



D-17695

621.3191
C823

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



DEDICATORIA

A nuestros Padres y amigos



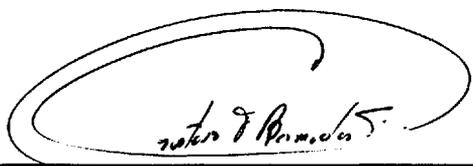
AGRADECIMIENTOS

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

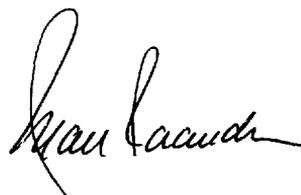




MIEMBROS DEL TRIBUNAL



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 Energía 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 APLICACIÓN 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 Energía 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 transforma 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 distribuídas 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



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 “ π ” 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:

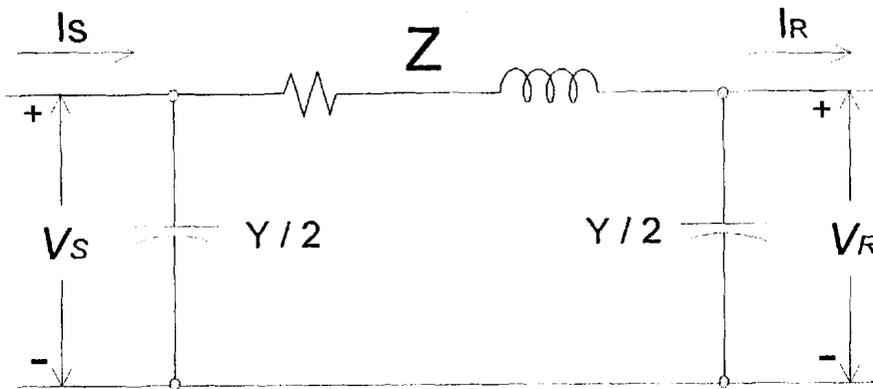


FIG. No 2 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA LINEA DE TRANSMISION TIPO "PI"

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

Su fórmula característica viene dada por:

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

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:

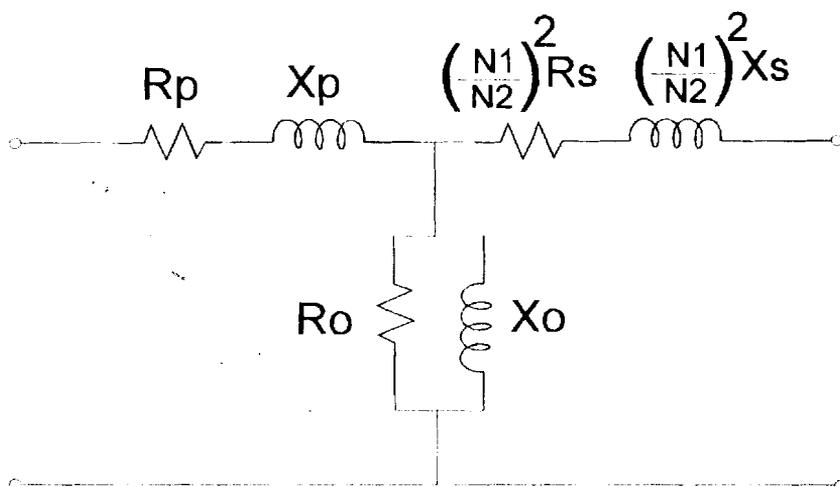


FIG. No 3 CIRCÚITO EQUIVALENTE DE UN TRANSFORMADOR

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:

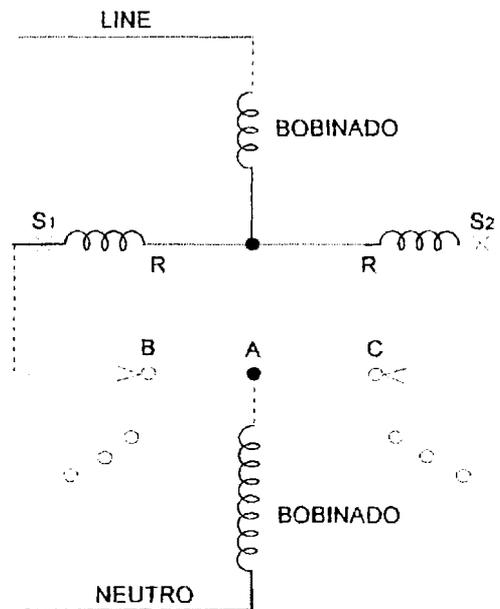


FIG. No 4 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN INTERCAMBIADOR DE TAP

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:

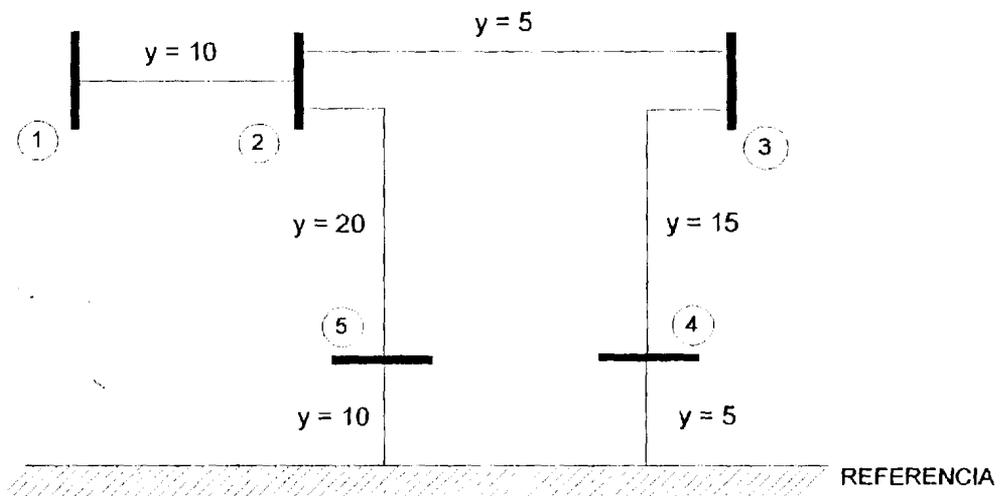


FIG. No 5 EJEMPLO DE UN SISTEMA DE POTENCIA

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:

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i = |V_i| (\cos \delta_i + j \sin \delta_i) \quad (6)$$

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:

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

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

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.



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_1, V_1 $	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 $h1$ de dos variables $X1$ y $X2$ que es igual a la constante $b1$ como se muestra:

$$g1 (x1, x2, u) = h1 (x1, x2, u) - b1 = 0 \quad (18)$$

Y la función $h2$:

$$g2 (x1, x2, u) = h2 (x1, x2, u) - b2 = 0 \quad (19)$$

donde $b2$ también es una constante.

El símbolo "u" es un control independiente considerado constante. Las ecuaciones $g1$ y $g2$ 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 $h1$ y $h2$ y los valores especificados $b1$ y $b2$.



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 $\left. \frac{\partial g_1}{\partial x_1} \right|^\circ$ es la derivada parcial que se evalúa en los valores iniciales x_1° y x_2° . 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° indicando que se utilizó valores iniciales de x_1° y x_2° para calcular las derivadas parciales..

Tenemos que $g_1 (x_1^\circ , x_2^\circ , u)$ 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° y x_2° sean los correctos. Se designará el valor especificado de g_1 menos el valor calculado de g_1 como el error Δg_1° y se define de manera igual Δg_2° . 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: Δx_1° y Δx_2° 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 .

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

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



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

De aquí se calcula los valores de: Δx_1° y Δx_2° 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 .

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

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) n 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>J_{11}</p>	$\begin{matrix} V_2 \frac{\partial P_2}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial P_2}{\partial V_4 } \\ \vdots & & \vdots \\ V_2 \frac{\partial P_4}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial P_4}{\partial V_4 } \end{matrix}$ <p>J_{12}</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>J_{21}</p>	$\begin{matrix} V_2 \frac{\partial Q_2}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial Q_2}{\partial V_4 } \\ \vdots & & \vdots \\ V_2 \frac{\partial Q_4}{\partial V_2 } & \dots & V_4 \frac{\partial Q_4}{\partial V_4 } \end{matrix}$ <p>J_{22}</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:



$$J^{\circ} \cdot \Delta x^{\circ} \approx \Delta u^{\circ} \quad (31)$$

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

1.- Estime los valores iniciales del vector x°

$$x^{\circ} = \begin{bmatrix} \delta 2^{\circ} \\ \delta 3^{\circ} \\ \cdot \\ \cdot \\ |V_{n-1}^{\circ}| \\ |V_n^{\circ}| \end{bmatrix}$$

2.- Determine los valores del vector Δu° haciendo uso de las ecuaciones (10) y (11)

3.- Calcule los elementos de las derivadas parciales de la matriz Jacobiana J°

4.- Resolver la matriz de errores de voltaje o llamada matriz de Correcciones invirtiendo la ecuación (31) :

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

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:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & J_{11} & \vdots \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} \\ \hline \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & J_{21} & \vdots \\ \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_4}{\partial \delta_4} \end{bmatrix}}_{\text{Jacobiana}} \underbrace{\begin{bmatrix} |V_2| \frac{\partial P_2}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial P_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & J_{12} & \vdots \\ |V_2| \frac{\partial P_4}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial P_4}{\partial |V_4|} \\ \hline |V_2| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & J_{22} & \vdots \\ |V_2| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_4|} \end{bmatrix}}_{\text{Jacobiana}} \underbrace{\begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \vdots \\ \Delta \delta_4 \\ \hline \frac{\Delta |V_2|}{|V_2|} \\ \vdots \\ \frac{\Delta |V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix}}_{\text{Correcciones}} = \underbrace{\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_4 \\ \hline \Delta Q_2 \\ \vdots \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix}}_{\text{Errores}}$$

Los elementos de las submatrices J12 y J21 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 :



$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_4} \\ \vdots & J_{11} & \vdots \\ \frac{\partial P_4}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_4}{\partial \delta_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \vdots \\ \Delta \delta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_4 \end{bmatrix} \quad (32)$$

$$\begin{bmatrix} |V_2| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_2}{\partial |V_4|} \\ \vdots & J_{22} & \vdots \\ |V_2| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_2|} & \dots & |V_4| \frac{\partial Q_4}{\partial |V_4|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\Delta |V_2|}{|V_2|} \\ \vdots \\ \frac{\Delta |V_4|}{|V_4|} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_2 \\ \vdots \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (33)$$

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:

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

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

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

- 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:

$$Q_i \ll |V_i|^2 \cdot B_{ii}\tag{36}$$

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 $J11$ y $J22$ 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 $J11$ y $J22$, 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 rearegla 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

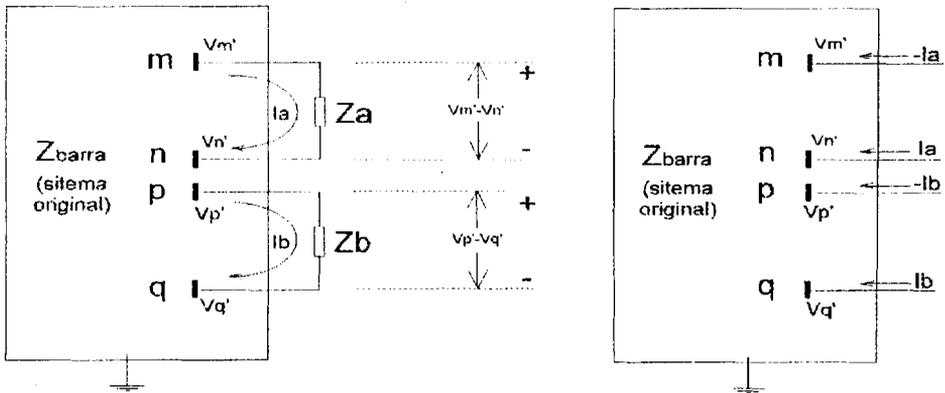


FIG. No 6 CIRCULACION DE CORRIENTES

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:

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

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



corrientes inyectadas como se muestra en la figura, estas inyecciones de corriente equivalente que combinan inyecciones de corriente real en el sistema original para producir los voltajes de barra $V1'$, $V2'$, ..., Vn' , de la misma manera que si las impedancias de rama Za y Zb se hubieran realmente añadido a la red. Es decir las corrientes Ia e Ib hacen una compensación para no modificar la $Zbarra$ del sistema original al incluir Za y Zb . Estas corrientes se llaman corrientes de compensación.

Las corrientes de compensación se presentan en una forma matriz vector a continuación:

$$I_{COMP} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ m \\ n \\ p \\ q \\ \vdots \\ N \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ m \\ n \\ p \\ q \\ \vdots \\ N \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ -Ia \\ Ia \\ -Ib \\ Ib \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \end{matrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ m \\ n \\ p \\ q \\ \vdots \\ N \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ -1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 0 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \begin{bmatrix} Ia \\ Ib \end{bmatrix} = -A_c^T \begin{bmatrix} Ia \\ Ib \end{bmatrix} \quad (53)$$

Los cambios en los voltajes de barra desde $V1, V2, \dots, Vn$ a $V1', V2', \dots, Vn'$ se pueden calcular al multiplicar $Zbarra$ original del sistema mediante el vector I_{COMP} de las corrientes de compensación. Al añadir $Zbarra I_{COMP}$ al vector V de los voltajes de barra existentes se tiene:



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

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 Energía Eléctrica) 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 título 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 llmite de generación de potencia reactiva	1 MVAR
TLVC	Tolerancia para tensiones controladas	0.50%
TLTC	Tolerancia para llmite de tap del transformador	0.10%
TETP	Tolerancia para error de intercambio de potencia activa entre áreas	5.0 MW
TBPA	Tolerancia para error de redistribución de potencia activa en conting. de gen / carga	5.0 MW
TSFR	Tolerancia para detección de separación física de la red eléctrica	0.01%
TUDC	Tolerancia de convergencia de error de tensión en barra CC	0.01%
TADC	Tolerancia para llmite de ángulo de disparo / extinción de convertidor	0.01%
BASE	Base de potencia para el sistema CA	100 MVA
DASE	Base de potencia para el sistema CC	100 MW
ZMAX	Valor llmite de impedancia arriba del cual los circuitos equiv. son despreciados	500%
ACIT	Número máximo de iteraciones de solución del flujo de potencia CA	10
LPIT	Número máximo de iteraciones de problema de programación lineal	20
LFLP	Número máximo de iteraciones del problema de redespacho de potencia activa	5
LFIT	Número máximo de iteraciones en la solución de la interfase CA - CC	10
DCIT	Número máximo de iteraciones en la solución del flujo de potencia CC	10
VSIT	Número máximo de iteraciones al ajuste de tensión en barra CC	10
LCRT	Número máximo de líneas por páginas del resultado de la unidad lógica # 6	23
LPRT	Número máximo de líneas por páginas del resultado de la unidad lógica # 4	60
LFCV	Número de iteraciones del método desacoplado rápido antes del inicio por Newton	1
TPST	Tolerancia de error de pot. reactiva para aplicación de variación automát. del tap	500 MVAR
QLST	Tolerancia de error de potencia reactiva para aplicación de control del llmite de generación de potencia reactiva	4*TEPR
EXST	Tolerancia de error de potencia activa para aplicación de control de intercambio de potencia activa entre áreas	4*TEPA
TLPP	Tolerancia para la capacidad manejo de circuitos	1.00%
TLPQ	No utilizado en esta versión	
TLPV	No utilizado en esta versión	
TSBZ	Tolerancia para detección de variación nula de flujo de potencia activa a los circuitos del sistema externo	0.01 MW
TSBA	Tolerancia para detección de pequeñas variaciones de flujo de potencia activa en los circuitos del sistema externo	5 MW
PGER	Porcentaje de generación de pot. activa a ser utilizada por los gen. del sist. interno para el cálculo de las variaciones del flujo de pot. activa en los circ. del sistema ext.	30%
VDVN	Tensión mínima para detectar la divergencia automática del caso	50%
VDVM	Tensión máxima para detectar la divergencia automática del caso	150%
ASTP	Valor máximo de corrección de ángulo de fase de tensión durante la solución	0.05 rd
VSTP	Valor máximo de corrección de magnitud de tensión durante el proceso de solución	5%
VFLD	Valor de tensión bajo el cual la parte de potencia constante de las cargas funcionales pasan a ser modeladas como un impedancia constante	0.7 PU
HIST	Número de registros de archivos de casos almacenados en formato ANAREDE	
ZMIN	Valor mínimo del módulo de impedancia de los circuitos CA. Si un circuito tiene módulo de impedancia menor que este valor, este será convertido al valor mínimo	0.00%
PDIT	Número de iterac. en la estimación de pérdidas en el modelo de flujo de carga lineal	1

TABLA No 2. DEFINICION DE LAS CONSTANTES

Para finalizar, se debe ingresar 9999 en la última 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 límite 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 dígite del 0 - 9 o el caracter desde la A - Z , estos valores son asociados a los diferentes grupos de límite 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 megawatios.

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 límite mínimo de generación de potencia reactiva en la barra en megavolt-ampere reactivo.

GENERACION REACTIVA MAXIMA

COLUMNA 46 - 50

Se ingresa el valor límite 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 límites 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 barrra 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 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 mínimo 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)

DESFASAMIENTO

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 límites de tensión

GRUPO

COLUMNA 1 - 2

Se ingresa el grupo de límite 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 líquido 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 mínimo del intercambio líquido de área en megavatios

INTERCAMBIO MAXIMO COLUMNA 64 - 69

Se ingresa el valor máximo del intercambio líquido 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



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:



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 GENENERACION 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 limite 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 limite 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 limite 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 limite máximo de generacion 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 megavatios

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 RTIE
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 ícono 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 ícono 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 más 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 ícono 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:



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
MAESEXLF
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.

MAEEXLF

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

Aquí 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.

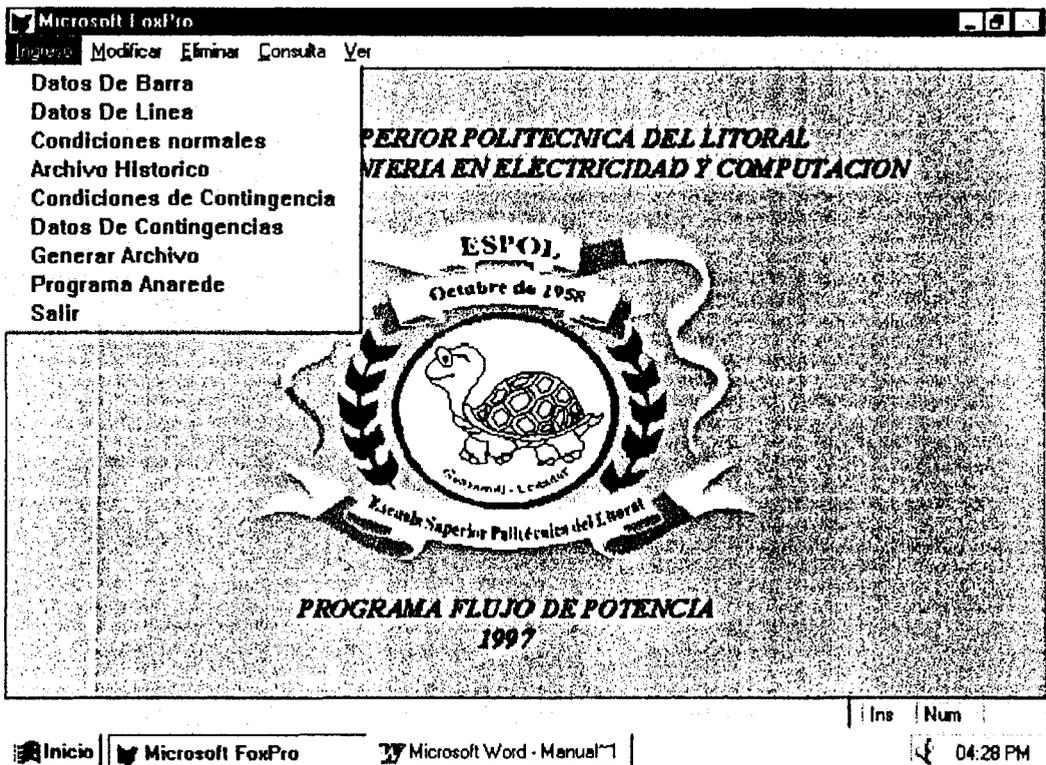


En la parte superior izquierda se observa cinco opciones que son: **Ingreso**, **Modificar**, **Eliminar**, **Consulta** y **Ver**. En el extremo superior derecho se tiene

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:

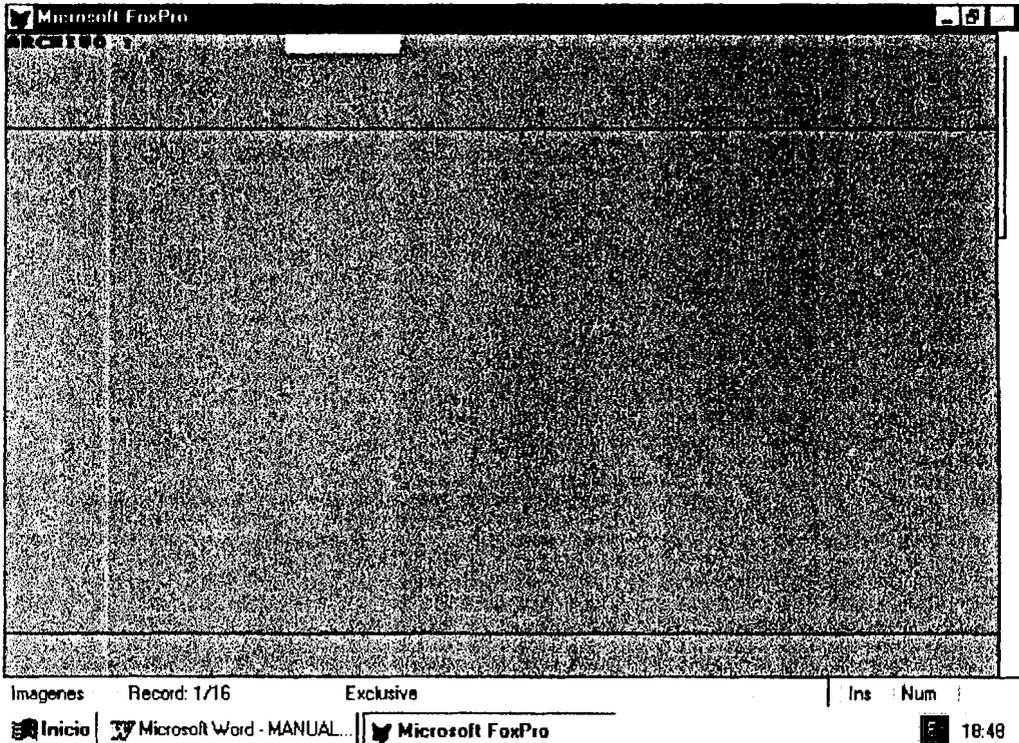


DATOS DE BARRA

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:



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 límites), 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 límite 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 límite mínimo de generación de potencia reactiva en la barra en MegaVolt-Ampere Reactivo de hasta cinco caracteres.

