

12
2^{ej.}



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE
INGENIERIA

DISEÑO DE UN SIMULADOR DIGITAL DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

TESIS
que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista
en el Área de Ingeniería Eléctrica
y Electrónica presenta:

Diego Arjona Argüelles

Director de Tesis:
Ing. Arturo Morales Collantes.

México D.F. 1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Capítulo Primero

Importancia e historia de los sistemas de energía eléctrica. 15

- 1.1 Importancia de los sistemas de energía eléctrica. 16
- 1.2 Historia de los sistemas de energía eléctrica. 18
 - 1.2.1 Sistemas de energía eléctrica. 18
 - 1.2.2 Sistemas de energía eléctrica en México. 20
 - 1.2.3 Aplicación de las computadoras en los sistemas de energía eléctrica. 21
- 1.3 Planteamiento del problema. 22

Capítulo Segundo

Características de los sistemas de suministro de energía eléctrica. 25

- 2.1 Sistemas de suministro de energía eléctrica. 26
- 2.2 Elementos de los sistemas de energía eléctrica. 27
- 2.3 Topología de los sistemas de energía eléctrica. 30
 - 2.3.1 Sistema radial. 31
 - 2.3.2 Sistema en anillo. 31
 - 2.3.3 Red. 32
- 2.4 Esquemas de conexión de subestaciones. 33

- 2.4.1 Un solo juego de barras colectoras. 33
- 2.4.2 Doble juego de barras colectoras. 34
- 2.4.3 Doble juego de barras colectoras y un juego de barras auxiliares. 34
- 2.4.4 Arreglo en anillo. 35
- 2.4.5 Arreglo de interruptor y medio. 36
- 2.5 Cálculo básicos. 38
 - 2.5.1 Potencia real y reactiva en los sistemas de corriente alterna monofásicos. 38
 - 2.5.2 Potencia real y reactiva en los sistemas de corriente alterna trifásicos equilibrados. 39
 - 2.5.3 Impedancia. 41

Capítulo tercero

Estudios de corto circuito y flujos de potencia. 43

- 3.1 Estudio de los flujos de potencia. 44
- 3.2 Tipos de nodos para el estudio de los flujos de potencia. 47
- 3.3 Estudios de corto circuito. 49
- 3.4 Simulación analógica de fallas eléctricas. 51
- 3.5 Falla trifásica. 53
- 3.6 Falla monofásica. 54
- 3.7 Sistemas en por unidad o en tanto por uno. 55
- 3.8 Diagrama unifilar de un sistema eléctrico trifásico. 56
- 3.9 Circuito equivalente monofásico de un sistema trifásico. 58

Indice

3.10 La matriz de admitancias nodal. 59

3.11 La matriz de impedancias nodal. 61

Capítulo cuarto

Métodos numéricos y lenguajes de programación. 63

4.1 Métodos numéricos. 64

4.2 Método de Gauss. 65

4.3 Método de Gauss Jordan. 67

4.4 Método de Gauss Seidel. 68

4.5 El lenguaje de programación BASIC. 69

Capítulo quinto

Listado y comentarios de los programas del paquete Simulador de Sistemas Elécticos. 73

5.1 Programas del Paquete. 74

5.2 Archivo Batch SSE.BAT. 75

5.3 Listado del Archivo SSE.BAT. 76

5.4 Utilería DIBUJO.EXE. 77

5.5 Archivo UNAM. 78

5.6 Archivo AZUL.TIF. 79

5.7 Archivo UNAM.TIF. 79

5.8 Archivo SDSE.TIF. 80

- 5.9 Programa BASICOS.EXE. 81
 - 5.9.1 Subrutina que hace Cálculos de Potencia en Sistemas de Corriente Alterna Monofásicos. 81
 - 5.9.2 Subrutina que hace Cálculos de Potencia en Sistemas de Corriente Alterna Trifásicos Equilibrados. 82
 - 5.9.3 Subrutina que permite hacer Cálculos de Impedancia. 83
 - 5.9.4 Subrutina que hace Cálculos de Potencia Compleja. 84
- 5.10 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente BASICOS.BAS. 86
- 5.11 Programa AYUGEN.EXE. 105
- 5.12 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente AYUGEN.BAS. 106
- 5.13 Archivo AYUGEN. 109
- 5.14 Listado del Archivo AYUGEN. 110
- 5.15 Programa AYUBAS.EXE. 113
- 5.16 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente AYUBAS.BAS. 114
- 5.17 Archivo AYUBAS. 118
- 5.18 Listado del Archivo AYUBAS. 119
- 5.19 Programa FALLATRI.EXE. 123
- 5.20 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente FALLATRI.BAS. 125
- 5.21 Programa FALLAMON.EXE. 147
- 5.22 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente FALLAMON.BAS. 149
- 5.23 Programa AYUFA.EXE. 173

Indice

- 5.24 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente AYUFA.BAS. 174
- 5.25 Archivo AYUFA. 177
- 5.26 Listado del Archivo AYUFA. 178
- 5.27 Programa FLUJOS.EXE. 182
- 5.28 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente FLUJOS.BAS. 184
- 5.29 Programa AYUFLU.EXE. 208
- 5.30 Listado en Lenguaje BASIC del Programa Fuente AYUFLU.BAS. 209
- 5.31 Archivo AYUFLU. 212
- 5.32 Listado del Archivo AYUFLU. 213
- 5.33 Archivo Batch INSTALAR.BAT. 217
- 5.34 Listado del Archivo INSTALAR.BAT. 218
- 5.35 Programa BRUN40.EXE. 220

Capítulo sexto

Manual del usuario del Simulador de Sistemas Elécticos. 221

- 6.1 Introducción y contenido. 222
- 6.2 Instalación. 224
- 6.3 Puesta en marcha. 225
- 6.4 Menú principal. 226
- 6.5 Programas de ayuda. 227

6.6 Características básicas de los sistemas de energía eléctrica.	229
6.6.1 Menú del programa de características básicas de los sistemas de energía eléctricos.	229
6.6.2 Potencia en sistemas de C.A. monofásicos.	229
6.6.3 Potencia en sistemas de C.A. trifásicos equilibrados.	230
6.6.4 Impedancia.	230
6.6.5 Potencia compleja.	231
6.7 Cálculo de fallas.	232
6.7.1 Menú de fallas.	232
6.7.2 Lectura de datos.	232
6.7.3 Formación de matrices.	235
6.7.4 Corriente y aportaciones.	235
6.7.5 Relación X/R.	236
6.7.6 Falla trifásica.	236
6.7.7 Falla monofásica.	237
6.7.8 Menú final de cálculo de fallas.	237
6.8 Flujos de potencia.	238
6.8.1 Menú de flujos de potencia.	238
6.8.2 Lectura de datos.	238
6.8.3 Admitancias a tierra, admitancias entre nodos y la potencia neta en cada nodo.	239
6.8.4 Matriz YBUS empaquetada.	240
6.8.5 Proceso iterativo.	240
6.8.6 Resultados.	241
6.8.7 Menú final de flujos de potencia.	241
6.9 Salida de paquete.	243

Indice

6.10 Mensajes de error. 244

Capítulo séptimo

Conclusiones 245

Apendice A

Propuesta de prácticas de laboratorio utilizando el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos. 249

Apendice B

Ejemplos resueltos utilizando el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos. 257

Apendice C

Bibliografía. 273

**CAPITULO PRIMERO:
IMPORTANCIA E HISTORIA DE
LOS SISTEMAS DE ENERGIA
ELECTRICA.**

1.1 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

Nuestra sociedad y forma de vivir dependen de la satisfacción de enormes requerimientos de energía, por lo que sería difícil imaginarla sin un medio seguro, confiable y económico de saciar esta necesidad, e igualmente difícil sería concebir el progreso de un país que no implemente continuamente nuevas y mejores formas de generar, transmitir, distribuir y utilizar este fundamental insumo.

Es por este motivo que los sistemas de potencia han tenido un desarrollo vertiginoso en las últimas décadas, ya que cumplen una función primordial para nuestra nación. La competitividad de México en el contexto mundial estará sujeta a nuestra capacidad de ofrecer toda la energía que nuestra infraestructura industrial pueda requerir.

La energía eléctrica que se consume en nuestros hogares y fábricas es generada por diversos medios como la utilización de la energía cinética de un río, el aprovechamiento del agua de una presa, la combustión de hidrocarburos, carbón

Capítulo Primero

y gas natural, el uso del calor del sol, de la fuerza de los vientos o de la energía liberada por geysers y las reacciones nucleares. Una vez generada deberá ser transmitida por medio de cables con longitudes de varios cientos de kilómetros que forman intrincados circuitos y que desembocan en circuitos más pequeños que ofrecen la energía a los consumidores.

El crecimiento de estos sistemas a raíz de la dependencia que de ellos tenemos nos fuerza a utilizar nuevas técnicas para su análisis, diseño y mejoramiento. Una de estas técnicas es la aplicación de computadoras digitales.

1.2 HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA

1.2.1 SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

El descubrimiento de Faraday del fenómeno de inducción electromagnética en 1831 así como la invención del dínamo, por Gramme en 1870 allanaron el camino para el nacimiento de los primeros sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica. En el año de 1882 se marca el inicio de los sistemas distribución cuando Edison construye en la Ciudad de Nueva York el primer sistema de este tipo. A principios de esta década se establecieron algunos pequeños sistemas de iluminación como el instalado en la Ciudad de México por la Compañía Knight y que en un principio conto únicamente con 40 lámparas.

Los primeros sistemas eléctricos fueron de corriente continua a potencial constante y se utilizaron casi exclusivamente para iluminación hasta el año de 1884 en que empezaron a popularizarse los motores de corriente directa.

Capítulo Primero

El francés Marcel Deprez sugirió en 1881 la teoría de que al aumentar el voltaje se puede transmitir energía eléctrica a cualquier distancia y con cualquier potencia sufriendo pérdidas muy pequeñas.

A pesar de los grandes esfuerzos que se desarrollaron por transmitir energía en corriente directa, esto resultaba poco práctico por los problemas de regulación y de costos que se presentaban, por lo que con la invención del transformador por Gaulard y Gibbs en 1883 la transmisión de corriente alterna desplazó rápidamente a la de directa. En 1991 estamos celebrando el centenario de los sistemas de transmisión iniciados por la Telluride Power Company para alimentar a las minas de Telluride, Colorado.

La corriente alterna se impuso también en los sistemas de distribución, sin embargo siguen existiendo pequeños sistemas de C.D. para algunas aplicaciones especiales, tales como la tracción eléctrica.

Los primeros sistemas de C.A. fueron monofásicos. George Westinghouse compró la patente de Gaulard y Gibbs montando el primer sistema en 1886 en los Estados Unidos, en 1887 se construyó uno en Lucerna y en 1888 en Londres.

En el año de 1883 Tesla generó corrientes polifásicas, construyó el primer motor polifásico en 1886 y patentó un sistema de transmisión trifásico en 1887.

1.2.2 SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA EN MEXICO.

En nuestro país la primera planta de energía eléctrica comenzó a trabajar en 1879 para cubrir las necesidades de una fábrica de textiles en Leon, Guanajuato. Esta industria, así como la minería forzaron el desarrollo de los sistemas eléctricos.

Hasta la decada de los cuarentas el sector eléctrico mexicano se encontraba constituido por muchas pequeñas compañías privadas, casi todas de capital extranjero, que se fueron fusionando o adquiriendo hasta formar dos principales: la Mexican Light and Power Co. y la American and Foreign Power Co. No fue sino hasta 1937 que se creó la Comisión Federal de Electricidad que puso en operación su primera planta en Ixtanpantongo en 1944. En el año de 1960 la Comisión Federal compró la mayoría de las empresas eléctricas que

Capítulo Primero

operaban en el país y la Mexican L&P Co. se convirtió en la Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Fue en este mismo año que se hicieron reformas al artículo 27 Constitucional para poner a la energía eléctrica en manos del estado y para finales de la década de los 60's todo el sector eléctrico estaba en manos del gobierno.

1.2.3 APLICACION DE LAS COMPUTADORAS EN LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

La era de las computadoras de inicio en la década de los 50's y desde entonces los ingenieros han encontrado un fuerte apoyo en ellas para la solución de los diversos problemas de sus áreas específicas y se han desarrollado diversos tipos de métodos numéricos para optimizar su operación y conformarla con nuestras necesidades. La ingeniería de potencia no ha sido de ningún modo una excepción y en la época de los años 70's la importancia de los sistemas de potencia creció debido a los problemas energéticos que se presentaron en el mundo.

Las computadoras se utilizaron para la solución de los grandes problemas de redes eléctricas, tanto para su diseño como para su operación.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El programa de estudios de la carrera de ingeniería mecánica y eléctrica en el área de ingeniería eléctrica y electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM estipula que durante el noveno y décimo semestres de estudio se deben cursar las asignaturas de Sistemas Eléctricos de Potencia I y Sistemas Eléctricos de Potencia II respectivamente. El tema que se desarrolla en esta tesis es una modesta contribución que nace de la necesidad de generar un útil material didáctico para maestros y alumnos.

Como hemos mencionado ya, el crecimiento y desarrollo de este tipo de sistemas ha alcanzado en la actualidad un grado tal que la incorporación de herramientas digitales para su análisis, planeación, operación, etc. se ha vuelto imprescindible y la docencia no debe quedar alejada de ningún modo de esta actividad.

Me propuse crear un paquete de programación que permitiera a los usuarios del mismo la simulación y solución del comportamiento de los sistemas eléctricos de potencia bajo

Capítulo Primero

ciertas condiciones específicas. Paquete que debería ser de fácil manejo y estar documentado de manera que las personas a las que va dirigido pudieran comprenderlo y obtener los mejores resultados.

Este paquete ha recibido el nombre de **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** y para decidir el alcance que debería tener bastó con estudiar el temario de las materias. El paquete debería ser capaz de realizar cálculos de flujos de potencias y de los parámetros más importantes de este tipo de estudios, ser capaz del cálculo de fallas trifásicas y monofásicas así como de permitir el repaso de otros temas de la ingeniería eléctrica.

El paquete necesitaba un **MANUAL DEL USUARIO** y un programa de **AYUDA** que permitieran obtener información acerca de su funcionamiento y de como deberían ser conformados los sistemas para que los aceptará y para fines didácticos era necesario proponer una práctica para el laboratorio de la materia que permitiera al alumno familiarizarse con este tipo de programas y entender la importante función que tienen.

Tomando en consideración las condiciones que se han planteado fue que comencé el diseño de tal paquete de programación, para lo que fue necesario estudiar ampliamente las características del lenguaje BASIC en el que se desarrollo el programa por la facilidad que presenta para trabajar con el y por su afinidad con la solución de un problema de ingeniería en el cual el uso de matrices resultaba fundamental.

El resultado fue un paquete que podría ser utilizado como auxiliar en el diseño de sistemas eléctricos además de la docencia y que se describirá en las páginas de este trabajo.

CAPITULO SEGUNDO:
CARACTERISTICAS DE LOS
SISTEMAS DE SUMINISTRO DE
ENERGIA ELECTRICA.

2.1 SISTEMAS SUMINISTRADORES DE ENERGIA ELECTRICA.

Se requiere que los sistemas suministradores de energía eléctrica puedan producir la energía demandada por la carga de acuerdo a la variación de ésta. La potencia generada deberá ser igual en todo momento a la demanda de los usuarios más las pérdidas que se producen en el sistema durante los procesos de generación, transmisión y suministro. La energía deberá entregarse garantizando una alta calidad y un costo mínimo.

En este segundo capítulo se pretende dar un panorama general de los sistemas de suministro de energía detallando sus elementos y composición, sus características principales y explicando algunos conceptos básicos de ingeniería eléctrica necesarios para avanzar en este campo.

2.2 ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

Los sistemas modernos de corriente alterna constan de varios elementos que permiten asegurar que el suministro de la energía se realice con la calidad deseada, es decir, que exista un adecuado control de la frecuencia y regulación en el voltaje de la línea que se ofrece al usuario así como continuidad en el servicio.

A grandes rasgos analizaremos los elementos de estos sistemas que serán incluidos en el paquete de programación:

1.- Generación.

Se realiza en plantas generadoras que aprovechan la energía de la naturaleza (caídas de agua, mareas, viento, rios, geysers, solar), el uso de combustibles fosiles (petróleo, gas natural, carbon) o la fisión nuclear. En la mayoría de las ocasiones estas plantas se encuentran distantes de los centros de

carga por lo que se requieren sistemas de transmisión en alta tensión para transportar la energía.

II.- Transmisión.

A la salida de los generadores la tensión de la energía eléctrica es elevada mediante el uso de subestaciones transformadoras elevadoras lo que permitirá que las líneas de transmisión puedan llevar grandes potencias a enormes distancias con pérdidas relativamente pequeñas. A lo largo del sistema se disponen estaciones de maniobra que hacen posible la interconexión de distintas líneas para formar sistemas más grandes y seguros. Finalmente las subestaciones transformadoras reductoras, que representan la carga del sistema de transmisión, alimentan a los sistemas de distribución.

III.- Distribución.

Los sistemas de distribución se representan de manera similar a los de transmisión pero la tensión que manejan es mucho más pequeña y debido a su función -el transporte de energía hasta las acometidas de los usuarios- son mucho más

Capítulo Segundo

intrincados. Estos sistemas cuentan con líneas o redes primarias y secundarias así como con bancos de transformadores.

IV.- Carga.

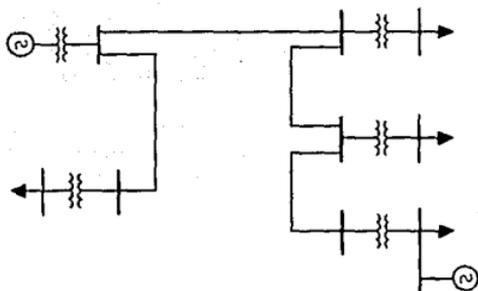
Esta constituida por un gran número de cargas individuales de diferentes clases (Comercial, industrial y residencial). La potencia suministrada en cada instante por un sistema eléctrico completo es la suma de todas las cargas individuales en ese momento y las pérdidas que se presenten en el sistema. }

2.3 TOPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.

La continuidad en el servicio es sin duda alguna la principal característica que se debe cuidar en la calidad del servicio eléctrico, esto se debe a que las interrupciones causan enormes trastornos, pérdidas económicas e incluso dificultades sociales y políticas. Las reservas de generación, los sistemas de protección automáticos, los circuitos redundantes, el diseño de los sistemas para que las fallas tengan la menor repercusión posible y los dispositivos para un rápido restablecimiento del servicio son medidas que deben ser tomadas para asegurar los sistemas.

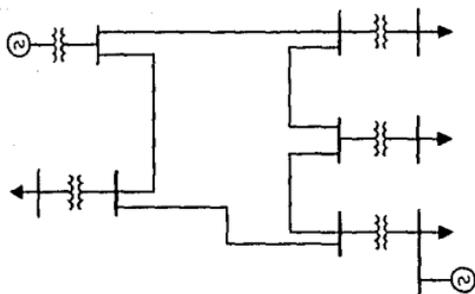
La topología, es decir, la disposición estructural de los sistemas suministradores es una de las consideraciones fundamentales para lograr un alta calidad, es importante mencionar que mientras más confiable se desee un sistema más caro resultará éste. Según su topología los sistemas pueden clasificarse en tres tipos principales:

2.3.1 SISTEMA RADIAL.



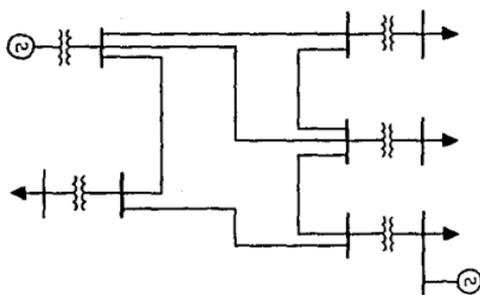
Las cargas tienen una sola alimentación de manera que una avería en cualquier parte del sistema repercutiría en que los usuarios, situados después de la misma, sufrieran una interrupción en el servicio.

2.3.2 SISTEMA EN ANILLO.



Se tiene una doble alimentación y puede interrumpirse una de ellas sin causar molestias al usuario. Es mejor que las alimentaciones vengan de subestaciones distintas. En caso de una falla en la línea el número de usuarios que se vería afectado sería mucho menor.

2.3.3 RED.



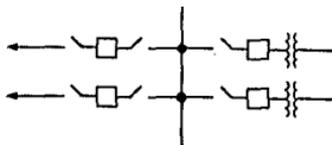
En la red se aumenta enormemente el número de interconexiones y consecuentemente la seguridad en el servicio. Es posible que se presenten varias fallas en el sistema y sin embargo los usuarios no se vean afectados.

2.4 ESQUEMAS DE CONEXION DE SUBESTACIONES.

Como se explicó en 2.3 la continuidad de los sistemas se ve ampliamente influenciada por la disposición física de los mismos. Las conexiones de las subestaciones juegan también un papel muy importante en la seguridad del sistema.

Estos esquemas pueden ser comparados considerando la continuidad del servicio al ocurrir una falla en las barras colectoras y observando la flexibilidad de operación. De entre los esquemas para conexión más frecuentes se pueden mencionar los siguientes:

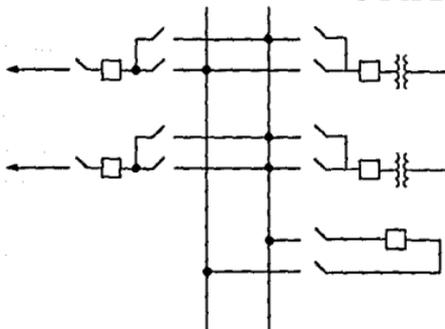
2.4.1 UN SOLO JUEGO DE BARRAS COLECTORAS.



Requiere la menor cantidad de equipo, sin embargo al ocurrir una falla se presentara una interrupción en todas las

líneas conectadas y el mantenimiento de alguno de los interruptores forzaría la desconexión de la línea o transformador correspondiente.

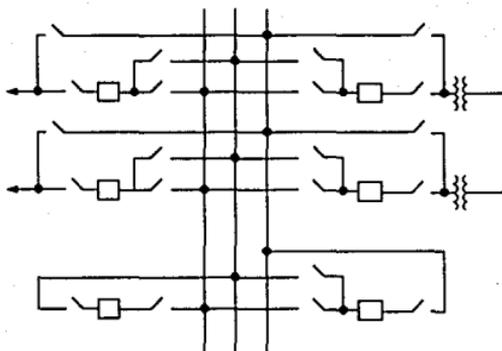
2.4.2 DOBLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS.



Como en el caso anterior el mantenimiento de un interruptor requiere la desconexión del elemento correspondiente, pero al ocurrir una falla en los bornes solamente la mitad de las líneas o transformadores se verán afectadas pudiendo restablecerse rápidamente el sistema mediante maniobras.

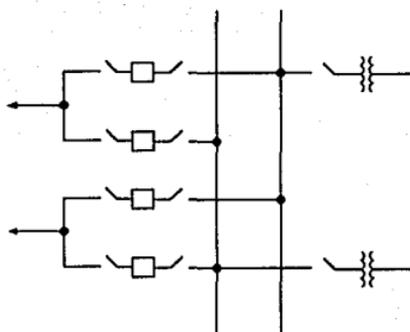
2.4.3 DOBLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS Y UN JUEGO DE BARRAS AUXILIARES.

Capítulo Segundo



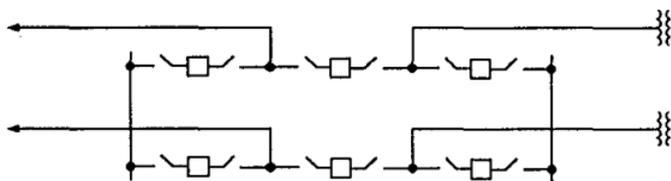
Su funcionamiento normal es igual al de el esquema anterior pero la presencia de un tercer juego de barras y de un interruptor adicional ofrecen la oportunidad de sustituir a los otros interruptores para mantenimiento sin desconectar nada. Este arreglo se usa en nuestro país para subestaciones muy importantes.

2.4.4 ARREGLO EN ANILLO.



Una falla en las barras no causa más que la desconexión del transformador y permite desconectar cualquier interruptor sin afectar ningún circuito. Este arreglo no puede ser ampliado fácilmente.

2.4.5 ARREGLO DE INTERRUPTOR Y MEDIO.



Al producirse una falla el juego de barras afectado se desconecta sin afectar a ningún elemento. Puede desconectarse

Capítulo Segundo

cualquier interruptor sin afectar a ningún circuito. Este arreglo requiere más equipo pero ofrece mayor flexibilidad de operación y mayor seguridad de continuidad, además este arreglo puede ser ampliado.

2.5 CALCULOS BASICOS.

El paquete de programación presenta una primera sección en la cual se hacen cálculos básicos de energía eléctrica con el objeto de que se repasen estos fundamentales conceptos y de que el usuario del programa tenga la oportunidad de familiarizarse con el mismo. Esta sección contempla el calculo de la potencia real y reactiva de los sistemas de corriente alterna monofásicos y trifásicos, cálculos de impedancia y de potencia compleja.

A continuación se hace un breve repaso de estos puntos:

2.5.1 POTENCIA REAL Y REACTIVA EN LOS SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA MONOFASICOS.

En un circuito de corriente alterna monofásico la corriente esta dada por la expresión $i = I_m \sin(\omega t + \phi)$ y el voltaje por $v = V_m \sin(\omega t)$ por lo que la potencia instantanea $p = vi$ será $p = (V_m \sin(\omega t))(I_m \sin(\omega t + \phi))$ y desarrollando esta ecuación podemos encontrar que:

Capítulo Segundo

$$p = \frac{1}{2} V_m I_m \cos\phi (1 - \cos(2\omega t)) + \frac{1}{2} V_m I_m \sin\phi \sin 2\omega t$$

donde V_m e I_m representan valores pico de voltaje y corriente.

El primer termino de la ecuación define la potencia real del circuito que se representa con una (P) y el segundo la potencia reactiva (Q). Sabiendo que los valores eficaces de voltaje (V) y de corriente (I) son iguales $V = V_m/\sqrt{2}$ e $I = I_m/\sqrt{2}$ podemos escribir que $P = VI\cos\phi$ y $Q = VI\sin\phi$.

La potencia aparente en este tipo de circuitos queda definida como $S = VI = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$.

2.5.2 POTENCIA REAL Y REACTIVA EN LOS SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA TRIFASICOS EQUILIBRADOS.

En un sistema trifásico equilibrado donde $V = V_a = V_b = V_c$ e $I = I_a = I_b = I_c$ los voltajes y las corrientes quedan definidas por las siguientes expresiones:

$$v_a = 2 V \sin(\omega t)$$

$$v_b = 2 V \sin(\omega t - 120)$$

$$v_c = 2 v \sin(\omega t + 120)$$

$$i_a = 2 I \sin(\omega t + \phi)$$

$$i_b = 2 I \sin(\omega t - \phi - 120)$$

$$i_c = 2 I \sin(\omega t + \phi + 120)$$

La potencia instantánea en cada fase queda expresada, como en el caso de los sistemas monofásicos, por $p_a = v_a i_a$, $p_b = v_b i_b$ y $p_c = v_c i_c$ respectivamente y la potencia trifásica instantánea es la suma de las potencias de las fases $p = p_a + p_b + p_c$. Sustituyendo las expresiones anteriores en esta última y simplificando podemos llegar a que $p = 3 V I \cos \phi$ y $P = 3 V_a I_a \cos \phi$. Considerando que el voltaje entre fases es igual a $V_{ab} = V_a \sqrt{3}$ se afirma también que $P = \sqrt{3} V_{ab} I_a \cos \phi$.

Para el caso de la potencia reactiva se procede de manera análoga llegando a que $Q = 3 V_a I_a \sin \phi$ y $Q = \sqrt{3} V_{ab} I_a \sin \phi$.

Finalmente la potencia aparente trifásica será la suma de las potencias aparentes de las fases: $S = V_a I_a + V_b I_b + V_c I_c$, $S = 3 V_a I_a$ y $S = \sqrt{3} V_{ab} I_a$.

2.5.3 IMPEDANCIA.

Al circular a lo largo de un circuito formado por elementos lineales una corriente sinusoidal debida a la excitación de un voltaje también sinusoidal es posible relacionar de manera sencilla la amplitud y el ángulo de fase del voltaje y corriente mediante la impedancia del circuito, es decir $I=V/Z$.

En forma compleja esta impedancia se puede representar como $Z = R + j(\omega L - 1/\omega C) = |Z| \angle \theta$ en donde $\omega = 2\pi f$.

Existen varios tipos de circuitos que quedaran clasificados según los valores de su impedancia.

* *Circuito Resistivo*

Su reactancia inductiva y capacitiva valen cero por lo que su impedancia queda definida por la resistencia R . Es un circuito ideal con carga puramente resistiva en el que se verifica la ley de Kirchhoff ($v=RI$). En este tipo de circuito $P=VI=RI^2$ y $Q=0$ por lo que $S=P$.

**** Circuito Inductivo**

Es un circuito ideal en donde se presenta una inductancia pura, su resistencia y reactancia capacitiva tienen un valor de cero. En este caso $P=0$ y $|Q|=VI$.

***** Circuito Capacitivo**

En este circuito únicamente se presenta un condensador puro y los valores de resistencia y reactancia inductiva son nulos. $P=0$ y $|Q|=VI$.

