

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"ESTUDIO DE CORRIENTES DE FALLAS SIMÉTRICAS Y ASIMÉTRICAS EN
SISTEMAS DE DISTRIBUCION PRIMARIOS RADIALES".

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: POTENCIA

PRESENTADA POR:

CARLOS LUIS ALARCON GOMEZ

GUAYAGUIL - ECUADOR

1.986

AGRADECIMIENTO

Al Ing. JOSE LAYANA CHANCAY, Director de Tesis, por su ayuda y colaboración para que este trabajo se realice.

Al Ing. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES, Sub Decano de la Facultad de Ingeniería - Eléctrica, por el impulso brindado pa ra la culminación de este trabajo.

Al Ing. ADOLFO SALCEDO, por su grata ayuda.

D E D I C A T O R I A

- A MI MADRE
- A MI ESPOSA
- A MIS HIJOS



ING. GUSTAVO BERMUDEZ FLORES

SUB-DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA ELECTRICA.



ING. JOSE LAYANA CHANCAY

DIRECTOR DE TESIS



ING. CRISTOBAL MERA G.

MIEMBRO PRINCIPAL DEL TRIBUNAL



ING. JORGE CHIRIBOGA V.

MIEMBRO PRINCIPAL DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE ; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

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


CARLOS LUIS ALARCON GOMEZ

R E S U M E N

El objetivo principal de este trabajo consiste en proporcionar un programa de computación con el cual se obtengan resultados de las corrientes de fallas simétricas y asimétricas que pueden ocurrir en los sistemas de distribución radiales aéreos debido a fallas tales como:

1. Fallas trifásicas
2. Fallas de línea - línea
3. Fallas de línea - tierra
4. Fallas de doble línea - tierra

De esta manera al realizar un estudio de los resultados de las corrientes de fallas simétricas y asimétricas, poder tener una idea clara de cual es o será el comportamiento del sistema ante tales fallas y tomar las soluciones más adecuadas para resolver los problemas que se pueden presentar.

Además este trabajo nos proporciona herramientas necesarias para poder realizar estudios experimentales en nuevos diseños de distribución radiales, ya sean estos con:

- a. Nuevas estructuras de montaje
- b. Diferentes clases de conductores
- c. Diferentes configuraciones de las redes
- d. Diferentes niveles de voltaje de operación

Para ello se incluye en este trabajo diez tipos de circuitos diferentes los cuales pueden ser utilizados para conformar un gran sistema de distribución radial y que deben ser empleados en forma lógica.

En cuanto al estudio de las impedancias de secuencia, es necesario resaltar la distinción que se realiza entre las impedancias de secuencia cero para los diferentes tipos de circuitos y que dependen de la trayectoria de retorno a tierra que seguirá la corriente en la ocurrencia de la falla, de esta manera se consideraran tres clases de impedancia de secuencias cero que son consideradas dependiendo del tipo de circuito utilizado; las cuales pueden ser:

- a. Multiaterrizado

b. Una vez aterrizado

c. Aterrizado en la sub-estación

La flexibilidad del programa de computación permite - al Ingeniero Eléctrico de Potencia optimizar la operación de un sistema de distribución radial aéreo otorgándole al mismo seguridad, confiabilidad y continuidad de servicio.

INDICE GENERAL

	<u>PAG.</u>
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	IX
INDICE DE FIGURAS -----	XII
INDICE DE TABLAS -----	XV
INTRODUCCION -----	17
CAPITULO I	
GENERALIDADES Y TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBU- CION	
1.1. DESCRIPCION GENERAL DE SISTEMAS DE DISTRI- BUCION -----	19
1.2. TIPOS DE SISTEMAS A ESTUDIARSE -----	22
a. CIRCUITO TRIFASICO CONEXION ESTRELLA--	24
b. CIRCUITO TRIFASICO CONEXION DELTA-----	26
c. CIRCUITO BIFASICO CONEXION ESTRELLA - ABIERTA -----	27
d. CIRCUITO MONOFASICO -----	27
1.3. DISPOSICION GEOMETRICA DE LA RED DE DIS- TRIBUCION -----	28

CAPITULO II

IMPEDANCIAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION
RADIAL

2.1. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES -----	35
2.2. IMPEDANCIAS DE SECUENCIA-----	42
a. IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA-----	43
b. IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO -----	45

CAPITULO III

ESTUDIO DE LA COMPONENTE SIMETRICA DE LA CORRIENT
TE DE FALLA EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION RAD
DIALES

3.1. CORRIENTE DE FALLA TRIFASICA -----	49
3.2. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - TIERRA ----	51
3.3. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - LINEA -----	53
3.4. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA	57
3.5. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA EN LA OTRA FASE ASOCIADA CON LA FALLA-----	60

CAPITULO IV

ESTUDIO DE LA COMPONENTE ASIMETRICA DE LA CORRIENT
TE DE FALLA EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION RAD
DIAL

4.1. CORRIENTE DE FALLA TRIFASICA -----	73
---	----

4.2.	CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - TIERRA -----	75
4.3.	CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - LINEA -----	75
4.4.	CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA	76
4.5.	CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA EN LA OTRA FASE ASOCIADA CON LA FALLA ----	76

CAPITULO V

PROGRAMA DE CALCULO DE LAS CORRIENTES DE FALLA

5.1.	PROGRAMA PRINCIPAL -----	79
	a. CALCULO DE LAS IMPEDANCIAS -----	80
	b. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE FALLA ----	83
5.2.	SUB-PROGRAMA DE LECTURA DE DATOS -----	88
5.3.	SUB-PROGRAMA DE INTERPOLACION "INT" -----	93
5.4.	SALIDA DE DATOS -----	94
5.5.	EJEMPLO DE APLICACION -----	96
	a. CARACTERISTICAS DE LA RED -----	96
	b. DATOS DE ENTRADA -----	101
	c. ANALISIS DE LOS RESULTADOS -----	108

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	111
--	--------------------------------------	-----

	ANEXOS -----	114
--	--------------	-----

	BIBLIOGRAFIA -----	206
--	--------------------	-----

INTRODUCCION

El estudio de las corrientes de fallas simétricas y asimétricas en los sistemas de distribución radial, se fundamentan en la obtención de las corrientes de fallas posibles que puedan ocurrir en el sistema en operación y de esta manera obtener un criterio más sólido que permita garantizar un funcionamiento seguro y confiable de los mismos.

El objetivo principal de este trabajo consiste en proporcionar una metodología que abarque los diferentes tipos de circuitos de distribución radial que existen o que pueden ser construídos; en ello se incluyen criterios de cálculos de impedancias de secuencia siendo las más importantes las de secuencia cero las cuales son aplicables a los diferentes sistemas de distribución dependiendo del tipo de circuito.

La bondad del proyecto abarca diez diferentes tipos de circuitos y tres cálculos de impedancia de secu

cia cero, las cuales son tomadas en cuenta en el estudio de las corrientes de fallas dependiendo del tipo de circuito seleccionado.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES Y TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

1.1. DESCRIPCION GENERAL DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Los sistemas de distribución pueden ser aéreos y/o subterráneos y a su vez pueden tener un recorrido radial o en anillo, en este desarrollo se tratará sólo los sistemas de distribución radiales aéreos. Los sistemas de distribución están conformados desde su alimentación hasta el punto de conexión de los consumidores de la siguiente manera:

Existe una planta de generación "Fuente de alimentación" en la cual se crea la energía eléctrica a un nivel de voltaje predeterminado; partiendo de los bornes de salida de la fuente llegamos en algunos casos a un sistema de barras de distribución y en otros casos a las borneras de entrada de una subestación, en la cual se eleva el nivel de voltaje generado y luego pasar de la salida de esta subesta-

ción a un sistema de barra de distribución.

De las barras de distribución parten las diferentes alimentadoras, las cuales llevan el fluido eléctrico a las diferentes zonas de carga preestablecidas, estas alimentadoras por lo general son trifásicas y se las denomina alimentadoras principales o troncales; de estas alimentadoras principales parten derivaciones o ramales que a su vez pueden ser trifásicos, bifásicos y monofásicos. Además de estos mismos ramales trifásicos y bifásicos pueden partir sub-ramales bifásicos y monofásicos, respectivamente.

Todos los ramales y subramales llevan la energía eléctrica lo más cerca posible del usuario que lo requiera.

Cabe aquí hacer una pauta y decir que toda alimentadora, ramal o subramal, tienen elementos de protección ya sean estos para sobrecorriente o sobrevoltaje que puedan ocurrir en el sistema. Entre los elementos de protección podemos nombrar a los seccionalizadores, reconectores, fusibles, los cuales son utilizados para proteger el sistema de posibles sobrecorrientes. Además existen una serie -

de equipos los cuales son intercalados en el sistema de distribución de acuerdo a las necesidades técnicas que se presenten.

A continuación se expone la definición de un Sistema de Distribución, el mismo que ha sido dividido en dos partes:

Sistema de Distribución: Es aquel sistema que lleva el fluido eléctrico a los diferentes centros de carga que lo requieran y a un nivel de voltaje que el usuario, ya sea este industrial, comercial o residencial lo necesite.

Sistema de Distribución Radial: Se define como aquel sistema que distribuye este fluido eléctrico en forma de abanico, estructura tipo árbol o ramas, tal como se muestra en la figura N° 1.1.

En esta construcción como se observa cada rama une dos nodos, o va de nodo a nodo, además las ramas nunca unen nodos para formar lazos o anillos.



FIGURA N° 1.1. ESQUEMA DE UNA RED DE DISTRIBUCION RADIAL

1.2. TIPOS DE SISTEMAS A ESTUDIARSE

Los sistemas o tipos de circuitos que pueden ser analizados en este trabajo son diez, pensando con ellos abarcar la mayor cantidad de tipos de circuitos que existen en nuestro país o que pueden ser construidos.

Los diez tipos de circuitos indicados se los agrupa en cuatro grupos bien definidos, los cuales son:

- a. Circuito trifásico conexión estrella
- b. Circuito trifásico conexión Delta
- c. Circuito Bifásico conexión estrella abierta
- d. Circuitos monofásicos.

Estos cuatro grupos y los diferentes tipos de circuitos que abarcan cada uno de ellos se muestran en la tabla 1.1.

TABLA 1.1.
TIPOS DE SISTEMA DE DISTRIBUCION

GRUPO	DESCRIPCION	TIPO DE CIRCUITO	ESPECIFICACION
A	Circuito Trifásico conexión estrella	1	Cuatro hilos - neutro multiaterrizado.
		2	Cuatro hilos-neutro una vez aterrizado.
		3	Tres hilos-neutro aterrizado en la subestación
B	Circuito Trifásico conexión Delta	4	Tres hilos-sin neutro.
C	Circuito Bifásico conexión estrella abierta	5	Tres hilos-neutro multiaterrizado.

Viene de la Tabla 1.1.....

D	Circuitos monofásico	7	Dos hilos-neutro aterrizado en la sub-estación.
		8	Dos hilos-sin neutro
		9	Dos hilos-neutro multiaterrizado
		10	Dos hilos-neutro una vez aterrizado.

Los tipos de circuitos indicados en la tabla 1.1. , son seleccionados en forma lógica para de esta manera conformar una gran red de distribución es decir, si la red es multiaterrizada unicamente pueden intervenir los circuitos tipos uno, cinco y nueve ; cada uno de estos tipos de circuitos estarán comprendidos entre dos nodos los cuales deben ser especificados, así como la distancia que existe entre ellos.

a. Circuito Trifásico conexión estrella:

Este tipo de circuito es muy utilizado en nuestro medio y se lo encuentra en toda la red de distribución de nuestro país, para efecto de este trabajo se lo ha subdividido en tres tipos de circuitos, los cuales son:

CIRCUITO TIPO 1: Está conformado por cuatro con ductores de los cuales se consideran tres con ductores iguales en las fases y un conductor de neutro el cual es aterrizado en muchos puntos a través de su recorrido en la red (Ver figura N° 1.2).

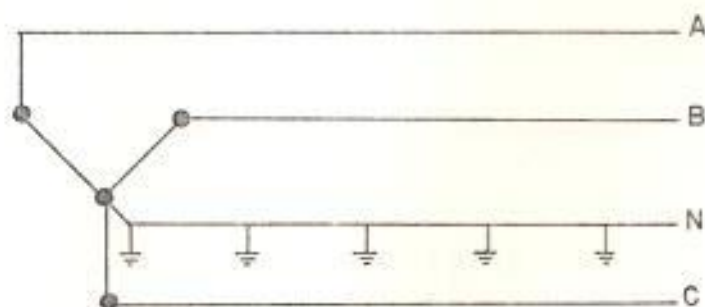


FIGURA N°1.2. CONEXION ESTRELLA MULTIATERRIZADO.

CIRCUITO TIPO 2: Está conformado por cuatro con ductores de los cuales se consideran tres con ductores iguales en las fases y un conductor de neutro, el cual es aterrizado una sola vez. (Ver figura N° 1.3).

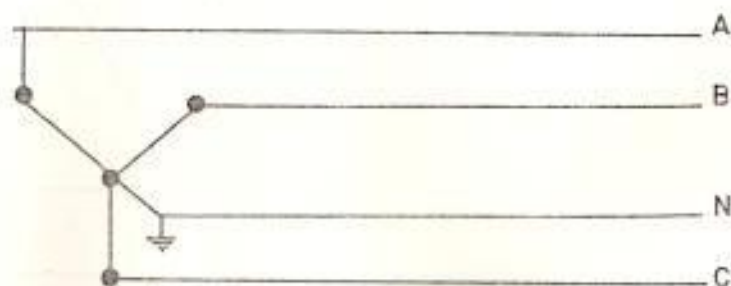


FIGURA N°1.3. CONEXION ESTRELLA NEUTRO UNA VEZ ATERRIZADO

CIRCUITO TIPO 3: Está conformado por tres conductores de fase idénticos y el sistema es aterrizado sólo en la subestación (Ver figura N° 1.4.)

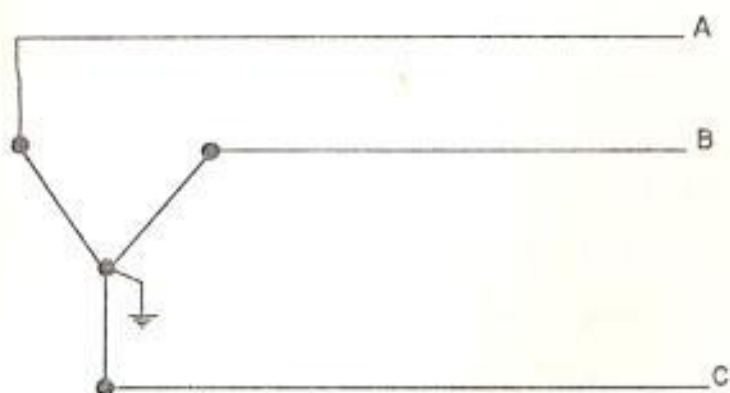


FIGURA N°1.4. CONEXION ESTRELLA NEUTRO ATERRIZADO EN LA SUBESTACION

b. Circuito Trifásico conexión Delta:

En este grupo se considera un solo tipo de circuito al cual se lo identifica como circuito tipo 4, el cual está conformado por tres conductores de fases idénticos (Ver figura 1.5).

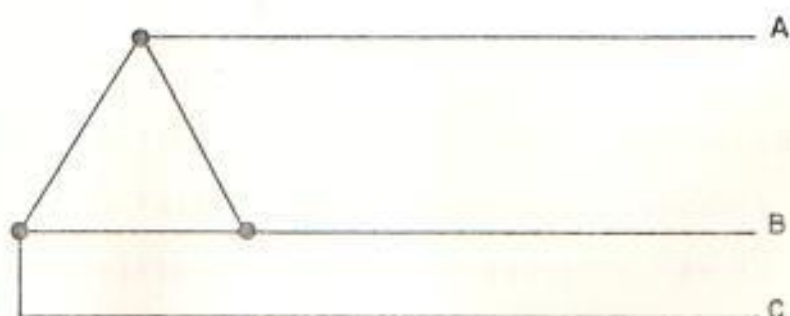


FIGURA N°1.5. CONEXION DELTA - SIN NEUTRO

c. Circuito Bifásico conexión estrella abierta:

En este grupo se considera dos tipos de circuitos, los cuales se los identifica de la siguiente manera:

CIRCUITO TIPO 5: Está conformado por tres conductores de los cuales dos son de fase y uno de neutro, el mismo que estará aterrizado en muchos puntos a través de su recorrido en la red, los conductores de fase son idénticos.

CIRCUITO TIPO 6: Está conformado por tres conductores, siendo dos de ellos de fase los mismos que son idénticos y uno de neutro el cual es una vez aterrizado.

d. Circuito Monofásico:

Este grupo se subdivide en cuatro tipo de circuitos, los cuales son:

CIRCUITO TIPO 7: Está conformado por dos conductores de fase de iguales características y además el sistema será aterrizado solo en la sub

estación.

CIRCUITO TIPO 8: Está conformado por dos conductores de idénticas características, no existiendo neutro en el sistema y además no es aterrizado.

CIRCUITO TIPO 9: Está conformado por un conductor de fase y un conductor de neutro el cual es aterrizado en muchos puntos a través de su recorrido en la red.

CIRCUITO TIPO 10: Está conformado por un conductor de fase y un conductor de neutro el cual es una sola vez aterrizado.

1.3. DISPOSICION GEOMETRICA DE LA RED DE DISTRIBUCION

En la actualidad existen muchas formas e ideas de montaje de estructuras para los sistemas de distribución, esto origina una diversidad de disposiciones de los conductores en su recorrido en un sistema de distribución objeto de nuestro estudio.

Las características geométricas de una red de dis

tribución vienen determinadas por los valores de es pacios y alturas de los conductores que la conforman, estos valores son requeridos en lo posterior para el cálculo de las impedancias del sistema.

Una descripción de estos parámetros y la forma de como obtenerlos se expone a continuación:

h = altura de un conductor con respecto al plano de tierra (pies) (Ver figura N° 1.6.)

Dependiendo del tipo de circuito que está siendo analizado puede resultar hasta cuatro valores de h , así pues tendremos valores de h_a , h_b , h_c , h_n , que son las alturas de los conductores A, B, C, N, respectivamente, con respecto al plano de tierra (pie) (Ver figura N° 1.7).

Todos estos valores deben ser establecidos y forman parte de los datos de entrada al programa de computación realizado.

H = Espacio horizontal que existe entre dos conductores (pie) (Ver figura N° 1.6).

Dependiendo del tipo de circuito que está siendo analizado puede existir hasta seis valores

de H, así por ejemplo si el circuito analizado tiene tres conductores de fase (A, B,C) y un conductor de neutro (N) los valores de H que deben considerarse son: H_{ab} , H_{ac} , H_{bc} , $-H_{an}$, H_{bn} y H_{cn} inclusive. (Ver figura N° 1.7).

H_{ab} , H_{ac} y H_{an} , son valores que deben ser predeterminados y forman parte de los datos de entrada al programa; los valores de H_{bc} , H_{bn} y H_{cn} , son calculados aplicando las siguientes ecuaciones:

$$H_{bc} = |H_{ac} - H_{ab}| \quad (1.1)$$

$$H_{bn} = |H_{an} - H_{ab}| \quad (1.2)$$

$$H_{cn} = |H_{an} - H_{ac}| \quad (1.3)$$

S_r = Espacio real que existe entre dos conductores (pie), (Ver figura 1.6).

De igual manera dependiendo del tipo de circuito que está siendo analizado se pueden considerar hasta seis valores de S_r . Si tomamos el mismo ejemplo anterior los valores de S_r que deben ser considerados son: S_{rab} , S_{rbc} , S_{rac} , S_{ran} , S_{rbn} y S_{rcn} , los mismos que vienen cal

culados por la siguiente ecuación:

$$S_{rxy} = \left[(H_{xy})^2 + (h_x - h_y)^2 \right]^{1/2} \quad (1.4)$$

Donde $xy = (ab, ac, bc, an, bn, cn)$

S_i = Espacio que existe entre un conductor y la ima
gen de otro conductor (en pie) (Ver figura N^o 1.
6).

Dependiendo del tipo de circuito que está siendo
analizado puede considerarse hasta seis va
lores de S_i , tales como S_{iab} , S_{iac} , S_{ibc} , S_{ian} ,
 S_{ibn} y S_{icn} , inclusive. Estos valores vienen
calculados utilizando la siguiente ecuación:

$$S_{ixy} = \left[(H_{xy})^2 + (h_x + h_y)^2 \right]^{1/2} \quad (1.5)$$

Donde:

$xy = (ab, ac, bc, an, bn, cn)$

θ = Angulo formado entre la línea que une un conductor
con su propia imagen y la línea que une des
de este conductor a la imagen de otro conductor
(Ver figura N^o 1.6).

Este valor se lo obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\theta = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{H}{S_i}\right) \quad (1.6)$$

Todos los valores encontrados para h , H , S_r , S_i , para facilidad de los cálculos que se realizarán posteriormente son promediados. La forma de obtener el valor promedio de cada uno de ellos depende del tipo de circuito que está siendo analizado, la misma que se muestra en la tabla 1.2.

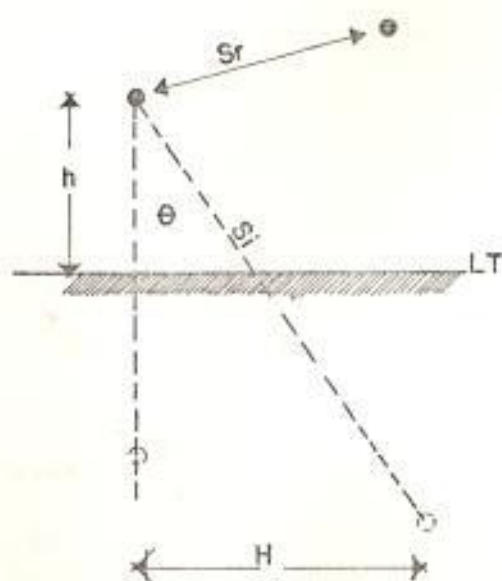


FIGURA N° 1.6. ESPACIO REAL Y ESPACIO IMAGEN ENTRE CONDUCTORES.

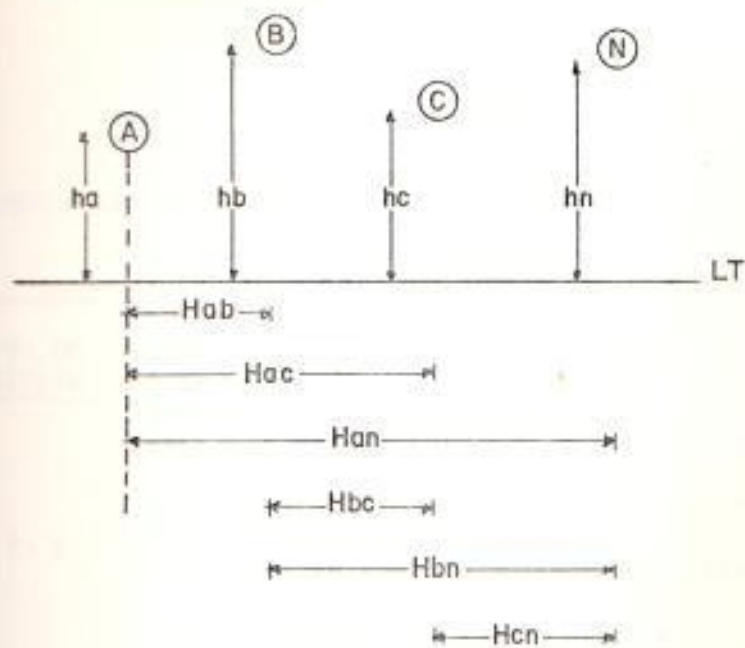


FIGURA N^o 1.7. ALTURA Y ESPACIO HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES.

Las características geométricas de la red dependen exclusivamente de la estructura sobre la cual van montadas las líneas o conductores que conforman el sistema de distribución. En la actualidad existen - diversidad de formas de estructuras de montaje, las cuales en nuestro país se encuentran normalizadas - por INECEL y por lo tanto nos da la pauta para una selección de montaje; de esta manera, podremos - obtener los datos de altura y los espacios - que existen entre conductores.