GENERACION REACTIVA MAXIMA

Se ingresa el valor límite 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:



Microsoft Excel

LINEA	NO. BARRA	DATA VOLTIO	RESISTENCIA BARRA							
NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.
1	0	1								
2	0	2								
3	0	3								
4	0	4								
5	0	5								
6	0	6								
7	0	7								
8	0	8								
9	0	9								
10	0	10								
11	0	11								
12	0	12								
13	0	13								
14	0	14								
15	0	15								
16	0	16								
17	0	17								
18	0	18								
19	0	19								
20	0	20								
21	0	21								
22	0	22								
23	0	23								
24	0	24								
25	0	25								
26	0	26								
27	0	27								
28	0	28								
29	0	29								
30	0	30								
31	0	31								
32	0	32								
33	0	33								
34	0	34								
35	0	35								
36	0	36								
37	0	37								
38	0	38								
39	0	39								
40	0	40								
41	0	41								
42	0	42								
43	0	43								
44	0	44								
45	0	45								
46	0	46								
47	0	47								
48	0	48								
49	0	49								
50	0	50								
51	0	51								
52	0	52								
53	0	53								
54	0	54								
55	0	55								
56	0	56								
57	0	57								
58	0	58								
59	0	59								
60	0	60								
61	0	61								
62	0	62								
63	0	63								
64	0	64								
65	0	65								
66	0	66								
67	0	67								
68	0	68								
69	0	69								
70	0	70								
71	0	71								
72	0	72								
73	0	73								
74	0	74								
75	0	75								
76	0	76								
77	0	77								
78	0	78								
79	0	79								
80	0	80								
81	0	81								
82	0	82								
83	0	83								
84	0	84								
85	0	85								
86	0	86								
87	0	87								
88	0	88								
89	0	89								
90	0	90								
91	0	91								
92	0	92								
93	0	93								
94	0	94								
95	0	95								
96	0	96								
97	0	97								
98	0	98								
99	0	99								
100	0	100								

Microsoft Word - MANUAL... Microsoft FoxPro

Ins Num Caps E 18:00

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

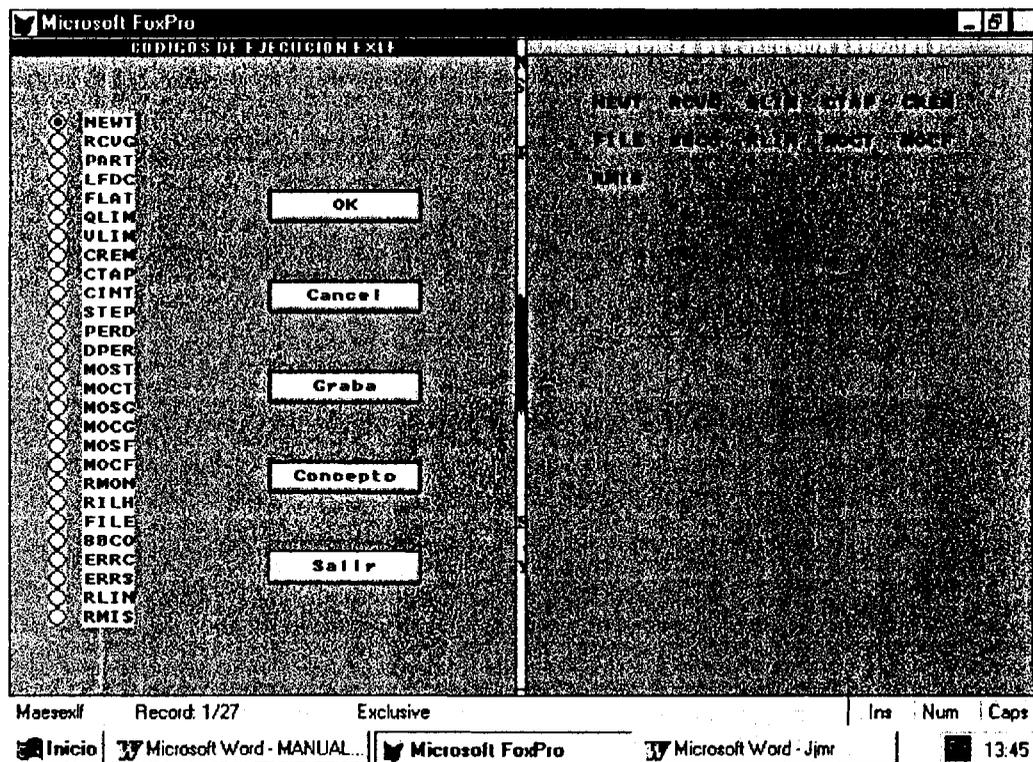
Se ingresa la capacidad en MegaVoltio-Ampere bajo condiciones de emergencia con un limite de hasta cuatro caracteres.

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**:



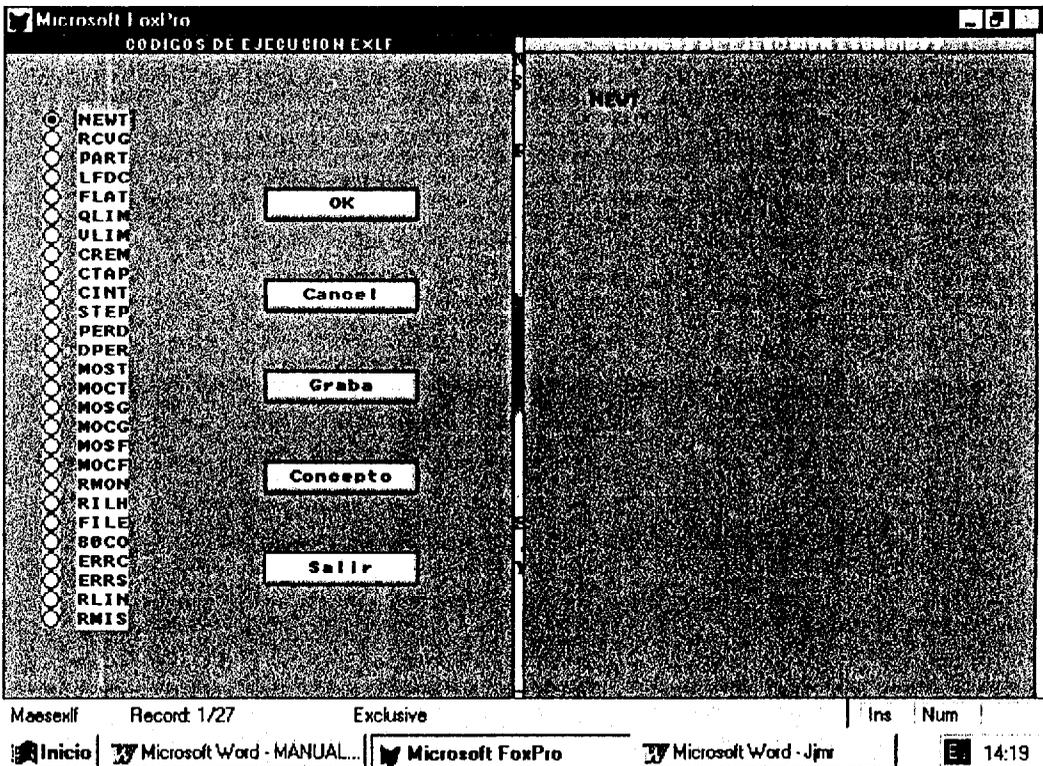
Como se observa en la pantalla de ingreso de los comandos de la opción Condiciones Normales (EXLF) se tiene subdividida en dos partes: La parte izquierda que muestra todos los comandos disponibles y cinco botones que son: **OK**, **Cancel**, **Graba**, **Concepto** y **Salir**. La parte derecha presenta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

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



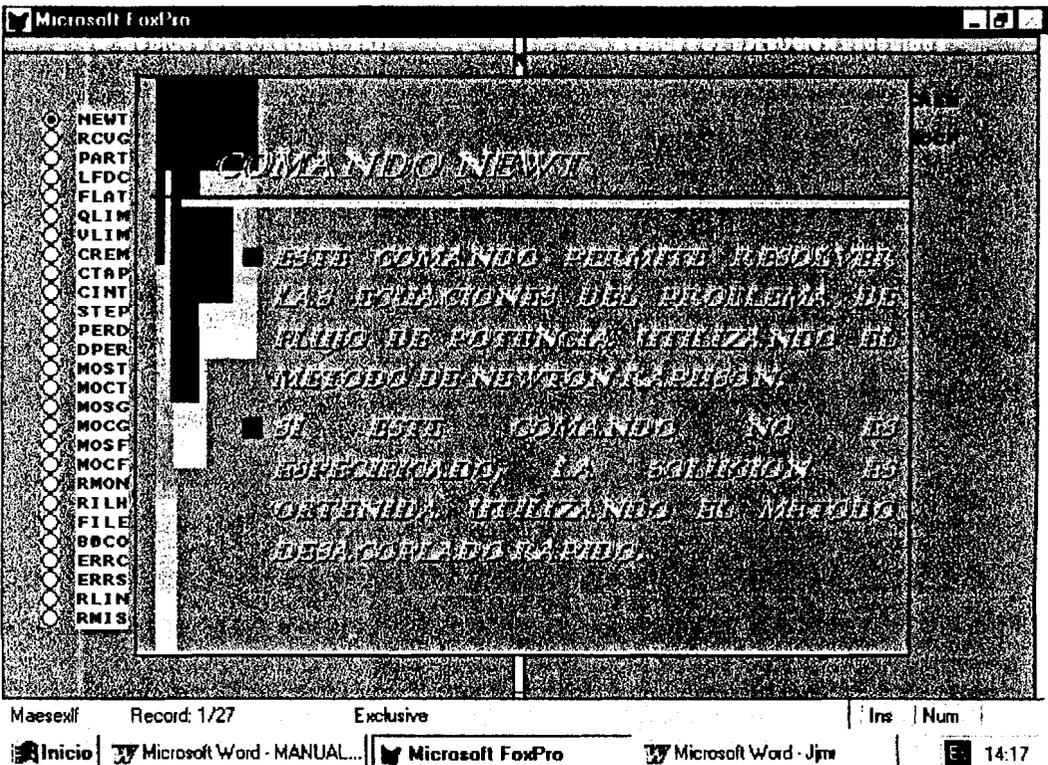
CANCELACION DE UN COMANDO

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.

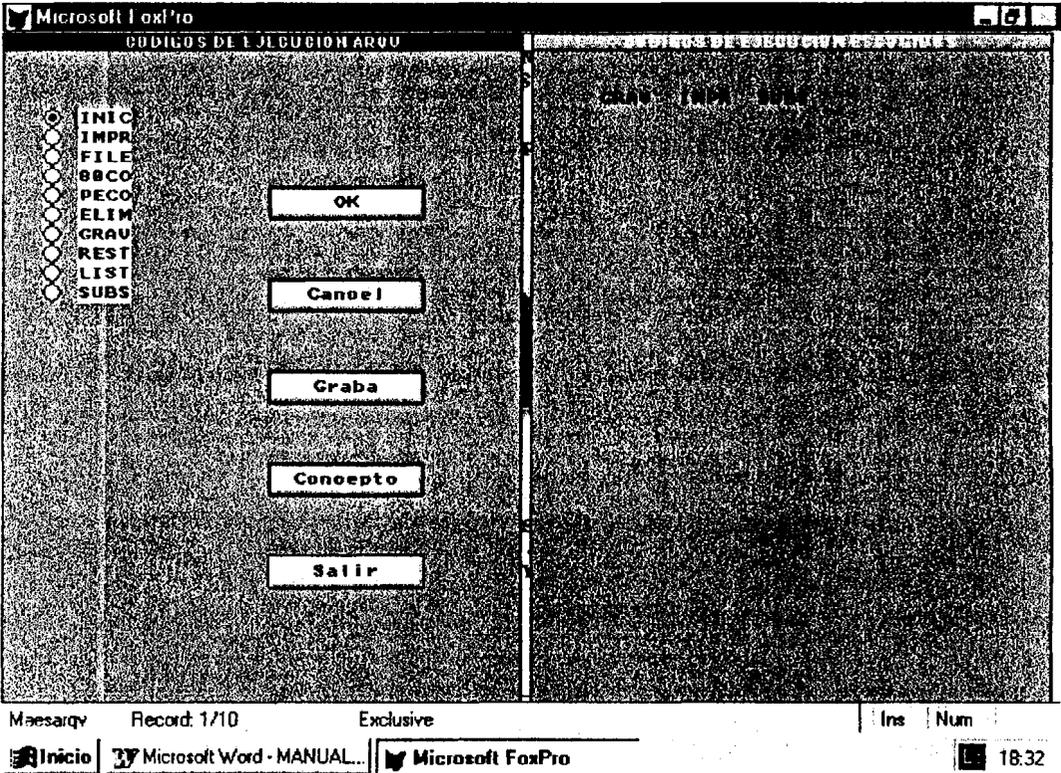
En caso de tener ya el archivo y se desea realizar modificaciones, simplemente se digita el nombre del archivo ya existente y aparecerán los comandos seleccionados, aquí se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.

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**:

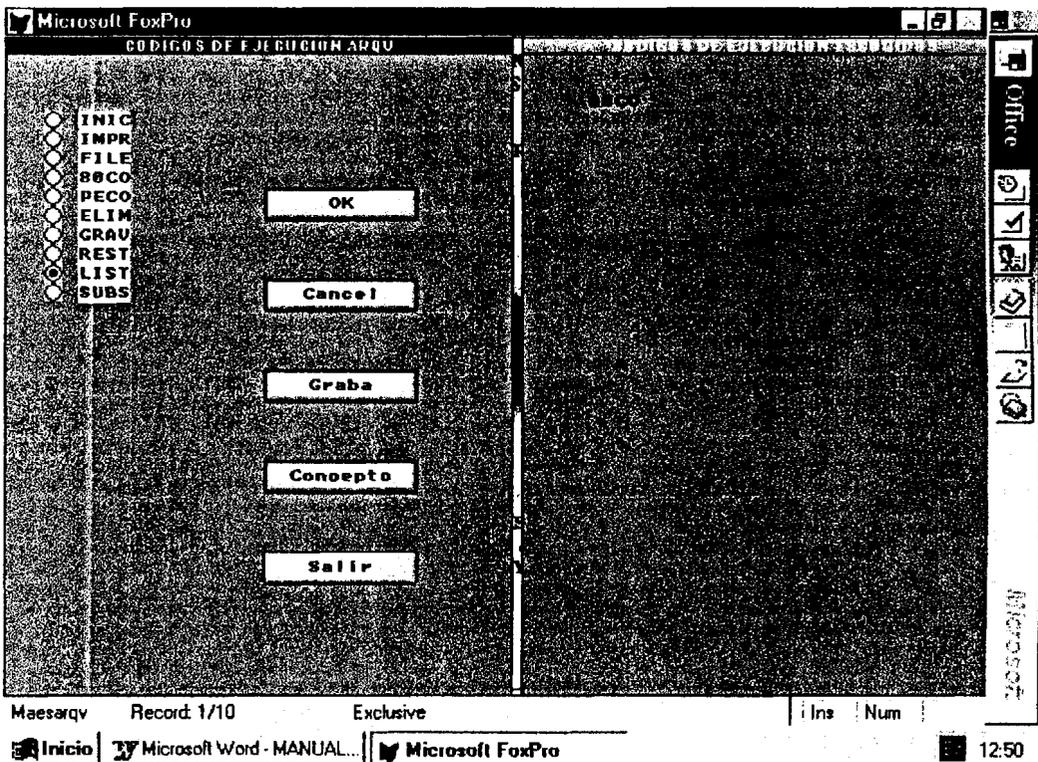


Como se observa en la pantalla de ingreso de los comandos de la opción Archivo Histórico (ARQV) se tiene subdividida en dos partes: La parte izquierda que muestra todos los comandos disponibles y cinco botones que son: **OK**, **Cancel**, **Graba**, **Concepto** y **Salir** . La parte derecha presenta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

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





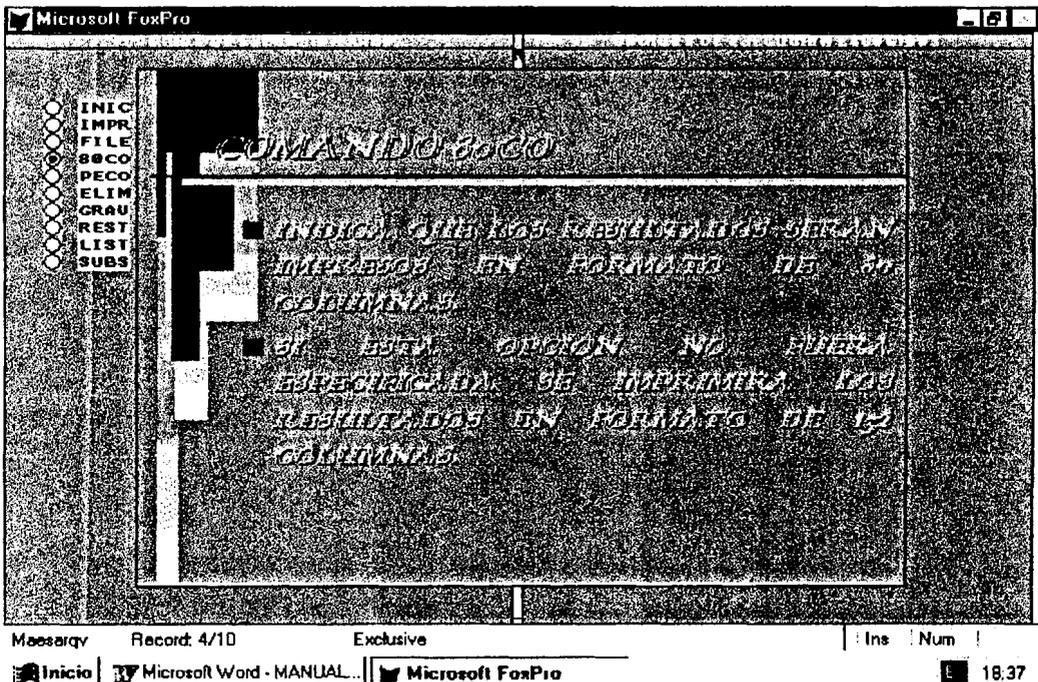
CANCELACION DE UN COMANDO

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.

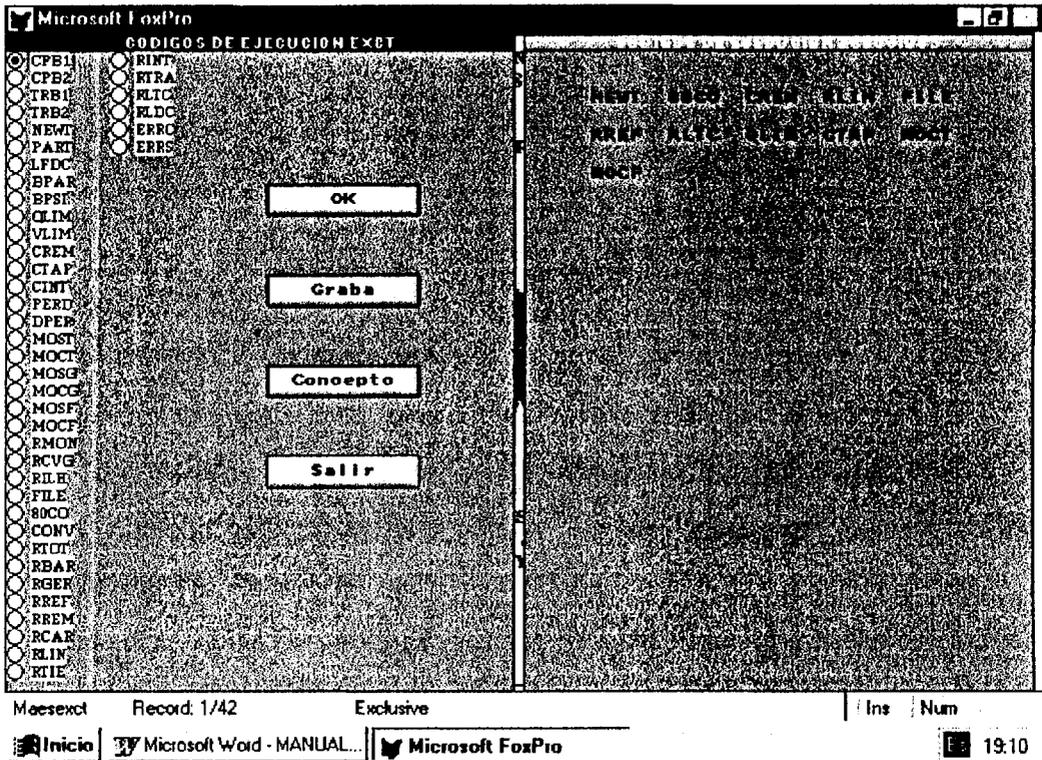
En caso de tener ya el archivo y se desea realizar modificaciones, simplemente se digita el nombre del archivo ya existente y aparecerán los comandos seleccionados, aquí se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.

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 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.

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, aquí se tendrá la posibilidad de realizar correctivos como añadir o cancelar determinados comandos según la conveniencia del usuario.