El paquete analiza además las combinaciones de los circuitos anteriormente citados (resistivo-inductivo, resistivo-capacitivo, inductivo-capacitivo y resistivo-inductivo-capacitivo).

CAPITULO TERCERO:
ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO
Y FLUJOS DE POTENCIA.

3.1 ESTUDIO DE LOS FLUJOS DE POTENCIA

El crecimiento de la demanda de energía ha forzado a la creación de sistemas más intrincados y con un mucho mayor número de elementos por lo que para su análisis se vuelve indispensable la ayuda de herramientas de cálculo como las computadoras digitales, y los estudios de flujos de potencia o flujos de carga no son de ningún modo la excepción.

Para poder determinar plenamente la situación de un sistema eléctrico que se encuentra funcionando en régimen permanente equilibrado se recurre al estudio de los flujos de potencia que nos permitirá conocer los voltajes en todos los nodos del sistema así como los flujos de potencia, tanto real como reactiva, que se hayan generado en los elementos de la red que se esté analizando, el efecto de la incorporación o desincorporación de circuitos y elementos de la red o el efecto que tendrá la salida de operación temporal de un elemento (generador, transformados o línea).

La necesidad de aplicar este tipo de estudios se entiende al observar la enorme cantidad de información que se obtiene de ellos y que nos permite simular distintas condiciones de

Capítulo Tercero

operación normal de cualquier sistema en funcionamiento encontrando de esta manera las condiciones óptimas de operación así como las dificultades que se tendrían que afrontar para la ampliación del mismo o para el diseño de uno nuevo.

Con ayuda de esta herramienta se pueden determinar los calibres necesarios para los cables, el lugar y tamaño que deben tener los bancos de capacitores para el control de la potencia reactiva y por supuesto la mejor localización de las centrales generadoras, de las subestaciones y de las líneas de transmisión.

Para el análisis que se ha planteado podemos hacer algunas suposiciones que vale la pena mencionar en este momento:

Unicamente será necesario considerar la red de secuencia positiva ya que el acoplamiento entre las redes de secuencia positiva y negativa o entre las de secuencia positiva y cero es tan pequeña que se puede despreciar y se considera que la carga se encuentra balanceada. En vista de que el acoplamiento entre las redes de secuencia es despreciable también lo será el efecto mutuo.

Fué en el año de 1956 cuando se trató de resolver este problema por primera vez mediante el uso de una computadora digital y de hecho es uno de de los estudios que más frecuentemente se realizan en la industria eléctrica.

3.2 TIPOS DE NODOS PARA EL ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA.

Para el estudio de flujos de potencia se partirá de un diagrama unifilar del sistema en el que a cada bus o nodo se le tienen asociados cuatro datos que son: las potencias reactiva y real, el voltaje y el ángulo de fase. En el método planteado en el paquete de programación se hace uso de los nodos (método nodal) y se requiere distinguir tres tipos de ellos:

* *Nodo Flotante o Compensador*

También se le conoce como nodo de referencia o slack y es aquel donde se especifica la magnitud del voltaje y su ángulo de fase y se desconocen tanto la potencia real como la reactiva.

** *Nodo de Generación*

Se especifican la magnitud del voltaje y la potencia activa que son físicamente controlables. Se desconocen las otras dos cantidades.

***** *Nodo de Carga***

Es aquel en el que hay demanda de energía y se conocen las potencias real y reactiva pero no el voltaje ni el ángulo de fase.

3.3 ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.

En un sistema eléctrico de potencia se puede presentar una falla por un gran número de razones: la ruptura de un cable de guarda y su contacto con una línea, una fuerte descarga atmosférica sobre una torre, el flameo de una cadena de aisladores, un accidente de tráfico que derribe parte del sistema, etc.

El estudio de corto circuito en un sistema de potencia ofrece información fundamental para determinar las corrientes totales de falla en todos los nodos del sistema, lo que nos permite calcular las capacidades interruptivas de los interruptores, a partir de esta información se pueden calcular también los esfuerzos dinámicos y térmicos en los elementos del sistema y realizar el diseño de las redes de tierra. Al conocer los valores de corto circuito en cada nodo para cada tipo de falla podemos determinar las contribuciones de las corrientes a estos nodos lo que nos permite calcular las características de los dispositivos de protección y la coordinación entre los mismos. El estudio de corto circuito nos permite obtener el valor de la corriente de corto circuito que prevalecerá bajo circunstancias específicas en uno o varios puntos del sistema.

Los estudios de este tipo que se realizan con mayor frecuencia son el de falla trifásica y el de falla monofásica a tierra. Es por ello que el paquete de programación del que es objeto esta tesis presenta la opción de realizar ambos cálculos.

La falla trifásica resulta una consideración de fundamental importancia para el diseño, a pesar de ser la menos probable, ya que representa el peor caso de entre todos los tipos de falla, generándose las mayores corrientes de corto circuito y por ende el ataque más severo a las líneas eléctricas desde el punto de vista de equipo. Esta falla es la más sencilla de analizar desde el punto de vista analítico. La falla monofásica es, por otro lado, la que se presenta con mayor frecuencia y su presencia desequilibra al sistema requiriéndose redes de secuencia positiva, negativa y cero para su estudio.

En la mayoría de los casos resulta suficiente el análisis que hemos descrito pero en los sistemas industriales se sugiere además el cálculo de la falla entre dos fases para obtener información adicional para la coordinación de protecciones.

3.4 SIMULACION ANALOGICA DE FALLAS ELECTRICAS.

En un principio los estudios de corto circuito se realizaban exclusivamente de manera manual pero con el crecimiento de los sistemas estos cálculos se volvieron demasiado complejos y comenzaron a presentar mayor probabilidad de error. Durante las dos décadas de 1920 a 1940 se desarrollaron los analizadores de redes eléctricas para simular en escala a los grandes sistemas.

En el caso del corto circuito el analizador más usado fue el llamado "Tablero de cálculo en corriente directa". Para poder analizar un sistema primero se debía conformar a una red equivalente de C.D. con potenciómetros que simulaban la impedancia de los elementos. Las corrientes de falla en cualquier punto del modelo eran medidas por amperímetros. Posteriormente surgió una versión un tanto más avanzada: "Tablero analizador en C.A.

Todos los métodos de cálculo directos por medios analógicos limitan el tamaño y complejidad de la red que puede estudiarse en ellos y tienen una precisión muy limitada por no

mencionar la poca versatilidad que poseen para fines académicos.

3.5 FALLA TRIFASICA.

Como ya se ha mencionado en este capítulo este tipo de falla es la que somete al sistema a esfuerzos más severos y afortunadamente la menos frecuente. En el caso de la falla trifásica no se introduce ningún desequilibrio en el sistema, al ser afectadas las tres fases al unísono por lo que todas las cantidades que intervienen en el cálculo son de secuencia positiva y no se presentan ni corrientes ni voltajes de secuencia negativa o de secuencia cero, sin importar el hecho de que la falla este conectada a tierra o no.

En este tipo de falla se puede afirmar que $I_a + I_b + I_c = 0$, que $I_b = a^2 I_a$, que $I_c = a I_a$ y que $V_a = V_b = V_c = 0$ para el punto de falla.

Las ecuaciones con que se puede definir el comportamiento del circuito trifásico en función de sus componentes simétricas quedan expresadas como sigue:

$$\begin{aligned} E_{a1} - V_{a1} &= Z_{11} I_{a1} \\ - V_{a2} &= Z_{22} I_{a2} = 0 \\ - V_{a0} &= Z_{00} I_{a0} = 0 \end{aligned}$$

3.6 FALLA MONOFASICA.

La falla monofásica es la que se presenta con mayor frecuencia en los sistemas eléctricos, su presencia genera una asimetría dentro del sistema al verse afectada, como su nombre lo indica, solamente una de las fases. Esta asimetría es la que nos obliga a utilizar redes de secuencia negativa y cero además de la de secuencia positiva.

Al ocurrir la falla en la fase "A" se presentará una situación que se puede describir con las ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} I_a &\neq 0 & V_a &= 0 \\ I_b &= 0 & V_b &\neq 0 \\ I_c &= 0 & V_c &\neq 0 \end{aligned}$$

Y en función de sus componentes simétricas:

$$\begin{aligned} E_{a1} - V_{a1} &= Z_{11} I_{a1} \\ -V_{a2} &= Z_{22} I_{a2} \\ -V_{a0} &= Z_{00} I_{a0} \end{aligned}$$

Es necesario formar también la matriz de impedancias de secuencia cero.

3.7 SISTEMAS EN POR UNIDAD O EN TANTO POR UNO.

Es posible simplificar el cálculo de los sistemas eléctricos al expresar todas las cantidades que aparecen en ellos (impedancias, voltaje, corrientes, potencias, etc.) como el cociente de esa misma cantidad dividida entre una base o magnitud de referencia de la misma cantidad. Para realizar estas divisiones es importante elegir la base de tal manera que las leyes eléctricas que se cumplen en la red original lo hagan también en la red equivalente en por unidad.

Al hacer esto se eliminan los distintos niveles de voltaje que existen en los sistemas pudiéndose dibujar un sistema equivalente al original en el que no se presentan transformadores.

Los datos que se alimentan al paquete de programación estarán en por unidad de la manera que se detalla y ejemplifica en el manual del usuario.

3.8 DIAGRAMA UNIFILAR DE UN SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO.

En los sistemas eléctricos trifásicos en régimen equilibrado permanente existe un elevado grado de simetría entre las tres fases y los cálculos eléctricos pueden realizarse para una sola de las fases generalizándolos posteriormente para las otras dos. De donde se puede afirmar que es válido representar un sistema trifásico equilibrado dibujando solamente una de las fases a lo que se le conoce como diagrama unifilar.

El propósito de este diagrama es proporcionar información concisa de los datos que se conocen de un sistema eléctrico incluyendo, por supuesto, la manera en que está conectado.

El detalle con que se presentarán los elementos en el diagrama vendrá dado por el problema que se requiera resolver. Para los estudios de corto circuito y de flujos de potencia que nos atañen no es importante la representación de los interruptores, transformadores de instrumento, instrumentos de medición y relevadores a diferencia de los estudios de

Capítulo Tercero

estabilidad o los de coordinación de protecciones donde resultarán indispensables.

El diagrama unifilar que se utiliza para los estudios en sistemas de potencia es por lo general un diagrama unifilar simplificado.

Será basándonos en este tipo de representaciones que el manual del usuario guiará en el uso del paquete de programación.

3.9 CIRCUITO EQUIVALENTE MONOFASICO DE UN SISTEMA TRIFASICO.

Un sistema eléctrico podrá representarse partiendo de su diagrama unifilar como una red equivalente en por unidad formada por un circuito de fase que se encontrará constituido por impedancias longitudinales en por unidad de las líneas y transformadores, un conductor neutro de regreso desprovisto de impedancia y elementos transversales, en por unidad, de las líneas, las impedancias de magnetización, y los elementos que representan las cargas y los generadores.

Para los estudios en sistemas de potencia no se elaboran usualmente diagramas de impedancias y reactancias donde se muestren todos los modelos equivalentes de los elementos sino que se manejan en forma implícita a través de los datos del diagrama unifilar.

3.10 LA MATRIZ DE ADMITANCIAS NODAL.

Para los estudios de corto circuito y de flujos de potencia es fundamental la modelación o representación matemática de los sistemas. Esto toma una especial importancia en la solución por métodos digitales de los sistemas.

La matriz de admitancias nodal es también conocida, y nos referiremos a ella en el manual del usuario y en el paquete de programación, como Ybus y se desarrolla a partir de la aplicación de la Ley de Kirchoff de corrientes en cada nodo del sistema.

Al resolver las redes eléctricas utilizando este modelo se presentan ventajas como la facilidad con que se podrán numerar y manejar todos los nodos del sistema y los datos de los mismos, los elementos en paralelo no incrementan el número de variables de las ecuaciones y los voltajes en los nodos se obtienen de forma directa.

Las corrientes de nodo se relacionan con los voltajes por medio de la matriz de admitancias nodal de la siguiente manera $I = Y_{bus} V$.

Para la formación de la matriz se puede considerar que los términos de la diagonal principal son iguales a la suma de las admitancias conectadas al nodo del caso y que los términos mutuos o fuera de la diagonal principal son iguales a las admitancias entre nodos con los signos opuestos.

3.11 LA MATRIZ DE IMPEDANCIAS NODAL.

La matriz de impedancias nodal es también conocida como Z_{bus} y será de esa manera que nos referiremos a ella en el manual del usuario y en el paquete de programación. Esta matriz es fundamental en el estudio de corto circuito.

La matriz Z_{bus} es igual a la inversa de la matriz Y_{bus} . Como la matriz Y_{bus} es simétrica con respecto a su diagonal principal también lo es Z_{bus} .

Además de la inversión de la matriz Y_{bus} para obtener la matriz Z_{bus} existen otros procedimientos y métodos directos que se basan en la adición de elementos uno a uno.

CAPITULO CUARTO:
METODOS NUMERICOS Y
LENGUAJES DE
PROGRAMACION

4.1 METODOS NUMERICOS.

A partir de la aparición de las computadoras digitales, los métodos numéricos se han popularizado para la solución de muchos problemas de ingeniería. Para el desarrollo del paquete Simulador de Sistemas Eléctricos se recurrió a estas importantes armas de cálculo.

En esta sección se describirán el método de Gauss-Seidel y el método de Gauss-Jordan utilizados respectivamente para los cálculos de flujos de potencia y para los de fallas, tanto trifásicas como monofásicas. El segundo es un método directo que ofrece una manera sencilla de obtener la inversa de una matriz, mientras que el primero es un método de aproximaciones iterativas, es decir que parte de ciertos valores iniciales que hace variar hasta encontrar una solución. Para poder adentrarnos en el estudio de estas herramientas comenzaremos con una breve explicación de la Eliminación Gaussiana o método de Gauss.

4.2 METODO DE GAUSS

Se tiene un sistema de ecuaciones simultaneas como el que se representa:

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n = B_1$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n = B_2$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$A_{n1}X_1 + A_{n2}X_2 + \dots + A_{nn}X_n = B_n$$

Donde las A y las B son números constantes.

El procedimiento a seguir consta de dos pasos.

a) Se debe eliminar una incognita de cada ecuación obteniendo un sistema en el que se presenta una ecuación con una sola incognita como el que se presenta.

$$H_{11}X_1 + H_{12}X_2 + \dots + H_{1n}X_n = K_1$$

$$H_{22}X_2 + \dots + H_{2n}X_n = K_2$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$H_{n-1,n-1} + H_{n,n-1} = K_{n-1}$$

$$H_{n,n} = K_n$$

b) La última ecuación del sistema se puede resolver fácilmente y regresar con los valores obtenidos para solucionar las ecuaciones anteriores.

4.3 METODO DE GAUSS-JORDAN

Este método es una variante de la Eliminación Gaussiana que ya hemos descrito en la que no se efectúa la transformación triangular ni requiere que se regrese a partir de la última ecuación para encontrar los valores de las demás, sino que al eliminar una incógnita en el método de Gauss-Jordan se elimina de todas las ecuaciones y no solo de las posteriores permitiéndonos generar una matriz identidad y obtener una solución directa.

Para obtener la inversa de una matriz mediante este procedimiento se debe aumentar a la matriz de coeficientes con una matriz identidad y aplicar el método de Gauss-Jordan convirtiendo a la matriz de coeficientes en una matriz identidad y a la matriz identidad que se había aumentado en una matriz inversa, es decir que a:

$$\begin{array}{r}
 A_{11} \ A_{12} \ A_{13} \ 1 \ 0 \ 0 \\
 [A] [I] = A_{21} \ A_{22} \ A_{23} \ 0 \ 1 \ 0 \\
 A_{31} \ A_{32} \ A_{33} \ 0 \ 0 \ 1
 \end{array}$$

se le aplica el método de Gauss-Jordan para obtener:

$$\begin{array}{r}
 1 \ 0 \ 0 \ A_{11-1} \ A_{12-1} \ A_{13-1} \\
 [I] [A]^{-1} = 0 \ 1 \ 0 \ A_{21-1} \ A_{22-1} \ A_{23-1} \\
 0 \ 0 \ 1 \ A_{31-1} \ A_{32-1} \ A_{33-1}
 \end{array}$$

4.4 METODO DE GAUSS SEIDEL.

Es uno de los métodos iterativos más usados. Para un sistema de ecuaciones simultaneas como el que se ha descrito en el cual los elementos de la diagonal principal deberán ser distintos de cero se pueden plantear las siguientes ecuaciones:

$$X_1 = (B_1 - A_{12}X_2 - \dots - A_{1n}X_n) / A_{11}$$

$$X_2 = (B_2 - A_{21}X_1 - \dots - A_{2n}X_n) / A_{22}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \end{array}$$

$$X_n = (B_n - A_{n1}X_1 - \dots - A_{n,n-1}X_{n-1}) / A_{nn}$$

Una vez planteadas estas ecuaciones se deben sugerir valores iniciales para las X, el resultado que se obtenga al sustituir los valores iniciales en las ecuaciones se debe sustituir nuevamente una y otra vez hasta que las soluciones que encontremos se encuentren lo suficientemente cerca de los valores reales, para lo cual se debe indicar una tolerancia.

4.5 EL LENGUAJE DE PROGRAMACION BASIC

Se han desarrollado cientos de lenguajes de programación de alto nivel entre ellos encontramos dos que tienen una relevancia especial para las computadoras personales así como para el desarrollo de programas de ingeniería similares al que ocupa esta tesis: FORTRAN y BASIC.

FORTRAN.- es la abreviatura de formula translation (traducción de fórmulas). Este lenguaje desarrollado en la época de los cincuenta especialmente para hacer cálculos por lo que este programa se ha convertido en el más usado en la ingeniería y las ciencias.

BASIC.- es la contracción de beginner's all-purpose symbolic instruction code (código de instrucciones simbólicas de propósito general para principiantes). Este lenguaje fue ideado por John Kemeny y Thomas Kurtz en el Dartmouth College durante la década de los sesentas. Este lenguaje requiere relativamente poca memoria y es relativamente sencillo de aprender y de implementar por lo que es usado en la mayoría de las computadoras personales.

La decisión de hacer el paquete SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS en este lenguaje fue tomada considerando lo siguiente:

* Existen versiones de BASIC que pueden correr en cualquier computadora personal y sistema operativo, de hecho la mayoría de las computadoras de este tipo traen el BASIC integrado en ROM dentro de sus circuitos y los discos de sistema operativo usualmente contienen este lenguaje.

* El aprendizaje de BASIC es parte del programa de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería por lo que todos los alumnos a los que está dirigido este trabajo se encuentran de algún modo familiarizados con el lenguaje.

* En lenguaje BASIC se vuelve muy sencillo trabajar con matrices lo cual resultaba fundamental para el desarrollo de los programas de cálculo de fallas y de flujos de potencia.

* Existe una amplia gama de programas en BASIC en los que se podían consultar métodos de inversión y formación de matrices así como estudiar los algoritmos utilizados.

* A pesar de que la memoria que puede utilizar BASIC es limitada para este tipo de programas esto se podía resolver compilando los programas.

Capítulo Cuarto

*** La facilidad que presenta BASIC para el manejo de la pantalla nos permite hacer una presentación mucho más agradable del paquete y un manejo mucho más sencillo del paquete para el usuario.**

CAPITULO QUINTO:
LISTADO Y COMENTARIOS DE
LOS PROGRAMAS DEL PAQUETE
SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS

5.1 PROGRAMAS DEL PAQUETE

En este capítulo se detallan los listados de todos los programas que constituyen el SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS. Estos programas fueron desarrollados en GWBASIC y posteriormente compilados con ayuda de QUICKBASIC para poder presentar programas ejecutables.

Los programas y archivos del SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS fueron realizados durante 1991 en una computadora IBM PS/2 Modelo 55 pero se han pensado para que puedan correr en cualquier máquina. Los dibujos de presentación del programa requieren una pantalla VGA, por lo demás, cualquier computadora personal con 640K de memoria puede utilizar los programas.

5.2 ARCHIVO BATCH SSE.BAT

El archivo SSE.BAT es un archivo Batch que nos permite entrar al Simulador de Sistemas Eléctricos. Su primera función es cambiar de directorio al SSE (CD SSE), una vez hecho esto llama a la utilería DIBUJO.EXE que desplegara los dibujos considerados en la lista del archivo UNAM y posteriormente corre el programa BASICOS.EXE por el que el usuario entra finalmente al programa.

Una vez que el usuario haya escogido la opción SALIR del Simulador de Sistemas Eléctricos el archivo SSE.BAT regresará al directorio de donde se partio.

5.3 LISTADO DEL ARCHIVO SSE.BAT

A continuación se presenta íntegro el archivo SSE.BAT

```
@echo off  
cd sse  
dibujo unam /n1  
basicos.exe  
@echo off  
cd..
```

Capítulo Quinto

5.4 UTILERIA DIBUJO.EXE

Esta utilería no fue diseñada para este paquete de programación ni por el autor del mismo, sin embargo los dibujos que se presentan: el escudo de la Universidad Nacional Autónoma de México y el nombre del programa Simulador Digital de Sistemas Eléctricos si lo fueron.

DIBUJO.EXE es capaz de desplegar en la pantalla de un monitor VGA un archivo de dibujo en formato *.TIF

5.5 ARCHIVO UNAM

Este archivo guarda una lista con la secuencia en la que DIBUJO.EXE desplegará los tres archivos en formato *.TIF que tiene el paquete.

A continuación se presenta completo el contenido de este archivo.

azul.tif

unam.tif

sdse.tif

5.6 ARCHIVO AZUL.TIF

Este es un archivo de dibujo con formato *.TIF que despliega toda la pantalla en color azul.

5.7 ARCHIVO UNAM.TIF

Este es un archivo de dibujo con formato *.TIF que despliega sobre la pantalla el escudo de la UNAM en azul y dorado y que fue obtenido por medios digitales con ayuda del SCANMAN de Logitech a partir de una hoja con el membrete de la escuela y arreglado con ayuda del paquete Paint Show Plus de la misma marca.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

5.8 ARCHIVO SDSE.TIF

Este es un archivo de dibujo en formato *.TIF que fue generado con ayuda del paquete BANNERMANIA y capturado mediante CATCH.COM una utilería que permite capturar cualquier pantalla de una computadora VGA en un archivo de formato *.TIF. El archivo fue arreglado con el paquete Paint Show Plus.

**SIMULADOR DIGITAL DE
SISTEMAS ELECTRICOS**

Capítulo Quinto

5.9 PROGRAMA BASICOS.EXE

Este es el primer programa del paquete al que se entra y contiene información básica acerca del trabajo y el menú principal del paquete de programación. Contiene también el menú del programa de Conceptos Básicos de Ingeniería Eléctrica y las subrutinas diseñadas para el cálculo de estos conceptos.

Si bien la naturaleza de los cálculos que se realizan pudiera parecer demasiado sencilla es importante que se reafirmen los conceptos que aquí se manejan y permite al usuario familiarizarse con el manejo del programa.

Para realizar este programa, como para los demás que se presentan en el paquete, se han considerado varios tipos de error que resultan comunes y se han tratado de evitar con pequeñas subrutinas, algunas de las cuales hacen indicaciones visuales en la pantalla y auditivas.

5.9.1 SUBROUTINA QUE HACE CALCULOS DE POTENCIA EN SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA MONOFASICOS.

La primera subrutina que aparece en el programa es el cálculo de la potencia en sistemas de corriente alterna monofásicos y se presentan las opciones de entrar con valores corriente o con valores de potencia así como de entrar con valores pico o con valores eficaces de voltaje.

El uso de esta subrutina es muy sencillo ya que será la computadora la que indicará los valores que necesita conocer y las unidades que puede manejar, por lo que lo único que debe hacer el usuario es escribir los valores y apretar la tecla ENTER.

Los valores que podrá obtener la subrutina son los siguientes:

- 1.- Valores pico de voltaje y corriente.
- 2.- Valores instantaneos de voltaje y corriente.
- 3.- Valores eficaces de voltaje y corriente.
- 4.- La potencia real.
- 5.- La potencia reactiva.
- 6.- La potencia aparente.

5.9.2 SUBROUTINA QUE HACE CALCULOS DE POTENCIA EN SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA TRIFASICOS EQUILIBRADOS.

Capítulo Quinto

Es una subrutina similar a la anterior, sin embargo en este caso se hará referencia a los sistemas de corriente alterna trifásicos equilibrados.

Presenta, como en el caso anterior, la opción de entrar con valores de corriente o con valores de potencia así como de entrar con valores de voltaje entre fases o de fase a neutro.

Esta subrutina nos permitirá obtener:

- 1.- Voltajes y corrientes trifásicas instantaneas.
- 2.- Voltaje de fase a neutro.
- 3.- Voltaje entre fases.
- 4.- La corriente en cada fase.
- 5.- La potencia real.
- 6.- La potencia reactiva.
- 7.- La potencia aparente.

5.9.3 SUBROUTINA QUE PERMITE HACER CALCULOS DE IMPEDANCIA.

Nos permite entrar con valores de resistencia y capacitancia o inductancia o con los valores resistencia y de la

reactancia capacitiva o inductiva y manejando las distintas opciones se pueden obtener valores de:

- 1.- Resistencia.
- 2.- Inductancia.
- 3.- Capacitancia.
- 4.- Reactancia Inductiva.
- 5.- Reactancia Capacitiva.
- 6.- Factor de Potencia.
- 7.- Modulo de la Impedancia.
- 8.- Argumento de la Impedancia.
- 9.- Angulo en radianes.
- 10.- Impedancia.
- 11.- Tipo de Circuito.

5.9.4 SUBROUTINA QUE HACE CALCULOS DE POTENCIA COMPLEJA.

Permite hacer cálculos de potencia compleja y nos permite entrar con los valores complejos de impedancia y corriente o con los valores complejos de corriente y voltaje y podemos obtener:

- 1.- La Potencia Real.
- 2.- La Potencia Reactiva.
- 3.- Modulo de la Potencia Aparente.

Capítulo Quinto

4.- Angulo de la Potencia Aparente.

5.- Angulo de la Potencia Aparente en Radianes.

6.- Potencia Compleja.

5.10 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE BASICOS.BAS

A lo largo de las siguientes páginas aparece el programa fuente BASICOS.BAS tal y como se utiliza en el paquete de programación.

10 Q=2

20 WHILE Q>=1

30 COLOR 3,9:CLS:KEY OFF

40 LOCATE 3,20:PRINT "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO"

50 LOCATE 4,20:PRINT "FACULTAD DE INGENIERIA"

60 LOCATE 5,20:PRINT "DIVISION DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA"

70 LOCATE 10,22:COLOR 14,9:PRINT "SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS"

80 LOCATE 14,10:COLOR 3,9:PRINT"PROGRAMA PARA SIMULAR Y OBTENER PARAMETROS DE SISTEMAS DE"

90 LOCATE 15,10:PRINT"ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE EL USO DE UNA COMPUTADORA"

100 LOCATE 19,10:PRINT"CIUDAD UNIVERSITARIA 1991"

110 LOCATE 20,20:PRINT"Oprima cualquier tecla para continuar"

Capítulo Quinto

```
120 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR(" ",Q$)
130 IF Q=0 GOTO 140
140 WEND
150 BEEP:Q=2
160 WHILE Q>=1
170 LOCATE 14,10:PRINT"Para seleccionar una de las siguientes opciones
oprime en "
180 LOCATE 15,10:PRINT"su tablero la tecla correspondiente a la letra
que aparece"
190 LOCATE 16,10:PRINT"resaltada en su elección."
200 LOCATE 18,10:COLOR 20,7:PRINT" A";:COLOR
0,7:PRINT"yuda. ";SPACE$ (56)
210 LOCATE 19,10:PRINT" Características ";:COLOR
20,7:PRINT"b";:COLOR 0,7:PRINT"ásicas de los sistemas de energía
eléctrica. "
220 LOCATE 20,10:COLOR 20,7:PRINT" L";:COLOR 0,7:PRINT"ineas de
transmision aereas. ";SPACE$ (33)
230 LOCATE 21,10:PRINT" Flujos de ";:COLOR 20,7:PRINT"p";:COLOR
0,7:PRINT"otencia. ";SPACE$ (42)
240 LOCATE 22,10:PRINT" Calculos de ";:COLOR
20,7:PRINT"f";:COLOR 0,7:PRINT"allas. ";SPACE$ (18)
250 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR
0,7:PRINT"alir. ";SPACE$ (56)
260 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ABLPFSablpfs",Q$)
270 IF Q=0 GOTO 300
280 BEEP:ON Q GOSUB
430,470,440,450,460,310,430,470,440,450,460,310
```

290 WEND

300 SOUND 120,3:LOCATE 13,10:COLOR 31,9:PRINT"HAS COMETIDO
UN ERROR, SIGUE LAS INSTRUCCIONES":GOTO 260

310 Q=2

320 WHILE Q>=1

330 COLOR 3,9:CLS:LOCATE 10,10:PRINT";DESEA SALIR DEL
";:COLOR 14,9:PRINT"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS";:COLOR 3,9:PRINT" O REGRESAR":LOCATE
11,10:PRINT"AL MENU PRINCIPAL?"

