{\partial P_i \Delta |V_2|}{\partial |V_2| |V_2|} +$$

$$+ |V_3| \frac{\partial P_i \Delta |V_3|}{\partial |V_3| |V_3|} + |V_4| \frac{\partial P_i \Delta |V_4|}{\partial |V_4| |V_4|} \quad (29)$$

Como se verá luego hay ciertas ventajas al poner la ecuación en esta forma. Otra ecuación similar para los errores se puede escribir para la potencia Q_i :

$$\Delta Q_i = \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_2} \Delta \delta_2 + \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_3} \Delta \delta_3 + \frac{\partial Q_i}{\partial \delta_4} \Delta \delta_4 + |V_2| \frac{\partial Q_i \Delta |V_2|}{\partial |V_2| |V_2|} +$$



$$+ |V_3| \frac{\partial Q_i \Delta |V_3|}{\partial |V_3| |V_3|} + |V_4| \frac{\partial Q_i \Delta |V_4|}{\partial |V_4| |V_4|} \quad (30)$$

Cada barra del sistema que no es de compensación tiene dos ecuaciones parecidas a ΔP_i y ΔQ_i . Al juntar todas las ecuaciones de error en forma de una matriz - vector se llega a la siguiente forma :

$\begin{matrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} \end{matrix}$ <p style="text-align: center;">J₁₁</p>	$\begin{matrix} V_2 \frac{\partial P_2}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial P_2}{\partial V_4 } \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_2 \frac{\partial P_4}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial P_4}{\partial V_4 } \end{matrix}$ <p style="text-align: center;">J₁₂</p>	=	$\begin{matrix} \Delta \delta_2 \\ \vdots \\ \Delta \delta_4 \end{matrix}$	=	$\begin{matrix} \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_4 \end{matrix}$
$\begin{matrix} \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_4} \end{matrix}$ <p style="text-align: center;">J₂₁</p>	$\begin{matrix} V_2 \frac{\partial Q_2}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial Q_2}{\partial V_4 } \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_2 \frac{\partial Q_4}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial Q_4}{\partial V_4 } \end{matrix}$ <p style="text-align: center;">J₂₂</p>		$\begin{matrix} \frac{\Delta V_2 }{ V_2 } \\ \vdots \\ \frac{\Delta V_4 }{ V_4 } \end{matrix}$		$\begin{matrix} \Delta Q_2 \\ \vdots \\ \Delta Q_4 \end{matrix}$
Jacobiana		Correcciones		Errores	

No se pueden incluir los errores de la barra de compensación ΔP_1 y ΔQ_1 porque están indefinidos al no programarse P_1 y Q_1 . También no se toma en cuenta $\Delta \delta_1$ y $\Delta |V_1|$ porque ambas correcciones son cero en la barra de compensación.

Simbolizando la matriz anterior de manera vectorial tenemos:

$$J^0 \cdot \Delta x^0 \approx \Delta u^0 \quad (31)$$

La solución de la ecuación (31) se halla por la iteración con los siguientes pasos:

- 1.- Estime los valores iniciales del vector x^0

$$x^0 = \begin{bmatrix} \delta_2^0 \\ \delta_3^0 \\ \vdots \\ \vdots \\ |V_{n-1}^0| \\ |V_n^0| \end{bmatrix}$$

- 2.- Determine los valores del vector Δu^0 haciendo uso de las ecuaciones (10) y (11)
- 3.- Calcule los elementos de las derivadas parciales de la matriz Jacobiana J^0
- 4.- Resolver la matriz de errores de voltaje o llamada matriz de Correcciones invirtiendo la ecuación (31):

$$\Delta x^0 \approx (J^0)^{-1} \cdot \Delta u^0$$

- 5.- Sume los errores de voltaje a la estimación inicial para obtener un vector de estado de grado mayor:



$$x^1 = x^0 + \Delta x^0$$

6.- Repita los pasos anteriores hasta que los errores estén dentro de la tolerancia.

1.3.3 METODO DE DESACOPLADO RAPIDO

Cuando se resuelven sistemas de transmisión de potencia de gran escala, mediante el método de Desacoplado rápido de flujos de potencia nos representa una mejor alternativa para una resolución eficaz con métodos computacionales y por ende un ahorro de requerimientos de memoria. El método de Desacoplado rápido es una versión aproximada del método de Newton - Raphson. El principio del desacoplamiento parte de los siguientes puntos:

- Un cambio en el ángulo de voltaje δ en una barra afecta principalmente al flujo de potencia real P en las líneas de transmisión, mientras que no hace ninguna variación a la potencia reactiva Q , relativamente.
- Una variación en la magnitud de voltaje $|V|$ en una barra afecta a la potencia reactiva Q en las líneas de transmisión, mientras que la potencia real P continúa invariable, relativamente.



Considerando lo expresado anteriormente, del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \end{bmatrix}}_{\text{Jacobiana}} \begin{bmatrix} |V_2| \frac{\partial P_2}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial P_2}{\partial |V_4|} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \\ |V_2| \frac{\partial P_4}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial P_4}{\partial |V_4|} & \dots \\ \vdots & & \vdots & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \vdots \\ \Delta \delta_4 \\ \vdots \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_4 \\ \vdots \\ \frac{\Delta |V_2|}{|V_2|} \\ \vdots \\ \frac{\Delta |V_4|}{|V_4|} \\ \vdots \end{bmatrix}}_{\text{Errores}}$$

Los elementos de las submatrices J_{12} y J_{21} son cero, haciendo que se tengan dos sistemas de ecuaciones por separado.

Los dos sistemas de ecuaciones separadas mencionados son los que se muestran en las ecuaciones (32) y (33) a continuación:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \vdots \\ \Delta \delta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_4 \end{bmatrix} \quad (32)$$

$$\begin{bmatrix} |V_2| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ |V_2| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_4|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\Delta |V_2|}{|V_2|} \\ \vdots \\ \frac{\Delta |V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_2 \\ \vdots \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (33)$$

Como vemos estas ecuaciones están desacopladas debido a que las correcciones del ángulo de voltaje $\Delta \delta$ se calculan usando solo los errores de la potencia real ΔP mientras que las correcciones de magnitud de voltaje se las utiliza solo con los errores ΔQ . A pesar de esto las matrices de los Jacobianos J_{11} y J_{22} son interdependientes ya que los elementos de J_{11} dependen de la magnitud de los voltajes que se están resolviendo en la ecuación (33) y los elementos de J_{22} dependen de los ángulos de la ecuación (32). Esto implicaría una resolución alternada utilizando los conjuntos de las soluciones mas recientes del otro conjunto y aún así esto requiere una evaluación y factorización de las dos matrices de coeficientes en cada iteración.

Para evitar estos cálculos, se hacen simplificaciones justificadas a través de la física de los flujos de potencia en líneas de transmisión, siempre y cuando dicho sistema

haya sido bien diseñado y opere correctamente. A continuación se explica las simplificaciones:

- Las diferencias angulares $(\delta_i - \delta_j)$ entre dos barras del sistema generalmente es tan pequeña que:

$$\begin{aligned}\cos(\delta_i - \delta_j) &= 1 \\ \sin(\delta_i - \delta_j) &= (\delta_i - \delta_j)\end{aligned}\quad (34)$$

- Las susceptancias de las líneas B_{ij} son mucho más grandes que las conductancias G_{ij} de manera que:

$$G_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j) \ll B_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j) \quad (35)$$

- La potencia reactiva Q_i inyectada a una barra i del sistema en operación normal es mucho menor que la potencia reactiva que fluiría si todas las líneas de la barra estuvieran en cortocircuito con la referencia, o sea:

$$Q_i \ll |V_i|^2 \cdot B_{ii} \quad (36)$$

Las simplificaciones nombradas se las aplicará al Jacobiano. Los elementos fuera de la diagonal de J_{11} y J_{22} tienen la siguiente forma característica:



$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = |V_j| \frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = - |V_i V_j Y_{ij}| \text{Sen}(\theta_{ij} + \delta_j - \delta_i) \quad (37)$$

aplicándose a esta ecuación, la identidad:

$$\text{Sen}(\alpha + \beta) = \text{Sen} \alpha \cdot \text{Cos} \beta + \text{Cos} \alpha \cdot \text{Sen} \beta$$

Se obtiene :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = |V_j| \frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} = - |V_i V_j| B_{ij} \text{Cos}(\delta_j - \delta_i) + G_{ij} \text{Sen}(\delta_j - \delta_i) \quad (38)$$

donde $B_{ij} = |Y_{ij}| \text{Sen} \theta_{ij}$ y $G_{ij} = |Y_{ij}| \text{Cos} \theta_{ij}$

Las aproximaciones nombradas anteriormente nos llevan a los elementos fuera de la diagonal dados por :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = |V_j| \frac{\partial Q_i}{\partial |V_j|} \cong - |V_i V_j| B_{ij} \quad (39)$$

Los elementos de la diagonal de J_{11} y J_{22} tienen las expresiones mostradas en las ecuaciones :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = - Q_i - |V_i|^2 B_{ii} \quad (40)$$

$$|V_i| \frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = - \frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} - 2 |V_i|^2 B_{ii} = Q_i - |V_i|^2 B_{ii} \quad (41)$$

Se aplica la desigualdad dada en la ecuación (36) a esas expresiones, se llega a:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = |V_i| \frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} \cong - |V_i| B_{ii} \quad (42)$$

Al sustituir las expresiones de las aproximaciones dadas en las ecuaciones (39) y (42) en las matrices de coeficientes J_{11} y J_{22} , se tiene que:

$$\begin{bmatrix} -|V_2V_2| B_{22} & -|V_2V_3| B_{23} & -|V_2V_4| B_{24} \\ -|V_2V_3| B_{32} & -|V_3V_3| B_{33} & -|V_3V_4| B_{34} \\ -|V_2V_4| B_{42} & -|V_3V_4| B_{43} & -|V_4V_4| B_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \Delta \delta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \Delta P_4 \end{bmatrix} \quad (43)$$

$$\begin{bmatrix} -|V_2V_2| B_{22} & -|V_2V_3| B_{23} & -|V_2V_4| B_{24} \\ -|V_2V_3| B_{32} & -|V_3V_3| B_{33} & -|V_3V_4| B_{34} \\ -|V_2V_4| B_{42} & -|V_3V_4| B_{43} & -|V_4V_4| B_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\Delta |V_2|}{|V_2|} \\ \frac{\Delta |V_3|}{|V_3|} \\ \frac{\Delta |V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (44)$$



Se multiplica la primera fila por el vector corrección y se divide la ecuación resultante entre $|V_2|$ con el fin de mostrar como se puede quitar los voltajes de la matriz de coeficientes dada por la ecuación (44); el resultado es:

$$- B_{22} \Delta |V_2| - B_{23} |V_3| - B_{24} |V_4| = \frac{\Delta Q_2}{|V_2|} \quad (45)$$

En dicha ecuación los coeficientes son constantes iguales al negativo de las susceptancias en la fila de Y barra que corresponda a la barra 2. Cada fila de la ecuación (44) se puede tratar de manera similar al representar el error reactivo en la barra i por la cantidad $\Delta Q_i / |V_i|$. Todos los elementos en la matriz de coeficientes de la ecuación (45) se hacen constantes dadas por la susceptancias conocidas de Ybarra. Se puede modificar la ecuación (43) si se multiplica la primera fila por el vector de las correcciones de ángulo y se reareglia el resultado para obtener :

$$- |V_2| B_{22} \Delta \delta_2 - |V_3| B_{23} \Delta \delta_3 - |V_4| B_{24} \Delta \delta_4 = \frac{\Delta P_2}{|V_2|} \quad (46)$$

Los coeficientes en esta ecuación se pueden igualar a los de la ecuación (45) al hacer que $|V_2|$, $|V_3|$ y $|V_4|$ sean iguales a 1.0 P.U. en la expresión del lado izquierdo. Veremos en la ecuación (46) que, la cantidad $\Delta P_2 / |V_2|$ representa el error de potencia real. Al desarrollar todas las filas de la ecuación (43) de igual forma, se llega a dos sistemas de ecuaciones desacoplados para las cuatro barras de la red :

$$\underbrace{\begin{bmatrix} -B_{22} & -B_{23} & -B_{24} \\ -B_{32} & -B_{33} & -B_{34} \\ -B_{42} & -B_{43} & -B_{44} \end{bmatrix}}_{\bar{B}} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \Delta \delta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta P_2}{|V_2|} \\ \frac{\Delta P_3}{|V_3|} \\ \frac{\Delta P_4}{|V_4|} \end{bmatrix} \quad (47)$$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} -B_{22} & -B_{23} & -B_{24} \\ -B_{32} & -B_{33} & -B_{34} \\ -B_{42} & -B_{43} & -B_{44} \end{bmatrix}}_{\bar{B}} \begin{bmatrix} \Delta |V_2| \\ \Delta |V_3| \\ \Delta |V_4| \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta Q_2}{|V_2|} \\ \frac{\Delta Q_3}{|V_3|} \\ \frac{\Delta Q_4}{|V_4|} \end{bmatrix} \quad (48)$$

Generalmente la matriz \bar{B} es simétrica y partida con elementos diferentes de cero que son constantes y números reales, exactamente iguales al negativo de las susceptancias de Ybarra. La matriz \bar{B} se forma fácilmente y sus factores triangulares no se tienen que volver a calcular, con lo que las iteraciones son más rápidas. En las barras de voltaje controlado, la Q no se especifica y $\Delta |V|$ es cero, las filas y columnas que corresponden a tales barras se omiten en la ecuación (48). La solución del método es:

- Calcular los errores iniciales $\Delta P / |V|$
- Resolver la ecuación (47) para $\Delta \delta$
- Actualizar los ángulos δ y usarlos para calcular los errores $\Delta Q / |V|$
- Resolver la ecuación (48) para $\Delta |V|$ y actualizar las magnitudes $|V|$
- Regresar a la ecuación (47) para repetir la iteración hasta que todos los errores estén dentro de las tolerancias especificadas.

1.3.4 ANALISIS DE CONTINGENCIAS

La conmutación de interruptores para la adición o eliminación de una línea dentro del sistema de potencia, hacen que las corrientes se redistribuyan dentro del sistema y que los voltajes de las barras varíen. Estos nuevos valores se llegan a estimar a partir de un análisis de contingencias. Para estos sistemas no se requiere una exactitud ya que operadores y diseñadores requieren revisar muchos estudios en corto tiempo, por lo cual su interés es en conocer si los voltajes están fuera de límite y si hay niveles de sobrecarga de corriente. Para ello se requiere hacer aproximaciones como considerar resistencias despreciables, es decir un sistema reactivo puro. También se considera que los transformadores no varían en sus derivaciones y se omiten carga de línea. Los métodos de análisis de contingencias hacen uso de Ybarra y Zbarra y considerando las cargas como inyecciones de corriente constantes dentro del programa computacional.

A continuación explicaremos el método de adición y eliminación de líneas mediante el uso de corrientes compensadoras.

ADICION Y ELIMINACION DE LINEAS MULTIPLES

El proceso para eliminar o adicionar líneas es el considerar la inyección de corrientes compensadoras para observar las variaciones en las líneas. Considere la adición de dos líneas de impedancias Z_a , Z_b en un sistema con Z barras conocidas. Asumamos que se añaden Z_a y Z_b en las barras $m-n$ y $p-q$ respectivamente. Se conocen los voltajes de barra V_1, V_2, \dots, V_n de un sistema ya existente con sus respectivas corrientes I_1, I_2, \dots, I_n y que estas no sufrirán

cambios por la adición de Z_a y Z_b las ecuaciones de impedancia de barra del sistema original son las siguientes:

$$\begin{matrix}
 V = \begin{bmatrix} V_1 \\ \vdots \\ V_m \\ V_n \\ V_p \\ V_q \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & m & n & p & q & \dots & N \end{matrix} \\
 \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ m \\ n \\ p \\ q \\ \vdots \\ N \end{matrix} & \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1m} & Z_{1n} & Z_{1p} & Z_{1q} & \dots & Z_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{m1} & \dots & Z_{mm} & Z_{mn} & Z_{mp} & Z_{mq} & \dots & Z_{mN} \\ Z_{n1} & \dots & Z_{nm} & Z_{nn} & Z_{np} & Z_{nq} & \dots & Z_{nN} \\ Z_{p1} & \dots & Z_{pm} & Z_{pn} & Z_{pp} & Z_{pq} & \dots & Z_{pN} \\ Z_{q1} & \dots & Z_{qm} & Z_{qn} & Z_{qp} & Z_{qq} & \dots & Z_{qN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{N1} & \dots & Z_{Nm} & Z_{Nn} & Z_{Np} & Z_{Nq} & \dots & Z_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ \vdots \\ I_m \\ I_n \\ I_p \\ I_q \\ \vdots \\ I_N \end{bmatrix}
 \end{matrix} \quad (49)$$

En donde se quiere conocer las variaciones de los voltajes de barra debido al aumento de las nuevas impedancias de línea. Sea $V' = [V_1', V_2', \dots, V_n']^T$. El vector de voltaje de barra habiéndose aumentado Z_a y Z_b . La variación en el voltaje en una barra K es:

$$\Delta V_k = V_k' - V_k \quad (50)$$

Los nuevos voltajes de barra que están relacionados con las corrientes I_a e I_b por medio de las impedancias añadidas Z_a y Z_b :

$$Z_a I_a = V_m' - V_n' \quad Z_b I_b = V_p' - V_q' \quad (51)$$

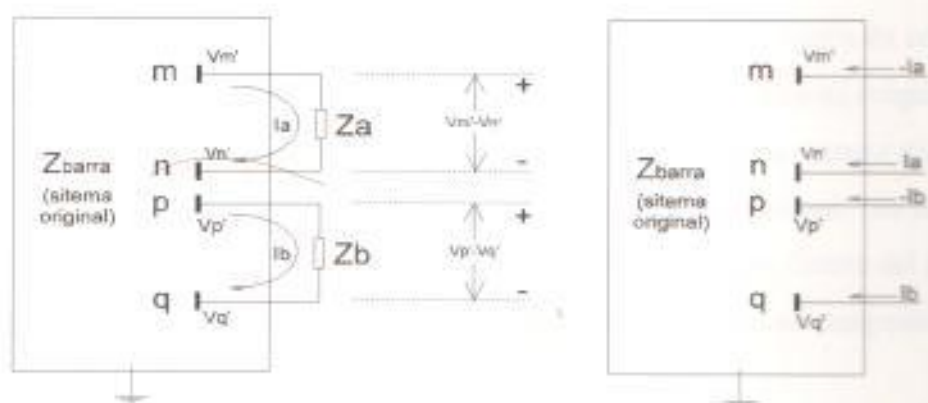


FIG. No 6 CIRCULACION DE CORRIENTES

La figura No 6 muestra las nuevas corrientes que circulan desde la barra m hasta la barra n y desde la barra p hasta la barra q, teniéndose las ecuaciones anteriores con la siguiente forma matriz vector:

$$\begin{bmatrix} Z_a & 0 \\ 0 & Z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & m & n & p & q & N \\ 0 & \dots & 1 & -1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & -1 & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1' \\ \vdots \\ V_m' \\ V_n' \\ V_p' \\ V_q' \\ \vdots \\ V_N' \end{bmatrix} = A_c V' \quad (52)$$

donde A_c es la matriz de incidencias rama a nodo que muestra la incidencia de las dos nuevas ramas en los nodos del sistema. Las nuevas corrientes I_a e I_b tienen el mismo efecto sobre los voltajes del sistema original que el de dos conjuntos de



$$V' = V + Z_{\text{barra}} I_{\text{comp}} = V - Z_{\text{barra}} A_C^T \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \end{bmatrix} \quad (54)$$

Esta ecuación muestra que los cambios de voltaje en las barras del sistema original debidos al aumento de impedancias de rama Z_a y Z_b entre las ramas $m-n$ y $p-q$ está dado por :

$$\Delta V = V' - V = - Z_{\text{barra}} A_C^T \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \end{bmatrix} \quad (55)$$

donde I_a e I_b son las corrientes de compensación.