FORMATO DE LOS CASOS DE CONTINGENCIAS

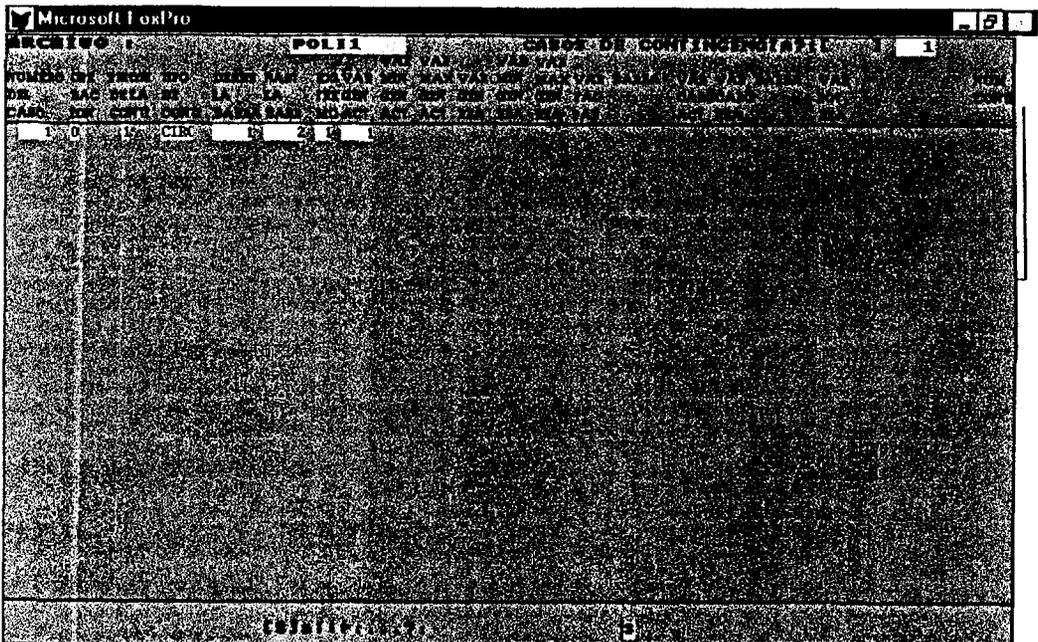
El programa es capaz de realizar contingencias del siguiente tipo:

- 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

CIRCUITO

Se ingresa el numero del circuito paralelo

EXTREMIDAD

Se ingresa el numero de la extremidad del circuito donde esta abierta

CONTINGENCIA DE GENERACION (GERA)

Se ingresa los datos necesarios para realizar la contingencia de generación, 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 generación:

NUMERO DE	TIPO	DESDE	HASTA	EN VAR	MIN	MAX	VAR	MIN	MAX	VAR	SARVA	VAR	VAR	SARVA	VAR	NOM	CONT
2	0	1	GER	1.80	80	70	20	34	25	60							



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 limite mínimo de la generación activa en la barra en megavatios

VARIACION DE LIMITE MAX. GEN. ACTIVA

Se ingresa la variación del limite 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 limite 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 mas contingencias y el numero de las mismas.

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

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 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

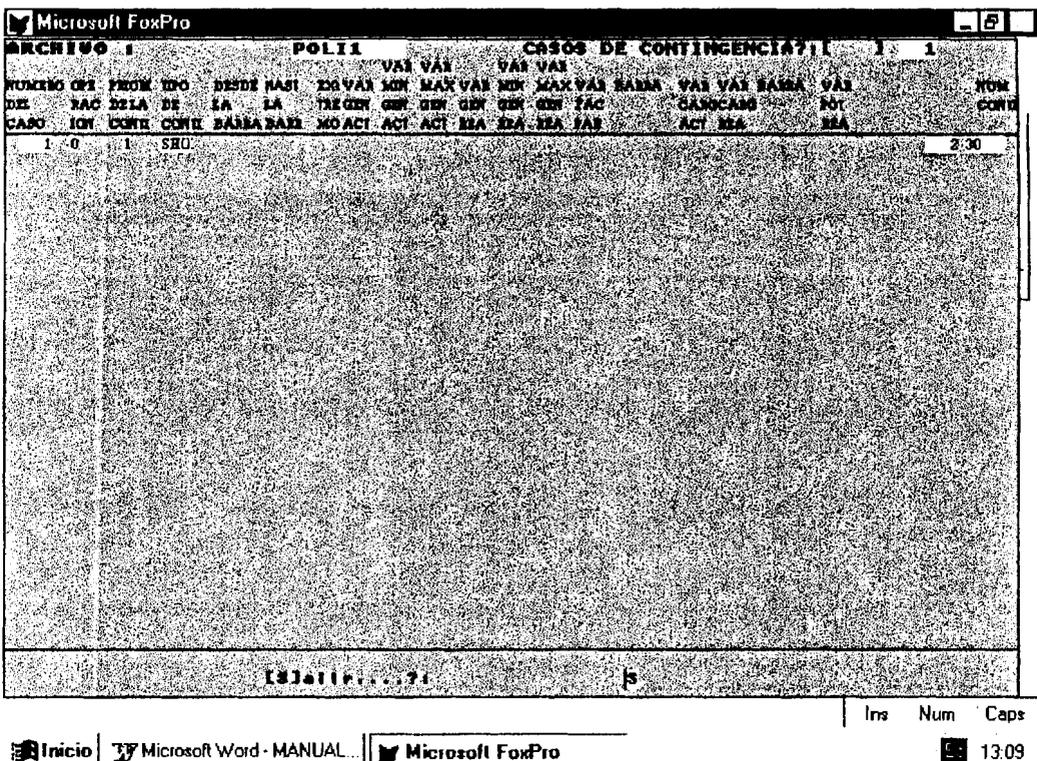
VARIACION DE CARGA REACTIVA

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 líquidos del área y entre áreas y los grupos de tensión con sus respectivos límites mínimo y máximo de tensión.

Microsoft FoxPro

GRUPO	LIMITE MINIMO	LIMITE MAXIMO	NO. DE AREA	INTERCAMBIO LIQUIDO	NOMBRE	INTERCAMBIO LIQUIDO	INTERCAMBIO MAXIMO
NUMERO DE BARRAS PROCESADAS :				83			
1	0.950	1.050	1	0.00	SXI	0.00	0.00

INGRESE INTERCAMBIO MAXIMO

Inicio Microsoft Word - MANUAL... Microsoft FoxPro 20:04

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.



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:

ULOG (ENTER, RETURN, etc.)

En el programa aparece el mensaje:

UNIDADE LOGICA:

- Se ingresa:



1 (ENTER, RETURN, etc.) Con esto activa **ANASDADOS**, que es el archivo del cual **ANAREDE** toma los datos para la solución del problema de flujo de potencia.

En el programa aparece el mensaje:

ARQUIVO ASOCIADO:

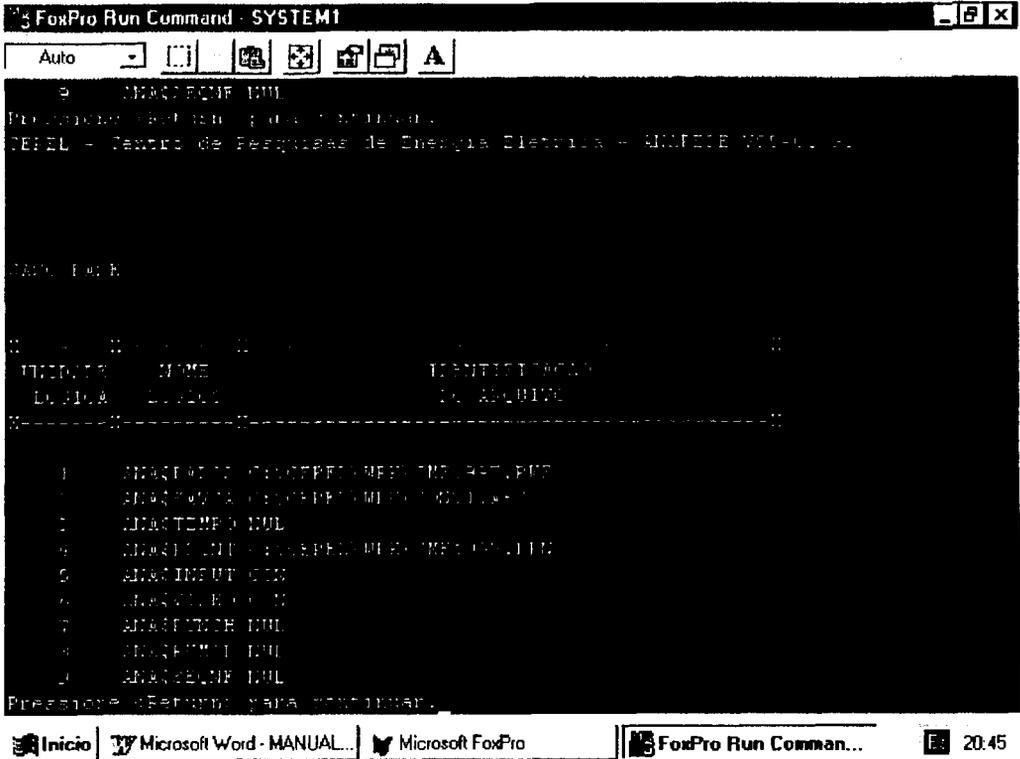
- Se ingresa:

Nombre del archivo definido por el usuario de hasta 8 caracteres y con la extensión **.PWF** como se muestra en el siguiente ejemplo:

```

FoxPro Run Command - SYSTEM1
Auto
-----
UNITADES  DUMI  IDENTIFICACION
1  1000  1000000
-----
1  ANASDADOS.PWF
2  ANASDADOS.PWF
3  ANASDADOS.PWF
4  ANASDADOS.PWF
5  ANASDADOS.PWF
6  ANASDADOS.PWF
7  ANASDADOS.PWF
8  ANASDADOS.PWF
9  ANASDADOS.PWF
Unidade logica: 1
Atención: no se debe utilizar
-----
Inicio Microsoft Word - MANUAL... Microsoft FoxPro FoxPro Run Comm... 20:26
  