340 LOCATE 17,20:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR
0,7:PRINT"alir. ",SPACE\$(8)

350 LOCATE 18,20:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
principal. "

360 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("SMsm",Q\$)

370 IF Q=0 GOTO 420

380 ON Q GOSUB 400,410,400,410

390 WEND

400 BEEP:COLOR 0,0:CLS:SYSTEM

410 BEEP:RUN

420 SOUND 120,3:LOCATE 20,20:COLOR 31,9:PRINT"Has cometido un
error, vuelve a intentarlo. ":GOTO 360

430 RUN"ayugen.bas"

435 RUN "AYUBAS.BAS"

440 RUN"aereas.bas"

450 RUN"flujos.bas"

460 BEEP:RUN"fallatri.bas"

Capítulo Quinto

470 COLOR 3,9:LOCATE 13,10:PRINT"CALCULOS BASICOS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA"

480 Q=2

490 WHILE Q >= 1

500 COLOR 20,7:LOCATE 19,11:PRINT" P";:COLOR 0,7:PRINT"otencia en sistemas de C.A. monofásicos.",SPACE\$(17)

510 LOCATE 20,11:PRINT" Potencia en sistemas de C.A. ";:COLOR 20,7:PRINT"i";:COLOR 0,7:PRINT"rifásicos equilibrados."

520 COLOR 20,7:LOCATE 21,11:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mpedancia.",SPACE\$(10)

530 LOCATE 22,11:PRINT" Potencia ";:COLOR 20,7:PRINT"c";:COLOR 0,7:PRINT"ompleja.",SPACE\$(20)

540 LOCATE 23,25:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal."

550 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("APTICMSapticms",Q\$)

560 IF Q=0 GOTO 590

570 BEEP:ON Q GOSUB

435,600,1280,1890,2440,410,310,435,600,1280,1890,2440,410,310

580 WEND

590 SOUND 200,3:COLOR 31,9:LOCATE 12,10:PRINT"COMETIO UN ERROR. SIGA LAS INSTRUCCIONES":GOTO 550

600 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,20:PRINT"Potencia en sistemas de C.A. monofásicos."

610 COLOR 3,9:LOCATE 3,10:PRINT"Obtención de la potencia real, reactiva y aparente partiendo":LOCATE 4,10:PRINT"del voltaje, la corriente y el factor de potencia. En caso de":LOCATE 5,10:PRINT"Oprimir la tecla RETURN sin ofrecer un valor se toma un cero

Capítulo Quinto

470 COLOR 3,9:LOCATE 13,10:PRINT"CALCULOS BASICOS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA"

480 Q=2

490 WHILE Q >= 1

500 COLOR 20,7:LOCATE 19,11:PRINT" P";:COLOR 0,7:PRINT"otencia en sistemas de C.A. monofásicos. ",SPACE\$(17)

510 LOCATE 20,11:PRINT" Potencia en sistemas de C.A. ";:COLOR 20,7:PRINT"i";:COLOR 0,7:PRINT"rifásicos equilibrados. "

520 COLOR 20,7:LOCATE 21,11:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mpedancia. ",SPACE\$(10)

530 LOCATE 22,11:PRINT" Potencia ";:COLOR 20,7:PRINT"c";:COLOR 0,7:PRINT"ompleja. ",SPACE\$(20)

540 LOCATE 23,25:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal. "

550 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("APTICMSapticms",Q\$)

560 IF Q=0 GOTO 590

570 BEEP:ON Q GOSUB

435,600,1280,1890,2440,410,310,435,600,1280,1890,2440,410,310

580 WEND

590 SOUND 200,3:COLOR 31,9:LOCATE 12,10:PRINT"COMETIO UN ERROR. SIGA LAS INSTRUCCIONES":GOTO 550

600 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,20:PRINT"Potencia en sistemas de C.A. monofásicos. "

610 COLOR 3,9:LOCATE 3,10:PRINT"Obtención de la potencia real, reactiva y aparente partiendo":LOCATE 4,10:PRINT"del voltaje, la corriente y el factor de potencia. En caso de":LOCATE 5,10:PRINT"Oprimir la tecla RETURN sin ofrecer un valor se toma un cero

620 LOCATE 7,10:PRINT"¿Desea entrar con el valor de potencia o de corriente?"

630 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 9,10:PRINT" P";:COLOR 0,7:PRINT"otencia. "

640 COLOR 20,7:LOCATE 10,10:PRINT" C";:COLOR 0,7:PRINT"orriente.
"

650 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("PCpc",Q\$):IF Q=0 GOTO 680

660 BEEP:ON Q GOSUB 690,980,690,980

670 WEND

680 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 8,10:PRINT"Error, oprima la tecla de la letra resaltada en su elección.":GOTO 650

690 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 0,7:LOCATE 12,10:PRINT"Valores ";:COLOR 20,7:PRINT"p";:COLOR 0,7:PRINT"ico. "

700 LOCATE 13,10:PRINT"Valores ";:COLOR 20,7:PRINT"e";:COLOR 0,7:PRINT"ficas. "

710 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("PEpe",Q\$):IF Q=0 GOTO 740

720 BEEP:ON Q GOSUB 750,770,750,770

730 WEND

740 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 8,10:PRINT "Error, oprima la tecla de la letra resaltada en su elección.":GOTO 710

750 COLOR 15,9:LOCATE 15,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor del voltaje pico":LOCATE 15,65:PRINT"voltios.":COLOR 15,9:LOCATE 15,50:INPUT A

760 V=A/1.4142:GOTO 790

770 COLOR 15,9:LOCATE 15,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor del voltaje eficaz":LOCATE 15,65:PRINT"voltios.":COLOR 15,9:LOCATE 15,50:INPUT V

Capítulo Quinto

780 $A = 1.4142 * V$

790 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor de la potencia real":LOCATE 16,65:PRINT"watts.":COLOR 15,9:LOCATE 16,50:INPUT P

800 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el factor de potencia (0 a 1)"::COLOR 15,9:INPUT G

810 IF V=0 GOTO 850

820 IF G=0 GOTO 900

830 IF G>1 GOTO 960: IF G<0 GOTO 960

840 $I = P / (V * G)$: $B = 1.4142 * I$: $S = V * I$: $Q = \text{SQR}(S^2 - P^2)$:GOTO 1130

850 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 31,9:CLS:SOUND 120,3:LOCATE 3,30:PRINT"El voltaje es igual a cero."

860 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"En el caso propuesto el voltaje es igual a cero, por lo que la":LOCATE 6,10:PRINT"corriente y las potencias real, reactiva y aparente"

870 LOCATE 7,10:PRINT"toman un valor de 0.":LOCATE 9,10:PRINT"Para realizar estos cálculos se requiere un valor de voltaje."

880 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR 0,7:PRINT"alir. ":GOTO 1240

890 WEND

900 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 31,9:CLS:SOUND 120,3:LOCATE 3,25:PRINT"El factor de potencia es igual a cero."

910 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"En el caso propuesto el factor de potencia es igual a cero, por":LOCATE 6,10:PRINT"lo que la potencia real vale también cero y se tienen datos"

920 LOCATE 7,10:PRINT"insuficientes. ":LOCATE 9,10:PRINT"Utilize la
 opción de ofrecer el dato de corriente o introduzca un"
 930 LOCATE 10,10:PRINT"valor muy pequeño de factor de potencia
 indicando que $P=0$ para hacer":LOCATE 11,10:PRINT"una
 aproximación."
 940 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
 principal. ";:COLOR 20,7:PRINT"s";:COLOR 0,7:PRINT"alir. ":GOTO
 1240
 950 WEND
 960 SOUND 120,3:LOCATE 8,10:COLOR 31,9:PRINT"Error, vuelva a
 introducir los valores. ",SPACE\$(20)
 970 COLOR 3,9:LOCATE 10,10:PRINT SPACE\$(250);:PRINT
 SPACE\$(250):GOTO 630
 980 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 0,7:LOCATE 12,10:PRINT"Valores
 ";:COLOR 20,7:PRINT"p";:COLOR 0,7:PRINT"ico. "
 990 LOCATE 13,10:PRINT"Valores ";:COLOR 20,7:PRINT"e";:COLOR
 0,7:PRINT"ficaces. "
 1000 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("PEpe",Q\$):IF Q=0 GOTO 1030
 1010 BEEP:ON Q GOSUB 1040,1070,1040,1070
 1020 WEND
 1030 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 11,10:PRINT"Error, oprima la
 tecla de la letraresaltada en su elección. ":GOTO 1000
 1040 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
 el voltaje pico":LOCATE 15,65:PRINT"voltios. ":COLOR 15,9:LOCATE
 15,50:INPUT A

Capítulo Quinto

1050 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la corriente pico":LOCATE 16,65:PRINT"amperios. ":LOCATE 16,50:COLOR 15,9:INPUT B:

1060 $V=A/1.4142$: $I=B/1.4142$:GOTO 1100

1070 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el voltaje eficaz":LOCATE 15,65:PRINT"voltios. ":COLOR 15,9:LOCATE 15,50:INPUT V

1080 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la corriente eficaz":LOCATE 16,65:PRINT"amperios. ":COLOR 15,9:LOCATE 16,50:INPUT I:

1090 $A=1.4142*V$: $B=1.4142*I$

1100 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el factor de potencia (0 a 1)":COLOR 15,9:INPUT G

1110 IF G > 1 GOTO 960: IF G < 0 GOTO 960

1120 $P=V*I*G$: $S=V*I$: $Q=SQR(S^2-P^2)$

1130 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Potencia en sistemas de C.A. monofásicos. "

1140 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Valores pico de voltaje y corriente. "

1150 COLOR 15,9:LOCATE 6,10:PRINT"Vm = ";A;"volts pico. ":LOCATE 7,10:PRINT"Im = ";B;"AMPERIOS PICO. "

1160 COLOR 3,9:LOCATE 8,10:PRINT"Valores instantaneos de voltaje y corriente. "

1170 COLOR 15,9:LOCATE 9,10:PRINT"v = ";A;"sen wt volts inst. ":LOCATE 10,10:PRINT"i = ";B;"sen (wt + @) amperios inst. "

1180 COLOR 3,9:LOCATE 11,10:PRINT"Valores eficaces de voltaje y corriente. "

```

1190 COLOR 15,9:LOCATE 12,10:PRINT"V=";V;"volts rms.":LOCATE
13,10:PRINT"I=";I;"amperios rms."
1200 COLOR 3,9:LOCATE 14,10:PRINT"Potencia real.":COLOR
15,9:LOCATE 15,10:PRINT"P=V*I*cos@=";P;"watts."
1210 COLOR 3,9:LOCATE 16,10:PRINT"Potencia reactiva.":COLOR
15,9:LOCATE 17,10:PRINT"Q=V*I*sen @=";Q;"vars."
1220 COLOR 3,9:LOCATE 18,10:PRINT"Potencia aparente.":COLOR
15,9:LOCATE 19,10:PRINT"S=V*I=";S;"voltamperios."
1230 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 21,10:PRINT"
M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal. ";:COLOR
20,7:PRINT"S";:COLOR 0,7:PRINT"alir."
1240 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MSms",Q$):IF Q=0 GOTO 1270
1250 BEEP:ON Q GOSUB 410,310,410,310
1260 WEND
1270 SOUND 120,3:LOCATE 20,10:COLOR 31,9:PRINT"Error, oprima la
tecla de su elección.":GOTO 1240
1280 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,15:PRINT"Potencia en sistemas de C.A.
trifásicos equilibrados."
1290 COLOR 3,9:LOCATE 3,10:PRINT"Obtención de la potencia real,
reactiva y aparente partiendo":LOCATE 4,10:PRINT"del voltaje, la corriente
y el factor de potencia. En caso de":LOCATE 5,10:PRINT"oprimir la tecla
RETURN sin ofrecer un valor se toma un cero
1300 LOCATE 7,10:PRINT"¿Desea entrar con el valor de potencia o de
corriente?"
1310 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 9,10:PRINT"
P";:COLOR 0,7:PRINT"otencia. "

```

1190 COLOR 15,9:LOCATE 12,10:PRINT"V=";V;"volts rms.":LOCATE
13,10:PRINT"I=";I;"amperios rms. "

1200 COLOR 3,9:LOCATE 14,10:PRINT"Potencia real.":COLOR
15,9:LOCATE 15,10:PRINT"P=V*I*cos@=";P;"watts. "

1210 COLOR 3,9:LOCATE 16,10:PRINT"Potencia reactiva.":COLOR
15,9:LOCATE 17,10:PRINT"Q=V*I*sen @=";Q;"vars. "

1220 COLOR 3,9:LOCATE 18,10:PRINT"Potencia aparente.":COLOR
15,9:LOCATE 19,10:PRINT"S=V*I=";S;"voltamperios. "

1230 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 21,10:PRINT"
M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal. ""::COLOR
20,7:PRINT"S";:COLOR 0,7:PRINT"alir. "

1240 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("MSms",Q\$):IF Q=0 GOTO 1270

1250 BEEP:ON Q GOSUB 410,310,410,310

1260 WEND

1270 SOUND 120,3:LOCATE 20,10:COLOR 31,9:PRINT"Error, oprima la
tecla de su elección.":GOTO 1240

1280 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,15:PRINT"Potencia en sistemas de C.A.
trifásicos equilibrados. "

1290 COLOR 3,9:LOCATE 3,10:PRINT"Obtención de la potencia real,
reactiva y aparente partiendo":LOCATE 4,10:PRINT"del voltaje, la corriente
y el factor de potencia. En caso de":LOCATE 5,10:PRINT"oprimir la tecla
RETURN sin ofrecer un valor se toma un cero

1300 LOCATE 7,10:PRINT"¿Desea entrar con el valor de potencia o de
corriente?"

1310 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 9,10:PRINT"
P";:COLOR 0,7:PRINT"otencia. "

Capítulo Quinto

1320 COLOR 20,7:LOCATE 10,10:PRINT" C";:COLOR
0,7:PRINT"oriente. "

1330 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("PCpc",Q\$):IF Q=0 GOTO 1360

1340 BEEP:ON Q GOSUB 1370,1550,1370,1550

1350 WEND

1360 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 8,10:PRINT"Error, oprima la
tecla de la letra resaltada en su elección.":GOTO 1330

1370 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 0,7:LOCATE 12,10:PRINT " Voltaje
entre ";:COLOR 20,7:PRINT"f";:COLOR 0,7:PRINT"ases. "

1380 LOCATE 13,10:PRINT " Voltaje de fase a ";:COLOR
20,7:PRINT"n";:COLOR 0,7:PRINT"entro. "

1390 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("FNfn",Q\$):IF Q=0 GOTO 1420

1400 BEEP:ON Q GOSUB 1430,1450,1430,1450

1410 WEND

1420 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 8,10:PRINT "Error, oprima la
tecla de la letra resaltada en su elección.":GOTO 1390

1430 COLOR 15,9:LOCATE 15,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
el valor del voltaje entre fases":LOCATE 15,70:PRINT"voltios.":COLOR
15,9:LOCATE 15,55:INPUT A

1440 V=A/1.732:GOTO 1470

1450 COLOR 15,9:LOCATE 15,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
el voltaje de fase a neutro":LOCATE 15,70:PRINT"voltios.":COLOR
15,9:LOCATE 15,55:INPUT V

1460 A=1.732*V

1470 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor de la
potencia real":LOCATE 16,70:PRINT"watts.":COLOR 15,9:LOCATE
16,55:INPUT P

```

1480 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el factor de
potencia (0 a 1)";:COLOR 15,9:INPUT G
1490 IF V=0 THEN GOTO 850
1500 IF G=0 THEN GOTO 900
1510 IF G>1 GOTO 1530:IF G<0 GOTO 1530
1520 I=P/(3*V*G):S=3*V*I:Q=SQR(S^2-P^2):GOTO 1690
1530 SOUND 120,3:LOCATE 8,10:COLOR 31,9:PRINT"Error, vuelva a
introducir los valores.",SPACE$(20)
1540 COLOR 3,9:LOCATE 10,10:PRINT SPACE$(250);:PRINT
SPACE$(250):GOTO 1310
1550 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 0,7:LOCATE 12,10:PRINT" Voltaje
entre ";:COLOR 20,7:PRINT"f";:COLOR 0,7:PRINT"ases. "
1560 LOCATE 13,10:PRINT" Voltaje fase a ";:COLOR
20,7:PRINT"n";:COLOR 0,7:PRINT"entro. "
1570 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("FNfn",Q$):IF Q=0 GOTO 1600
1580 BEEP:ON Q GOSUB 1610,1630,1610,1630
1590 WEND
1600 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 11,10:PRINT"Error, oprima la
tecla de la letra resaltada en su elección.":GOTO 1570
1610 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
el voltaje entre fases":LOCATE 15,65:PRINT"voltios.":COLOR
15,9:LOCATE 15,50:INPUT A
1620 V=A/1.732:GOTO 1650
1630 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
el voltaje de fase a neutro":LOCATE 15,65:PRINT"voltios.":COLOR
15,9:LOCATE 15,50:INPUT V
1640 A=1.732*V

```

Capítulo Quinto

1650 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la corriente de una fase":LOCATE 16,65:PRINT"amperios.":LOCATE 16,50:COLOR 15,9: INPUT I

1660 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el factor de potencia (0 a 1)":COLOR 15,9:INPUT G

1670 IF G > 1 GOTO 1530: IF G < 0 GOTO 1530

1680 $P = 3 * V * I * G$: $S = 3 * V * I$: $Q = \text{SQR}(S^2 - P^2)$

1690 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,15:PRINT"Potencia en sistemas de C.A. trifásicos equilibrados. "

1700 COLOR 3,9:LOCATE 4,15:PRINT"Voltaje y corriente trifásicas instantaneas. "

1710 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"va = ";2*V;"sen wt":LOCATE 6,10:PRINT"ia = ";2*I;"sen (wt + @)":LOCATE 7,10:PRINT"vb = ";2*V;"sen (wt - 120)"

1720 LOCATE 8,10:PRINT"ib = ";2*I;"sen (wt - @ - 120)":LOCATE 9,10:PRINT"vc = ";2*V;"sen (wt + 120)":LOCATE 10,10:PRINT"ic = ";2*I;"sen (wt + @ + 120)"

1730 COLOR 3,9:LOCATE 11,10:PRINT"Voltaje fase a neutro.":LOCATE 12,10:COLOR 15,9:PRINT"V = Va = Vb = Vc = ";V;"voltios. "

1740 COLOR 3,9:LOCATE 13,10:PRINT"Corriente en cada fase.":LOCATE 14,10:COLOR 15,9:PRINT"I = Ia = Ib = Ic = ";I;"amperios. "

1750 COLOR 3,9:LOCATE 15,10:PRINT"Voltaje entre fases.":LOCATE 16,10:COLOR 15,9:PRINT"Vab = Vac = Vbc = ";A;"voltios. "

1760 Z = 2:WHILE Z >= 1:LOCATE 21,10:COLOR 0,7:PRINT"Oprima cualquier tecla para continuar. "

1770 Z\$ = INPUT\$(1):Z = INSTR(" ",Z\$)

1780 IF Z = 0 GOTO 1790

1790 WEND

1800 BEEP:COLOR 14,9:CLS:LOCATE 2,15:PRINT"Potencia en sistemas de C.A. trifásicos equilibrados."

1810 COLOR 3,9:LOCATE 4,10:PRINT"Potencia real.":LOCATE 5,10:COLOR 15,9:PRINT" $P=3*V_a*I_a*\cos @=3^(1/2)*V_{ab}*I_a*\cos @=";$ P;"watts. "

1820 COLOR 3,9:LOCATE 6,10:PRINT"Potencia reactiva.":LOCATE 7,10:COLOR 15,9:PRINT" $Q=3*V_a*I_a*\text{sen } @=3^(1/2)*V_{ab}*I_a*\text{sen } @=";$ Q;"vars. "

1830 COLOR 3,9:LOCATE 8,10:PRINT"Potencia aparente.":LOCATE 9,10:COLOR

15,9:PRINT" $S=3*V_a*I_a=3^(1/2)*V_{ab}*I_a=";$ S;"voltamperios. "

1840 Q=2:WHILE Q>=1:COLOR 20,7:LOCATE 21,10:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu principal. ";:COLOR 20,7:PRINT"P";:COLOR 0,7:PRINT"ágina anterior. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR 0,7:PRINT"alir. "

1850 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("MPSmps",Q\$):IF Q=0 GOTO 1880

1860 BEEP: ON Q GOSUB 410,1690,310,410,1690,310

1870 WEND

1880 SOUND 120,3:LOCATE 20,10:COLOR 31,9:PRINT"Error, oprima la tecla de su elección.":GOTO 1850

1890 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,35:PRINT"Impedancia.":COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite obtener el valor de una impedancia partiendo de los "0!

1900 LOCATE 6,10:PRINT"valores propios de la linea.":LOCATE 8,10:PRINT"¿Conoce los valores de...?"

Capítulo Quinto

```
1910 Q=2:WHILE Q>=1:LOCATE 10,10:COLOR 20,7:PRINT"  
I";:COLOR 0,7:PRINT"nductancia y/o capacitancia. "  
1920 LOCATE 11,10:COLOR 20,7:PRINT" R";:COLOR  
0,7:PRINT"eactancia inductiva y/o capacitiva. ":COLOR 3,9:LOCATE  
13,10:PRINT"Si solo conoce la resistencia oprima la primera opción."  
1930 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IRir",Q$):IF Q=0 GOTO 1960  
1940 BEEP:ON Q GOSUB 1970,2050,1970,2050  
1950 WEND  
1960 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 9,10:PRINT"Cometio un error,  
vuelva a intentarlo.":GOTO 1930  
1970 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es  
el valor de la inductancia":LOCATE 15,65:PRINT"Henrios.":LOCATE  
15,55:COLOR 15,9:INPUT D  
1980 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor de la  
capacitancia " :LOCATE 16,65:PRINT"Faradios.":LOCATE 16,55:COLOR  
15,9:INPUT E  
1990 IF E=0 GOTO 2020  
2000 C=1/(376.9911*E)  
2010 GOTO 2030  
2020 C=0  
2030 I=376.9911*D  
2040 GOTO 2120  
2050 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es  
el valor de reactancia inductiva":LOCATE 15,65:PRINT"Ohms.":LOCATE  
15,55:COLOR 15,9:INPUT I
```

```

2060 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor de la
reactancia capacitiva":LOCATE 16,65:PRINT"Ohms.":LOCATE
16,55:COLOR 15,9:INPUT C
2070 IF C=0 GOTO 2100
2080 E=1/(376.9911*C)
2090 GOTO 2110
2100 E=0
2110 D=1/376.9911
2120 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el valor de la
resistencia":LOCATE 17,65:PRINT"Ohms.":LOCATE 17,55:COLOR
15,9:INPUT R
2130 IF R=0 GOTO 2160
2140 H=ATN ((I-C)/R):J=H*57.2957
2150 GOTO 2170
2160 J=0
2170 Z=SQR(R^2+(I-C)^2):G=COS(H)
2180 COLOR 14,9:CLS:BEEP:LOCATE 3,30:PRINT"Impedancia."
2190 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Resistencia: ";:COLOR
15,9:PRINT"R=";R;:COLOR 3,9:PRINT" ohmios."
2200 LOCATE 6,10:PRINT"Inductancia: ";:COLOR
15,9:PRINT"I=";D;:COLOR 3,9:PRINT" henrios."
2210 LOCATE 7,10:PRINT"Capacitancia: ";:COLOR
15,9:PRINT"C=";E;:COLOR 3,9:PRINT" faradios."
2220 LOCATE 8,10:PRINT"Reactancia inductiva: ";:COLOR
15,9:PRINT"Xi=";I;:COLOR 3,9:PRINT" ohmios."
2230 LOCATE 9,10:PRINT"Reactancia capacitiva: ";:COLOR
15,9:PRINT"Xc=";C;:COLOR 3,9:PRINT" ohmios."

```

Capítulo Quinto

```
2240 LOCATE 11,10:PRINT"Factor de potencia: ";:COLOR
15,9:PRINT"f.p. = ";G
2250 LOCATE 13,10:COLOR 3,9:PRINT"Modulo de la impedancia:
";:COLOR 15,9:PRINT"/Z/ = ";Z
2260 LOCATE 14,10:COLOR 3,9:PRINT"Argumento de la impedancia:
";:COLOR 15,9:PRINT"@ = ";J,:COLOR 3,9:PRINT"grados."
2270 LOCATE 15,10:PRINT"Angulo en radianes: ";:COLOR
15,9:PRINT"@ = ";H,:COLOR 3,9:PRINT"radianes."
2280 LOCATE 17,10:PRINT"Impedancia: ";:COLOR
15,9:PRINT"Z = ";R;" + j";I-C;" = "/" ;Z;" / ANG";J,:COLOR
3,9:PRINT"OHMIOS."
2290 LOCATE 19,10:COLOR 14,9
2300 IF C=0 GOTO 2340
2310 IF I=0 GOTO 2400
2320 IF R=0 GOTO 2430
2330 PRINT"Circuito RLC (Resistivo, inductivo y capacitivo).":GOTO 1230
2340 IF I=0 GOTO 2370
2350 IF R=0 GOTO 2390
2360 PRINT"Circuito RL (Resistivo, inductivo).":GOTO 1230
2370 IF R=0 GOTO 1230
2380 PRINT"Circuito Resistivo.":GOTO 1230
2390 PRINT"Circuito Inductivo.":GOTO 1230
2400 IF R=0 GOTO 2420
2410 PRINT"Circuito RC (Resistivo, capacitivo.):":GOTO 1230
2420 PRINT"Circuito Capacitivo.":GOTO 1230
2430 PRINT"Circuito LC (Inductivo, capacitivo.):":GOTO 1230
2440 ' Potencia compleja
```

2450 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,35:PRINT"Potencia Compleja."

2460 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite calcular los valores de potencia compleja partiendo de"

2470 LOCATE 6,10:PRINT"los valores de voltaje, corriente e impedancia."

2480 LOCATE 8,10:PRINT"¿Desea entrar con valores de...?"

2490 Q=2:WHILE Q>=1:LOCATE 11,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mpedancia y corriente. "

2500 LOCATE 12,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR 0,7:PRINT"orriente y voltaje. "

2510 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("ICic",Q\$)

2520 IF Q=0 GOTO 2550

2530 BEEP:ON Q GOSUB 2560,2630,2560,2630

2540 WEND

2550 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 9,10:PRINT"Error, vuelva a introducir los valores. ":GOTO 2510

2560 LOCATE 14,10:COLOR 3,9:PRINT"Indique el valor de la impedancia."

2570 LOCATE 15,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Parte real... ";:COLOR 15,9:INPUT R

2580 LOCATE 16,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Parte imaginaria... ";:COLOR 15,9:INPUT X

2590 LOCATE 18,10:COLOR 3,9:PRINT"Indique el valor de la corriente."

2600 LOCATE 19,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Parte real... ";:COLOR 15,9:INPUT C

2610 LOCATE 20,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Parte imaginaria... ";:COLOR 15,9:INPUT D

Capítulo Quinto

2620

$I = \text{SQR}(C^2 + D^2)$; $P = R * I^2$; $Q = X * I^2$; $S = \text{SQR}(P^2 + Q^2)$; $H = \text{ATN}(Q/P)$;
 $J = H * 57.2957$; **GOTO** 2710

2630 **LOCATE** 14,10; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Indique el valor del voltaje."

2640 **LOCATE** 15,10; **COLOR** 15,9; **PRINT** "¿"; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Parte
real..."; **COLOR** 15,9; **INPUT** A

2650 **LOCATE** 16,10; **PRINT** "¿"; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Parte
imaginaria..."; **COLOR** 15,9; **INPUT** B

2660 **LOCATE** 18,10; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Indique el valor de la
corriente...";

2670 **LOCATE** 19,10; **COLOR** 15,9; **PRINT** "¿"; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Parte
real..."; **COLOR** 15,9; **INPUT** C

2680 **LOCATE** 20,10; **PRINT** "¿"; **COLOR** 3,9; **PRINT** "Parte
imaginaria..."; **COLOR** 15,9; **INPUT** D

2690

$L = \text{ATN}(B/A)$; $M = \text{ATN}(D/C)$; $V = \text{SQR}(A^2 + B^2)$; $I = \text{SQR}(C^2 + D^2)$; $P = V * I * \text{COS}(L - M)$

2700

$Q = V * I * \text{SIN}(L - M)$

$S = \text{SQR}(P^2 + Q^2)$; $H = \text{ATN}(Q/P)$; $J = H * 57.2957$; **GOTO** 2710

2710 **COLOR** 14,9; **CLS**; **LOCATE** 3,35; **PRINT** "Potencia compleja."

2720 **COLOR** 3,9; **LOCATE** 5,10; **PRINT** "Potencia real."; **LOCATE**
6,10; **COLOR** 15,9; **PRINT** "P = "; P; "watts."

2730 **COLOR** 3,9; **LOCATE** 7,10; **PRINT** "Potencia reactiva."; **LOCATE**
8,10; **COLOR** 15,9; **PRINT** "Q = "; Q; "vars."

2740 **COLOR** 3,9; **LOCATE** 9,10; **PRINT** "Modulo de la potencia
aparente."; **COLOR** 15,9; **LOCATE** 10,10; **PRINT** "S/ = "; S; "voltamperios."

2750 COLOR 3,9:LOCATE 11,10:PRINT"Angulo de la potencia
aparente. ":COLOR 15,9:LOCATE 12,10:PRINT"@=";J;"grados. "

2760 COLOR 3,9:LOCATE 13,10:PRINT"Angulo de la potencia aparente en
radianes. ":COLOR 15,9:LOCATE 14,10:PRINT"@=";H;"radianes. "

2770 COLOR 3,9:LOCATE 16,10:PRINT"Potencia aparente
compleja. ":COLOR 15,9:LOCATE 17,10:PRINT"S=";P;" + j";Q

2780 GOTO 1230

5.11 PROGRAMA AYUGEN.EXE

AYUGEN.EXE es un programa que permite que se desplieguen a gusto del usuario las diferentes páginas con que cuenta el archivo AYUGEN.