TABLA 1.2

VALORES PROMEDIOS DE ALTURAS Y ESPACIOS SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO

TIPO DE CIRCUITO	CONDUCTORES DE FASE	CONDUCTOR NEUTRO
1-2	$S_r = (S_{rab} \times S_{rac} \times S_{rbc})^{1/3}$ $H = 1/3 (H_{ab} + H_{bc} + H_{ac})$ $S_i = 1/3 (S_{iab} + S_{iac} + S_{ibc})$ $h = 1/3 (h_a + h_b + h_c)$	$S_r = (S_{ran} \times S_{rbn} \times S_{rcn})^{1/3}$ $H = 1/3 (H_{an} + H_{bn} + H_{cn})$ $S_i = 1/3 (S_{ian} + S_{ibn} + S_{icn})$ $h = h_n$
3-4	USAR LAS MISMAS ECUACIONES DE LOS TIPOS (1-2)	NO EXISTE CONDUCTOR NEUTRO
5-6	$S_r = S_{rab}$ $H = H_{ab}$ $S_i = S_{iab}$ $h = 1/2 (h_a + h_b)$	$S_r = (S_{ran} \times S_{rbn})^{1/2}$ $H = 1/2 (H_{an} + H_{bn})$ $S_i = 1/2 (S_{ian} + S_{ibn})$ $h = h_n$
7-8	USAR LAS MISMAS ECUACIONES DE LOS TIPOS (5-6)	NO EXISTE CONDUCTOR NEUTRO
9-10	$h = h_a$	$S_r = S_{ran}$ $H = H_{an}$ $h = h_n$

C A P I T U L O I I

IMPEDANCIAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION RADIAL

2.1. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES

En las redes de impedancia es aplicable el principio de superposición, en la cual la impedancia propia del circuito y la impedancia mutua entre circuitos a una frecuencia constante son asumidas constantes. Las impedancias de secuencias de un circuito primario aéreo el cual está operando a una frecuencia constante son dependientes de una variedad de factores, los cuales se enumeran a continuación:

- a. Conductor de fase y neutro utilizados
- b. Tipo de circuito
- c. Configuración de la red

El problema de encontrar los valores de impedancia

para un circuito determinado, depende de la especificación de estos factores; así tenemos que conociendo el tipo, número de hilos, material y temperatura del conductor a utilizarse se puede obtener, de tablas de características de los conductores, los valores de:

R_l = resistencia del conductor, Ohm/milla

G_{mr} = radio medio geométrico, pie

D = diámetro exterior del conductor, pulg.

De esta misma manera especificando la configuración de la red, esto es, la estructura de montaje podemos obtener los valores de:

h = altura del conductor, pie

H = espacio horizontal entre conductores, pie

S_r = espacio entre conductores, pie

S_i = espacio entre un conductor y la imagen del otro, pie.

Una vez obtenidos todos estos valores y conociendo el tipo de circuito, se hace uso de la tabla 1.2 y se obtiene los valores promedios adecuados de h , H , S_r y S_i .

La especificación del tipo de circuito nos dá la

pauta para obtener los valores de la impedancia de secuencia necesarios para en lo posterior obtener el valor de corriente de falla requerido.

La impedancia propia de un circuito se la define como la razón de la caída de voltaje en el circuito, en la dirección del flujo de la corriente, a la corriente cuando los demás circuitos están abiertos. La impedancia propia de un conductor "a" se la puede representar como Z_{aa} .

Al analizar la impedancia propia de un conductor con retorno a tierra se puede ver que existen muchos factores que influyen sobre su valor, aquí se considera una tierra de conductividad uniforme en una extensión semi-infinita, limitada por un plano paralelo al conductor (Ver figura N° 2.1).

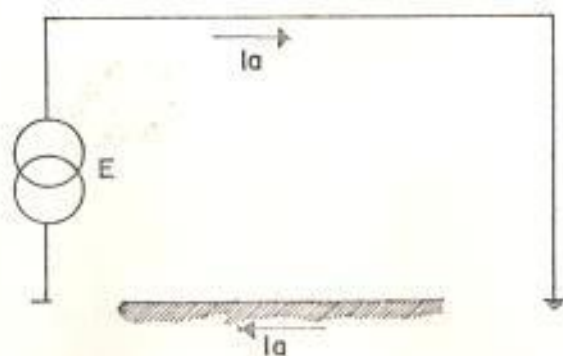


FIGURA N° 2.1. IMPEDANCIA PROPIA DE UN CONDUCTOR CON RETORNO A TIERRA.

La figura N^o 2.1., muestra como se obtendría la impedancia de un conductor con retorno a tierra en una prueba. En nuestro caso el conductor "a" tendrá una impedancia con retorno a tierra

$$Z_{aa} = E/I_a$$

Si la expresamos en términos de sus componentes tendremos que:

$$Z_{aa} = (R_i + R_{aa}) + j(X_i + X_{aa}) \quad (2.1)$$

Donde:

R_i = resistencia interna del conductor en ohm/milla

R_{aa} = resistencia propia del conductor "a" en ohm/milla y su valor se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$R_{aa} = W \left\{ 2.528 \times 10^{-4} - 2.599 \times 10^{-7} (f/\rho)^{1/2} + 2.717 \times 10^{-10} h^2 (f/\rho) \times \left[3.360 + \log_{10} \left(\frac{\rho/f}{h} \right)^{1/2} \right] + 5.084 \times 10^{-4} h^3 (f/\rho)^{3/2} \right\} \quad (2.2)$$

X_i = es la reactancia interna del conductor y viene calculado por la siguiente fórmula en ohm/milla.

$$X_i = 0.2794 (f/60) \log_{10} \left(\frac{D}{24 G_{mr}} \right) \quad (2.3)$$

X_{aa} = reactancia propia del conductor en (ohm/milla), su valor se lo obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$X_{aa} = W \left\{ 3.944 \times 10^{-3} + 7.4113 \times 10^{-4} \log_{10} \left(\frac{(f \rho_0 / f)^{1/2}}{D} \right) + 2.599 \times 10^{-7} h (f / \rho_0) - 9.271 \times 10^{-11} h^2 (f / \rho_0) + 5.084 \times 10^{-14} h^3 (f / \rho_0)^{3/2} \right\} \quad (2.4)$$

W = frecuencia angular del sistema en (Rad/seg)

$$W = 2\pi f \quad (2.5)$$

En cuanto a la impedancia mutua entre dos circuitos se la puede definir como la razón de la caída del voltaje inducida en uno de los circuitos, a la corriente en el otro circuito que la induce. La impedancia mutua entre dos conductores "a" y "b" puede ser representada por Z_{ab}; en el caso de que la corriente la flu

ye en el circuito "a" y los demás circuitos están abiertos la impedancia mutua con respecto al circuito "b" será

$$Z_{ab} = V_b / I_a$$

Al analizar la impedancia mutua entre dos conductores con retorno a tierra común procedemos en igual forma que con la impedancia propia, es decir, las mismas condiciones (Ver figura N° 2.2).

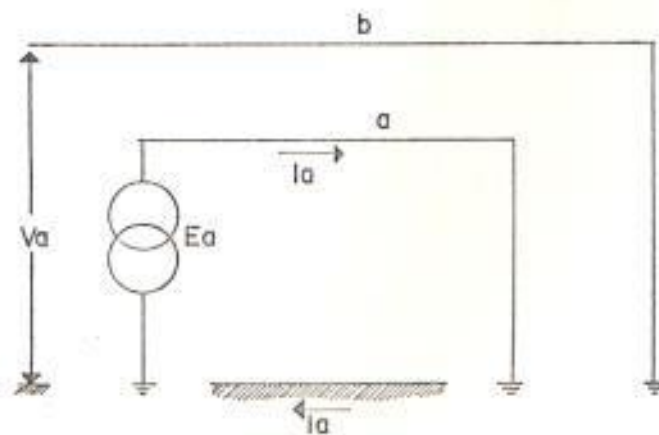


FIGURA N° 2.2. IMPEDANCIA MUTUA ENTRE DOS CONDUCTORES CON RETORNO A TIERRA COMUN

La figura N° 2.2., muestra como obtendríamos la impedancia mutua entre dos conductores con retorno a tierra común, si la expresamos en término de sus

componentes tendríamos que:

$$Z_{ab} = R_{ab} + j X_{ab} \quad (2.6)$$

Donde:

R_{ab} = es la resistencia mutua entre dos conductores, cuyo valor se lo obtiene aplicando la siguiente ecuación, (Ohm/milla):

$$R_{ab} = W \left\{ 2.528 \times 10^{-4} - 1.299 \times 10^{-7} \text{Si} (f/\rho)^{1/2} \cos \theta + 6.785 \times 10^{-11} \text{Si}^2 (f/\rho) \cos 2\theta \left[3.661 + \log_{10} \left[\frac{(\rho/f)^{1/2}}{\text{Si}} \right] \right] + 2.951 \times 10^{-11} \text{Si}^2 (f/\rho) \text{Si}^2 \theta \text{Sen} 2\theta + 6.355 \times 10^{-15} \text{Si}^3 (f/\rho)^{3/2} \cos 3\theta \right\} \quad (2.7)$$

X_{ab} = es la reactancia mutua entre conductores en (Ohm/milla), su valor viene dado por la siguiente ecuación:

$$X_{ab} = W \left\{ 2.4715 \times 10^{-3} + 7.4113 \times 10^{-4} \log_{10} \left[\frac{(\rho/f)^{1/2}}{\text{Sr}} \right] + 1.299 \times 10^{-7} \text{Si} (f/\rho)^{1/2} \cos \theta - \right.$$

$$2.318 \times 10^{-11} \text{ si}^2 (f/\rho) \cos 2\theta \} \quad (2.8)$$

El desarrollo de las ecuaciones (2.3), (2.4), (2.7) y (2.8), se basan en las fórmulas de Carson's.

2.2. IMPEDANCIAS DE SECUENCIA

En un sistema trifásico simétrico con voltaje generado balanceado, la corriente y el voltaje bajo operación normal son balanceados. Durante una o más fallas las componentes simétricas de la corriente que fluye en el circuito simétrico produce una caída de voltaje de secuencia semejante a la corriente. En un circuito trifásico la impedancia ofrecida a la corriente de secuencia dada, son las mismas en las tres fases y por esta razón cada uno de los sistemas de secuencia pueden ser representados por un circuito equivalente, el cual no tiene acoplamiento mutuo con los circuitos equivalentes de las otras dos secuencias.

En un circuito trifásico asimétrico, el voltaje y la corriente son desbalanceados bajo operación normal, si el desbalance es pequeño esto puede ser

relativamente sin importancia, de otra manera si existiera durante una operación normal un desbalance considerable, el efecto podría ser serio.

a. Impedancia de secuencia positiva:

La impedancia que se opone al paso de la corriente de secuencia positiva en las tres fases de un circuito puede definirse como la razón de la caída de voltaje en las tres fases a la correspondiente corriente de la fase, fluyendo en el circuito solo corriente de secuencia positiva.

Con corriente de secuencia positiva fluyendo en los tres conductores, la suma de las corrientes es cero y no puede fluir corriente en el conductor neutro o tierra; puede inducirse voltaje en la tierra, sin embargo en todos los puntos donde la suma del flujo no es cero, corrientes EDDY pueden fluir en la tierra. Si se asume que cada corriente que fluye en los conductores induce una corriente igual y opuesta en la tierra el efecto de la presencia de la tierra puede tomárselo dentro del cálculo de la impedancia propia y mutua de un conductor con retorno a tierra.

La impedancia de secuencia positiva de un circuito es generalmente una función de las características y configuración de los conductores de fase únicamente; el tipo de aterrizaje y la existencia o ausencia del conductor neutro para la mayor parte de los circuitos aéreos, tiene un efecto despreciable sobre la impedancia de secuencia positiva.

La impedancia de secuencia podemos expresarla - como sigue:

$$Z_{11} = 1/3 (Z_{aa} + Z_{bb} + Z_{cc}) - 1/3 (Z_{ab} + Z_{ac} + Z_{bc})$$

Si, $Z_{aa} = Z_{bb} = Z_{cc}$ y $Z_{ab} = Z_{ac} = Z_{bc}$ tenemos que:

$$Z_{11} = Z_{aa} - Z_{ab} \quad (2.9)$$

En esta ecuación se incluye el efecto de la presencia de la tierra y su diferencia es pequeña - si la comparamos con la ecuación que no considera la presencia de la tierra.

La impedancia de una red estática simétrica con corriente trifásica balanceada es independiente

del orden de fase razón por la cual en nuestro caso consideramos que la impedancia de secuencia positiva es igual a la impedancia de secuencia negativa ($Z_1 = Z_2$).

b. Impedancia de secuencia cero:

Las corrientes de secuencia cero por definición son de igual magnitud y ángulo en las tres fases, luego su suma no es cero y debería existir un camino de retorno por el cual la suma de estas corrientes ($3I_0$) pueda fluir o por lo contrario la impedancia de secuencia cero puede ser infinita. La impedancia por fase que encuentra la corriente de secuencia cero en un circuito trifásico simétrico, es la impedancia equivalente ofrecida para alguna de las tres corrientes iguales que fluye en las fases y su suma retornará directamente a tierra o a través de un conductor al cual el neutro es conectado. En un circuito simétrico la impedancia de secuencia cero por fase es tres veces la razón del voltaje aplicado a la corriente total ($3I_0$).

La impedancia de secuencia cero depende de la naturaleza del camino de retorno a tierra, por

esta razón consideran tres clases de impedancia de secuencia cero. Estas son:

Zoo1 Impedancia propia de secuencia cero sin conductor neutro, pero, con la presencia de tierra tomada en consideración en el cálculo, se considera además conductores idénticos en las tres fases cuyas impedancias son función de la frecuencia del sistema, diámetro del conductor, resistividad a tierra y altura del conductor con respecto a tierra, así como también del espacio medio geométrico entre conductores.

$$Z_{oo1} = Z_{aa} + 2Z_{ab} \quad (2.10)$$

Zoo2 Impedancia de secuencia cero de un circuito con neutro aterrizado una sola vez y con presencia de tierra para fallas que involucran solamente el conductor neutro.

$$Z_{oo2} = Z_{oo1} + 3Z_{nn} - 6Z_{an} \quad (2.11)$$

Zoo3 Impedancia propia de secuencia cero de un

circuito con neutro multiterrizado y con presencia de tierra, considerado en el cálculo para fallas que involucran al conductor neutro y la tierra como caminos de retorno paralelos para la corriente de falla.

$$Z_{003} = Z_{001} - 3 \frac{Z_{an}^2}{Z_{nn}} \quad (2.12)$$

Los valores obtenidos de las ecuaciones de impedancia de secuencia cero vienen dados (ohm/milla).

TABLA 2.1.

IMPEDANCIAS DE SECUENCIAS SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO

TIPO DE CIRCUITO	DESCRIPCION DE LINEA	IMPEDANCIA DE SECUENCIA			
		Z11	Z001	Z002	Z003
1	conexión trifásica estrella 4 hilos - tres conductores de fase idénticos, neutro multiaterrizado	X			X
2	conexión trifásica estrella 4 hilos - tres conductores de fase idénticos, neutro una vez aterrizado	X	X	X	X
3	conexión trifásica estrella 3 hilos - tres conductores de fase idénticos, neutro aterrizado en la sub-estación	X	X		
4	conexión trifásica delta 3 hilos - tres conductores de fase idénticos	X			
5	conexión bifásica estrella abierta 3 hilos - dos conductores de fase idénticos, neutro multiaterrizado	X			X
6	conexión bifásica estrella abierta 3 hilos - dos conductores de fase idénticos, neutro una vez aterrizado	X	X	X	X
7	conexión monofásica 2 hilos dos conductores de fase idénticos, neutro aterrizado en la sub-estación	X	X		
8	conexión monofásica 2 hilos dos conductores de fase idénticos no aterrizado	X			
9	conexión monofásica 2 hilos un conductor de fase, neutro multiaterrizado	X			X
10	conexión monofásica 2 hilos un conductor de fase, neutro una vez aterrizado	X	X	X	X

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE LA COMPONENTE SIMETRICA DE LA CORRIENTE DE FALLA EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION RADIALES

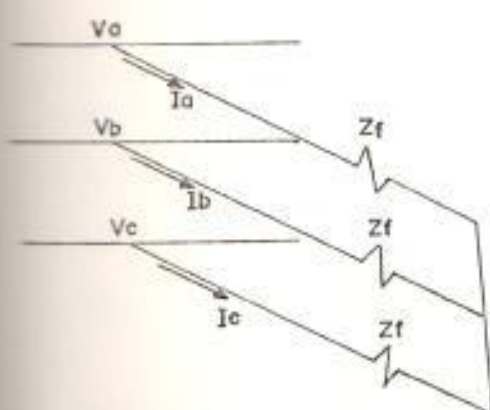
Las fallas en los sistemas de potencia se originan por factores internos y externos, los cuales deben ser considerados por el Ingeniero Planificador de tales sistemas. Entre los agentes externos que ayudan a la presencia de fallas, tenemos: a los seres humanos y a la naturaleza, factores que en muchos casos son impredecibles y que ocasionan serios problemas en la operación normal de un sistema de potencia.

Este tipo de agentes externos juegan un papel importante en el diseño de un sistema de distribución, el cual se encuentra expuesto a la presencia de estos agentes.

3.1. CORRIENTE DE FALLA TRIFASICA

Constituye una de las más severas que puede ocurrir

en un sistema de potencia. Si nos valemos de la ecuación (25) del Anexo sobre ecuación de las componentes simétricas, para un valor de impedancia de falla dado (Z_f) tenemos:



$$|a_1| = \frac{V_f}{Z_1 + Z_f}$$

Donde:

$$V_{a1} = |a_1| Z_f$$

Luego sabemos que:

$$|a_2| = 0$$

$$|a_0| = 0$$

FIG.3.1. FALLA TRIFÁSICA

reemplazando estos valores en la ecuación (19) del mismo anexo, tendremos que:

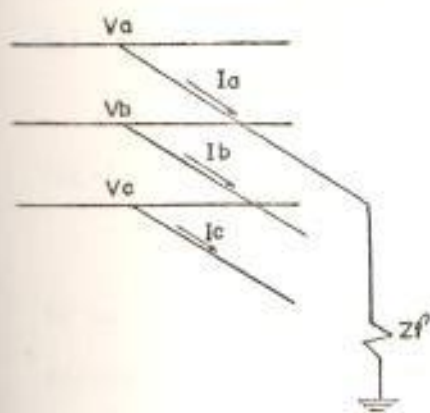
$$I_{f3\phi} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_f}$$

El resultado que se obtiene de la ecuación para la corriente de falla trifásica, es un número complejo de la cual sólo se tomará en cuenta para efecto de nuestro estudio su magnitud. Luego tendremos:

$$I_{f3\phi} = \left| \frac{V_f}{Z_1 + Z_f} \right| \quad (3.1)$$

3.2. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - TIERRA

Si consideramos inicialmente una impedancia de falla igual a cero ($Z_f = 0$) en un sistema aterrizado, las componentes de secuencia positiva, negativa y cero de la corriente en la fase fallada, son iguales en magnitud y fase; la componente de secuencia positiva del voltaje a tierra en la falla, es igual en magnitud y opuesto en fase a la suma de las componentes de secuencia negativa y cero.



Las condiciones de falla son:

$$I_b = 0$$

$$I_c = 0$$

$$V_a = 0$$

Haciendo uso de las ecuaciones (12, 20 y 21) de anexo se obtiene:

$$V_{a1} = -(V_{a0} + V_{a2})$$

$$I_{a0} = I_{a1} = I_{a2}$$

FIGURA N° 3.2.
FALLA DE LINEA - TIERRA

Reemplazando el valor de V_{a2} y V_{a0} dado en las ecua

ciones (26 y 27) del anexo en V_{a1} obtenido, tendremos que:

$$V_{a1} = I_{a1} (Z_0 + Z_2)$$

Sustituyendo este valor en ecuación (25) del mismo anexo tendremos que:

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Reemplazando este valor de (I_{a1}) en la ecuación (19) del mismo anexo, tendremos:

$$I_{fL-T} = \left| \frac{3V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \right|$$

Si se considera que la impedancia de falla ($Z_f \neq 0$) es diferente de cero utilizando el mismo procedimiento expuesto tendremos que:

$$I_a = 3I_{a1}$$

Luego:

$$V_a = 3I_{a1} Z_f$$

Utilizando las ecuaciones (26 y 27) del anexo y el valor de (V_a) deducido tendremos que:

$$V_{a1} = I_{a1} (3Z_f + Z_2 + Z_0)$$

sustituyendo en esta ecuación, el valor de V_{af} da do por la ecuación (25) del anexo, tendremos que:

$$|a_1| = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f}$$

Reemplazando el valor de $(|a_1|)$ en la ecuación (19), del mismo anexo, y obteniendo la magnitud del va lore de la corriente de falla de línea a tierra - tendremos:

$$I_{FL-T} = \left| \frac{3V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_f} \right| \quad (3.2)$$

3.3. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - LINEA

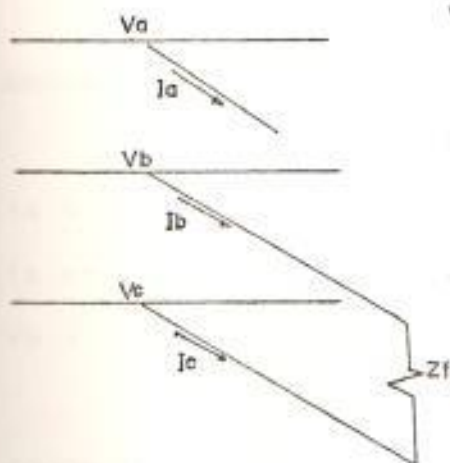
Considerando una impedancia de falla ($Z_f=0$) igual a cero, la componente de secuencia positiva y negativa de la corriente de falla en la fase no fallada, es igual en magnitud pero opuesta en fase, mientras que la componente de secuencia positiva y negativa de voltaje, son iguales en magnitud y fase.

Las condiciones de falla -
son:

$$I_a = 0$$

$$I_b = -I_c$$

$$V_b = V_c$$



utilizando las ecuaciones -
(19,20 y 21) del anexo, ten
dremos que:

$$I_{a0} = 0$$

$$I_{a1} = -I_{a2}$$

$$V_{a1} = V_{a2}$$

FIGURA N° 3.3.

FALLA DE LINEA-LINEA

Luego:

$$V_{a1} = I_{a1} Z_{a2}$$

Esto lo obtenemos de la ecuación (26) del anexo -
y sustituyendo este resultado en la ecuación (25)
del anexo tendremos que:

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2}$$

reemplazando este valor en las ecuaciones (20 y 21) del anexo, tendremos:

$$|f1-1| = \left| +j \frac{\sqrt{3} V_f}{Z_1 + Z_2} \right|$$

Ahora consideramos que ($Z_f \neq 0$), tendríamos:

$$I_a = 0$$

$$I_b = -I_c$$

$$V_b - V_c = I_b Z_f$$

reemplazando estas condiciones en las ecuaciones (22 y 23), obtendríamos:

$$I_{a0} = 0$$

$$I_{a2} = -I_{a1}$$

reemplazando el valor de ($V_b - V_c$) en la ecuación (13 y 14) del anexo, tenemos:

$$V_b - V_c = (a^2 - a) V_{a1} - (a^2 - a) V_{a2} = I_b Z_f$$

Sustituyendo el valor de (I_b) de la ecuación (20) del anexo, además usando la condición ($I_{a2} = -I_{a1}$) y dividiendo todo para ($a^2 - a$) tenemos:

$$V_{a1} = V_{a2} + |I_{a1}| Z_f$$

reemplazando el valor de V_{a2} de la ecuación (26) del anexo.

$$V_{a1} = |I_{a1}| (Z_2 + Z_f)$$

reemplazando el valor de V_{a1} de la ecuación (25) del anexo, tenemos:

$$|I_{a1}| = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_f}$$

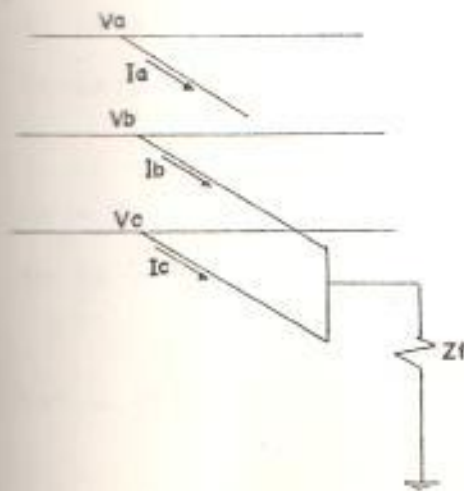
Usando las ecuaciones (20 y 21) del mismo anexo, y sacando el valor absoluto de la corriente de falla de línea a línea tendremos:

$$|I_{f1}| = \left| \pm \frac{\sqrt{3}V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_f} \right| \quad (3.3)$$

3.4. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA

Considerando una impedancia de falla ($Z_f = 0$) igual a cero, tenemos que la componente del voltaje a tierra de secuencia positiva, negativa y cero de la fase sin falla, son iguales en magnitud y fase; mientras que la componente de secuencia positiva de la corriente en la falla es igual en magnitud y opuesta en fase a la suma de las componentes de secuencia negativa y cero, estas componentes varían inversamente a la impedancia de secuencia vista desde la falla.