```

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



```

FoxPro Run Command - SYSTEM
Auto
-----
UNIDAD      NOMBRE      IDENTIFICACION
LOGICA      LOGICA      DE ARCHIVO
-----
1          ANA010101  ANA010101
2          ANA020101  ANA020101
4          ANA040101  ANA040101
6          ANA060101  ANA060101
7          ANA070101  ANA070101
8          ANA080101  ANA080101
9          ANA090101  ANA090101
Presione (RETURN) PARA CONTINUAR.
-----
Inicio  Microsoft Word - MANUAL...  Microsoft FoxPro  FoxPro Run Command...  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:



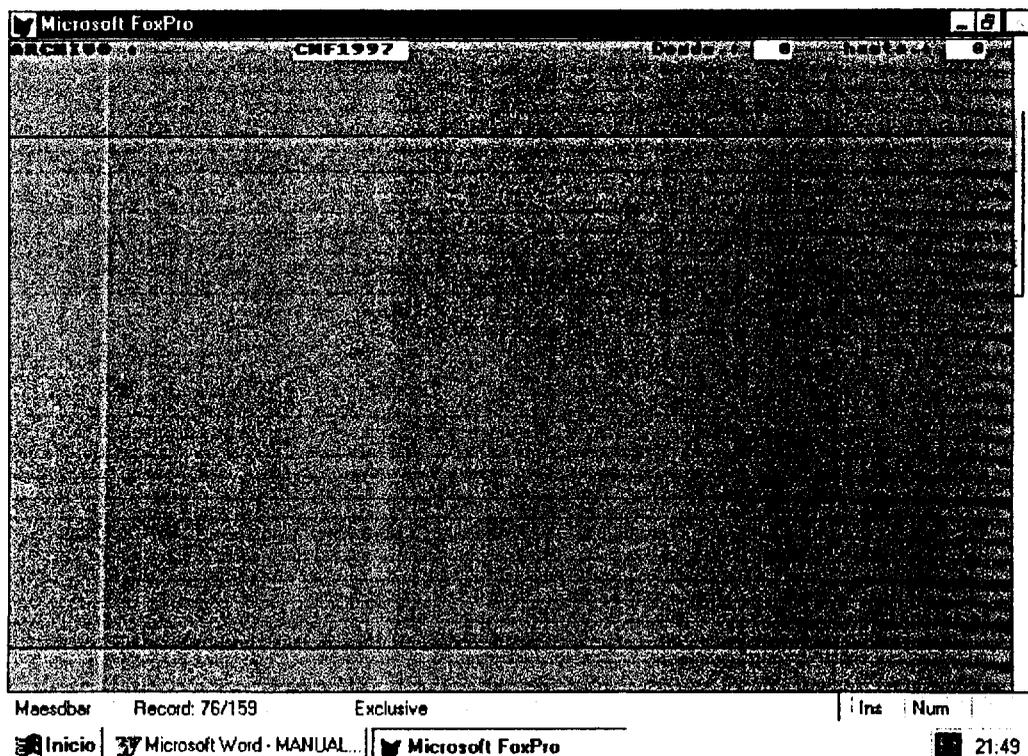
OPCION MODIFICACIONES

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 :

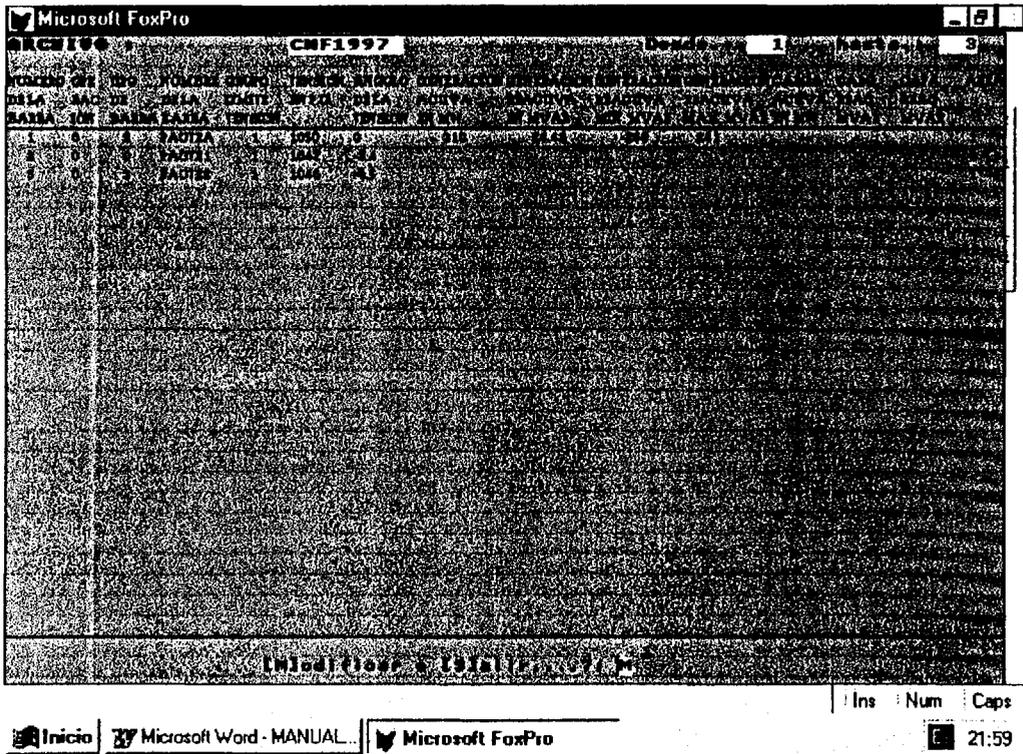
PAUTE AB 13.8

NUMERO DE BARRA :

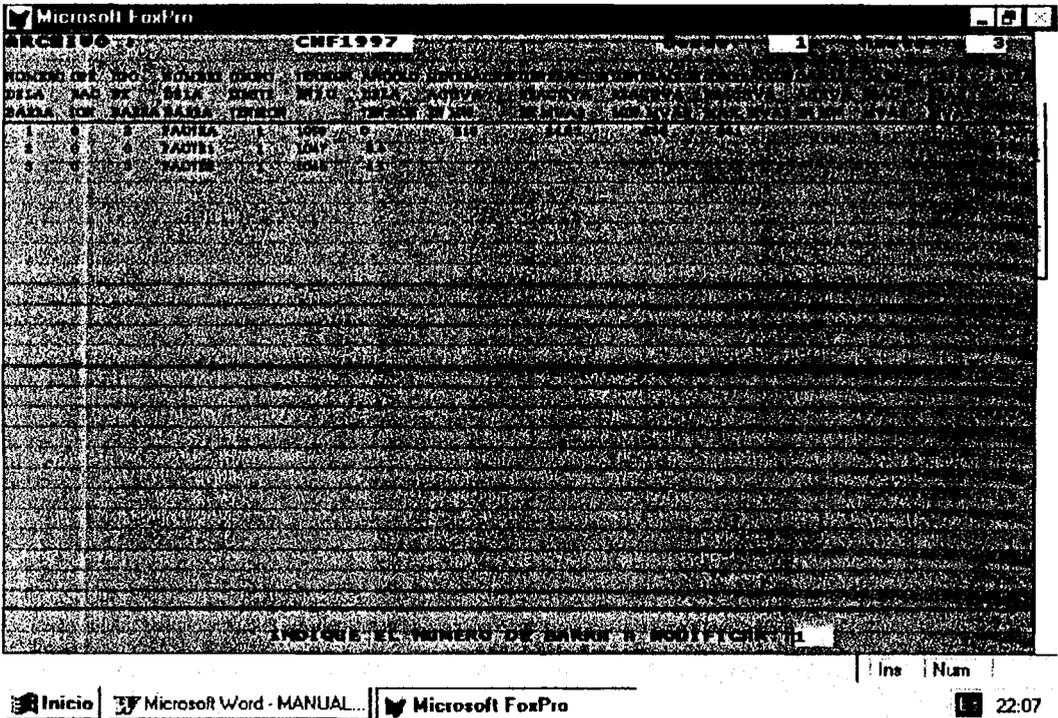
1

CAMBIO A REALIZAR:

POTENCIA GENERADA ACTIVA EN MW DE 310 A 450

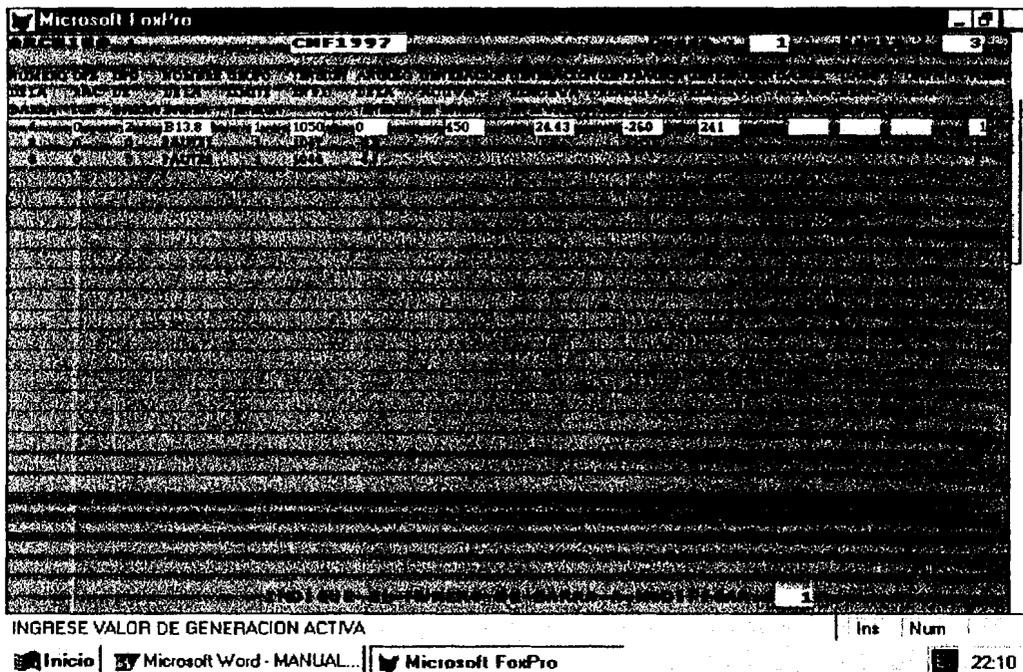


En el momento que se realiza la corrección, el programa pregunta el numero de barra a modificar

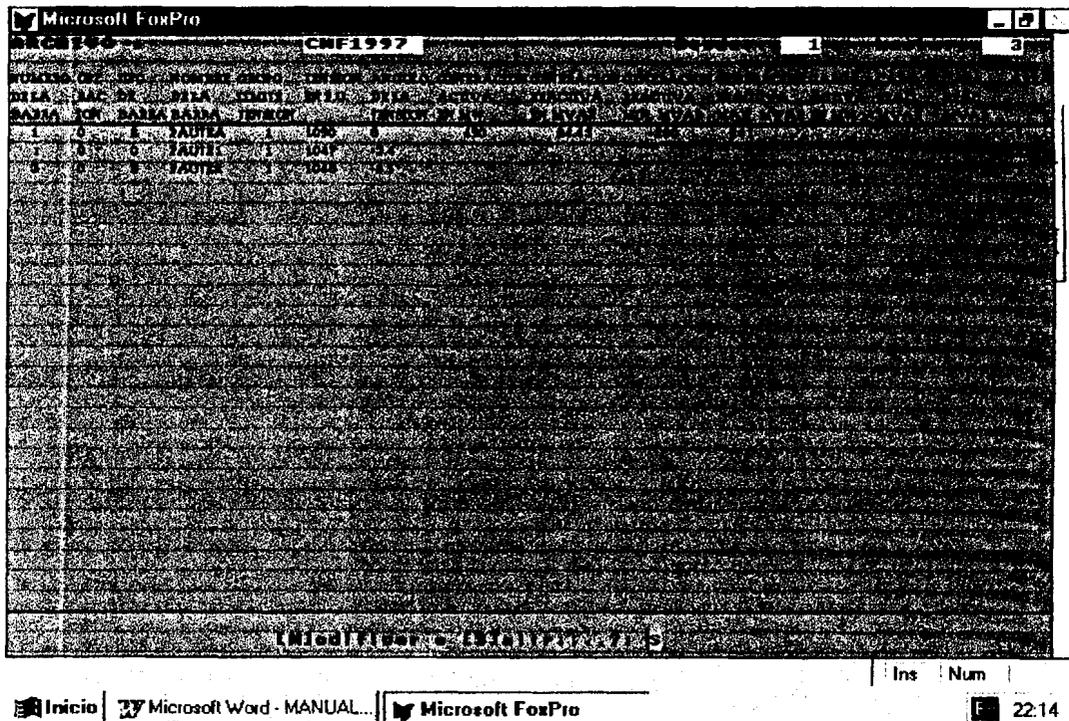




A continuación se realiza el cambio

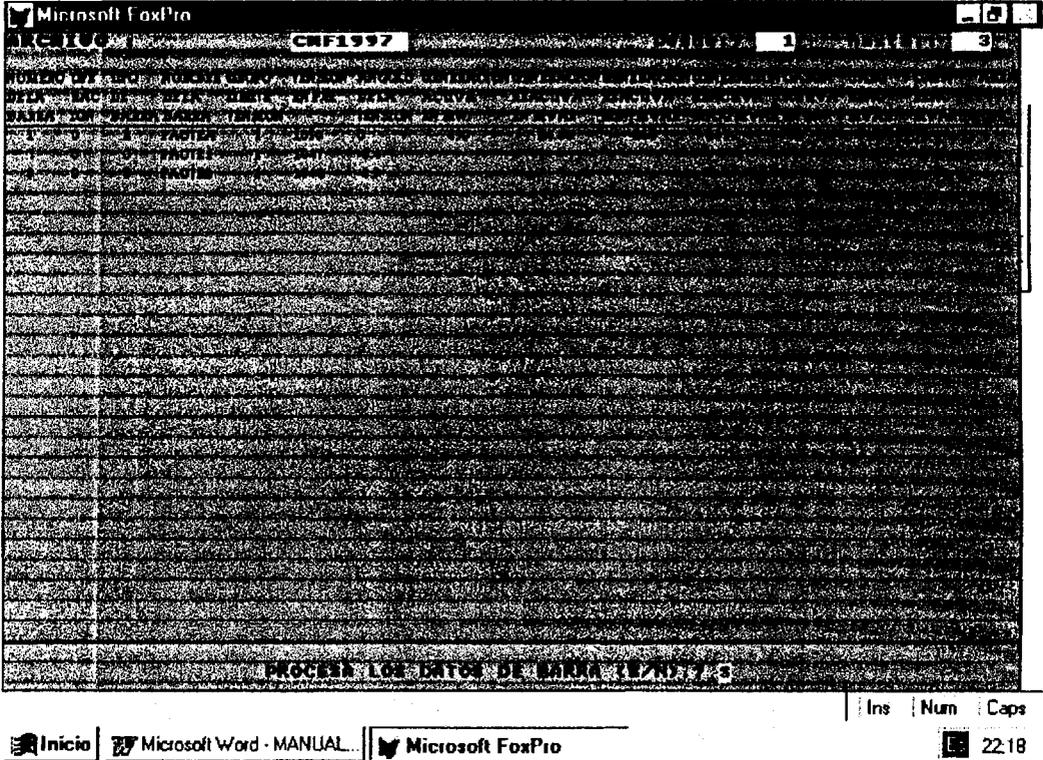


Luego el programa confirma una nueva modificación o la opción de salir





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:



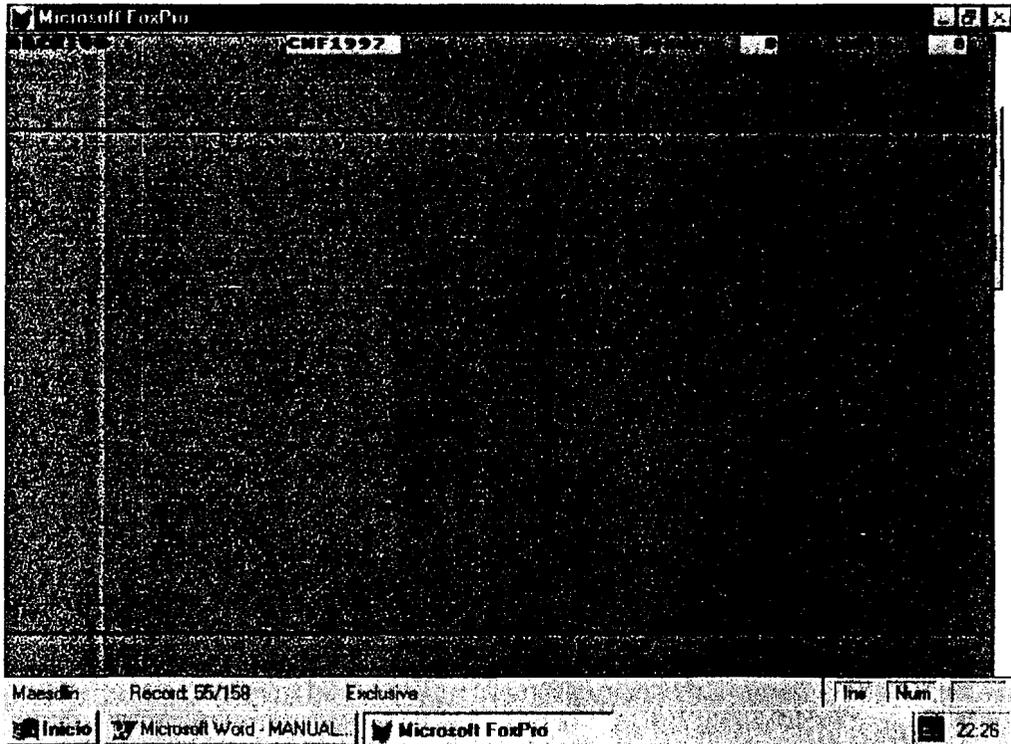
Finalmente el archivo esta modificado y guardado en memoria.

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 :

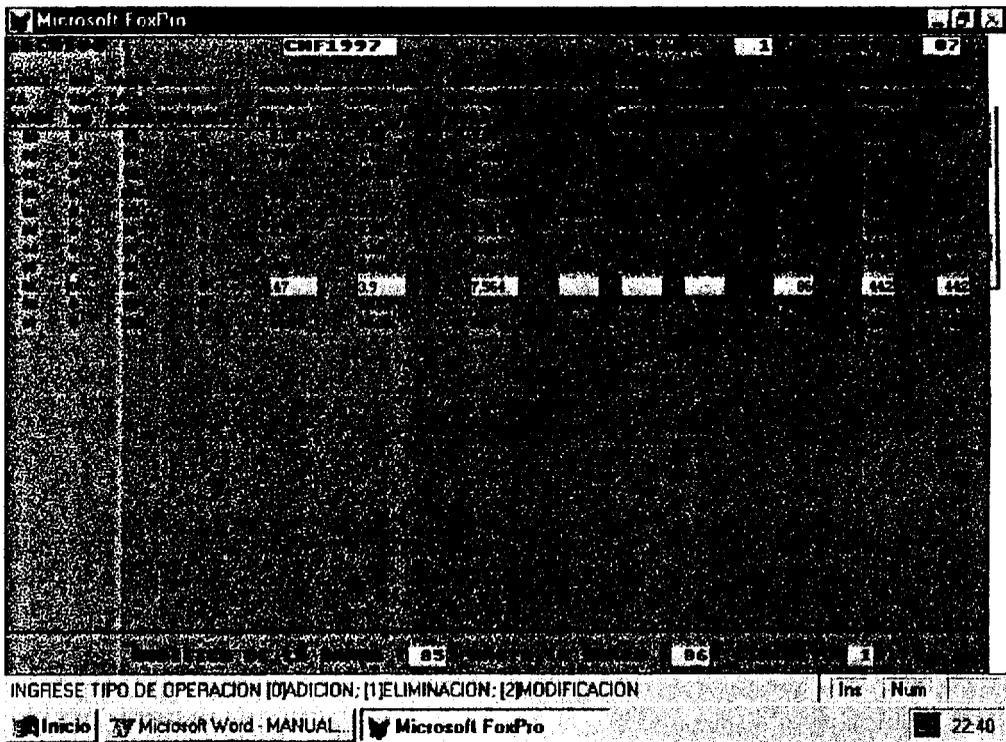
85 - 86



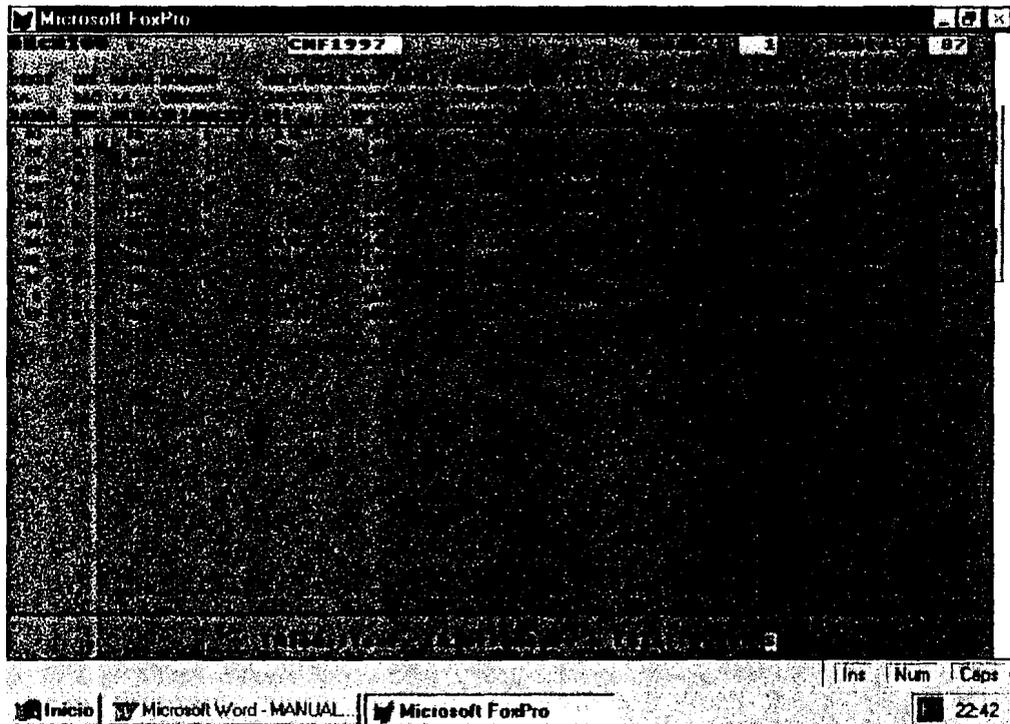
CAMBIO A REALIZAR:

RESISTENCIA DE LA LINEA EN PORCENTAJE DE 0.47 A 0.86

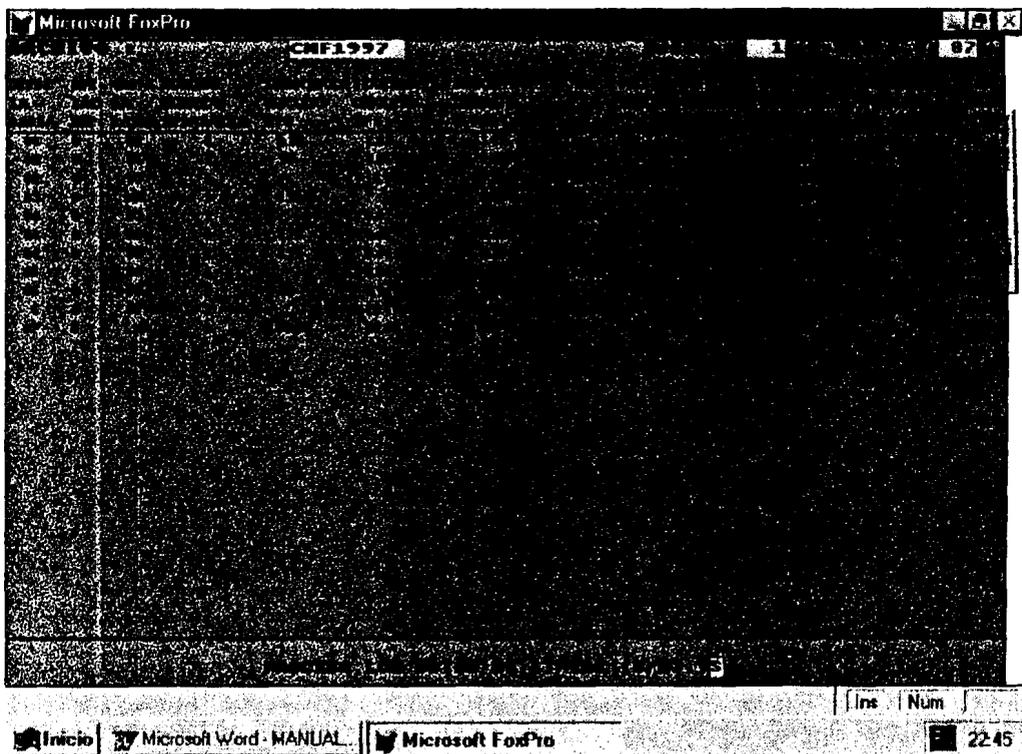
Pantalla con los datos originales, listos a ser modificados:



Pantalla con el cambio ya realizado:



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

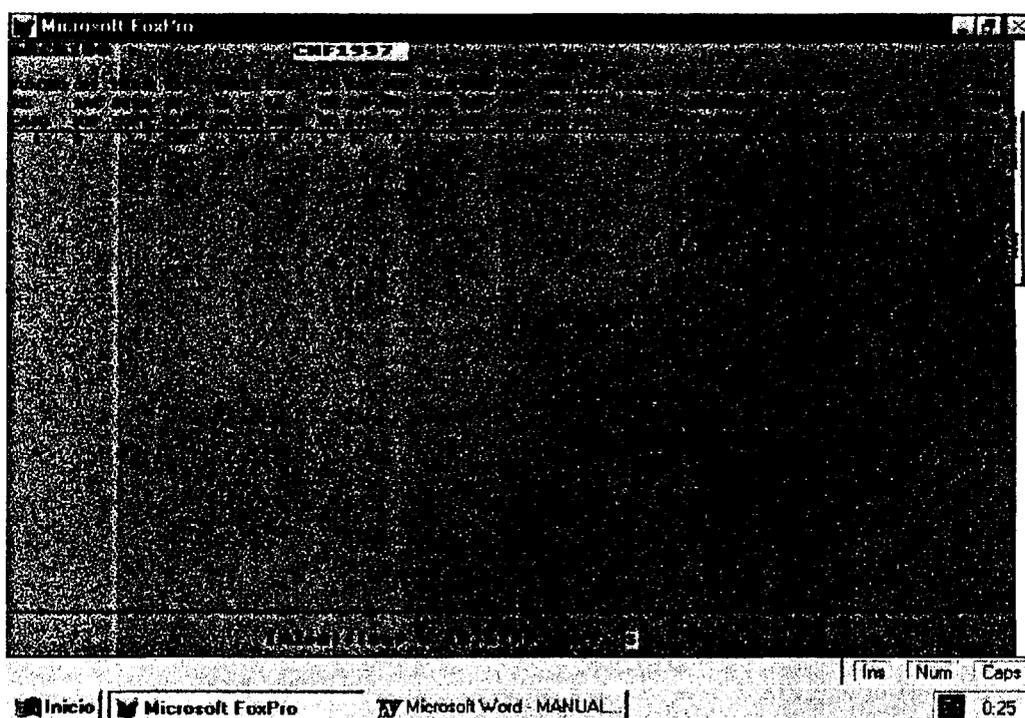




Finalmente al presionar ENTER, el programa regresa a la pantalla original, y los datos ya están modificados.

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.



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

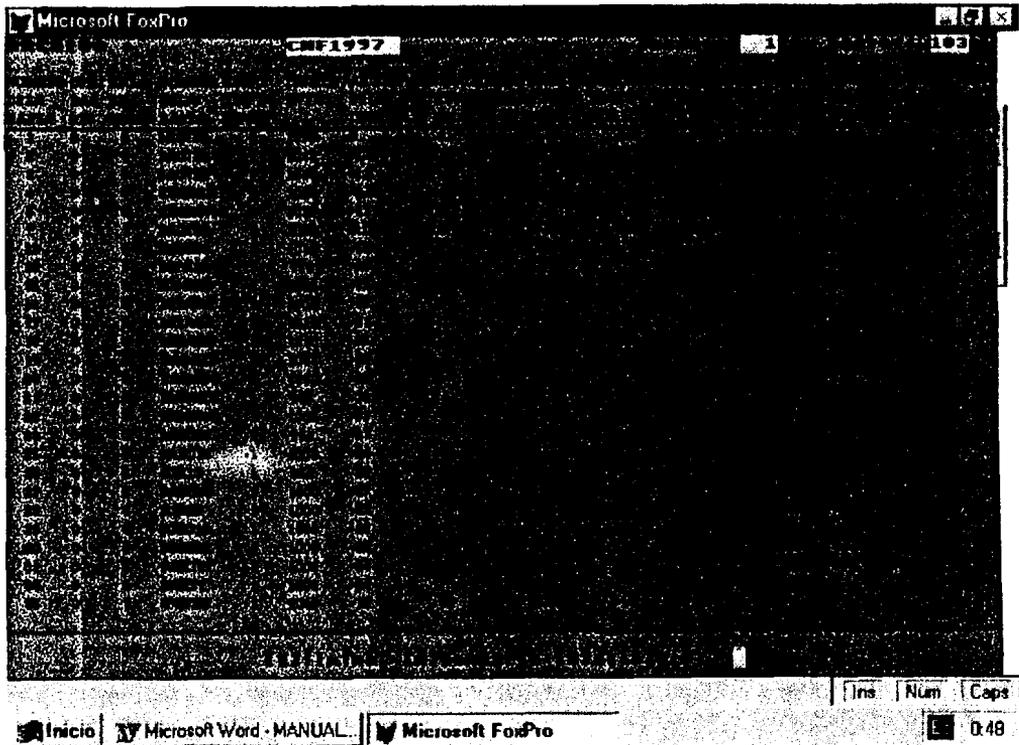
Dentro de esta opción Usted puede eliminar barras, líneas de transmisión, contingencias o códigos EXCT y Bases De Datos creados en el Programa Flujo.

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





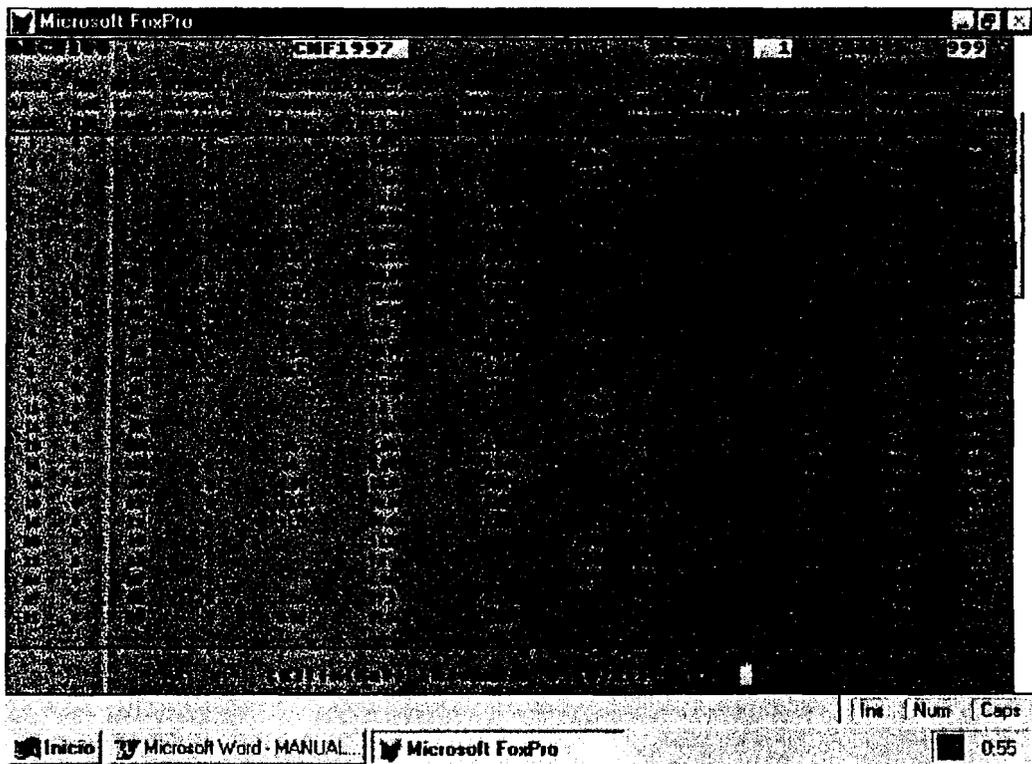
DATOS DE BARRA



Esta pantalla muestra la eliminación de barras del sistema nacional interconectado.

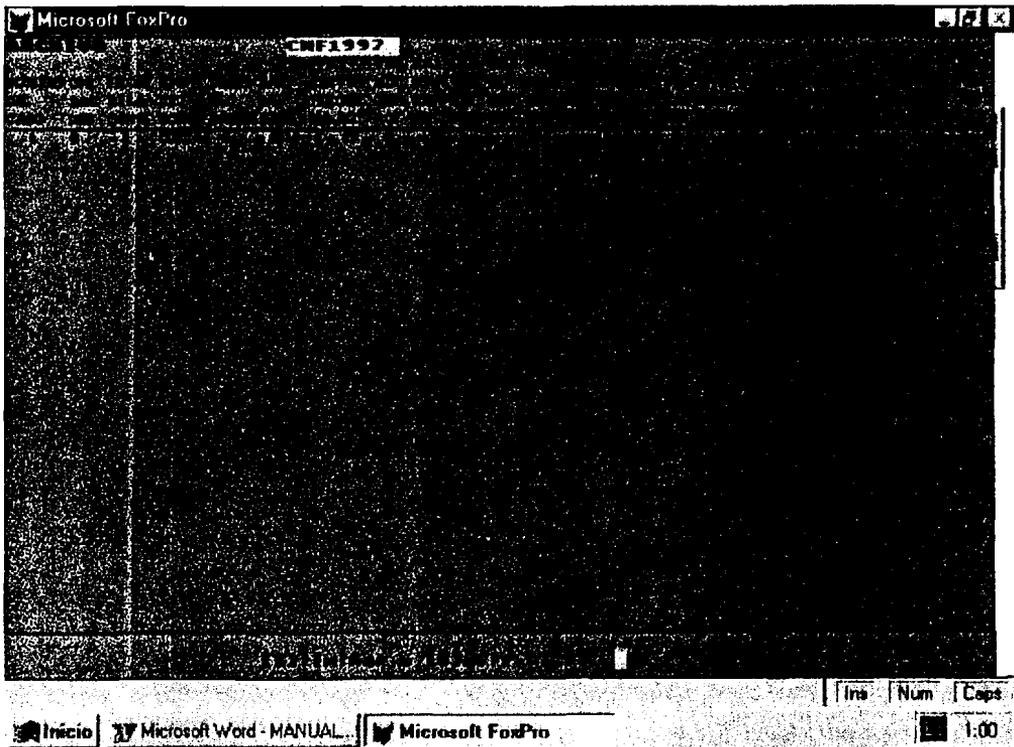
DATOS DE LINEA

A continuación se muestra la pantalla de eliminación de las líneas de transmisión.



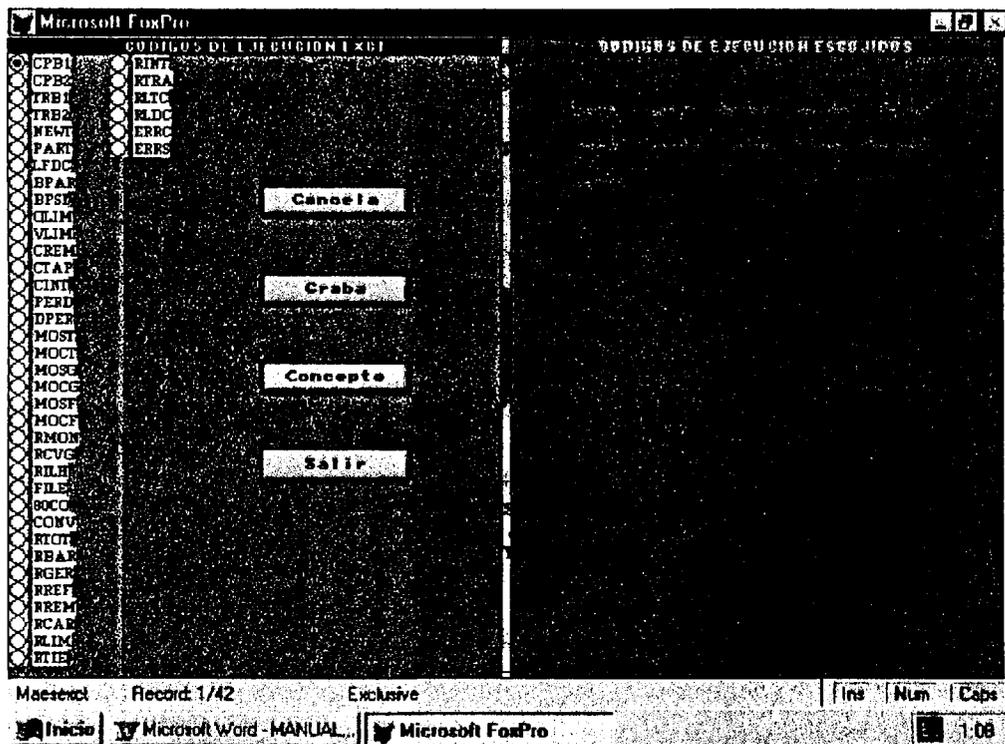
DATOS DE CONTINGENCIAS

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



CONDICIONES DE CONTINGENCIAS

Este campo permite cancelar los comandos de Condiciones de Contingencias (Códigos de Ejecución EXCT) de un archivo ya existente, se coloca el nombre del archivo y aparecerán los comandos que se seleccionaron en la Opción del menú principal **Ingreso**.



CANCELACION DE UN COMANDO

Para cancelar un comando previamente escogido se debe hacer un click en el circulo 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.

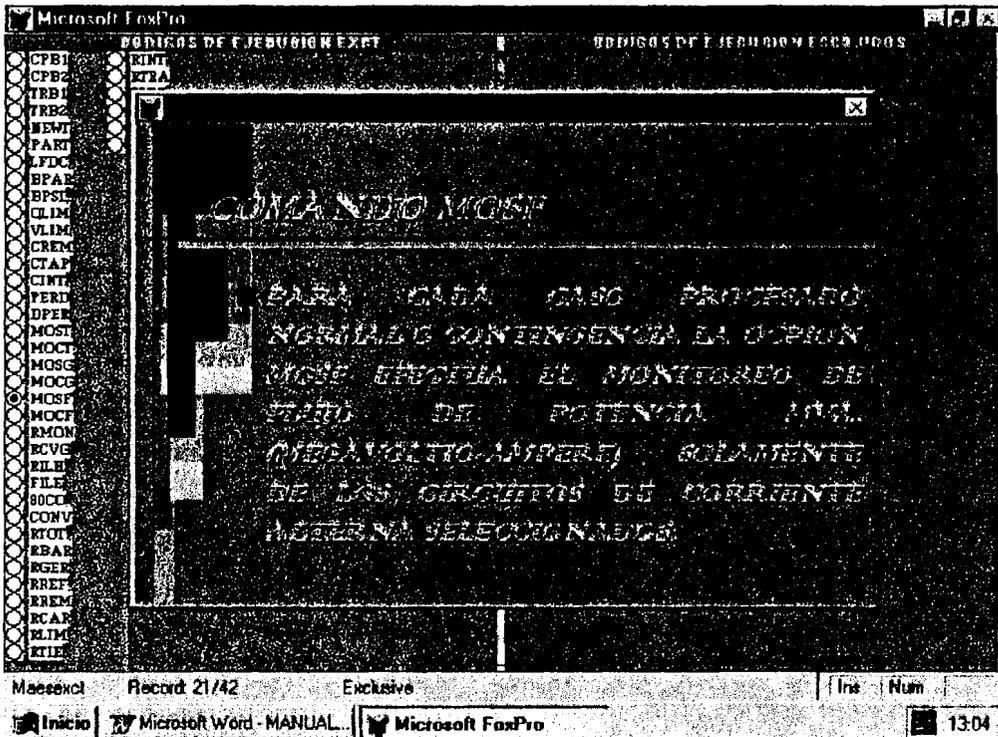
CONCEPTO DEL COMANDO

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**:

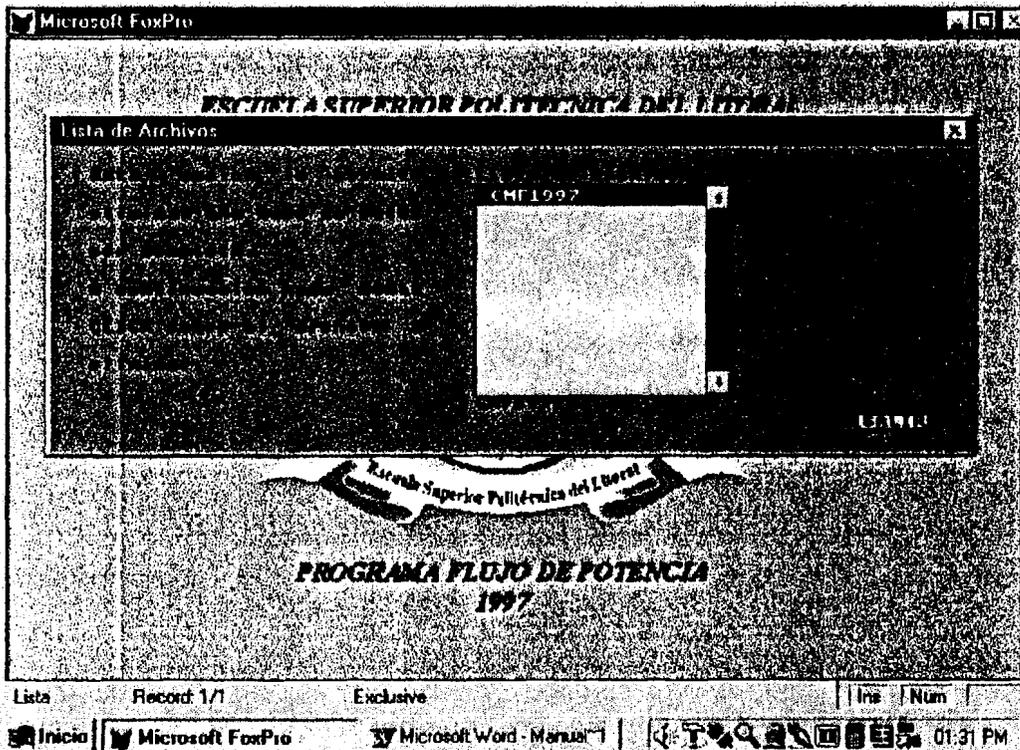


GRABAR Y SALIR

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:

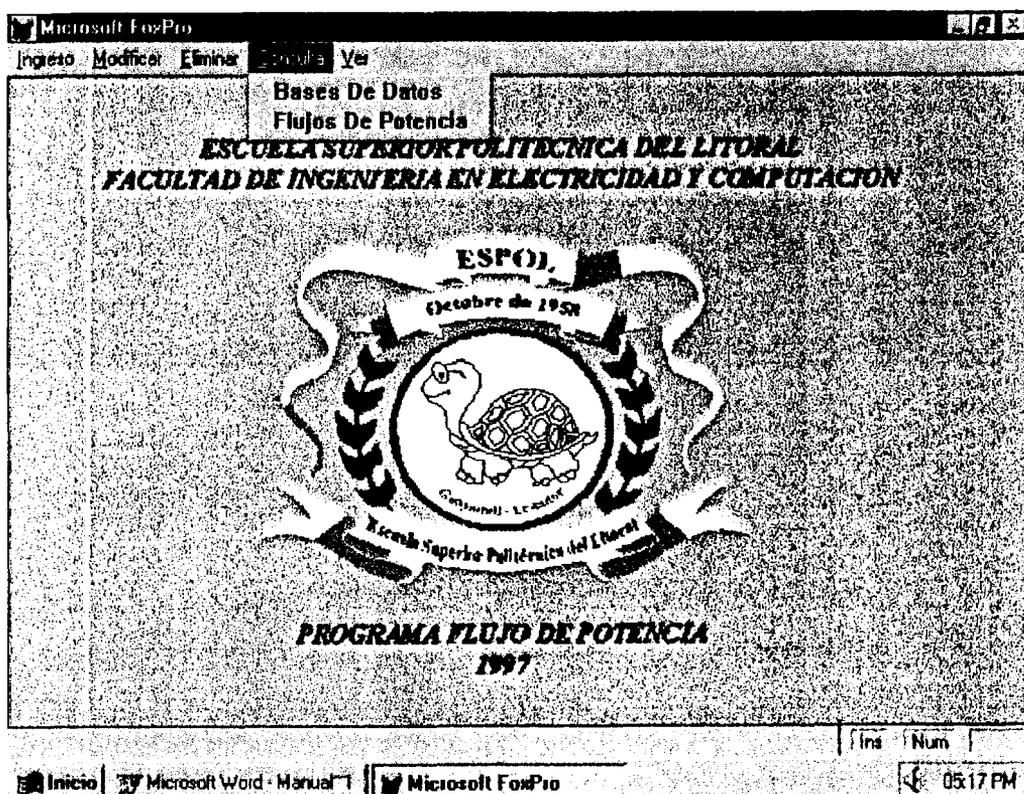


Para eliminar un archivo se posiciona sobre el mismo y se procede a dar dos click con el Mouse o dos Enter, Return, Etc. Todo archivo puede ser eliminado a excepción del Archivo CMF1997 que contiene la base de datos del Sistema Nacional Interconectado a Condiciones Mínimas del Año 1997 y que sirve de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



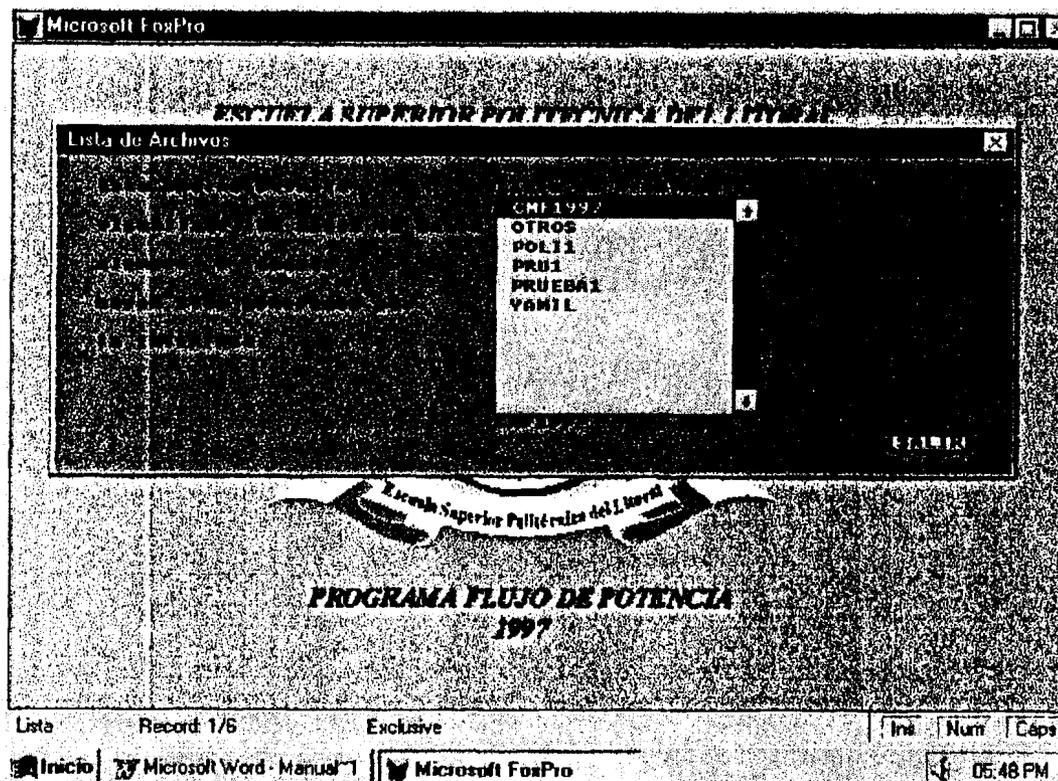
CONSULTA

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

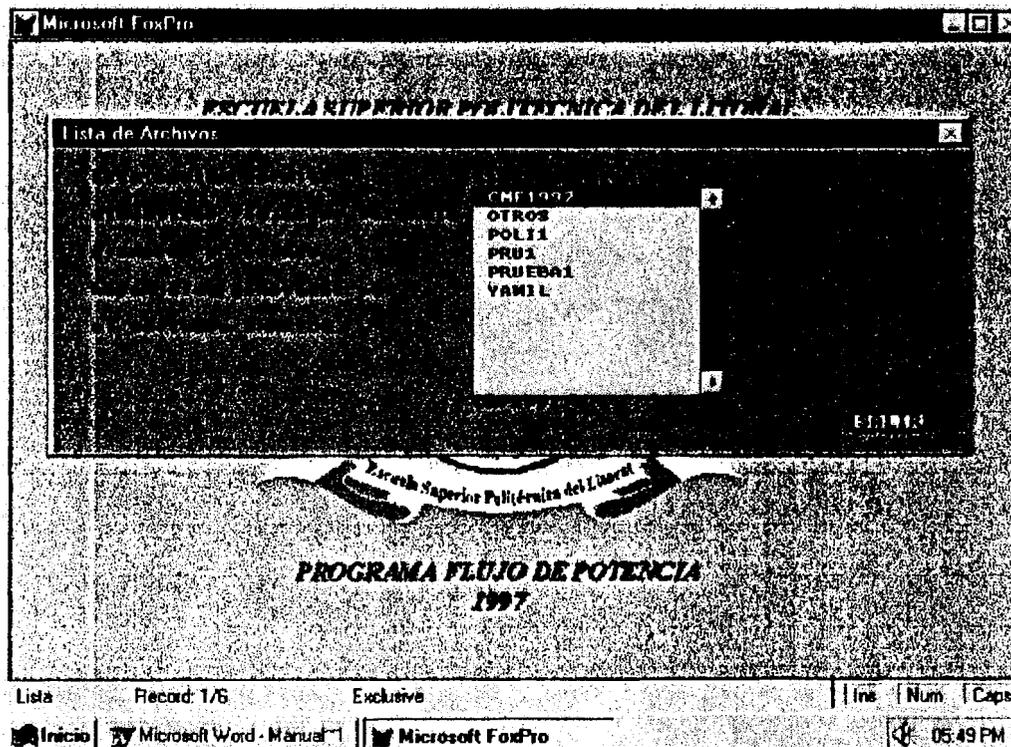
Al seleccionar esta opción observamos el listado de los archivos que se han creado en la interfase como se muestra a continuación :



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.



ANEXOS



ANEXO A

CONCEPTO DE LAS OPCIONES DE CONTROL

Opción CPB1

La solución de las ecuaciones del problema del flujo de potencia $P-\theta$, en la simulación de contingencias es efectuado utilizándose la matriz $[B'']$ del método desacoplado rápido. Las contingencias de circuito son simuladas por el método de compensación (matriz inversa) en el cual la matriz $[B']$ del caso base, permanece constante durante el proceso de solución y son impregnados vectores de compensación para referir los cambios en la matriz debido a las contingencias.

Si las opciones CPB1 y/o TRB1 no fueran especificadas, las contingencias de circuito son simuladas por el método de actualización de factores. En este caso son recalculados solamente los factores de la matriz $[B']$ que sufren modificaciones debido a las contingencias simuladas.

Si las opciones CPB1 y TRB1 fueran especificadas, la opción CPB1 es ignorada, y la solución es obtenida utilizándose el procedimiento descrito en la opción TRB1.

Opción CPB2

La solución de las ecuaciones del problema de flujo de potencia $Q-V$, en la simulación de contingencia es efectuada utilizándose la matriz $[B'']$ del método desacoplado rápido. Las contingencias de circuitos y de capacitores/reactores son simuladas por el método de compensación (matriz inversa) en el cual la matriz $[B'']$ del caso base, permanece constante durante el proceso de solución y son impregnados vectores de compensación para referir los cambios en la matriz debido a las contingencias.

Si las opciones CPB2 y/o TRB2 no fueran especificadas, las contingencias de circuito son simuladas por el método de actualización de factores. En este caso

son recalculados solamente los factores de la matriz [B''] que sufren modificaciones debido a las contingencias simuladas.

Si las opciones CPB2 y TRB2 fueran especificadas, la opción CPB2 es ignorada, y la solución es obtenida utilizándose el procedimiento descrito en la opción TRB2.

Opción TRB1

La solución de las ecuaciones del subproblema de flujo de potencia P- θ , en la simulación de contingencias, es efectuada utilizándose la matriz [B'] del método de desacoplado rápido, formada y factorada considerando las contingencias de circuito, cuando sea necesario.

Si las opciones CPB1 y/o TRB1 no fueran activadas, las contingencias de circuito son simuladas por el método de actualización de factores. En este caso son recalculados solamente los factores de la matriz [B'] que sufren modificaciones debido a las contingencias simuladas. Si las opciones CPB1 y TRB1 fueran especificadas, la opción CPB1 es ignorada.

Opción TRB2

La solución de las ecuaciones del subproblema de flujo de potencia Q-V, en la simulación de contingencias, es efectuada utilizándose la matriz [B''] del método desacoplado rápido, formada y factorada para contingencias de circuitos y shunt, cuando sea necesario.



Si las opciones CPB2 y/o TRB2 no fueran activadas, las contingencias de circuito, son simuladas por el método de actualización de factores. En este caso son recalculados solamente los factores de la matriz $[B'']$ que sufren modificaciones debido a las contingencias simuladas. Si las opciones CPB2 y TRB2 fueran especificadas, la opción CPB2 es ignorada.

Opción NEWT

La solución no lineal de las ecuaciones del problema de flujo de potencia es efectuada utilizándose el método de Newton-Raphson. Si no se especifica, la solución es obtenida utilizándose el método de desacoplado rápido.

Opción PART

El proceso iterativo de la solución de las ecuaciones del problema de flujo de potencia por el método de Newton, es iniciado con los valores de magnitud de tensión y de ángulo de fase obtenidos después de la utilización de las iteraciones, definidas por la constante LFCV que puede ser alterada a través del código de ejecución DCTE, del método de desacoplado rápido. Esta opción solo tiene efecto si la opción NEWT fuera activada.

Opción LFDC

La solución de las ecuaciones del problema de flujo de potencia es efectuado utilizándose un modelo linealizado. Si no es especificada, la solución no lineal es

obtenida utilizándose el método de desacoplado rápido y/o el método Newton-Raphson (opción NEWT).

Opción BPAR

El balance de potencia activa es efectuado solamente entre las barras de generación del área en que ocurre un desbalance de potencia, sea debido a la alteración del nivel de carga del área, o sea, debido a contingencias de generación/carga. La redistribución de potencia entre las barras de generación está basada en sus respectivos factores de participación. Si las opciones BPAR y BPSI no fueran activadas el desbalance de potencia es absorbido, durante la solución del problema de flujo de potencia, por las barras de referencia (“slacks”) del sistema afectado.

Opción BPSI

El balance de potencia activa es efectuado, solamente entre todas las barras de generación del sistema en que ocurre un desbalance de potencia, sea debido a la alteración del nivel de carga del área, o sea debido a contingencias de generación/carga. La redistribución de potencia entre las barras de generación está basada en sus respectivos factores de participación. Si las opciones BPAR y BPSI no fueran activadas, el desbalance de potencia, es absorbido, durante la solución del problema de flujo de potencia, por las barras de referencia (“slacks”) del sistema afectado.



Opción QLIM

Activa la aplicación del control del límite de generación de potencia reactiva durante el proceso de solución del problema de flujo de potencia. El valor de generación de potencia reactiva de una barra es comparado con los respectivos límites y, cuando no fueren violados, la magnitud de tensión de la propia barra o de una barra remota, es mantenida constante. Cuando uno de los dos límites fuera violado, la generación de potencia reactiva es fijada en este límite y la magnitud de tensión deja de ser controlada. Durante el proceso de solución la magnitud de la tensión puede volver a ser controlada (“back-off” automático). Este tipo de control es aplicado cuando el mayor residuo de potencia reactiva del sistema fuera menor que el valor de la constante QLST.

Opción VLIM

Activa la aplicación de control del límite de tensión durante el proceso de solución del problema de flujo de potencia.

El valor de la magnitud de tensión de la barra es comparado con los respectivos límites, y en cuanto no fueran violados, la generación de potencia de la barra reactiva es mantenida constante en un valor específico. Cuando uno de los dos límites de tensión fuera violado, la tensión de la barra es fijada en este límite y la generación de potencia reactiva de la barra es modificada, dentro de los límites especificados, de modo de mantener la tensión en aquel valor. Durante el proceso de solución, la generación de potencia reactiva puede volver a ser controlada (“back-off”).



Opción CREM

Activa la aplicación de control remoto de tensión por excitación de generación durante el proceso de solución del problema de flujo de potencia. El valor de la magnitud de tensión de la barra controlada es modificado de modo de mantener la tensión especificada para la barra controlada.

Opción CTAP

Activa la aplicación de control de tensión por variación automática del tap del transformador (LTC) durante el proceso de solución del problema de flujo de potencia. Los valores del tap de estos transformadores son modificados, dentro de los respectivos límites, de modo de mantener las magnitudes de tensión especificadas para las barras controladas.

Opción CINT

Activa la aplicación del control de intercambio de potencia activa entre áreas durante el proceso de solución del problema de flujo de potencia. Los valores calculados de intercambio son comparados con los valores programados en el error de cada área, y, distribuidos entre las barras de generación del área, de acuerdo con los respectivos factores de participación.

Activa la aplicación del control de intercambio de potencia activa entre áreas durante el proceso de solución del problema de redespacho de potencia activa. El intercambio líquido de cada área es mantenido entre los límites mínimo y máximo de intercambio entre áreas, definidos con el código de ejecución DARE.