CAPITULO II

OPERACION Y CONTROL DEL PROGRAMA ANAREDE DATOS DE ENTRADA Y PROCESO PARA LA REALIZACION DE CORRIDAS

2.1 GENERALIDADES Y CAPACIDAD DEL PROGRAMA

El programa de análisis de redes ANAREDE es un conjunto de aplicaciones computacionales resultante de los esfuerzos de CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) en el sentido de tornar disponible a las empresas nuevas técnicas, algoritmos, métodos eficientes, adecuados a la realización de estudios de operación y planificación de sistemas eléctricos de potencia.

La versión V05 - 01 / 95 de este conjunto de aplicaciones integradas está compuesto por los siguientes programas:

- Programa de Flujo de Potencia
- Programa de equivalente de redes
- Programa de Análisis de Contingencias
- Programa de Análisis de Sensibilidad de Tensión
- Programa de Redespacho de Potencia Activa

Esta versión del programa se encuentra disponible para micro - computadores tipo PC, estaciones de trabajo UNIX / RISC computadores compatibles con la línea VAX11 y con la línea IBM/370.

La capacidad del programa está definida a través de un archivo de parámetros que facilita su redimensionamiento de acuerdo a las necesidades e instalaciones

computacionales específicas de cada usuario. El programa ANAREDE se basa en el uso de los llamados : Códigos de Ejecución y de las Opciones de Control de Ejecución. Existen 38 Códigos de Ejecución y 88 Opciones de Control de Ejecución que serán explicados más adelante. Esta versión del programa ANAREDE está disponible para las capacidades mostradas en la tabla No 1:

DESCRIPCION	NUMERO DE ELEMENTOS
Barras CA	3000
Generadores	750
Barras Shunt CA	600
Areas	96
Cargas en función de tensión	1300
Barras de Control remoto	100
Grupos límites de tensión	40
Grupos base de tensión	40
Barras CA de referencia	20
Motores de inducción	100
Circuitos CA	6000
Transformadores	1000
Transformadores desfasadores	10
Circuitos de intercambio	1200
Cap./reac. de circuitos CA	40
Anillos CC	12
Barras CC	60
Líneas CC	20
Convertidores CA - CC	40
Barras de interfase CA - CC	20
Barras CA monitoreadas	700
Generadores monitoreados	250
Circuitos CA monitoreados	1000
Barras	700
Contingencias simples de circuitos	100
Contingencias simples de generación	60
Contingencias simples de carga	100
Contingencias simples de cap./reac.	100
Variaciones de control	300
Restricciones adicionales	50

TABLA No 1. CAPACIDAD DEL PROGRAMA



2.2 REQUERIMIENTOS DEL ARCHIVO DE ENTRADA DE DATOS

Para elaborar la base de datos se debe ingresar los siguientes campos:

1. TITULO Y COMENTARIOS DEL CASO
2. ESPECIFICACION DE LAS CONSTANTES DEL SISTEMA DE POTENCIA
3. DATOS DE LAS BARRAS
4. DATOS DE LAS LINEAS Y TRANSFORMADORES
5. LIMITES DE VOLTAJE PERMISIBLES EN POR UNIDAD
6. NUMERO Y NOMBRE DEL AREA
7. CODIGOS DE EJECUCION
8. CODIGOS DE EJECUCION PARA ARCHIVO HISTORICO
9. DATOS DEL CASO O DE LOS CASOS DE CONTINGENCIA
10. CODIGOS DE EJECUCION PARA CASOS DE CONTINGENCIA
11. CODIGO DE EJECUCION FIM



2.2.1 TITULO Y COMENTARIOS DEL CASO (TITU)

Se ingresa el nombre alfanumérico, para el titulo del caso de estudio. Esto hace que en cada página de la corrida final salga impresa dicha leyenda

TITULO

COLUMNA 1 - 80

2.2.2 ESPECIFICACION DE LAS CONSTANTES DEL SISTEMA DE POTENCIA (DCTE)

Hace las lectura y modificación de los datos de las constantes que son utilizadas dentro del programa.

NOMBRE DE LA CONSTANTE

COLUMNA 1 - 4, 13 - 16, 25 - 28, 37 - 40,
49 - 53, 61 - 64

VALOR DE LA CONSTANTE

COLUMNA 6 - 11, 18 - 23, 30 - 35, 42 - 47,
54 - 59, 66 - 71



CAMPO	DESCRIPCION	DEFAULT
TEPA	Tolerancia de convergencia de error de potencia activa en la barra	1.0 MW
TEPR	Tolerancia de convergencia de error de potencia reactiva en la barra	1 MVAR
TLPR	Tolerancia para limite de generaci3n de potencia reactiva	1 MVAR
TLVC	Tolerancia para tensiones controladas	0.50%
TLTC	Tolerancia para limite de tap del transformador	0.10%
TETP	Tolerancia para error de intercambio de potencia activa entre 6reas	5.0 MW
TBPA	Tolerancia para error de redistribuci3n de potencia activa en conting. de gen. / carga	5.0 MW
TSFR	Tolerancia para detecci3n de separaci3n f6sica de la red el6ctrica	0.01%
TUDC	Tolerancia de convergencia de error de tensi3n en barra CC	0.01%
TADC	Tolerancia para limite de 6ngulo de disparo / extinci3n de convertor	0.01%
BASE	Base de potencia para el sistema CA	100 MVA
DASE	Base de potencia para el sistema CC	100 MW
ZMAX	Valor limite de impedancia arriba del cual los circuitos equiv. son despreciados	500%
ACIT	N6mero m6ximo de iteraciones de soluci3n del flujo de potencia CA	10
LPIT	N6mero m6ximo de iteraciones de problema de programaci3n lineal	20
LFLP	N6mero m6ximo de iteraciones del problema de redespacho de potencia activa	5
LFIT	N6mero m6ximo de iteraciones en la soluci3n de la interfase CA - CC	10
DCIT	N6mero m6ximo de iteraciones en la soluci3n del flujo de potencia CC	10
VSIT	N6mero m6ximo de iteraciones al ajuste de tensi3n en barra CC	10
LCRT	N6mero m6ximo de l6neas por p6ginas del resultado de la unidad l3gica # 6	23
LPRT	N6mero m6ximo de l6neas por p6ginas del resultado de la unidad l3gica # 4	60
LFCV	N6mero de iteraciones del m6todo desacoplado r6pido antes del inicio por Newton	1
TPST	Tolerancia de error de pot. reactiva para aplicaci3n de variaci3n autom6t. del tap	100 MVAR
QLST	Tolerancia de error de potencia reactiva para aplicaci3n de control del limite de generaci3n de potencia reactiva	4*TEPR
EXST	Tolerancia de error de potencia activa para aplicaci3n de control de intercambio de potencia activa entre 6reas	4*TEPA
TLPP	Tolerancia para la capacidad manejo de circuitos	1.00%
TLPQ	No utilizado en esta versi3n	
TLPV	No utilizado en esta versi3n	
TSBZ	Tolerancia para detecci3n de variaci3n nula de flujo de potencia activa a los circuitos del sistema externo	0.01 MW
TSBA	Tolerancia para detecci3n de peque1as variaciones de flujo de potencia activa en los circuitos del sistema externo	5 MW
PGER	Porcentaje de generaci3n de pot. activa a ser utilizada por los gen. del sist. interno para el c6lculo de las variaciones del flujo de pot. activa en los circ. del sistema ext.	30%
VDVN	Tensi3n m6nima para detectar la divergencia autom6tica del caso	90%
VDVM	Tensi3n m6xima para detectar la divergencia autom6tica del caso	150%
ASTP	Valor m6ximo de correcci3n de 6ngulo de fase de tensi3n durante la soluci3n	0.05 ug
VSTP	Valor m6ximo de correcci3n de magnitud de tensi3n durante el proceso de soluci3n	5%
VFLD	Valor de tensi3n bajo el cual la parte de potencia constante de las cargas funcionales pasan a ser modeladas como un impedancia constante	0.7 PU
HIST	N6mero de registros de archivos de casos almacenados en formato ANAREDE	
ZMIN	Valor m6nimo del m3dulo de impedancia de los circuitos CA. Si un circuito tiene m3dulo de impedancia menor que este valor, este ser6 convertido al valor m6nimo	0.00%
PDIT	N6mero de iterac. en la estimaci3n de p6rdidas en el modelo de flujo de carga lineal	1

TABLA No.2. DEFINICION DE LAS CONSTANTES

Para finalizar, se debe ingresar 9999 en la 6ltima fila en las columnas 1 - 4



2.2.3 DATOS DE LAS BARRAS (DBAR)

Lectura de los datos de barra de corriente alterna (C.A.)

NUMERO

COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el número de la barra de corriente alterna

OPERACION

COLUMNA 6

Para adicionar los datos de una barra, seleccione el 0

Para eliminar los datos de una barra, seleccione el 1

Para modificar los datos de una barra, seleccione el 2

TIPO

COLUMNA 8

Para la barra de carga (potencias activa y reactiva son fijas), seleccione el 0

Para la barra de tensión regulada (potencia activa y magnitud de tensión son fijas), seleccione el 1

Para la barra de referencia (magnitud de tensión y ángulo de fase fijos), seleccione el 2

Para la barra de carga con limite de tensión (potencias activas y reactivas fijas para mantener la magnitud de tensión dentro de los valores límites), seleccione el 3

GRUPO DE TENSION

COLUMNA 9



Se ingresa del 0 - 9 o caracteres desde la A - Z, como valores asociados a cada grupo de tensión que se requiere.

NOMBRE

COLUMNA 10 - 21

Identificación alfanumérica de la barra

GRUPO LIMITE DE TENSION

COLUMNA 22

Se ingresa digite del 0 - 9 o el caracter desde la A - Z , estos valores son asociados a los diferentes grupos de limite de tensión mínimo y máximo.

TENSION

COLUMNA 23 - 26

Se ingresa el valor inicial de la magnitud de tensión de la barra en por unidad.

ANGULO

COLUMNA 27 - 30

Se ingresa el ángulo de fase inicial de la tensión de la barra en grados.

GENERACION ACTIVA

COLUMNA 31 - 35

Se ingresa el valor de la generación de potencia activa de la barra en megawattios.

GENERACION REACTIVA

COLUMNA 36 - 40



Se ingresa el valor de la generación de potencia reactiva de la barra en megavolt-ampere reactivo.

GENERACION REACTIVA MINIMA COLUMNA 41 - 45

Se ingresa el valor limite mínimo de generación de potencia reactiva en la barra en megavolt-ampere reactivo.

GENERACION REACTIVA MAXIMA COLUMNA 46 - 50

Se ingresa el valor limite máximo de generación de potencia reactiva en la barra en megavolt-ampere reactivo.

BARRA CONTROLADA COLUMNA 51 - 55

Se ingresa el número de la barra cuya magnitud de tensión será controlada ya sea de tensión regulada y de referencia con limites de potencia reactiva especificados.

CARGA ACTIVA COLUMNA 56 - 60

Se ingresa el valor de la carga activa de la barra en Megavatios

CARGA REACTIVA COLUMNA 61 - 65

Se ingresa el valor de la carga reactiva de la barra en Megavoltio-ampere reactivo

CAPACITOR / REACTOR COLUMNA 66 - 70



Se ingresa el valor total de la potencia reactiva inyectada en la barra en Megavoltio-ampere reactivos, por los bancos de capacitores / reactores. Si este valor es positivo (+) corresponde a capacitores, y negativo (-) para reactores

AREA

COLUMNA 71 - 72

Se ingresa el número del área al cual pertenece la barra

Para finalizar, se debe ingresar 9999 en la última fila en las columnas 1 - 4

2.2.4 DATOS DE LAS LINEAS Y TRANSFORMADORES (DLIN)

Lectura de los datos de las líneas de transmisión de corriente alterna y transformadores

DE BARRA

COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el número de una de las barras terminales del circuito

OPERACION

COLUMNA 6

Para adicionar los datos de una barra, se selecciona el 0

Para eliminar los datos de una barra, se selecciona el 1

Para modificar los datos de una barra, se selecciona el 2

PARA BARRA

COLUMNA 9 - 12



Se ingresa el número de la otra barra terminal del circuito

CIRCUITO

COLUMNA 13 - 14

Se ingresa el número del circuito en paralelo

PROPIETARIO

COLUMNA 16

Se ingresa F si el circuito pertenece a la barra definida como " de barra "

Se ingresa T si el circuito pertenece a la barra definida como " para barra "

RESISTENCIA

COLUMNA 18 - 23

Se ingresa el valor de la resistencia de la línea o transformador expresada en porcentaje

REACTANCIA

COLUMNA 24 - 29

Se ingresa el valor de la reactancia de la línea o transformador expresada en porcentaje

SUSCEPTANCIA

COLUMNA 30 - 35



Se ingresa el valor total de la susceptancia de la línea o transformador en Megavoltio-ampere reactivo

TAP DEL TRANSFORMADOR COLUMNA 36 - 40

Se ingresa la posición del tap del transformador que está referido a la barra " de barra "

TAP MINIMO DEL TRANSFORMADOR COLUMNA 41 - 45

Se ingresa el valor minimo permisible de los transformadores con variación automática de tap (LTC)

TAP MAXIMO DEL TRANSFORMADOR COLUMNA 46 - 50

Se ingresa el valor máximo permisible de los transformadores con variación automática de tap (LTC)

DEFASAMIENTO COLUMNA 51 - 55

Se ingresa el valor del ángulo de desfase en grados del transformador desfasador

BARRA CONTROLADA COLUMNA 56 - 60

Se ingresa el número de la barra donde va a ser controlado el voltaje si es un LTC

CAPACIDAD NORMAL COLUMNA 61 - 64



Se ingresa la capacidad en Megavoltio-ampere bajo condiciones normales

CAPACIDAD DE EMERGENCIA

COLUMNA 65 - 68

Se ingresa la capacidad en Megavoltio-ampere bajo condiciones de emergencia

Para finalizar, se ingresa 9999 en la última fila en las columnas 1 - 4

2.2.5 LIMITES DE VOLTAJE PERMISIBLES EN POR UNIDAD (DGLT)

Realiza la lectura de los datos de grupos limites de tensión

GRUPO

COLUMNA 1 - 2

Se ingresa el grupo de limite de tensión como se lo definió en los datos de barra

LIMITE MINIMO

COLUMNA 4 - 8

Se ingresa el valor mínimo de tensión

LIMITE MAXIMO

COLUMNA 10 - 14

Se ingresa el valor máximo de la tensión

Para finalizar, se ingresa 99 en la última fila en las columnas 1 - 2



2.2.6 NUMERO Y NOMBRE DEL AREA (DARE)

Realiza la lectura de los datos de intercambio de potencia activa entre áreas

NUMERO COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el número del área como se lo definió en los datos de las barras

INTERCAMBIO LIQUIDO COLUMNA 9 - 14

Se ingresa el valor liquido del intercambio de área en megavatios

NOMBRE COLUMNA 20 - 55

Se ingresa el nombre alfanumérico del área

INTERCAMBIO MINIMO COLUMNA 57 - 62

Se ingresa el valor minimo del intercambio liquido de área en megavatios

INTERCAMBIO MAXIMO COLUMNA 64 - 69

Se ingresa el valor máximo del intercambio liquido de área en megavatios

Para finalizar, se ingresa 9999 en la última fila en las columnas 1 - 2

2.2.7 CODIGOS DE EJECUCION (EXLF)

Realiza el cálculo de solución del problema de flujo de potencia.



El usuario puede escoger cualquiera de los siguientes códigos:

NEWT RCVG PART LFDC FLAT QLIM VLIM CREM CTAP CINT
STEP PERD DPER MOST MOCT MOSG MOCG MOSF MOCF RMON
RILH FILE 80CO ERRC ERRS

Ver concepto y uso de cada uno en el anexo A

2.2.8 CODIGOS DE EJECUCION PARA EL ARCHIVO HISTORICO (ARQV)

Realiza el proceso de almacenamiento del caso utilizado, en un archivo histórico definido por el usuario, en el cual se almacenarán automáticamente todas las bases de datos y corridas hechas por el usuario.

Inicializar un archivo:

INIC IMPR FILE 80CO PECO

Eliminación de un archivo:

ELIM IMPR FILE 80CO PECO

Grabar un archivo:

GRAV IMPR FILE 80CO PECO SUBS



Restablecimiento de un archivo:

```
REST IMPR FILE 80CO PECO
```

Listado de archivos grabados:

```
LIST IMPR FILE 80CO PECO
```

NUMERO

COLUMNA 1 - 2

Se ingresa el número del caso a ser inicializado, eliminado, grabado, reestablecido o listado



2.2.9 DATOS DEL CASO O DE LOS CASOS DE CONTINGENCIAS (DCTG)

Lectura de la lista de los datos de los casos de contingencias

Una vez ingresado el código DCGT el usuario debe ingresar `IMPR FILE`
`80CO`

IDENTIFICACION

COLUMNA 1 - 4

Se ingresa la identificación numérica del caso de contingencia

OPERACIÓN

COLUMNA 6

Se ingresa 0 para la adición de un caso de contingencia

Se ingresa 1 para la eliminación de un caso de contingencia

PRIORIDAD

COLUMNA 8 - 9

Se ingresa un número entre 1 y 9 dependiendo de la prioridad del caso de contingencia

FORMATO DE LOS CASOS DE CONTINGENCIAS

El programa es capaz de realizar contingencias del siguiente tipo:



- Contingencia de circuito
- Contingencia de generación
- Contingencia de carga
- Contingencia de capacitores-reactores (SHUNT)

CONTINGENCIA DE CIRCUITO (CIRC)

Se ingresa los datos necesarios para realizar una contingencia de circuito

TIPO COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el código CIRC indicando contingencia de circuito

DE BARRA COLUMNA 5 - 9

Se ingresa el número de una de las barras terminales del circuito como fue definido en los datos de barra

PARA BARRA COLUMNA 11 - 14

Se ingresa el número de la otra barra terminal del circuito como fue definido en los datos de barra

CIRCUITO COLUMNA 16 - 17

Se ingresa el número del circuito paralelo
EXTREMIDAD COLUMNA 19 - 22



Se ingresa el número de la extremidad del circuito donde está abierta

CONTINGENCIA DE GENERACION (GERA)

Se ingresa los datos necesarios para realizar la contingencia de generación

TIPO COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el código GERA indicando la contingencia de generación

BARRA COLUMNA 6 - 9

Se ingresa el número de la barra en el cual debe ser simulada la contingencia de generación

VARIACION DE GENERACION ACTIVA COLUMNA 24 - 28

Se ingresa la variación de generación de potencia activa en la barra en megavatios

VARIACION DE LIMITE MINIMO DE GEN. ACTIVA COLUMNA 30 - 34

Se ingresa la variación del límite mínimo de la generación activa en la barra en megavatios



VARIACION DE LIMITE MAXIMO DE GEN. ACTIVA COLUMNA 36 - 40

Se ingresa la variación del límite máximo de la generación activa en la barra en megavatios

VARIACION DE GENERACION REACTIVA COLUMNA 42 - 46

Se ingresa la variación de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos

VARIACION DE LIMITE MINIMO DE GEN. REACTIVA COLUMNA 48 - 52

Se ingresa la variación de límite mínimo de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos

VARIACION DE LIMITE MAXIMO DE GEN. REACTIVA COLUMNA 54 - 58

Se ingresa la variación de límite máximo de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos

CONTINGENCIA DE CARGA (CARG)

Se ingresa los datos necesarios para la contingencia de carga

TIPO COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el código CARG indicando la contingencia de carga



BARRA

COLUMNA 6 - 9

Se ingresa el número de la barra en la cual ocurre la contingencia

VARIACION DE CARGA ACTIVA

COLUMNA 24 - 28

Se ingresa la variación de la carga activa en la barra en megavattios

VARIACION DE CARGA REACTIVA

COLUMNA 30 - 34

Se ingresa la variación de la carga reactiva en la barra en megavoltio-ampere reactivos

CONTINGENCIA DE CAPACITOR - REACTOR

Se ingresa los datos necesarios para la contingencia de capacitor - reactor

TIPO

COLUMNA 1 - 4

Se ingresa el código SHUN indicando la contingencia de capacitor - reactor

BARRA

COLUMNA 6 - 9

Se ingresa el número de la barra en donde ocurre la contingencia



VARIACION DE POTENCIA REACTIVA

COLUMNA 24 - 28

Se ingresa la variación de la potencia reactiva suministrada a la barra en megavoltio-ampere con respecto al valor especificado por el capacitor o reactor.