El programa de ayuda general puede ser solicitado por el usuario desde el menú principal del paquete.

5.12 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE AYUGEN.BAS

A continuación se ofrece el listado del programa AYUGEN.EXE tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos.

```
2 A=0
5 DIM AG$(100)
10 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS
20 LOCATE 3,35:PRINT"Ayuda General."
25 COLOR 3,9:PRINT
30 OPEN "i",#1,"AYUGEN"
40 FOR I=1 TO 16
50 INPUT #1,AG$(I)
60 PRINT TAB(10) AG$(I)
70 NEXT I
80 Q=2:WHILE Q>=1
90 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente."
"::COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
100 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SRsr",Q$)
110 IF Q=0 GOTO 140
120 BEEP:ON Q GOSUB 160,150,160,150
```

Capítulo Quinto

130 WEND

140 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 100

150 RUN "BASICOS.BAS"

160 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,35:PRINT"Ayuda General. "

165 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=17 TO 28

170 IF A=0 THEN INPUT #1,AG\$(I)

180 PRINT TAB(10) AG\$(I)

190 NEXT I

200 Q=2:WHILE Q>=1

210 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.

";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior. ""::COLOR

20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "

220 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("SARsar",Q\$)

230 IF Q=0 GOTO 260

240 BEEP:ON Q GOSUB 270,265,150,270,265,150

250 WEND

260 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 220

265 CLOSE #1:GOTO 10

270 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,35:PRINT"Ayuda General. "

280 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=28 TO 38

290 IF B=0 THEN INPUT #1,AG\$(I)

300 PRINT TAB(10) AG\$(I)

310 NEXT I

320 Q=2:WHILE Q>=1

```

330 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.      ";:COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
340 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
350 IF Q=0 GOTO 380
360 BEEP:ON Q GOSUB 390,381,150,390,381,150
370 WEND
380 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 340
381 A=1:GOTO 160
390 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,35:PRINT"Ayuda General. "
400 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=39 TO 49
410 IF B=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
420 PRINT TAB(10) AG$(I)
430 NEXT I
440 Q=2:WHILE Q>=1
450 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
460 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ARar",Q$)
470 IF Q=0 GOTO 500
480 BEEP:ON Q GOSUB 510,150,510,150
490 WEND
500 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 460
510 B=1:GOTO 270

```

Capítulo Quinto

5.13 ARCHIVO AYUGEN.

El archivo AYUGEN es un archivo en modo texto en el que se da información general acerca del paquete de programación y de las partes que lo constituyen y puede ser visto haciendo correr el programa AYUGEN.EXE desde el menú principal del paquete.

5.14 LISTADO DEL ARCHIVO AYUGEN.

A continuación se ofrece el contenido íntegro del archivo AYUGEN tal y como aparece en el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos:

El SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS es un paquete de programación realizado en el año de 1991 por Diego Arjona Argüelles para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el área de Ingeniería Eléctrica y Electrónica bajo la dirección del Ing. Arturo Morales Collantes.

El paquete está hecho en BASIC y procura satisfacer las necesidades docentes de las materias de Sistemas Eléctricos de Potencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A continuación se ofrece una breve explicación de los temas que se presentan en el SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS indicando las principales consideraciones para su manejo así como su alcance y requerimientos.

Capítulo Quinto

Para seleccionar una de las opciones que se ofrecen en los menús que se presentan en todo el paquete se deberá oprimir en el tablero la letra resaltada correspondiente a la elección que se haya hecho.

CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA.-

Permite el repaso y el cálculo de algunos de los conceptos fundamentales en el estudio de la energía eléctrica como el cálculo de la potencia la corriente o la impedancia.

Solicitando en el menú principal esta opción y entrando en la opción de ayuda se puede obtener mayor información.

FLUJOS DE POTENCIA.-

Permite el cálculo de los flujos de potencia en un sistema de energía eléctrica partiendo de los valores propios de las líneas y de los transformadores así como de datos iniciales de voltaje y potencia en los nodos. Estos datos se deben ofrecer en por unidad.

Solicitando la opción de ayuda del programa de flujos se puede obtener mayor información.

CALCULO DE FALLAS.-

Realiza el cálculo de las fallas tanto trifásicas como monofá-

sicas en un sistema de potencia a partir de los valores de las líneas transformadores y generadores.

Obtiene las corrientes de corto circuito en cualquiera de los nodos así como las aportaciones de todos los elementos al ocurrir una falla.

Solicitando la opción de ayuda en el menu de fallas se puede obtener mayor información.

5.15 PROGRAMA AYUBAS.EXE

AYUBAS.EXE es un programa que permite que se desplieguen a gusto del usuario las diferentes páginas con que cuenta el archivo AYUBAS

El programa de ayuda de cálculos básicos puede ser solicitado por el usuario eligiendo la opción AYUDA en el menú de características básicas del paquete.

5.16 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE AYUBAS.BAS

A continuación se ofrece el listado del programa AYUBAS.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos.

```
10 A=0:B=0:C=0
20 DIM AB$(100)
30 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS
40 LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda conceptos básicos."
50 COLOR 3,9:PRINT
60 OPEN "I",#1,"AYUBAS"
70 FOR I=1 TO 11
80 INPUT #1,AB$(I)
90 PRINT TAB(10) AB$(I)
100 NEXT I
110 Q=2:WHILE Q>=1
120 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
130 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SRsr",Q$)
140 IF Q=0 GOTO 170
150 BEEP:ON Q GOSUB 190,180,190,180
```

Capítulo Quinto

160 WEND

170 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 130

180 RUN"Basicos.bas"

190 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda conceptos básicos."

200 COLOR 3,9:PRINT

210 FOR I=12 TO 28

220 IF A=0 THEN INPUT #1,AB\$(I)

230 PRINT TAB(10) AB\$(I)

240 NEXT I

250 Q=2:WHILE Q>=1

260 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.

";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"merior. ""::COLOR

20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "

270 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("SARsar",Q\$)

280 IF Q=0 GOTO 310

290 BEEP:ON Q GOSUB 330,320,180,330,320,180

300 WEND

310 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 270

320 CLOSE #1:GOTO 30

330 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda conceptos básicos."

340 COLOR 3,9:LOCATE 5,1

350 FOR I=29 TO 43

360 IF A=0 THEN INPUT #1,AB\$(I)

370 PRINT TAB(10) AB\$(I)

380 NEXT I

```

390 A=1
400 Q=2:WHILE Q>=1
410 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior. ";:COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
420 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
430 IF Q=0 GOTO 460
440 BEEP:ON Q GOSUB 480,470,180,480,470,180
450 WEND
460 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 420
470 A=1:GOTO 190
480 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda conceptos básicos."
490 COLOR 3,9:LOCATE 4,1
500 FOR I=44 TO 62
510 IF B=0 THEN INPUT #1,AB$(I)
520 PRINT TAB(10) AB$(I)
530 NEXT I
540 Q=2:WHILE Q>=1
550 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior. ";:COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
560 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
570 IF Q=0 GOTO 600
580 BEEP:ON Q GOSUB 620,610,180,620,610,180
590 WEND

```

Capítulo Quinto

```
600 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 560
610 B=1:GOTO 330
620 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda conceptos básicos."
630 COLOR 3,9:LOCATE 4,1
640 FOR I=63 TO 74
650 IF C=0 THEN INPUT #1,AB$(I)
660 PRINT TAB(10) AB$(I)
670 NEXT I
680 Q=2:WHILE Q>=1
690 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
700 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ARar",Q$)
710 IF Q=0 GOTO 740
720 BEEP:ON Q GOSUB 750,180,750,180
730 WEND
740 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 700
750 B=1:C=1:GOTO 480
```

5.17 ARCHIVO AYUBAS.

El archivo AYUBAS es un archivo en modo texto en el que se da información acerca de las opciones del menú de características básicas de los sistemas de energía eléctrica y es desplegado al solicitar la opción de ayuda desde este menú.

5.18 LISTADO DEL ARCHIVO AYUBAS.

A continuación se ofrece el contenido del archivo AYUBAS tal y como aparece en el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos:

*El uso de este programa permite repasar algunos de los
cono-
son
cimientos básicos de la ingeniería eléctrica que si bien
faciles de calcular nos permiten familiarizarnos con el
uso
de este paquete de programación.*

*Para elegir cualquiera de las opciones que se ofrecen se
de-
berá oprimir en el tablero la letra resaltada
correspondiente
a la selección.*

*Mediante este programa se pueden hacer varios calculos
que se
detallaran a continuación.*

POTENCIA EN SISTEMAS DE C.A. MONOFASICOS.-

Presenta la opción de entrar con valores de corriente o de potencia así como de entrar con valores pico o valores eficaces de voltaje.

Para ingresar los valores de los datos que se solicitará con escribir los números una vez que se les haya requerido y apretar la tecla ENTER.

Al ofrecer estos datos obtendremos:

- 1.- Valores pico de voltaje y corriente.
- 2.- Valores instantaneos de voltaje y corriente.
- 3.- Valores eficaces de voltaje y corriente.
- 4.- La potencia real.
- 5.- La potencia reactiva.
- 6.- La potencia aparente.

POTENCIA EN SISTEMAS DE C.A. TRIFASICOS EQUILIBRADOS.-

Presenta la opción de entrar con valores de corriente o de potencia así como de entrar con valores de voltaje entre

Capítulo Quinto

fases o de fase a neutro.

Con estos valores y con el factor de potencia se pueden

obtener:

- 1.- Voltajes y corrientes trifásicas instantaneas.*
- 2.- Voltaje de fase a neutro.*
- 3.- Voltaje entre fases.*
- 4.- La corriente en cada fase.*
- 5.- La potencia real.*
- 6.- La potencia reactiva.*
- 7.- La potencia aparente.*

IMPEDANCIA.-

*Permite entrar ya sea con los valores de capacitancia o indu-
ctancia o con los correspondientes de reactancia inductiva y
de reactancia capacitiva.*

Ofreciendo estos valores y el de la resistencia se puede ob-

tener:

- 1.- Resistencia.*
- 2.- Inductancia.*
- 3.- Capacitancia.*
- 4.- Reactancia Inductiva.*

- 5.- *Reactancia Capacitiva.*
- 6.- *Factor de Potencia.*
- 7.- *Modulo de la Impedancia.*
- 8.- *Argumento de la Impedancia.*
- 9.- *Angulo en radianes.*
- 10.- *Impedancia.*
- 11.- *Tipo de Circuito.*

POTENCIA COMPLEJA.-

Presenta la opción de entrar ya sea con valores de impedancia y corriente o bien con los de corriente y voltaje (valores complejos) y podemos obtener:

- 1.- *La Potencia Real.*
- 2.- *La Potencia Reactiva.*
- 3.- *Modulo de la Potencia Aparente.*
- 4.- *Angulo de la Potencia Aparente.*
- 5.- *Angulo de la Potencia Aparente en Radianes.*
- 6.- *Potencia Compleja.*

5.19 PROGRAMA FALLATRI.EXE

Este programa fue diseñado para realizar estudios de corto circuito y se refiere al caso de la falla trifásica, para entrar al programa se debe solicitar la opción de CALCULO DE FALLAS del menú principal oprimiendo la letra F en el tablero. El programa comienza con un menú en el cual se puede solicitar ayuda, el cálculo de una falla trifásica o el de una falla monofásica, para este último caso se llama al programa FALLAMON.EXE.

El programa tiene un editor de datos interactivo en los que el usuario podrá alimentar la información del problema que deseé resolver. Esta información debe estar en por unidad y la manera de conformar y ofrecer los datos esta descrita en el Manual del Usuario. Estos datos podrán ser guardados dentro de un archivo cuyo nombre será determinado por el usuario para hacer cambios en el problema o volver a repetirlo en cualquier momento.

Una vez que la información haya sido cargada el programa la utilizará para formar la matriz de admitancias de bus YBUS por inspección y a partir de ella podrá formar la matriz de impedancias de bus ZBUS por algoritmo como se muestra en el listado del programa. Para el cálculo de una instalación eléctrica pequeña se hace uso también de la matriz

RBUS (matriz de resistencias de bus) en el caso de las grandes líneas se debe alimentar con ceros la información sobre las resistencias por ser estas despreciables y no tomar en cuenta la matriz RBUS que será una copia de ZBUS.

Habiendo formado estas matrices el programa calcula la corriente de falla en por unidad y la relación X/R para el caso de las instalaciones pequeñas (para las grandes líneas $X/R=1$ pero no debe tomarse en cuenta).

Se presenta luego otro menú en el que se podrá elegir entre las aportaciones de todos los elementos del sistema a la corriente de falla en por unidad y los valores de corriente de falla y de aportaciones referidos a la base de cualquier nodo de la red.

El programa presenta la opción de imprimir todos los datos y resultados y trae señales de los errores más comunes.

Capítulo Quinto

5.20 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE FALLATRI.BAS

A continuación se presenta el listado del Programa FALLATRI.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos:

```
10 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS:LOCATE 5,25:PRINT" Cálculo de fallas. "  
20 LOCATE 7,10:COLOR 3,9:PRINT" Obtención de los parámetros  
fundamentales de las fallas "  
30 LOCATE 8,10:PRINT" trifásicas y monofásicas. "  
40 LOCATE 10,10:PRINT" Elija una opción. "  
50 Q=2:WHILE Q>1  
60 LOCATE 12,10:COLOR 0,7:PRINT" Sistemas en por";:COLOR  
20,7:PRINT" u";:COLOR 0,7:PRINT" nidad. "  
70 LOCATE 13,10:COLOR 0,7:PRINT" Falla ";:COLOR  
20,7:PRINT" i";:COLOR 0,7:PRINT" rifásica. "  
80 LOCATE 14,10:COLOR 0,7:PRINT" Falla m";:COLOR  
20,7:PRINT" o";:COLOR 0,7:PRINT" nofásica. "  
90 LOCATE 15,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT" emu  
principal. "  
100 LOCATE 16,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT" alir.  
"  
110 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("UTOMSutoms",Q$)  
120 IF Q=0 GOTO 150
```

```

130 BEEP:ON Q GOSUB 160,190,170,180,4410,160,190,170,180,4410
140 WEND
150 SOUND 120,3:LOCATE 17,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 110
160 RUN"unidad.bas"
170 RUN"fallamon.bas"
180 RUN"basicos.bas"
190 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Calculo de corrientes de fallas
trifásicas."
200 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite obtener las corrientes de
falla totales y las corriente "
210 LOCATE 6,10:PRINT"por linea de bus a bus."
220 Q=1:WHILE Q>=1
230 LOCATE 8,10:COLOR 20,7:PRINT" A":COLOR 0,7:PRINT"brir
archivo condatos. "
240 LOCATE 9,10:COLOR 20,7:PRINT" I":COLOR 0,7:PRINT"ntroducir
datos. "
260 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("Alai",Q$)
270 IF Q=0 GOTO 300
280 BEEP:ON Q GOSUB 420,310,420,310
290 WEND
300 SOUND 120,3:LOCATE 7,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 260
310 LOCATE 11,10:COLOR 15,9:PRINT"¿":COLOR 3,9:PRINT"Cuantos
buses contiene el diagrama":COLOR 15,9:INPUT N1
320 LOCATE 12,10:PRINT"¿":COLOR 3,9:PRINT"Cuantos elementos
contiene el diagrama":COLOR 15,9:INPUT N2

```

Capítulo Quinto

```
330 DIM  
A(N2),B(N2),R1(N2),X1(N2),A2(N2),B2(N2),XR(N2),X2(N2),Y2(N2),C(10,1  
0),D(10,10),YAMP(10,10),RBUS(10,10),ZBUS(10,10),FXR(10,10),V(N2),I(  
N2),IA(N2)  
340 FOR I=1 TO N2  
350 PRINT:PRINT"Para el elemento";I  
360 COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"De que bus parte el  
elemento";:COLOR 15,9:INPUT A(I)  
370 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En que bus termina el  
elemento";:COLOR 15,9:INPUT B(I)  
380 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la resistencia del  
elemento";:COLOR 15,9:INPUT R1(I)  
390 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la reactancia del  
elemento";:COLOR 15,9:INPUT X1(I)  
400 NEXT I  
410 GOTO 520  
420 LOCATE 11,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Como se  
llama el archivo de datos";:COLOR 15,9:INPUT NOMBRES:BEEP  
430 OPEN "I",#1,NOMBRES$  
440 INPUT #1,N1,N2  
450 DIM  
A(N2),B(N2),R1(N2),X1(N2),A2(N2),B2(N2),XR(N2),X2(N2),Y2(N2),C(30,3  
0),D(30,30),YAMP(10,10),RBUS(10,10),ZBUS(10,10),FXR(10,10),V(N2),I(  
N2),IA(N2)  
460 FOR I=1 TO N2  
470 INPUT #1,A(I)  
480 INPUT #1,B(I)
```

```

490 INPUT #1,R1(I)
500 INPUT #1,X1(I)
510 NEXT I
520 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Datos de la linea."
530     COLOR     3,9:LOCATE     5,5:PRINT"Origen. ":LOCATE
5,25:PRINT"Destino. ":LOCATE     5,45:PRINT"Resistencia. ":LOCATE
5,65:PRINT"Reactancia. ":COLOR 15,9
540 FOR I=1 TO N2
550 LOCATE I+6,5:PRINT A(I):LOCATE I+6,25:PRINT B(I):LOCATE
I+6,45:PRINT R1(I):LOCATE I+6,65:PRINT X1(I)
560 NEXT I
570 Q=2:WHILE Q>=1
580 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mprimir
datos. "
590 LOCATE 22,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR 0,7:PRINT"rear
archivo de datos. "
600 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir.
"
610 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ICSics",Q$)
620 IF Q=0 GOTO 650
630 BEEP:ON Q GOSUB 660,760,910,660,760,910
640 WEND
650 SOUND 120,3:LOCATE 20,3:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 610
660 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT"                                Universidad Nacional
Autónoma de México. "
670 LPRINT"                Facultad de Ingeniería. "

```

Capítulo Quinto

```
680 LPRINT"      División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica."  
690 LPRINT:LPRINT"      Simulador de Sistemas Eléctricos."  
700                                     LPRINT:LPRINT"  
", "Origen.", "Destino.", "Resistencia.", "Reactancia."  
710 FOR I=1 TO N2  
720 LPRINT"      ", A(I), B(I), R1(I), X1(I)  
730 NEXT I  
740 LPRINT:LPRINT:LPRINT  
750 GOTO 520  
760 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Calculos de corriente de  
fallas."  
770 LOCATE 7,10:COLOR 15,9:PRINT"¿ ":":COLOR 3,9:PRINT"Cual es el  
nombre del archivo nuevo":COLOR 15,9:INPUT NUEVO$  
780 OPEN "o", #2, NUEVO$  
790 WRITE #2, N1, N2  
800 FOR I=1 TO N2  
810 WRITE #2, A(I)  
820 WRITE #2, B(I)  
830 WRITE #2, R1(I)  
840 WRITE #2, X1(I)  
850 NEXT I  
860 LOCATE 10,10:COLOR 3,9:PRINT"Se ha generado el archivo  
":COLOR 15,9:PRINT NUEVO$:COLOR 3,9:LOCATE 11,10:PRINT"Con  
los datos que usted ofrecio al programa."  
870 Q=2:WHILE Q>=1:LOCATE 21,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima  
cualquier tecla para continuar. "  
880 Q$=INPUT$(1):Q=0
```

```

890 IF Q=0 GOTO 520
900 WEND
910 COLOR 14,9:CLS
920 DIM YNODO(20,20),YRES(20,20)
930 FOR I=1 TO N1
940   FOR J=1 TO N1
950     YNODO(I,J)=0
960   NEXT J
970 NEXT I
980 FOR I=1 TO N2
990   X2(I)=X1(I):A2(I)=A(I):B2(I)=B(I)
1000  IF X1(I) < > 0 THEN Y2(I)=1/X1(I)
1010  IF R1(I) < > 0 THEN XR(I)=1/R1(I)
1020 NEXT I
1030 FOR I=1 TO N2
1040   L=A2(I)
1050   M=B2(I)
1060   YNODO(M,M)=YNODO(M,M)+Y2(I)
1070   YNODO(L,L)=YNODO(L,L)+Y2(I)
1080   YNODO(L,M)=YNODO(L,M)-Y2(I)
1090   YNODO(M,L)=YNODO(L,M)
1100   YRES(M,M)=YRES(M,M)+XR(I)
1110   YRES(L,L)=YRES(L,L)+XR(I)
1120   YRES(L,M)=YRES(L,M)-XR(I)
1130   YRES(M,L)=YRES(L,M)
1140 NEXT I
1150 LOCATE 3,25:PRINT "La matriz de admitancias de bus."

```

Capítulo Quinto

```
1160 COLOR 15,9
1170 FOR I=1 TO N1
1180 PRINT
1190 FOR J=1 TO N1
1200 PRINT USING "###.#####";YNODO(I,J);
1210 NEXT J
1220 NEXT I
1230 Q=2:WHILE Q=2
1240 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
1250 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
1260 IF Q=0 GOTO 1290
1270 BEEP:ON Q GOSUB 1300,1410,1300,1410
1280 WEND
1290 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 1250
1300 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20) "UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. "
1310 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
1320 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
1330 LPRINT:LPRINT TAB(20)"MATRIZ YBUS. ":LPRINT
1340 FOR I=1 TO N1:LPRINT:LPRINT
1350 FOR J=1 TO N1
1360 LPRINT YNODO(I,J);
1370 NEXT J
```

```
1380 NEXT I
1390 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1400 GOTO 1230
1410 REM OBTENCION DE ZBUS
1420 FOR I=1 TO N1
1430   N3=N1+I
1440   FOR J=1 TO N3
1450     IF N3=J THEN 1490
1460     C(I,J)=0
1470     D(I,J)=0
1480     GOTO 1510
1490     C(I,J)=1
1500     D(I,J)=1
1510   NEXT J
1520 NEXT I
1530 FOR I=1 TO N1
1540   N4=N1+I
1550   FOR J=1 TO N4
1560     IF N4=J THEN 1600
1570     C(I,J)=C(I,J)+YNODO(I,J)
1580     D(I,J)=C(I,J)+YRES(I,J)
1590     GOTO 1620
1600     C(I,J)=C(I,J)+YNODO(I,J)
1610     D(I,J)=D(I,J)+YRES(I,J)
1620   NEXT J
1630 NEXT I
1640 REM INVERSION DE MATRICES
```

Capítulo Quinto

```
1650 F=1:N3=N1+N1:E=.000001
1660 FOR K=1 TO N1
1670 F=F*C(K,K):CB=ABS(C(K,K))
1680 IF CB > E THEN 1700
1690 PRINT"DIEGO":END
1700 IP1=K+1
1710 FOR J=IP1 TO N3
1720 C(K,J)=C(K,J)/C(K,K)
1730 D(K,J)=D(K,J)/D(K,K)
1740 NEXT J
1750 C(K,K)=1:D(K,K)=1
1760 FOR I=1 TO N1
1770 IF I=K OR C(I,K)=0 THEN 1830
1780 FOR J=IP1 TO N3
1790 C(I,J)=C(I,J)-(C(I,K)*C(K,J))
1800 D(I,J)=D(I,J)-(D(I,K)*D(K,J))
1810 NEXT J
1820 YAMP(I,K)=0
1830 NEXT I
1840 NEXT K
1850 FOR NM=1 TO N1
1860 N6=N1+NM
1870 C(N1,N6)=C(N1,N6)/C(N1,N1)
1880 NEXT NM
1890 C(N1,N1)=C(N1,N1)/C(N1,N1)
1900 REM DETERMINANTE
1910 FOR I=1 TO N1
```

```

1920  FOR J=1 TO N3
1930    REM PRINT YAMP(I,J)
1940  NEXT J
1950 NEXT I
1960 FOR I1=1 TO N1
1970  FOR I2=1 TO N3
1980    MZ=I2+N1
1990    YAMP(I1,I2)=C(I1,MZ)
2000    ZBUS(I1,I2)=C(I1,MZ)
2010    RBUS(I1,I2)=D(I1,MZ)
2020    IF I2>N1 THEN 2040
2030  NEXT I2
2040 NEXT I1
2050 REM ANALISIS DEL CASO DE ZBUS
2060 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"La matriz de impedancias de
bus (ZBUS). "
2070 FOR I=1 TO N1
2080 PRINT:PRINT:PRINT TAB(5)
2090  FOR J=1 TO N1
2100  COLOR 15,9
2110    PRINT USING "###.####";ZBUS(I,J);
2120  NEXT J
2130 NEXT I
2140 Q=2:WHILE Q>1
2150  LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT"  I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir.          ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR

```

Capítulo Quinto

```
0,7:PRINT"atriz RBUS.          ";;COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
2160 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMSims",Q$)
2170 IF Q=0 GOTO 2200
2180 BEEP:ON Q GOSUB 2210,2320,2580,2210,2320,2580
2190 WEND
2200 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2160
2210 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. "
2220 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
2230 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
2240 LPRINT:LPRINT TAB(20)"MATRIZ ZBUS. "
2250 FOR I=1 TO N1:LPRINT:LPRINT
2260 FOR J=1 TO N1
2270 LPRINT ZBUS(I,J);
2280 NEXT J
2290 NEXT I
2300 LPRINT:LPRINT:LPRINT
2310 GOTO 2060
2320 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"La matriz de resistencias de
bus (RBUS). "
2330 FOR I=1 TO N1
2340 PRINT:PRINT:PRINT TAB(5)
2350 FOR J=1 TO N1
2360 COLOR 15,9
```

```

2370 PRINT USING "###.####";RBUS(I,J);
2380 NEXT J
2390 NEXT I
2400 Q=2:WHILE Q>1
2410 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR
0,7:PRINT"atriz ZBUS. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
2420 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMSims",Q$)
2430 IF Q=0 GOTO 2460
2440 BEEP:ON Q GOSUB 2470,2060,2580,2470,2060,2580
2450 WEND
2460 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2420
2470 LPRINT:LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. "
2480 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA."
2490 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
2500 LPRINT:LPRINT TAB(20)"MATRIZ RBUS. "
2510 FOR I=1 TO N1:LPRINT:LPRINT
2520 FOR J=1 TO N1
2530 LPRINT RBUS(I,J);
2540 NEXT J
2550 NEXT I
2560 LPRINT:LPRINT:LPRINT
2570 GOTO 2320

```

Capítulo Quinto

```
2580 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Valor de la relación X/R. "  
2590 FOR I=1 TO N1  
2600   FOR J=1 TO N1  
2610     IF I=J THEN GOTO 2630  
2620     GOTO 2660  
2630     FXR(I,J)=ZBUS(I,J)/RBUS(I,J)  
2640     COLOR 3,9:PRINT:PRINT TAB(10) "Para el bus: ";I  
2650     COLOR 15,9:PRINT TAB(10) FXR(I,J)  
2660     NEXT J  
2670   NEXT I  
2680   Q=2:WHILE Q>1  
2690     LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR  
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR  
0,7:PRINT"eguir. "  
2700     Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)  
2710     IF Q=0 GOTO 2740  
2720     BEEP:ON Q GOSUB 2750,2920,2750,2920  
2730     WEND  
2740     SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un  
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2700  
2750     LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO. "  
2760     LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "  
2770     LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS  
ELECTRICOS. "  
2780     LPRINT:LPRINT TAB(20)"VALOR DE LA RELACION X/R. "  
2790     LPRINT
```

```

2800 FOR I=1 TO NI
2810 FOR J=1 TO NI
2820 IF I=J THEN GOTO 2840
2830 GOTO 2880
2840 FXR(I,J)=ZBUS(I,J)/RBUS(I,J)
2850 LPRINT TAB(15)"PARA EL BUS: ";I
2860 LPRINT TAB(15) FXR(I,J)
2870 LPRINT
2880 NEXT J
2890 NEXT I
2900 LPRINT:LPRINT
2910 GOTO 2580
2920 REM INICIA ESTUDIO DE FALLA TRIFASICA EN CADA BUS
2930 REM ANALIZA EL CASO DE CORTO CIRCUITO
2940 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Corriente de Falla en Por
Unidad."
2950 FOR I=1 TO NI
2960 ZLL=ZBUS(I,I)
2970 FC1=-1/ZLL
2980 FMG=ABS(FC1)
2990 PRINT:COLOR 3,9:PRINT TAB(10)"La corriente de falla en por
unidad para el bus: ";I
3000 COLOR 15,9:PRINT TAB(10) FMG;:COLOR 3,9:PRINT "P.U."
3010 NEXT I
3020 Q=2:WHILE Q>1
3030 LOCATE 20,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir."