Este tipo de control es aplicado cuando el mayor residuo de potencia activa del sistema fuera menor que el valor de la constante EXST.

Opción PERD

La solución de las ecuaciones del problema de flujo de potencia por el método linealizado (opción LFDC) es efectuada considerando las pérdidas en la red eléctrica. El proceso de estimación de estas pérdidas, es iterativo y el número de iteraciones es definido por la constante PDIT que puede ser alterada a través del código de ejecución DCTE

Opción DPER

Normalmente, durante la solución del problema de flujo de potencia, las pérdidas de potencia activa de la red de transmisión son absorbidas por las barras de referencia del sistema eléctrico. Si la opción DPER fuera activada las pérdidas son distribuidas entre las barras de generación del sistema, proporcionalmente a los factores de participación definidos en el campo Factor de participación, del código de ejecución DGER. La utilización de esta opción requiere la especificación de un punto base de operación para las barras de referencia ("slack"), como es referido para las demás barras de generación, con el sistema del campo de Generación activa del código de ejecución DBAR.



Opciones MOCT & MOST

Para cada caso procesado, base o contingencia, la opción MOCT efectúa el monitoreo de la tensión de todas las barras CA del sistema. La opción MOST efectúa el monitoreo solamente de las barras CA especificadas en el código de ejecución DMTE. Los valores de violación son calculados comparándose las magnitudes de tensión de las barras con los respectivos valores límites. Un índice es calculado, a partir de las violaciones detectadas, para efecto de validación del grado de severidad del caso procesado.

Opciones MOCG & MOSG

Para cada caso procesado, base o de contingencia, la opción MOCG efectúa el monitoreo de generación de potencia reactiva de todas las barras CA de generación del sistema. La opción MOSG efectúa el monitoreo solamente de las barras seleccionadas en el código de ejecución DMGR. Los valores de violación son calculados comparándose las generaciones de potencia reactiva de las barras con los respectivos límites. Un índice es calculado, a partir de las violaciones detectadas, para efectos de validación del grado de severidad del caso procesado.

Opciones MOCF & MOSF

Para cada caso procesado, base o de contingencia, la opción MOCF efectúa el monitoreo de flujo de potencia MVA de todos los circuitos del sistema. La opción MOSF efectúa el monitoreo solamente de los circuitos CA seleccionados en el código de ejecución DMFL. Los valores de violación son calculados comparándose los flujos de circuito con las respectivas capacidades de carga. Un

índice es calculado, a partir de las violaciones detectadas, para efecto de validación del grado de severidad del caso procesado.

Opción RMON

Imprime el relatorio de monitoreo que, de acuerdo con el tipo de monitorización requerida, consta de:

a) Monitoreo de tensión : número de barra CA, magnitud de tensión, violación del límite y severidad de la violación, donde cada “ * “ corresponde al 1 % de la violación.

b) Monitoreo de generación reactiva: número y tipo de barra CA, generación y violación de potencia reactiva y la indicación del límite violado (SUPERior, INFERior).

c) Monitoreo de flujo: número de barras terminales de circuito y número de circuitos en paralelo, flujos de potencia (MW, MVAr, y MVA), violación de capacidad de carga y la severidad de la violación, donde cada “ * “ corresponde al 1 % de la violación.

Cualquiera que sea el monitoreo efectuado, es impreso también el respectivo índice de severidad calculado.

Al final del proceso de los casos de contingencia, independientemente de la especificación o no de la opción RMON, son producidos los siguientes relatorios:

a) Sumario de monitoreo, donde son impresos, para los tipos de monitoreo especificados, la identificación de contingencia y el respectivo número de violaciones del índice de severidad para los diez casos más severos, ordenados en forma decreciente según este índice.

b) Sumario de los casos no procesados, sea por error de los datos de entrada, separación física de la red, no convergencia, divergencia, desbalance de potencia activa en el método de compensación. En este sumario son impresas las identificaciones de los casos de contingencias relativas a los casos asociados.

Opción RCVG

Imprime el relatorio de convergencia del proceso iterativo de solución del flujo de potencia, incluidas las opciones de control automático activadas.

La solución del problema de flujo de potencia en la red CC, imprime el número de iteraciones, el residuo máximo de tensión, el número de convertidor CA-CC asociado al residuo máximo, los relatorios en 132 columnas, los convertidores, con límite de ángulo de conmutación violados, en caso de que existan, para cada polo de cada elemento CC.

La solución del problema de flujo de potencia CA imprime, para los subproblemas P- θ y Q-V el número de iteraciones, el residuo máximo, el número de barra asociada al residuo máximo, el indicador (FM) de formación y factorización de la matriz de solución, en relatorios de 132 columnas, los números de barras que cambiarán de tipo y/o los números de circuitos con límite de tap violado.



Imprime, entre las soluciones de los problemas de flujo de potencia los sistemas CA y CC, el proceso de convergencia de interface entre los mismos, constando el número de iteración, los residuos máximos de potencia y los números de las barras de interface asociadas a los residuos máximos.

Imprime la convergencia final constando el número de iteraciones de proceso de convergencia de interface entre los sistemas CA y CC, el número de iteraciones de los subproblemas $P-\theta$ y $Q-V$, el número total de iteraciones del problema de flujo de potencia CC, los residuos máximos de potencia activa y reactiva, los números de barras asociadas a los residuos máximos de potencia, el residuo máximo de tensión y el número de convertidores CA-CC asociado a este residuo.

La solución del problema de redespacho de potencia activa, imprime el número de iteraciones, el tipo de variable de control violada, el número de barra o de circuito asociado a la variable de control, valor de violación, límite violado, y, el tipo de variable de control no básica que se debe cambiar a básica, y el número de barra o de circuito asociado a la variable básica que debe cambiarse a no básica.

Opción RILH

Imprime el relatorio de redes eléctricas aisladas (islas eléctricas sin barras CA de referencia), constando el número de islas, número y nombre de barras CA pertenecientes a la isla. En este relatorio son impresas todas las islas excepto las que contienen el mayor número de barras.

Opción FILE

Indica que los relatorios de salida, en formato de 132 u 80 columnas dependiendo de la activación o no, de las opciones 80CO y CONV, serán impresas en la unidad lógica # 4.

Opción 80CO

Indica que los relatorios serán impresos en formatos de 80 columnas.

Opción CONV

Activa el modo conversacional de emisión de relatorios de salida (código de ejecución RELA) en formato de 80 columnas, sólo tiene efectos cuando se la activa conjuntamente con las siguientes opciones de impresión de relatorios: RBAR, RGER, RREM, RCAR, RLIN, RTRA .

De acuerdo con los tipos de relatorio de salida especificado, son seleccionadas barras CA con restricciones adicionales a ser impresas. La selección de las barras puede ser efectuada, por el número de barra, como definido en el campo Número de código de la ejecución DBAR, o por una cadena de hasta doce caracteres. La selección de las restricciones (opción RRES) puede ser efectuada por el número de identificación de restricción, como definido en el campo Número de código de ejecución DRES o por una cadena de hasta ocho caracteres. Todas las barras y las restricciones que convierten en su nombre, en cualquier posición, la misma cadena de caracteres , son seleccionadas para impresión.



Opción RTOT

Imprime el relatorio de los totales de cada área, constanding el número de área, generación, inyección equivalente y carga total de potencia activa, potencia activa total relativa al anillo CC, total de shunt, exportación, importación y pérdidas totales de potencia activa; generación, inyección equivalente y carga de potencia reactiva, potencia reactiva total al anillo CC, total de shunt equivalente, exportación, importación y pérdidas totales de potencia reactiva. Al final del relatorio, imprime los totales del sistema, constanding las mismas informaciones descritas arriba.

Opción RBAR

Imprime el relatorio de barras CA, por área, constanding el número, nombre y tipo de barra, magnitud y ángulo de fase de tensión, generación de potencia activa y reactiva, inyección equivalente de potencia activa y reactiva, carga activa y reactiva, potencia activa y reactiva relativa al elemento CC, shunt, shunt equivalente y carga activa y reactiva relativa al motor de inducción. Los relatorios en formato de 80 columnas (opciones 80CO o CONV) son impresos también el factor de participación de generación de potencia activa y el factor de participación equivalente de generación de potencia activa.

Opción RGER

Imprime el resultado de barras de generación por áreas constanding el número, nombre y tipo de barra, magnitud y ángulo de fase de tensión, generación mínima, máxima y potencia activa actual y las respectivas indicaciones de la violación de



límite, generación mínima, máxima y potencia reactiva actual y la indicación de la violación del límite respectiva, factor de participación de generación de potencia activa, factor de participación equivalente de generación de potencia activa y número de barra con tensión controlada por generadores.

Opción RREF

Imprime los resultados de barras CA de referencia del sistema constanding el número, nombre, tipo y área de barra, magnitud y ángulo de fase de tensión, generación programada, mínima, máxima y la actual potencia activa y la respectiva indicación de violación de límite, generación mínima, máxima y actual de potencia reactiva y su respectiva indicación de violación de límite, factor de participación equivalente de potencia activa, inyección equivalente de potencia activa y número de barra controlada.

Opción RREM

Imprime los resultados del control remoto constanding el número, nombre, tipo y magnitud de tensión de barra controladora; número, nombre, tipo, magnitud de tensión especificada y la tensión calculada de la barra controlada y la indicación de violación de la tensión controlada.

Opción RCAR

Imprime el resultado de las cargas que varían con la magnitud de tensión, por área constanding el número y nombre de barra, la carga activa fija, proporcional a la



tensión y proporcional al cuadrado de la tensión, en MW y % , de la carga reactiva fija, proporcional a la tensión y proporcional al cuadrado de la tensión, en MVAR y el porcentaje a tensión bajo la cual la parte de carga activa fija es modelada como proporcional al cuadrado de la tensión

Opción RTIE

Imprime el resultado de los circuitos CA de intercambio de cada área, constante el número, indicación de medición de flujo y nombre de barra del terminal DE BARRA ; número, indicación de la medición del flujo y nombre de la barra del terminal en PARA BARRA, número del circuito y la importación o exportación de potencia activa de este circuito. Incluye también la importación y exportación total o el intercambio líquido o el intercambio programado de área.

Opción RTRA & RLTC

Imprime el resultado de transformadores incluyendo los de tap fijo y variable (opción RTRA) o el resultado de transformadores de tap variable (RLTC). Si ambas opciones fuesen especificadas solamente la opción RTRA es activada. El resultado impreso consta del número y nombre de barras en las extremidades del circuito, valor mínimo, actual y máximo del tap, número de barra controlada, magnitud de tensión especificada y actual y ángulo de desfase e indicación del límite del tap indicado (superior o inferior)



Opción ERRC & ERRS

Para cada caso procesado, base o de contingencia, la opción ERRC graba el archivo definido en la unidad lógica # 3 .