Al terminar los datos de la contingencias, se ingresa FCAS.

Para finalizar, se ingresa 9999 en la última fila en las columnas 1 - 4

2.2.10 CODIGOS DE EJECUCION PARA CASOS DE CONTINGENCIAS (EXCT)

Realiza el cálculo de la solución del problema de flujo de potencia para los casos de contingencias

El usuario puede escoger cualquiera de los siguientes códigos:

CPB1 CPB2 TRB1 TRB2 NEWT PART LFDC BPAR BPSI QLIM VLIM CREM
CTAP CINT PERD DPER MOST MOCT MOSG MOCG MOSF MOCF RMON RCVG
RILH FILE 80CO CONV RTOT RBAR RGER RREF RREM RCAR RLIN RTE
RINT RTRA RLTC RLDC ERRC ERRS

Ver concepto y uso de cada uno en el anexo A.



2.2.11 CODIGO DE EJECUCION FIN (FIM)

Realiza la terminación de la ejecución del programa. Ingrese la palabra FIM de la columna 1 - 3



2.3 METODO PARA LA REALIZACION DE UNA CORRIDA EN EL PROGRAMA ANAREDE

Luego de haber sido elaborada la base de datos, esta debe ser almacenada en un archivo de cualquier editor con un nombre y una extensión . PWF que por convención de ANAREDE lo asocia a los datos de entrada. Se sale del editor y se entra al programa ANAREDE mediante su icono de entrada directa, donde aparecerá la pantalla con los listados de UNIDADES LOGICAS.

Cada una de estas tiene funciones establecidas y para cada una hay que asociar un archivo que permita realizar las tareas asociadas a cada unidad. Para tener acceso a estas unidades se debe digitar el código de ejecución ULOG.

Son nueve las Unidades que se muestran en pantalla:

1 ANASDADOS

En esta unidad va asociado el archivo de datos con la extensión . PWF que se creó en el editor. Esta sucesión debe ser hecha al final de todas las asociaciones de archivos en las otras unidades lógicas.

2 ANASAVCA

Está relacionada con el archivo histórico donde van almacenados todos los casos que se quiera guardar relación entre sí. Permite una mejor organización de los trabajos y para guardar un caso en este archivo es necesario asociar con esta unidad el nombre del archivo histórico que se desee y que haya sido creado



previamente, lo cual se lo hace antes de asociar el archivo de datos a la unidad # 1, que es el último paso como ya se dijo

3 ANASTEMPO

Se guarda aquí los archivos de evaluación del desempeño de los algoritmos y técnicas utilizadas por el programa. Esta unidad es de interés básicamente para los creadores del programa a fin de mejorarlo.

4 ANASPRINT

Esta unidad lógica imprime los resultados de salida de la corrida en el archivo con el que se asocia en este momento. Si el archivo no existe en ese momento, lo crea y para verlo es necesario llamarlo desde el editor. Si el archivo existe, graba la nueva corrida encima del ya existente.

5 ANASINPUT

Relaciona un archivo de interfase usuario-programa y es un detalle interno operativo del programa

6 ANASVIDEO

Relaciona los archivos de resultados de salida con la pantalla del monitor y es un detalle interno del programa



7 ANASPUNCH

Permite traer del archivo histórico la información de algún caso deseado al archivo que se asocie con esta unidad.

8 ANASPWMOD

Cumple la misma función que la unidad lógica # 2 pero trabaja con archivos del programa POWERMOD, de Philadelphia Electric Company

9 ANASEQNF

No utilizada en esta versión del programa.

2.3.1 CREACION DEL ARCHIVO HISTORICO

Este archivo se lo crea la primera vez que el usuario ingrese al programa ANAREDE, y es un ARCHIVO GENERAL y personal en donde un usuario puede almacenar sus corridas y sus bases de datos, sin que otro usuario que no conozca el nombre del archivo, pueda ingresar.

Se debe seguir los siguientes pasos:



Se ingresa al programa ANAREDE, haciendo "click" en el icono de acceso directo en Windows o desde el sistema operativo que el usuario disponga

El programa presenta un listado con las nueve unidades lógicas, y muestra un mensaje al Usuario:

CODIGO DE EJECUCION:

Después de haber digitado ULOG y presionar ENTER, el programa muestra el mensaje:

UNIDAD LOGICA:

Se digita el número dos: **2**

Presionar **ENTER**

El programa muestra el mensaje **NOMBRE DEL ARCHIVO HISTORICO:**

Aquí el usuario debe definir un nombre de hasta ocho caracteres, y con cualquier extensión de tres caracteres. Este archivo será en donde se almacenen todos los casos que mas adelante el usuario analice.

Presionar **ENTER**

Nuevamente el programa muestra el mensaje **CODIGO DE EJECUCION:**

El usuario debe digitar: **ARQV INIC**

Con lo cual se dará paso a la creación e inicialización del archivo histórico.

Presionar **ENTER**

Nuevamente el programa muestra el mensaje **CODIGO DE EJECUCION:**

Finalmente digitar: **SIM**

Con lo cual se confirma su creación

Por último el programa muestra el mensaje **CODIGO DE EJECUCION:**

digitar la palabra : **FIM**

El programa automáticamente vuelve a WINDOWS o a DOS dependiendo donde se ejecutó la entrada a ANAREDE.

Este procedimiento para crear el archivo histórico, se lo debe realizar solamente cuando usted ingresa por primera vez al programa

2.3.2 EJEMPLO DEL INGRESO DEL PROCESO DE LA CORRIDA EN ANAREDE

Se ingresa al programa ANAREDE, haciendo " clic " en el icono de acceso directo en Windows o desde el sistema operativo que el usuario disponga

El programa presenta un listado con las nueve unidades lógicas, y muestra el siguiente mensaje:



CODIGO DE EJECUCION:

Se debe digitar **ULOG**, para tener acceso a cualquiera de las nueve unidades lógicas.

Para elaborar una corrida de flujo de potencia es necesario utilizar solamente tres (3) de estas unidades lógicas, de la siguiente manera:

Después de haber digitado **ULOG** y presionar **ENTER**, el programa muestra el mensaje:

UNIDAD LOGICA:

Se debe digitar el número cuatro: **4** , con lo cual se asocia un archivo donde se guardarán los resultados de la corrida, luego de presionar **ENTER** , el programa muestra el mensaje:

NOMBRE DEL ARCHIVO ASOCIADO:

Aquí el usuario debe poner un nombre de hasta 8 caracteres, con la extensión **.PRN** , creando así el archivo que automáticamente se guardará en el editor, y contendrá la corrida final de la solución del problema de flujo de Potencia.

Presionar **ENTER**

Nuevamente el programa muestra el mensaje **CODIGO DE EJECUCION:**



El usuario debe digitar nuevamente **ULOG:**

Presionar **ENTER**

El programa muestra el mensaje **UNIDAD LOGICA:**

Se debe digitar el número dos: **2** , con lo cual se asocia al archivo histórico ya creado, y todas las corridas, con el nombre definido en la unidad lógica número 4 se almacenarán en el archivo histórico.

Presionar **ENTER**

El programa muestra el mensaje **NOMBRE DEL ARCHIVO HISTORICO:**

Aquí el usuario debe poner el mismo nombre y extensión que definió cuando creó el archivo histórico.

Presionar **ENTER**

Nuevamente el programa muestra el mensaje **CODIGO DE EJECUCION:**

El usuario debe digitar nuevamente **ULOG:**

Se escoge la unidad número uno: **1** , que es para asociar con el archivo de datos, creado anteriormente a través del EDITOR.

Presionar **ENTER**, el programa muestra el mensaje:



NOMBRE DEL ARCHIVO ASOCIADO:

Aquí el usuario debe poner el mismo nombre con el cual el usuario definió el archivo de datos del editor que ya fue creado. (con extensión **.PWF**)

Presionar **ENTER** hasta que el programa confirme el análisis del caso, mostrando en pantalla:

CASO GRABADO, o CASO REMOVIDO (Si es que ya existía)

finalmente el programa muestra el mensaje:

CODIGO DE EJECUCION:

Aquí el usuario finaliza su sesión con la palabra: **FIM**

El programa automáticamente vuelve a **WINDOWS** o a **DOS** dependiendo donde se ejecutó la entrada a **ANAREDE**.

Si se desea ver la corrida, se ingresa al **EDITOR** y se busca el archivo bautizado con extensión **.PRN**



CAPITULO III

INTERFASE PARA INGRESO DE BASE DE DATOS

3.1 INTRODUCCION

El objetivo principal del proyecto de Tesis es crear una manera sencilla y rápida para el ingreso de datos de un Sistema de Potencia. Anteriormente el realizar un estudio de un Sistema Eléctrico involucraba utilizar un editor dando la posibilidad de cometer errores al ubicar los valores dentro de las columnas correctas.

Para mejorar el ingreso de la base de datos, se realizó una Interfase, la cual interactúa con el usuario mediante la presentación de mensajes en ambiente Windows, reduciendo la posibilidad de cometer errores durante el ingreso de los datos.

Además, la Interfase une automáticamente la base de datos creada con el programa ANARADE, el cual realiza la solución del problema del Flujo de Potencia.

3.2 EXPLICACION DE LA PROGRAMACION DE LA INTERFASE

INTRODUCCION

La programación de la interfase fue realizada mediante el uso del programa FOX PRO versión 2.5a bajo Windows 95. Dentro de la interfase se tuvo que definir



varias bases de datos y programas en los cuales se establecen todas las columnas en donde se ingresan los parámetros numéricos y alfanuméricos, además de seleccionar los códigos de ejecución y opciones de control disponibles, así como simulaciones en condiciones normales y con contingencias.

El método de programación se basó en la creación de ARCHIVOS INDICES y BASES DE DATOS , cada archivo índice esta estrictamente relacionado con una base de datos.

3.2.1 ARCHIVOS INDICES Y BASES DE DATOS UTILIZADOS EN LA INTERFASE

ARCHIVOS INDICES

Estos archivos son creados para la ordenación automática de los datos ingresados en la base, facilitando su ubicación final en la interfase.

BASE DE DATOS

Base de datos es un archivo en donde el usuario ingresa parámetros eléctricos que, asociando con los programas de resolución permiten la generación del archivo de datos del Sistema de Potencia. Posteriormente el programa ANAREDE ubicará este archivo de datos generado y resolverá el problema del Flujo de Potencia.



En esta interfase fue necesario definir ocho bases de datos principales, mismas que detallaremos a continuación

MAESDBAR
MAESDLIN
MAEEXLF
DATOEXLF
MAESARQV
DATOARQV
MAESDCTG
MAESEXCT

Estas bases sirven para ingresar datos de barras, de líneas, transformadores, códigos de ejecución EXLF, código de ejecución EXCT , código de ejecución ARQV y código de ejecución DCTG.

MAESDBAR

La primera base de datos definida es: MAESTRO DE BARRAS (MAESDBAR) en donde se definen los campos de todos los parámetros de las barras, como son:

Número de barra
Operación
Tipo



Nombre alfanumérico
Grupo límite de tensión
Tensión
Ángulo
Generación activa
Generación reactiva
Generación reactiva mínima
Generación reactiva máxima
Barra controlada
Carga activa
Carga reactiva
Capacitor/Reactor
Area

Estos datos son almacenados en los respectivos campos que fueron creados para el efecto, una vez que se ingresan todos ellos, la interfase lo almacena automáticamente y da paso a la siguiente base de datos.

La ordenación se la realiza mediante su archivo índice que para esta base de datos es XDBAR01.IDX tomando en cuenta el nombre y número de barra.

MAESDLIN

La base de datos definida es: MAESTRO DE LINEAS (MAESDLIN) en donde se definen los campos de todos los parámetros de las líneas de transmisión y transformadores, como son:



De barra
Operación
Para barra
Circuito
Propietario
Resistencia
Reactancia
Susceptancia
Tap
Tap Mínimo
Tap Máximo
Barra Controlada
Capacidad Normal
Capacidad de Emergencia

De igual forma que en MAESDBAR, la interfase almacena lo automáticamente y da paso a la siguiente base de datos.

La ordenación se la realiza mediante su archivo índice que para esta base de datos es XDLIN01.IDX tomando en cuenta el nombre y número de línea.

MAESEXLF

Esta base de datos se diferencia de las anteriores explicadas, ya que en ella están almacenadas todas las opciones de control disponibles en la interfase y además de sus respectivos conceptos. Se debe tener en cuenta, que en esta base de datos, aún no se ha escogido las opciones de control, simplemente se observa en pantalla,



y se selecciona, la interfase las almacena en un archivo índice temporal, que se vuelve definitivo, al confirmar la elección de los códigos seleccionados.

Para ello, se dispone de DATOEXLF, sub-base de datos en donde se guarda el nombre de la base de datos y las opciones de control que Usted ya escogió.

El archivo índice que le corresponde es XDATEXLF.IDX.

MAESARQV

MAESARQV almacena todas las opciones de control disponibles de la interfase y los conceptos de dichas opciones. Existe una sub-base de datos con el nombre de DATOARQV donde se graba el nombre y las opciones de control ya escogidas.

El archivo índice que le corresponde es XDATARQV.IDX.

MAESDCTG

MAESDCTG almacena la base de datos de los cuatro tipos de contingencias:

- Contingencias de circuitos
- Contingencias de generación
- Contingencias de carga
- Contingencias de capacitor-reactor



Para el caso de contingencias de circuitos se ingresan los siguientes datos:

Tipo de contingencia

De barra

Para barra

Circuito

Extremidad donde se abre el circuito para la contingencia.

Para contingencia de generación se ingresa los siguientes datos:

Tipo de contingencia

Barra

Variación de generación activa

Variación limite mínimo de generación activa

Variación limite máximo de generación activa

Variación de Generación Reactiva

Variación limite mínimo de generación reactiva

Variación limite máximo de generación reactiva

Para contingencia de carga se ingresa los siguientes datos:

Tipo de contingencia

Barra

Variación de carga activa

Variación de carga reactiva



Para contingencia de capacitor-reactor se ingresa los siguientes datos:

Tipo de contingencia

Barra

Variación de Potencia Reactiva

El archivo correspondiente es el XDCTG01.IDX el cual se encarga de ordenar de acuerdo al nombre del archivo y el número de la contingencia.

MAESEXCT

MAESEXCT almacena todas las opciones de control disponibles de la interfase y los conceptos de dichas opciones. Existe una sub-base de datos con el nombre de DATOEXCT donde se graba el nombre y las opciones de control ya escogidas.

El archivo índice que le corresponde es XDATEXCT.IDX.

LISTA

En esta base de datos se almacena temporalmente los archivos que por lo menos posea datos de barra ingresados. Su archivo índice es el X1LISTA.IDX donde lo ordena de acuerdo al nombre del archivo.

IMAGENES

En imágenes se almacena todas las fotos que se muestran en la interfase.



3.2.2 PROGRAMAS DE ENLACE DE LA INTERFASE

Una vez ingresados los archivos índices y las bases de datos, estos se enlazan con los programas, los cuales ubican los datos en las columnas dentro del editor de la interfase haciendo que el programa ANAREDE reconozca los valores en su formato estandar.

Los programas creados para esta Interfase se dividen en los siguientes grupos:

- Programa de parámetros de pantalla
- Programas de ingreso de datos
- Programas de modificación de datos
- Programas de eliminación de datos
- Programa de generación de archivo
- Programas de fotos
- Programa de mensajes de error

PROGRAMA DE PARAMETROS DE PANTALLA

Aqui se definen los colores y ubicación de los diferentes textos y dibujos que la Interfase presenta tanto para la pantalla principal, como para cada opción específica escogida. Posee los siguientes programas:

MENU

MENU2



PROGRAMAS DE INGRESO DE DATOS

Los valores numéricos y alfanuméricos, y los códigos de ejecución escogidos dentro de cada una de las bases de datos, se enlazan con los programas de ingreso de datos, a través de las instrucciones que estos poseen.

Los programas de ingreso de datos utilizados son los siguientes:

PROC_DBI : Procesa y enlaza los datos de barra ingresados

PROC_DLI : Procesa y enlaza los datos de líneas de transmisión y transformadores

PRO_DCTI : Procesa y enlaza los datos de contingencias

ING_EXLF : Procesa y enlaza las opciones escogidas en condiciones normales

ING_EXCT : Procesa y enlaza las opciones escogidas con contingencia

ING_ARQV : Procesa y enlaza las opciones escogidas para almacenar archivos



PROGRAMAS DE MODIFICACION DE DATOS

Si se comete algún tipo de error durante el ingreso de los datos, la modificación necesaria hará uso de los programas de modificación de datos, que son:

PROC_DBM : Modifica, procesa y enlaza los datos de barra

PROC_DLM : Modifica, procesa y enlaza los datos de líneas y transformadores

PROC_CTM : Modifica, procesa y enlaza los datos de las contingencias

PROGRAMAS DE ELIMINACION DE DATOS

Cuando se desea borrar definitivamente un dato no requerido, es necesario hacer uso de los programas de eliminación de datos, que son:

PROC_DBE : Elimina, procesa y enlaza los datos de barra

PROC_DLE : Elimina, procesa y enlaza los datos de líneas y transformadores

PROC_CTE : Elimina, procesa y enlaza los datos de las contingencias



ELI_EXCT : Elimina, procesa y enlaza las opciones anteriormente escogidas

PROGRAMA DE GENERACION DE ARCHIVO

Este programa realiza el paso final de la Interfase, enlaza todos los datos de barras, de líneas y transformadores, códigos de ejecución, códigos de contingencias, y los procesa, de tal manera que crea el archivo último y definitivo para que ANAREDE resuelva el caso.