```

```

2800 FOR I=1 TO NI
2810 FOR J=1 TO NI
2820 IF I=J THEN GOTO 2840
2830 GOTO 2880
2840 FXR(I,J)=ZBUS(I,J)/RBUS(I,J)
2850 LPRINT TAB(15)"PARA EL BUS: ";I
2860 LPRINT TAB(15) FXR(I,J)
2870 LPRINT
2880 NEXT J
2890 NEXT I
2900 LPRINT:LPRINT
2910 GOTO 2580
2920 REM INICIA ESTUDIO DE FALLA TRIFASICA EN CADA BUS
2930 REM ANALIZA EL CASO DE CORTO CIRCUITO
2940 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Corriente de Falla en Por
Unidad."
2950 FOR I=1 TO NI
2960 ZLL=ZBUS(I,I)
2970 FCI=-1/ZLL
2980 FMG=ABS(FCI)
2990 PRINT:COLOR 3,9:PRINT TAB(10)"La corriente de falla en por
unidad para el bus: ";I
3000 COLOR 15,9:PRINT TAB(10) FMG,;COLOR 3,9:PRINT "P.U. "
3010 NEXT I
3020 Q=2:WHILE Q>1
3030 LOCATE 20,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. "

```

Capítulo Quinto

```
3040 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" A";:COLOR
0,7:PRINT"portaciones en por unidad. "
3050 LOCATE 22,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR
0,7:PRINT"oriente, potencia y aportaciones. "
3060 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir.
"
3070 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IACSiacs",Q$)
3080 IF Q=0 GOTO 3110
3090 BEEP:ON Q GOSUB 3120,3250,3610,4290,3120,3250,3610,4290
3100 WEND
3110 SOUND 120,3:LOCATE 19,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 3070
3120 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO. "
3130 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
3140 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
3150 LPRINT:LPRINT TAB(20)"CORRIENTE DE FALLA EN POR
UNIDAD. "
3160 FOR I=1 TO NI
3170 ZLL=ZBUS(I,I)
3180 FC1=-1/ZLL
3190 FMG=ABS(FC1)
3200 LPRINT:LPRINT TAB(10)"LA CORRIENTE DE FALLA EN POR
UNIDAD PARA EL BUS: ";I
3210 LPRINT TAB(10) FMG
3220 NEXT I
```

```

3230 LPRINT:LPRINT
3240 GOTO 2920
3250 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Aportaciones en por
unidad."
3260 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En qué
bus se calcula la falla";:COLOR 15,9:INPUT I
3270 ZLL=ZBUS(I,I)
3280 FC1=-I/ZLL
3290 FMG=ABS(FC1)
3300 COLOR 3,9:LOCATE 7,5:PRINT"Origen. ":LOCATE
7,25:PRINT"Destino. ":LOCATE 7,55:PRINT"Aportación en P. U."
3310 FOR J=1 TO N1
3320 V(0)=1
3330 V(J)=1-(FMG*ZBUS(I,J))
3340 IF V(J)<=.0001 THEN V(J)=0
3350 NEXT J
3360 FOR K=1 TO N2
3370 S=A2(K)
3380 Y=B2(K)
3390 I(K)=(V(S)-V(Y))/X1(K)
3400 LOCATE K+8,10:PRINT S:LOCATE K+8,30:PRINT Y:LOCATE
K+8,55:PRINT I(K)
3410 NEXT K
3420 Q=2:WHILE Q>1
3430 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"C";:COLOR

```

Capítulo Quinto

```
0,7:PRINT"calculo de otro bus. ";;COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR
0,7:PRINT"enu anterior. "
3440 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ICMicm",Q$)
3450 IF Q=0 GOTO 3480
3460 BEEP:ON Q GOSUB 3490,3250,2940,3490,3250,2940
3470 WEND
3480 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo."
3490 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO."
3500 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA."
3510 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS."
3520 LPRINT:LPRINT TAB(20)"APORTACIONES PARA LA FALLA EN EL
BUS ";I
3530 LPRINT:LPRINT "ORIGEN", "DESTINO", "APORTACIONES"
3540 FOR K=1 TO N2
3550 S=A2(K)
3560 Y=B2(K)
3570 LPRINT:LPRINT S,Y,I(K)
3580 NEXT K
3590 LPRINT
3600 GOTO 3420
3610 REM calculo no p.u.
3620 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Corriente potencia y
aportaciones."
```

3630 LOCATE 5,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En qué bus esta la falla";:COLOR 15,9:INPUT I

3640 LOCATE 7,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"A cuantos KVA de base estan referidos los elementos";:COLOR 15,9:INPUT KVA

3650 LOCATE 9,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el voltaje en KV en el bus";:COLOR 15,9:INPUT KV

3660 $IB = KVA / ((SQR(3)) * KV)$

3670 $ZLL = ZBUS(I, I)$

3680 $FCI = -I / ZLL$

3690 $FMG = ABS(FCI)$

3700 $MIF3FA = IB * FMG$

3710 $PCC = FMG * KVA$

3720 LOCATE 15,10:COLOR 3,9:PRINT"La corriente de falla trifásica en el bus es de ";:COLOR 15,9:PRINT MIF3FA;:COLOR 3,9:PRINT" amperes."

3730 LOCATE 17,10:COLOR 3,9:PRINT"La potencia de falla trifásica en el bus es de ";:COLOR 15,9:PRINT PCC;:COLOR 3,9:PRINT" KVA."

3740 $Q = 2$:WHILE $Q > 1$

3750 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima cualquier tecla para continuar. "

3760 $Q\$ = INPUT\(1) : $Q = INSTR("", Q\$)$

3770 BEEP:IF $Q = 0$ GOTO 3790

3780 WEND

3790 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Aportaciones."

3800 COLOR 3,9:LOCATE 5,5:PRINT"Origen.":LOCATE 5,15:PRINT"Destino.":LOCATE 5,30:PRINT"Aportaciones en p.u.":LOCATE 5,55:PRINT"Aportaciones en KAMPS."

Capítulo Quinto

```
3810 :COLOR 15,9
3820 FOR J=1 TO N1
3830 V(0)=1
3840 V(J)=1-(FMG*ZBUS(1,J))
3850 IF V(J) <= .0001 THEN V(J)=0
3860 NEXT J
3870 FOR K=1 TO N2
3880 S=A2(K)
3890 Y=B2(K)
3900 I(K)=(V(S)-V(Y))/X1(K)
3910 IA(K)=(IB*I(K))/1000
3920 LOCATE K+6,7:PRINT S:LOCATE K+6,17:PRINT Y:LOCATE
K+6,32:PRINT I(K):LOCATE K+6,57:PRINT IA(K)
3930 NEXT K
3940 Q=2:WHILE Q>1
3950 LOCATE 20,10:COLOR 20,7:PRINT " I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. "
3960 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR 0,7:PRINT"alculo
para otro bus. "
3970 LOCATE 22,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
anterior. "
3980 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir.
"
3990 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ICMSicms",Q$)
4000 IF Q=0 GOTO 4030
4010 BEEP:ON Q GOSUB 4040,3620,2940,4290,4040,3620,2940,4290
4020 WEND
```

4030 SOUND 120,3:LOCATE 19,3:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 3990

4040 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO."

4050 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA."

4060 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS."

4070 LPRINT

4080 LPRINT:LPRINT TAB(20)"CORRIENTE DE FALLA, POTENCIA DE FALLA, Y APORTACIONES."

4090 LPRINT TAB(20)"PARA LA FALLA EN EL BUS ";I

4100 LPRINT:LPRINT TAB(20) "VOLTAJE EN EL BUS ";I

4110 LPRINT TAB(20) KV;" KV"

4120 LPRINT:LPRINT TAB(20) "BASE DE REFERENCIA "

4130 LPRINT TAB(20) KVA;" KVA"

4140 LPRINT:LPRINT TAB(20) "LA CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD EN EL BUS ";I

4150 LPRINT TAB(20) FMG;" P. U. "

4160 LPRINT:LPRINT TAB(20) "LA CORRIENTE DE FALLA EN AMPERES EN EL BUS ";I

4170 LPRINT TAB(20) MIF3FA;" AMPERIOS."

4180 LPRINT:LPRINT TAB(20) "LA POTNCIA DE CORTO CIRCUITO EN EL BUS ";I

4190 LPRINT TAB(20) PCC;" KVA."

4200 LPRINT:LPRINT TAB(20) "APORTACIONES."

4210 LPRINT:LPRINT
"ORIGEN", "DESTINO", "APOR. P. U. ", "APORTACIONES EN KAMPS"

Capítulo Quinto

```
4220 FOR K=1 TO N2
4230 S=A2(K)
4240 Y=B2(K)
4250 LPRINT:LPRINT S,Y,I(K),IA(K)
4260 NEXT K
4270 LPRINT:LPRINT
4280 GOTO 3940
4290 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"CALCULO DE FALLAS
TRIFASICAS. "
4300 Q=2:WHILE Q>1
4310 LOCATE 10,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
principal. "
4320 LOCATE 11,10:PRINT" Menu de ";:COLOR 20,7:PRINT"f";:COLOR
0,7:PRINT"allas. "
4330 LOCATE 12,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.
"
4340 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MFSmfS",Q$)
4350 IF Q=0 GOTO 4380
4360 BEEP:ON Q GOTO 4390,4400,4410,4390,4400,4410
4370 WEND
4380 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 13,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 4340
4390 RUN"BASIC0s.BAS"
4400 RUN"FALLATRI.BAS"
4410 COLOR 3,9:CLS:LOCATE 10,10:PRINT"¿DESEA SALIR DEL
";:COLOR 14,9:PRINT"SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS
```

```
" :LOCATE 11,10:COLOR 3,9:PRINT"O REGRESAR AL MENU PRINCIPAL
PRINT"
4420 Q=2:WHILE Q>1
4430 LOCATE 15,15:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
principal. "
4440 LOCATE 16,15:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.
"
4450 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MSms",Q$)
4460 IF Q=0 THEN GOTO 4490
4470 BEEP:ON Q GOSUB 4500,4510,4500,4510
4480 WEND
4490 SOUND 120,3:LOCATE 17,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 4450
4500 RUN"basicos.bas"
4510 COLOR 0,0:CLS:SYSTEM
```

5.21 PROGRAMA FALLAMON.EXE

El programa FALLAMON.EXE fue diseñado como un auxiliar en el estudio de corto circuito. El programa nos permite realizar cálculos de falla monofásica.

FALLAMON.EXE puede ser llamado por el usuario desde el menú del programa FALLATRI.EXE.

El programa empieza con un pequeño menú que nos permite abrir un archivo con datos como el que se ha descrito anteriormente o alimentar la información de un nuevo problema al programa, información que podrá ser guardada en un archivo con una de las opciones del programa.

Se utilizan los datos del programa para formar la matriz YBUS de admitancias de bus de secuencia positiva y la YOBUS de secuencia cero, es a partir de estas matrices que se formarán la matriz de impedancias de bus de secuencia positiva ZBUS y la de secuencia cero ZOBUS estas matrices pueden ser desplegadas desde un menú.

El programa calcula entonces la corriente de falla monofásica y las aportaciones en cualquier punto del sistema en

por unidad y se presenta la opción de obtener los valores referidos a la base que se deseé.

Se pueden imprimir los datos y resultados del programa con cualquier impresora.

5.22 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE FALLAMON.BAS

A continuación se presenta el listado del Programa FALLAMON.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos:

```
10 DIM  
YNODE(10,10),YONODO(10,10),YRES(10,10),YORES(10,10),X1(20),YOLI  
NE(20),XR(20),XO1(20),YLINE(20),XRO(20),VO(10),V1(10),V2(10)  
20 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Calculo de corrientes  
de fallas monofásicas. "  
30 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite obtener las corrientes de falla  
totales y las corrientes "  
40 LOCATE 6,10:PRINT"por linea de bus a bus. "  
50 Q=2:WHILE Q>=1  
60 LOCATE 8,10:COLOR 20,7:PRINT" A";:COLOR 0,7:PRINT"brir  
archivo con datos. "  
70 LOCATE 9,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"ntroducir  
datos. "  
80 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("Alai",Q$)  
90 IF Q=0 GOTO 120  
100 BEEP:ON Q GOSUB 370,130,370,130  
110 WEND
```

```

120 SOUND 120,3:LOCATE 7,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 80
130 COLOR 15,9:LOCATE 11,10:PRINT"Secuencia positiva. "
140 LOCATE 12,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cuantos buses contiene
el diagrama";:COLOR 15,9:INPUT NB
150 LOCATE 13,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cuantos elementos
contiene el diagrama";:COLOR 15,9:INPUT NE
160 LOCATE 16,10:PRINT"Secuencia cero. "
170 LOCATE 17,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cuantos buses contiene
el diagrama";:COLOR 15,9:INPUT NBO
180 LOCATE 18,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cuantos elementos
contiene el diagrama";:COLOR 15,9:INPUT NEO
190
DIM
A(NE),B(NE),R(NE),X(NE),AO(NEO),BO(NEO),RO(NEO),XO(NEO)
200 LOCATE 20,10:PRINT"Secuencia positiva. "
210 FOR I=1 TO NE
220 PRINT:PRINT"Para el elemento";I
230 COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"De que bus parte el
elemento";:COLOR 15,9:INPUT A(I)
240 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En que bus termina el
elemento";:COLOR 15,9:INPUT B(I)
250 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la resistencia del
elemento";:COLOR 15,9:INPUT R(I)
260 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la reactivancia del
elemento";:COLOR 15,9:INPUT X(I)
270 NEXT I
280 PRINT:PRINT:PRINT"Secuencia cero.":PRINT

```

Capítulo Quinto

```
290 FOR I=1 TO NEO
300 PRINT:PRINT"Para el elemento";I
310 COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"De que bus parte el
elemento";:COLOR 15,9:INPUT AO(I)
320 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En que bus termina el
elemento";:COLOR 15,9:INPUT BO(I)
330 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la resistencia del
elemento";:COLOR 15,9:INPUT RO(I)
340 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la reactancia del
elemento";:COLOR 15,9:INPUT XO(I)
350 NEXT I
360 GOTO 490
370 LOCATE 11,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Como se
llama el archivo de datos";:COLOR 15,9:INPUT NOMBRE$:BEEP
380 OPEN "i",#1,NOMBRE$
390 INPUT #1,NB,NE
400 DIM A(NE),B(NE),R(NE),X(NE)
410 FOR I=1 TO NE
420 INPUT #1,A(I),B(I),R(I),X(I)
430 NEXT I
440 INPUT #1,NBO,NEO
450 DIM AO(NEO),BO(NEO),RO(NEO),XO(NEO)
460 FOR I=1 TO NEO
470 INPUT #1,AO(I),BO(I),RO(I),XO(I)
480 NEXT I
490 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Datos del sistema."
500 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"Secuencia positiva."
```

```

510    COLOR    3,9:LOCATE    6,5:PRINT"Origen.":LOCATE
6,25:PRINT"Destino.":LOCATE    6,45:PRINT"Resistencia.":LOCATE
6,65:PRINT"Reactancia.":COLOR 15,9
520 FOR I=1 TO NE
530 LOCATE I+6,5:PRINT A(I)
540 LOCATE I+6,25:PRINT B(I)
550 LOCATE I+6,45:PRINT R(I)
560 LOCATE I+6,65:PRINT X(I)
570 NEXT I
580 Q=1:WHILE Q=1
590 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima cualquier tecla para
continuar. "
600 Q$=INPUT$(1):Q=0:BEEP
610 WEND
620 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Datos del sistema."
630 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"Secuencia cero."
640    COLOR    3,9:LOCATE    6,5:PRINT"Origen.":LOCATE
6,25:PRINT"Destino.":LOCATE    6,45:PRINT"Resistencia.":LOCATE
6,65:PRINT"Reactancia.":COLOR 15,9
650 FOR I=1 TO NEO
660 LOCATE I+6,5:PRINT AO(I)
670 LOCATE I+6,25:PRINT BO(I)
680 LOCATE I+6,45:PRINT RO(I)
690 LOCATE I+6,65:PRINT XO(I)
700 NEXT I
710 Q=2:WHILE Q>=1

```

Capítulo Quinto

```
720 LOCATE 21,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mprimir
datos. "
730 LOCATE 22,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR 0,7:PRINT"rear
archivo don datos. "
740 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir.
"
750 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ICSics",Q$)
760 IF Q=0 GOTO 790
770 BEEP:ON Q GOSUB 800,980,1140,800,980,1140
780 WEND
790 SOUND 120,3:LOCATE 20,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 750
800 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO. "
810 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
820 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
830 LPRINT:LPRINT TAB(20)"DATOS DEL SISTEMA. "
840 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SECUENCIA POSITIVA. "
850 LPRINT "ORIGEN. ","DESTINO. ","RESISTENCIA. ","REACTANCIA. "
860 LPRINT
870 FOR I=1 TO NE
880 LPRINT A(I),B(I),R(I),X(I)
890 NEXT I
900 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SECUENCIA CERO. "
910 LPRINT "ORIGEN. ","DESTINO. ","RESISTENCIA. ","REACTANCIA. "
920 LPRINT
```

```

930 FOR I=1 TO NEO
940 LPRINT AO(I),BO(I),RO(I),XO(I)
950 NEXT I
960 LPRINT:LPRINT
970 GOTO 750
980 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Caculos de corriente de fallas
monofásicas. "
990 LOCATE 7,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el
nombre del archivo nuevo";:COLOR 15,9:INPUT NUEVO$
1000 OPEN "o",#2,NUEVO$
1010 WRITE #2,NB,NE
1020 FOR I=1 TO NE
1030 WRITE #2,A(I),B(I),R(I),X(I)
1040 NEXT I
1050 WRITE #2,NBO,NEO
1060 FOR I=1 TO NEO
1070 WRITE #2,AO(I),BO(I),RO(I),XO(I)
1080 NEXT I
1090 LOCATE 10,10:COLOR 3,9:PRINT"Se ha generado el archivo
";:COLOR 15,9:PRINT NUEVO$:COLOR 3,9:LOCATE 11,10:PRINT"Con
los datos que usted ofrecio al programa. "
1100 Q=1:WHILE Q=1
1110 LOCATE 21,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima cualquier tecla para
continuar. "
1120 Q$=INPUT$(1):BEEP:GOTO 490
1130 WEND
1140 FOR I=1 TO NE

```

Capítulo Quinto

```
1150  X1(I)=X(I)
1160  IF X(I) < > 0 THEN YLINE(I)=1/X(I)
1170  IF R(I) < > 0 THEN XR(I)=1/R(I)
1180  NEXT I
1190  FOR I=1 TO NE
1200    L=A(I)
1210    M=B(I)
1220    YNODO(M,M)=YNODO(M,M)+YLINE(I)
1230    YNODO(L,L)=YNODO(L,L)+YLINE(I)
1240    YNODO(L,M)=YNODO(L,M)-YLINE(I)
1250    YNODO(M,L)=YNODO(L,M)
1260    YRES(M,M)=YRES(M,M)+XR(I)
1270    YRES(L,L)=YRES(L,L)+XR(I)
1280    YRES(L,M)=YRES(L,M)-XR(I)
1290    YRES(M,L)=YRES(L,M)
1300  NEXT I
1310  FOR I=1 TO NEO
1320    XO1(I)=XO(I)
1330    IF XO(I) < > 0 THEN YOLINE(I)=1/XO(I)
1340  IF XO(I)=0 THEN YOLINE=0
1350    IF RO(I) < > 0 THEN XRO(I)=1/RO(I)
1360  NEXT I
1370  FOR I=1 TO NEO
1380    L=AO(I)
1390    M=BO(I)
1400    YONODO(M,M)=YONODO(M,M)+YOLINE(I)
1410    YONODO(L,L)=YONODO(L,L)+YOLINE(I)
```

```

1420  YONODO(L,M)=YONODO(L,M)-YOLINE(I)
1430  YONODO(M,L)=YONODO(L,M)
1440  YORES(M,M)=YORES(M,M)+XRO(I)
1450  YORES(L,L)=YORES(L,L)+XRO(I)
1460  YORES(L,M)=YORES(L,M)-XRO(I)
1470  YORES(M,L)=YORES(L,M)
1480  NEXT I
1490  REM obtencion de zbus
1500  FOR I=1 TO NB
1510    NI=NB+I
1520    FOR J=1 TO NI
1530      IF NI=J THEN 1570
1540      C(I,J)=0
1550      D(I,J)=0
1560      GOTO 1590
1570      C(I,J)=1
1580      D(I,J)=1
1590    NEXT J
1600  NEXT I
1610  FOR I=1 TO NB
1620    KN=NB+I
1630    FOR J=1 TO KN
1640      IF KN=J THEN 1680
1650      C(I,J)=C(I,J)+YNODO(I,J)
1660      D(I,J)=C(I,J)+YRES(I,J)
1670      GOTO 1700
1680      C(I,J)=C(I,J)+YNODO(I,J)

```

Capítulo Quinto

```
1690     D(I,J)=D(I,J)+YRES(I,J)
1700     NEXT J
1710 NEXT I
1720 REM inversion de matrices
1730 F=1:N3=NB+NB:E=.000001
1740 FOR K=1 TO NB
1750     F=F*C(K,K):CB=ABS(C(K,K))
1760     IF CB>E THEN 1780
1770     PRINT"Diego":END
1780     IP1=K+1
1790     FOR J=IP1 TO N3
1800         C(K,J)=C(K,J)/C(K,K)
1810         D(K,J)=D(K,J)/D(K,K)
1820     NEXT J
1830     C(K,K)=1:D(K,K)=1
1840     FOR I=1 TO NB
1850         IF I=K OR C(I,K)=0 THEN 1910
1860         FOR J=IP1 TO N3
1870             C(I,J)=C(I,J)-(C(I,K)*C(K,J))
1880             D(I,J)=D(I,J)-(D(I,K)*D(K,J))
1890         NEXT J
1900         YAMP(I,K)=0
1910     NEXT I
1920 NEXT K
1930 FOR NM=1 TO NB
1940     N6=NB+NM
1950     C(NB,N6)=C(NB,N6)/C(NB,NB)
```

```

1960 NEXT NM
1970 C(NB,NB)=C(NB,NB)/C(NB,NB)
1980 REM determinante
1990 FOR I1=1 TO NB
2000 FOR I2=1 TO N3
2010 MZ=I2+NB
2020 YAMP(I1,I2)=C(I1,MZ)
2030 ZBUS(I1,I2)=C(I1,MZ)
2040 RBUS(I1,I2)=D(I1,MZ)
2050 IF I2>NB THEN 2070
2060 NEXT I2
2070 NEXT I1
2080 REM obtencion de zbus
2090 FOR I=1 TO NBO
2100 NI=NBO+I
2110 FOR J=1 TO NI
2120 IF NI=J THEN 2160
2130 G(I,J)=0
2140 H(I,J)=0
2150 GOTO 2180
2160 G(I,J)=1
2170 H(I,J)=1
2180 NEXT J
2190 NEXT I
2200 FOR I=1 TO NBO
2210 KN=NBO+I
2220 FOR J=1 TO KN

```

Capítulo Quinto

```
2230     IF KN=J THEN 2270
2240     G(I,J)=G(I,J)+YONODO(I,J)
2250     H(I,J)=G(I,J)+YORES(I,J)
2260     GOTO 2290
2270     G(I,J)=G(I,J)+YONODO(I,J)
2280     H(I,J)=H(I,J)+YORES(I,J)
2290     NEXT J
2300 NEXT I
2310 REM inversion de matrices
2320 F=1:N3=NBO+NBO:E=.000001
2330 FOR K=1 TO NBO
2340     F=F*G(K,K):GB=ABS(G(K,K))
2350     IF GB>E THEN 2370
2360     PRINT"Diego":END
2370     IPI=K+1
2380     FOR J=IPI TO N3
2390         G(K,J)=G(K,J)/G(K,K)
2400         H(K,J)=H(K,J)/H(K,K)
2410     NEXT J
2420     G(K,K)=1:H(K,K)=1
2430     FOR I=1 TO NBO
2440         IF I=K OR G(I,K)=0 THEN 2500
2450         FOR J=IPI TO N3
2460             G(I,J)=G(I,J)-(G(I,K)*G(K,J))
2470             H(I,J)=H(I,J)-(H(I,K)*H(K,J))
2480         NEXT J
2490         YOAMP(I,K)=0
```

```

2500 NEXT I
2510 NEXT K
2520 FOR NM=1 TO NBO
2530 N6=NBO+NM
2540 G(NBO,N6)=G(NBO,N6)/G(NBO,NBO)
2550 NEXT NM
2560 G(NBO,NBO)=G(NBO,NBO)/G(NBO,NBO)
2570 REM determinante
2580 FOR I1=1 TO NBO
2590 FOR I2=1 TO N3
2600 MZ=I2+NBO
2610 YOAMP(I1,I2)=G(I1,MZ)
2620 ZOBUS(I1,I2)=G(I1,MZ)
2630 ROBUS(I1,I2)=H(I1,MZ)
2640 IF I2>NBO THEN 2660
2650 NEXT I2
2660 NEXT I1
2670 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Calculos de corrientes de
fallas monofásicas."
2680 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite la obtención de los
principales parámetros al ocurrir"
2690 LOCATE 6,10:PRINT"una falla monofásica en un sistema eléctrico."
2700 LOCATE 8,10:PRINT"Oprima en su tablero la letra resaltada en la
opción que prefiera."
2710 Q=2:WHILE Q>=1

```

Capítulo Quinto

2720 LOCATE 10,10:COLOR 0,7:PRINT" Matriz de ";;COLOR
20,7:PRINT"a";:COLOR 0,7:PRINT"dmitancias de bus. (Secuencia
positiva) "

2730 LOCATE 11,10:COLOR 0,7:PRINT" Matriz de a";:COLOR
20,7:PRINT"d";:COLOR 0,7:PRINT"mitancias de bus. (Secuencia cero)
"

2740 LOCATE 12,10:COLOR 0,7:PRINT" Matriz de ";;COLOR
20,7:PRINT"i";:COLOR 0,7:PRINT"mpedancias de bus. (Secuencia
positiva) "

2750 LOCATE 13,10:COLOR 0,7:PRINT" Matriz de im";:COLOR
20,7:PRINT"p";:COLOR 0,7:PRINT"edancias de bus. (Secuencia cero) "

2760 LOCATE 14,10:COLOR 0,7:PRINT" Corriente y aportaciones en por
";:COLOR 20,7:PRINT"u";:COLOR 0,7:PRINT"nidad. "

2770 LOCATE 15,10:COLOR 20,7:PRINT" C";:COLOR
0,7:PRINT"orriente, potencia y aportaciones. "

2780 LOCATE 16,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir.
"

2790 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("ADIPUCSadipucs",Q\$)

2800 IF Q=0 GOTO 2830

2810 BEEP:ON Q GOSUB

2880,3130,3380,3640,3890,4550,4600,2880,3130,3380,3640,3890,4550,46

00

2820 WEND

2830 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 17,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2790

2840 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO."

```

2850 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
2860 LPRINT:LPRINT TAB(20)"SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS.":LPRINT
2870 RETURN
2880 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Matriz de admintancias de
bus de secuencia positiva. (YBUS)"
2890 COLOR 15,9
2900 FOR I=1 TO NB
2910 FOR J=1 TO NB
2920 LOCATE (I*2)+4,(J*12)-7
2930 PRINT YNODO(I,J)
2940 NEXT J
2950 NEXT I
2960 Q=2:WHILE Q>=1
2970 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR
0,7:PRINT"enu anterior. "
2980 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMim",Q$)
2990 IF Q=0 GOTO 3020
3000 BEEP:ON Q GOSUB 3030,2670,3030,2670
3010 WEND
3020 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2980
3030 GOSUB 2840
3040 LPRINT TAB(20)"MATRIZ YBUS. DE SECUENCIA POSITIVA. "
3050 LPRINT
3060 FOR I=1 TO NB:LPRINT:LPRINT

```

Capítulo Quinto

```
3070 FOR J=1 TO NB
3080 LPRINT YNODO(I,J);
3090 NEXT J
3100 NEXT I
3110 LPRINT:LPRINT:LPRINT
3120 GOTO 2960
3130 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Matriz de impedancias de
bus de secuencia cero. (YBUS)"
3140 COLOR 15,9
3150 FOR I=1 TO NB
3160 FOR J=1 TO NB
3170 LOCATE (I*2)+4,(J*12)-7
3180 PRINT YONODO(I,J)
3190 NEXT J
3200 NEXT I
3210 Q=2:WHILE Q>=1
3220 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR
0,7:PRINT"enu anterior. "
3230 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMim",Q$)
3240 IF Q=0 GOTO 3270
3250 BEEP:ON Q GOSUB 3280,2670,3280,2670
3260 WEND
3270 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 3230
3280 GOSUB 2840
3290 LPRINT TAB(20)"MATRIZ YBUS. DE SECUENCIA CERO."
```

```

3300 LPRINT
3310 FOR I=1 TO NBO:LPRINT:LPRINT
3320 FOR J=1 TO NBO
3330 LPRINT YONODO(I,J);
3340 NEXT J
3350 NEXT I
3360 LPRINT:LPRINT:LPRINT
3370 GOTO 2960
3380 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Matriz de impedancias de
bus de secuencia positiva. (ZBUS)"
3390 COLOR 15,9
3400 FOR I=1 TO NB
3410 FOR J=1 TO NB
3420 LOCATE (I*2)+4,(J*12)-7
3430 PRINT ZBUS(I,J)
3440 NEXT J
3450 NEXT I
3460 Q=2:WHILE Q>=1
3470 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" 1";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR
0,7:PRINT"enu anterior. "
3480 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMim",Q$)
3490 IF Q=0 GOTO 3520
3500 BEEP:ON Q GOSUB 3530,2670,3530,2670
3510 WEND
3520 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 3480