Las condiciones de falla son:



$$I_a = 0$$

$$V_b = 0$$

$$V_c = 0$$

De esto se obtiene que:

$$V_{a0} = V_{a1} = V_{a2}$$

$$I_{a1} = -(I_{a0} + I_{a2})$$

$$I_{a0} = - \frac{I_{a1} Z_2}{Z_0 + Z_2}$$

$$I_{a2} = - \frac{I_{a1} Z_0}{Z_0 + Z_2}$$

FIGURA N° 3.4.
FALLA DE DOBLE LINEA-TIERRA

reemplazando la ecuación (26) del anexo tendremos:

$$V_{a0} = V_{a1} = V_{a2} = \frac{(I_{a1} Z_0) Z_2}{Z_0 + Z_2}$$

Sustituyendo la ecuación (25) y despejando el valor de (I_{a1}) , tenemos:

$$I_{a1} = \frac{V_f (Z_0 + Z_2)}{Z_1 (Z_0 + Z_2) + Z_0 Z_2}$$

reemplazando este valor en las ecuaciones (20 y 21) del anexo así como las condiciones anteriores, tenemos:

$$|f|_{1-T} = \left| -j \sqrt{3} \frac{V_f (Z_0 - aZ_2)}{Z_0 (Z_1 + Z_2) + Z_1 Z_2} \right|$$

Si consideramos una impedancia de falla ($Z_f \neq 0$) diferente de cero tenemos:

$$I_a = 0 \quad V_b = V_c = (I_b + I_c) Z_f$$

de la ecuación (19) del anexo tendremos:

$$I_{a1} = -(I_{a2} + I_{a0})$$

Luego:

$$I_b + I_c = 3I_0$$

con $V_b = V_c$ de la ecuación (4 y 6) del anexo tene

mos:

$$V_{a0} = \frac{1}{3} (V_a + 2V_b)$$

$$V_{a1} = V_{a2} = \frac{1}{3} (V_a - V_b)$$

Restando estas dos últimas ecuaciones y reemplazando el valor de V_b por $(3I_0 Z_f)$, tendremos:

$$V_{a1} = V_{a0} - 3I_0 Z_f$$

Sustituyendo el valor de V_{a0} de la ecuación (27) del anexo tendremos:

$$V_{a1} = -I_{a0} (Z_0 + 3Z_f)$$

Luego:

$$I_{a0} = - \frac{V_{a1}}{Z_0 + 3Z_f}$$

sabiendo que $(V_{a1} = V_{a2})$ de la ecuación (26) del mismo anexo, obtenemos:

$$I_{a2} = - \frac{V_{a1}}{Z_2}$$

Reemplazando estas dos últimas ecuaciones en la ecuación de (1 a 1) tendremos:

$$I_{a1} = V_{a1} \left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_0 + 3Z_f} \right)$$

Luego;

$$V_{a1} = I_{a1} \frac{Z_2(Z_0 + 3Z_f)}{Z_2 + Z_0 + 3Z_f}$$

Si sustituimos el valor de V_{a1} dado en la ecuación (25) del mismo anexo tendremos que:

$$I_{a1} = \frac{V_f(Z_2 + Z_0 + 3Z_f)}{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)}$$

Reemplazando estos resultados de I_{a1} , I_{a2} , e I_{a0} en la ecuación (20) del mismo anexo y obteniendo su magnitud tendremos:

$$I_{fLL-T} = \left| -j\sqrt{3} \frac{V_f(Z_0 + 3Z_f - aZ_2)}{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right| \quad (3.4)$$

3.5. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA EN LA OTRA FASE ASOCIADA CON LA FALLA

Aplicando el mismo procedimiento usado en (3.4), pero con la diferencia de que el análisis en lugar de realizarlo para la corriente (I_b) se la realiza para la corriente (I_c); estas dos en realidad son las corrientes de las dos fases involucradas en la falla en ese

instante, luego:

$$|a_1| = \frac{V_f(Z_2 + Z_0 + 3Z_f)}{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)}$$

reemplazando esta ecuación en la ecuación (21) del -
anexo y teniendo en cuenta las condiciones estableci-
das, obtendremos:

$$I_{fLL-T} = \left| j\sqrt{3} \frac{V_f(Z_0 + 3Z_f - a^2 Z_2)}{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right| \quad (3.5)$$

C A P I T U L O I V

ESTUDIO DE LA COMPONENTE ASIMETRICA DE LA CORRIENTE DE FALLA EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION REAL

Asimetría en un sistema de potencia, es el fenómeno que se produce cuando la diferencia de fase θ que existe entre la fuente de voltaje y la corriente de falla de estado estable, es diferente al ángulo de voltaje o ángulo de cierre β .

Cuando el ángulo de voltaje ($\beta \neq \theta$) es diferente al ángulo de fase del circuito, en el instante ($t = 0$) de la ocurrencia de una falla, origina la presencia de una onda unidireccional transiente que sumada a la onda simétrica de la corriente de falla nos produce una onda resultante asimétrica. Ver figura N° 4.1.

Si el ángulo de voltaje ($\theta = 0$) es igual a cero, en el instante ($t = 0$) de la ocurrencia de una falla, se producirá una onda asimétrica máxima.

Cuando una falla ocurre la corriente total en dirección de la falla está integrada por una componente de corriente alterna o componente de estado estable o simétrica y una componente de corriente directa o componente transiente, la cual decae exponencialmente en el tiempo.

Las ecuaciones de las corrientes de falla que podemos observar claramente en el Capítulo III, nos permiten determinar los valores RMS de la componente de estado estable, la cual permanece en períodos suficientemente largos, de tal forma que

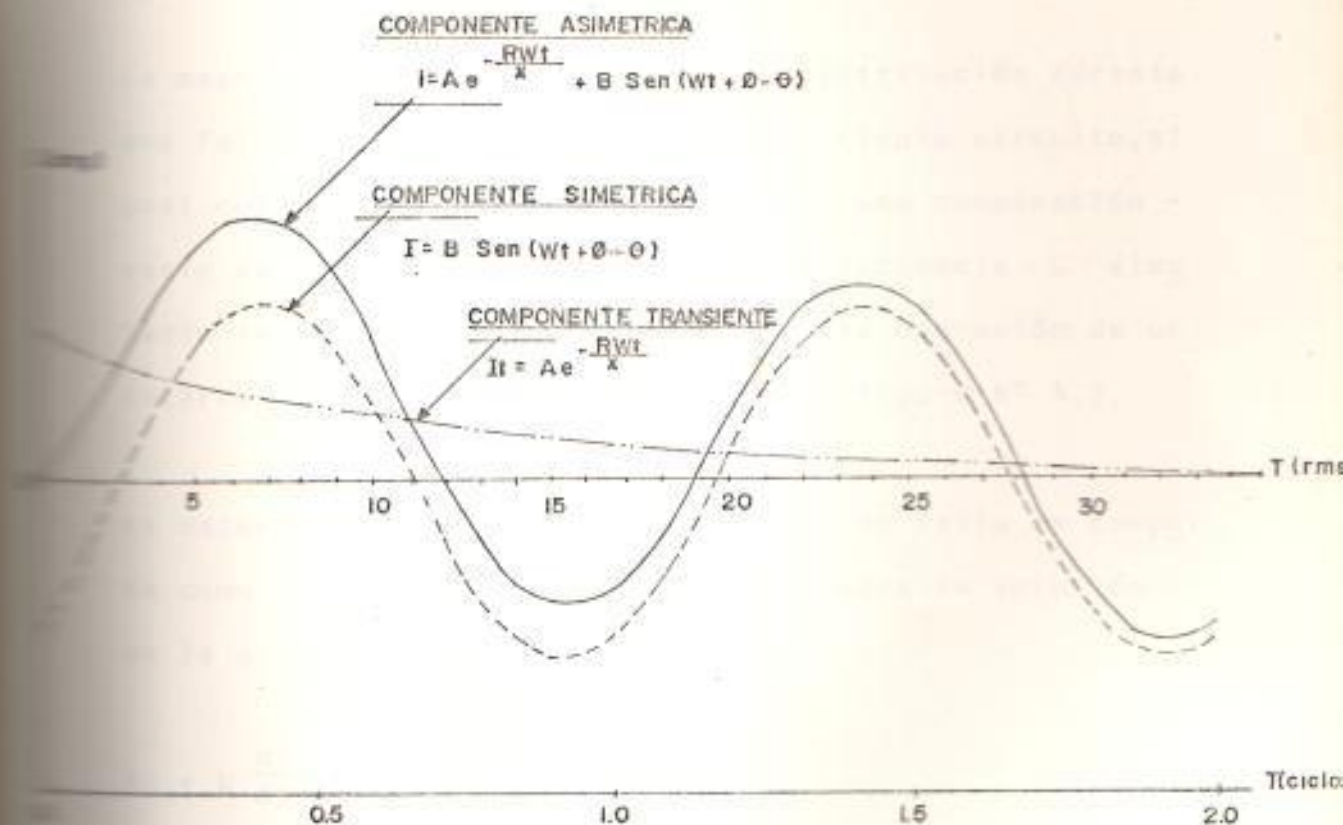


FIGURA N° 4.1. ONDA ASIMETRICA COMO RESULTADOS DE UNA ONDA SIMETRICA Y LA PRESENCIA DE UNA LINEA TRANSIENTE.

todos los transientes iniciales que se hubieren presentado han desaparecido y por lo tanto no nos dicen nada acerca de los valores instantáneos RMS de la corriente en un tiempo inmediatamente después de la ocurrencia de una falla ($t = 0^+$)

La mayor parte de los circuitos de distribución durante una falla, pueden ser reducidos a un simple circuito, el cual consiste de una fuente alterna y una combinación en serie de una resistencia R y una inductancia L simulando la ocurrencia de una falla con la operación de un interruptor tal como se observa en la figura N° 4.2.

La determinación de como la corriente de falla se comporta como una función del tiempo, involucra la solución de la siguiente ecuación diferencial:

$$Ri + L \frac{di}{dt} = E \text{ Sen } (\omega t + \phi) \quad (4.1)$$

Donde:

R = resistencia del circuito

L = inductancia del circuito

i = corriente instantánea del circuito, después de que el interruptor (S) es cerrado.

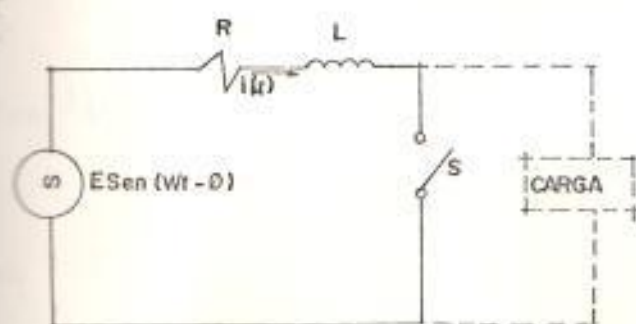


FIGURA N° 4.2. REPRESENTACION DE UN CIRCUITO DE DISTRIBUCION DURANTE UNA FALLA.

- E = valor pico de la fuente de voltaje alterno
- ω = frecuencia angular de la fuente de generación
- ϕ = ángulo de separación entre el voltaje ($V=0$) y el tiempo en el cual la falla ocurre ($t=0$), se lo denomina ángulo de voltaje o ángulo de cierre.

La solución de la ecuación (4.1), asumiendo una corriente de pre-falla igual a cero ($i_c = 0$), viene dado por:

$$i = Ae^{-\frac{R\omega t}{X}} + B \text{ Sen}(\omega t + \phi - \theta) \quad (4.2)$$

Donde:

$$A = \frac{E \text{ Sen}(\phi - \theta)}{(R^2 + X^2)^{1/2}}$$

$$B = \frac{E}{(R^2 + X^2)^{1/2}}$$

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{X}{R}\right)$$

$$X = \omega L$$

El primer término de la ecuación (4.2), corresponde

a la componente transiente, la cual es un exponencial de creciente, cuyo valor tiende a desaparecer rápidamente, y que depende de la constante de tiempo expresada por la razón de cortocircuito X/R o el factor de potencia de un circuito como el de la figura N^o 4.2; el segundo término de esta misma ecuación corresponde a la componente de estado estable, la cual es una función sinuoidal de tiempo cuyo valor de cresta, es simplemente el valor pico del voltaje de la fuente dividido para la magnitud de la impedancia vista desde el punto de falla.

La diferencia de fase (θ) entre la fuente de voltaje y la corriente de falla de estado estable depende sólo de la razón de impedancia del circuito X/R .

La importancia de la asimetría de la corriente puede ser catalogada por dos características importantes, tales como la fuerza magnética ejercida en alguna parte debida a la corriente y el contenido Joule de la corriente de falla; ambas características son una función del cuadrado de la corriente e influyen en forma directa sobre el diseño y aplicación de dispositivos los cuales estarán expuestos a corrientes de falla, pudiendo tener magnitudes elevadas en el período transiente inicial. El trabajo - mecánico sobre los equipos de protección eléctricos, en

entre otros factores, es determinado por la magnitud de la corriente asimétrica, la cual es función de la razón de impedancia del circuito X/R y los valores instantáneos de voltaje al cual ocurre el cambio.

La máxima fuerza magnética producida en un equipo, ocurre en el instante en que la corriente es máxima, es decir, haciendo referencia a la forma de la onda de la corriente asimétrica, esto ocurrirá en los valores picos resultantes. La magnitud de estos picos pueden ser obtenidos matemáticamente diferenciando la ecuación (4.2), con respecto a dos variables t y θ , las otras variables tales como E , R , X , y w , son fijas para cualquier circuito dado. Si realizamos la diferenciación de la ecuación (4.2), determinamos que el mayor pico ocurre cuando el ángulo de voltaje ($\theta=0$) es cero; en estas condiciones el mayor pico ocurre en el primer lazo. La condición de ($\theta = 0$) es llamada condición de máxima asimetría.

Un análisis matemático de la corriente bajo condiciones de máxima simetría, puede demostrar que alguno de los efectos de asimetría son dependientes de la relación X/R del circuito, además muestra que el efecto en el valor pico y el contenido de energía en el primer lazo

Las corrientes son mayores que el efecto en el valor RMS, por lo tanto, en lo que respecta a diseño y aplicación de dispositivos de protección tendría un mejor sentido comparar los picos de corriente y energía, que una comparación de los valores RMS, sin embargo, los equipos actualmente están clasificados de acuerdo a relaciones RMS dadas.

El valor RMS de una corriente arbitraria puede expresarse como

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \quad (4.3)$$

Donde:

i = corriente en función del tiempo

dt = tiempo

T = intervalo de tiempo especificado para la determinación (RMS)

Si $i = B \text{ Sen}(wt)$, donde B es el valor pico de una corriente sinusoidal, la ecuación (4.3), muestra que $I = \frac{B}{\sqrt{2}}$, siendo T un integral múltiple de un medio ciclo. Desde el punto de vista físico, una corriente sinusoidal con un

valor pico B , tendrá el mismo efecto en pérdidas de potencia en un conductor, como una corriente (D.C), cuyo valor es $\frac{B}{\sqrt{2}}$, por esta razón, I es llamado el valor efectivo de i . El valor RMS del primer lazo de la onda de corriente asimétrica es definido por la ecuación (4.2); si la expresión de $i(t)$ dada por la ecuación (4.2), es cuadrática y la reemplazamos en la ecuación (4.3) y la resolvemos, obtendremos como resultado el valor (RMS) para el primer lazo de corriente.

Gross y Thaper dan una expresión que es función sólo de X , R , y ϕ ; ellos demuestran que para un valor de X/R dado la relación de los valores RMS del primer lazo de corriente I' al valor (RMS) de la componente simétrica de corriente I es función solamente del ángulo de voltaje ϕ , luego el valor de I'/I con respecto a ϕ puede ser maximizado y luego graficado como una función de X/R , ver figura 4.3.

El valor de ϕ necesario para un máximo puede ser encontrado usando técnicas iterativas después de que el valor de $i(t)$ de la ecuación (4.2), es reemplazado en la ecuación (4.3) y se realizan las operaciones adecuadas (ver Anexo Solución de la relación I'/I). Mientras que el intervalo de tiempo de integración es constante

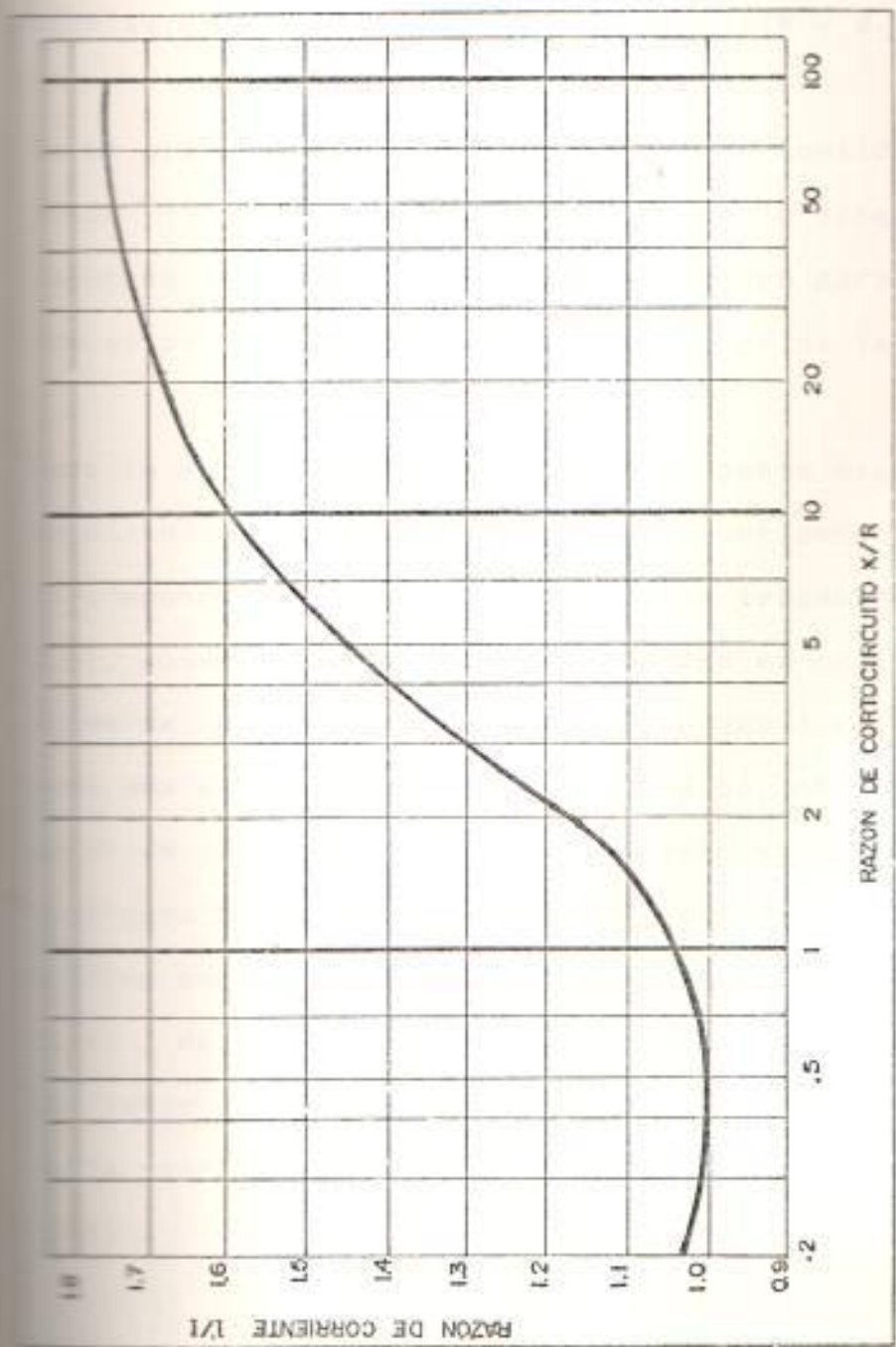


FIGURA N° 4.3. GRAFICO DE VALORES MAXIMOS DE (I'/I) Vs. (X/R)

(*) para el valor RMS de la forma de onda simétrica, - el intervalo para encontrar el valor RMS de la forma de onda asimétrica varía con respecto a X/R y θ .

En el gráfico de la figura N° 4.3., se considera un período T , que no es constante durante la búsqueda del valor de I' , pero siempre es el tiempo para que ocurra el primer cero de la onda simétrica de la corriente.

Para la aplicación de fusible en un punto específico de un circuito, si el valor RMS de la corriente de falla de la componente simétrica es conocido (ecuaciones 3.1 a 3.5), podemos conocer el valor de X/R el cual se lo obtiene de la impedancia equivalente que interviene en cada una de las ecuaciones (3.1 a 3.5); obtenido este valor de X/R , procedemos a ubicarlo en el gráfico de la figura N° 4.3., una vez localizado este valor en el gráfico podemos determinar el valor correspondiente de I'/I , de esta manera podremos conocer el valor de la corriente de falla asimétrica al multiplicar la magnitud de la corriente de falla simétrica por este valor de I'/I .

Este procedimiento descrito, es el que se aplica para encontrar el valor de la componente asimétrica de la

corriente de falla conociendo el valor de la componente simétrica de la corriente de falla en cada una de las barras especificadas en el sistema de distribución que está siendo analizado. En cada punto del circuito se analizarán los cuatro tipos de fallas consideradas y los mayores valores RMS simétrico y asimétrico pueden ser usados para seleccionar el tipo de fusible con su razón de interrupción adecuada.

Debe recalcar que el gráfico de la figura N^o 4.3., está basado en el análisis de un circuito serie R, L como el de la figura N^o 4.2., por esta razón el procedimiento descrito para encontrar el valor RMS de la corriente asimétrica, no es rigurosamente correcto para encontrar el valor RMS de la corriente asimétrica cuando tenemos una falla de DOBLE LINEA - TIERRA o en cualquier sistema cuyo circuito equivalente de componentes simétricas involucren trayectorias paralelas.

4.3. CORRIENTE DE FALLA TRIFÁSICA

Para encontrar la componente asimétrica de la corriente de falla trifásica, utilizamos el método anteriormente expuesto.

El valor RMS de la componente simétrica de la corriente trifásica de falla, lo encontramos aplicando la ecuación (3.1) del Capítulo III, el equivalente monofásico de la relación X/R, puede ser encontrado de la impedancia total que interviene en el cálculo de la corriente de falla. Para una falla trifásica con una impedancia de falla ($Z_f \neq 0$) diferente de cero, la impedancia equivalente será:

$$Z_{eq3\phi} = Z_1 + Z_f \quad (4.4)$$

Si obtenemos el valor de las componentes (real e imaginario) de la impedancia equivalente de la ecuación (4.4), obtendríamos el valor de X/R deseado, con este valor podemos encontrar el correspondiente valor de I'/I en el gráfico de la figura N° 4.3., luego tendremos el valor RMS de la componente asimétrica de la corriente de falla trifásica al multiplicar este valor de I'/I encontrado por el valor RMS de la componente simétrica de la corriente de falla trifásica, son realizados por el programa de computación que incluye este trabajo.

4.2. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - TIERRA

El valor RMS de la componente simétrica de la corriente de falla de línea - tierra, es dado por la ecuación (3.2), del capítulo III, utilizando el mismo procedimiento expuesto en el numeral (4.1) obtenemos que la impedancia equivalente será:

$$Z_{eqL-t} = \frac{1}{3} (Z_0 + Z_1 + Z_2 + 3Z_f) \quad (4.5)$$

El equivalente monofásico de la relación X/R puede ser encontrado de la impedancia total del sistema usada en el cálculo de falla, luego encontramos el valor correspondiente de I'/I del gráfico de la figura N° 4.3., para luego calcular el valor RMS de la corriente de falla asimétrica de línea a tierra.

4.3. CORRIENTE DE FALLA DE LINEA - LINEA

El método anteriormente expuesto es aplicable para este caso; el valor de la impedancia equivalente será:

$$Z_{eqL-L} = \frac{1}{\sqrt{3}} (Z_1 + Z_2 + Z_f) \quad (4.6)$$

El valor RMS de la componente simétrica de la corriente de falla para este caso, viene dado por la ecuación (3.3) del Capítulo III.

4.4. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA

En este caso, el procedimiento que se aplica en (4.1), (4.2), y (4.3), no es rigurosamente valedero, ya que el equivalente monofásico de la componente simétrica involucra trayectorias paralelas.

La impedancia equivalente viene dado por:

$$Z_{eqLL-T} = \frac{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2) (Z_0 + 3Z_f)}{\sqrt{3} (Z_0 + 3Z_f - aZ_2)} \quad (4.7)$$

El valor RMS de la componente simétrica de la corriente de falla en este caso viene dado por la ecuación (3.4) del Capítulo III.

4.5. CORRIENTE DE FALLA DE DOBLE LINEA - TIERRA EN LA OTRA FASE ASOCIADA CON LA FALLA

Lo indicado en (4.4) es valedero para este tópico, -

luego la impedancia equivalente viene dado por:

$$Z_{eqLL-T} = \frac{Z_1 Z_2 + (Z_1 + Z_2) (Z_0 + 3Z_f)}{\sqrt{3} (Z_0 + 3Z_f - a^2 Z_2)} \quad (4.8)$$

El valor RMS de la componente simétrica de la corriente de falla para este caso, viene dada por la ecuación (3.5) del Capítulo III.

CAPITULO V

PROGRAMA DE CALCULO DE LAS CORRIENTES DE FALLA

Todas las ecuaciones y condiciones expuestas en Capítulos anteriores se agrupan en un programa de computación que permite obtener las componentes simétrica y asimétrica de las corrientes de fallas posibles en los diferentes puntos de una red de distribución radial.

El programa de computación está compuesto por un programa principal y dos sub-programas.

En el programa principal se agrupan los cálculos requeridos para la obtención de: Impedancias propias, mutuas y de secuencia; corrientes de fallas simétricas y asimétricas.

Uno de los sub-programas nos suministra toda la información referente a: clase de conductor, configuración de la red, circuitos tipos que la componen, voltaje de operación.

ración de la red, impedancia de la fuente e impedancias de fallas.

El otro sub-programa sirve para buscar un valor aproximado de la relación de la componente asimétrica a la componente simétrica de la corriente de falla (I'/I) conociendo el valor de la razón de cortocircuito (X/R), utilizando un método de interpolación.