El programa se llama:

PROC_GEN

PROGRAMAS DE FOTOS

Si desea observar una foto con ejemplos de Centrales térmicas, hidráulicas, líneas de transmisión, Centros de control y monitoreo, y, una foto en tiempo real del Sistema Nacional Interconectado, monitoreado desde el CENACE (Centro Nacional De Control De Energía Eléctrica) se hace uso de los programas de fotos, que son:



PRO_DIAP
PRO_DIAG
PRO_DIA4
PRO_DIA5
PRO_DIA7
PRO_DIA8
PRO_DIA9
PRO_DI10
PRO_DI11

PROGRAMA DE MENSAJES DE ERROR

Cuando se produce una acción no válida, como por ejemplo ingresar a Contingencias, sin haber ingresado primeramente los datos de barra y de línea / transformador, o cuando se abre un archivo ya existente, etc. Para múltiples alternativas no válidas, el programa de mensajes de error enlaza el tipo de error y lo muestra en pantalla, el programa es:

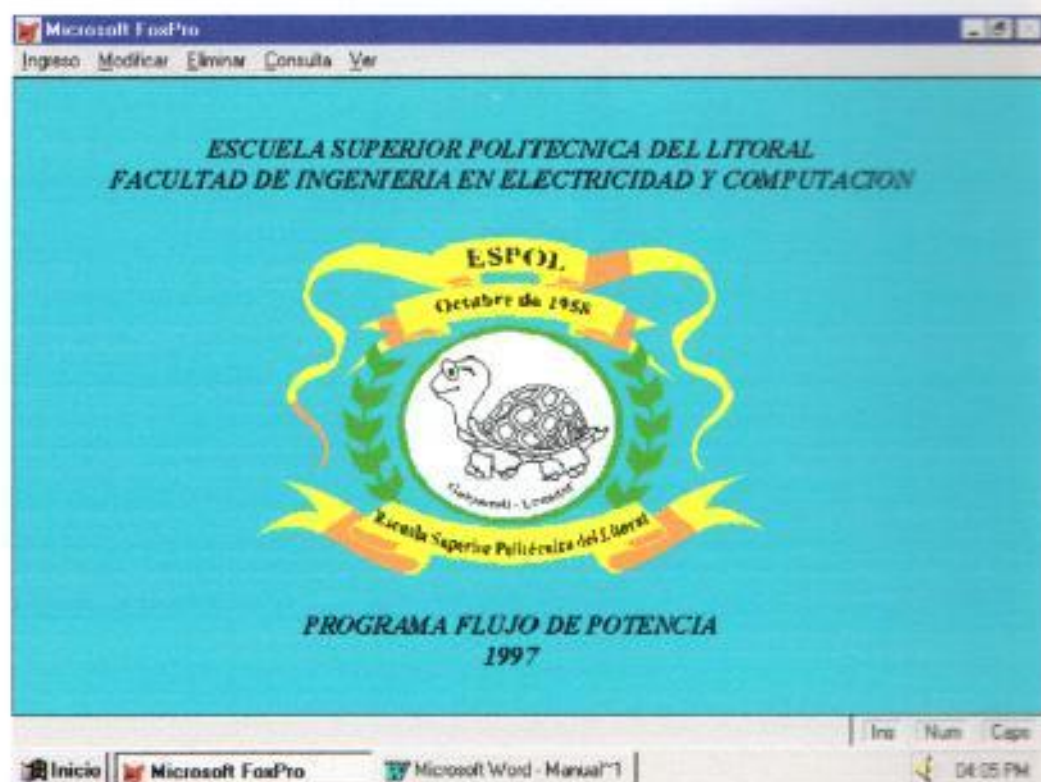
SYSERROR



CAPITULO IV

MANUAL DE USUARIO DE PROGRAMA FLUJO 1997 (INTERFASE DE PROGRAMA DE FLUJO DE POTENCIA ANAREDE)

Para utilizar la interfase se ingresa a Windows 95 y se selecciona el icono que lleva por nombre FLUJO o dentro de el Programa **FoxPro** se ingresa al programa flujo . Al hacerlo se encontrará la pantalla que a continuación se muestra, la cual es el menú principal del programa.



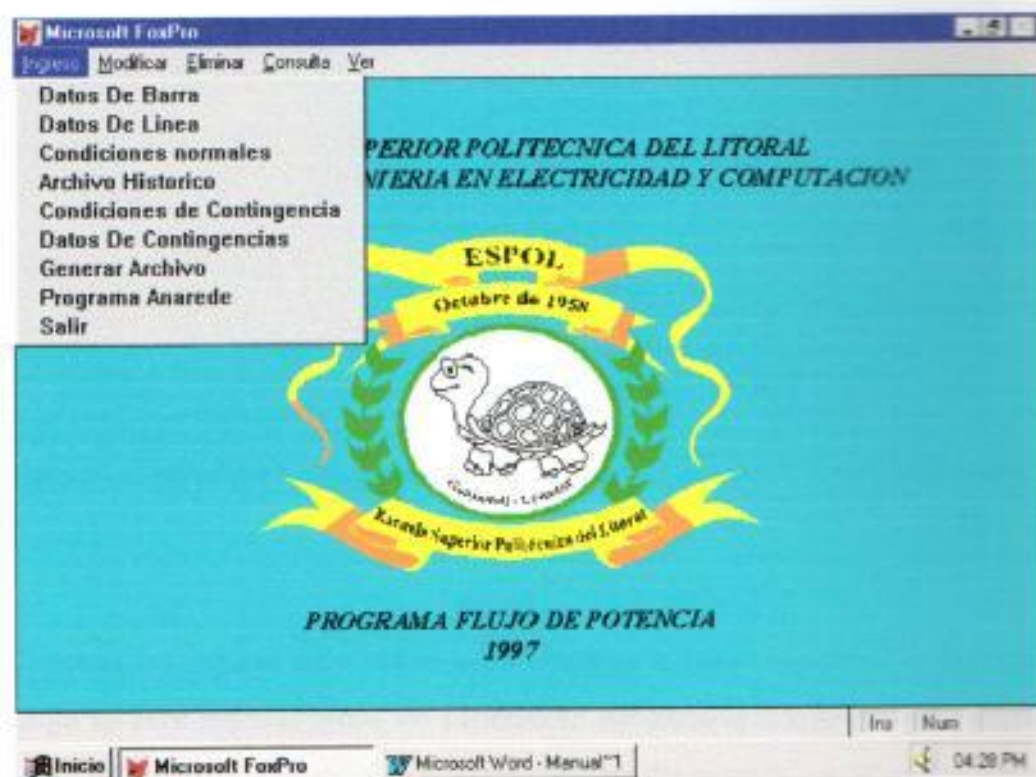
En la parte superior izquierda se observa cinco opciones que son: **Ingreso**, **Modificar**, **Eliminar**, **Consulta** y **Ver**. En el extremo superior derecho se tiene



los tres botones usuales de Windows que sirven para maximizar o minimizar las pantallas.

OPCION INGRESO

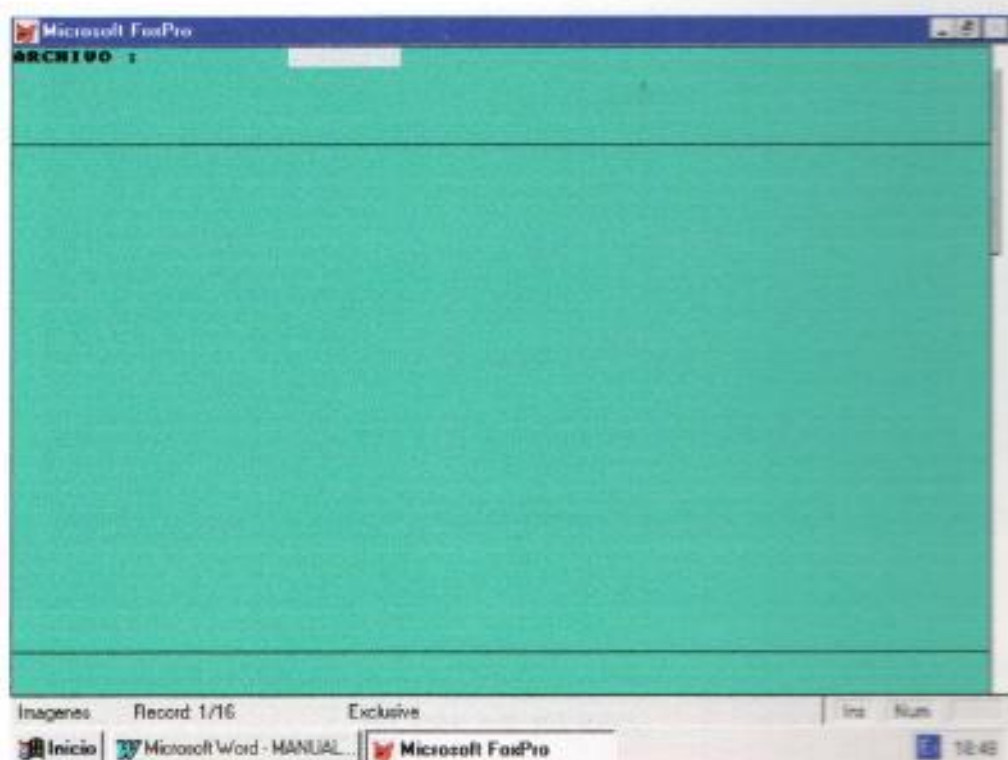
Dentro de la opción ingreso se tiene las siguientes opciones:



DATOS DE BARRA

Si se ingresa en **DATOS DE BARRA** se debe darle un nombre de máximo ocho caracteres al archivo que desea crear, haciendo que el programa guarde

automáticamente los datos con dicho nombre. A continuación se muestra la pantalla para el ingreso del nombre de los datos de barra:



Después del ingreso del nombre del archivo se ingresan los datos de las barras. Aquí se debe ingresar todos los parámetros eléctricos que considera el programa **ANAREDE** para el análisis de flujo de potencia del sistema que se quiera analizar con un formato como el que se muestra en el siguiente ejemplo:

NUMERO DE LA BARRA	DE	TPO	NOMBRE DE LA BARRA	LIMITE DE TENSION	TENSION EN KV	ANGULO EN GR	GENERACION EN MW	GENERACION EN MVAR	GENERACION EN MW	GENERACION EN MVAR	CARGA EN MW	CARGA EN MVAR	ABRIR
1	0	2	TAURICA	1	1050	0	0	24.47	240	241			1
2	0	0	JAUTE1	1	1047	-0.4							1
3	0	2	JAUTE2	1	1045	-4.5							1
4	0	0	CUBICA	1	1024	-0.4							1
5	0	0	CUBICA	1	1000	-1.1					45.0	20.4	1
7	0	1	JAUTE1	1	1050	0.14	271	24.42	240	241			1
13	0	0	IMON9	1	1012	-12					2.2	0.7	1
14	0	2	LOTA10	1	979	-17							1
17	0	0	LO-006	1	1000	-15					27.4	6.0	1
18	0	2	MILAGE	1	1002	-18							1
17	0	0	MILAGE	1	1012	-11					22.0	7.0	1
19	0	0	MILAGE	1	1010	-22							1
19	0	0	KASSA10	1	1001	-26							1
20	0	0	BABAG9	1	1000	-28					10	6.2	1
21	0	2	MACH10	1	907	-29							1
22	0	0	MACH99	1	1000	-25					43.4	20.8	1
24	0	2	IASO21	1	994	-21							1
25	0	2	IASO21	1	1000	-24							1
26	0	0	SAL10	1	904	-20							1
27	0	0	IASO06	1	1000	-27					11.2	23.0	06
28	0	0	SAL25	1	1000	-29					20.2	7.2	1
29	0	0	PONC10	1	1000	-22							1
30	0	0	KOC086	1	1000	-28					4.2	1.2	1
31	0	0	SAL16	1	1000	-24					101.4	21.2	06
34	0	0	SAL11	1	1000	-24							1
35	0	1	V-BSC	1	1040	-18	30	20.00	20	42			1

A continuación se muestra la descripción de cada uno de los campos que se tienen disponibles en la opción de **DATOS DE BARRA**:

NUMERO DE LA BARRA

Se ingresa el número de la barra de corriente alterna desde 1 hasta 999.

OPERACION

Para adicionar los datos de una barra, se digita 0

Para eliminar los datos de una barra, se digita 1

Para modificar los datos de una barra, se digita 2



TIPO DE BARRA

Para barra de carga (potencias activa y reactiva son fijas), se digita 0.

Para barra de tensión regulada (potencia activa y magnitud de tensión son fijas), se digita 1.

Para barra de referencia (magnitud de tensión y ángulo de fase fijos), se digita 2.

Para barra de carga con limite de tensión (potencias activas y reactivas fijas para mantener la magnitud de tensión dentro de los valores limites), se digita 3.

NOMBRE DE LA BARRA

Identificación alfanumérica de la barra de hasta 12 caracteres.

GRUPO LIMITE DE TENSION

Se ingresa del 0 - 9 o el caracter desde la A - Z , estos valores son asociados a los diferentes grupos de limite de tensión mínimo y máximo.

TENSION EN P.U.

Se ingresa el valor inicial de la magnitud de tensión de la barra en por unidad y considerando que se tienen cuatro caracteres en los cuales ya se considera el punto decimal luego del primer carácter ingresado.

ANGULO DE LA TENSION

Se ingresa el ángulo de fase inicial de la tensión de la barra en grados de hasta cuatro caracteres.



GENERACION ACTIVA EN MW.

Se ingresa el valor de la generación de potencia activa de la barra en Megawatios de hasta cinco caracteres.

GENERACION REACTIVA EN MVAR.

Se ingresa el valor de la generación de potencia reactiva de la barra en MegaVolt-Ampere Reactivo de hasta cinco caracteres.

GENERACION REACTIVA MINIMA

Se ingresa el valor limite minimo de generación de potencia reactiva en la barra en MegaVolt-Ampere Reactivo de hasta cinco caracteres.

GENERACION REACTIVA MAXIMA

Se ingresa el valor limite máximo de generación de potencia reactiva en la barra en MegaVolt-Ampere Reactivo de hasta cinco caracteres.

CARGA ACTIVA EN MW.

Se ingresa el valor de la carga activa de la barra en Megawatios de hasta cinco caracteres.



CARGA REACTIVA EN MVAR.

Se ingresa el valor de la carga reactiva de la barra en MegaVoltio-Ampere Reactivo de hasta cinco caracteres.

CAPACITOR / REACTOR MVAR

Se ingresa el valor total de la potencia reactiva de hasta cinco caracteres *inyectada* en la barra en MegaVoltio-Ampere Reactivos, por los bancos de *capacitores / reactores*. Si este valor es positivo (+) corresponde a *capacitores*, y *negativo (-)* para *reactores*.

AREA

Se ingresa el número del área al cual pertenece la barra.

DATOS DE LINEA

Al seleccionar la opción de datos de línea, deberá ingresar el nombre del archivo (el cual debe ser igual al nombre del archivo datos de barra) y se define de igual manera como se realiza en datos de barra.

A continuación se muestra un ejemplo de un archivo de datos de línea con sus respectivos campos que se consideran en el programa ANAREDE para la solución del flujo de potencia:



DESDE LA BARRA	OPERACION	NÚMERO DE BARRA EN PARALELO	RESISTENCIA DEL CIRCUITO EN Ω	ASCIENDENCIA DEL CIRCUITO EN Ω	DESCENDENCIA DEL CIRCUITO EN Ω	TA3	TA2	TA1	BARRA CONTROLADA	CANTIDAD DE BARRAS	IMPEDANCIA	
1	0	2	1		2.07				1.000	2	375	400
2	0	3	1		1.94				1.000	3	360	390
3	0	3	2		1.94				1.000	3	360	390
4	0	4	1	5.95	18.53	4.41				4	340	360
5	0	4	2	5.95	18.53	4.41				4	340	360
6	0	7	1		2.23				1.000	7	375	400
7	0	10	1	1.37	12.81	25.90				10	440	460
8	0	16	2	1.37	12.81	25.90				16	440	460
9	0	85	1	2.3	19.00	36.92				85	440	460
10	0	86	1	1.83	25.25	29.56				86	440	460
11	0	5	1		6.9				1.000	5	360	390
12	0	14	1	11.46	25.75	6.297				14	340	360
13	0	13	1	26.4	75.2	1.00				13	120	130
14	0	14	1		11.20		1.00	8	1.1	14	30	30
15	0	17	1		4.5		1.000			17	120	130
16	0	18	1		1.94		.975			18	287	287
17	0	204	1	.36	2.89	6.233				204	440	460
18	0	204	2	.36	2.89	6.233				204	440	460
19	0	19	1	3.99	11.3	3.079				19	240	240
20	0	21	1	11.3	34.66	6.112				21	240	240
21	0	21	2	11.3	34.66	6.112				21	240	240
22	0	19	1		11.20		1.000	8	1.1	22	30	30
23	0	21	1		7.5		1.043	9	1.1	23	240	240
24	0	25	1		1.94		.975			25	270	270
25	0	28	1	9.00	27.3	7.810				28	240	240
26	0	28	1	6.02	25.04	6.429				28	240	240

[A]vanzar o [S]alir...?

A continuación se muestra la descripción de cada uno de los campos que se tienen disponibles en la opción de **DATOS DE LINEA**:

DESDE LA BARRA

Se ingresa el número de una de las barras terminales del circuito desde 1 hasta 999.

OPERACION

Para adicionar los datos de una barra, se digita 0

Para eliminar los datos de una barra, se digita 1

Para modificar los datos de una barra, se digita 2



HASTA LA BARRA

Se ingresa el número de la otra barra terminal del circuito desde 1 hasta 999.

NUMERO DE CIRCUITO EN PARALELO

Se ingresa el número del circuito en paralelo

RESISTENCIA DEL CIRCUITO EN PORCENTAJE

Se ingresa el valor de la resistencia de la línea o transformador expresada en porcentaje con un límite de hasta seis caracteres.

REACTANCIA DEL CIRCUITO EN PORCENTAJE

Se ingresa el valor de la reactancia de la línea o transformador expresada en porcentaje con un límite de hasta seis caracteres.

SUSCEPTANCIA DEL CIRCUITO

Se ingresa el valor total de la susceptancia de la línea o transformador en MegaVoltio-Ampere Reactivo con un límite de hasta seis caracteres.



TAP

Se ingresa la posición del tap del transformador que está referido a la barra "desde la barra" con un límite de hasta cinco caracteres.

TAP MINIMO

Se ingresa el valor mínimo permisible de los transformadores con variación automática de tap (LTC) con un límite de hasta cinco caracteres.

TAP MAXIMO

Se ingresa el valor máximo permisible de los transformadores con variación automática de tap (LTC) con un límite de hasta cinco caracteres.