- a) Título de estudio, o número de caso e indicación de convergencia
- b) Número, nombre, magnitud de tensión y Shunt de todas las barras del sistema
- c) Número, nombre potencia activa y reactiva de todas las barras de generación del sistema
- d) Los números de barras terminales o número de circuitos y los flujos de potencia activa y reactiva en ambas extremidades para todos los circuitos del sistema. La opción ERRS graba en este archivo las mismas informaciones solamente para las barras, generadores y circuitos especificados en los códigos de ejecución DMTE, DMGR, DMFL.

Los archivos generados por estas opciones en procesos distintos, constituyen los datos de entrada para el programa POWERMOD, que tiene por objetivo validar el desempeño de las técnicas y algoritmos utilizados en los programas de flujo de potencia, equivalente de redes, análisis de contingencias y análisis de sensibilidad.



ANEXO B

**BASE DE DATOS Y CORRIDA PARA EL FLUJO DE POTENCIA EN
CONDICIONES NORMALES Y EN CONTINGENCIA
(PAUTE - TOTORAS)
PROYECCION PARA EL AÑO 1997
DEMANDA MAXIMA**



**BASE DE DATOS
PROYECCION PARA EL AÑO 1997
DEMANDA MAXIMA**



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

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION
 GRUPO DE TRABAJO DE TESIS COMPARTIDA DIRIGIDA POR
 ING. JORGE CHIRIBOGA VASCONEZ

DE
 CARLOS ALONSO CORRAL TAMAYO
 JUAN JOSE MAYORGA RONQUILLO
 YAMIL EDUARDO FRANCO RUIZ
 1997

TEMA: FLUJO DE POTENCIA DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
 PROYECCION PARA EL AÑO 1997 CON DEMANDA MAXIMA

DCTE	BASE	100. DASE	100. TEPA	.5 EXST	4. TETP	5. TBPA	5.
TLPP	1. TEPR	.5 QLST	4. TLPR	1. TLPQ	2. TSBZ	.01	
TSBA	5. ASTP	.05 VSTP	5. TLVC	.1 TLTC	.1 TSFR	.01	
ZMAX	300. TLPV	.5 VDVM	150. VDVN	50. TUDC	.01 TADC	.01	
PGER	30. TPST	1. VFLD	70. ZMIN	.001 HIST	140 LFIT	10	
ACIT	30 LFCV	1 DCIT	10 VSIT	10 LPIT	50 LFLP	30	
PDIT	1 LCRT	30 LPRT	60				
9999							
DBAR							
1	2 PAUTEAB13.	1050 0.	497.24.43	-260 241.			1
2	PAUT-138 138	1047-3.4					1
3	3 PAUT-230 230	1046-4.5					1
4	3 CUEN-138 138	1024-8.4					1
5	CUENC-6969.0	1030-11.			78.3 25.7		1
7	1 PAUTE-C 13.8	1050.141	570.34.62	-260 241.			1
13	LIMON-6969.0	1012-12.			3.7 1.2		1
14	3 LOJA-138 138	979-13.					1
15	LO+CU-6969.0	1000-15.			45.6 15.		1
16	3 MILA-230 230	1002-18.					1
17	MILAG-6969.0	1012-21.			36. 13.1	36. 1	1
18	MILA-138 138	1010-25.					1
19	BABA-138 138	1001-26.					1
20	BABAH-6969.0	1000-28.			31.7 10.4	36. 1	1
21	3 MACH-138 138	967-30.					1
22	MACH1-6969.0	1000-33.			105.7 34.7	36. 1	1
24	3 PASC-230 230	994-21.					1
25	3 PASC-138 138	1008-24.					1
26	3 S.EL-138 138	964-28.					1
27	PASCU-6969.0	1000-27.			89.1 23.3	12. 1	1
28	S.ELE-6969.0	1000-29.			37.0 12.2		1
29	POSO-138 138	1008-25.					1
30	POSOR-6969.0	1000-26.			7.5 2.5		1
31	SALIT-6969.0	1006-24.			250 102	36. 1	1
34	SALI-138 138	1008-24.					1
35	1 V-INEC-213.8	1040-18.	70.28.69	-10. 42.			1
36	1 V-INEC-313.8	1040-18.	70.28.69	-10. 42.			1
37	1 G-INEC-413.8	1040-19.	25. 9.04	-10. 27.			1
42	POLI-138 138	989-25.					1
43	POLIC-6969.0	1000-30.			120. 40.9	12. 1	1
44	3 QUEV-230 230	1012-25.					1
45	QUEV-138 138	1032-28.					1
46	QUEV-69 69.0	1000-30.			19.8 7.8		1
47	MANA-138 138	996-34.					1
48	MANAB-6969.0	1050-37.			114.4 28.7	36. 1	1
49	3 S.DO-230 230	1018-22.					1
50	S.DO-138 138	1009-21.					1
51	S.DOM-6969.0	1000-22.			32.8 13.0		1
52	ESME-138 138	1044-11.					1
53	1 C.T.ESME13.8	1050-7.1	125.13.86	-30. 75.			1
54	ESMER-6969.0	1000-14.			38.2 15.1		1
57	3 S.RO-230 230	1017-21.					1
58	S.RO-138 138	1036-23.					1
59	S.ROS-4646.0	1000-27.			68. 24.7	36. 1	1
62	S.AL-138 138	1014-25.					1
63	S.ALE-4646.0	1000-30.			68. 24.7		1
64	1 G-S.ROSAL3.8	1050-19.	51.10.98	-21. 69.			1
70	VICEN-4646.0	1030-28.			149. 54.1	36. 1	1
71	3 VICE-138 138	1031-24.					1



DARE
1 0 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO.
9999
EXLF RCVG QLIM CTAP NEWT FILE 80CO RLIN MOCT MOCF RMIS CREM
DCTG IMPR FILE 80CO RMON STEP
01 A 1
CIRC 3 85 1 85
FCAS
9999
ARQV GRAV IMPR SUBS
10
EXCT NEWT 80CO CREM RLIN FILE IMPR RMIS RREF RLTC QLIM CTAP MOCT MOCF
01
FIM



CORRIDA
PROYECCION PARA EL AÑO 1997
DEMANDA MAXIMA



PROGRAMA DE TESIS COMPARTIDA

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

RELATORIO DE CONVERGENCIA

OPCOES ATIVADAS: QLMIM CREM CTAP NEWT

ITERACAO		ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	CONV
FC	P Q V	MW	NUM.	MVAR	NUM.	TENSAO %	NUM. EM
1	1	4032.85	101	1450.89	102		
2	2	566.05	101	135.83	101		
3	3	31.14	101	*****	73		
4	4	2.99	112	1769.37	101		
5	5	1.41	123	873.63	101		
6	6	0.69	27	428.54	101		
7	7	0.28	112	209.86	101		
8	8	0.14	78	102.42	101		
9	9	0.06	78	2.45	101		

CONVERGENCIA FINAL

ITERACAO		ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	CONV
FC	P Q V	MW	NUM.	MVAR	NUM.	TENSAO %	NUM.
0		0.00	0	0.00	0		
9	9 0	0.00	78	0.03	78	0.000	0

CASO BASE

MONITORACAO DE TENSAO

BARRA	TENSAO	VIOLACAO	SEVERIDADE
NUM.	NUM. MOD. MAX	(PU)	
1 PAUTEAB13.	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
7 PAUTE-C 13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
53 C.T.ESME13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
64 G-S.ROSA13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
81 PISAYAMB13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
89 AGOYAN 13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
231 EQUIL 13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*
331 EQUITO 13.8	1 0.950 1.050 1.050	0.000	*



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

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

RELATORIO DE ERROS DE POTENCIA

X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			
BARRA	ERRO DE POTENCIA	BARRA	ERRO DE POTENCIA	BARRA	ERRO DE POTENCIA	BARRA	ERRO DE POTENCIA	BARRA	
NUM.	MW	NUM.	MW	NUM.	MW	NUM.	MW	NUM.	
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X			
	MVAR		MVAR		MVAR		MVAR		
1	0.00	2	0.00	3	0.00	4	0.00	5	0.00
4	0.00	5	0.00	7	0.00	13	0.00	14	0.00
13	0.00	14	0.00	15	0.00	16	0.00	17	0.00
16	0.00	17	0.00	18	0.00	19	0.00	20	0.00
19	0.00	20	0.00	21	0.00	22	0.00	24	0.00
22	0.00	24	0.00	25	0.00	26	0.00	27	0.00
26	0.00	27	0.00	28	0.00	29	0.00	30	0.00
29	0.00	30	0.00	31	0.00	34	0.00	35	0.00
34	0.00	35	0.00	36	0.00	37	0.00	42	0.00
37	0.00	42	0.00	43	0.00	44	0.00	45	0.00
44	0.00	45	0.00	46	0.00	47	0.00	48	0.00
47	0.00	48	0.00	49	0.00	50	0.00	51	0.00
50	0.00	51	0.00	52	0.00	53	0.00	54	0.00
53	0.00	54	0.00	57	0.00	58	0.00	59	0.00
58	0.00	59	0.00	62	0.00	63	0.00	64	0.00
63	0.00	64	0.00	70	0.00	71	0.00	72	0.00
71	0.00	72	0.00	73	0.00	74	0.00	77	0.00
74	0.00	77	0.00	78	-0.03	79	0.00	80	0.00
79	0.00	80	0.00	81	0.00	82	0.00	83	0.00
82	0.00	83	0.00	84	0.00	85	0.00	86	0.00
85	0.00	86	0.00	87	0.00	88	0.00	89	0.00
88	0.00	89	0.00	90	0.00	91	0.00	99	0.00
91	0.00	99	0.00	101	0.00	102	0.00	104	0.00
102	0.00	104	0.00	105	0.00	107	0.00	108	0.00
107	0.00	108	0.00	109	0.00	110	0.00	112	0.00
110	0.00	112	0.00	122	0.00	123	0.00	231	0.00
123	0.00	231	0.00	324	0.00	325	0.00	331	0.00
325	0.00	331	0.00						



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

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

RELATORIO DE CIRC. CA DO SIST. * AREA 1 * SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO.

X--- DADOS-BARRA ---X----- F L U X O S - C I R C U I T O S -----X

DA BARRA	TENSAO	FLUXOS											
NUM.	TIPO	MOD	PARA BARRA	FLUXOS							TAP	DEFAS	TIE
NOME	ANG	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR							
1	2	1.050											
PAUTEAB13.		0.0											
			2 PAUT-138	138	1	384.1	28.6	1.000F					
2	0	1.047											
PAUT-138	138	-4.1											
			1 PAUTEAB13.		1	-384.1	-0.8						
			3 PAUT-230	230	1	124.5	7.3	1.000F					
			3 PAUT-230	230	2	124.5	7.3	1.000F					
			4 CUEN-138	138	1	67.6	-6.9						
			4 CUEN-138	138	2	67.6	-6.9						
3	-3	1.046											
PAUT-230	230	-5.4											
			2 PAUT-138	138	1	-124.5	-4.6						
			2 PAUT-138	138	2	-124.5	-4.6						
			7 PAUTE-C	13.8	1	-570.0	14.3	1.000F					
			16 MILA-230	230	1	227.3	24.9						
			16 MILA-230	230	2	227.3	24.9						
			85 TOTO-230	230	1	176.3	-7.9						
			86 RIOB-230	230	1	188.1	-8.4						
4	-3	1.024											
CUEN-138	138	-11.0											
			2 PAUT-138	138	1	-65.1	10.0						
			2 PAUT-138	138	2	-65.1	10.0						
			5 CUENC-6969.0		1	82.1	31.0	1.000F					
			14 LOJA-138	138	1	48.1	-2.9						
5	0	1.005											
CUENC-6969.0		-14.2											
			4 CUEN-138	138	1	-82.1	-26.0						
			13 LIMON-6969.0		1	3.8	0.3						
7	1	1.050											
PAUTE-C	13.8	1.2											
			3 PAUT-230	230	1	570.0	51.9						
13	0	0.986											
LIMON-6969.0		-15.6											
			5 CUENC-6969.0		1	-3.7	-1.2						
14	-3	0.979											
LOJA-138	138	-20.8											
			4 CUEN-138	138	1	-45.6	2.3						
			15 LO+CU-6969.0		1	45.6	17.8						
15	0	1.000											
LO+CU-6969.0		-23.9											
			14 LOJA-138	138	1	-45.6	-15.0	1.042*					
16	-3	1.002											
MILA-230	230	-21.2											
			3 PAUT-230	230	1	-219.6	10.5						
			3 PAUT-230	230	2	-219.6	10.5						
			17 MILAG-6969.0		1	36.0	-23.0	1.000F					
			18 MILA-138	138	1	144.8	-18.6	0.975F					
			324 DOSCER	230.0	1	129.2	7.4						
			324 DOSCER	230.0	2	129.2	7.4						
17	0	1.012											
MILAG-6969.0		-22.1											
			16 MILA-230	230	1	-36.0	23.8						
18	0	1.032											
MILA-138	138	-22.7											
			16 MILA-230	230	1	-144.8	22.5						
			19 BABA-138	138	1	32.3	-25.5						
			21 MACH-138	138	1	56.2	1.5						
			21 MACH-138	138	2	56.2	1.5						



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

X--- DADOS-BARRA ----X----- F L U X O S - C I R C U I T O S -----X
DA BARRA TENSIO
NUM. TIPO MOD PARA BARRA
NOME ANG NUM. NOME NC FLUXOS
MW MVAR TAP DEFAS TIE

Table with columns: DA BARRA, TIPO, MOD, PARA BARRA, NOME, NC, FLUXOS (MW, MVAR, TAP, DEFAS, TIE). Rows include data for various busbars like BABA-138, BABAH-6969.0, MILA-138, MACH1-6969.0, PASC-230, S.EL-138, PASCU-6969.0, POSO-138, POSOR-6969.0, SALI-138, V-INEC-213.8, and SALIT-6969.0.



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

X--- DADOS-BARRA ---X-----			F L U X O S - C I R C U I T O S -----X						
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA		FLUXOS				
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS TIE
NOME	ANG								
X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X
36	1	1.040							
V-INEC-313.8		-20.2	31	SALIT-6969.0	1	70.0	23.8		
37	1	1.040							
G-INEC-413.8		-19.7	31	SALIT-6969.0	1	25.0	7.9		
42	0	0.993							
POLI-138 138		-27.8	25	PASC-138 138	1	-60.0	-18.9		
			25	PASC-138 138	2	-60.0	-18.9		
			43	POLIC-6969.0	1	120.0	37.8		
43	0	1.000							
POLIC-6969.0		-31.7	42	POLI-138 138	1	-120.0	-28.9	1.026*	
44	-3	1.012							
QUEV-230 230		-37.8	45	QUEV-138 138	1	140.5	19.6	0.975F	
			49	S.DO-230 230	1	-70.2	-5.4		
			49	S.DO-230 230	2	-70.2	-5.4		
45	0	1.031							
QUEV-138 138		-41.2	44	QUEV-230 230	1	-140.5	-11.3		
			46	QUEV-69 69.0	1	19.8	8.3		
			47	MANA-138 138	1	60.3	1.5		
			47	MANA-138 138	2	60.3	1.5		
46	0	1.000							
QUEV-69 69.0		-42.5	45	QUEV-138 138	1	-19.8	-7.8	0.979*	
47	0	0.977							
MANA-138 138		-50.6	45	QUEV-138 138	1	-57.2	1.2		
			45	QUEV-138 138	2	-57.2	1.2		
			48	MANAB-6969.0	1	114.4	-2.4		
48	0	1.049							
MANAB-6969.0		-54.9	47	MANA-138 138	1	-114.4	10.9	1.069*	
49	-3	1.018							
S.DO-230 230		-34.2	44	QUEV-230 230	1	70.8	-10.2		
			44	QUEV-230 230	2	70.8	-10.2		
			50	S.DO-138 138	1	-49.5	21.5	1.000F	
			57	S.RO-230 230	1	-46.1	0.4		
			57	S.RO-230 230	2	-46.1	0.4		
50	0	1.009							
S.DO-138 138		-32.9	49	S.DO-230 230	1	49.5	-20.2		
			51	S.DOM-6969.0	1	32.8	13.9	1.000F	
			52	ESME-138 138	1	-41.1	3.2		
			52	ESME-138 138	2	-41.1	3.2		
51	0	1.000							
S.DOM-6969.0		-34.2	50	S.DO-138 138	1	-32.8	-13.0		
52	0	1.044							
ESME-138 138		-23.3	50	S.DO-138 138	1	43.4	-6.6		
			50	S.DO-138 138	2	43.4	-6.6		
			53	C.T.ESME13.8	1	-125.0	-3.8	1.000F	
			54	ESMER-6969.0	1	38.2	17.1		
53	1	1.050							
C.T.ESME13.8		-18.8	52	ESME-138 138	1	125.0	13.7		
54	0	1.000							
ESMER-6969.0		-25.9	52	ESME-138 138	1	-38.2	-15.1	0.976*	



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

X--- DADOS-BARRA ---X-----			F L U X O S - C I R C U I T O S -----X						
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA			FLUXOS			
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS TIE
NOME	ANG								
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X									
57	-3	1.017							