5.1. PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal se lo identifica con el nombre de "IMP"; en su ejecución primeramente se calculan los valores de h , H , S_r y S_i , de la forma señalada por la tabla N° 1.2, luego se manda a imprimir una gran tabla que tiene por nombre "Valores usados en diseño de la red radial", que agrupa a todos estos valores calculados y las características de los conductores de fase y neutro utilizados por sección entre barras en la red.

Luego se obtienen los resultados de las impedancias propias, mutuas y de secuencias de las líneas por sección y en lo posterior se calcula las impedancias de secuencia de la línea vista desde el punto de falla.

Una vez obtenidos estos valores, se procede a obtener la impedancia de secuencia total (fuente + línea) vista desde el punto de falla, luego con las ecuaciones dadas en el Capítulo III, se calcula las corrientes de falla simétrica y en lo posterior con las ecuaciones de las impedancias equivalentes dadas en el Capítulo IV, se encontrará un valor de la relación I'/I ; finalmente se calcula el valor de la componente asimétrica de la corriente de falla correspondiente.

El programa ejecuta realmente lo siguiente:

- a. Cálculo de las impedancias
- b. Cálculo de las corrientes de falla

a. Cálculo de las impedancias:

Se inicia el proceso ingresando toda la información dada, con ella se procede a calcular los valores de los espacios horizontales (H) de los conductores aplicando las ecuaciones (1.1) a (1.3), que se indican en el Capítulo I, además se calculan los valores del espacio real que existe entre conductores (S_r) y el espacio

que existe entre un conductor y la imagen del otro (S_i), esto se realiza aplicando las ecuaciones (1.4) y (1.5), respectivamente indicadas en el Capítulo I. Una vez que se obtienen estos valores, se procede a aplicar la tabla 1.2 y obtener los valores promedios correspondientes de h , H , S_r , y S_i . Todos estos valores aparecerán en una tabla que tiene por título "TABLA DE VALORES USADOS EN EL DISEÑO DE LA RED".

Establecido estos valores promedios se procede a calcular el valor de la reactancia interna del conductor que conforman la red, utilizando la ecuación (2.2) del Capítulo II, luego se calcula el ángulo definido en el Capítulo I, por la ecuación (1.6). Estos cálculos se realizan para cada uno de las clases de conductores utilizados y para cada una de las secciones de líneas que conforman la gran red de distribución; posteriormente se procede a calcular los valores de resistencia y reactancia de las impedancias propias y mutuas de los conductores usando para ello las ecuaciones (2.3, 2.4, 2.7, 2.8, inclusive), y lue

go aplicar las ecuaciones (2.1) y (2.6), todas estas definidas en el Capítulo II. Con ello se procede primero a calcular las impedancias de secuencia de la línea por sección, esta se realiza primero en secciones de mil pies y luego por el tramo real que existe, utilizando el criterio de la tabla 2.1 y las ecuaciones (2.10, 2.11, y 2.12, inclusive).

Obtenido los valores de las impedancias de secuencia de la línea se realiza un sumatorio de estas impedancias desde el punto de falla hasta la primera barra, con ello obtenemos la impedancia total de la línea vista desde el punto de falla, esto se realiza para cada una de las barras definidas en la red. En lo posterior se realiza la suma de cada una de estas impedancias de secuencia de la línea vista desde el punto de falla con la impedancia de secuencia correspondiente de la fuente, este cálculo se efectúa para máxima y mínima generación.

Los valores que se obtienen de las impedancias de secuencia por sección de 1000 pie, la imper-

dancia total por sección y la impedancia de secuencia de la línea vista desde la barra fallada aparecen agrupadas en tablas, cuyos títulos son "IMPEDANCIAS PROPIAS - MUTUAS - SECUENCIA EN OHM - VANO DE MIL PIE", "IMPEDANCIA DE SECUENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE BARRAS EN OHM" e "IMPEDANCIA DE SECUENCIA DE LA LINEA VISTA - DESDE LA BARRA DE FALLA", respectivamente. A continuación se muestra en la figura - N° 5.1., un diagrama de flujo en el que se resume lo expuesto.

Cada uno de los bloques que se muestran en la figura N°5.1., está integrado por una serie de lazos de cálculos que dependen del número de líneas (NT) que conforman la red de distribución; un detalle más explícito de este diagrama de flujo se expone en los anexos.

b. Cálculo de las corrientes de falla:

Obtenidos los valores de las impedancias secuencia vista desde la barra fallada hasta la fuente, se procede a calcular los valores de la

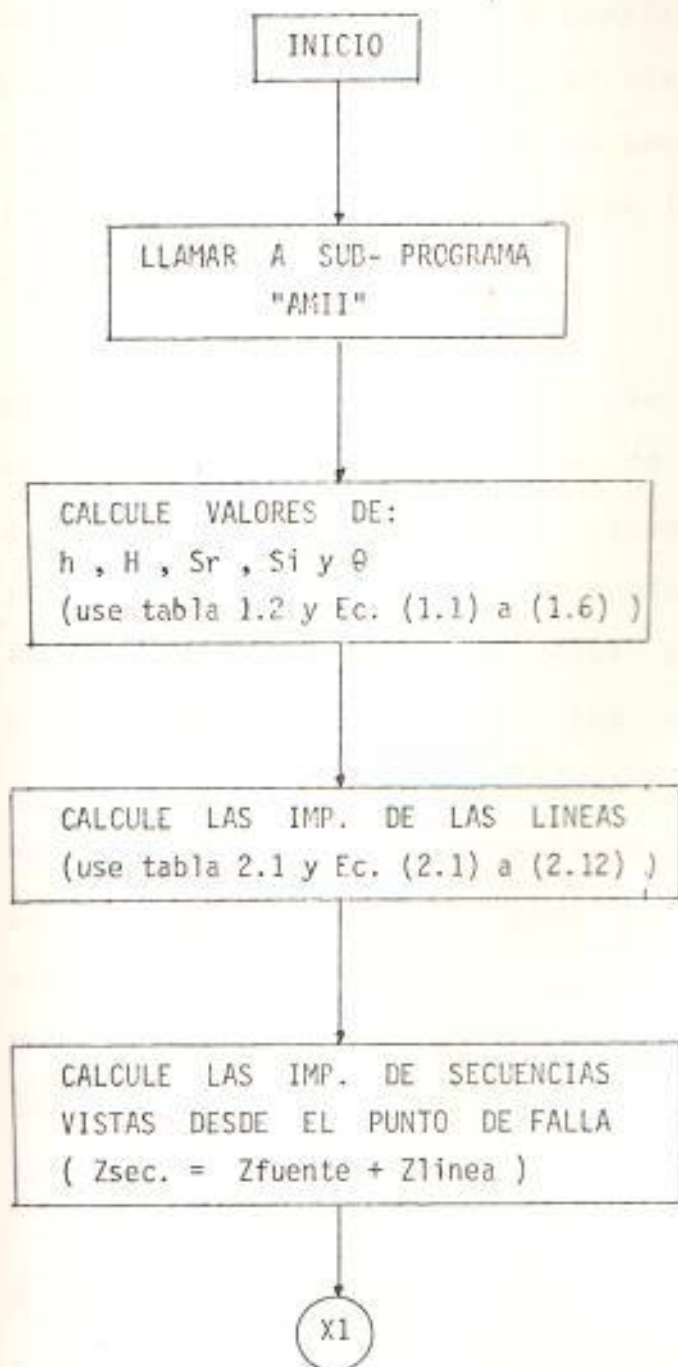


FIGURA N° 5.1. DIAGRAMA DE FLUJO

CALCULO DE LAS IMPEDANCIAS

componente simétrica de la corriente de falla para cada barra que conforma el sistema y se lo realiza para máxima y mínima generación, para ello se utiliza las ecuaciones (3.1) a (3.5) del Capítulo III.

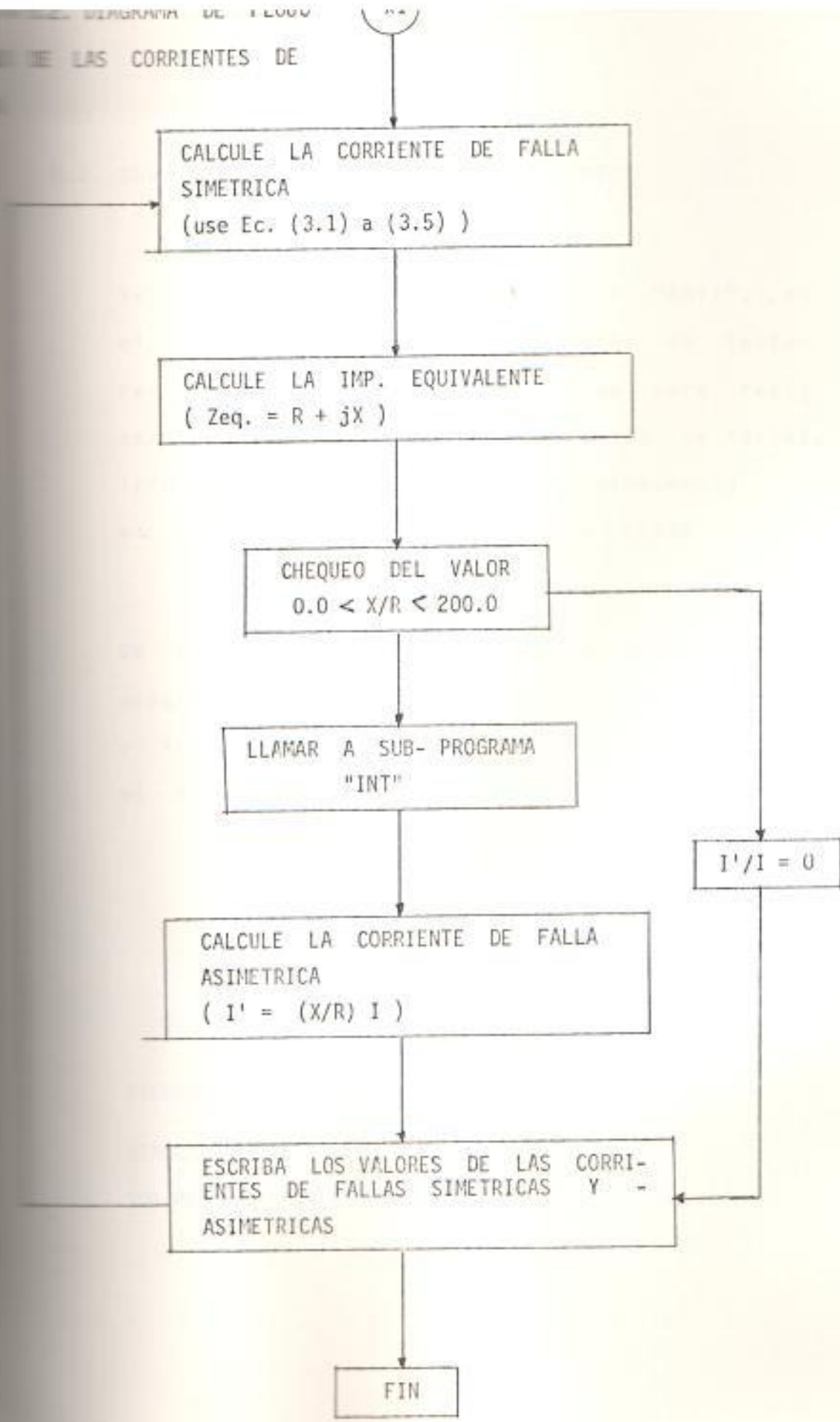
En este proceso de cálculo se incluye un nuevo chequeo sobre el tipo de circuito, de tal forma que, para cada tipo de circuito se calcule todas las corrientes de fallas simétricas posibles, así por ejemplo, para un tipo de circuito que sea monofásico, sólo se calcule una falla de línea a tierra, la misma que puede ser de tres clases, dependiendo por supuesto del tipo de circuito. Este criterio de cálculo lo obtenemos observando la tabla N° 2.1, en la cual se da la clase de impedancia de secuencia que debe tomarse en cuenta para cada tipo de circuito.

Obtenido el valor de la corriente de falla simétrica se procede a obtener el valor de la corriente de falla asimétrica y para ello utilizamos el valor de la impedancia total del sistema el cual es obtenido aplicando las ecua

ciones (4.4) a (4.8) y que se denominan impedancias equivalentes, dadas en el capítulo IV. Estas ecuaciones son complejas y por lo tanto podemos obtener por separado el valor real (R) y el valor imaginario (X), luego se divide X para R obteniéndose un valor que es ingresado a un Subprograma, no sin antes hacer se un chequeo referente al valor de X/R para determinar si este valor está dentro del rango de valores almacenados en este sub-programa.

Con el valor de X/R se obtiene de respuesta un valor de I'/I que es la relación de la corriente de falla asimétrica a la corriente de falla simétrica expuesta en el Capítulo IV, luego se procede a calcular el valor de la magnitud de la corriente de falla asimétrica, multiplicando esta relación por la magnitud de la corriente de falla simétrica.

La impresión de estos valores se agrupan en una tabla bajo el título de "RESULTADOS DE $I - (X/R) - (I'X/I) - Z_{equi}(R,X) - SIMETRICAS Y ASIMETRICAS$ ". En la figura N^o 5.2., se expone un Diagrama de Flujo compacto que ilustra lo explicado.



CALCULE LA CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA
(use Ec. (3.1) a (3.5))

CALCULE LA IMP. EQUIVALENTE
(Zeq. = R + jX)

CHEQUEO DEL VALOR
 $0.0 < X/R < 200.0$

LLAMAR A SUB-PROGRAMA
"INT"

CALCULE LA CORRIENTE DE FALLA ASINETRICA
($I' = (X/R) I$)

ESCRIBA LOS VALORES DE LAS CORRIENTES DE FALLAS SIMETRICAS Y ASINETRICAS

FIN

$I'/I = 0$

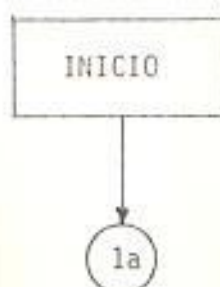
5.2. SUB-PROGRAMA DE LECTURA DE DATOS

Se lo identifica con el nombre "AMII", en el se agrupa todos los formatos de lecturas de la información requerida para realizar el estudio de las corrientes de fallas, información que se encuentra almacenada en el disco 1 bajo el nombre de "DATO LEA".

Un diagrama de flujo compacto de este Sub-programa se muestra en la figura N° 5.3.; y los detalles de este diagrama se dan en el Anexo adjunto a este trabajo.

FIGURA N° 5.3.

DIAGRAMA DE FLUJO
SUB-PROGRAMA "AMII"



1a

LEA Y ESCRIBA VALORES :
FRECUENCIA DEL SISTEMA (HZ)
VOLTAJE BASE (KV)
POTENCIA BASE (KVA)
CALCULE: FREC. ANG. EC. (2.5)

LEA Y ESCRIBA CARACTERISTICAS DE LOS
CONDUCTORES
(Use tablas de los conductores de
bibliografia 2,4,6)

LEA Y ESCRIBA CARACTERISTICAS DE
CONSTRUCCION DE LA RED
(Ver capitulo I , II inclusive)

LEA Y ESCRIBA: LAS IMPEDANCIAS DE LA
FUENTE Y DE FALLAS PARA MAXIMA Y
MINIMA GENERACION - VOLTAJE DE OPERACION
DEL SISTEMA

FIN

Como se puede observar en la figura N^o 5.3., se de
finen cuatro bloques de lectura.

En el primer bloque se agrupan los valores de la frecuencia del sistema, la cual debe ser especificada en (Hz) y los valores bases tales como voltaje base en (Kv), potencia base en (Kva) valores - que son incluidos en este trabajo pensando en que en un futuro puedan ser utilizados para cálculos de la red en por unidad.

Luego se procede a determinar el número de conductores que intervienen en la red y el número de líneas que la conforman los cuales son números enteros, estos valores son aquellos que nos indican el número de lazos de lecturas que existirán en el programa para las características de los conductores (N_c) y las características de construcción (N_l).

En el segundo bloque se procede a leer las características de los conductores que intervienen en la red, en esta parte ingresarán al programa los datos de:

- Resistencia del conductor R_i en ohm/milla ' .
- Diámetro exterior del conductor (D) en pulgadas y
- Radio medio geométrico del conductor (G_{mr}) en pie .

En esta parte se especifica un número clave para cada conductor para facilitar la búsqueda de las características del mismo, en caso de que sea empleado en otra sección de la red analizada.

Estos datos aparecen agrupados en una tabla designada con el nombre de "Características de los conductores del Sistema".

Luego se procede a leer los datos de configuración de la red, estos corresponden a los datos de altura y espacio entre conductores. Estos valores son usados en el programa principal para calcular los valores promedios de h , H , S_r , S_i , de la forma en que se detalla en la tabla 1.2 , además aquí se define el tipo de circuito, la longitud del tramo comprendido entre barras, el cual es dado en pie, el número específico de la barra inicial y final entre los cuales se encuentra comprendida dicha sección de línea, y

la resistividad del suelo (ρ) en ohm/mt^3 . Todos estos datos aparecen agrupados en la tabla de título "CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED!"

En el cuarto bloque se ingresa los datos correspondientes a las características de la fuente, los valores de impedancias de falla del sistema y el voltaje de operación. En cuanto a las características de la fuente, se debe especificar las impedancias de secuencia en forma rectangular, tanto para la secuencia positiva, negativa y las tres clases de impedancias de secuencia cero; esto debe realizarse para máxima y mínima generación, respectivamente. Estos valores son dados en ohm y se agrupan en la tabla "CARACTERISTICAS DE LA FUENTE".

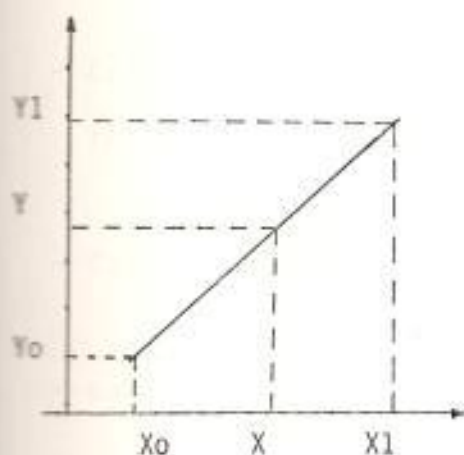
Las cuatro impedancias de fallas que comprende este estudio, son ingresadas en ohm en forma rectangular y especificadas para máxima y mínima generación, estos valores aparecerán en la tabla "IMPEDANCIAS DE FALLAS". El nivel de voltaje de operación del sistema se lo da en voltios e ingresa al programa en forma rectangular.

Todos los valores de impedancia de la fuente , impedancias de talias se los ingresa a la cinta - de datos en forma rectangular. Detalle de la forma en que se ingresan estos datos para ser leídos son dados en el manual del usuario. (ver Anexo).

5.3. SUB-PROGRAMA DE INTERPOLACION "INT"

Este sub-programa incluye un cálculo matemático - sencillo que consiste en encontrar todos los puntos intermedios de una recta cualquiera definida entre dos puntos y conociendo del punto buscado - solo el valor que tiene en uno de los ejes coordenados. Este método, se denomina de interpolación y para su aplicación se dividió la curva expuesta en la figura N° 4.2., del capítulo IV en porciones pequeñas, de tal forma que, se asemejen a una recta. Todos estos puntos que definen las porciones de rectas fueron almacenados en un disco de tal forma que una vez definido el valor del punto en uno de los ejes coordenados , se inicia la búsqueda del valor correspondiente a este punto en el otro eje coordenado, no antes de chequear si el valor insertado para la búsqueda está dentro del rango de valores preestablecido.

El programa de entrada de datos para este propósito se denomina "LEA CURVA" una ilustración de este método se muestra en la figura N° 5.4., y la ecuación (5.1), es utilizada para el método de interpolación.



$$Y = Y_0 + \frac{(X - X_0)(Y_1 - Y_0)}{(X_1 - X_0)} \quad (5.1)$$

FIGURA N° 5.4. METODO DE INTERPOLACION

5.4. SALIDA DE DATOS

En general el programa realizado tiene dos salidas de datos, las cuales están definidas como SALIDA 1 Y SALIDA 2, respectivamente.

En la salida 1, aparecen todos los datos que son leídos en el subprograma "AMI" tales como:

- Valores base del sistema
- Datos generales de la frecuencia del sistema en (Hz), la frecuencia angular en (rad/seg).
- Valores del fasor "a"
- Características de los conductores que conforman la red.
- Características de construcción de la red.
- Características de la fuente (Ohm)
- Impedancias de fallas (ohm)
- Voltaje de operación del sistema (Volt)

En cuanto a la salida 2 contiene los resultados calculados en el programa principal "IMP" tales como:

- valores usados en el diseño de la red.
- impedancias propias, mutua y de secuencia por sección, la cual primero se da en ohm/1000

pie y luego multiplicada por la longitud que tiene en cada sección, en ohm.

- Impedancias de secuencia de la línea vista desde el punto de falla a la primera barra, en ohm.
- Valores de las corrientes de fallas posibles simétricas y asimétricas.

Los últimos resultados nos servirán para analizar el comportamiento de la red en cada una de sus barras pre-establecidas y poder realizar una selección y coordinación de equipos de protección adecuados para conseguir que la red opere con seguridad, confiabilidad y continuidad de servicio de fluido eléctrico.

5.5. EJEMPLO DE APLICACION

a. Características de la red:

Para propósito de ilustrar la bondad y manejo del programa de computación, se ha tomado un ejemplo del Folleto Informativo de la AIEE (Ver Bibliografía 1), en el cual se analiza un sistema de distribución radial aéreo que

tiene de fuente una sub-estación de la cual parten cinco alimentadoras principales y se selecciona una de ellas para realizar el estudio.

Esta red está conformada por una alimentadora trifásica y derivaciones o ramales trifásicos, bifásicos y monofásicos, siendo el sistema conexión estrella multiaterrizado, es decir, estaremos analizando circuitos tipo 1; circuito tipo 5 y circuitos tipo 9.

Los conductores empleados son desnudos de cobre de 97.8 % de conductividad (Bibliografía 6, página 49), cuyos calibres van desde el N° 6 hasta el N° 4/0.

Los tipos de estructuras utilizadas para el montaje de la línea se muestran en las figuras - N° 5.5 a 5.7.