BARRA CONTROLADA

Se ingresa el número de la barra donde va a ser controlado el voltaje si es un LTC

CAPACIDAD NORMAL

Se ingresa la capacidad en MegaVoltio-Ampere bajo condiciones normales con un límite de hasta cuatro caracteres.



CAPACIDAD DE EMERGENCIA

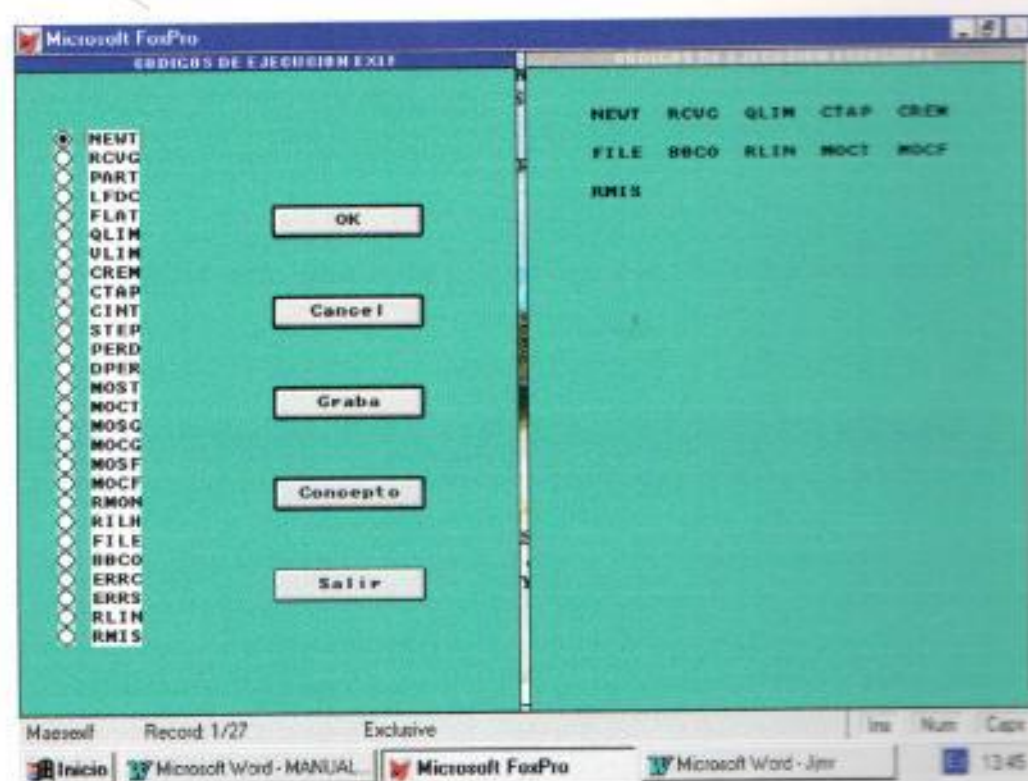
Se ingresa la capacidad en MegaVoltio-Ampere bajo condiciones de emergencia con un limite de hasta cuatro caracteres.

CONDICIONES NORMALES

En esta opción se puede escoger todos los comandos disponibles en el programa **ANAREDE** para la resolución del problema del flujo de potencia (cuyas explicaciones están en el botón de concepto).

También debe ingresar el nombre del archivo al cual se van asociar estos comandos y que debe ser igual al nombre definido en los archivos **DATOS DE BARRA** y **DATOS DE LINEA**.

A continuación se muestra un ejemplo de la pantalla en donde se selecciona las opciones de control que se consideraron apropiadas para el Archivo **CMF1997**:



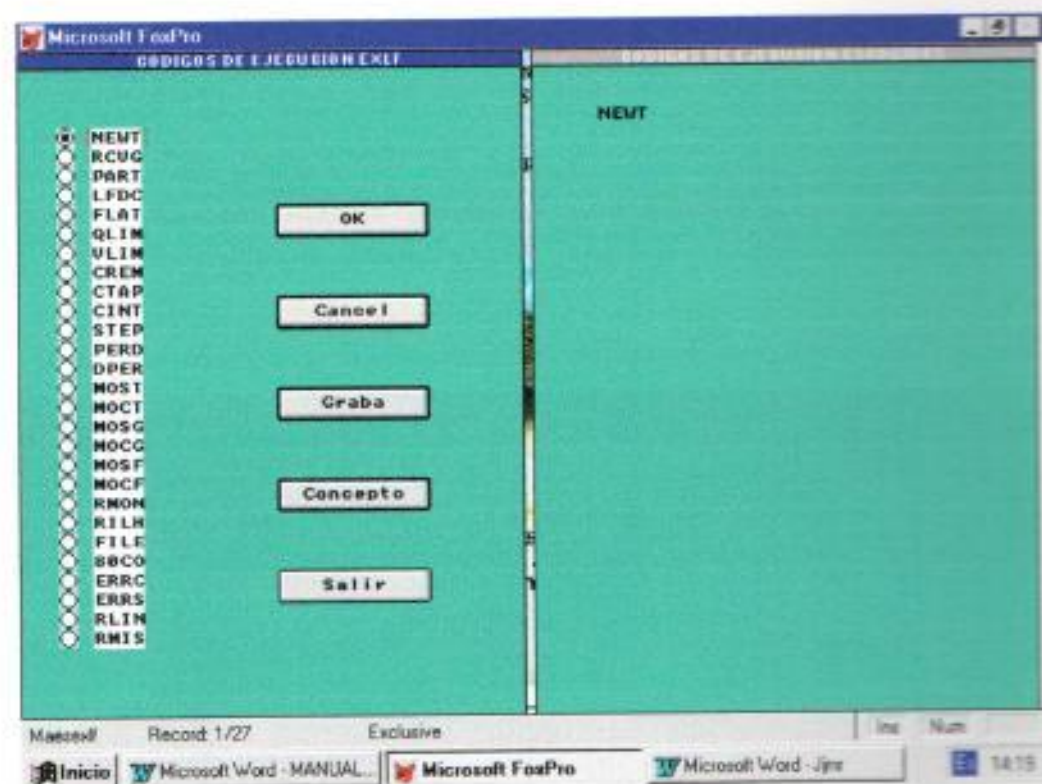
Como se observa en la pantalla de ingreso de los comandos de la opción Condiciones Normales (EXLF) se tiene subdividida en dos partes: La parte izquierda que muestra todos los comandos disponibles y cinco botones que son: **OK, Cancel, Graba, Concepto y Salir**. La parte derecha presenta los comandos que se han seleccionado.

SELECCIÓN DE UN COMANDO

Para seleccionar un comando se debe hacer click con el Mouse de la computadora en el círculo que se encuentra ubicado en el lado izquierdo del comando, apareciendo un punto negro en el interior del círculo, luego se selecciona el botón

OK, y el comando queda seleccionado apareciendo en lado derecho de la pantalla como código de ejecución escogido.

A continuación se muestra un ejemplo en donde se selecciona el comando **NEWT**:



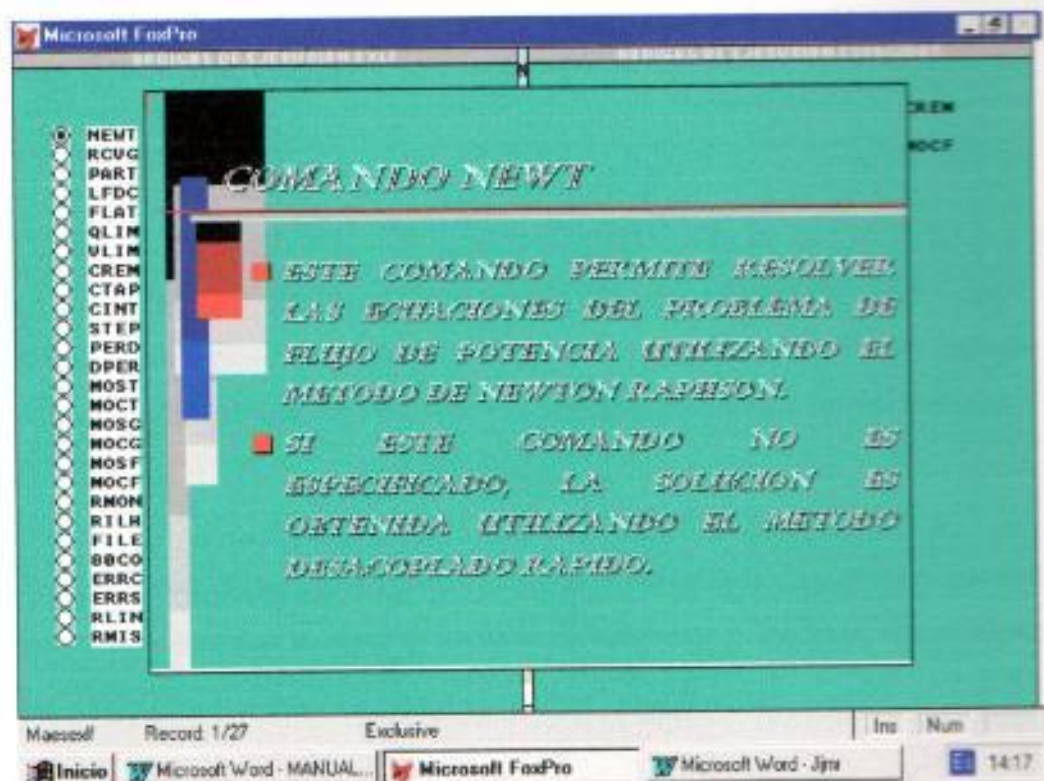
CANCELACION DE UN COMANDO

Para cancelar un comando previamente escogido se debe hacer un click en el círculo que se encuentra en el lado izquierdo del comando, apareciendo el punto negro en su interior, luego presione el botón de **Cancel** e inmediatamente desaparecerá el comando del lado derecho de la pantalla.

CONCEPTO DEL COMANDO

El botón **Concepto** permite realizar una consulta acerca de lo que realiza cada comando, es una explicación breve, por lo que si se requiere mayor explicación se debe consultar el Manual de Anarede. Para ver el concepto se procede de igual forma que para seleccionar un comando, con la diferencia que en lugar de presionar el botón **OK** se presiona el botón **Concepto**.

A continuación se muestra la consulta del comando NEWT:





GRABAR Y SALIR

Luego que se finaliza la selección de los comandos requeridos se tienen dos opciones **Grabar** y **Salir**. Si se presiona el botón **Grabar**, el archivo queda almacenado y retorna a la pantalla principal, si se presiona el botón **Salir** no queda almacenado y retorna al menú principal.

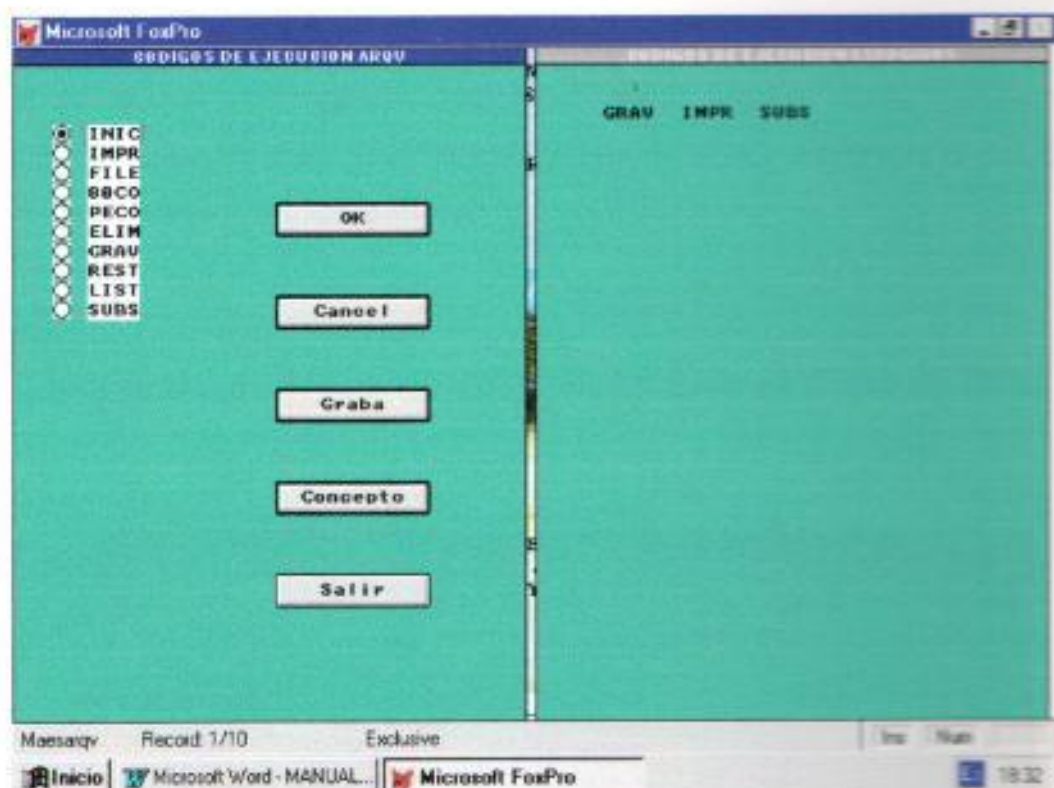
En caso de tener ya el archivo y se desea realizar modificaciones, simplemente se digita el nombre del archivo ya existente y aparecerán los comandos seleccionados, aquí se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.

ARCHIVO HISTORICO

La opción de Archivo Histórico permite grabar la base de datos que se esta creando dentro del Archivo Histórico del programa ANAREDE, para lo cual se debe dar el nombre del archivo y el numero del caso. Además se dispone de comandos de ejecución los cuales se puede grabar, cancelar o ver su concepto.

También debe ingresar el nombre del archivo al cual se van asociar estos comandos y que debe ser igual al nombre definido en los archivos **DATOS DE BARRA** y **DATOS DE LINEA**.

A continuación se muestra un ejemplo de la pantalla en donde se selecciona las opciones de control que se consideraron apropiadas para el Archivo CMF1997:

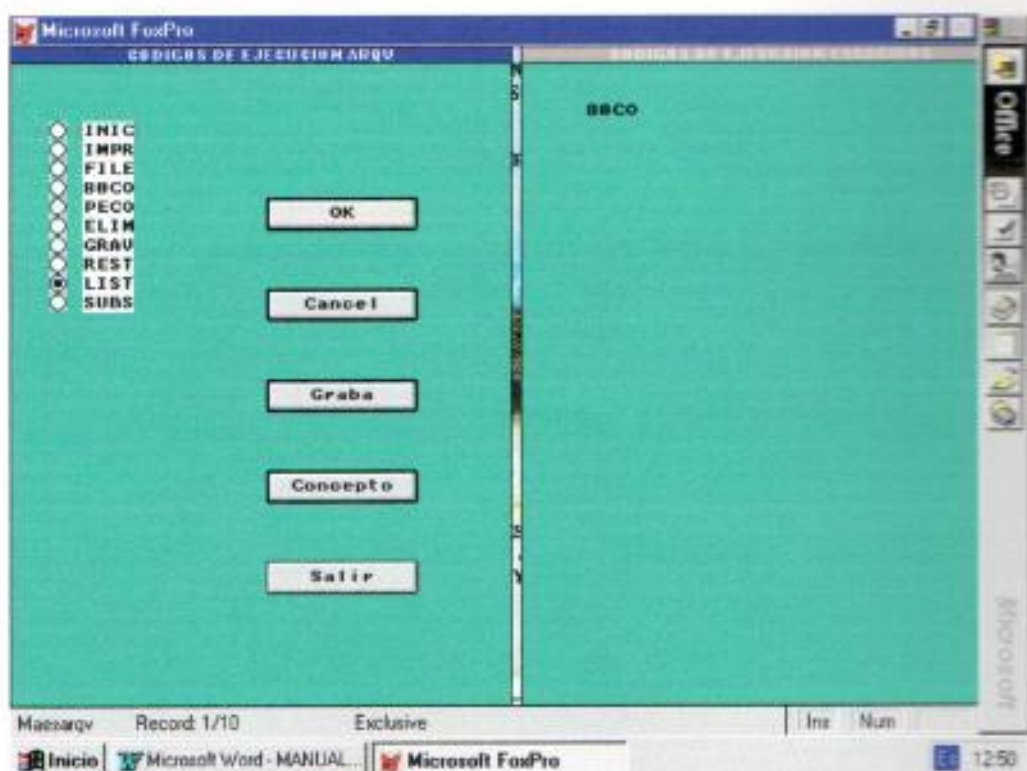


Como se observa en la pantalla de ingreso de los comandos de la opción Archivo Histórico (ARQV) se tiene subdividida en dos partes: La parte izquierda que muestra todos los comandos disponibles y cinco botones que son: **OK**, **Cancel**, **Graba**, **Concepto** y **Salir**. La parte derecha presenta los comandos que se han seleccionado.

SELECCIÓN DE UN COMANDO

Para seleccionar un comando se debe hacer click con el Mouse de la computadora en el círculo que se encuentra ubicado en el lado izquierdo del comando, apareciendo un punto negro en el interior del círculo, luego se selecciona el botón **OK** y el comando queda seleccionado apareciendo en lado derecho de la pantalla como código de ejecución escogido.

A continuación se muestra un ejemplo en donde se selecciona el comando **80CO**:



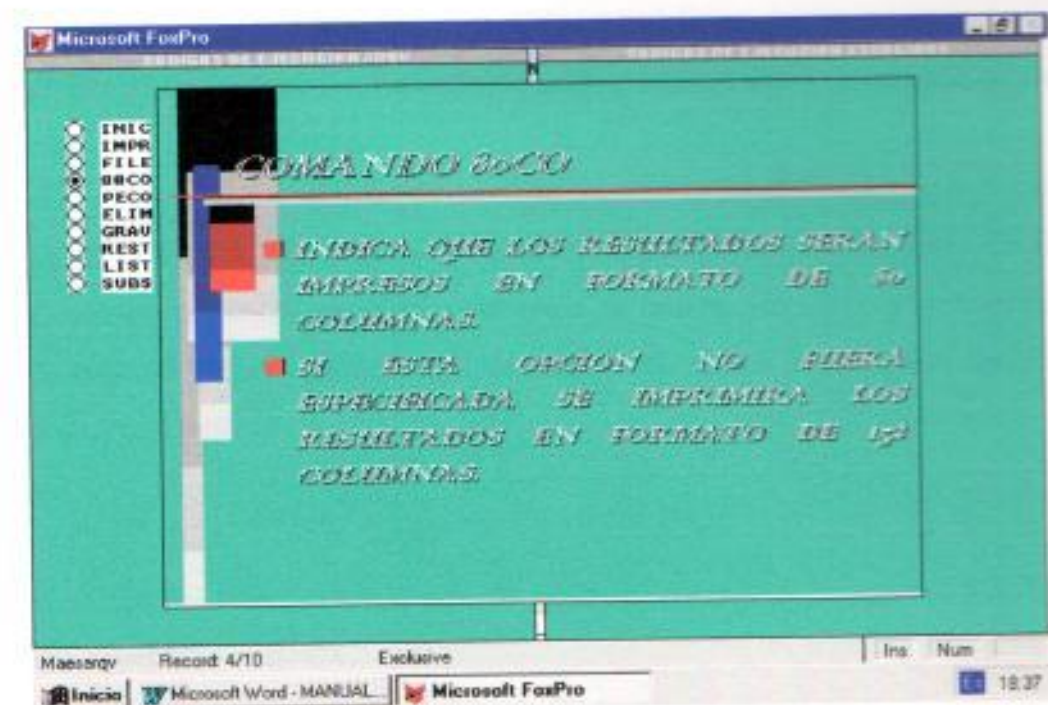
CANCELACION DE UN COMANDO

Para cancelar un comando previamente escogido se debe hacer un click en el círculo que se encuentra en el lado izquierdo del comando, apareciendo el punto negro en su interior, luego presione el botón de **Cancel** e inmediatamente desaparecerá el comando del lado derecho de la pantalla.