```

Capítulo Quinto

3530 GOSUB 2840

3540 LPRINT TAB(20)"MATRIZ ZBUS. DE SECUENCIA POSITIVA."

3550 LPRINT

3560 FOR I=1 TO NB:LPRINT:LPRINT

3570 FOR J=1 TO NB

3580 LPRINT ZBUS(I,J);

3590 NEXT J

3600 NEXT I

3610 LPRINT:LPRINT:LPRINT

3620 GOTO 3460

3630 FOR J=1 TO NB

3640 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Matriz de impedancias de bus de secuencia cero. (ZBUS)"

3650 COLOR 15,9

3660 FOR I=1 TO NBO

3670 FOR J=1 TO NBO

3680 LOCATE (I*2)+4,(J*12)-7

3690 PRINT USING "###.#####";ZOBUS(I,J)

3700 NEXT J

3710 NEXT I

3720 Q=2:WHILE Q>=1

3730 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR

0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M";:COLOR

0,7:PRINT"enu anterior. "

3740 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("IMim",Q\$)

3750 IF Q=0 GOTO 3780

3760 BEEP:ON Q GOSUB 3790,2670,3790,2670

```

3770 WEND
3780 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 3740
3790 GOSUB 2840.
3800 LPRINT TAB(20)"MATRIZ ZBUS. DE SECUENCIA CERO."
3810 LPRINT
3820 FOR I=1 TO NB:LPRINT:LPRINT
3830 FOR J=1 TO NB
3840 LPRINT ZOBUS(I,J);
3850 NEXT J
3860 NEXT I
3870 LPRINT:LPRINT:LPRINT
3880 GOTO 2960
3890 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Corriente y aportaciones en
por unidad. "
3900 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En que
bus se calcula la falla";:COLOR 15,9:INPUT I
3901 ZZ=0
3910 T=(2*ZBUS(I,I)+ZOBUS(I,I))
3920 ZLL=1/T
3930 FMGO=3*ZLL
3940 COLOR 3,9:PRINT:PRINT TAB(10)"La corriente de falla para el bus
";I;" es de ";:COLOR 15,9:PRINT FMGO;:COLOR 3,9:PRINT"P. U. "
3941 IF ZZ=1 THEN MIF3FA=IB(I)*FMGO
3942 IF ZZ=1 THEN PCC(I)=FMGO*KVAB
3943 IF ZZ=1 THEN PRINT:PRINT TAB(5)"La corriente de falla es de
";:COLOR 15,9:PRINT MIF3FA;:COLOR 3,9:PRINT" amperes. "

```

Capítulo Quinto

```
3944 IF ZZ=1 THEN PRINT:PRINT TAB(10)"La potencia de cortocircuito
es de ";;COLOR 15,9:PRINT PCC(1);:COLOR 3,9:PRINT" KVA"
3950 PRINT
3960 FOR J=1 TO NB
3970 VO(J)=-ZOBUS(J,1)*ZLL
3980 V1(J)=1-ZBUS(J,1)*ZLL
3990 V2(J)=-ZBUS(J,1)*ZLL
4000 COLOR 3,9:PRINT TAB(10)"Para el bus ";J;" los voltajes son:"
4010 PRINT TAB(10)"VO=";;COLOR 15,9:PRINT VO(J);:COLOR
3,9:PRINT"V1=";;COLOR 15,9:PRINT V1(J);:COLOR 3,9:COLOR
3,9:PRINT"V2=";;COLOR 15,9:PRINT V2(J)
4020 PRINT
4030 NEXT J
4031 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima cualquier tecla para
continuar. "
4032 Q$=INPUT$(1):BEEP:
4033 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Aportaciones. "
4034 COLOR 3,9:LOCATE 5,5:PRINT"Origen. Destino. 10 11
12 ITotal";
4035 IF ZZ=1 THEN PRINT" I(amperes)"
4036 PRINT:COLOR 15,9
4040 FOR P=1 TO NEO
4050 S=AO(P)
4060 Y=BO(P)
4070 IF S=0 THEN 4100
4080 IF Y=0 THEN 4110
4090 AUX=VO(S)-VO(Y):GOTO 4120
```

```

4100  AUX=-VO(Y):GOTO 4120
4110  AUX=VO(S)
4120  X=XO(P)
4130  IF X=0 THEN 4160
4140  IO(S,Y)=AUX/XO(P):GOTO 4160
4150  IO(S,Y)=0
4160  IP(P)=IO(S,Y)
4170  NEXT P
4180  FOR K=1 TO NEO
4190  S=A(K):Y=B(K)
4200  IF S=0 THEN 4240
4210  IF S<>0 THEN 4230
4220  IF Y=0 THEN 4250
4230  AUX=V1(S)-V1(Y):AUX2=V2(S)-V2(Y):GOTO 4260
4240  AUX=-V1(Y)+1:AUX2=-V2(Y):GOTO 4260
4250  AUX=V1(S)-1:AUX2=V2(S)
4260  I1(K)=AUX/X(K):I2(K)=AUX2/X(K)
4265  IT(K)=IP(K)+I1(K)+I2(K)
4266  IF ZZ=1 THEN IA(K)=(IB(I)*IT(K))/1000
4270  PRINT TAB(10) AO(K),B(K),:PRINT
USING"###.####";IP(K),I1(K),I2(K),IT(K);
4275  IF ZZ=1 THEN PRINT USING"###.####";IA(K)
4340  NEXT K
4350  Q=2:WHILE Q>=1
4360  LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I":COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"M":COLOR
0,7:PRINT"enu anterior. "

```

Capítulo Quinto

```
4370 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("IMim",Q$)
4380 IF Q=0 GOTO 4410
4390 BEEP:ON Q GOSUB 4420,2670,4420,2670
4400 WEND
4410 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 4370
4420 GOSUB 2840
4430 IF ZZ=1 THEN LPRINT TAB(20)"CORRIENTE, POTENCIA Y
APORTACIONES."
4431 IF ZZ=1 THEN GOTO 4440
4432 LPRINT TAB(20)"CORRIENTE Y APORTACIONES EN POR
UNIDAD."
4440 LPRINT:LPRINT TAB(20)"PARA EL BUS ";I;" LA CORRIENTE DE
FALLA ES DE ";FMGO;" P.U."
4441 IF ZZ=1 THEN LPRINT:LPRINT TAB(20)"EL SISTEMA ESTA
REFERIDO A LA BASE DE ";KVAB;" KVA."
4442 IF ZZ=1 THEN LPRINT:LPRINT TAB(20)"PARA EL BUS ";I;" EL
VOLTAJE ES DE ";KVB(I);" KV."
4443 IF ZZ=1 THEN LPRINT:LPRINT TAB(20)"PARA EL BUS ";I;" LA
CORRIENTE DE FALLA ES DE ";MIF3FA;" AMPERES."
4444 IF ZZ=1 THEN LPRINT:LPRINT TAB(20)"LA POTENCIA DE
CORTO CIRCUITO ES DE ";PCC(I);" KVA."
4450 FOR J=1 TO NBO
4460 LPRINT:LPRINT TAB(20)"LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL
BUS ";I
4470 LPRINT"V0=";VO(J),"V1=";V1(J),"V2=";V2(J)
4480 NEXT J
```

```

4490 LPRINT:LPRINT TAB(20)"APORTACIONES."
4495 LPRINT:LPRINT"DESTINO. ORIGEN. IO  II  II ITOTAL";
4496 IF ZZ=1 THEN LPRINT" I(AMPERES)"
4497 LPRINT
4500 FOR K=1 TO NEO
4510  IF  ZZ=0  THEN  LPRINT  AO(K),BO(K);:LPRINT
USING"###.###";IP(K),II(K),I2(K),IT(K)
4512  IF  ZZ=1  THEN  LPRINT  AO(K),BO(K);:LPRINT
USING"###.###";IP(K),II(K),I2(K),IT(K),IA(K)
4520 NEXT K
4530 LPRINT:LPRINT:LPRINT
4540 GOTO 4350
4550 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Corriente, potencia y
aportaciones."
4555 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"En que
bus se calcula la falla";:COLOR 15,9:INPUT I
4560 COLOR 15,9:LOCATE 7,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"A cuantos
KVA de base esta referido el sistema";:COLOR 15,9:INPUT KVAB
4570 LOCATE 9,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el voltaje de
base en KV para el bus ";I;:COLOR 15,9:INPUT KVB(I)
4575  $IB(I) = KVAB / ((SQR(3)) * (KVB(I)))$ 
4580 ZZ=1
4590 GOTO 3910
4600 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Calculo de fallas
monofásicas."
4610 Q=2:WHILE Q>1

```

Capítulo Quinto

```
4620 LOCATE 10,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu  
principal. "
```

```
4630 LOCATE 11,10:PRINT" Menu de ";:COLOR 20,7:PRINT"f";:COLOR  
0,7:PRINT"allas. "
```

```
4640 LOCATE 12,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.  
"
```

```
4650 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MFSmfs",Q$)
```

```
4660 IF Q=0 THEN GOTO 4690
```

```
4670 BEEP:ON Q GOSUB 4700,4710,4720,4700,4710,4720
```

```
4680 WEND
```

```
4690 SOUND 120,3:LOCATE 13,10:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a  
intentarlo.":GOTO 4650
```

```
4700 RUN "BASICOS.BAS"
```

```
4710 RUN"FALLATRI.BAS"
```

```
4720 COLOR 3,9:CLS:LOCATE 10,10:PRINT"¿DESEA SALIR DEL  
";:COLOR 14,9:PRINT"SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS  
":LOCATE 11,10:COLOR 3,9:PRINT"O REGRESAR AL MENU  
PRINCIPAL?"
```

```
4730 Q=2:WHILE Q>=1
```

```
4740 LOCATE 15,15:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu  
principal. "
```

```
4750 LOCATE 16,15:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.  
"
```

```
4760 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MSms",Q$)
```

```
4770 IF Q=0 THEN GOTO 4800
```

```
4780 BEEP:ON Q GOTO 4700,4810,4700,4810
```

```
4790 WEND
```

**4800 SOUND 120,3:LOCATE 17,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 4760**
4810 COLOR 0,0:CLS:SYSTEM

5.23 PROGRAMA AYUFA.EXE

AYUFA.EXE es un programa que permite que se desplieguen a gusto del usuario las diferentes paginas con que cuenta el archivo AYUFA.

El programa de ayuda del menú de fallas puede ser solicitado por el usuario desde el menú de fallas del paquete

5.24 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE AYUFA.BAS

A continuación se ofrece el listado del programa AYUFA.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos:

```
2 A=0
5 DIM AG$(100)
10 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS
20 LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Menu de Fallas."
25 COLOR 3,9:PRINT
30 OPEN "i",#1,"AYUFA"
40 FOR I=1 TO 16
50 INPUT #1,AG$(I)
60 PRINT TAB(10) AG$(I)
70 NEXT I
80 Q=2:WHILE Q>=1
90 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
100 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SRsr",Q$)
110 IF Q=0 GOTO 140
120 BEEP:ON Q GOSUB 160,150,160,150
130 WEND
```

Capítulo Quinto

```
140 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 100
150 RUN "FALLATRI.BAS"
160 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Menu de Fallas."
165 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=17 TO 28
170 IF A=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
180 PRINT TAB(10) AG$(I)
190 NEXT I
200 Q=2:WHILE Q>=1
210 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior. ""::COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
220 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
230 IF Q=0 GOTO 260
240 BEEP:ON Q GOSUB 270,265,150,270,265,150
250 WEND
260 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 220
265 CLOSE #1:GOTO 10
270 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Menu de Fallas."
280 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=28 TO 38
290 IF B=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
300 PRINT TAB(10) AG$(I)
310 NEXT I
320 Q=2:WHILE Q>=1
```

```

330 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.      ";:COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
340 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
350 IF Q=0 GOTO 380
360 BEEP:ON Q GOSUB 390,381,150,390,381,150
370 WEND
380 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 340
381 A=1:GOTO 160
390 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Menu de Fallas."
400 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=39 TO 51
410 IF B=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
420 PRINT TAB(10) AG$(I)
430 NEXT I
440 Q=2:WHILE Q>=1
450 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
460 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ARar",Q$)
470 IF Q=0 GOTO 500
480 BEEP:ON Q GOSUB 510,150,510,150
490 WEND
500 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 460
510 B=1:GOTO 270

```

5.25 ARCHIVO AYUFA

El archivo AYUFA es un archivo en modo texto en el que se da información acerca de las opciones del menú de fallas y de la manera en que este puede ser echado a andar. Este archivo puede ser visto haciendo correr al programa AYUFA.EXE desde el menú de fallas del paquete.

5.26 LISTADO DEL ARCHIVO AYUFA

A continuación se ofrece el contenido íntegro del archivo AYUFA tal y como aparece en el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos:

El SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS tiene entre sus funciones el cálculo de la corriente de falla en cualquier punto de la red que se haya planteado. Se presenta la opción del cálculo de la falla trifásica así como de la monofásica por ser estos los estudios realizados más frecuentemente.

En el caso del cálculo de la falla trifásica se ofrece la opción de generar la matriz RBUS pudiendo realizar cálculos de instalaciones eléctricas pequeñas.

El programa comienza con el Menú del Programa de Fallas en el

Capítulo Quinto

que el usuario deberá seleccionar una de las opciones mediante la tecla correspondiente en el tablero.

El programa tiene un editor de datos que solicita información sobre el sistema al usuario. Esta información debe ser escrita como lo indica el manual del usuario y habiendo convertido los datos a un sistema en por unidad.

Los datos pueden ser almacenados de modo que no sea necesario introducirlos para volver a resolver el mismo problema. Los datos son guardados en un archivo cuyo nombre es designado por el usuario por lo que para cambiar algún dato se puede editar este archivo con gran facilidad.

El programa ofrece la opción de imprimir los resultados.

FALLAS TRIFASICAS.-

Una vez que se hayan ofrecido los datos o abierto un archivo el programa generará la matriz ZBUS y RBUS. En caso de que los valores de resistencias hayan sido iguales a cero la matriz no debe tomarse en cuenta y sus valores serán iguales a los de ZBUS. El programa ofrecerá después los valores de la relación X/R que no tendrá efecto en el caso antes descrito. Se calcula la corriente de falla en por unidad y se pueden solicitar las aportaciones de los elementos de la red en por unidad y en valores reales ofreciendo las bases de referencia.

FALLAS MONOFASICAS.-

Como en el caso anterior el programa solicitará los datos en por unidad de secuencia positiva pero también de secuencia cero. Una vez que se hayan introducidos los datos el programa

Capítulo Quinto

desplegará un menu con las opciones que lo conforman:

**Matriz YBUS sec+ y sec0*

**Matriz ZBUS sec+ y sec0*

**Corriente de falla en por unidad*

**Aportaciones de los elementos del sistema y*

**Corriente de falla en valores reales así como las aportaciones*

de los elementos del sistema para lo que habrá que indicar la

base.

5.27 PROGRAMA FLUJOS.EXE

La última parte del SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS se refiere a los flujos de potencia, o sea a la operación normal de un sistema de transmisión o de distribución de energía eléctrica.

El programa comienza con un menú en el que el usuario puede seleccionar la ayuda del programa de flujos, abrir un archivo con datos previamente guardados o comenzar a introducir la información de un nuevo problema.

Con los datos con que haya sido alimentado el programa se calculan las admitancias a tierra, la matriz de admitancias YBUS empaquetada, es decir, sin escribir los ceros e indicando la posición de cada dato en la matriz completa, se calculan los parámetros de las líneas tales como las admitancias en las líneas YLPQ etc.

Posteriormente el programa realiza un proceso iterativo para lo que necesita conocer la tolerancia, el número máximo de iteraciones y la aceleración del proceso iterativo. Estos datos serán preguntados al usuario.

Capítulo Quinto

El programa ofrece como resultados los voltajes en cada uno de los nodos, los flujos de potencia en cada uno de los elementos del sistema y las potencias en los nodos.

Para ofrecer la información al programa se requiere indicar si el nodo es compensador (nodo del cual podemos partir), generador o de carga.

EL SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS ofrece la opción de imprimir los datos y los resultados del programa.

5.28 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE FLUJOS.BAS

A continuación se presenta el listado del programa fuente FLUJOS.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos:

```
10 DIM  
S1(30),PO(30),QO(30),G(30),B(30),E(30),P(30),Q(30),I1(30),J(30),M(30),  
N(30),K(30)  
20 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Cálculos de flujos de  
potencia."  
30 COLOR 3,9:LOCATE 5,10:PRINT"Permite obtener los valores de los  
flujos de potencia en todas"  
40 LOCATE 5,10:PRINT"las líneas."  
50 Q=2:WHILE Q>=1  
60 LOCATE 8,10:COLOR 20,7:PRINT" A";:COLOR 0,7:PRINT"brir  
archivo con datos. "  
70 LOCATE 9,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"ntroducir  
datos.      "  
80 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("A1ai",Q$)  
90 IF Q=0 GOTO 120  
100 BEEP:ON Q GOSUB 450,130,450,130  
110 WEND
```

Capítulo Quinto

```
120 SOUND 120,3:LOCATE 7,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 80
130 LOCATE 11,10:COLOR 15,9:PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cuantos
nodos contiene el sistema":COLOR 15,9:INPUT N1
140 PRINT:PRINT TAB(10)"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cuantas lineas
contiene el sistema":COLOR 15,9:INPUT L1
150 PRINT:PRINT TAB(10)"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cuantos
transformadores contiene el sistema":COLOR 15,9:INPUT T1
160 FOR I=1 TO L1
170 PRINT:PRINT"Para la linea ";I
180 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"De que nodo parte la linea":COLOR
15,9:INPUT P(I)
190 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"A que nodo llega la linea":COLOR
15,9:INPUT Q(I)
200 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cual es la resistencia de la
linea":COLOR 15,9:INPUT R(I)
210 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cual es la reactancia de la
linea":COLOR 15,9:INPUT X(I)
220 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"Cual es la susceptancia de la
linea":COLOR 15,9:INPUT E(I)
230 NEXT I
240 FOR I=L1+1 TO T1+L1
250 PRINT:PRINT"Para el transformador ";I
260 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"De que nodo parte el
transformador":COLOR 15,9:INPUT P(I)
270 PRINT"¿ ":COLOR 3,9:PRINT"A que nodo llega el
transformador":COLOR 15,9:INPUT Q(I)
```

```

280 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la resistencia del
transformador";:COLOR 15,9:INPUT R(I)
290 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la reactancia del
transformador";:COLOR 15,9:INPUT X(I)
300 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la susceptancia del
transformador";:COLOR 15,9:INPUT E(I)
310 NEXT I
320 FOR I=1 TO NI
330 PRINT"Para el nodo ";I
340 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Que tipo de nodo es
(Carga=2,Compensador=3,Generación=4)";:COLOR 15,9:INPUT K(I)
350 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el voltaje (real)";:COLOR
15,9:INPUT V(I)
360 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el voltaje
(imaginario)";:COLOR 15,9:INPUT Y(I)
370 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la potencia de carga
(real)";:COLOR 15,9:INPUT H(I)
380 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la potencia de carga
(imaginaria)";:COLOR 15,9:INPUT O(I)
390 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la potencia de generación
real";:COLOR 15,9:INPUT W(I)
400 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es la potencia de generación
imaginaria";:COLOR 15,9:INPUT WR(I)
410 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el limite máximo de generación
reactiva";:COLOR 15,9:INPUT C(I)
420 PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el limite mínimo de generación
reactiva";:COLOR 15,9:INPUT D(I)

```

Capítulo Quinto

430 NEXT I

440 GOTO 590

450 LOCATE 11,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Como se llama el archivo de datos";:COLOR 15,9:INPUT NOMBRE\$:BEEP

460 OPEN "i",#1,NOMBRE\$

470 INPUT #1,L1

480 FOR I=1 TO L1

490 INPUT #1,P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)

500 NEXT I

510 INPUT #1,T1

520 FOR I=L1+1 TO L1+T1

530 INPUT #1,P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)

540 NEXT I

550 INPUT #1,N1

560 FOR I=1 TO N1

570 INPUT #1,K(I),V(I),Y(I),H(I),O(I),W(I),WR(I),C(I),D(I)

580 NEXT I

590 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,25:PRINT"Datos de lineas. "

600

COLOR

15,9:PRINT:PRINT"Origen. ", "Destino. ", "Resistencia. ", "Reactancia. ", "Susceptancia. "

610 FOR I=1 TO L1

620 PRINT P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)

630 NEXT I

640 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT TAB(10)" Oprima cualquier tecla para continuar. "

650 QS=INPUT\$(1):BEEP

```

660 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Datos de transformadores. "
670
COLOR
15,9:PRINT:PRINT"Origen. ", "Destino", "Resistencia. ", "Reactancia. ", "Susceptancia. "
680 FOR I=L1+1 TO T1
690 PRINT P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)
700 NEXT I
710 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT TAB(10)" Oprima cualquier tecla para continuar. "
720 Q$=INPUT$(1):BEEP
730 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Datos de nodos. "
740 COLOR 15,9:PRINT"Nodo. ", "Voltaje. ", "Carga. ", "Generacion. "
750 FOR I=1 TO N1
760 PRINT K(I),V(I); " j";Y(I),H(I); " j";O(I),W(I); " j";WR(I)
770 NEXT I
780 Q=2:WHILE Q>=1
790 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR 0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"C";:COLOR 0,7:PRINT"rear archivo. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR 0,7:PRINT"eguir. "
800 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ICSics",Q$)
810 IF Q=0 GOTO 840
820 BEEP:ON Q GOSUB 1100,850,1290,1100,850,1290
830 WEND
840 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un error, vuelva a intentarlo.":GOTO 800
850 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Flujos de potencia. "

```

Capítulo Quinto

```
860 LOCATE 7,10:COLOR 15,9:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el
nombre del archivo nuevo";:COLOR 15,9:INPUT NUEVO$
870 OPEN "o",#2,NUEVO$
880 WRITE #2,L1
890 FOR I=1 TO L1
900 WRITE #2,P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)
910 NEXT I
920 WRITE #2,T1
930 FOR I=L1+1 TO L1+T1
940 WRITE #2,P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)
950 NEXT I
960 WRITE #2,N1
970 FOR I=1 TO N1
980 WRITE #2,K(I),V(I),Y(I),H(I),O(I),W(I),WR(I),C(I),D(I)
990 NEXT I
1000 LOCATE 10,10:COLOR 3,9:PRINT"Se ha generado el archivo
";:COLOR 15,9:PRINT NUEVO$:COLOR 0,7:LOCATE 11,10:PRINT"Con
los datos que usted ofrecio al programa. "
1010 LOCATE 23,10:COLOR 0,7:PRINT" Oprima cualquier tecla para
continuar. "
1020 Q$=INPUT$(1):BEEP
1030 GOTO 730
1040 LPRINT:LPRINT:LPRINT TAB(20)"UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO. "
1050 LPRINT TAB(20)"FACULTAD DE INGENIERIA. "
1060 LPRINT:LPRINT TAB(20) "SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS. "
```

```

1070 LPRINT:LPRINT TAB(20) "FLUJOS DE POTENCIA. "
1080 LPRINT
1090 RETURN
1100 GOSUB 1040
1110 LPRINT TAB(20) "DATOS DEL SISTEMA. "
1120 LPRINT:LPRINT TAB(20) "DATOS DE LINEAS. "
1130 LPRINT "ORIGEN. ", "DESTINO", "R", "X", "SUSCEPTANCIA. "
1140 FOR I=1 TO LI
1150 LPRINT P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)
1160 NEXT I
1170 LPRINT:LPRINT TAB(20) "DATOS DE TRANSFORMADORES. "
1180 LPRINT "ORIGEN. ", "DESTINO", "R", "X", "SUSCEPTANCIA. "
1190 FOR I=LI + 1 TO LI + TI
1200 LPRINT P(I),Q(I),R(I),X(I),E(I)
1210 NEXT I
1220 LPRINT:LPRINT TAB(20) "DATOS DE NODOS. "
1230 LPRINT "TIPO", "VOLTAJE", "POT. DE CARGA.", "POT. DE GEN. "
1240 FOR I=1 TO NI
1250 LPRINT K(I),V(I); " J";Y(I),H(I); " J";O(I), " ", W(I); " J";WR(I)
1260 NEXT I
1270 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1280 GOTO 730
1290 I2=L1 + T1
1300 I3=I2 + N1
1310 FOR I=1 TO I2
1320 Z1=(R(I)^2 + X(I)^2)
1330 G(I)=R(I)/Z1

```

Capítulo Quinto

1340 $B(I) = (-X(I))/Z1$

1350 NEXT I

1360 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Admitancias a tierra."

1370 COLOR 15,9:PRINT:PRINT "Y", "Yp"

1380 PRINT

1390 FOR I=1 TO N1

1400 $G(I2+1) = 0$

1410 $B(I2+1) = 0$

1420 $E(I2+1) = 0$

1430 FOR Z2=1 TO I2

1440 IF $I = P(Z2)$ OR $I = Q(Z2)$ THEN GOTO 1460

1450 GOTO 1490

1460 $G(I2+1) = G(I2+1) + G(Z2)$

1470 $B(I2+1) = B(I2+1) + B(Z2) + E(Z2)$

1480 $E(I2+1) = E(I2+1) + E(Z2)$

1490 NEXT Z2

1500 PRINT I,E(I2+1)

1510 $P(I2+1) = I$

1520 $Q(I2+1) = I$

1530 NEXT I

1540 FOR I=1 TO I2

1550 $G(I) = (-1)*G(I)$

1560 $B(I) = (-1)*B(I)$

1570 NEXT I

1580 Q=2:WHILE Q>=1

```

1590 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
1600 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
1610 IF Q=0 GOTO 1640
1620 BEEP:ON Q GOSUB 1650,1740,1650,1740
1630 WEND
1640 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 1600
1650 GOSUB 1040
1660 LPRINT TAB(20)"ADMITANCIAS A TIERRA."
1670 LPRINT:LPRINT "Y", "Yp"
1680 LPRINT
1690 FOR I=1 TO NI
1700 LPRINT I,E(12+I)
1710 NEXT I
1720 LPRINT:LPRINT:LPRINT
1730 GOTO 1580
1740 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Matriz de admitancias Ybus
empaquetada."
1750 COLOR
15,9:PRINT:PRINT"Origen. ", "Destino. ", "Conductancia ", "Susceptancia"
1760 FOR I=1 TO I3
1770 PRINT P(I),Q(I),G(I),B(I)
1780 NEXT I
1790 Q=2:WHILE Q>=1

```

Capítulo Quinto

```
1800 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR  
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR  
0,7:PRINT"eguir. "
```

```
1810 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
```

```
1820 IF Q=0 GOTO 1850
```

```
1830 BEEP:ON Q GOSUB 1860,1940,1860,1940
```

```
1840 WEND
```

```
1850 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un  
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 1810
```

```
1860 GOSUB 1040
```

```
1870 LPRINT TAB(20)"MATRIZ DE ADMITANCIAS YBUS  
EMPAQUETADA. "
```

```
1880
```

```
LPRINT:LPRINT"ORIGEN", "DESTINO", "CONDUCTANCIA", "SUSCEPTA  
NCIA"
```

```
1890 FOR I=1 TO I3
```

```
1900 LPRINT P(I),Q(I),G(I),B(I)
```

```
1910 NEXT I
```

```
1920 LPRINT:LPRINT:LPRINT
```

```
1930 GOTO 1810
```

```
1940 FOR I=1 TO NI
```

```
1950 R2(I)=W(I)-H(I)
```

```
1960 X2(I)=WR(I)-O(I)
```

```
1970 NEXT I
```

```
1980 REM determina parametros de bus klp
```

```
1990 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Parametros de bus Klp"
```

```
2000 PRINT
```

```

2010 COLOR 15,9
2020 PRINT "P", "Klp"
2030 PRINT
2040 J1=0
2050 FOR I=12+1 TO 13
2060 J1=J1+1
2070 IF K(J1)=3 THEN GOTO 2120
2080 F1=G(I)^2+B(I)^2
2090 F(J1)=(R2(J1)*G(I)-X2(J1)*B(I))/F1
2100 A(J1)=(-1)*(R2(J1)*B(I)+X2(J1)*G(I))/F1
2110 PRINT J1,F(J1),A(J1)
2120 NEXT I
2130 Q=2:WHILE Q>=1
2140 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT "I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
2150 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
2160 IF Q=0 GOTO 2190
2170 BEEP:ON Q GOSUB 2200,2320,2200,2320
2180 WEND
2190 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2150
2200 GOSUB 1040
2210 LPRINT TAB(20)"PARAMETROS DE BUS KLP. "
2220 LPRINT:LPRINT"P", "Klp"
2230 LPRINT
2240 J1=0