La red considerada tiene las siguientes lóngitudes por circuito:

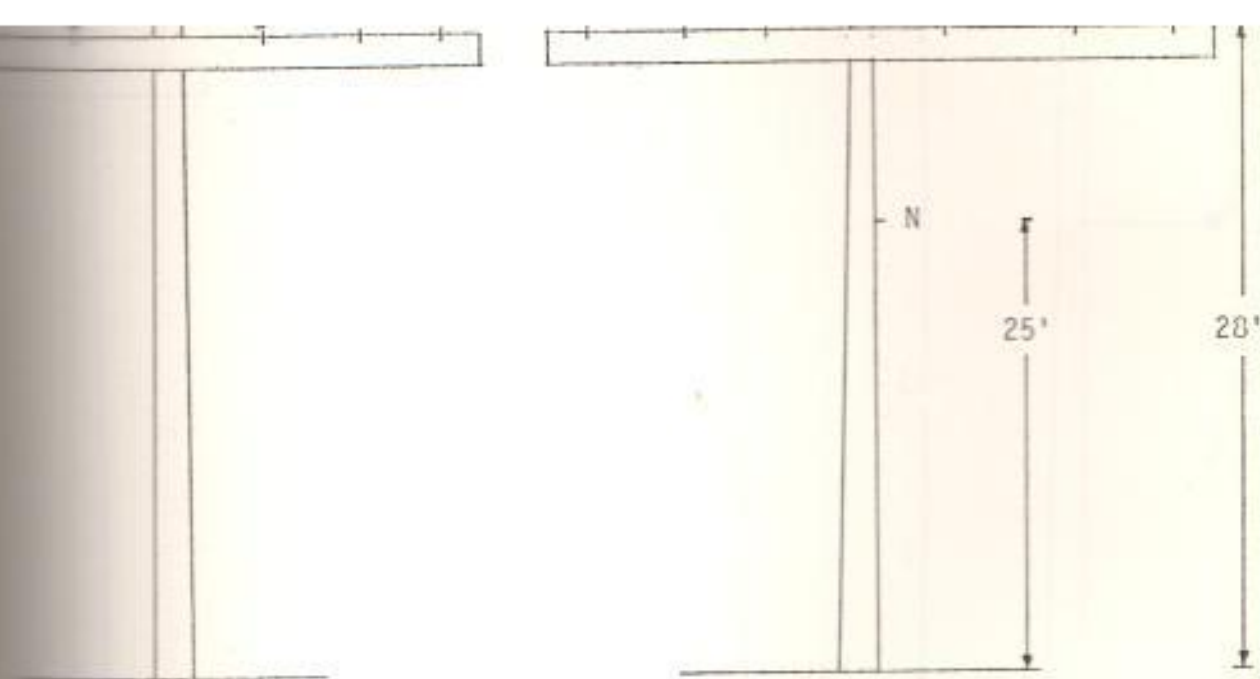


FIGURA N° 5.5. ESTRUCTURA DE MONTAJE-CIRCUITO

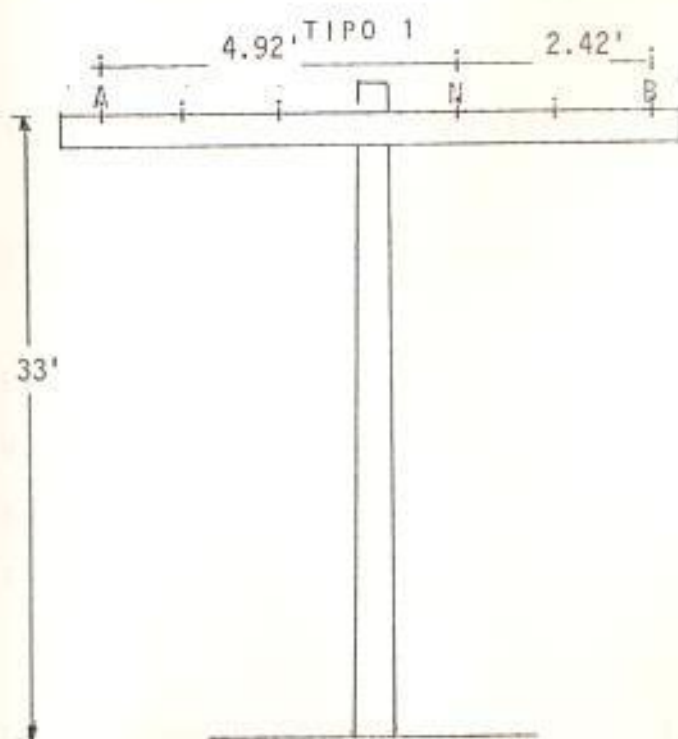


FIGURA N° 5.6. ESTRUCTURA DE MONTAJE-CIRCUITO
TIPO 5

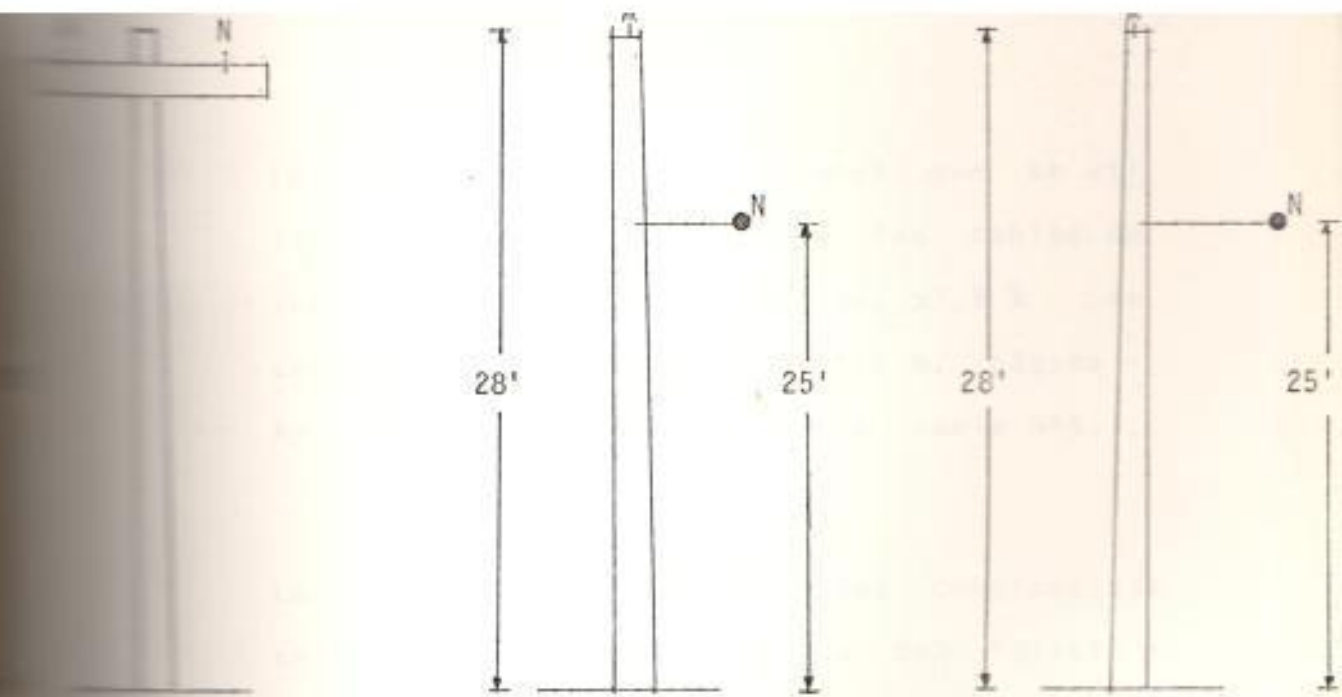


FIGURA N° 5.7. ESTRUCTURA DE MONTAJE-CIRCUITO
TIPO 9

1100 pie de circuito trifásico tipo 1

709 pie de circuito bifásico tipo 5

1705 pie de circuito monofásico tipo 9

El nivel de voltaje de operación de la red es de 4160/2400 (V) a una frecuencia de 60 Hz y en su recorrido se considera una resistividad de tierra uniforme de 100 ohm/mt³.

La configuración de la red se muestra en la figura N° 5.8.

Los datos de los conductores que se utilizan, fueron obtenidos de las tablas de los conductores, hilo sólido, 97.8 % de conductividad (ver Bibliografía b, página - 49) y se los muestra en la tabla N°5.1.

La longitud de las secciones comprendidas entre barras fueron tomadas del folleto informativo de la AIEE (Ver Bibliografía I, página 128y). Además de esta misma referencia se obtuvieron los datos de las impedancias de fallas del sistema y las características de la fuente. Ambos expuestos en la página 1272 y resumidas en las tablas N° 5.2, 5.3 y 5.4.

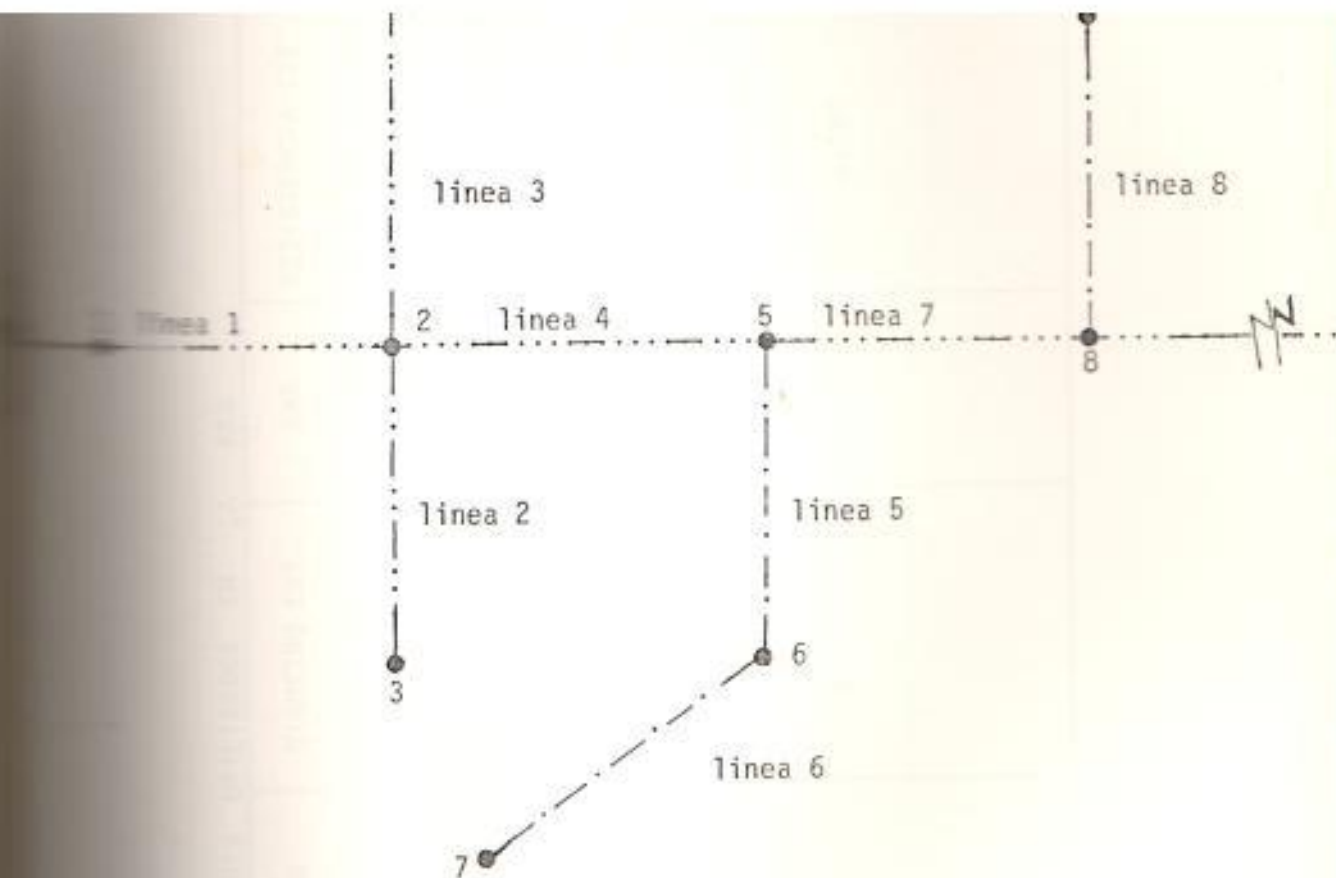


FIGURA N° 5.8. DIAGRAMA UNIFILAR DE LA RED
EJEMPLO

b. Datos de entrada:

La preparación de los datos de entrada, debe realizarse en forma coordinada y ordenada, tal como se indica en el "Manual del Usuario" en el Anexo. La mejor forma de hacerlo es confeccionando una tabla de datos, como se muestra en la tabla 5.5.

TABLA 8.1.1

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES UTILIZADOS EN LA RED

NUMERO CLAVE	CLASE DE CONDUCTOR	TAMARO DEL CONDUCTOR	NUMERO DE HILO	DIAMETRO EXT. (PULGADAS)	GMR (PIE)	RESISTENCIA (25° 60 Hz OHM/ MILLA
1	CUMHD	4/0	7	0.522	0.01579	0.278
2	CUMHD	2/0	7	0.414	0.01252	0.440
3	CUHD	4	1	0.204	0.00663	1.374
4	CUHD	6	1	0.162	0.00526	2.180

TABLA N° 5.2.

IMPEDANCIAS DE FALLAS EN OHM

DESCRIPCION	MAXIMA GENERACION		MINIMA GENERACION	
	R	X	R	X
Zf3Ø	0.0	0.0	0.33	0.0
ZfL-L	0.0	0.0	1.0	0.0
ZfL-T	0.0	0.0	0.5	0.0
ZfLL-T	0.0	0.0	0.5	0.0

TABLA 5.3

IMPEDANCIAS	DE LA FUENTE		EN OHM	
	MAXIMA	GENERACION	MINIMA	GENERACION
DESCRIPCION	R	X	R	X
Z1	0.03437	0.18162	0.03437	0.18162
Z2	0.03437	0.18162	0.03437	0.18162
Z001	-	-	-	-
Z002	-	-	-	-
Z003	0.04778	0.18078	0.04778	0.18078

TABLA 5.4

LONGITUD DE LA SECCION ENTRE BARRAS EN OHM

LONGITUD INICIAL	BARRA		SECCION NUMERO	LONGITUD PIE	TIPO DE CIRCUITO
	INICIAL	FINAL			
1	2	3	1	386	1
2	3	4	2	397	1
2	4	5	3	709	5
2	5	6	4	188	1
5	6	7	5	403	9
6	7	8	6	739	9
5	8	9	7	129	1
8	9		8	563	9

TABLA 9.6

DATOS DE ENTRADA A " DATO LEA "

DESCRIPCION	LINEA	1	10	20	30	40	50	60	70
CARACTERISTICAS DE FREC.- KV - KVA - NC/L	1	60.0							
	2	13.8	1000.0						
	3	4	8						
CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES	4	1	7	4/0	CUMHD	0.278	0.0158	0.522	
	5	2	7	2/0	CUMHD	0.440	0.0125	0.414	
	6	3	1	4	CUHD	1.374	0.0066	0.204	
	7	4	1	6	CUHD	2.180	0.0053	0.162	
CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED	8	1	1	2	1	33.0	3.71	4.92	33.0
	9	2	33.0	1.21	1	33.0	1 386.00		100.0
	10	2	2	3	3	28.0	2.42	4.92	28.0
	11	4	25.0	4.17	1	28.0	1 397.00		100.0
	12	3	2	4	4	33.0	7.34	0.00	33.0
	13	4	33.0	4.92	1	0.0	5 709.00		100.0
	14	4	2	5	1	33.0	3.71	4.92	33.0
	15	2	33.0	1.21	3	33.0	1 188.00		100.0
	16	5	5	6	3	28.0	0.00	0.00	0.0
	17	3	25.0	1.96	4	0.0	9 403.00		100.0
	18	6	6	7	4	28.0	0.00	0.00	0.0
	19	3	25.0	2.96	1	0.0	9 739.00		100.0
	20	7	5	8	1	33.0	3.71	4.92	33.0
	21	2	33.0	1.21	4	33.0	1 129.00		100.0
	22	8	8	9	4	33.0	0.00	0.00	0.0
	23	4	33.0	3.71		0.0	9 563.00		100.0

Viene de la tabla 5.5

DESCRIPCION	LINEA	1	10	20	30	40	50	60	70
CARACTERISTICAS DE LA FUENTE	24	0.03437	0.18162	0.03437	0.18162				
	25	0.03437	0.18162	0.03437	0.18162				
	26	0.0	0.0	0.0	0.0				
	27	0.0	0.0	0.0	0.0				
	28	0.04778	0.18078	0.04778	0.18078				
CARACTERISTICAS DE IMPEDANCIAS DE FALLA	29	0.00	0.00	0.50	0.00				
	30	0.00	0.00	1.00	0.00				
	31	0.00	0.00	0.33	0.00				
	32	0.00	0.00	0.50	0.00				
VOLTAJE DE OPERACION	33	2400.0	0.00						

c. Análisis de los resultados:

De los resultados obtenidos de los cálculos de las corrientes de fallas, seleccionamos para cada nodo el valor máximo y mínimo para la corriente de falla simétrica y el valor máximo de la corriente de falla asimétrica. Estos valores se los expone en cuadros para cada nodo de la red de distribución analizada y se muestra en la figura N° 5.9.

Estos valores son sacados de la tabla "RESULTADOS DE I-(X/R) - (I*/1) - Zequiv. (R,X) - SIMET Y ASIMENT" de la salida 2 del programa de computación. De la inspección de estos valores vemos que la mayor magnitud de corriente de falla se obtiene que la corriente asimétrica, cuando en la primera barra se produce una falla trifásica, operando el sistema con máxima generación, este valor es de 18798,77 amperios. El valor de corriente de falla asimétrica, nos dá la pauta para seleccionar la capacidad de interrupción de los equipos de protección, medición y servicio que se deben utilizar en esta red.

Los mayores valores de corrientes de fallas si-

métricas también se producen en la primera barra y especialmente cuando en esta ocurre una falla de doble línea - tierra en máxima generación.

En la tabla expuesta en la salida 2, hay valores de corrientes de fallas asimétricas iguales a cero ($I_f = 0$), esto se produce cuando el valor de X/R obtenido del equivalente monofásico del circuito, no está dentro del rango prefijado para la búsqueda de este valor y además en algunos casos donde se produce una falla de doble línea - tierra, esto último fue explicado en el Capítulo IV.

Para cada barra se dan los valores de las corrientes de fallas que pueden ocurrir, así para una barra en la cual existe un circuito monofásico, sólo se podrá producir una falla de línea - tierra.

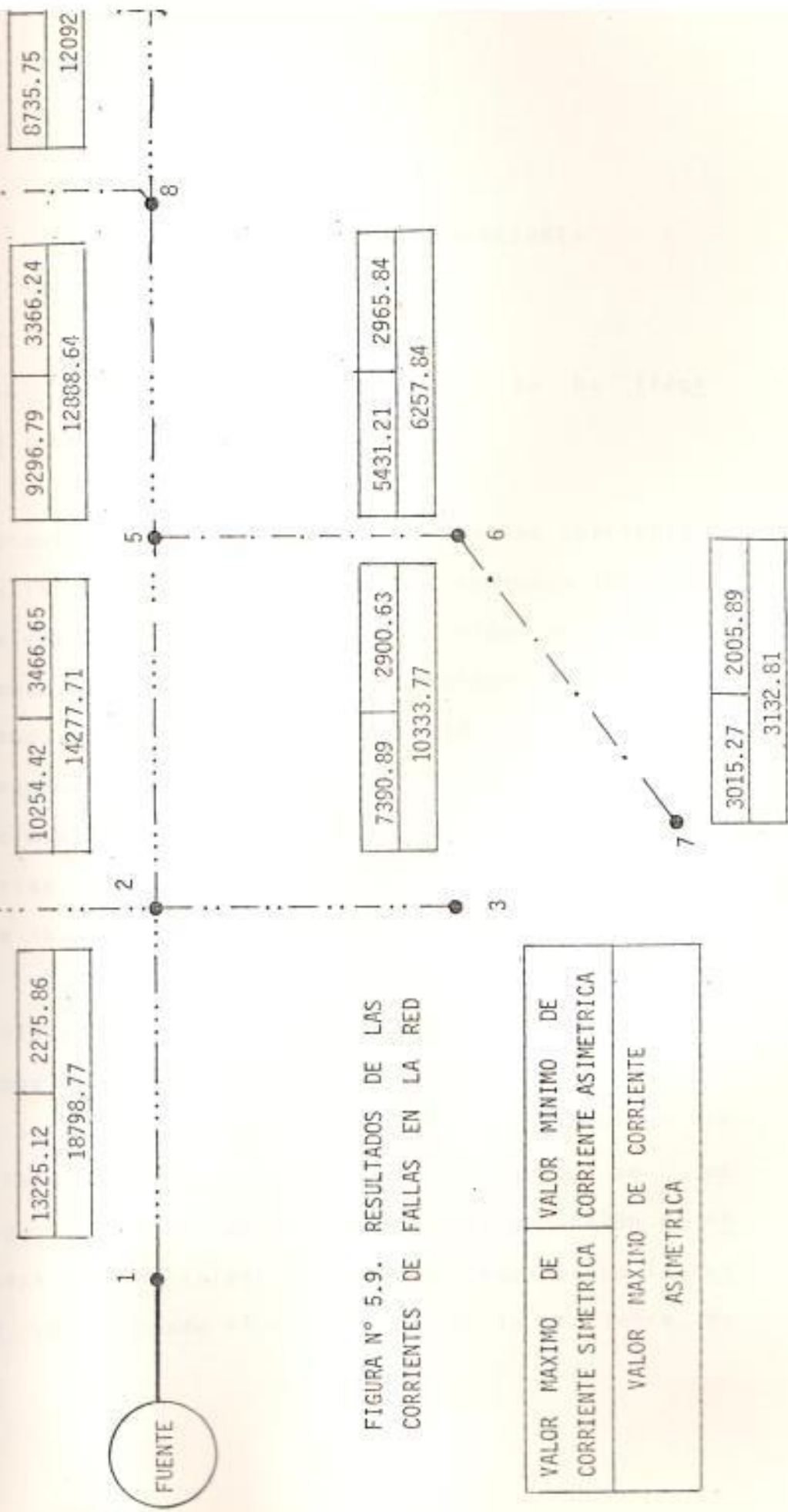


FIGURA N° 5.9. RESULTADOS DE LAS CORRIENTES DE FALLAS EN LA RED

VALOR MAXIMO DE CORRIENTE SIMETRICA	VALOR MINIMO DE CORRIENTE ASIMETRICA
VALOR MAXIMO DE CORRIENTE ASIMETRICA	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la realización de este trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El conocimiento de los valores RMS de las corrientes de fallas simétricas y asimétricas en todos los nodos definidos en un sistema de distribución radial aéreo, nos permite en primera instancia seleccionar en forma acertada la capacidad de interrupción que deben tener los equipos de protección, medición y servicio que conforman la red, y además nos dá las herramientas necesarias para poder realizar una coordinación efectiva de las protecciones de sobrecorrientes del sistema.

La selección de la capacidad de interrupción de los equipos a instalarse en los diferentes puntos de la red, se la efectúa considerando el mayor valor de la corriente de falla asimétrica que se obtenga en estos puntos, aunque en la práctica la selección de esta capacidad de interrupción de los equipos se la realiza considerando el mayor valor de la corriente de

falla asimétrica que resulta de la comparación de entre todos estos valores.

Conociendo los valores de las corrientes de fallas simétricas, nos permite fijar los tiempos de operación e intervalos de coordinación de las protecciones de sobrecorriente y si conocemos las corrientes de carga normal del sistema, se puede efectuar un estudio de coordinación de fusibles.

La utilidad del trabajo realizado se lo demuestra con lo anteriormente dicho y vale la pena mencionar aquí que estos estudios se pueden efectuar para sistemas - de distribución radiales existentes y por construirse, además se pueden analizar sistemas de distribución - que tengan otras características que no sea sólo sistemas multiaterrizado.

RECOMENDACIONES

Este trabajo puede ser recomendado a las personas responsables de efectuar estudios, planificaciones y - construcción de sistemas de distribución, ya que le permite:

- Conformar la red con diferentes clases de conducto-

res, estructuras de montajes y configuraciones.

- Obtener resultados de todas las corrientes de fallas simétricas y asimétricas en todos los puntos seleccionados de la red, pudiendo con ellos realizar una coordinación efectiva de las protecciones de sobrecorriente que se utilicen y además poder elegir en forma correcta la capacidad de interrupción de los equipos, considerando la mayor parte económica.
- Efectuar estudios en nuevos sistemas de distribución, experimentando con nuevas estructuras de montaje, clases de conductores, voltajes de operación, impedancias de fallas y fuentes.

Se recomienda incluir en el programa realizado los datos de voltajes reales que se obtienen en los puntos seleccionados de la red, esto para los sistemas de distribución radiales existentes, de esta manera obtener valores reales de las corrientes de fallas - simétricas y asimétricas posibles. Además se recomienda incluir en el programa la información dada en el Anexo acerca de la solución de la relación (I'/I) , con el propósito de mejorar la precisión del cálculo del valor de las corrientes de fallas asimétricas.

A N E X O S



BIBLIOTECA

PROPIEDADES DEL VECTOR "a"

$$a = -0.5 + j 0.866 = 1 \angle 120^\circ \quad (1)$$

$$a^2 = 0.5 - j 0.866 = 1 \angle 240^\circ \quad (2)$$

$$a^3 = 1.0 + j 0.0 = 1 \angle 0^\circ \quad (3)$$

$$aa^4 = -0.5 + j 0.866 = 1 \angle 120^\circ \quad (4)$$

$$a - a^2 = 0.0 + j \sqrt{3} = \sqrt{3} \angle 90^\circ \quad (5)$$

$$a^2 - a = 0.0 - j \sqrt{3} = \sqrt{3} \angle 270^\circ \quad (6)$$

$$1 - a = 1.5 - j 0.866 = \sqrt{3} \angle 330^\circ \quad (7)$$

$$1 - a^2 = 1.5 + j 0.866 = \sqrt{3} \angle 30^\circ \quad (8)$$

$$a - 1 = -0.5 + j 0.866 = \sqrt{3} \angle 150^\circ \quad (9)$$

$$a^2 - 1 = -0.5 - j 0.866 = \sqrt{3} \angle 210^\circ \quad (10)$$

$$0 = 1 + a + a^2 \quad (11)$$

ECUACIONES DE LAS COMPONENTES SIMÉTRICAS

a. ECUACIONES DE LAS COMPONENTES SIMÉTRICAS PARA EL VOLTAJE

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \quad (12)$$

$$V_b = a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0} \quad (13)$$

$$V_c = a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0} \quad (14)$$

$$V_{a0} = 1/3 (V_a + V_b + V_c) \quad (15)$$

$$V_{a1} = 1/3 (V_a + a V_b + a^2 V_c) \quad (16)$$

$$V_{a2} = 1/3 (V_a + a^2 V_b + a V_c) \quad (17)$$

b. ECUACIONES DE LAS COMPONENTES SIMÉTRICAS PARA LA CORRIENTE:

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0} \quad (19)$$

$$I_b = a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0} \quad (20)$$

$$I_c = a I_{a1} + a^2 I_{a2} + I_{a0} \quad (21)$$

$$I_{a0} = 1/3 (I_a + I_b + I_c) \quad (22)$$

$$I_{a1} = 1/3 (I_a + a I_b + a^2 I_c) \quad (23)$$

$$I_{a2} = 1/3 (I_a + a^2 I_b + a I_c) \quad (24)$$

c. ECUACIONES DE LAS REDES DE SECUENCIA:

Secuencia positiva:

$$V_{a1} = V_f - I_{a1}Z_1 \quad (25)$$

Secuencia negativa:

$$V_{a2} = -I_{a2}Z_2 \quad (26)$$

Secuencia cero:

$$V_{a0} = -I_{a0}Z_0 \quad (27)$$

SOLUCION DE LA RELACION I'/I

Es posible encontrar el inicio del cortocircuito en la onda de voltaje llevando a un valor máximo la relación RMS de corriente asimétrica a la simétrica (I'/I) para varios factores de potencia del circuito.

Un circuito tal como el expuesto en la figura N°4.2., del Capítulo IV, será analizada donde la resistencia e inductancia son representadas por R y L respectivamente, y la fuente de voltaje por $e = E \text{ Sen}(wt+\emptyset)$.