CONCEPTO DEL COMANDO

El botón **Concepto** permite realizar una consulta acerca de lo que realiza cada comando, es una explicación breve, por lo que si se requiere mayor explicación se debe consultar el Manual de Anarede. Para ver el concepto se procede de igual forma que para seleccionar un comando, con la diferencia que en lugar de presionar el botón **OK** se presiona el botón **Concepto**.

A continuación se muestra la consulta del comando **80CO**:





GRABAR Y SALIR

Luego que se finaliza la selección de los comandos requeridos se tienen dos opciones **Grabar** y **Salir**. Si se presiona el botón **Grabar**, el archivo queda almacenado y retorna a la pantalla principal, si se presiona el botón **Salir** no queda almacenado y retorna al menú principal.

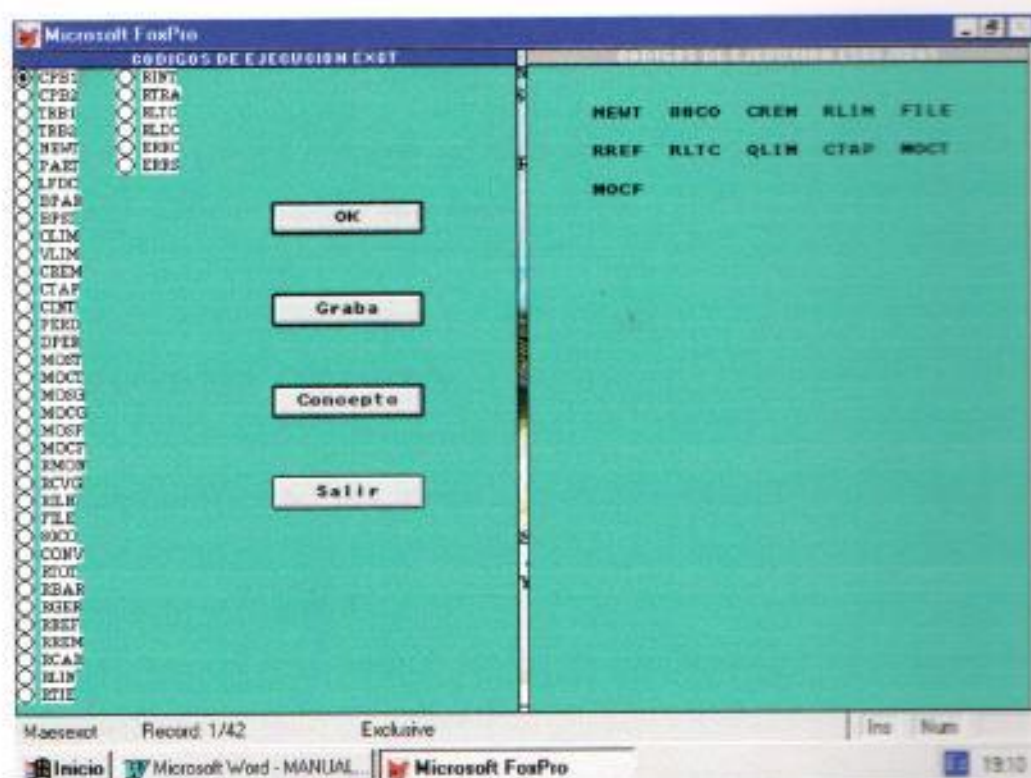
En caso de tener ya el archivo y se desea realizar modificaciones, simplemente se digita el nombre del archivo ya existente y aparecerán los comandos seleccionados, aquí se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.

CONDICIONES DE CONTINGENCIA

Dentro de las condiciones de contingencia se encuentran comandos que sirven para que el programa ANAREDE realice el calculo de la solución del problema de flujo de potencia en aquellos casos en que se desee incluir una o mas contingencias para estudio. Se seleccionan estos comando solo si se va a incluir contingencias en el estudio de flujo de potencia.

Se observa que a diferencia de las opciones de **Condiciones Normales** y **Archivo Histórico**, la pantalla no mostrara el botón de cancelar debido a la gran cantidad de comandos, sin embargo se puede cancelarlos dentro de la opción del menú principal: **Eliminar**

A continuación se muestra la pantalla de los Códigos de Contingencia (EXCT) y sus respectivas opciones.



Como se observa en la pantalla de ingreso de los comandos EXCT se tiene subdividida en dos partes: La parte izquierda que muestra todos los comandos disponibles y cinco botones que son: **OK**, **Graba**, **Concepto** y **Salir**. La parte derecha presenta los comandos que se han seleccionado.

SELECCIÓN DE UN COMANDO

Para seleccionar un comando se debe hacer click con el Mouse de la computadora en el circulo que se encuentra ubicado en el lado izquierdo del comando, apareciendo un punto negro en el interior del circulo, luego se selecciona el botón **OK**, y el comando queda seleccionado apareciendo en lado derecho de la pantalla como código de ejecución escogido.



CANCELACION DE UN COMANDO

La cancelación de un comando escogido será detallado mas adelante cuando se explique la opción **Eliminar** en el menú principal.

CONCEPTO DEL COMANDO

El botón **Concepto** permite realizar una consulta acerca de lo que realiza cada comando, es una explicación breve, por lo que si se requiere mayor explicación se debe consultar el Manual de

Anarede. Para ver el concepto se procede de igual forma que para seleccionar un comando, con la

diferencia que en lugar de presionar el botón **OK** se presiona el botón **Concepto**.

GRABAR Y SALIR

Luego que se finaliza la selección de los comandos requeridos se tienen dos opciones **Grabar** y **Salir**. Si se presiona el botón **Grabar**, el archivo queda almacenado y retorna a la pantalla principal, si se presiona el botón **Salir** no queda almacenado y retorna al menú principal.

En caso de tener ya el archivo y se desea realizar modificaciones, simplemente se digita el nombre del archivo ya existente y aparecerán los comandos seleccionados, aqui se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.

Luego de haber definido los comandos de Condiciones De Contingencia se debe seleccionar **DATOS DE CONTINGENCIAS** dentro de la opción **Ingreso** en el menú principal para seleccionar el tipo de contingencia que se aplicara.

DATOS DE CONTINGENCIAS

En este campo se ingresa los datos de las contingencias que se desee hacer ya sea de circuito, generación, carga o capacitor - reactor (shunt).

Así como en la opción de Condiciones de Contingencia, se tiene este campo de manera opcional si es que se definió dichos códigos. A continuación un ejemplo de la pantalla cuando se definen contingencias con sus respectivos campos.

NUMERO	DES	FROM	END	DESD	HAST	EXVAR	MIN	MAX	VAR	MIN	MAX	VAR	SARMA	VAR	VAR	SARMA	VAR
CASO	CON	CONT	CONT	SARMA	SARMA	NOACT	ACT	ACT	SEA	SEA	SEA	SEA	ACT	SEA	SEA	SEA	SEA
1	0	1	CDC	3	05	1	05	0						0	0		0

[Enter...?]

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 19:44



FORMATO DE LOS CASOS DE CONTINGENCIAS

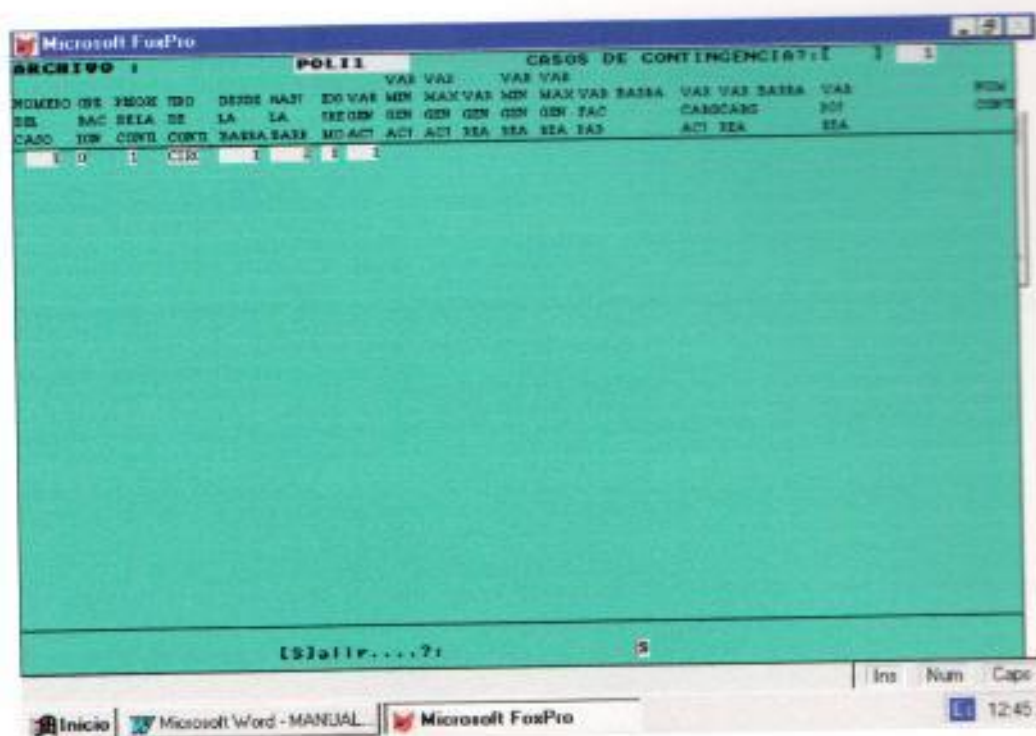
El programa es capaz de realizar contingencias del siguiente tipo:

- Contingencia de circuito
- Contingencia de generación
- Contingencia de carga
- Contingencia de capacitores-reactores (SHUNT)

CONTINGENCIA DE CIRCUITO (CIRC)

Se ingresa los datos necesarios para realizar una contingencia de circuito, si ya existiera el archivo definido, entonces en el programa aparecerá un mensaje en el cual se pregunta si se desea añadir mas contingencias y el numero de las mismas.

A continuación se observa un ejemplo del ingreso de una contingencia de circuito:





NUMERO DEL CASO

Es el numero con el cual se va a definir el caso de estudio.

OPERACIÓN

Para adicionar los datos de una contingencia se digita 0

Para eliminar los datos de una contingencia, se digita 1

Para modificar los datos de una contingencia, se digita 2

PRIORIDAD DE LA CONTINGENCIA

Se define el orden con el que el programa realizara los cálculos del flujo de potencia con contingencias en el caso de existir mas de una.

TIPO DE CONTINGENCIA

Se ingresa el código CIRC indicando contingencia de circuito

DESDE LA BARRA

Se ingresa el número de una de las barras terminales del circuito como fue definido en los datos de barra

HASTA LA BARRA

Se ingresa el número de la otra barra terminal del circuito como fue definido en los datos de barra



NUMERO DEL CASO

Es el numero con el cual se va a definir el caso de estudio.

OPERACIÓN

Para adicionar los datos de una contingencia se digita 0

Para eliminar los datos de una contingencia, se digita 1

Para modificar los datos de una contingencia, se digita 2

PRIORIDAD DE LA CONTINGENCIA

Se define el orden con el que el programa realizara los cálculos del flujo de potencia con contingencias en el caso de existir mas de una.

TIPO DE CONTINGENCIA

Se ingresa el código GERA indicando la contingencia de generación

BARRA

Se ingresa el número de la barra en el cual debe ser simulada la contingencia de generación



VARIACION DE GEN. ACTIVA

Se ingresa la variación de generación de potencia activa en la barra en megavatios

VARIACION DE LIMITE MIN. GEN. ACTIVA

Se ingresa la variación del límite mínimo de la generación activa en la barra en megavatios

VARIACION DE LIMITE MAX. GEN. ACTIVA

Se ingresa la variación del límite máximo de la generación activa en la barra en megavatios

VARIACION DE GENERACION REACTIVA

Se ingresa la variación de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos

VARIACION DE LIMITE MIN. GEN REACTIVA

Se ingresa la variación de límite mínimo de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos



VARIACION DE LIMITE MAX. GEN REACTIVA

Se ingresa la variación de límite máximo de generación reactiva de la barra en megavoltio-ampere reactivos

CONTINGENCIA DE CARGA (CARG)

Se ingresa los datos necesarios para la contingencia de carga, si ya existiera el archivo definido, entonces en el programa aparecerá un mensaje en el cual se pregunta si se desea añadir más contingencias y el número de las mismas.

A continuación se observa un ejemplo del ingreso de una contingencia de carga:

NUMERO DEL CASO

Es el número con el cual se va a definir el caso de estudio.

OPERACIÓN

- Para adicionar los datos de una contingencia se digita 0
- Para eliminar los datos de una contingencia, se digita 1
- Para modificar los datos de una contingencia, se digita 2



PRIORIDAD DE LA CONTINGENCIA

Se define el orden con el que el programa realizara los cálculos del flujo de potencia con contingencias en el caso de existir mas de una.

TIPO DE CONTINGENCIA

Se ingresa el código CARG indicando la contingencia de carga

BARRA

Se ingresa el número de la barra en la cual ocurre la contingencia

VARIACION DE CARGA ACTIVA

Se ingresa la variación de la carga activa en la barra en megavatios

VARIACION DE CARGA REACTIVA

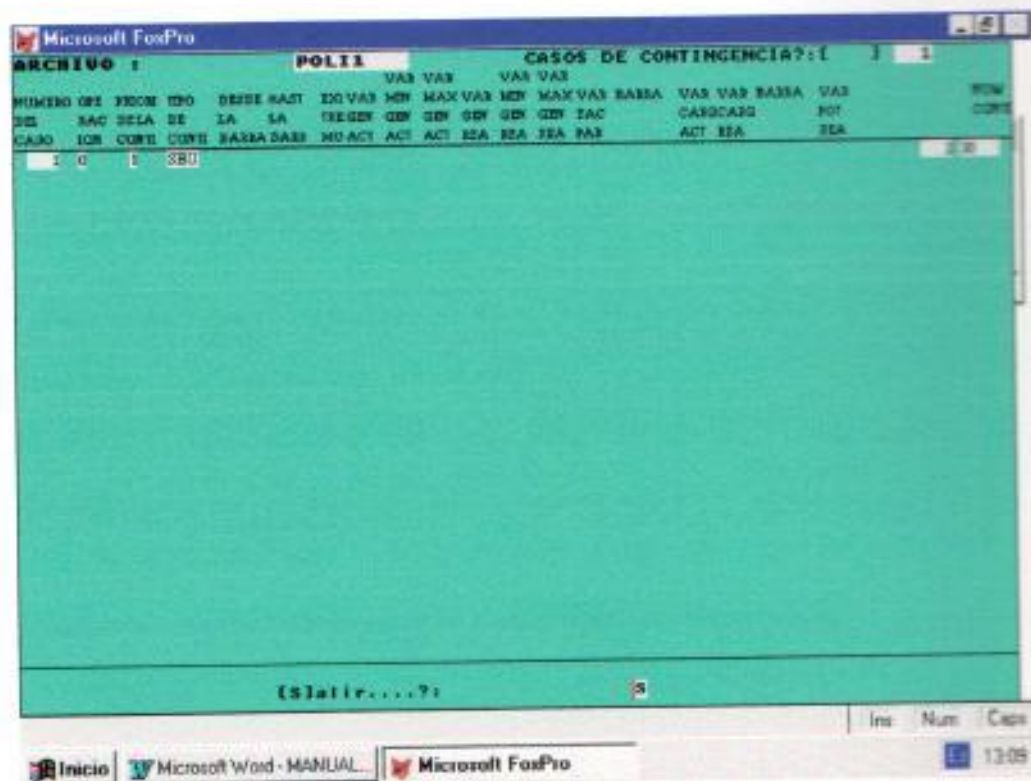
Se ingresa la variación de la carga reactiva en la barra en megavoltio-ampere reactivos



CONTINGENCIA DE CAPACITOR - REACTOR

Se ingresa los datos necesarios para la contingencia de capacitor - reactor, si ya existiera el archivo definido, entonces en el programa aparecerá un mensaje en el cual se pregunta si se desea añadir mas contingencias y el numero de las mismas.

A continuación se observa un ejemplo del ingreso de una contingencia de Capacitor - Reactor



NUMERO DEL CASO

Es el numero con el cual se va a definir el caso de estudio.



OPERACIÓN

Para adicionar los datos de una contingencia se digita 0

Para eliminar los datos de una contingencia, se digita 1

Para modificar los datos de una contingencia, se digita 2

PRIORIDAD DE LA CONTINGENCIA

Se define el orden con el que el programa realizara los cálculos del flujo de potencia con contingencias en el caso de existir mas de una.

TIPO DE CONTINGENCIA

Se ingresa el código SHUN indicando la contingencia de capacitor - reactor

BARRA

Se ingresa el número de la barra en donde ocurre la contingencia

VARIACION DE POTENCIA REACTIVA

Se ingresa la variación de la potencia reactiva suministrada a la barra en megavoltio-ampere con respecto al valor especificado por el capacitor o reactor



GENERAR ARCHIVO

En esta opción se ingresa los datos de área y los grupos de tensión. Para definir áreas, se definen los intercambios liquidados del área y entre áreas y los grupos de tensión con sus respectivos límites mínimo y máximo de tensión.

GRUPO	LIMITE MINIMO	LIMITE MAXIMO	% DE AREA	INTERCAMBIO LIQUIDADO	NOMBRE	INTERCAMBIO MINIMO	INTERCAMBIO MAXIMO
NUMERO DE SAZAS PROCESADAS:				93			
1	0.903	1.056	1	0.00	121	0.00	0.00

GRUPO

Este valor numérico viene dado automáticamente dependiendo de los Grupos Límites de Tensión que se hubieran definidos.



LIMITE MINIMO

Se ingresa el limite mínimo de voltaje por unidad que se desea en la barras de un Grupo Limite de Tensión, es un campo de cinco caracteres que tiene como limites desde 0.8 hasta 1.0.

LIMITE MAXIMO

Se ingresa el limite máximo de voltaje por unidad que se desea en la barras de un Grupo Limite de Tensión, es un campo de cinco caracteres que tiene como limites desde 1.0 hasta 1.2.

INTERCAMBIO LIQUIDO

Se ingresa el valor líquido del intercambio de área en megavatios, con un campo de Hasta cinco caracteres.

NOMBRE

Se ingresa el nombre alfanumérico del área con una capacidad de hasta 36 caracteres.

INTERCAMBIO MINIMO

Se ingresa el valor mínimo del intercambio líquido de área en megavatios, con un campo de hasta cinco caracteres.



INTERCAMBIO MAXIMO

Se ingresa el valor máximo del intercambio liquido de área en megavatios, con un campo de hasta cinco caracteres.