```

Capítulo Quinto

```
2250 FOR I=I2+1 TO I3
2260 J1=J1+1
2270 IF K(J1)=3 GOTO 2290
2280 LPRINT J1,F(J1),A(J1)
2290 NEXT I
2300 LPRINT:LPRINT:LPRINT
2310 GOTO 2150
2320 Z1=1:K2=0
2330 REM determina ylpq
2340 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Parámetros Ylpq."
2350 PRINT:COLOR 15,9
2360 PRINT"Origen","Destino","Ylpq"
2370 FOR I=I2+1 TO I3
2380 IF K(Z1)<>3 THEN GOTO 2410
2390 Z1=Z1+1
2400 GOTO 2560
2410 F1=G(I)^2+B(I)^2
2420 FOR J1=1 TO I2
2430 IF P(J1)<>P(I) THEN GOTO 2480
2440 K2=K2+1
2450 I1(K2)=P(J1)
2460 J(K2)=Q(J1)
2470 GOTO 2520
2480 IF Q(J1)<>P(I) THEN GOTO 2550
2490 K2=K2+1
2500 I1(K2)=Q(J1)
2510 J(K2)=P(J1)
```

```

2520 M(K2)=(G(J1)*G(I)+B(J1)*B(I))/F1
2530 N(K2)=(G(I)*B(J1)-G(J1)*B(I))/F1
2540 PRINT I1(K2),J(K2),:PRINT USING"###.#####";M(K2),N(K2)
2550 NEXT J1
2560 NEXT I
2570 Q=2:WHILE Q>=1
2580 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"nprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
2590 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
2600 IF Q=0 GOTO 2630
2610 BEEP:ON Q GOSUB 2640,2720,2640,2720
2620 WEND
2630 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 2590
2640 GOSUB 1040
2650 LPRINT TAB(20)"PARAMETROS Ylpq. "
2660 LPRINT:LPRINT"ORIGEN", "DESTINO", "Ylpq"
2670 FOR I=1 TO I3
2680 LPRINT I1(I),J(I),:LPRINT USING"###.#####";M(I),N(I)
2690 NEXT I
2700 LPRINT:LPRINT:LPRINT
2710 GOTO 2590
2720 REM inicializa contador iterativo
2730 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Cálculos de flujos de
potencia. "

```

Capítulo Quinto

```
2740 COLOR 15,9:LOCATE 5,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es
el máximo de tolerancia para la iteración";:COLOR 15,9:INPUT T2
2750 LOCATE 7,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el máximo
número de iteraciones";:COLOR 15,9:INPUT T3
2760 LOCATE 9,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"Cual es el factor de
aceleración para las iteraciones";:COLOR 15,9:INPUT T4
2770 PRINT
2780 T8=1
2790 REM inicializa contador bus
2800 I=1
2810 REM prueba para el bus slack
2820 IF K(I)=3 GOTO 3430
2830 REM prueba para el bus de voltaje controlado +
2840 IF K(I) <> 4 GOTO 3210
2850 REM calcula angulo de fase para el bus p
2860 L2=ATN(Y(I)/V(I))*360/6.2831
2870 REM calcula voltaje ajustado para el bus
2880 L3=SQR(V(I)^2+Y(I)^2)
2890 L4=L3*COS(L2)
2900 L5=L3*SIN(L2)
2910 FOR T5=I2+1 TO I3
2920 IF K(T5) <> 1 GOTO 2950
2930 K5=(L4^2+L5^2)*B(T5)
2940 GOTO 2970
2950 NEXT T5
2960 REM calcula potencia reactiva
2970 FOR K7=1 TO I2
```

```

2980 IF P(K7) < > I GOTO 3010
2990 K8 = Q(K7)
3000 GOTO 3030
3010 IF Q(K7) < > I GOTO 3040
3020 K8 = P(K7)
3030          K6 = L5*(V(K8)*G(K7) + Y(K8)*B(K7)) - L4*(Y(K8)*G(K7) -
V(K8)*B(K7))
3040 NEXT K7
3050 Z(I) = O(I) + K5 + K6
3060 REM prueba para el max lim pot
3070 IF Z(I) < = C(I) GOTO 3110
3080 Z(I) = C(I)
3090 GOTO 3160
3100 REM prueba para el min lim pot
3110 IF Z(I) > = D(I) GOTO 3140
3120 Z(I) = D(I)
3130 GOTO 3160
3140 V(I) = L3 * COS(L2)
3150 Y(I) = L3 * SIN(L2)
3160 X2(I) = Z(I) + X2(I)
3170 REM revalua klp para el bus
3180 F1 = G(T5) ^ 2 + B(T5) ^ 2
3190 F(I) = (R2(I) * G(T5) - X2(I) * B(T5)) / F1
3200 A(I) = (-1) * (R2(I) * B(T5) + X2(I) * G(T5)) / F1
3210 S2 = 0 : S4 = 0
3220 REM solucion de la ecuacion de voltaje
3230 K2 = I

```

Capítulo Quinto

```
3240 IF I=I1(K2) GOTO 3280
3250 K2=K2+I
3260 IF K<2*(L1+T1) GOTO 3240
3270 GOTO 3430
3280 IF K2>=2*(L1+T1+I) GOTO 3430
3290 IF I1(K2)<>I GOTO 3350
3300 S2=S2+V(J(K2))*M(K2)-N(K2)*Y(J(K2))
3310 S4=S4+V(J(K2))*N(K2)+M(K2)*Y(J(K2))
3320 K2=K2+I
3330 GOTO 3280
3340 REM voltaje vp
3350 S3=V(I)^2+Y(I)^2
3360 L(I)=(F(I)*V(I)-A(I)*Y(I))/S3-S2
3370 U(I)=(F(I)*Y(I)+A(I)*V(I))/S3-S4
3380 REM calcula cambio de voltaje
3390 R1(I)=L(I)-V(I)
3400 X1(I)=U(I)-Y(I)
3410 Y(I)=Y(I)+T4*X1(I)
3420 V(I)=V(I)+T4*R1(I)
3430 I=I+1
3440 REM prueba para fin de bus
3450 IF I<=N1 GOTO 2810
3460 FOR T5=1 TO N1
3470 IF K(T5)=3 GOTO 3510
3480 E1=SQR(R1(T5)^2+X1(T5)^2)
3490 REM prueba para convergencia
3500 IF E1>T2 GOTO 3540
```

```

3510 NEXT T5
3520 GOTO 3580
3530 REM prueba para fin de iteracion
3540 PRINT "Iteración ",T8,"Tolerancia",E1
3550 IF T8=T3 GOTO 3580
3560 T8=T8+1
3570 GOTO 2800
3580 PRINT:PRINT TAB(20)"Converge en ";T8;"iteraciones. "
3590 PRINT:PRINT TAB(20)"con una tolerancia de ";E1
3600 COLOR 0,7:LOCATE 20,10:PRINT" Oprima cualquier tecla para
continuar. "
3610 Q$=INPUT$(1):BEEP
3620 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Voltajes. "
3630 PRINT:COLOR 15,9
3640 PRINT"Bus", " Rectangular", " ", " Polar"
3650 PRINT" ", " Real Imag", " Mag Ang"
3660 FOR T5=1 TO N1
3670 T6=SQR(V(T5)^2+Y(T5)^2)
3680 T7=ATN(Y(T5)/V(T5))*360/6.283
3690 V4(T5)=T6
3700 V5(T5)=T7
3710 PRINT T5,.:PRINT USING"###.#####";V(T5),Y(T5);
3720 PRINT" ",.:PRINT USING"###.#####";T6,T7
3730 NEXT T5
3740 Q=2:WHILE Q>=1

```

Capítulo Quinto

```
3750 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ""::COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
3760 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
3770 IF Q=0 GOTO 3800
3780 BEEP:ON Q GOSUB 3810,3930,3810,3930
3790 WEND
3800 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 3760
3810 GOSUB 1040
3820 LPRINT TAB(20)"Voltajes. "
3830 LPRINT:LPRINT TAB(20)"BUS. ", "RECTANGULAR. ", "POLAR. "
3840 LPRINT TAB(20)" ", "REAL. ", "IMAG. ", "MAG. ", "ANG. "
3850 FOR T5=1 TO N1
3860 T6=SQR(V(T5)^2+Y(T5)^2)
3870 T7=ATN(Y(T5)/V(T5))*360/6.283
3880 LPRINT T5,:LPRINT USING"###.#####";V(T5),Y(T5);
3890 LPRINT" ",:LPRINT USING"###.#####";T6,T7
3900 NEXT T5
3910 LPRINT:LPRINT:LPRINT
3920 GOTO 3760
3930 REM determinacion de flujos de potencia
3940 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Flujos de potencia."
3950 COLOR 3,9:LOCATE 7,10:PRINT"Para obtener valores en por unidad
de un valor de 1. "
3960 COLOR 15,9:LOCATE 9,10:PRINT"¿";:COLOR 3,9:PRINT"A cuantos
MVA de base estan referidas las potencias";:COLOR 15,9:INPUT N2
```

Capítulo Quinto

```
3750 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT " I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "
3760 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)
3770 IF Q=0 GOTO 3800
3780 BEEP:ON Q GOSUB 3810,3930,3810,3930
3790 WEND
3800 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 3760
3810 GOSUB 1040
3820 LPRINT TAB(20)"Voltajes. "
3830 LPRINT:LPRINT TAB(20)"BUS. ", "RECTANGULAR. ", "POLAR. "
3840 LPRINT TAB(20)" ", "REAL. ", "IMAG. ", "MAG. ", "ANG. "
3850 FOR T5=1 TO N1
3860 T6=SQR(V(T5)^2+Y(T5)^2)
3870 T7=ATN(Y(T5)/V(T5))*360/6.283
3880 LPRINT T5,:LPRINT USING"###.#####";V(T5),Y(T5);
3890 LPRINT" ",:LPRINT USING"###.#####";T6,T7
3900 NEXT T5
3910 LPRINT:LPRINT:LPRINT
3920 GOTO 3760
3930 REM determinacion de flujos de potencia
3940 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Flujos de potencia. "
3950 COLOR 3,9:LOCATE 7,10:PRINT"Para obtener valores en por unidad
de un valor de 1. "
3960 COLOR 15,9:LOCATE 9,10:PRINT";";:COLOR 3,9:PRINT"A cuantos
MVA de base estan referidas las potencias";:COLOR 15,9:INPUT N2
```

3970 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,10:PRINT"Flujos de potencia."

3980 FOR I=1 TO I2

3990 G(I)=(-1)*G(I)

4000 B(I)=(-1)*B(I)

4010 NEXT I

4020 KO=1

4030 FOR Z2=1 TO N1

4040 FOR I=1 TO I2

4050 IF P(I) < > Z2 GOTO 4210

4060 H1=V(P(I))^2+Y(P(I))^2

4070 H2=V(P(I))*V(Q(I))+Y(P(I))*Y(Q(I))

4080 H3=V(P(I))*Y(Q(I))-Y(P(I))*V(Q(I))

4090 PO(KO)=((H1-H2)*G(I)+H3*B(I))*N2

4100 QO(KO)=(-1)*(H1*(B(I)+E(I))-B(I)*H2-G(I)*H3)*N2

4110 S1(KO)=SQR(PO(KO)^2+QO(KO)^2)

4120 H1=V(Q(I))^2+Y(Q(I))^2

4130 H2=V(Q(I))*V(P(I))+Y(Q(I))*Y(P(I))

4140 H3=V(Q(I))*Y(P(I))-Y(Q(I))*V(P(I))

4150 PO(I2+KO)=(G(I)*(H1-H2)+H3*B(I))*N2

4160 QO(I2+KO)=(-1)*(H1*(B(I)+E(I))-B(I)*H2-G(I)*H3)*N2

4170 S1(I2+KO)=SQR(PO(I2+KO)^2+QO(I2+KO)^2)

4180 P(I2+KO)=Q(I)

4190 Q(I2+KO)=P(I)

4200 KO=KO+1

4210 NEXT I

4220 NEXT Z2

4230 PRINT:COLOR 15,9

Capítulo Quinto

```
4240 PRINT"Origen", "Destino", "Activa", "Reactiva", "Aparente"  
4250 FOR KO=1 TO 2*12  
4260 P5=P(KO)  
4270 Q5=Q(KO)  
4280 P6=PO(KO)  
4290 Q6=QO(KO)  
4300 PRINT P5,Q5,P6,Q6,S1(KO)  
4310 NEXT KO  
4320 Q=2:WHILE Q>=1  
4330 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR  
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR  
0,7:PRINT"eguir. "  
4340 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ISis",Q$)  
4350 IF Q=0 GOTO 4380  
4360 BEEP:ON Q GOSUB 4390,4460,4390,4460  
4370 WEND  
4380 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 22,10:PRINT"Ha cometido un  
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 4340  
4390 GOSUB 1040  
4400  
LPRINT"ORIGEN", "DESTINO", "ACTIVA", "REACTIVA", "APARENTE"  
4410 FOR I=1 TO 2*12  
4420 LPRINT P(I),Q(I),PO(I),QO(I),S1(I)  
4430 NEXT I  
4440 LPRINT:LPRINT:LPRINT  
4450 GOTO 4340  
4460 REM potencias
```

```

4470 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,20:PRINT"Potencias."
4480 FOR I=1 TO I2
4490 IF K(P(I)) < > 3 GOTO 4520
4500 W(P(I))=W(P(I))+PO(I)
4510 Z(P(I))=Z(P(I))+QO(I)
4520 NEXT I
4530 FOR I=1 TO N1
4540 R2(I)=-R2(I)*N2
4550 X2(I)=-X2(I)*N2
4560 IF K(I)=3 GOTO 4580
4570 W(I)=W(I)*N2
4580 NEXT I
4590 PRINT:COLOR 15,9
4600 PRINT:PRINT TAB(20)"Generación"
4610 PRINT"Bus", "Pg", "Qg", "Tipo de bus"
4620 FOR I=1 TO N1
4630 IF K(I)=4 OR K(I)=3 GOTO 4650
4640 GOTO 4680
4650 PRINT I,W(I),Z(I),
4660 IF K(I)=3 THEN PRINT"Compensador"
4670 IF K(I)=4 THEN PRINT"Generador"
4680 NEXT I
4690 PRINT:PRINT TAB(20)"Carga"
4700 PRINT"Bus", "Pc", "Qc", "Tipo de bus"
4710 FOR I=1 TO N1
4720 IF K(I) < > 2 GOTO 4740
4730 PRINT I,R2(I),X2(I), "Carga"

```

Capítulo Quinto

4740 NEXT I

4750 Q=2:WHILE Q>=1

4760 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" I";:COLOR
0,7:PRINT"mprimir. ";:COLOR 20,7:PRINT"S";:COLOR
0,7:PRINT"eguir. "

4770 Q\$=INPUT\$(1):Q=INSTR("ISis",Q\$)

4780 IF Q=0 GOTO 4810

4790 BEEP:ON Q GOSUB 4820,4990,4820,4990

4800 WEND

4810 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 4770

4820 GOSUB 1040

4830 LPRINT TAB(20)"POTENCIAS. "

4840 LPRINT:LPRINT TAB(20)"Generación"

4850 LPRINT"Bus", "Pg", "Qg", "Tipo de bus"

4860 FOR I=1 TO I2

4870 IF K(I)=4 OR K(I)=3 GOTO 4890

4880 GOTO 4920

4890 LPRINT I,W(I),Z(I),

4900 IF K(I)=3 THEN LPRINT"COMPENSADOR"

4910 IF K(I)=4 THEN LPRINT"CARGA"

4920 NEXT I

4930 LPRINT:LPRINT TAB(20)"Carga"

4940 LPRINT"Bus", "Pc", "Qc", "Tipo de bus"

4950 FOR I=1 TO NI

4960 IF K(I)<>2 GOTO 4980

4970 LPRINT I,R2(I),X2(I), "Carga"

```

4980 NEXT I
4990 COLOR 14,9:CLS
5000 LOCATE 3,20:PRINT"Calculo de flujos de potencia."
5010 Q=2:WHILE Q>=1
5020 LOCATE 10,10:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
principal. "
5030 LOCATE 11,10:COLOR 20,7:PRINT" F";:COLOR 0,7:PRINT"lujos
de potencia. "
5040 LOCATE 12,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.
"
5050 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MFSmfs",Q$)
5060 IF Q=0 GOTO 5090
5070 BEEP:ON Q GOSUB 5100,5110,5120,5100,5110,5120
5080 WEND
5090 SOUND 120,3:LOCATE 13,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 5050
5100 RUN"BASICOS.BAS"
5110 RUN"FLUJOS.BAS"
5120 COLOR 3,9:CLS:LOCATE 10,10:PRINT"¿DESEA SALIR DEL
";:COLOR 14,9:PRINT"SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS
":LOCATE 11,10:COLOR 3,9:PRINT"O REGRESAR AL MENU
PRINCIPAL?"
5130 Q=2:WHILE Q>=1
5140 LOCATE 15,15:COLOR 20,7:PRINT" M";:COLOR 0,7:PRINT"enu
principal. "
5150 LOCATE 16,15:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"alir.
"

```

Capítulo Quinto

```
5160 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("MSms",Q$)
```

```
5170 IF Q=0 GOTO 5200
```

```
5180 ON Q GOSUB 5100,5210,5100,5210
```

```
5190 WEND
```

```
5200 SOUND 120,3:COLOR 31,9:LOCATE 17,10:PRINT"Ha cometido un  
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 5160
```

```
5210 COLOR 0,0:CLS:SYSTEM
```

5.29 PROGRAMA AYUFLU.EXE

AYUFLU.EXE es un programa que permite que se desplieguen a gusto del usuario las diferentes paginas con que cuenta el archivo AYUFLU.

El programa de ayuda del programa de flujos puede ser solicitado por el usuario desde el menú de flujos del paquete.

5.30 LISTADO EN LENGUAJE BASIC DEL PROGRAMA FUENTE AYUFLU.BAS

A continuación se ofrece el listado del programa AYUFLU.BAS tal y como se utiliza en el Simulador de Sistemas Eléctricos:

```
2 A=0
5 DIM AG$(100)
10 KEY OFF:COLOR 14,9:CLS
20 LOCATE 3,30:PRINT" Ayuda del Programa de Flujos. "
25 COLOR 3,9:PRINT
30 OPEN "i",#1,"AYUFLU"
40 FOR I=1 TO 16
50 INPUT #1,AG$(I)
60 PRINT TAB(10) AG$(I)
70 NEXT I
80 Q=2:WHILE Q>=1
90 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
100 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SRsr",Q$)
110 IF Q=0 GOTO 140
120 BEEP:ON Q GOSUB 160,150,160,150
130 WEND
```

```

140 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 100
150 RUN "FLUJOS.BAS"
160 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Programa de
Flujos. "
165 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=17 TO 28
170 IF A=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
180 PRINT TAB(10) AG$(I)
190 NEXT I
200 Q=2:WHILE Q>=1
210 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"iguiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior. "":COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
220 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
230 IF Q=0 GOTO 260
240 BEEP:ON Q GOSUB 270,265,150,270,265,150
250 WEND
260 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo. ":GOTO 220
265 CLOSE #1:GOTO 10
270 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Programa de
Flujos. "
280 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=28 TO 40
290 IF B=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
300 PRINT TAB(10) AG$(I)
310 NEXT I
320 Q=2:WHILE Q>=1

```

Capítulo Quinto

```
330 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT" S";:COLOR 0,7:PRINT"igüiente.
";:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.      ";:COLOR
20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
340 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("SARsar",Q$)
350 IF Q=0 GOTO 380
360 BEEP:ON Q GOSUB 390,381,150,390,381,150
370 WEND
380 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 340
381 A=1:GOTO 160
390 COLOR 14,9:CLS:LOCATE 3,30:PRINT"Ayuda del Programa de
Flujos."
400 COLOR 3,9:LOCATE 5,1:FOR I=41 TO 51
410 IF B=0 THEN INPUT #1,AG$(I)
420 PRINT TAB(10) AG$(I)
430 NEXT I
440 Q=2:WHILE Q>=1
450 LOCATE 23,10:COLOR 20,7:PRINT"A";:COLOR 0,7:PRINT"nterior.
";:COLOR 20,7:PRINT"R";:COLOR 0,7:PRINT"egresar. "
460 Q$=INPUT$(1):Q=INSTR("ARar",Q$)
470 IF Q=0 GOTO 500
480 BEEP:ON Q GOSUB 510,150,510,150
490 WEND
500 SOUND 120,3:LOCATE 22,10:COLOR 31,9:PRINT"Ha cometido un
error, vuelva a intentarlo.":GOTO 460
510 B=1:GOTO 270
```

5.31 ARCHIVO AYUFLU

El archivo AYUFA es un archivo en modo texto en el que se da información acerca de las opciones del programa de flujos y de la manera en que este puede ser echado a andar. Este archivo puede ser visto haciendo correr al programa AYUFLU.EXE desde el menú de fallas del paquete.

Capítulo Quinto

5.32 LISTADO DEL ARCHIVO AYUFLU

A continuación se ofrece el contenido integro del archivo AYUFLU tal y como aparece en el paquete Simulador de Sistemas Eléctricos:

El SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS tiene entre sus funciones

el cálculo de los flujos de potencia formando para ello la

la matriz YBUS empaquetada.

El programa comienza con un menu en donde se ofrece la opción

de utilizar un archivo con datos que se haya generado previa-

mente o de introducir los datos de un nuevo problema mismos

que podrán ser archivados en el formato que acepta el programa

Los datos que se ofrezcan al programa deberán estar en por

unidad y se deberá escoger un nodo de partida para el cálculo de los voltajes tal y como se indica en el Manual del Usuario.

Para realizar cambios en un archivo de datos se puede utilizar cualquier editor. El programa ofrece la opción de imprimir los datos y los resultados del estudio que se haya realizado.

El programa calcula de inmediato las admitancias a tierra y genera la matriz de admitancias YBUS que en el caso de este programa estará empaquetada (no aparecen los ceros y se indica la posición de los elementos que aparecen en la matriz completa). El programa calcula entonces los parámetros de bus del sistema.

Una vez transcurrido lo anterior el programa pasa por un proceso iterativo para el que requiere información que solicita

Capítulo Quinto

al usuario.

** Tolerancia del proceso iterativo (Se sugiere un número muy pequeño o en su defecto cero)*

** Maximo número de iteraciones (Depende de la certeza que se requiera sobre los resultados. Para un estudio pequeño pueden*

usarse unas diez o veinte)

** Factor de aceleración del proceso iterativo (Un número mayor que uno. Se sugiere un número entre uno y dos para un estudio que no sea demasiado extenso)*

Al momento de cargar los datos al programa se deberá de indi-

car que tipo de nodo es cada uno (Compensador o generador o

carga). Existe mayor información sobre esto en el Manual del Usuario.

Los resultados que el programa ofrece son los siguientes:

** Los voltajes en cada uno de los nodos.*

** Los flujos de potencia de todos los elementos del sistema en la base original a la que esten referidos o en por unidad indicando el número uno.*

** Las potencias que se presentan en los nodos ya sean de generación o cargas.*

5.33 ARCHIVO BATCH INSTALAR.BAT

El archivo **INSTALAR.BAT** es un archivo batch que copia el archivo **SSE.BAT** al disco duro **C:** y después crea el directorio **SSE** en el mismo disco duro. **INSTALAR.BAT** se encarga de copiar al directorio **C:\SSE** todos los programas y archivos necesarios para que el paquete **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** puede funcionar desde el disco duro de cualquier computadora personal.

5.34 LISTADO DEL ARCHIVO INSTALAR.BAT

A continuación se presenta el contenido del archivo
INSTALAR.BAT tal y como se utiliza en el SIMULADOR DE
SISTEMAS ELECTRICOS:

@ECHO.

@echo UNAM FACULTAD DE INGENIERIA

@echo SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS

@echo El programa INSTALAR.BAT procederá a crear
el directorio SSE

@echo en la unidad de disco duro C: y copiará en el
los archivos

@echo que componen al SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS.

@echo.

@echo Oprima Control-Break para abortar

@echo off

pause

mkdir c:\sse

copy basicos.exe c:\sse\basicos.exe

copy fallatri.exe c:\sse\fallatri.exe

copy fallamon.exe c:\sse\fallamon.exe

copy flujos.exe c:\sse\flujos.exe

copy ayugen.exe c:\sse\ayugen.exe

Capítulo Quinto

copy ayubas.exe c:\sse\ayubas.exe

copy ayufa.exe c:\sse\ayufa.exe

copy ayuflu.exe c:\sse\ayuflu.exe

copy ayugen c:\sse\ayugen

copy ayubas c:\sse\ayubas

copy ayufa c:\sse\ayufa

copy ayuflu c:\sse\ayuflu

copy brun40.exe c:\sse\brun40.exe

copy unam c:\sse\unam

copy unam.tif c:\sse\unam.tif

copy dibujo.exe c:\sse\dibujo.exe

cd..

copy sse.bat c:\sse.bat

5.35 PROGRAMA BRUN40.EXE

Este programa no fue hecho ni para este paquete ni por el autor del mismo. Los programas que aquí aparecen fueron hechos en GWBASIC y compilados en QUICKBASIC. Al compilar los programas se pudieron haber hecho autosuficientes pero hubiera implicado que los programas fueran mucho más grandes y hubiera mucho espacio desperdiciado. Los programas del paquete utilizan a BRUN40.EXE para poder funcionar, por lo que este programa siempre debe estar acompañándolos.

CAPITULO SEXTO:
MANUAL DEL USUARIO DEL
SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS

6.1 INTRODUCCION Y CONTENIDO

El paquete SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS fué diseñado como proyecto de tesis en el año de 1991 por Diego Arjona Argüelles bajo la dirección del Ing. Arturo Morales Collantes.

Los programas que constituyen al paquete fueron hechos en GWBASIC y compilados mediante QUICKBASIC y son los siguientes:

BASICOS.EXE, FALLATRI.EXE, FALLAMON.EXE,
FLUJOS.EXE, AYUGEN.EXE, AYUBAS.EXE,
AYUFA.EXE, AYUFLU.EXE.

Se presentan también cinco archivos en modo texto:

AYUGEN, AYUBAS, AYUFA, AYUFLU, UNAM.

Dos archivos de modo gráfico:

UNAM.TIF, SDSE.TIF.

Capítulo Sexto

Y dos utilerías que no fueron diseñadas para este paquete y sin embargo son necesarias para su buen funcionamiento:

DIBUJO.EXE, BRUN40.EXE

6.2 INSTALACION

Entre las funciones que han sido diseñadas para este paquete se cuenta con la instalación del mismo en un disco duro que debe corresponder a la unidad C: de la computadora.

Para utilizar esta opción se debe entrar al directorio \SSE del disco original (Escribir CD SSE y oprimir la tecla RETURN) y accionar el programa INSTALAR.BAT (Escribir INSTALAR y oprimir la tecla RETURN). El programa creará el directorio SSE en el disco duro y copiará automáticamente los programas, una vez hecho esto el paquete ha quedado instalado.

6.3 PUESTA EN MARCHA

Para hacer funcionar al SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS se requiere estar en la unidad de disco donde este contenido el programa, escribir SSE y oprimir la tecla RETURN. Al hacer esto el programa comenzará por desplegar en la pantalla el escudo de la UNAM y el nombre del programa (En algunas pantallas y modos gráficos pueden existir problemas para ver estos dibujos, pero esto no afecta a las funciones del paquete de programación) al desaparecer los mismos la pantalla se volverá negra por unos momentos y aparecerá el nombre y la descripción del programa, oprima cualquier tecla y podrá visualizar el menú principal.

6.4 MENU PRINCIPAL

Este menú nos permite elegir la opción del estudio que querramos hacer:

- I.- Ayuda general
- II.- Características básicas de los sistemas eléctricos
- III.- Cálculo de fallas
- IV.- Flujos de Potencia
- V.- Salir

Para elegir una opción en éste y en cualquiera de los menús que se presentan en el paquete deberá oprimirse en el tablero la tecla correspondiente a la tecla parpadeante en la pantalla.

A lo largo del paquete se presenta varias veces la opción de regresar al menú principal para volver a seleccionar alguna de estas opciones.

6.5 PROGRAMAS DE AYUDA

Dentro del SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS se presentan cuatro oportunidades para pedir información adicional que será desplegada en la pantalla:

* Ayuda del menú principal en la que se describen las funciones de cada una de las partes del programa a rasgos generales y se ofrece información sobre el diseño del programa.

** Ayuda del menú de características básicas en la que se definen las opciones de cálculo que se presentan en esta parte del paquete y se da información acerca de los resultados que es posible obtener.

*** Ayuda del menú de fallas en donde se ofrece información acerca del funcionamiento de esta opción, de los datos que requiere y de los resultados que se pueden obtener.

**** Ayuda del menú de flujos en donde se ofrece información acerca de los datos y resultados que son relevantes para esta parte del paquete.

Al entrar en cualquiera de estas opciones en cualquier parte del paquete se desplegará la información en la pantalla y aparecerá en la parte de abajo un menú en el que se puede elegir entre ver la pagina siguiente, cuando exista, volver a ver

la página anterior, cuando exista, o regresar a la opción del paquete de la que se salió.

6.6 CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA

Esta parte del paquete presenta opciones para realizar cálculos muy sencillos que permiten familiarizarse con el funcionamiento del paquete y repasar conceptos que, aunque muy básicos, resultan fundamentales para un ingeniero.

6.6.1 MENU DEL PROGRAMA DE CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICOS

Este menú nos permite elegir una de las siguientes opciones:

- I.- Ayuda
- II.- Potencia en sistemas de C.A. monofásicos
- III.- Potencia en sistemas de C.A. trifásicos balanceados
- IV.- Impedancia
- V.- Potencia compleja
- VI.- Salir
- VII.- Menú principal

6.6.2 POTENCIA EN SISTEMAS DE C.A. MONOFASICOS

Esta subrutina nos permite obtener valores de corriente y voltaje pico, eficaz e instantaneos así como valores de potencia real, reactiva y aparente en sistemas de corriente alterna monofásicos partiendo de valores de potencia o de corriente y de valores pico o eficaces. Para hacer uso de esta opción únicamente es necesario seguir las instrucciones que presenta el propio programa.

Para imprimir los resultados de estos cálculos se puede utilizar la tecla "IMPRIMIR PANTALLA" del teclado de la computadora.