La corriente de cortocircuito es considerada en un tiempo ($t = 0$) y a un ángulo \emptyset al cual el fasor de voltaje se adelanta de su posición, en la cual, el valor instantáneo de voltaje es igual a cero. En general cuando un cortocircuito ocurre la corriente de falla puede ser asimétrica en el inicio y este valor RMS es calculado por la ecuación 4.3 del Capítulo IV.

$$I_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \quad (a)$$

Los límites de integración son tomados desde ($t = 0$), que representa el momento que el interruptor de la figura N° 4.1., es cerrado, hasta el tiempo en que ocurre el siguiente cero de corriente ($t = T$), es decir sólo se considera el primer lazo de corriente (ver figura A).

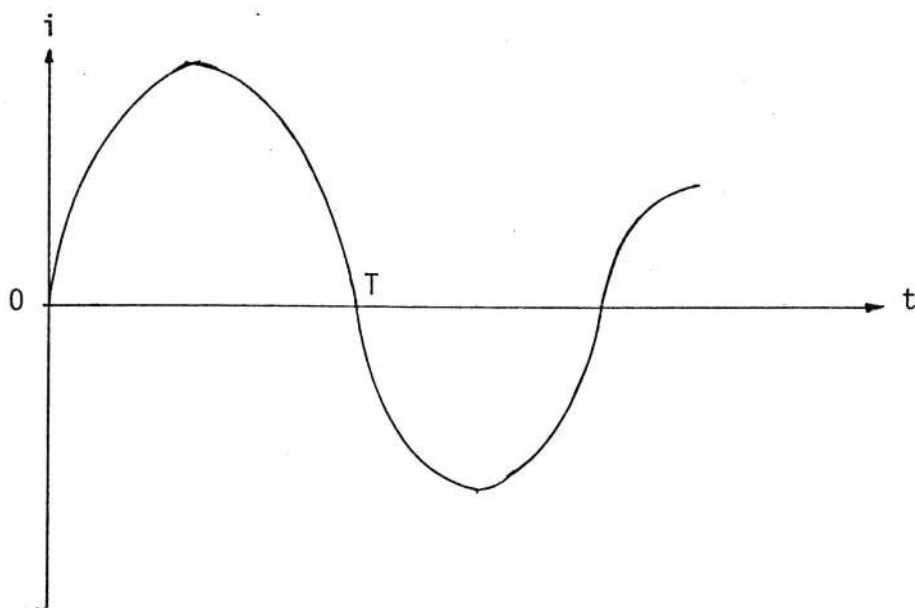


FIGURA N°- A. : PERIODO DEL PRIMER LAZO DE CORRIENTE
 $t = 0$ a $t = T$

Si usamos el criterio de valores por unidad (P.U.), para el análisis del circuito tenemos que :

$$E = 1 \text{ (P.U.)}$$

$$Z = (R^2 + X^2)^{1/2} = 1 \text{ (P.U.)}$$

$$X = WL$$

La corriente instantánea puede ser expresada como:

$$i = P \text{Sen } \omega t + Q(\text{Cos } \omega t - e^{-\frac{R\omega t}{X}}) \quad (b)$$

Donde:

$$P = X \text{ Sen } \phi + R \text{ Cos } \phi$$

$$Q = R \text{ Sen } \phi + X \text{ Cos } \phi$$

Reemplazando la ecuación (b) en la ecuación (a) y resolviendo el integral, tenemos que el valor RMS de la corriente asimétrica (I') es dado por:

$$I' = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2\omega T} \left[(Q^2 - P^2) \text{Cos } \omega T + 2PQ \text{Sen } \omega T \right] \text{Sen } \omega T + \right.$$

$$\left. \frac{Q^2 X}{R} \left(1 - e^{-\frac{2R\omega T}{X}} \right) - 4QX^2 \left(\frac{QR}{X} + P \right) + \right.$$

$$\left. \left[\left(\frac{PR}{X} - Q \right) \text{Sen } \omega T + \left(P + \frac{QR}{X} \right) \text{Cos } \omega T \right] 4QX^2 e^{-\frac{R\omega T}{X}} \right\}^{1/2}$$

El valor RMS de la componente de la corriente simétrica de estado estable (I) es:

$$I = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

La relación de la corriente asimétrica a la simétrica es dada por:

$$\frac{I'}{I} = \sqrt{2} \quad I'$$

Luego:

$$\frac{I'}{I} = \left\{ 1 + \frac{1}{\omega T} \left[\left[(Q^2 - P^2) \cos \omega T + 2PQ \sin \omega T \right] \sin \omega T + \frac{Q^2 X}{R} \right. \right. \\ \left. \left. \left(1 - e^{-\frac{2R\omega T}{X}} - 4QX^2 \left(\frac{QR}{X} + P \right) + \left[\left(\frac{PR}{X} - Q \right) \sin \omega T + \left(P + \frac{QR}{X} \right) \cos \omega T \right] \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. 4QX^2 e^{-\frac{R\omega T}{X}} \right] \right\}^{1/2}$$

El valor de la variable T, define el tiempo de la ocurrencia del primer cero de corriente después de que la falla ocurre; éste es encontrado evaluando la ecuación de la corriente asimétrica instantánea a cero ($i=0$) y resolviendo para el menor t mayor que cero; esto se lo hace variando el valor de X/R .

La evaluación de T requiere de la solución de una ecuación trascendental. En las tablas I, II, III, se exponen los resultados obtenidos de la ejecución de un

programa de computación realizado por "GROSS AND THAPAR".

El gráfico de la figura B muestra las curvas típicas obtenidas de los datos de la tabla I; la figura C se la obtiene de los datos de la tabla II y nos da el valor máximo de razón de corriente a diferentes ángulos θ ; la figura D se la obtiene de los datos de la tabla III y nos dá la máxima relación de corriente a diferentes razón de cortocircuito X/R y ángulo de voltaje a que esto ocurre.

TABLA I

VALOR RMS DE LA RAZON DE CORRIENTE ASIMETRICA A LA SIMETRICA

FACTOR DE POTENCIA (Cosθ)	(X/R)	RAZON DE CORRIENTE (I'/I)																
		ANGULO DE VOLTAJE Ø EN GRADO DESPUES DE OCURRIDA LA FALLA																
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
0.000		1.732	1.764	1.764	1.731	1.667	1.574	1.456	1.318	1.164	1.000	0.832	0.667	0.599	0.366	0.240	0.1381	0.0569
0.005	199.998	1.749	1.766	1.759	1.723	1.658	1.565	1.448	1.311	1.158	0.995	0.829	0.664	0.508	0.364	0.239	0.1361	0.0567
0.010	99.995	1.746	1.761	1.752	1.714	1.649	1.556	1.440	1.304	1.152	0.991	0.825	0.662	0.506	0.363	0.238	0.1359	0.0566
0.100	9.950	1.581	1.596	1.586	1.552	1.494	1.413	1.312	1.193	1.060	0.917	0.770	0.622	0.476	0.347	0.230	0.1323	0.0555
0.200	4.899	1.418	1.433	1.428	1.402	1.355	1.287	1.201	1.098	0.981	0.855	0.723	0.588	0.457	0.334	0.224	0.1298	0.0549
0.300	3.180	1.290	1.307	1.305	1.286	1.247	1.190	1.115	1.025	0.922	0.808	0.687	0.564	0.442	0.325	0.220	0.1288	0.0550
0.400	2.291	1.191	1.208	1.210	1.195	1.164	1.115	1.050	1.000	0.877	0.773	0.662	0.546	0.431	0.320	0.218	0.1292	0.0559
0.500	1.732	1.113	1.130	1.134	1.124	1.099	1.057	0.999	0.928	0.844	0.748	0.645	0.536	0.426	0.319	0.219	0.1314	0.0578
0.600	1.333	1.051	1.069	1.076	1.070	1.049	1.014	0.964	0.900	0.822	0.733	0.636	0.533	0.427	0.323	0.224	0.1357	0.0609
0.700	1.020	1.005	1.023	1.032	1.030	1.015	0.985	0.941	0.884	0.812	0.730	0.638	0.538	0.435	0.332	0.234	0.1435	0.0661
0.800	0.750	0.972	0.992	1.004	1.006	0.995	0.972	0.935	0.883	0.819	0.741	0.654	0.557	0.456	0.353	0.251	0.1573	0.0749
0.900	0.484	0.957	0.979	0.994	1.002	0.999	0.983	0.954	0.910	0.853	0.782	0.698	0.604	0.503	0.396	0.289	0.1865	0.0936
0.950	0.320	0.961	0.984	1.003	1.015	1.017	1.007	0.984	0.946	0.895	0.828	0.749	0.656	0.554	0.445	0.332	0.2144	0.1155
0.980	0.203	0.972	0.997	1.018	1.034	1.041	1.037	1.020	0.989	0.944	0.883	0.808	0.719	0.617	0.506	0.387	0.2658	0.1476
1.000	0.000	1.000	1.028	1.056	1.080	1.096	1.103	1.099	1.081	1.048	1.000	0.937	0.858	0.766	0.660	0.543	0.4160	0.2817

BIBLIOTECA



TABLA II

MAXIMO VALOR DE LA RAZON DE CORRIENTE A DIFERENTES
ANGULOS \varnothing

ANGULO \varnothing EN GRADOS	MAXIMO VALOR DE I'/I
0	1.7492
10	1.7655
20	1.7639
30	1.7309
40	1.6667
50	1.5740
60	1.4561
70	1.3178
80	1.1638
90	1.0000
100	0.9368
110	0.8584
120	0.7658
130	0.6601
140	0.5428
150	0.4160
160	0.2817
170	0.1434

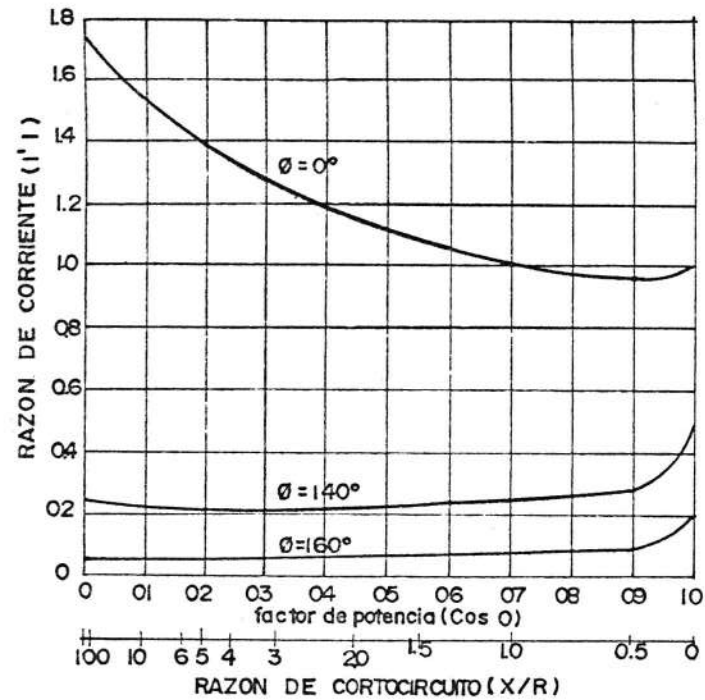
TABLA III

MAXIMO VALOR DE LA RAZON I'/I PARA DIFERENTES X/R

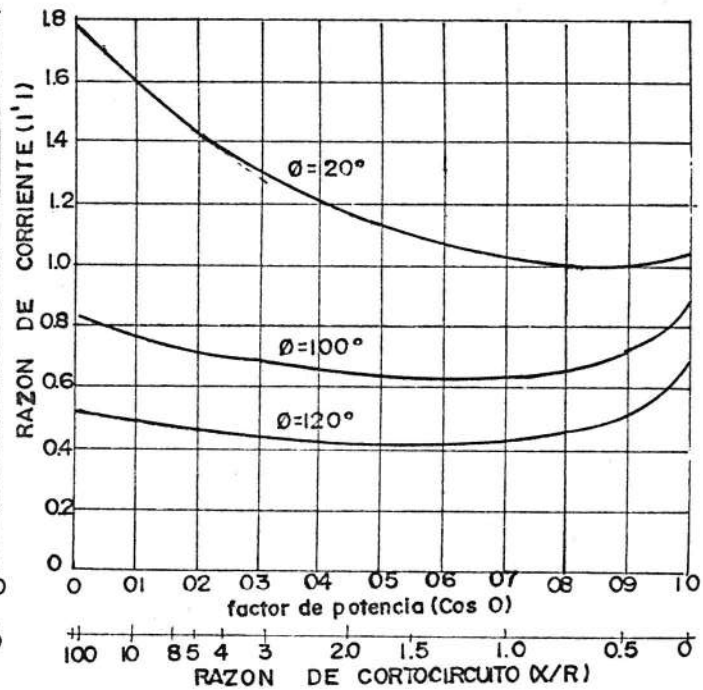
FACTOR DE POTENCIA (COS ϕ)	RAZON DE CORTO CIRCUITO (X/R)	ANGULO DE VOLTAJE (ϕ)	RAZON DE CORRIENTE (I'/I)
0.005	199.998	12	1.7662
0.050	19.975	10	1.6907
0.100	9.950	11	1.5958
0.150	6.591	12	1.5098
0.200	4.899	13	1.4338
0.250	3.873	14	1.3670
0.300	3.180	14	1.3082
0.350	2.676	15	1.2564
0.400	2.291	16	1.2106
0.450	1.985	17	1.1701
0.500	1.732	18	1.1344

Viene de la tabla III

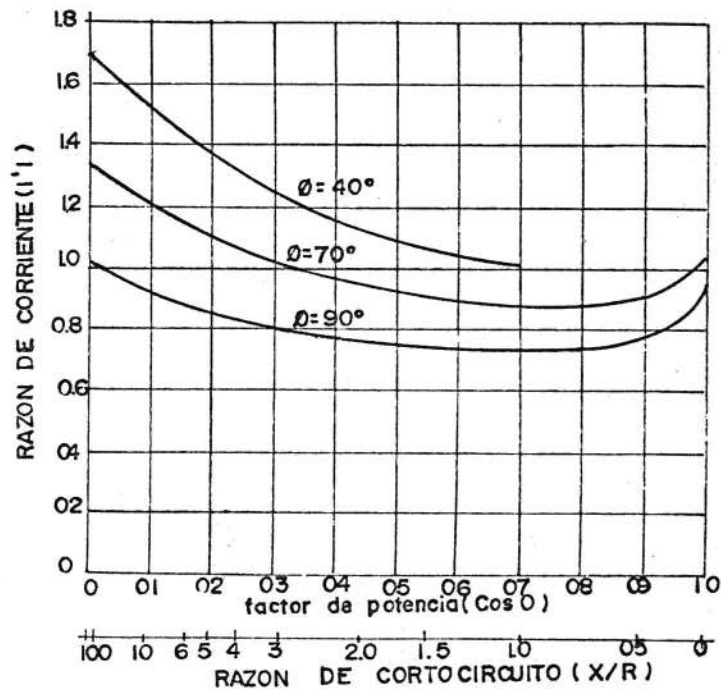
0.550	1.518	19	1.1031
0.600	1.333	21	1.0758
0.650	1.169	22	1.0524
0.700	1.020	23	1.0328
0.750	0.882	25	1.0172
0.800	0.750	27	1.0061
0.850	0.620	30	1.0004
0.900	0.484	32	1.0022
0.950	0.329	37	1.0171
0.995	0.100	46	1.0692



B-1

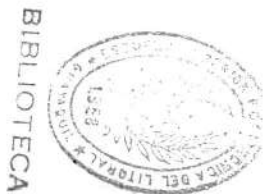


B-2



B-3

FIGURA N° B : CURVAS TIPICAS DE I'/I PARA VARIOS ANGULOS ϕ



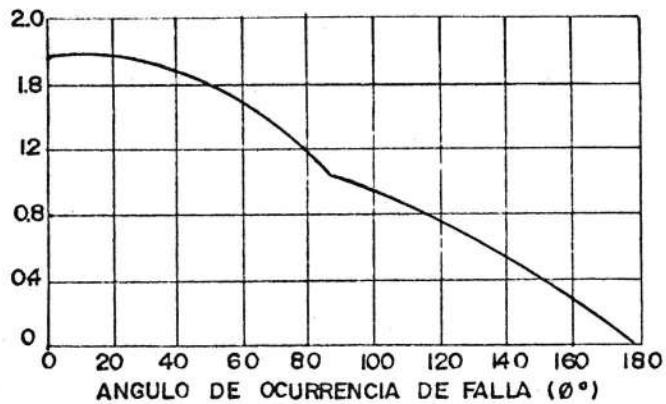


FIGURA (C): MAXIMO (I'/I)
a diferente angulo θ

FIGURA N° C : MAXIMO I'/I A DIFERENTES ANGULOS θ

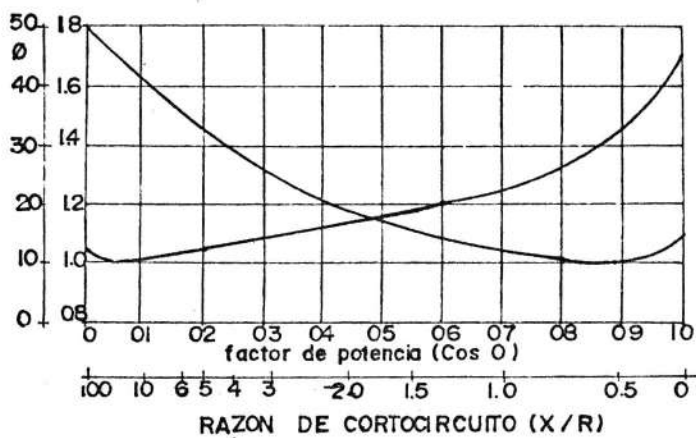


FIGURA (D): MAXIMO (I'/I) a diferente
(X/R) y angulo θ al cual el maximo ocurre

MANUAL DEL USUARIO

El programa de computación fue realizado en el Centro de Computo de la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, en una máquina IBM, modelo 4341 que tiene una capacidad de memoria real de 2 megabytes.

MODO DE ENTRAR AL SISTEMA

Al prender el terminal se observará la palabra ESPOL en la pantalla, luego debe de oprimir "ENTER", en este momento debe escribir el usuario y la clave.

USUARIO: L U30018

CLAVE: CLAG

Luego oprima "ENTER"

En este instante estaremos en condiciones de llamar al subprograma "AMII", al programa principal "IMP", al disco de datos "DATO LEA" y "LEA CURVA", al programa de ejecución o a cualquiera de las salidas de datos sea esta salida 1 o salida 2, todas

ellas se encuentran enlistadas y pueden ser vistas dando la siguiente instrucción :

FLIST "ENTER"

Si ustedes desean ver en pantalla cualquiera de los programas que se encuentran enlistados, debe de escribir una X al costado derecho del programa que usted desee.

Si usted no se encuentra en el archivo y desea ver uno de los programas enlistados, se debe proceder de la forma ilustrada en la tabla IV.

TABLA IV
INTRODUCCION DE OPERACION

DESCRIPCION	INTRODUCCION	LUEGO OPRIMA
SUB-PROGRAMA AMII	FLIST AMII FORTRAN	ENTER
PROGRAMA PRINCIPAL	FLIST FORTRAN	ENTER
IMP		
DATOS DE ENTRADA	FLIST DATO LEA	ENTER
SUB-PROGRAMA AMII		
DATOS DE ENTRADA	FLIST LEA CURVA	ENTER
(X/R)Vs (I'/I)		
DATOS DE SALIDA 2	FLIST SALIDA 2	ENTER
DATOS DE SALIDA 1	FLIST SALIDA 1	ENTER



FORMATO DE ENTRADA DE DATOS:

ENTRADA DATO LEA

Los datos que son especificados en esta entrada se resumen en la tabla V, de acuerdo al orden de ingreso.

TABLA V
DATOS DE ENTRADA

L I N E A	D E S C R I P C I O N
1	FRECUENCIA (Hz)
2	VOLTAJE BASE (Kv) POTENCIA BASE (Kva)
3	NUMERO DE CONDUCTORES (Nc) NUMERO DE LINEAS (N1)
A partir de la línea 4 hasta la línea Nc	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES QUE INTERVIENEN EN EL MONTAJE DE LA RED.
De la línea (Nc+1) - hasta la línea (Nc+1) + 2N1	CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED
De la línea (Nc+1)+2N1 a la línea (Nc+6)+2N1	CARACTERISTICAS DE LA FUENTE
De la línea (Nc+6)+2N1 a la línea(Nc+10)+2N1	IMPEDANCIAS DE FALLAS DEL SISTEMA
De la línea(NC+10)+2N1 a la línea (Nc+11)+2N1	VOLTAJE DE OPERACION DEL SISTEMA

FORMATOS

En la primera línea se declara el valor de la frecuencia del sistema en Hz formato F5.2 1-----5

En la segunda línea se declara el valor de voltaje base (Kv) y potencia base en Kva.

formato 2F9.4 1-----9-----18

En la tercera línea se declaran los valores del número de clases de conductores que se encuentran interviniendo en la construcción de la red y el número de líneas que conforman la gran red. Se define una línea como aquella que se encuentra comprendida entre dos barras.

formato 215 1-----5-----10

A partir de la cuarta línea se declaran las características de los conductores que intervienen en la red, el número de líneas que se emplean dependerá de la variedad de clases de conductores que se utilicen en la red. Los datos que se especifican por línea son:

DESCRIPCION	FORMATO
ITEM NUMERO	13
NUMERO DE HILOS	13
TAMAÑO DEL CONDUCTOR	A8
CLASE DEL CONDUCTOR	A8
RESISTENCIA (Ohm/milla)	F8.4
GMR (Pie)	F8.4
DIAMETRO EXTERIOR (Pulg.)	F8.4



Una vez que se hallan declarado todos los valores de las características de los conductores, que por cierto - van a ocupar N_c líneas a partir de la línea cuatro, se procede a declarar los valores de las características de construcción de la red.

▽ = espacio en blanco

Por cada característica de construcción que se detalla, se emplean dos líneas. La primera línea nos sirve para declarar las características que conciernen a los conductores de las fases del sistema, en la segunda línea se declaran las características del conductor neutro si este existiera.

El orden de entrada de los datos, es el siguiente:

PRIMERA LINEA

DESCRIPCION	FORMATO
NUMERO DE LINEA (Sección entre barras)	I5
TIPO DE CIRCUITO	I3
BARRA INICIAL	I6
BARRA FINAL	I6
LONGITUD DE LA SECCION (pie)	F8.2
RESISTIVIDAD DEL SUELO $\rho(\text{ohm}/\text{mt}^3)$	I3
ALTURA DEL CONDUCTOR. (ha, hb, hc) en este orden en pie	F7.2

Viene de primera línea

ESPACIO HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES (Hab, Hac), en este orden en pie	F6.2
--	------

SEGUNDA LINEA

DESCRIPCION	FORMATO
CLAVE DEL CONDUCTOR USADO EN EL NEUTRO	I3
ALTURA DEL CONDUCTOR NEUTRO d_m en pie	F7.2
ESPACIO HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES Han en pie	F6.2

PRIMERA LINEA

1---5---8-----14-----20-----28-----35--38-----45-----52-----59
----- 71.

SEGUNDA LINEA

1-----35[▽]-----35--38-----52-----59-----65

Una vez que se hallan declarado todas las características de construcción por sección de la red, se procede luego a detallar los valores de las características de la fuente. El número de líneas ocupadas hasta este momento serán:

$$3 + N_c + 2N_l$$

A partir de esta línea tenemos los siguientes datos de la fuente:

(OHM) DESCRIPCION	MAXIMA GENERACION		MINIMA GENERACION	
	R	X	R	X
IMPEDANCIA DE SEC.POSITIVA	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE SEC.NEGATIVA	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE SEC.CERO(Zoo1)	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE SEC.CERO(zoo2)	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE SEC.CERO(Zoo3)	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5

El número de líneas que ocupa la declaración de estos valores, es de cinco. Luego hasta este momento habremos ocupado.

$(8 + N_c + 2N_1)$ LINEAS

En esta parte, cada línea estará estructurada de la siguiente manera:

2▽

-----10-----18-----26-----34

Una vez que se hallan declarado estas cinco características de la fuente procedemos a detallar los valores de

las impedancias de fallas que participaran en este estudio. Los datos que se declaran son:

(OHM) DESCRIPCION	MAXIMA GENERACION		MINIMA GENERACION	
	R	X	R	X
IMPEDANCIA DE FALLA DE L-T	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE FALLA DE L-L	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE FALLA TRIFASICA	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5
IMPEDANCIA DE FALLA DE LL-T	F8.5	F8.5	F8.5	F8.5

En esta parte, cada línea estará estructurada de la siguiente forma:

2▽

-----10-----18-----26-----34

El número de líneas utilizadas hasta este momento serían

(12 + Nc + 2N1) LINEAS

Luego se detalla el valor del voltaje de operación del sistema en voltios el formato que se utiliza es 2F9.2, uno es para la parte real y el otro para parte imaginaria.

2▽

-----11-----20



Una vez que se han digitado todos estos datos, se los inserta en el archivo con la instrucción "FILE".