Cuando el archivo se ha generado se tendrá listo en el editor la base de datos que se ha ingresado con el [NOMBRE DEL ARCHIVO].PWF y ahora se podrá resolver el flujo de potencia en la opción **PROGRAMA ANAREDE**.

PROGRAMA ANAREDE

Para utilizar esta opción usted debe haber ingresado todos los datos de barra, de línea y códigos de ejecución ya sea Condiciones Normales y Condiciones de Contingencia si existieran las mismas, además debe generarse el archivo en la opción "Generar Archivo", para actualizar los últimos cambios.

```
FoxPro Run Command - SYSTEM1
Auto
CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica
Programa de Analise de Redes - ANAREDE - Versao V05-01/95

Numero de serie 11200300
Direito de uso: ELETROBRAS GCOI/GTAD
DOS/4GB Protected Mode Run-time
Copyright (c) Rational Systems, Inc.

X-----X-----X-----X-----X
UNIDADE      NOME          IDENTIFICACAO
LOGICA       LOGICO        DO ARQUIVO
X-----X-----X-----X-----X

1  ANA$DADOS  CON
2  ANA$SAVCA C:\CEPEL\URE\SAVECASE.DAT
3  ANA$TEMPO  NUL
4  ANA$PRINT  CON
5  ANA$INPUT  CON
6  ANA$VIDEO  CON
7  ANA$PUNCH  NUL
8  ANA$PMMOD  NUL
9  ANA$SEQNF  NUL

Codigo de Execucão:
```

Taskbar: Inicio | Microsoft Word - MANUAL | Microsoft FoxPro | FoxPro Run Command... | 21:12



La pantalla muestra la ejecución de programa Anarede y sus códigos de accesos definidos en las unidades lógicas de 1 al 9. La unidad lógica #2 define el archivo histórico donde se almacena los casos analizados, esta unidad lógica esta definida ya en la base de datos creada a través de programa CMF1997 como "CONTI ABC" y no es necesario que sea definido nuevamente por el usuario en la pantalla de inicio de ANAREDE.

La unidad lógica #4 define el archivo en el cual se va a almacenar el caso analizado dentro del archivo histórico mencionado anteriormente, pero esta opción también se ejecuta automáticamente dentro de programa CMF1997 nombrando el archivo como el usuario lo definió dentro del programa.

La unidad lógica #1 define el archivo creado por el usuario a través del programa CMF1997 y este si lo define el usuario de la siguiente manera:

- En el programa aparece el mensaje:

CODIGO DE EXECUCAO:

- Se ingresa:

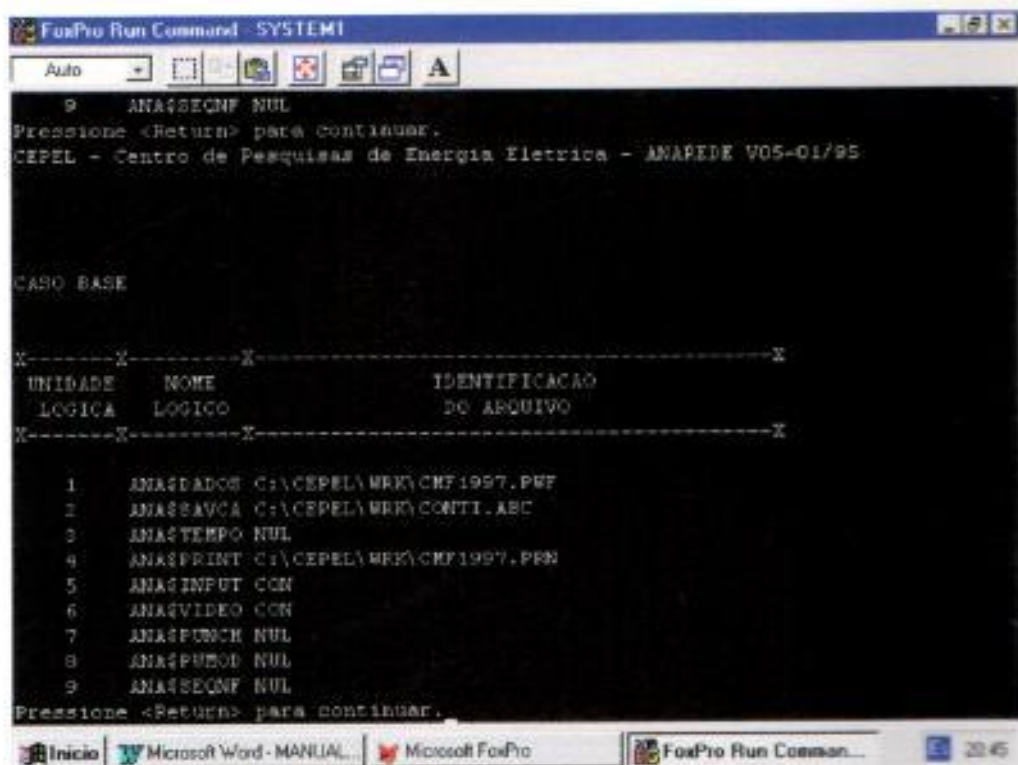
U LOG (ENTER, RETURN, etc.)

En el programa aparece el mensaje:

UNIDADE LOGICA:

- Se ingresa:

- Se Presiona ENTER, RETURN, etc. hasta que se visualice la siguiente pantalla



```
FoxPro Run Command - SYSTEM1
Auto
9 ANASDECNF NUL
Presione <Return> para continuar.
CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAPEDE V05-01/95

CASO BASE

X-----X-----X-----X-----X
UNIDADE   NOME           IDENTIFICACAO
LOGICA    LOGICO         DO ARQUIVO
X-----X-----X-----X-----X

1  ANASDADOS  C:\CEPELA\WRK\CMF1997.PWF
2  ANASRAVCA C:\CEPELA\WRK\CONTI.ABC
3  ANASTEMPO  NUL
4  ANASPRINT  C:\CEPELA\WRK\CMF1997.PFN
5  ANASINPUT  CON
6  ANASVIDEO  CON
7  ANASPUNCH  NUL
8  ANASPUED0 NUL
9  ANASDECNF  NUL
Presione <Return> para continuar.

Inicio Microsoft Word - MANUAL... Microsoft FoxPro FoxPro Run Comman... 20:45
```

En esta pantalla se puede comprobar los nombres de los archivos en las Unidades Lógicas # 1, # 2, # 4 ya explicadas anteriormente. A continuación se debe presionar ENTER, RETURN, etc. y el Programa mostrara los mensajes de "CASO GRABADO", de existir algún error el programa mostrara el tipo de error y por último:

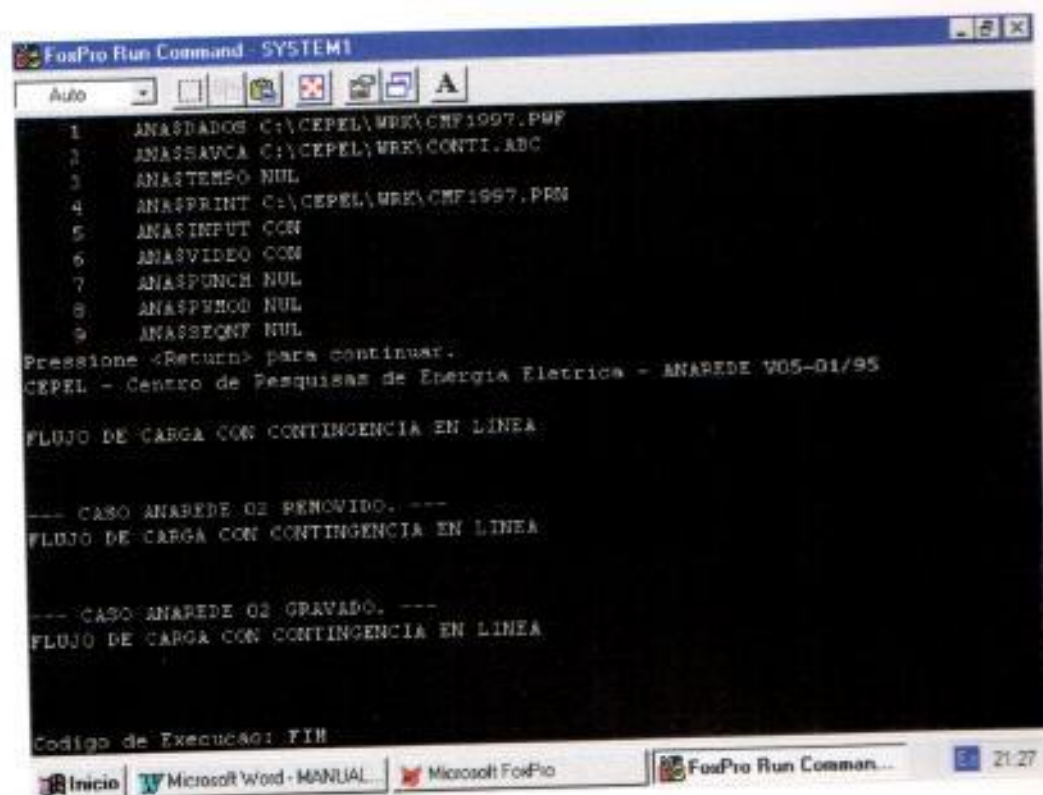
En programa aparece el mensaje:

CODIGO DE EXECUCAO:

- Finalmente se ingresa:

FIM (ENTER, RETURN, etc.)

Como se muestra a continuación en la siguiente pantalla:



Por ultimo el usuario de minimizar esta pantalla haciendo clic en la [X] de la parte superior derecha de la pantalla.

SALIR

Con esta opción el usuario, abandona el menú INGRESO, y se visualiza la pantalla principal de la interfase.

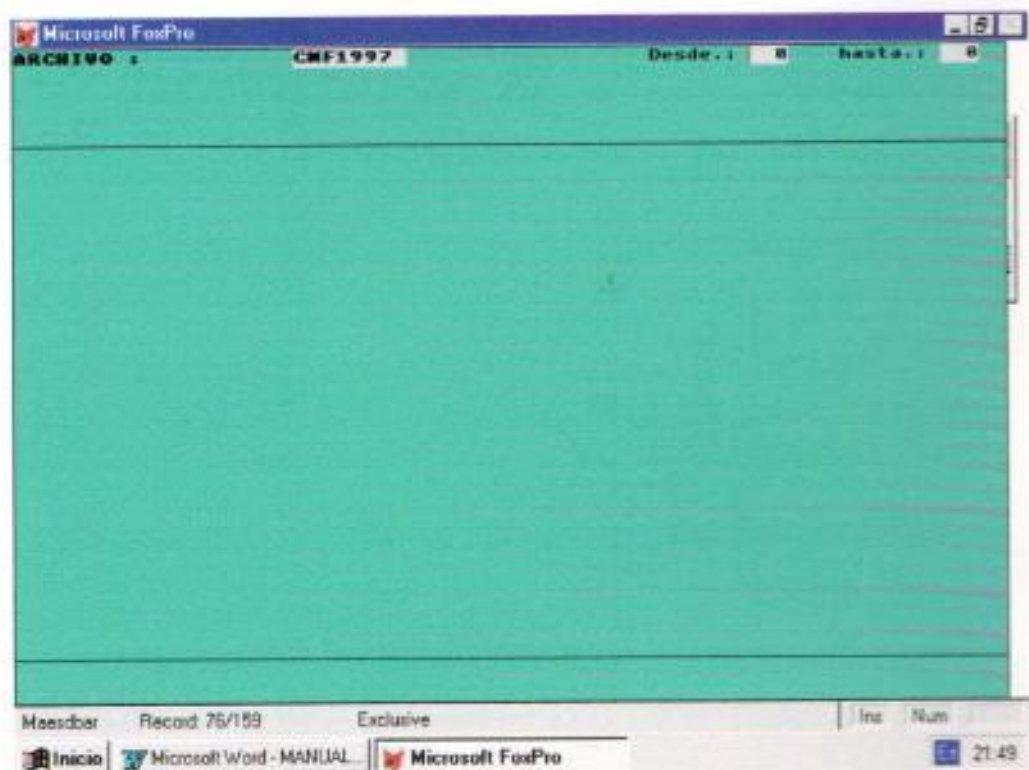
OPCION MODIFICACIONES

Cuando se ingrese a esta opción, el programa presentara los siguientes menús:



DATOS DE BARRA

Con esta opción el usuario, puede modificar los datos de una, un grupo o de todas las barras del archivo ya creado, ingresando primero el nombre del archivo al cual se quiere modificar, y luego seleccionar el rango en donde se encuentra la barra o las barras que se van a modificar, señalado como **DESDE** , **HASTA** . Como se ve en la siguiente pantalla. Si desea solamente modificar una barra específica, usted puede en los campos **DESDE**, **HASTA** , poner el número de dicha barra.



A continuación se muestra la manera de como modificar una barra, tomando como ejemplo el Sistema Nacional Interconectado:

BARRA A MODIFICAR :

PAUTE AB 13.8

NUMERO DE BARRA :

1

CAMBIO A REALIZAR:

POTENCIA GENERADA ACTIVA EN MW DE 310 A 450



Microsoft FoxPro

ARCHIVO : CMF1997 Desde : 1 hasta : 3

NUMERO DE BARRA	TPO DE BARRA	TPO DE BARRA	NOMBRE BARRA	GRUPO UNIDAD	TENSION EN KV	ANGULO EN GR	GENERACION EN MW	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	CARGA EN MW	CARGA EN MVAR	AREA
1	0	0	FAUTZA	1	1000	0	310	24.42	-290	241				1
2	0	0	FAUTS1	1	1047	-0.4								1
3	0	0	FAUTZ2	1	1046	-4.1								1

[M]odificar o [E]salir...? : M

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 21:59

En el momento que se realiza la corrección, el programa pregunta el numero de barra a modificar

Microsoft FoxPro

ARCHIVO : CMF1997 Desde : 1 hasta : 3

NUMERO DE BARRA	TPO DE BARRA	TPO DE BARRA	NOMBRE BARRA	GRUPO UNIDAD	TENSION EN KV	ANGULO EN GR	GENERACION EN MW	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	REACTIVA EN MVAR	CARGA EN MW	CARGA EN MVAR	AREA
1	0	0	FAUTZA	1	1000	0	310	24.42	-290	241				1
2	0	0	FAUTS1	1	1047	-0.4								1
3	0	0	FAUTZ2	1	1046	-4.1								1

INDIQUE EL NUMERO DE BARRA A MODIFICAR. : 1

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:07

A continuación se realiza el cambio

Microsoft FoxPro

ARCHIVO 1 CMF1997 Desde: 1 hasta: 3

NUMERO DE BARRA	IDB	TIPO DE BARRA	NOMBRE DE BARRA	GRUPO	INDICADOR	ANGULO DE BARRA	GENERACION ACTIVA	GENERACION REACTIVA	GENERACION REACTIVA	GENERACION REACTIVA	CARGA ACTIVA	CARGA REACTIVA	AREA
BARRA	IDB	BARRA	BARRA	INDICADOR	INDICADOR	DE MW	DE MVAR	DE MVAR	DE MVAR	MAX MVAR	DE MW	MVAR	MVAR
1	0	2	D110	1	1070	0	450	24.43	-99	241			1
2	0	0	FAUTE1	1	1047	-2.4							1
3	0	0	FAUTE2	1	1046	-4.3							1

INDIQUE EL NUMERO DE BARRA A MODIFICAR... 1

INGRESE VALOR DE GENERACION ACTIVA

Inc Num

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:10

Luego el programa confirma una nueva modificación o la opción de salir

Microsoft FoxPro

ARCHIVO 2 CMF1997 Desde: 1 hasta: 3

NUMERO DE BARRA	IDB	TIPO DE BARRA	NOMBRE DE BARRA	GRUPO	INDICADOR	ANGULO DE BARRA	GENERACION ACTIVA	GENERACION REACTIVA	GENERACION REACTIVA	GENERACION REACTIVA	CARGA ACTIVA	CARGA REACTIVA	AREA
BARRA	IDB	BARRA	BARRA	INDICADOR	INDICADOR	DE MW	DE MVAR	DE MVAR	DE MVAR	MAX MVAR	DE MW	MVAR	MVAR
1	0	2	FAUTEA	1	1099	0	450	24.43	-99	241			1
1	0	0	FAUTE1	1	1047	-2.4							1
3	0	0	FAUTE2	1	1046	-4.3							1

[M]odificar o [S]alir...? :

Inc Num

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:14



Si no se desean realizar mas cambios, al escoger la alternativa SALIR (S), se presenta la pantalla de confirmación y almacenamiento de la modificación realizada:

Microsoft FoxPro

ARCHIVO : CMF1997 Desde : 1 hasta : 3

NUMERO	CSI	CSO	NUMBRE	GRUPO	TENSION	ANGULO	GENERACION	GENERACION	GENERACION	GENERACION	CARGA	CARGA	CARGA	AREA
DELA	SEAC	SE	DELA	SECTE	EN P.O.	DELA	ACTIVA	REACTIVA	REACTIVA	REACTIVA	ACTIVA	SEAC	SEAC	
BARRA	ION	BARRA	BARRA	TENSION	TENSION	EN MW	EN MVAR	EN MVAR	EN MVAR	EN MVAR	EN MW	SEVAF	SEVAF	
1	0	0	PACTEA	1	2050	0	810	2443	-690	241				0
1	0	0	PACTE1	1	2047	-0.4								1
2	0	0	PACTE2	1	2046	-4.1								1

PROCESA LOS DATOS DE BARRA (S/N) : 7 3

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:18

Finalmente el archivo esta modificado y guardado en memoria.

DATOS DE LINEA

Con esta opción el usuario, puede modificar los datos de una, un grupo o de todas las líneas del archivo ya creado, ingresando primero el nombre del archivo al cual se quiere modificar, y luego seleccionar el rango en donde se encuentra la línea a



cambiar en el formato DESDE, HASTA (Rango de líneas que se mostrarán en pantalla)



A continuación se muestra la manera de como modificar una línea, tomando como ejemplo el Sistema Nacional Interconectado:

LINEA A MODIFICAR :

TOTORAS - RIOBAMBA

NUMERO DE BARRA :

85 - 86



CAMBIO A REALIZAR:

RESISTENCIA DE LA LINEA EN PORCENTAJE DE 0.47 A 0.86

Pantalla con los datos originales, listos a ser modificados:

BARRA	SOY	BARRA DEPARTAMENTO	CIRCUITO	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	RESISTENCIA LINEA	
01	0	01	1	0.18	7.01	1.88															
02	0	04	2	0.39	1.91	8.435															
03	0	02	1		15.83		1.000														
04	0	104	1	0.73	7	8.104															
05	0	05	1		8.41		1.000														
06	0	04	1	1.79	8.43	2.161															
07	0	09	2	1.79	8.43	2.161															
08	0	04	1		0.09		1.000														
09	0	05	1	0.7	1.3	7.564															
10	0	07	1		05.97		1.000	1	1.1												
11	0	112	1	08.29	01.38	8.571															

MODIFICA DE LA BARRA [05] HASTA LA BARRA [06] CIRCUITOE [1]

INGRESE TIPO DE OPERACION [0]ADICION: [1]ELIMINACION: [2]MODIFICACION

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22-95

Pantalla con el cambio ya realizado:



Microsoft FoxPro

ARCHIVO z CNF1997 Desde: 1 hasta: 87

DESD	DES	HASTA	NUMERO	RESERVA	REACTANCIA	RESERVA	TAB	TAB	TAB	BARRA	CAPACIDAD	CAP
LA	KAC	LA	CORRETO	CORRETO	CORRETO	CORRETO	MINIO	MAXIO	COMPLETA	POWES	SWA	SWA
BARRA	SW	BARRA	DE TABALDO	SW	SW	SWAS				MVA		
81	3	82	1	3.18	7.33	1.89				92	183	183
82	3	84	1	.59	1.85	0.435				82	141	141
83	3	90	1		25.97		1000			90	80	80
83	3	104	1	0.38	7	0.398				104	30	30
84	3	82	1		8.11		1000			82	80	80
84	3	88	1	1.75	8.42	3.193				84	189	189
84	3	88	2	1.75	8.42	3.184				84	189	189
85	3	84	1		8.85		1000			84	80	80
85	3	86	1	.84	3.8	7.384				84	142	142
8	3	87	1		16.87		1000	3	1.1	87	80	80
87	3	112	1	40.88	43.04	0.371				112	80	80

[Modificar], [Eliminar] o [Salir...]