S.RO-230	230	-32.3							
			49	S.DO-230	230	1	46.2	-13.5	
			49	S.DO-230	230	2	46.2	-13.5	
			58	S.RO-138	138	1	239.7	17.6	0.975F
			85	TOTO-230	230	1	-166.1	4.7	
			85	TOTO-230	230	2	-166.1	4.7	
58	0	1.041							
S.RO-138	138	-34.8							
			57	S.RO-230	230	1	-239.7	-7.0	
			59	S.ROS-4646.0		1	68.0	-6.8	
			62	S.AL-138	138	1	59.2	13.6	
			62	S.AL-138	138	2	59.2	13.6	
			64	G-S.ROSA13.8		1	-51.0	-4.3	1.000F
			71	VICE-138	138	1	104.4	-5.5	
			122	PAP-138	138	1	0.0	-3.6	
59	0	1.000							
S.ROS-4646.0		-38.5							
			58	S.RO-138	138	1	-68.0	11.3	0.952*
62	0	1.025							
S.AL-138	138	-36.7							
			58	S.RO-138	138	1	-58.7	-13.2	
			58	S.RO-138	138	2	-58.7	-13.2	
			63	S.ALE-4646.0		1	68.0	32.3	
			101	SE19-138	138	1	24.7	-2.9	
			101	SE19-138	138	2	24.7	-2.9	
63	0	1.000							
S.ALE-4646.0		-42.1							
			62	S.AL-138	138	1	-68.0	-24.7	1.015*
64	1	1.050							
G-S.ROSA13.8		-30.6							
			58	S.RO-138	138	1	51.0	8.1	
70	0	0.999							
VICEN-4646.0		-46.5							
			71	VICE-138	138	1	-149.0	-18.2	
71	-3	1.031							
VICE-138	138	-37.5							
			58	S.RO-138	138	1	-103.0	9.1	
			70	VICEN-4646.0		1	149.0	42.4	1.000F
			72	GUANG.DI13.8		1	-28.7	-7.8	
			74	POMASQUI-138		1	-10.4	13.3	
			78	IBAR-138	138	1	34.4	11.6	
			78	IBAR-138	138	2	34.4	11.6	
			80	PISA-138	138	1	-75.7	25.3	
			99	LATACUNGA138		1	0.0	-6.1	
			110	KENNEDY	138	1	0.0	-9.1	
72	0	1.035							
GUANG.DI13.8		-37.2							
			71	VICE-138	138	1	28.8	7.4	
			73	T.QUITO	6.60	1	-28.8	-7.4	1.000F
73	-1	1.040							
T.QUITO	6.60	-36.1							
			72	GUANG.DI13.8		1	28.8	8.0	
74	0	1.025							
POMASQUI-138		-37.1							
			71	VICE-138	138	1	10.5	-14.6	
			101	SE19-138	138	1	-5.2	7.7	
			101	SE19-138	138	2	-5.2	7.7	
			108	S/E18-	138	1	0.0	-0.8	
77	0	1.020							
IB+TU69	69.0	-48.5							
			78	IBAR-138	138	1	-52.5	-15.4	1.085*



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

X--- DADOS-BARRA ---X			F L U X O S - C I R C U I T O S -----X						
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA			FLUXOS			
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS TIE
NOME	ANG								
X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X
78	0	0.985							
IBAR-138	138	-41.1							
			71	VICE-138	138	1	-33.7	-14.1	
			71	VICE-138	138	2	-33.7	-14.1	
			77	IB+TU69	69.0	1	52.5	23.0	
			79	IBAR34.5	34.5	1	14.9	5.1	
79	0	1.030							
IBAR34.5	34.5	-43.9							
			78	IBAR-138	138	1	-14.9	-4.3	1.062*
80	0	1.037							
PISA-138	138	-22.7							
			71	VICE-138	138	1	81.2	-13.4	
			81	PISAYAMB	13.8	1	-76.6	-7.1	1.000F
			82	AMBA-138	138	1	-4.6	20.5	
81	1	1.050							
PISAYAMB	13.8	-17.6							
			80	PISA-138	138	1	76.6	14.1	
82	0	1.022							
AMBA-138	138	-22.3							
			80	PISA-138	138	1	4.7	-22.2	
			84	TOTO-138	138	1	-66.2	-4.1	
			90	AM+LA-69	69.0	1	61.5	26.3	1.000F
83	0	1.021							
TOTOR-69	69.0	-22.7							
			84	TOTO-138	138	1	-23.0	-6.3	
			104	PELIL-69	69.0	1	4.6	0.9	
84	0	1.026							
TOTO-138	138	-21.6							
			82	AMBA-138	138	1	66.4	4.5	
			83	TOTOR-69	69.0	1	23.0	6.7	1.000F
			85	TOTO-230	230	1	37.0	-9.6	
			88	AGOY-138	138	1	-63.2	-0.8	
			88	AGOY-138	138	2	-63.2	-0.8	
85	-3	1.035							
TOTO-230	230	-23.3							
			3	PAUT-230	230	1	-169.7	22.3	
			57	S.RO-230	230	1	169.3	1.6	
			57	S.RO-230	230	2	169.3	1.6	
			84	TOTO-138	138	1	-37.0	10.8	1.000F
			86	RIOB-230	230	1	-131.9	7.1	
86	-3	1.038							
RIOB-230	230	-20.5							
			3	PAUT-230	230	1	-182.2	25.6	
			85	TOTO-230	230	1	132.6	-8.9	
			87	RIOBA-69	69.0	1	49.5	19.0	0.982*
87	0	1.030							
RIOBA-69	69.0	-24.9							
			86	RIOB-230	230	1	-49.5	-14.8	
			112	GUARA-69	69.0	1	10.2	1.9	
88	0	1.038							
AGOY-138	138	-18.7							
			84	TOTO-138	138	1	63.9	1.7	
			84	TOTO-138	138	2	63.9	1.7	
			89	AGOYAN	13.8	1	-150.0	-9.1	1.000F
			91	PUYO-138	138	1	22.2	5.7	
89	1	1.050							
AGOYAN	13.8	-12.9							
			88	AGOY-138	138	1	150.0	24.4	
90	0	0.985							
AM+LA-69	69.0	-27.8							
			82	AMBA-138	138	1	-61.5	-19.5	
91	0	1.016							
PUYO-138	138	-20.0							
			88	AGOY-138	138	1	-21.9	-8.5	
			107	PUYO-69	69.0	1	21.9	8.5	0.998*



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

DA BARRA			TENSAO			FLUXOS				
NUM.	TIPO	MOD	PARA	BARRA	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS	TIE
NOME	ANG	NUM.	NOME							
99	0	1.038								
LATACUNGA	138	-37.6	71	VICE-138	138	1	0.0	0.0		
101	0	1.024								
SE19-138	138	-37.1	62	S.AL-138	138	1	-24.7	2.4		
			62	S.AL-138	138	2	-24.7	2.4		
			74	POMASQUI-138	138	1	5.2	-9.5		
			74	POMASQUI-138	138	2	5.2	-9.5		
			102	S/E19-4646	6.0	1	38.9	14.1		
102	0	1.000								
S/E19-4646	6.0	-37.1	101	SE19-138	138	1	-38.9	-14.1	0.977*	
104	0	1.019								
PELIL-6969	6.0	-22.8	83	TOTOR-6969	6.0	1	-4.6	-1.0		
			105	BAYOS-6969	6.0	1	2.1	0.3		
105	0	1.016								
BAYOS-6969	6.0	-23.0	104	PELIL-6969	6.0	1	-2.1	-0.6		
107	0	1.000								
PUYO-69	69.0	-22.8	91	PUYO-138	138	1	-21.9	-7.3		
			109	TENA-69	69.0	1	16.9	5.7		
108	0	1.025								
S/E18-	138	-37.1	74	POMASQUI-138	138	1	0.0	0.0		
109	0	0.957								
TENA-69	69.0	-26.2	107	PUYO-69	69.0	1	-16.5	-5.4		
110	0	1.046								
KENNEDY	138	-37.8	71	VICE-138	138	1	0.0	0.0		
112	0	0.981								
GUARA-6969	6.0	-26.9	87	RIOBA-6969	6.0	1	-9.8	-2.0		
122	0	1.043								
PAP-138	138	-34.8	58	S.RO-138	138	1	0.0	0.0		
123	0	0.996								
EPAP-G	69.0	-30.2	27	PASCU-6969	6.0	1	-14.0	-6.8		
231	1	1.050								
EQUIL	13.8	-19.9	31	SALIT-6969	6.0	1	75.0	32.1		
324	-3	0.995								
DOSCER	230.0	-23.3	16	MILA-230	230	1	-128.6	-8.8		
			16	MILA-230	230	2	-128.6	-8.8		
			24	PASC-230	230	1	123.6	-1.9		
			24	PASC-230	230	2	123.6	-1.9		
			325	DOSCER	6969.0	1	10.0	3.7	1.000F	
325	0	0.993								
DOSCER	6969.0	-23.6	324	DOSCER	230.0	1	-10.0	-3.6		
331	1	1.050								
EQUITO	13.8	-17.9	31	SALIT-6969	6.0	1	33.0	11.4		



CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

TOTAIS DA AREA 1

GERACAO	INJ EQV	CARGA	ELO CC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	PERDAS
MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MVAR/ EQUIV	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR
1658.5	0.0	1580.2	0.0	281.8	0.0	0.0	78.3
581.4	0.0	541.4	0.0	0.0	0.0	0.0	321.8



CONTINGENCIA : PAUTE BARRA # 3 TOTORAS BARRA # 85
 ABIERTO EN EL LADO DE TOTORAS BARRA # 85
 TENSION 230 KV.

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

DADOS DA LISTA DE CONTINGENCIA

Caso	Tipo	Barra	Iden	Pr	ctg	de	para	nc	extr	Val1	Val2	Val3	Val4	Val5	Val6	Val7
01	1	CIRC	3	85	1	85										

ADIC

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
 Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

RELATORIO DE CONVERGENCIA

OPCOES ATIVADAS: QLIM CREM CTAP NEWT

ITERACAO	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	CONV
FC P Q V	MW	NUM.	MVAR	NUM.	TENSAO %	NUM. FM
1 1	176.26	3	0.03	78		
2 2	11.21	86	0.01	2		

CONVERGENCIA FINAL

ITERACAO	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	BARRA	ERRO MAX	CONV
FC P Q V	MW	NUM.	MVAR	NUM.	TENSAO %	NUM.
0	0.00	0	0.00	0		
2 2 0	0.10	86	0.01	2	0.000	0



CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
 Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

RELATORIO DE ERROS DE POTENCIA

BARRA			BARRA			BARRA			BARRA		
NUM.	ERRO DE POTENCIA MW	POTENCIA MVAR									
1	0.00	0.00	2	0.00	-0.01	3	0.07	0.00			
4	0.00	0.00	5	0.00	0.00	7	0.00	0.00			
13	0.00	0.00	14	0.00	0.00	15	0.00	0.00			
16	0.00	0.00	17	0.00	0.00	18	0.00	0.00			
19	0.00	0.00	20	0.00	0.00	21	0.00	0.00			
22	0.00	0.00	24	0.00	0.00	25	0.00	0.00			
26	0.00	0.00	27	0.00	0.00	28	0.00	0.00			
29	0.00	0.00	30	0.00	0.00	31	0.00	0.00			
34	0.00	0.00	35	0.00	0.00	36	0.00	0.00			
37	0.00	0.00	42	0.00	0.00	43	0.00	0.00			
44	0.00	0.00	45	0.00	0.00	46	0.00	0.00			
47	0.00	0.00	48	0.00	0.00	49	0.00	0.00			
50	0.00	0.00	51	0.00	0.00	52	0.00	0.00			
53	0.00	0.00	54	0.00	0.00	57	0.00	0.00			
58	0.00	0.00	59	0.00	0.00	62	0.00	0.00			
63	0.00	0.00	64	0.00	0.00	70	0.00	0.00			
71	0.00	0.00	72	0.00	0.00	73	0.00	0.00			
74	0.00	0.00	77	0.00	0.00	78	0.00	0.00			
79	0.00	0.00	80	0.00	0.00	81	0.00	0.00			
82	0.00	0.00	83	0.00	0.00	84	0.00	0.00			
85	0.09	-40.27	86	-0.10	0.00	87	0.00	0.00			
88	0.00	0.00	89	0.00	0.00	90	0.00	0.00			
91	0.00	0.00	99	0.00	0.00	101	0.00	0.00			
102	0.00	-0.01	104	0.00	0.00	105	0.00	0.00			
107	0.00	0.00	108	0.00	0.00	109	0.00	0.00			
110	0.00	0.00	112	0.00	0.00	122	0.00	0.00			
123	0.00	0.00	231	0.00	0.00	324	0.00	0.00			
325	0.00	0.00	331	0.00	0.00						



CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

RELATORIO DE CIRC. CA DO SIST. * AREA 1 * SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO.

X--- DADOS-BARRA ---X----- F L U X O S - C I R C U I T O S -----X

DA BARRA		TENSAO		PARA BARRA		FLUXOS					
NUM.	TIPO	MOD	ANG	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS	TIE
NOME											
1	2	1.050									
PAUTEAB13.		0.0									
				2	PAUT-138 138	1	399.8	30.2	1.000F		
2	0	1.047									
PAUT-138 138		-4.3									
				1	PAUTEAB13.	1	-399.8	0.0			
				3	PAUT-230 230	1	132.3	7.0	1.000F		
				3	PAUT-230 230	2	132.3	7.0	1.000F		
				4	CUEN-138 138	1	67.6	-7.0			
				4	CUEN-138 138	2	67.6	-7.0			
3	-3	1.046									
PAUT-230 230		-5.7									
				2	PAUT-138 138	1	-132.3	-3.9			
				2	PAUT-138 138	2	-132.3	-3.9			
				7	PAUTE-C 13.8	1	-570.0	14.3	1.000F		
				16	MILA-230 230	1	227.3	24.9			
				16	MILA-230 230	2	227.3	24.9			
				85	TOTO-230 230	1	0.0	0.0			
				86	RIOB-230 230	1	380.0	47.8			
4	-3	1.024									
CUEN-138 138		-11.2									
				2	PAUT-138 138	1	-65.1	10.0			
				2	PAUT-138 138	2	-65.1	10.0			
				5	CUENC-6969.0	1	82.1	31.0	1.000F		
				14	LOJA-138 138	1	48.1	-2.9			
5	0	1.005									
CUENC-6969.0		-14.3									
				4	CUEN-138 138	1	-82.1	-26.0			
				13	LIMON-6969.0	1	3.8	0.3			
7	1	1.050									
PAUTE-C 13.8		1.0									
				3	PAUT-230 230	1	570.0	51.9			
13	0	0.986									
LIMON-6969.0		-15.8									
				5	CUENC-6969.0	1	-3.7	-1.2			
14	-3	0.979									
LOJA-138 138		-21.0									
				4	CUEN-138 138	1	-45.6	2.3			
				15	LO+CU-6969.0	1	45.6	17.8			
15	0	1.000									
LO+CU-6969.0		-24.1									
				14	LOJA-138 138	1	-45.6	-15.0	1.042*		
16	-3	1.002									
MILA-230 230		-21.4									
				3	PAUT-230 230	1	-219.6	10.5			
				3	PAUT-230 230	2	-219.6	10.5			
				17	MILAG-6969.0	1	36.0	-23.0	1.000F		
				18	MILA-138 138	1	144.8	-18.6	0.975F		
				324	DOS CER 230.0	1	129.2	7.4			
				324	DOS CER 230.0	2	129.2	7.4			
17	0	1.012									
MILAG-6969.0		-22.4									
				16	MILA-230 230	1	-36.0	23.8			



X--- DADOS-BARRA ---X			FLUXOS - CIRCUITOS -----X									
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA			FLUXOS		TAP	DEFAS	TIE		
NUM.	TIPO	MOD	ANG	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR				
NOME		ANG										
18	0	1.032										
MILA-138	138	-23.0										
				16	MILA-230	230	1	-144.8	22.5			
				19	BABA-138	138	1	32.3	-25.5			
				21	MACH-138	138	1	56.2	1.5			
				21	MACH-138	138	2	56.2	1.5			
19	0	1.047										
BABA-138	138	-25.5										
				18	MILA-138	138	1	-31.7	24.0			
				20	BABAH-6969.0		1	31.7	-24.0			
20	0	1.000										
BABAH-6969.0		-27.3										
				19	BABA-138	138	1	-31.7	25.6	0.931*		
21	-3	0.967										
MACH-138	138	-33.8										
				18	MILA-138	138	1	-52.9	0.4			
				18	MILA-138	138	2	-52.9	0.4			
				22	MACH1-6969.0		1	105.7	7.2			
22	0	1.006										
MACH1-6969.0		-38.7										
				21	MACH-138	138	1	-105.7	1.8	1.043*		
24	-3	0.994										
PASC-230	230	-24.1										
				25	PASC-138	138	1	247.0	66.1	0.975F		
				324	DOSGER	230.0	1	-123.5	1.5			
				324	DOSGER	230.0	2	-123.5	1.5			
25	-3	1.008										
PASC-138	138	-26.7										
				24	PASC-230	230	1	-247.0	-53.9			
				26	S.EL-138	138	1	38.3	1.8			
				27	PASCU-6969.0		1	103.2	6.1			
				29	POSO-138	138	1	7.5	-3.7			
				34	SALI-138	138	1	-11.5	-3.0			
				34	SALI-138	138	2	-11.5	-3.0			
				42	POLI-138	138	1	60.5	19.6			
				42	POLI-138	138	2	60.5	19.6			
26	-3	0.964										
S.EL-138	138	-32.6										
				25	PASC-138	138	1	-37.0	-4.6			
				28	S.ELE-6969.0		1	37.0	14.1			
27	0	1.000										
PASCU-6969.0		-29.6										
				25	PASC-138	138	1	-103.2	-0.9	0.994*		
				123	EPAP-G	69.0	1	14.1	-10.4			
28	0	0.995										
S.ELE-6969.0		-35.2										
				26	S.EL-138	138	1	-37.0	-12.2	1.049*		
29	0	1.003										
POSO-138	138	-27.8										
				25	PASC-138	138	1	-7.5	-2.6			
				30	POSOR-6969.0		1	7.5	2.6			
30	0	1.000										
POSOR-6969.0		-28.8										
				29	POSO-138	138	1	-7.5	-2.5	1.003*		