6.6.3 POTENCIA EN SISTEMAS DE C.A. TRIFASICOS EQUILIBRADOS

Esta subrutina es similar a la anterior y permite entrar con voltajes entre fases o de fase a tierra así como con valores de potencia o de corriente. Se deben ofrecer los datos de acuerdo con la manera en que los pide el programa y la opción de imprimir los resultados se encuentra en la tecla "IMPRIMIR PANTALLA".

6.6.4 IMPEDANCIA

Esta subrutina permite utilizar los valores propios de una línea para obtener su impedancia compleja e indica si el tipo de circuito que forma. Antes de dar los datos se debe elegir

Capítulo Sexto

entre utilizar la inductancia y la reactancia o las reactancias capacitiva e inductiva, en caso de no conocer más que la resistencia se debe elegir la primera opción. Para imprimir los resultados se debe utilizar la tecla "IMPRIMIR PANTALLA".

6.6.5 POTENCIA COMPLEJA

Permite obtener los valores de potencia compleja aparente, real y reactiva a partir de los valores complejos de corriente e impedancia o voltaje y corriente. Se presenta un pequeño menú en el que se debe elegir la opción de datos que se deseé. Para imprimir los resultados utilice la tecla "IMPRIMIR PANTALLA".

6.7 CALCULO DE FALLAS

El SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS permite realizar el cálculo de fallas trifásicas y de fallas monofásicas por ser respectivamente las más severas y las más comunes.

Para entrar al menú de fallas se debe elegir esta opción en el menú principal.

6.7.1 MENU DE FALLAS

El menú de fallas nos presenta las opciones correspondientes dentro del paquete:

- I.- Ayuda
- II.- Falla trifásica
- III.- Falla monofásica
- iV.- Salir

6.7.2 LECTURA DE DATOS

Para trabajar con la opción de cálculo de fallas del SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS es necesario que los datos que se le ofrezcan sean los de un circuito en por unidad equivalente al planteado en el problema. Para la

Capítulo Sexto

conversión del sistema a su equivalente en por unidad se puede recurrir a:

Viqueira Landa, Jacinto (1986) REDES ELECTRICAS. Primera y Segunda partes.

Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería.

México D.F., México.

Tanto para la opción de la falla trifásica como para la de la falla monofásica se puede elegir entre abrir un archivo de datos que se haya producido anteriormente o crear uno nuevo. En caso de que se introduzca un nuevo problema el programa preguntará los datos del mismo uno a uno. Para ello será necesario que conformemos nuestra información: Se sugiere que el usuario dibuje en una hoja de papel el diagrama unifilar del sistema numerando en el cada uno de los nodos o buses y cada uno de los elementos. La primeras dos preguntas que hará el programa serán estos números y después se referirá a los elementos por el número que se les haya dispuesto.

IMPORTANTE: Un elemento es cualquier línea, generador o transformador que este conectado a un bus.

El programa procederá entonces a preguntar los datos de cada elemento.

IMPORTANTE: La tierra del sistema será denominada nodo 0.

En el caso de la falla monofásica el programa preguntará los datos de secuencia positiva y de secuencia cero por lo que se deben dibujar ambos diagramas unifilares.

Se pregunta la resistencia de los elementos en consideración de que el programa puede ser utilizado para hacer estudios de corto circuito de instalaciones pequeñas en las que este dato resulta fundamental, pero para el caso de grandes sistemas será bastante con escribir cero cada vez que esto se pregunte.

Una vez que se hayan cargado los datos se presentará un menú en el que se presenta la opción de guardarlos en un archivo, el nombre del mismo será plenamente definido por el usuario. Se sugiere la extensión *.DFT para datos de la falla trifásica y *.DFM para los de la monofásica.

En caso de que se desee utilizar datos que hubieran sido previamente almacenados se debe elegir la opción "Abrir archivo con datos" y escribir el nombre del archivo al ser éste requerido.

El paquete presenta la opción de imprimir los datos, cosa que puede hacerse usando cualquier impresora.

Capítulo Sexto

IMPORTANTE: Se debe revisar que la impresora este lista antes de intentar imprimir.

6.7.3 FORMACION DE MATRICES

Ante la instrucción "Seguir" el programa procederá a generar la matriz de admitancias de bus YBUS y la matriz de impedancias de bus ZBUS, en el caso de la falla trifásica se presenta también la matriz de resistancias de bus RBUS y en el caso de la falla monofásica la matriz de admitancias de bus de secuencia cero YOBUS y la de impedancias de bus de secuencia cero ZOBUS.

IMPORTANTE: En el caso de la falla trifásica y cuando se trata de un sistema de transmisión o de distribución se deberán haber adjudicado ceros a los valores de resistencia por lo que la matriz RBUS será exactamente igual a la ZBUS y no debe ser tomada en cuenta.

El paquete presenta opciones para imprimir todas estas matrices de modo que se puedan comparar los resultados.

6.7.4 CORRIENTE Y APORTACIONES

Tanto en el caso de la falla trifásica como de la monofásica se obtiene la corriente de falla en por unidad en cada uno de los nodos así como las aportaciones -la corriente

que circula por cada uno de los elementos del sistema en el momento de la falla- en por unidad para la falla cada uno de los nodos.

En el caso de la falla trifásica los valores de la corriente en por unidad será ofrecida automáticamente y en el de la falla monofásica deberá ser requerido en el menú de resultados del programa.

La corriente y aportaciones referida a base original del nodo en estudio puede ser calculada eligiendo está opción y ofreciendo los datos de voltaje y potencia de la base a la que deben ser referidos conforme estos sean solicitados por el programa.

6.7.5 RELACION X/R

En el caso de la falla trifásica se calcula automáticamente la relación que existe entre la reactancia y la resistencia en cada nodo. Esta información es relevante solamente para instalaciones eléctricas por lo que al tratarse de un sistema de transmisión este dato será igual a uno en todos los nodos y no deberá tomarse en cuenta.

6.7.6 FALLA TRIFASICA

Capítulo Sexto

El programa comienza con el editor de datos y procede a formar automáticamente las matrices, la relación X/R y la corriente en por unidad, presenta entonces un pequeño menú en el que se pueden escoger las aportaciones que se deberán calcular y termina en el menú final de cálculo de fallas. Todos los datos, matrices y resultados del problema pueden ser impresos para entregar un reporte.

6.7.7 FALLA MONOFASICA

El programa comienza con el editor de datos y presenta el menú de resultados donde se puede elegir la matriz que se deseé ver o imprimir así como los resultados de la corriente de falla y las aportaciones en cualquiera de los nodos. El programa termina en el menu final del cálculo de fallas. Todos los datos, matrices y resultados pueden ser impresos para entregar un reporte.

6.7.8 MENU FINAL DE CALCULO DE FALLAS

Es un menú que nos permite elegir entre las siguientes opciones:

- I.- Regresar al Menú de Fallas
- II.- Regresar al Menú Principal
- III.- Salir

6.8 FLUJOS DE POTENCIA

Entre sus funciones el SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS permite el cálculo de los flujos de potencia en un sistema trifásico estable.

Esta opción puede ser solicitada en el menú principal del paquete.

6.8.1 MENU DE FLUJOS DE POTENCIA

Este menú nos permite elegir entre las siguientes opciones:

- I.- Ayuda
- II.- Abrir archivo con datos
- III.- Introducir datos

6.8.2 LECTURA DE DATOS

Los datos que se entreguen al SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS deberán ser los del modelo equivalente en por unidad del sistema.

Se debe especificar si el nodo es de generación, de carga o compensador. Un nodo será de generación si tiene conectado en el algún generador y será de carga si tiene alguna carga

Capítulo Sexto

conectada. En los nodos de generación se deberá indicar la potencia generada y el módulo del voltaje excepto en uno de ellos al cual se le designará como nodo compensador. El nodo compensador se utiliza como una referencia para el cálculo del voltaje de los demás y el voltaje que se indica es usualmente 0, este voltaje se indica en módulo y argumento. En los nodos de carga se deberá especificar la potencia que es consumida por la carga.

La máquina pedirá los valores de los elementos que sean líneas y de los transformadores así como los valores iniciales en los nodos.

Se puede elegir la opción de utilizar datos que hayan sido previamente guardados, de guardar los datos que hayan sido introducidos para definir un nuevo problema y de imprimir los datos.

En caso de querer guardar los datos se creará un nuevo archivo cuyo nombre será determinado por el usuario, para guardar los datos de un problema de flujos se sugiere la extensión *.DFL

6.8.3 ADMITANCIAS A TIERRA, ADMITANCIAS ENTRE NODOS Y LA POTENCIA NETA EN CADA NODO.

Una vez conociendo los datos el programa calculará de inmediato las admitancias a tierra de los elementos así como las admitancias de línea entre los mismos y la potencia neta en cada nodo.

Existe la opción de imprimir estos resultados. En caso de que no se hayan ofrecido valores de susceptancia las admitancias a tierra serán iguales a cero.

6.8.4 MATRIZ YBUS EMPAQUETADA

De manera similar al caso de los estudios de corto circuito el programa utilizará los datos para generar la matriz de admitancias de bus pero en este caso omitirá los ceros de la matriz e indicará la posición que ocupan en la matriz cada uno de los números que aparezcan.

6.8.5 PROCESO ITERATIVO

El método de Gauss-Seidel utilizado en el diseño de este programa requiere datos adicionales para resolver el problema:

* Tolerancia.- Se sugiere un número muy pequeño y de ser posible cero.

Capítulo Sexto

* **Máximo número de iteraciones.**- Se sugiere empezar con 500 iteraciones aunque después pueda ser necesario considerar un número mayor.

* **Factor de aceleración.**- Se sugiere comenzar con un número entre 1 y 2 aunque quizá haya que elegir uno menor o uno mayor.

Es posible que el usuario tenga que seleccionar estos valores varias veces hasta lograr que el método converja. Para volver a intentarlo se debe de volver a empezar cargando el archivo con datos.

6.8.6 RESULTADOS

Como resultados el programa ofrece los voltajes en cada nodo, los flujos de potencia en cada uno de los elementos y las potencias en los nodos.

Se presentan opciones para imprimir todos estos datos.

6.8.7 MENU FINAL DE FLUJOS DE POTENCIA

Al final del programa de cálculo de flujos de potencia se presenta un menú que nos permite:

I.- Regresar al menú principal

II.- Regresar al menú de flujos de potencia

III.- Salir

6.9 SALIDA DEL PAQUETE

A lo largo de todo el paquete se presenta repetidamente la opción "Salir" al elegirla aparecerá en la pantalla un pequeño menú en el que se puede elegir entre volver al menú principal, en caso de que se haya solicitado la opción "Salir" por error, y salir del paquete. Al seleccionar nuevamente "Salir" la pantalla se borrará y se regresará a la unidad de disco desde donde se entro al SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

6.10 MENSAJES DE ERROR

Para ayudar al usuario en el manejo del paquete se ha procurado evitar que se puedan cometer errores, muchos de los cuales son anunciados mediante un mensaje que se despliega en pantalla y un zumbido. Sin embargo es posible que el usuario cometa errores que lo saquen del sistema en cuyo caso será bastante con repetir las instrucciones para entrar en él.

**CAPITULO SEPTIMO:
CONCLUSIONES**

La energía eléctrica es una necesidad fundamental de nuestra nación y es la responsabilidad de los ingenieros mexicanos el que cada día exista una mayor calidad en este servicio. Es por ello necesario que los ingenieros que se incorporen a esta rama de la tecnología tengan la mejor capacitación posible por lo que el **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** antes que nada una propuesta académica:

La mayoría de los estudios de posgrado en el área de la ingeniería eléctrica en potencia están basados en el uso de las computadoras; sin embargo en las materias de la licenciatura referentes a este tema difícilmente se tocan estos conceptos. En el anexo A de este trabajo se presenta una propuesta para una práctica de laboratorio que puede ser realizada mediante el uso del **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS**. Este paquete está diseñado procurando que pueda ser utilizado como una herramienta de aprendizaje para estas materias y para que los alumnos de las mismas puedan resolver dudas e inquietudes propias.

El paquete **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** funciona de tal manera que puede tener también aplicaciones en el diseño de nuevos sistemas y en el estudio de los ya existentes. El programa que permite calcular la corriente de falla trifásica funciona para obtener dicha corriente en una

Capítulo Séptimo

instalación eléctrica casera o industrial y no solamente en un sistema de transmisión o distribución.

El paquete tiene varios programas de ayuda que permiten que el usuario pueda tener alguna información acerca del uso y alcance del mismo aunque no tenga el Manual del Usuario, lo que es útil para permitir su mayor difusión.

EL SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS tiene funciones que permiten el repaso de conocimientos básicos para todos los alumnos de ingeniería eléctrica y electrónica, permite el cálculo de fallas trifásicas y monofásicas y el estudio de los flujos de potencia en condiciones de operación normal. El paquete podría ser aumentado incluyendo en él programas capaces del estudio de protecciones, estabilidad transitoria, caídas de voltaje, etc.

Si bien los programas que simulan condiciones especiales de los sistemas eléctricos de potencia no son nada nuevo en este paquete puede ser utilizado en una computadora personal y se ha procurado que sea lo más sencillo de usar que fuera posible y en el que todas las opciones de los programas se presentaran como parte de un mismo paquete que puede ser controlado desde un menú principal.

APENDICE A:
PROPUESTA DE PRACTICAS DE
LABORATORIO UTILIZANDO EL
PAQUETE SIMULADOR DE
SISTEMAS ELECTRICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE
POTENCIA II

PRACTICA DE LABORATORIO:
CALCULO DE FALLAS MEDIANTE UN SIMULADOR
DIGITAL DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.

Objetivo:

- 1.- El alumno conocerá la importancia que las herramientas de computo tienen en el diseño y estudio de los sistemas eléctricos de potencia.
- 2.- El alumno tendrá la oportunidad de calcular la corriente de falla en un sistema eléctrico de potencia mediante el uso de auxiliares digitales.

Introducción:

Al crecer los sistemas eléctricos de potencia el grado de complejidad de los mismos lo hizo de igual manera por lo que para poder realizar estudios sobre ellos se construyeron simuladores digitales, tanto de corriente directa como alterna, en los que se procuraba recrear situaciones factibles. El nacimiento de las computadoras dio origen a la posibilidad de

Apéndice A

crear programas que permitirán al ingeniero hacer cálculos precisos de las condiciones que se presentarían en un sistema al ocurrir en él un fenómeno específico. En esta práctica se planteará el caso de una falla trifásica y una monofásica en el mismo sistema.

Material:

Para la realización de esta práctica se requiere de un programa de cálculo de fallas trifásicas y monofásicas. Se sugiere para ello el **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS**. Se necesita así mismo el Manual del Usuario del paquete.

Procedimiento:

El profesor planteará un problema en el pizarrón, se sugiere que el problema tenga por lo menos 5 o 6 nodos y unos 10 elementos, y los alumnos deberán copiarlo y obtener el modelo equivalente del sistema en por unidad.

Cada alumno debe copiar en un disco de computadora de 360 Kbytes el paquete **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** y proceder a utilizarlo tal y como queda descrito en el Manual del Usuario.

Reporte:

El alumno deberá entregar un reporte de su trabajo en la computadora utilizando todas las opciones de impresión que presenta el SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

Investigación:

- 1.- ¿Qué es la matriz de admitancias de bus YBUS?
- 2.- ¿Qué es la matriz de impedancias de bus ZBUS?
- 3.- ¿Cómo se forman estas matrices?

Apéndice A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRICOS DE
POTENCIA II

**PRACTICA DE LABORATORIO:
CALCULO DE FLUJOS DE POTENCIA UTILIZANDO UN
SIMULADOR DIGITAL DE SISTEMAS ELECTRICOS DE
POTENCIA.**

Objetivo:

- 1.- El alumno comprenderá la importancia de las herramientas digitales en el diseño de los sistemas eléctricos.
- 2.- El alumno realizará cálculos de flujos de potencia utilizando un simulador digital.

Introducción:

Desde la invención de las primeras computadoras éstas han sido utilizadas en la solución de un enorme número de problemas de ingeniería y, por supuesto, los sistemas eléctricos de potencia no han sido de ningún modo la excepción. Los primeros programas de este tipo nacen en la década de los 50 y el acelerado desarrollo de las computadoras y de los métodos numéricos han permitido su evolución.

Material:

Para la realización de esta práctica se requiere de un programa de cálculo de fallas trifásicas y monofásicas. Se sugiere para ello el **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS**. Se necesita así mismo el Manual del Usuario del paquete.

Procedimiento:

El profesor planteará un problema para que los alumnos calculen los flujos de potencia. Los alumnos lo copiarán y encontrarán el modelo equivalente en por unidad.

Los alumnos deberán copiar el paquete **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** así como su Manual del Usuario.

Los alumnos alimentarán al **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** con los datos del problema y lo resolverán tal y como se describe en el Manual del Usuario.

Reporte:

Los alumnos deberán utilizar las opciones de impresión del **SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS** para generar

Apéndice A

un reporte con los datos y los resultados que podrán entregar a su profesor.

Investigación:

- 1.- ¿Qué programas de simulación de sistemas eléctricos se encuentran disponibles en la Facultad de Ingeniería?
- 2.- ¿Qué es el CENACE y a qué se dedica?
- 3.- ¿Qué es el EMTP?

APENDICE B:

**EJEMPLOS RESUELTOS
UTILIZANDO EL PAQUETE
SIMULADOR DE SISTEMAS
ELECTRICOS**

FALLA TRIFASICA

El problema que se presenta en este ejemplo es un sistema de transmisión que tiene cuatro nodos y siete elementos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

Origen.	Destino.	Resistencia.	Reactancia.
1	2	0	.1925
1	4	0	.1348
1	0	0	.507
1	0	0	.125
2	3	0	.025
2	0	0	.595
3	4	0	.1043

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS

MATRIZ YBUS

22.58559 -5.194805 0 -7.418397
-5.194805 46.87548 -40 0
0 -40 49.58773 -9.587728
-7.418397 0 -9.587728 17.00612

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS

MATRIZ ZBUS

8.781073E-02	7.396886E-02	7.527916E-02	8.074567E-02
7.396886E-02	.1561007	.148326	.11589
7.527951E-02	.148326	.1640448	.1253235
8.074567E-02	.11589	.1253235	.1646802

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD.

LA CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD PARA EL BUS: 1
11.38813

LA CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD PARA EL BUS: 2
6.406123

LA CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD PARA EL BUS: 3
6.095897

LA CORRIENTE DE FALLA EN POR UNIDAD PARA EL BUS: 4
6.072377

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

APORTACIONES PARA LA FALLA EN EL BUS 1

ORIGEN	DESTINO	APORTACIONES
1	2	-.8188728
1	4	-.5968681
1	0	-1.972386
1	0	-8
2	3	.5968732
2	0	-1.415743
3	4	.5968682

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

APORTACIONES PARA LA FALLA EN EL BUS 1

ORIGEN	DESTINO	APORTACIONES
1	2	2.733228
1	4	1.992224
1	0	-.9346224
1	0	-3.790829
2	3	-1.992223
2	0	-1.680672
3	4	-1.992224

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

APORTACIONES PARA LA FALLA EN EL BUS 1

ORIGEN	DESTINO	APORTACIONES
1	2	2.313174
1	4	2.263095
1	0	-.9051162
1	0	-3.671152
2	3	3.832806
2	0	-1.51963
3	4	-2.263096

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

APORTACIONES PARA LA FALLA EN EL BUS 1

ORIGEN	DESTINO	APORTACIONES
1	2	1.108621
1	4	3.781022
1	0	-.9670969
1	0	-3.922545
2	3	2.291358
2	0	-1.182736
3	4	2.291355

FALLA MONOFASICA

El problema presenta un sistema en el que solo hay dos nodos pero hay 12 elementos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS

DATOS DEL SISTEMA

SECUENCIA POSITIVA
ORIGEN. DESTINO. RESISTENCIA. REACTANCIA.

0	1	.0022	.045
0	1	.0012	.045
0	1	.6703	6.0367
0	1	.6703	6.0367
0	2	.0323	.971
0	2	.0323	.971
0	2	.0323	.971
0	2	.216	4.32
0	2	.216	4.32
0	2	.216	4.32
0	2	.216	4.32
1	2	.0523	.733

SECUENCIA CERO.
ORIGEN. DESTINO. RESISTENCIA. REACTANCIA.

0	1	0	.035
0	1	0	.367
0	1	0	.367
0	1	0	.03
0	2	0	.0733

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

MATRIZ YBUS. DE SECUENCIA POSITIVA.

46.14001 -1.364257

-1.364257 5.379781

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS..

MATRIZ YBUS. DE SECUENCIA CERO.

67.35435 0

0 13.64257

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

MATRIZ ZBUS. DE SECUENCIA POSITIVA.

.0218369 5.537611E-03

5.537611E-03 .1872855

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

MATRIZ ZBUS. DE SECUENCIA CERO.

1.484685E-02 0

0 .0733

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

CORRIENTE Y APORTACIONES EN POR UNIDAD.

PARA EL BUS 1 LA CORRIENTE DE FALLA ES DE 51.26396
P.U.

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 1
V0=-.2537028 V1= .6268514 V2=-.3731486

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 1
V0=0 V1= .9053734 V2=-9.462662E-02

APORTACIONES.

DESTINO.	ORIGEN.	I0	I1	I2	IT
0	1	7.2487	8.2922	8.2922	23.8330
0	1	0.6913	8.2922	8.2922	17.2757
0	1	0.6913	0.0618	0.0618	0.8149
0	1	8.4568	0.0618	0.0618	8.5804
0	2	0.0000	0.0975	0.0975	0.1949

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

CORRIENTE Y APORTACIONES EN POR UNIDAD.

PARA EL BUS 1 LA CORRIENTE DE FALLA ES DE 51.26396

P.U.

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 1

$V_0 = -.2537028$ $V_1 = .6268514$ $V_2 = -.3731486$

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 1

$V_0 = 0$ $V_1 = .9053734$ $V_2 = -9.462662E-02$

APORTACIONES.

DESTINO.	ORIGEN.	I0	I1	I2	IT
0	1	0.0000	0.2748	0.2748	0.5495
0	1	0.0000	0.2748	0.2748	0.5495
0	1	0.0000	0.0020	0.0020	0.0041
0	1	0.0000	0.0020	0.0020	0.0041
0	2	2.2328	0.4307	0.4307	3.0941

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

CORRIENTE, POTENCIA Y APORTACIONES.

PARA EL BUS 2 LA CORRIENTE DE FALLA ES DE 6.698359
P.U.

EL SISTEMA ESTA REFERIDO A LA BASE DE 100000 KVA.

PARA EL BUS 2 EL VOLTAJE ES DE 115 KV.

PARA EL BUS 2 LA CORRIENTE DE FALLA ES DE 3362.869
AMPERES.

LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO ES DE 669835.9 KVA.

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 2
V0= 0 V1= .9876357 V2=-.0123643

LAS COMPONENTES DE VOLTAJE EN EL BUS 2
V0=-.1636632 V1= .5818316 V2=-.4181684

APORTACIONES.

DESTINO.	ORIGEN.	I0	I1	I2	IT	I(AMPERES)
0	1	0.0000	0.2748	0.2748	0.5495	0.2759
0	1	0.0000	0.2748	0.2748	0.5495	0.2759
0	1	0.0000	0.0020	0.0020	0.0041	0.0021
0	1	0.0000	0.0020	0.0020	0.0041	0.0021
0	2	2.2328	0.4307	0.4307	3.0941	1.5534

Apéndice B

FLUJOS DE POTENCIA

En el sistema del ejemplo existen tres nodos y tres elementos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

DATOS DEL SISTEMA.

DATOS DE LINEAS.

ORIGEN.	DESTINO.	R	X	SUSCEPTANCIA
1	2	.04	.16	.15
1	3	.02	.08	.07
2	3	.03	.1	.04

DATOS DE TRANSFORMADORES.

ORIGEN.	DESTINO.	R	X	SUSCEPTANCIA
---------	----------	---	---	--------------

DATOS DE NODOS.

TIPO	VOLTAJE	POT. DE CARGA.	POT. DE GEN.
3	1.04 J 0	0 J 0	0 J 0
2	1 J 0	.5 J .2	1 J .7
2	1 J 0	2.5 J 1.5	0 J 0

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

ADMITANCIAS A TIERRA.

Y	YP
1	.22
2	.19
3	.11

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

MATRIZ DE ADMITANCIAS YBUS EMPAQUETADA.

ORIGEN	DESTINO	CONDUCTANCIA	SUSCEPTANCIA
1	2	-1.470588	5.882353
1	3	-2.941177	11.76471
2	3	-2.752294	9.174312
1	1	4.411765	-17.42706
2	2	4.222882	-12.86666
3	3	5.69347	-20.82902

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

PARAMETROS DE BUS KLP. (POTENCIA NETA)

P KLP

2	.0399613	2.228127E-02
3	-9.753539E-02	-9.336423E-02

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

PARAMETROS Y_{lpq} .

ORIGEN.	DESTINO.	Y_{lpq}	
2	1	-0.39213	0.01247
2	3	-0.61969	-0.00911
3	1	-0.56147	0.01227
3	2	-0.44344	-0.01092
0	0	0.00000	0.00000
0	0	0.00000	0.00000

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

VOLTAJES.

BUS.	RECTANGULAR.		POLAR.	
	REAL.	IMAG.	MAG.	ANG.
1	1.04000	0.00000	1.04000	0.00000
2	1.01915	-0.05495	1.02063	-3.08609
3	0.91976	-0.11311	0.92669	-7.01122

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

ORIGEN	DESTINO	ACTIVA	REACTIVA	APARENTE
1	2	.3680253	-.1187203	.3867003
1	3	1.751754	1.049514	2.042087
2	3	.8639551	.6801515	1.099556
2	1	-.3629465	-.1794572	.4048889
3	1	-1.671599	-.8647188	1.882015
3	2	-.8274536	-.634497	1.04272

Apéndice B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA.

SIMULADOR DE SISTEMAS ELECTRICOS.

FLUJOS DE POTENCIA.

POTENCIAS.

GENERACION.

BUS	PG	QG	TIPO DE BUS
1	2.119779	.9307933	COMPENSADOR

CARGA.

BUS	PC	QC	TIPO DE BUS
2	-.5	-.5	CARGA
3	2.5	1.5	CARGA

**APENDICE C:
BIBLIOGRAFIA**

Viqueira Landa; Jacinto
(1986)
Redes Eléctricas - Primera
parte
Representaciones y
Servicios de Ingeniería S.A.
México D.F.

Viqueira Landa; Jacinto
(1986)
Redes Eléctricas - Segunda
parte
Representaciones y
Servicios de Ingeniería S.A.
México D.F.

Enriquez Harper; Gilberto
(1981)
Análisis Moderno de
Sistemas Eléctricos de
Potencia (Segunda Edición)
Editorial LIMUSA.
México D.F.

Enriquez Harper; Gilberto
(1981)
Técnicas Computacionales
en Sistemas Eléctricos de
Potencia
Editorial LIMUSA
México D.F.

CAPITULOS

1°, 2°, 3°, 5°, 6°
3°, 5°, 6°
1°, 3°, 4°, 5°
3°, 5°

Apéndice C

Memorias del Congreso
Metropolitano para
Estudiantes de Ingeniería
(1991)

Tomo IV: Eléctrica
Gilberto Enriquez Harper
Tecnicas Digitales para el
Análisis de Sistemas
Eléctricos.
Asociación Mexicana de
Ingenieros Mecánicos y
Electricistas A.C.

Stevenson; William D.
(1989)
Elements of Power System
Analysis (Cuarta edición)
McGraw-Hill International
Editions
Singapoure, Sgp.

Enciclopedia de México
(1978)
Tomo #
Impresora y Editora
Mexicana S.A. de C.V.
México D.F.

IEEE Power Engineering
Review (marzo de 1991)
Volumen 11 Número 3
Página 7
Charles R. Wright
100 Years of A.C.
Transmission, 1891 to 1991
IEEE Power Engineering
Society
Nueva York, E.U.A.

CAPITULOS

3°, 5°

1°, 3°, 5°

1°

1°

Morales Collantes; Arturo
Macias Herrera; M.
Antonio
Rojano Ricaño; Samuel
(1990)
Diseño de Subestaciones
Eléctricas
Colegio de Ingenieros
Mecánicos y Electricistas.
México D.F.

Knowlton; Archer E.
(1958)
Manual "Standard" del
Ingeniero Electricista -
Tomo II
Editorial Labor S.A.
Barcelona, España.

Chapra; Steven C.
Canale; Raymond P. (1987)
Métodos Numéricos para
Ingenieros con Aplicaciones
en Computadoras
Personales.
Editorial McGraw-Hill de
México S.A.
México D.F.

Iriarte V. Balderrama;
Rafael
Borras García; Hugo E.
Duran Cuevas; Rossynela
Apuntes de Métodos
Numéricos
Facultad de Ingeniería
UNAM
México D.F.

CAPITULOS

2°

2°, 3°

4°, 5°

4°, 5°

Apéndice C

Goldstein; Larry J.
Goldstein; Martin (1986)
IBM PC (Y compatibles)
Introducción al Sistema
Operativo, Programación y
Aplicaciones en BASIC
Editorial Prentice Hall
Hispanoamericana S.A.
México D.F.

Ceballos Sierra; Fco. Javier
(1990)
GW BASIC BASICA para
IBM-PC y Compatibles
Macrobit Editores S.A.
México D.F.

CAPITULOS

5°

4°, 5°