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:42

Al presionar la S de la opción salir, el programa confirma el cambio

Microsoft FoxPro

ARCHIVO z CNF1997 Desde: 1 hasta: 87

DESD	DES	HASTA	NUMERO	RESERVA	REACTANCIA	RESERVA	TAB	TAB	TAB	BARRA	CAPACIDAD	CAP
LA	KAC	LA	CORRETO	CORRETO	CORRETO	CORRETO	MINIO	MAXIO	COMPLETA	POWES	SWA	SWA
BARRA	SW	BARRA	DE TABALDO	SW	SW	SWAS				MVA		
86	3	82	1	3.18	7.33	1.89				82	183	183
82	3	84	1	.59	1.85	0.435				82	141	141
82	3	90	1		25.97		1000			90	80	80
83	3	104	1	0.38	7	0.398				104	30	30
84	3	82	1		8.11		1000			82	80	80
84	3	88	1	1.75	8.42	3.181				84	189	189
84	3	88	2	1.75	8.42	3.183				84	189	189
85	3	84	1		8.85		1000			84	80	80
85	3	86	1	.84	3.8	7.384				84	142	142
8	3	87	1		16.87		1000	3	1.1	87	80	80
87	3	112	1	40.88	43.04	0.371				112	80	80

PROCESA LOS DATOS DE LINEAS (S/W) %

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 22:45

Finalmente al presionar ENTER, el programa regresa a la pantalla original, y los datos ya están modificados.

DATOS DE CONTINGENCIAS

Con esta opción el usuario, puede modificar los datos de una o un grupo de contingencias, ya sea los parámetros de tipo circuito, generación, carga o shunt. A continuación se muestra un ejemplo.

The screenshot shows a Microsoft FoxPro window titled 'Microsoft FoxPro' with a menu bar containing 'ARCHIVO'. The main window displays a table with the following columns and headers:

NUMERO	DES	TIPO	DE	DESDE	HASTA	DO	VAE	MON	MAX	VAE	MON	MAX	VAE	SARSA	VAE	VAE	SARSA	VAE	NUM
CON	SAC	DELA	DE	LA	LA	160	GEN	GEN	GEN	GEN	GEN	TAC	CARGA	CARGA	SH				
CARG	SH	CORR	CORR	SARSA	SARSA	MC	ACT	ACT	ACT	25A	25A	25A	25A	ACT	25A	25A			
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

At the bottom of the window, there is a status bar with the text 'Modificar o [Salir...?]' and a cursor. The taskbar at the bottom shows 'Inicio', 'Microsoft FoxPro', and 'Microsoft Word - MANUAL'.

Para modificar, el programa pregunta el número de la contingencia si hubieran varias y dicho número se muestra en la última columna de la pantalla mostrada en el campo **NUMERO DE CONTINGENCIA**. Este valor es enumerado desde 0 hasta N números de contingencias que defina el usuario.



ELIMINACION

Dentro de esta opción Usted puede eliminar barras, líneas de transmisión, contingencias o códigos EXCT y Bases De Datos creados en el Programa Flujo.

A continuación se mostrara la pantalla principal con la opción activada de la eliminación.



Microsoft FoxPro

ARCHIVO 1 CNFL1997 Desde.: 1 hasta.: 999

DESDE LA BANDA	DIR. DE LA LINEA	NUM. DE FALLAS	NOM. DE FALLAS	SEVERIDAD	REACTANCIA	SUM. REACTANCIA	TAP	TAP	TAP	BASE	CONTR. CONTROLADA	CONTR. NOCONTR.	CONTR. MVA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	2	1		2.37		1.000				2	275	250
2	0	3	1		1.94		1.000				3	300	275
3	0	3	0		1.94		1.000				3	300	275
4	0	4	1	5.95	10.50	4.41					4	341	341
5	0	4	0	5.95	10.50	4.41					4	341	341
6	0	7	1		2.52		1.000				7	470	470
7	0	16	1	1.97	12.81	25.52					16	448	448
8	0	16	0	1.97	12.81	25.52					16	448	448
9	0	22	1	2.3	18.05	36.32					22	448	448
10	0	22	1	1.83	19.12	39.26					22	448	448
11	0	3	1		6.9		1.000				3	300	300
12	0	14	1	11.45	21.76	43.27					14	341	341
13	0	12	1	21.4	75.2	149					12	310	310
14	0	14	1		11.45		1.00	4	1.3		14	371	361
15	0	17	1		4.3		1.000				17	470	467
16	0	18	1		1.94		575				18	357	357
17	0	224	1	28	2.96	6.320					224	448	448
18	0	224	0	28	2.96	6.320					224	448	448
19	0	25	1	1.95	11.6	22.79					25	341	341
20	0	21	1	11.3	24.66	49.62					21	341	341
21	0	21	0	11.3	24.66	49.62					21	341	341
22	0	19	1		11.25		1.000	7	1.3		19	371	361
23	0	21	1		7.3		1.047	0	1.3		21	341	341
24	0	25	1		1.94		975				25	395	395
25	0	26	1	1.96	27.3	74.19					26	341	341
26	0	29	1	4.32	21.04	44.25					29	341	341

Eliminar, Avanzar o Salir...?

Ine Num Caps

Inicio Microsoft Word - MANUAL Microsoft FoxPro 0.55

DATOS DE CONTINGENCIAS

Se muestra la pantalla de contingencias y se tiene disponible la posibilidad de mostrar en pantalla el grupo de líneas.



CANCELACION DE UN COMANDO

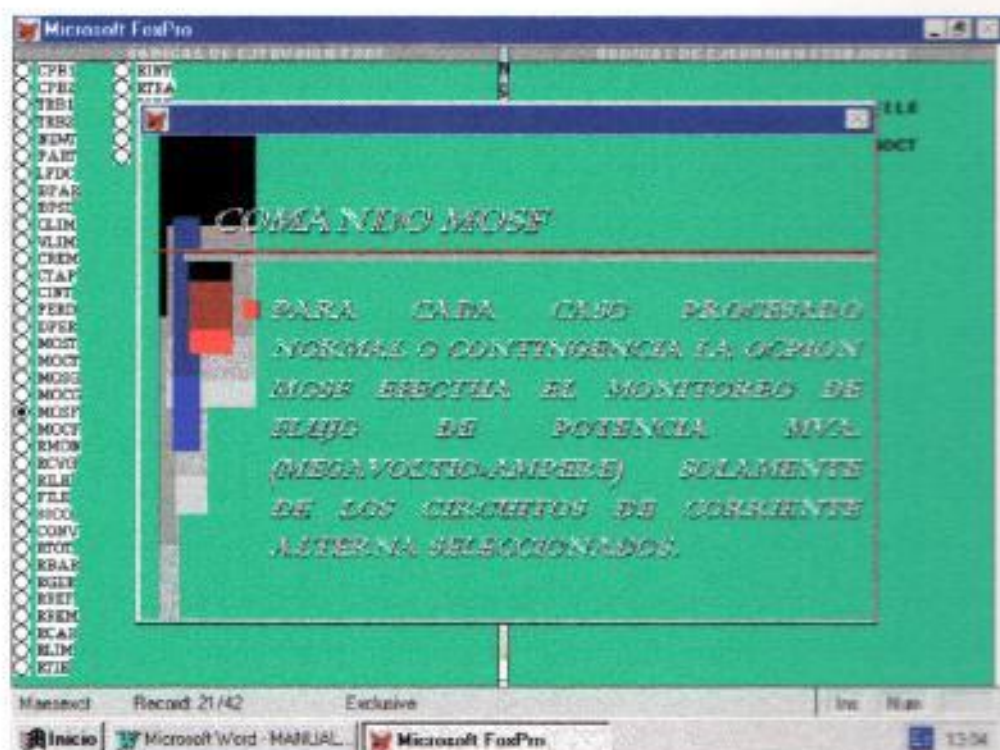
Para cancelar un comando previamente escogido se debe hacer un click en el círculo que se encuentra en el lado izquierdo del comando, apareciendo el punto negro en su interior, luego presione el botón de **Cancel** e inmediatamente desaparecerá el comando del lado derecho de la pantalla.

CONCEPTO DEL COMANDO

El botón **Concepto** permite realizar una consulta acerca de lo que realiza cada comando, es una explicación breve, por lo que si se requiere mayor explicación se debe consultar el Manual de Anarede. Para ver el concepto se procede de igual

forma que para seleccionar un comando, con la diferencia que en lugar de presionar el botón **OK** se presiona el botón **Concepto**.

A continuación se muestra la consulta del comando **MOSF**:

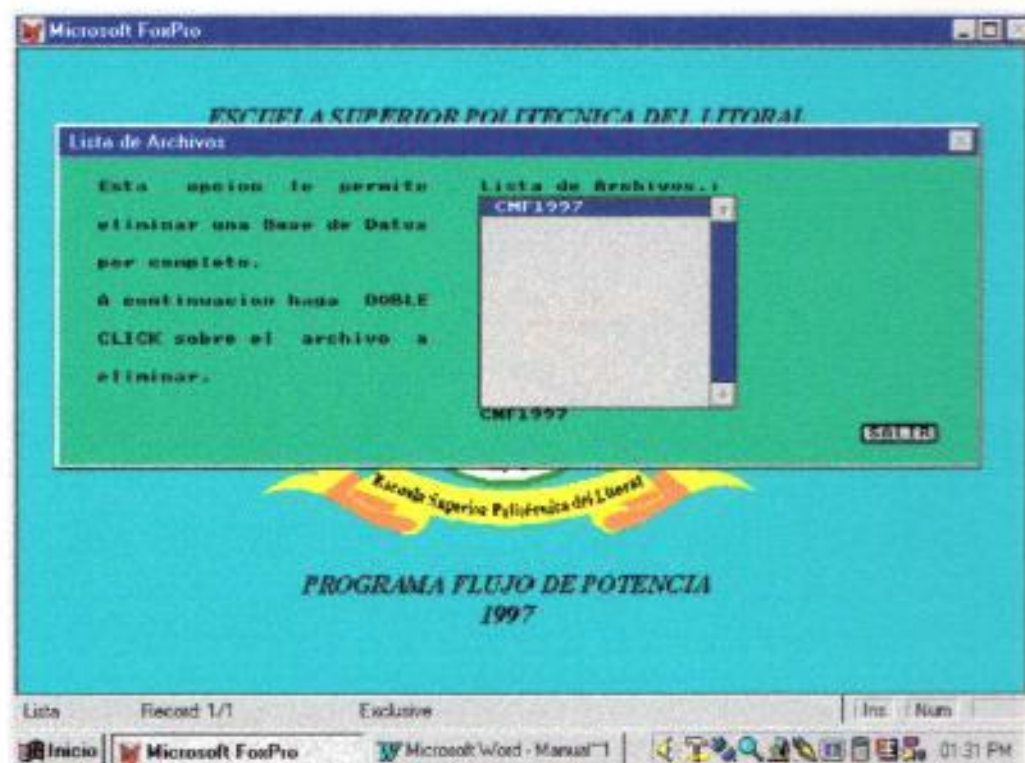


GRABAR Y SALIR

Luego que se finaliza la selección de los comandos requeridos se tienen dos opciones **Grabar** y **Salir**. Si se presiona el botón **Grabar**, el archivo queda almacenado y retorna a la pantalla principal, si se presiona el botón **Salir** no queda almacenado y retorna al menú principal.

BASES DE DATOS

Para Eliminar una Base De Datos ya creada se escoge esta opción y luego aparecerá una pantalla con la lista de los archivos que han sido creado por el programa Flujo, como se muestra a Continuación:



Para eliminar un archivo se posiciona sobre el mismo y se procede a dar dos click con el Mouse o dos Enter, Return, Etc. Todo archivo puede ser eliminado a excepción del Archivo CMF1997 que contiene la base de datos del Sistema Nacional Interconectado a Condiciones Mínimas del Año 1997 y que sirve de punto de partida para nuevas ampliaciones en los años posteriores tanto a condiciones mínimas o máximas



CONSULTA

En esta opción se puede visualizar los archivos existentes tanto las base de datos que se han creado en la generación de archivos (**Bases De Datos**) o los que resultaron de la solución de flujo de potencia por el programa **ANAREDE (Flujos De Potencia)**.



BASES DE DATOS

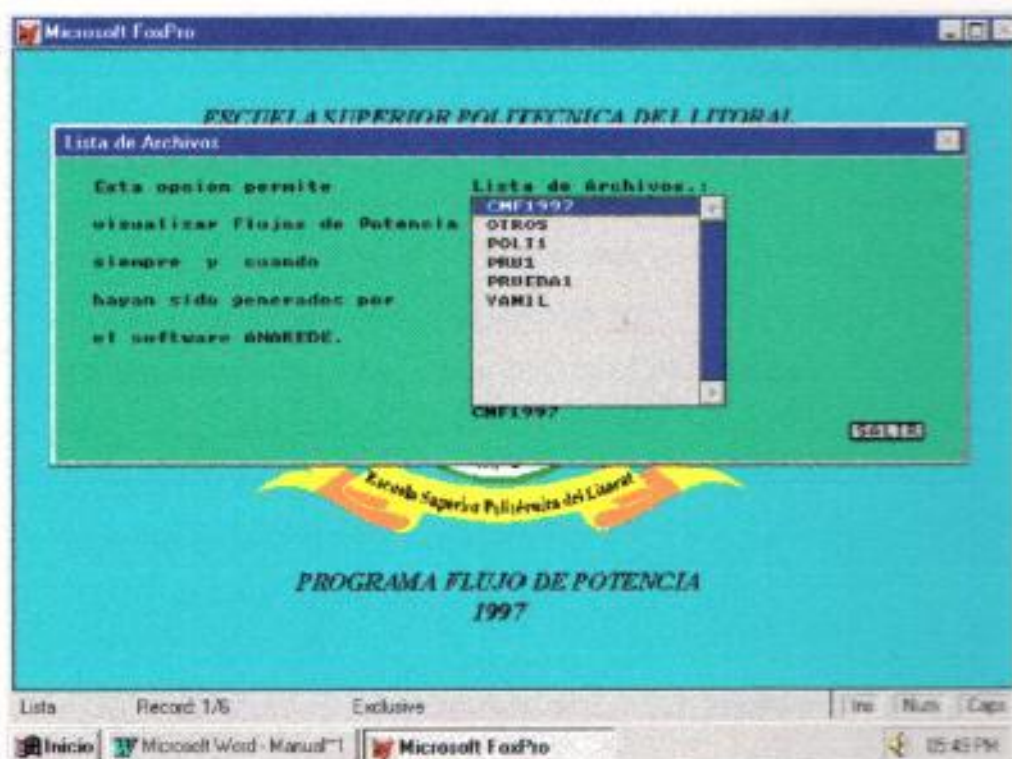
Al seleccionar esta opción observamos el listado de los archivos que se han creado en la interfase como se muestra a continuación :



FLUJOS DE POTENCIA

Esta opción permite observar el listado de los archivos que contienen la resolución del Flujo de Potencia y que han sido generados por el Programa Anarede.

A continuación se muestra la pantalla cuando se escoge esta opción:



VER

Con esta opción se puede ver algunas ilustraciones de componentes principales de un sistema de potencia, también se dispone de la opción "ACERCA DE" en la cual están los nombres de las personas que participan en este software.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La Interfase en Microsoft Fox Pro es nexa entre ANAREDE en ambiente Fortran y DOS y Windows. Creada para el fácil acceso de datos para la solución del problema de flujo de potencia.

Fue concebida como programa de Tesis de Graduación por:

CARLOS ALONSO CORRAL TAMAYO

JUAN JOSE MAYORGA RONQUILLO

YAMIL EDUARDO FRANCO RUIZ

Dirigida por el Ing. JORGE CHIRIBOGA VASCONEZ, y quedará como material de trabajo para las futuras generaciones de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación especialización Potencia.

2. El uso de la interfase hace que las posibilidades de cometer errores al elaborar la base sean mínimas, ya que dentro de un editor se tiene que estar verificando las columnas donde se están ingresando los parámetros. En cambio, la interfase marca el sitio e indica un mensaje del parámetro a ingresar. Incluso elimina algunos pasos para realizar el proceso de la corrida de ANAREDE, sin necesidad de salir del ambiente de la interfase.
3. En el estudio del flujo de carga del sistema nacional interconectado se pudo ver el comportamiento de este en la situación actual y en el año 2000 mediante el uso del programa de Analise Redes Eletricas (ANAREDE) el cual posee los

los códigos y opciones de control automático que permiten que dicho programa realice por sí solo los ajustes necesarios de modo de mantener los parámetros de voltajes y potencias dentro de un rango tolerable.

4. La construcción de la base de datos es compatible al programa de flujo de carga **POWERMOD** de Philadelphia Electric Company ya que el mismo sirvió de base para el desarrollo de **ANAREDE** por parte de CEPTEL el cual incluye mejoras que permiten resolver de manera más fácil el flujo de carga.
5. De acuerdo a los resultados que el programa muestra del sistema en 1997 en carga máxima, vimos que la generación existente se halla prácticamente al máximo debido a que el plan maestro de electrificación de INECEL no se cumplió para el año actual mientras que la demanda continuo creciendo. Por otro lado esto causa una baja de tensión para lo cual se requirió el uso de capacitores shunt en ciertas barras de manera de mantener los voltajes en los rangos establecidos además de permanecer el anillo de nivel superior abierto en la línea Quevedo - Pascuales para distribuir el flujo de potencia que envía Paute equitativamente a las diversas regiones y regular el voltaje en la subestación Pascuales en donde se concentra la mayor carga del país.



BIBLIOGRAFIA

1. BINATO S., "PROGRAMA DE ANALISE DE REDES, MANUAL DO USUARIO" V05-01/95 , 1995 , 50 Pag.
2. LIWSCHITZ M., "MAQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA" Continental S.A. 1981 , 767 Pag.
3. STEVENSON W., "ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA" Mc Graw Hill 1988 , 383 Pag.
4. WEEDY W., "ELECTRIC POWER SYSTEM" Mcmillan 1965 , 478 Pag.
5. DATOS RECOPIADOS DE INECEL , 1994