31	0	1.013										
SALIT-6969.0		-25.7										
				34	SALI-138	138	1	23.0	4.2			
				35	V-INEC-213.8		1	-70.0	-16.8	1.000F		
				36	V-INEC-313.8		1	-70.0	-16.8	1.000F		
				37	G-INEC-413.8		1	-25.0	-5.2	1.000F		
				231	EQUIL	13.8	1	-75.0	-23.8	1.000F		
				331	EQUITO	13.8	1	-33.0	-6.7	1.000F		



X--- DADOS-BARRA ---X----- F L U X O S - C I R C U I T O S -----X

DA BARRA	TENSAO	PARA BARRA		FLUXOS			TAP	DEFAS	TIE
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR		
NOME	ANG	ANG							

34	0	1.011						
SALI-138	138	-26.5						
			25	PASC-138	138	1	11.5	2.0
			25	PASC-138	138	2	11.5	2.0
			31	SALIT-6969.0		1	-23.0	-3.9 1.000F
35	1	1.040						
V-INEC-213.8		-20.5						
			31	SALIT-6969.0		1	70.0	23.8
36	1	1.040						
V-INEC-313.8		-20.5						
			31	SALIT-6969.0		1	70.0	23.8
37	1	1.040						
G-INEC-413.8		-19.9						
			31	SALIT-6969.0		1	25.0	7.9
42	0	0.993						
POLI-138	138	-28.0						
			25	PASC-138	138	1	-60.0	-18.9
			25	PASC-138	138	2	-60.0	-18.9
			43	POLIC-6969.0		1	120.0	37.8
43	0	1.000						
POLIC-6969.0		-32.0						
			42	POLI-138	138	1	-120.0	-28.9 1.026*
44	-3	1.012						
QUEV-230	230	-57.9						
			45	QUEV-138	138	1	140.5	19.6 0.975F
			49	S.DO-230	230	1	-70.2	-5.4
			49	S.DO-230	230	2	-70.2	-5.4
45	0	1.031						
QUEV-138	138	-61.2						
			44	QUEV-230	230	1	-140.5	-11.3
			46	QUEV-69	69.0	1	19.8	8.3
			47	MANA-138	138	1	60.3	1.5
			47	MANA-138	138	2	60.3	1.5
46	0	1.000						
QUEV-69	69.0	-62.5						
			45	QUEV-138	138	1	-19.8	-7.8 0.979*
47	0	0.977						
MANA-138	138	-70.7						
			45	QUEV-138	138	1	-57.2	1.2
			45	QUEV-138	138	2	-57.2	1.2
			48	MANAB-6969.0		1	114.4	-2.4
48	0	1.049						
MANAB-6969.0		-75.0						
			47	MANA-138	138	1	-114.4	10.9 1.069*
49	-3	1.018						
S.DO-230	230	-54.2						
			44	QUEV-230	230	1	70.8	-10.2
			44	QUEV-230	230	2	70.8	-10.2
			50	S.DO-138	138	1	-49.5	21.5 1.000F
			57	S.RO-230	230	1	-46.1	0.4
			57	S.RO-230	230	2	-46.1	0.4
50	0	1.009						
S.DO-138	138	-53.0						
			49	S.DO-230	230	1	49.5	-20.2
			51	S.DOM-6969.0		1	32.8	13.9 1.000F
			52	ESME-138	138	1	-41.1	3.2
			52	ESME-138	138	2	-41.1	3.2
51	0	1.000						
S.DOM-6969.0		-54.3						
			50	S.DO-138	138	1	-32.8	-13.0
52	0	1.044						
ESME-138	138	-43.4						
			50	S.DO-138	138	1	43.4	-6.6
			50	S.DO-138	138	2	43.4	-6.6
			53	C.T.ESME13.8		1	-125.0	-3.8 1.000F
			54	ESMER-6969.0		1	38.2	17.1



X--- DADOS-BARRA ---X-----X-----			F L U X O S - C I R C U I T O S -----X						
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA			FLUXOS			
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS TIE
NOME	ANG	ANG							
X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X-----X									
77	0	1.020							
IB+TU69	69.0	-68.5							
			78	IBAR-138	138	1	-52.5	-15.4	1.085*
78	0	0.985							
IBAR-138	138	-61.2							
			71	VICE-138	138	1	-33.7	-14.1	
			71	VICE-138	138	2	-33.7	-14.1	
			77	IB+TU69	69.0	1	52.5	23.0	
			79	IBAR34.534.5	4.5	1	14.9	5.1	
79	0	1.030							
IBAR34.534.5		-63.9							
			78	IBAR-138	138	1	-14.9	-4.3	1.062*
80	0	1.037							
PISA-138	138	-42.7							
			71	VICE-138	138	1	81.2	-13.4	
			81	PISAYAMB13.8	13.8	1	-76.6	-7.1	1.000F
			82	AMBA-138	138	1	-4.6	20.5	
81	1	1.050							
PISAYAMB13.8		-37.6							
			80	PISA-138	138	1	76.6	14.1	
82	0	1.022							
AMBA-138	138	-42.3							
			80	PISA-138	138	1	4.7	-22.2	
			84	TOTO-138	138	1	-66.2	-4.1	
			90	AM+LA-6969.0	69.0	1	61.5	26.3	1.000F
83	0	1.021							
TOTOR-6969.0		-42.7							
			84	TOTO-138	138	1	-23.0	-6.3	
			104	PELLIL-6969.0	69.0	1	4.6	0.9	
84	0	1.026							
TOTO-138	138	-41.6							
			82	AMBA-138	138	1	66.4	4.5	
			83	TOTOR-6969.0	69.0	1	23.0	6.7	1.000F
			85	TOTO-230	230	1	37.0	-9.6	
			88	AGOY-138	138	1	-63.2	-0.8	
			88	AGOY-138	138	2	-63.2	-0.8	
85	-3	1.035							
TOTO-230	230	-43.4							
			3	PAUT-230	230	1	0.0	0.0	
			57	S.RO-230	230	1	169.3	1.6	
			57	S.RO-230	230	2	169.3	1.6	
			84	TOTO-138	138	1	-37.0	10.8	1.000F
			86	RIOB-230	230	1	-301.7	41.5	
86	-3	1.038							
RIOB-230	230	-37.0							
			3	PAUT-230	230	1	-355.2	125.9	
			85	TOTO-230	230	1	305.8	-15.8	
			87	RIOBA-6969.0	69.0	1	49.5	19.0	0.982*
87	0	1.030							
RIOBA-6969.0		-41.3							
			86	RIOB-230	230	1	-49.5	-14.8	
			112	GUARA-6969.0	69.0	1	10.2	1.9	
88	0	1.038							
AGOY-138	138	-38.8							
			84	TOTO-138	138	1	63.9	1.7	
			84	TOTO-138	138	2	63.9	1.7	
			89	AGOYAN	13.8	1	-150.0	-9.1	1.000F
			91	PUYO-138	138	1	22.2	5.7	
89	1	1.050							
AGOYAN	13.8	-33.0							
			88	AGOY-138	138	1	150.0	24.4	
90	0	0.985							
AM+LA-6969.0		-47.9							
			82	AMBA-138	138	1	-61.5	-19.5	



X--- DADOS-BARRA ---X			FLUXOS - CIRCUITOS -----X						
DA BARRA	TENSAO		PARA BARRA		FLUXOS				
NUM.	TIPO	MOD	NUM.	NOME	NC	MW	MVAR	TAP	DEFAS TIE
NOME	ANG								
X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X	X-----X
91	0	1.016							
PUYO-138	138	-40.1							
			88	AGOY-138	138	1	-21.9	-8.5	
			107	PUYO-69	69.0	1	21.9	8.5	0.998*
99	0	1.038							
LATACUNGA	138	-57.7							
			71	VICE-138	138	1	0.0	0.0	
101	0	1.024							
SE19-138	138	-57.1							
			62	S.AL-138	138	1	-24.7	2.4	
			62	S.AL-138	138	2	-24.7	2.4	
			74	POMASQUI-138	138	1	5.2	-9.5	
			74	POMASQUI-138	138	2	5.2	-9.5	
			102	S/E19-4646.0	4646.0	1	38.9	14.1	
102	0	1.000							
S/E19-4646.0		-57.1							
			101	SE19-138	138	1	-38.9	-14.1	0.977*
104	0	1.019							
PELIL-6969.0		-42.9							
			83	TOTOR-6969.0	6969.0	1	-4.6	-1.0	
			105	BAWOS-6969.0	6969.0	1	2.1	0.3	
105	0	1.016							
BAWOS-6969.0		-43.1							
			104	PELIL-6969.0	6969.0	1	-2.1	-0.6	
107	0	1.000							
PUYO-69	69.0	-42.9							
			91	PUYO-138	138	1	-21.9	-7.3	
			109	TENA-69	69.0	1	16.9	5.7	
108	0	1.025							
S/E18-	138	-57.2							
			74	POMASQUI-138	138	1	0.0	0.0	
109	0	0.957							
TENA-69	69.0	-46.2							
			107	PUYO-69	69.0	1	-16.5	-5.4	
110	0	1.046							
KENNEDY	138	-57.9							
			71	VICE-138	138	1	0.0	0.0	
112	0	0.981							
GUARA-6969.0		-43.3							
			87	RIOBA-6969.0	6969.0	1	-9.8	-2.0	
122	0	1.043							
PAP-138	138	-54.9							
			58	S.RO-138	138	1	0.0	0.0	
123	0	0.996							
EPAP-G	69.0	-30.4							
			27	PASCU-6969.0	6969.0	1	-14.0	-6.8	
231	1	1.050							
EQUIL	13.8	-20.2							
			31	SALIT-6969.0	6969.0	1	75.0	32.1	
324	-3	0.995							
DOS CER	230.0	-23.6							
			16	MILA-230	230	1	-128.6	-8.8	
			16	MILA-230	230	2	-128.6	-8.8	
			24	PASC-230	230	1	123.6	-1.9	
			24	PASC-230	230	2	123.6	-1.9	
			325	DOS CER	6969.0	1	10.0	3.7	1.000F
325	0	0.993							
DOS CER	6969.0	-23.8							
			324	DOS CER	230.0	1	-10.0	-3.6	
331	1	1.050							
EQUITO	13.8	-18.1							
			31	SALIT-6969.0	6969.0	1	33.0	11.4	



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

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CASO BASE

TOTAIS DA AREA 1

GERACAO	INJ EQV	CARGA	ELO CC	SHUNT	EXPORT	IMPORT	PERDAS
MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MVAR/ EQUIV	MW/ MVAR	MW/ MVAR	MW/ MVAR
1674.2	0.0	1580.2	0.0	281.8	0.0	0.0	93.9
713.8	0.0	541.4	0.0	0.0	0.0	0.0	494.5

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
 Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

RELATORIO DE BARRAS DE REFERENCIA

BARRA	TENSAO	GERACAO	PARTIC	BARRA
NUM. AR TP MOD MIN MW MAX	GER	CONT.		
NOME	ANG	MIN MVAR	LIM	EQUIV MW BASE
1 1 2	1.050	0.0 399.8	99999.0	0.0 1
PAUTEAB13.	0.0	-260.0 30.2	241.0	0.0 497.0



CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
 Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

RELATORIO DE TRANSFORMADOR COM TAP VARIAVEL

DA BARRA		P/ BARRA		TAP			BARRA		TENSAO
NUM.	NOME	NUM.	NOME	MIN	ATUAL	MAX	CONT ESPEC	ATUAL	DEFAS
15	LO+CU-6969.0	14	LOJA-138	138	0.900	1.042	1.100	15	1.000 1.000
20	BABAH-6969.0	19	BABA-138	138	0.900	0.931	1.100	20	1.000 1.000
22	MACH1-6969.0	21	MACH-138	138	0.900	1.043	1.100	21	0.967 0.967
27	PASCU-6969.0	25	PASC-138	138	0.900	0.994	1.100	27	1.000 1.000
28	S.ELE-6969.0	26	S.EL-138	138	0.900	1.049	1.100	26	0.964 0.964
30	POSOR-6969.0	29	POSO-138	138	0.900	1.003	1.100	30	1.000 1.000
43	POLIC-6969.0	42	POLI-138	138	0.900	1.026	1.100	43	1.000 1.000
46	QUEV-69 69.0	45	QUEV-138	138	0.900	0.979	1.100	46	1.000 1.000
48	MANAB-6969.0	47	MANA-138	138	0.900	1.069	1.100	48	1.050 1.049
54	ESMER-6969.0	52	ESME-138	138	0.900	0.976	1.100	54	1.000 1.000
59	S.ROS-4646.0	58	S.RO-138	138	0.900	0.952	1.100	59	1.000 1.000
63	S.ALE-4646.0	62	S.AL-138	138	0.900	1.015	1.100	63	1.000 1.000
77	IB+TU69 69.0	78	IBAR-138	138	0.900	1.085	1.100	77	1.020 1.020
79	IBAR34.534.5	78	IBAR-138	138	0.900	1.062	1.100	79	1.030 1.030
86	RIOB-230 230	87	RIOBA-6969.0	0.900	0.982	1.100	87	1.030 1.030	
91	PUYO-138 138	107	PUYO-69 69.0	0.900	0.998	1.100	107	1.000 1.000	
102	S/E19-4646.0	101	SE19-138	138	0.900	0.977	1.100	102	1.000 1.000

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Eletrica - ANAREDE V05-01/95

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

CONTINGENCIA 1 PRIORIDADE 1

CIRCUITO da Barra 3 PAUT-230 230 p/ Barra 85 TOTO-230 230 Circ 1
 Aberto no lado da Barra 85 TOTO-230 230

MONITORACAO DE TENSAO

NUM.	BARRA NOME	AR	TENSAO			VIOLACAO (PU)	SEVERIDADE
			MIN	MOD.	MAX		
1	PAUTEAB13.	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
7	PAUTE-C 13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
53	C.T.ESME13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
64	G-S.ROSA13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
81	PISAYAMB13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
89	AGOYAN 13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
231	EQUIL 13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*
331	EQUITO 13.8	1	0.950	1.050	1.050	0.000	*



ANEXO C

ANALISIS DE RESULTADOS DEL CASO TRATADO



ANEXO C

ANALISIS DE RESULTADOS DEL CASO TRATADO

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En un sistema de potencia es importante analizar el comportamiento del mismo, ya sea a carga máxima o en carga mínima por lo que el análisis siguiente corresponde al funcionamiento actual del Sistema Nacional Interconectado y su proyección al año 2000 con las siguientes condiciones:

AÑO	CARGA	CONTINGENCIA	COMENTARIO
1997	MAXIMA	PAUTE 230 - TOTORAS 230	ABIERTO EN TOTORAS

Se analiza el año de 1997 debido a que en el mismo se tiene un condición crítica de generación ya que el parque generador hidroeléctrico no abastece a toda la demanda por lo que se complementa con la generación térmica. Se analiza especialmente la situación de Paute y su aporte a la satisfacción de la demanda.

A continuación se detallan tablas analizando los casos mencionados, señalando los siguientes puntos importantes:

- 1.- Análisis de flujo de carga en condiciones normales y contingencias.
- 2.- Regulación de voltaje en P.U.
- 3.- Regulación de voltaje en P.U. de barras remotas.



DATOS EN CONDICIONES NORMALES

BARRAS	# BARRA	TENSION P.U.	TENSION NOMINAL	ANGULO
PAUTE	3	1.046	230 KV	- 5.4
TOTORAS	85	1.035	230 KV	- 23.3

CONTINGENCIAS REALIZADAS

BARRA DE	BARRA A	TENSION NOMINAL	AÑO
PAUTE	TOTORAS	230 KV	1997

1. ANALISIS DEL FLUJO DE CARGA

BARRAS DE	BARRAS A	FLUJO NORMAL	FLUJO CONTING.	FLUJO NORMAL	FLUJO CONTING.
PAUTE	TOTORAS	176.3 (MW)	0 (MW)	- 7.9 (MVAR)	0 (MVAR)

2. REGULACION DE VOLTAJE P.U.

CONTINGENCIA PAUTE-TOTORAS

BARRA	NORMAL	CONTINGENCIA	% REGULACION
PAUTE	1.046	1.046	0
MILAGRO	1.002	1.002	0
DOS CERRITOS	0.995	0.995	0
PASCUALES	0.994	0.994	0
QUEVEDO	1.012	1.012	0
STO. DOMINGO	1.018	1.018	0
STA. ROSA	1.017	1.017	0
TOTORAS	1.035	1.035	0
RIOBAMBA	1.038	1.038	0

BARRA	DESAJUSTE (MW)		DESAJUSTE (MVAR)	
	NORMAL	CONTING.	NORMAL	CONTING.
PAUTE	0	0	38.6	104.1
MILAGRO	0	0	-5.8	-5.8
DOS CERRITOS	0	0	-17.7	-17.7
PASCUALES	0	0	69.1	69.1
QUEVEDO	0.1	0.1	8.8	8.8
STO. DOMINGO	-0.1	-0.1	1.9	1.9
STA. ROSA	-0.1	-0.1	0	0
TOTORAS	0	-0.1	43.4	55.5
RIOBAMBA	-0.1	0.1	35.7	129.1

3. REGULACION DE VOLTAJE P.U. DE BARRAS REMOTAS

DATOS EN CONDICIONES NORMALES DE LAS BARRAS ANALIZADAS

BARRAS	# BARRA	TENSION P.U.	TENSION NOMINAL	ANGULO
ESMERALDAS	52	1.044	138 KV.	- 23.3
STA. ELENA	26	0.964	138 KV.	- 32.4
LOJA	14	0.979	138 KV.	- 20.8

CONTINGENCIA PAUTE - TOTORAS

BARRA	NORMAL	CONTINGENCIA	% REGULACION
ESMERALDAS	1.044	1.044	0
STA. ELENA	0.964	0.964	0
LOJA	0.979	0.979	0



ANEXO D

TABLA DE ABREVIATURAS UTILIZADAS



TABLA DE ABREVIATURAS

CA	=	Corriente alterna
CC	=	Corriente continua
LTC	=	Transformador Cambiador de Toma con Carga
PV	=	Barra de Tensión Regulada
PQ	=	Barra de Carga
V θ	=	Barra de Referencia
P.U.	=	Por Unidad

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