ENTRADA LEA CURVA

Los valores insertados en este archivo son valores de la curva expuesta en la figura N° 4.3., y por lo tanto permanecerán constantes para cualquier red. Es posible que se deseen guardar más valores de esta curva y la forma de hacerlo se explica a continuación:

Actualmente se han ingresado 57 valores y para ingresar más de ellos, deberá primero modificar este número en el sub-programa "INT" en el primer lazo. Este número nos indica la cantidad total almacenada de valores de X/R y de l'/l .

Una vez realizada esta variación deberá llamar al programa "LEA CURVA" de la forma en que se explicó en la tabla 1 y proceder en este instante a insertar los nuevos valores de X/R y de l'/l que se deseen, cabe recalcar que estos valores han sido insertados en forma ascendente.

El formato de lectura que se ha usado para estos datos es 2F10.4



En cada una de las cincuenta y siete líneas declaradas se inserta un valor de X/R y a continuación el correspondiente valor de I'/I.

```
1----- (X/R) -----10----- (I'/I) -----20
```

Una vez que se hayan ingresado estos nuevos valores , este programa debe ser nuevamente enviado al archivo - usando la instrucción "FILE".

EJECUCION DEL PROGRAMA

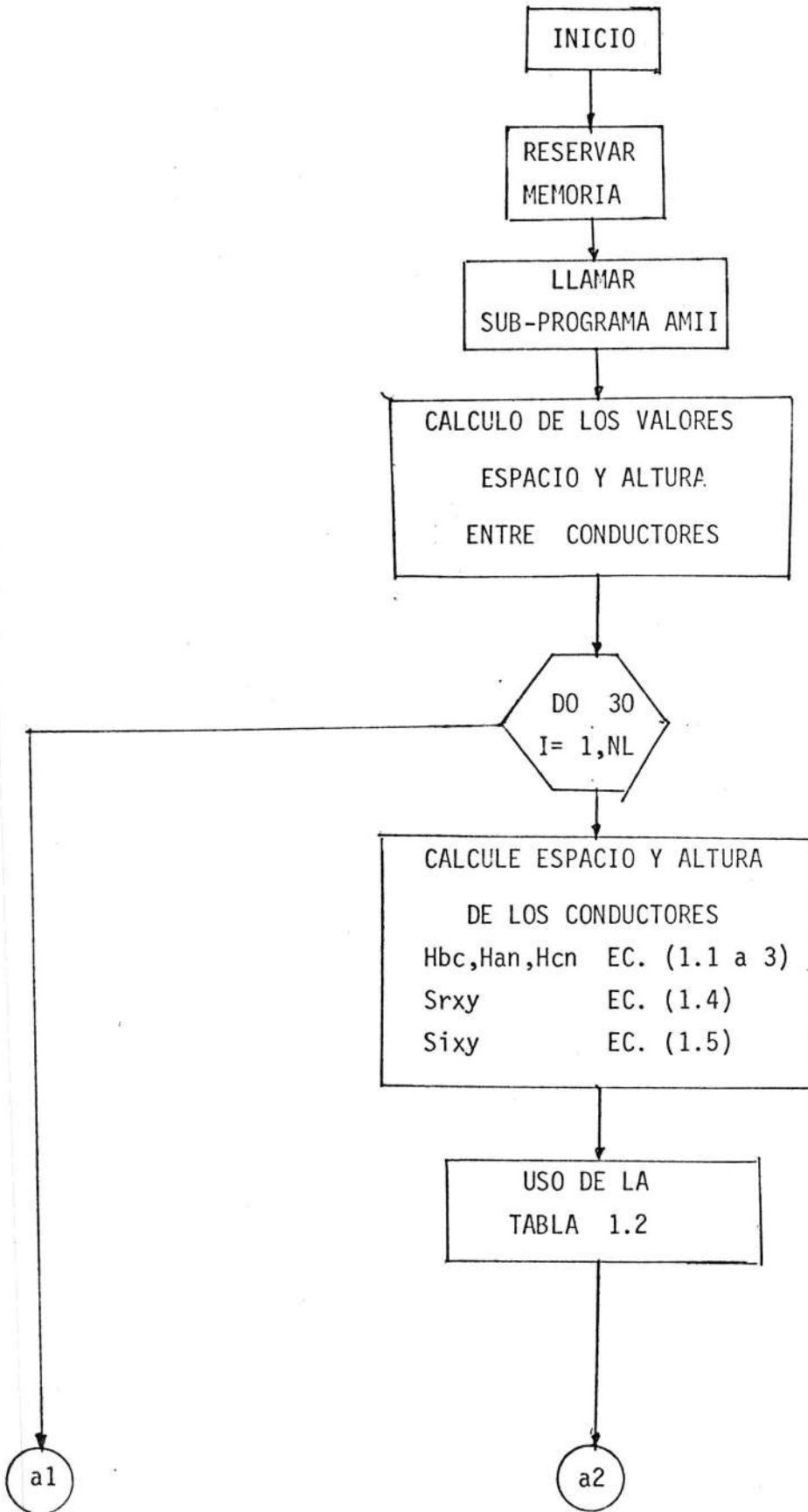
Antes de proceder a explicar el programa se deberá primero compilar ya sea el sub-programa "AMII" y el programa principal "IMP" esto se realizaría, siempre y cuando se haya hecho alguna modificación en cualquiera de estos dos programas nombrados. Para seguridad de que el programa principal ha sido cargado al sistema es mejor siempre mandar a compilar - al programa principal "IMP", esto se lo realiza con la instrucción "COMPFOR IMP FORTRAN" y luego oprima "ENTER".

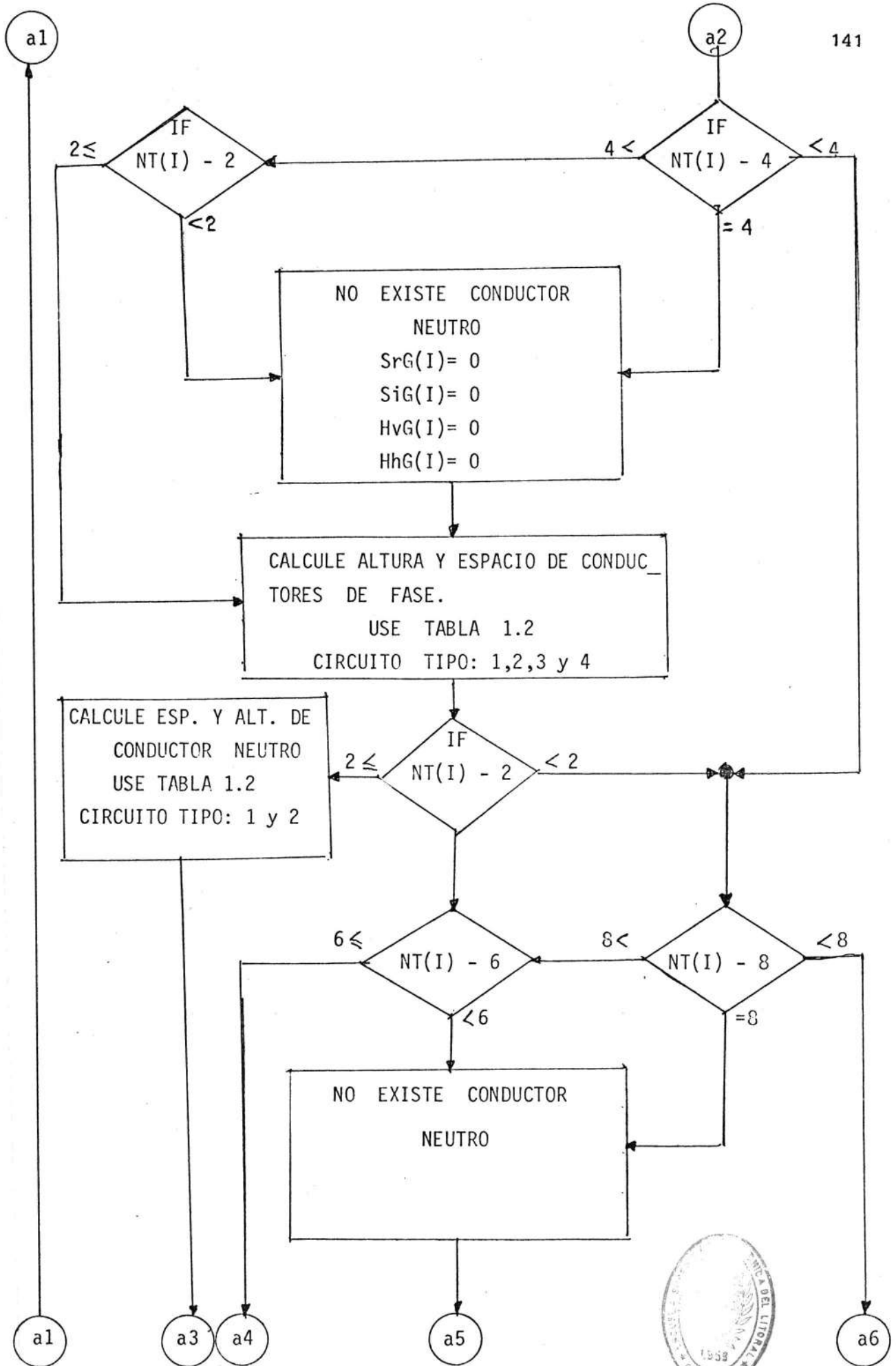
Una vez que se haya terminado la compilación del programa (Tiempo aproximado $t = 340$ seg.), en la pantalla aparecerá un mensaje por medio del cual solicita al usuario - insertar todas las instrucciones de los discos de entrada y salida. Todas estas instrucciones se encuentran agrupadas

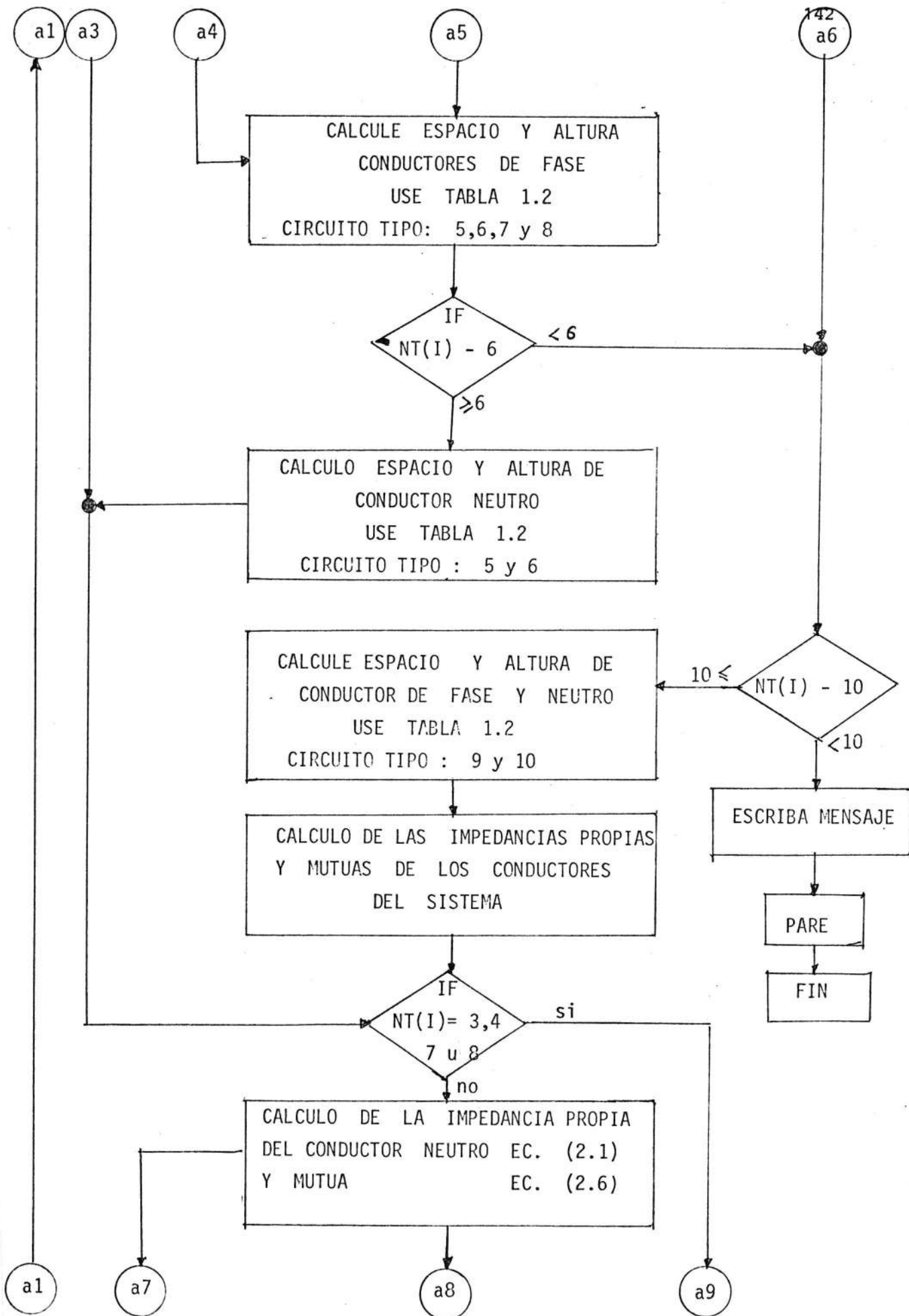
en el programa de ejecución "IMP" luego se podrá ejecutar el programa insertando la palabra "IMP" y luego oprimir "ENTER".

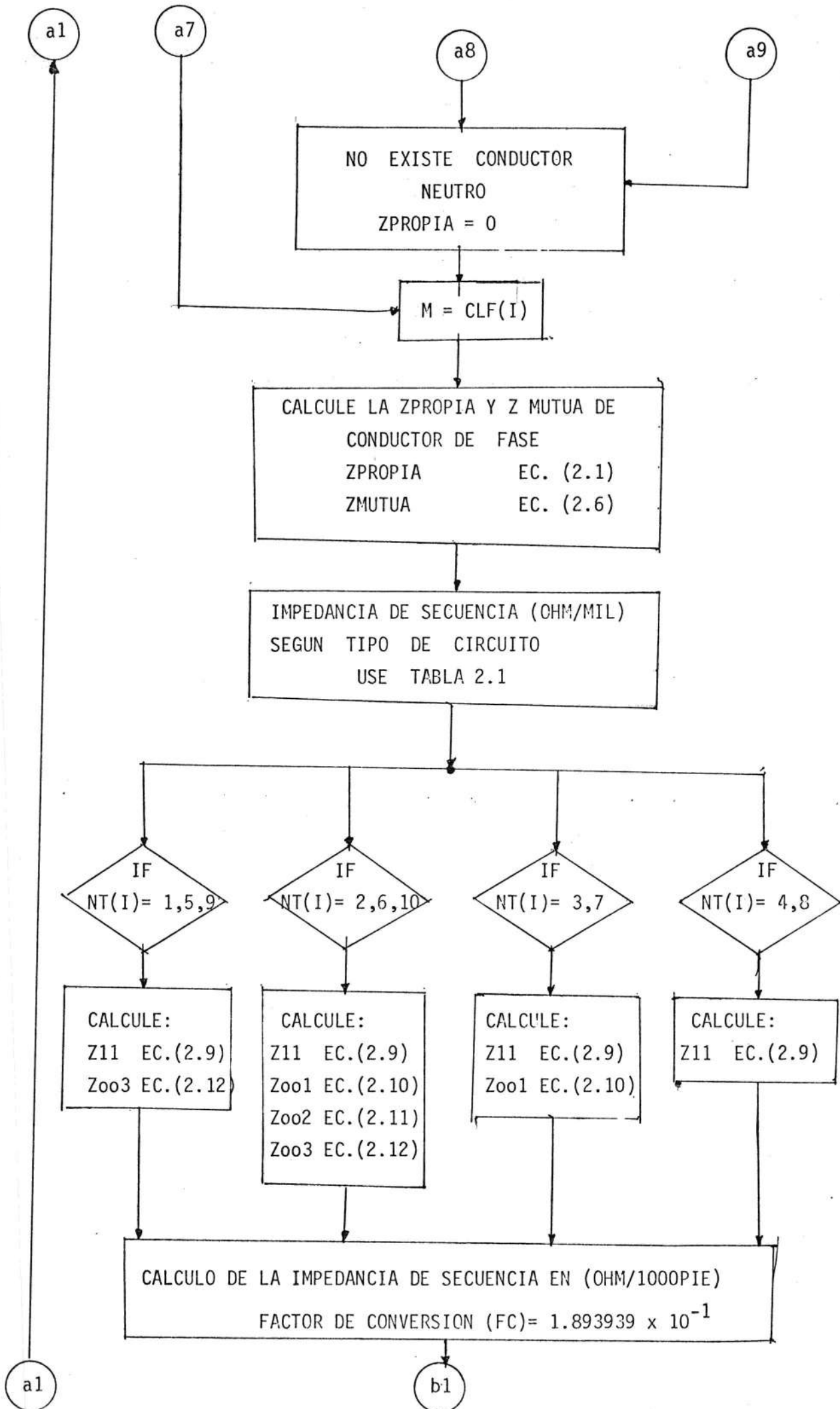
El tiempo que se demora el programa en ejecutar una red de distribución compuesta de ocho líneas, nueve barras y una fuente es de aproximadamente $t = 18$ seg.

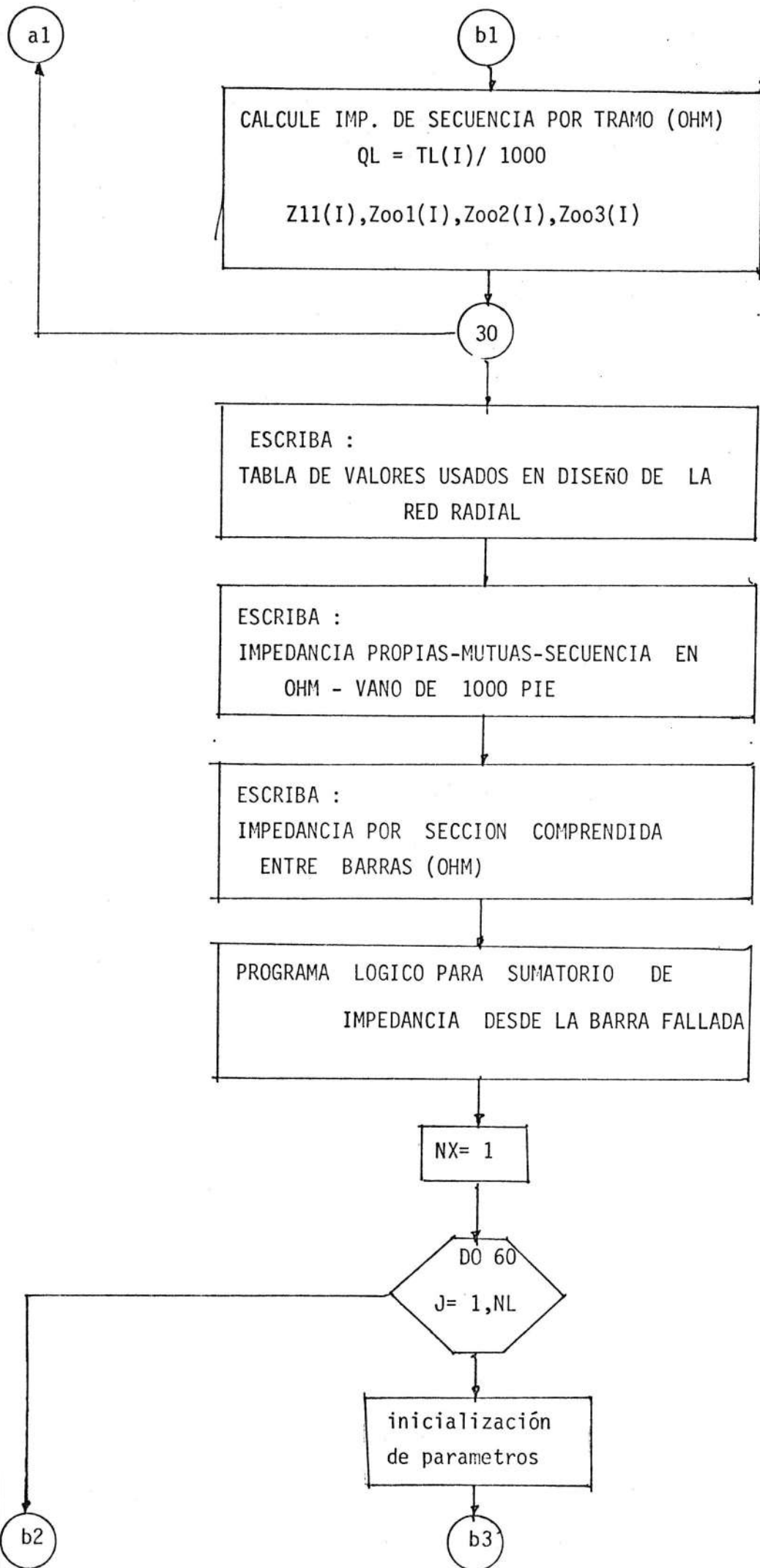
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

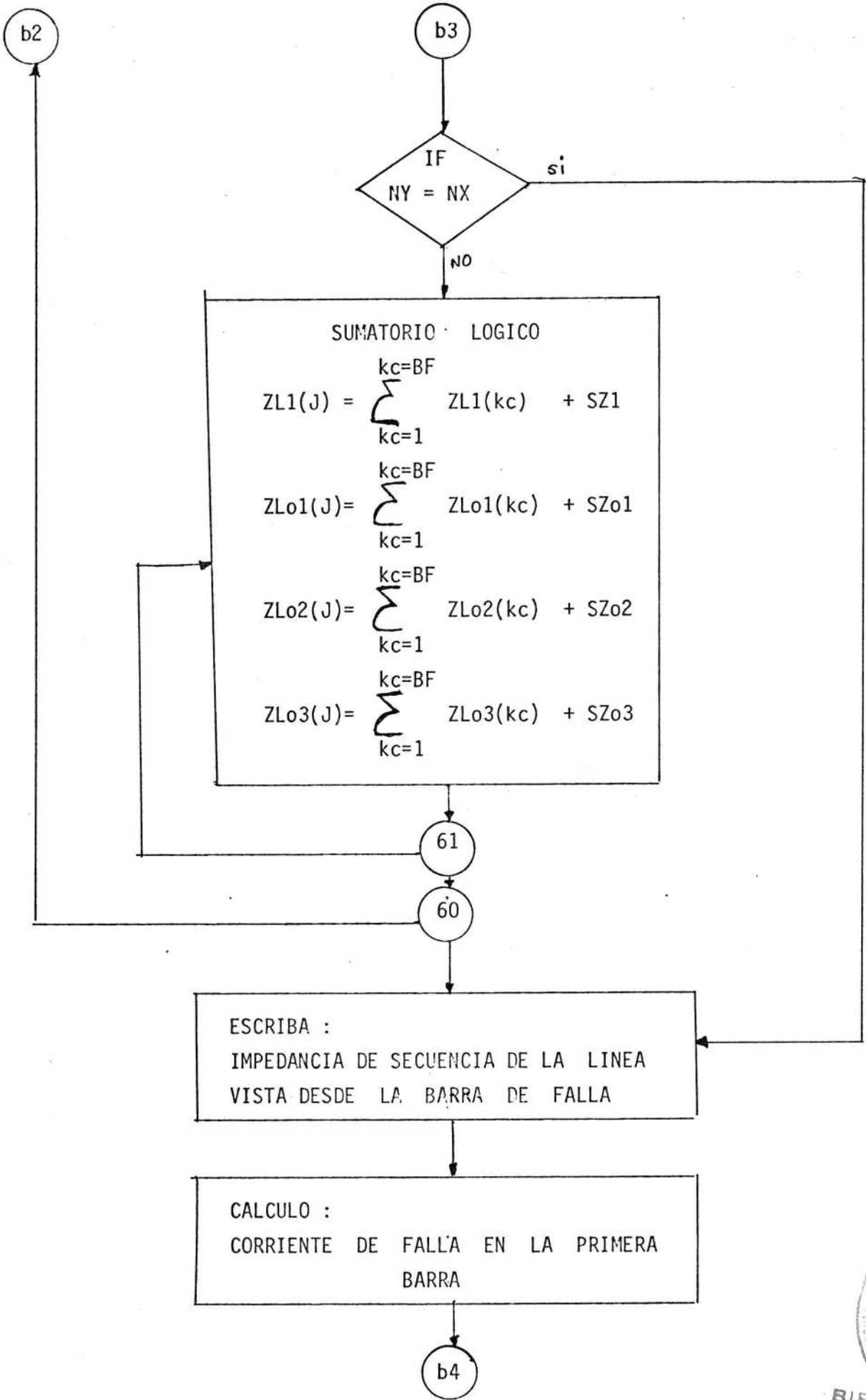












b4

INICIALIZAR LOS VALORES DE I DE FALLA

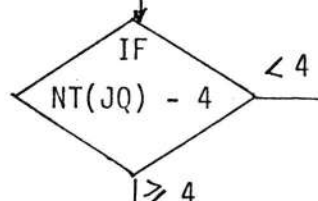
IF3Ø = 0
 IFL-L = 0
 IFLL-T = 0
 IFL-T = 0

PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CIRCUITO

VALORES DE ZGENERADOR Y ZFALLA

	N°SELEC.	GENERADOR	FALLA
JQ	1	Z1	L-T
JP	2	Z2	L-L
JS	3	Zoo1	3Ø
JT	4	Zoo2	LL-T
JR	5	Zoo3	

CALCULO DE LA CORRIENTE DE FALLA 3Ø
 EN LA PRIMERA BARRA
 CIRCUITO TIPO: 1,2,3,4

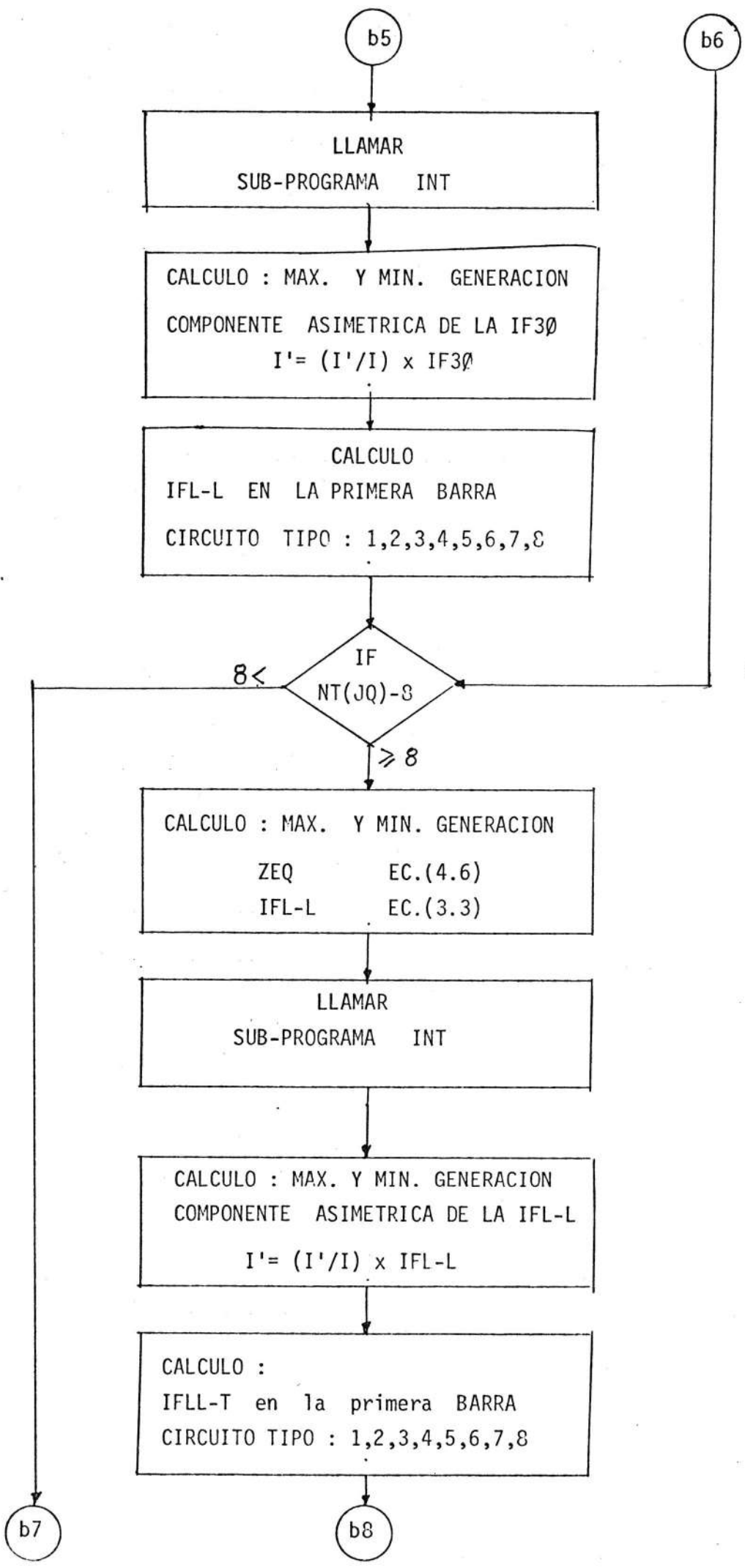


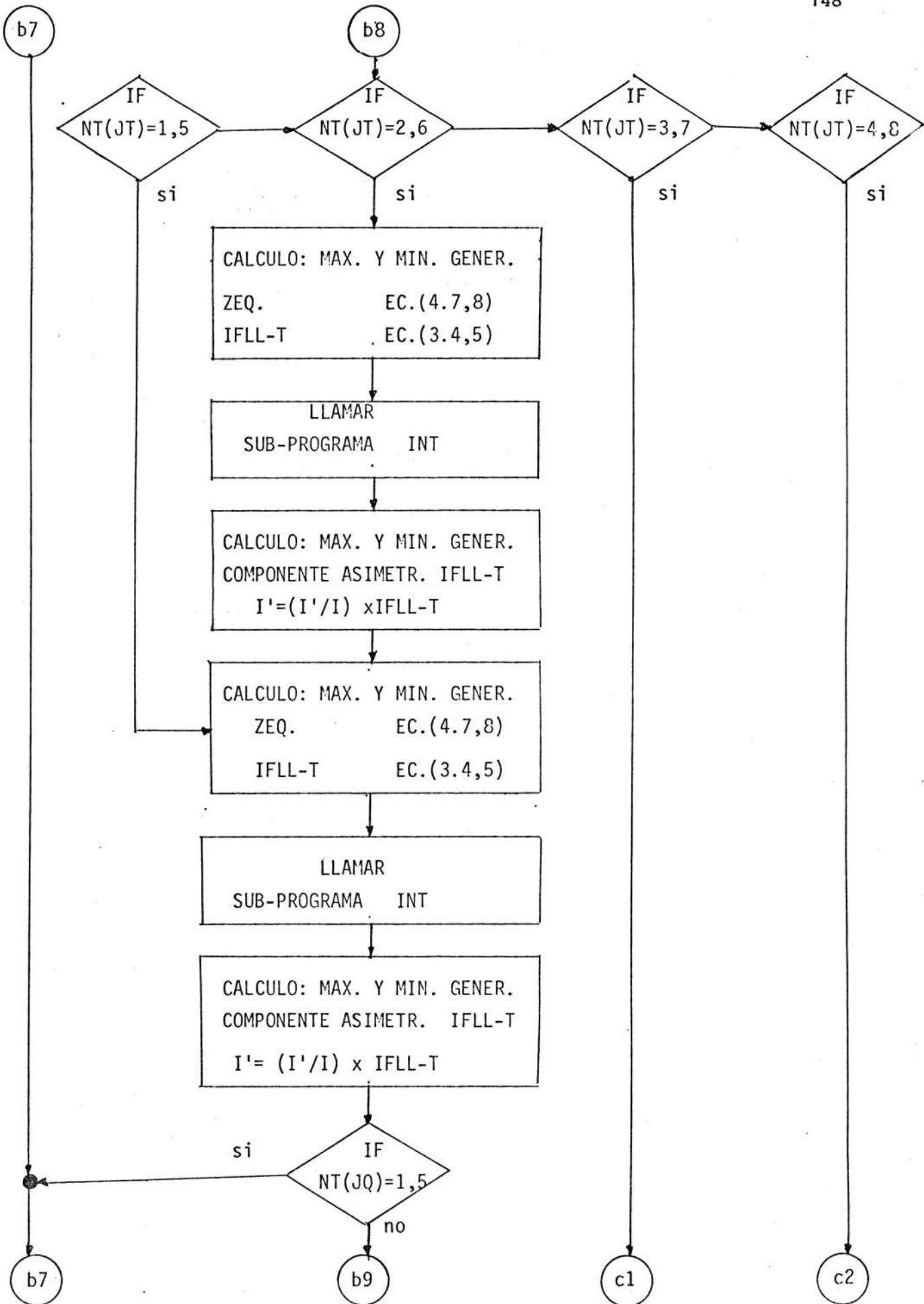
CALCULO : MAX. Y MIN. GENERACION

ZEQ. EC.(4.4)
 IF3Ø EC.(3.1)

b5

b6





b7

b9

c1

c2
149

CALCULO: MAX. Y MIN. GENER.
 ZEQ. EC.(4.7,8)
 IFLL-T EC.(3.4,5)

LLAMAR
 SUB-PROGRAMA INT

CALCULO: MAX. Y MIN. GENER.
 COMPONENTE ASIMETR. IFLL-T
 $I' = (I'/I) \times IFLL-T$

IF
 si NT(JQ)=2,3
 6,7

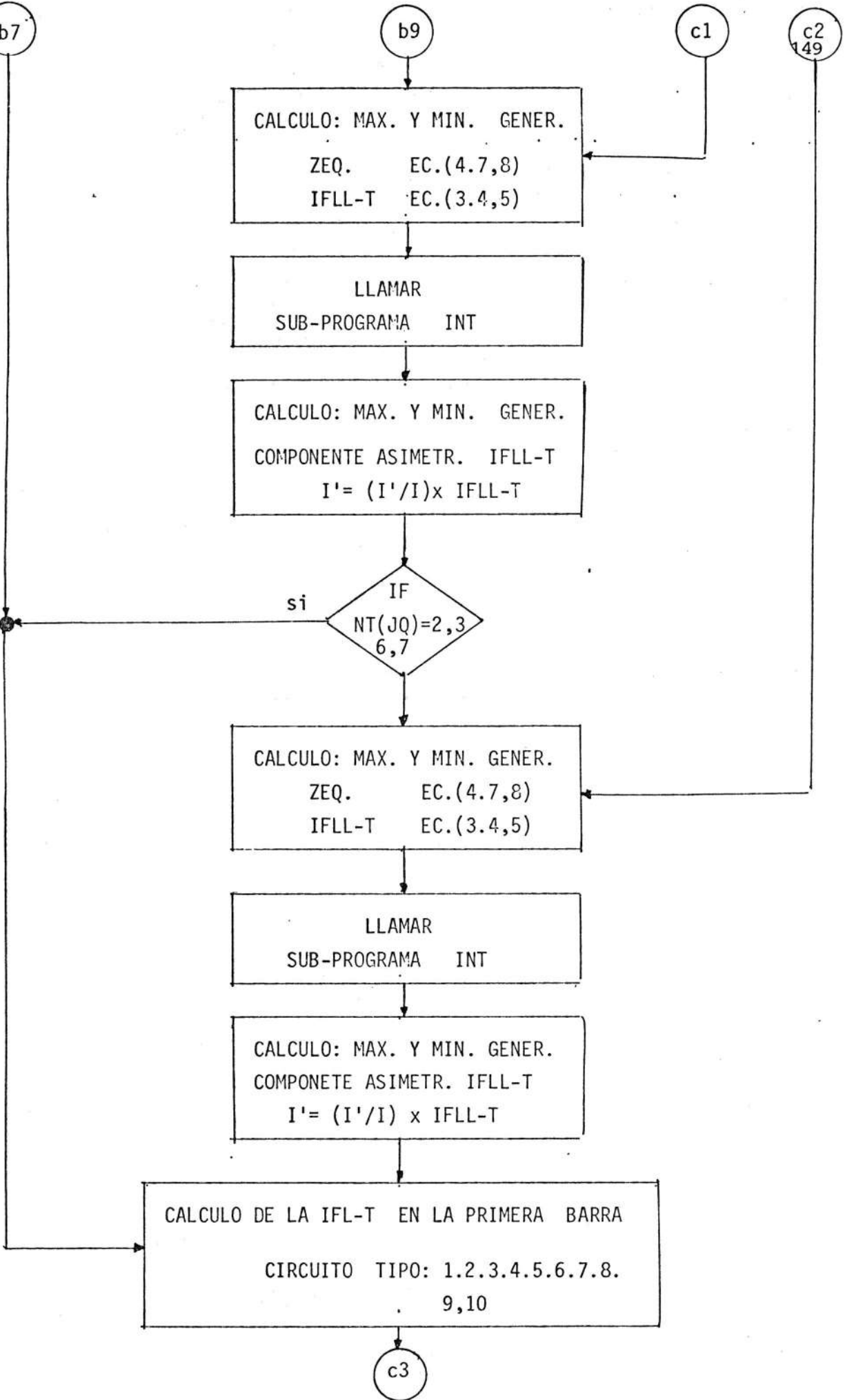
CALCULO: MAX. Y MIN. GENER.
 ZEQ. EC.(4.7,8)
 IFLL-T EC.(3.4,5)

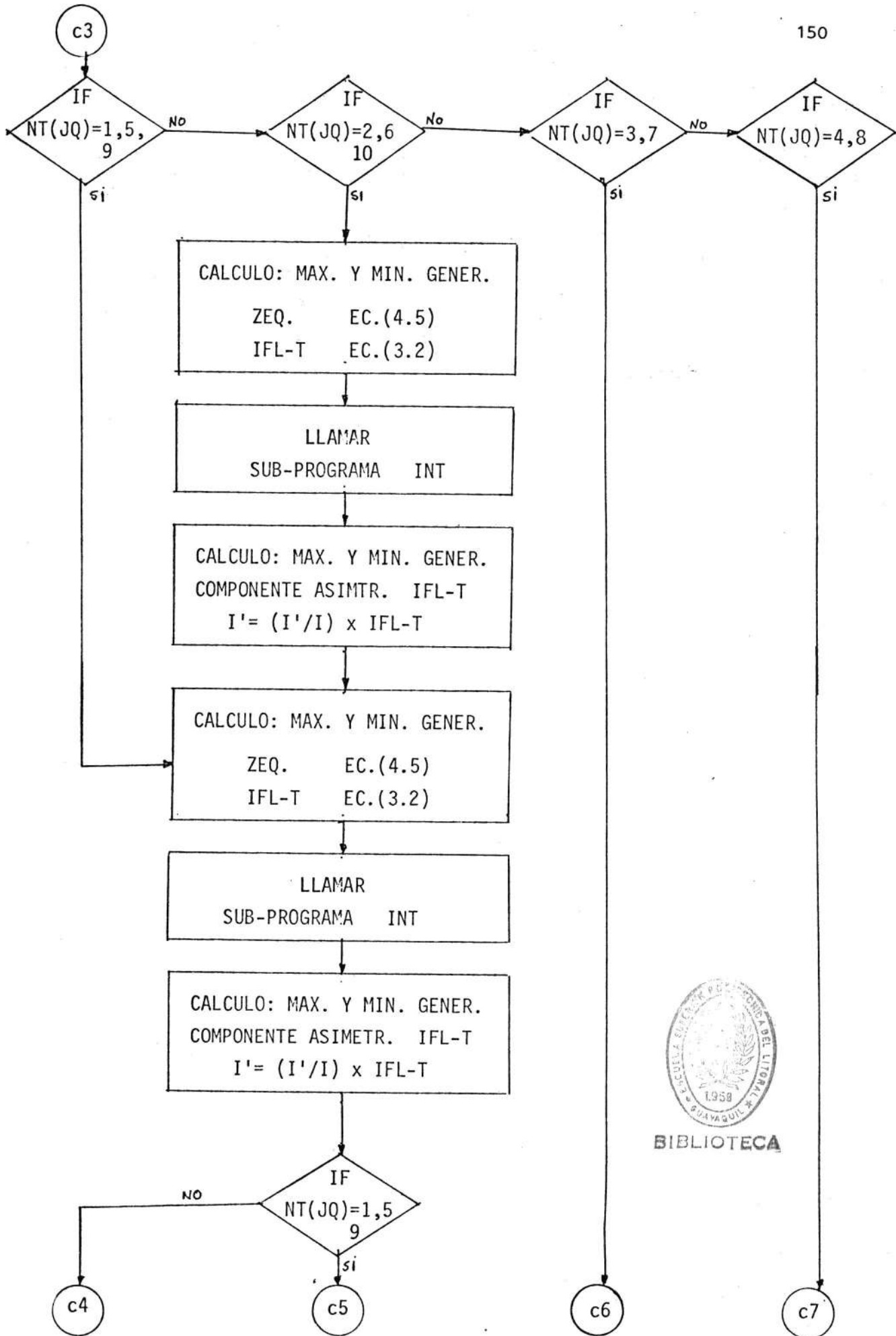
LLAMAR
 SUB-PROGRAMA INT

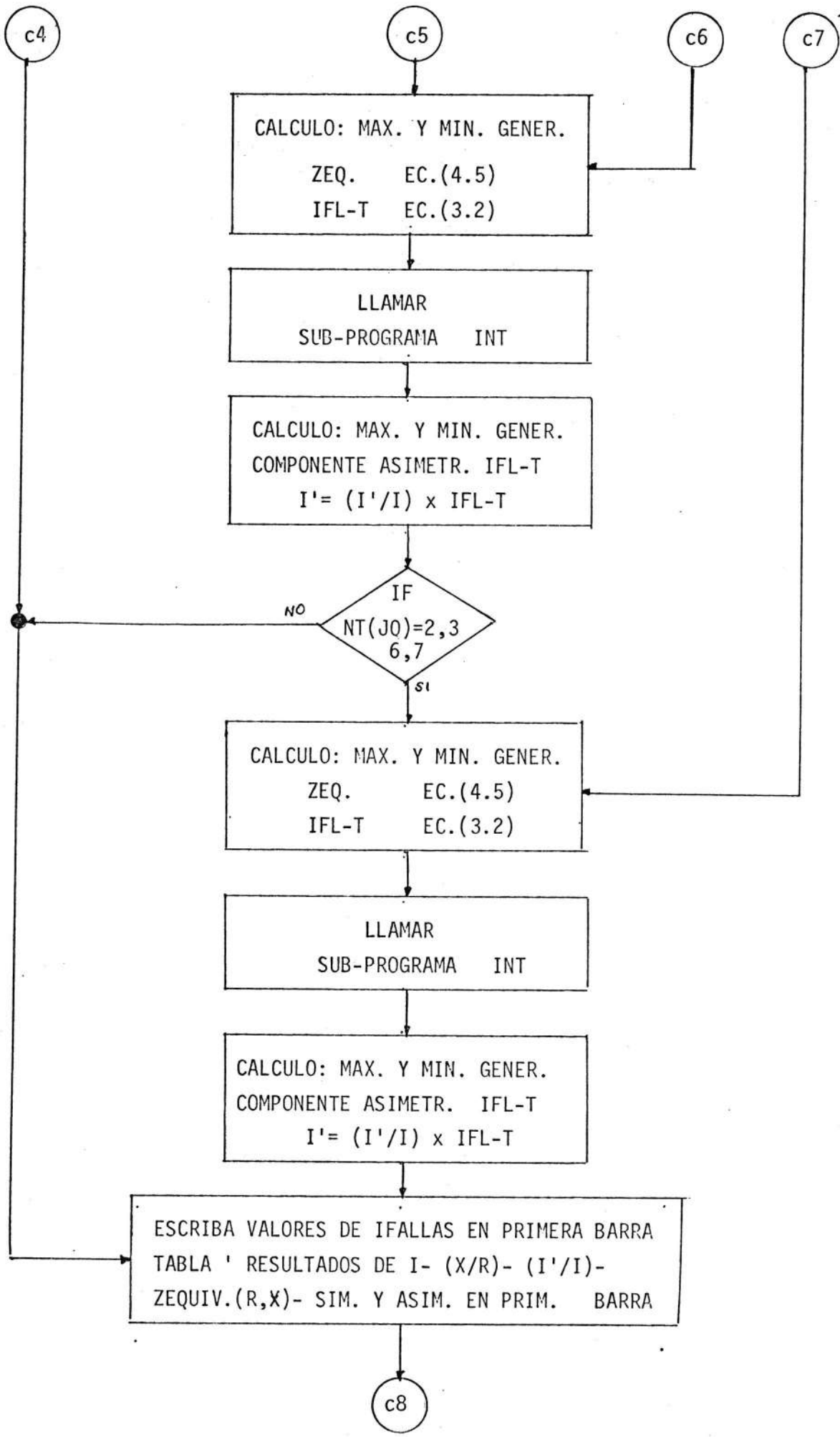
CALCULO: MAX. Y MIN. GENER.
 COMPONENTE ASIMETR. IFLL-T
 $I' = (I'/I) \times IFLL-T$

CALCULO DE LA IFL-T EN LA PRIMERA BARRA
 CIRCUITO TIPO: 1.2.3.4.5.6.7.8.
 9,10

c3







c8

CALCULO DE LA IFALLA EN LAS DEMAS BARRAS
VALORES SELECTIVOS DE ZFUENTE

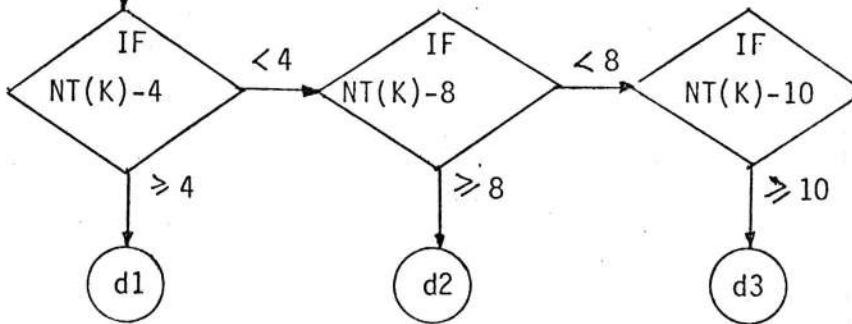
JA	1	Z1
JB	2	Z2
JC	3	Zoo1
JD	4	Zoo2
JE	5	Zoo3

DO 65
K= 1,NL

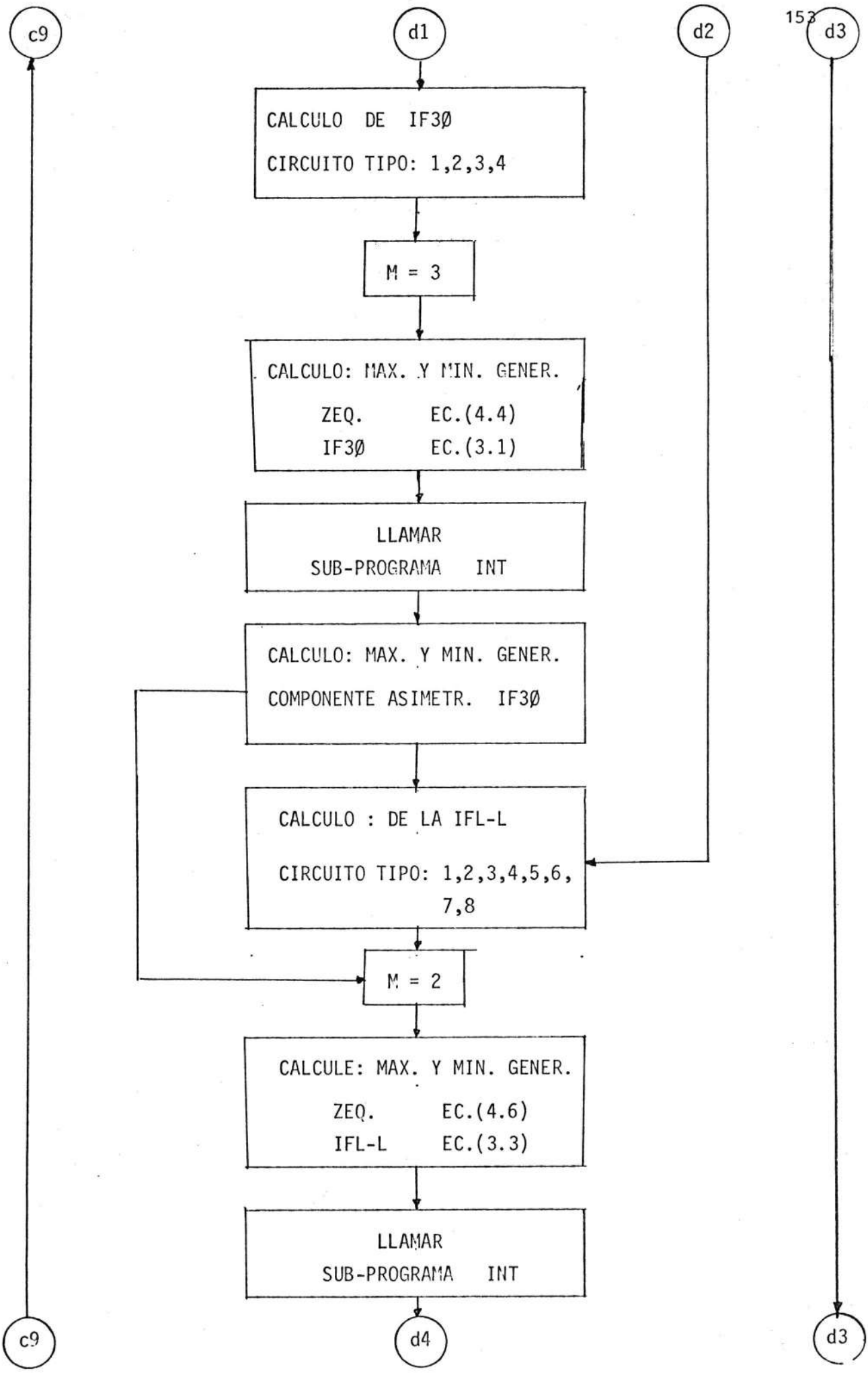
INICIAR IFALLA MAX. Y MIN. GENER.
IF3Ø = 0
IFL-L = 0
IFLL-T = 0
IFL-T = 0

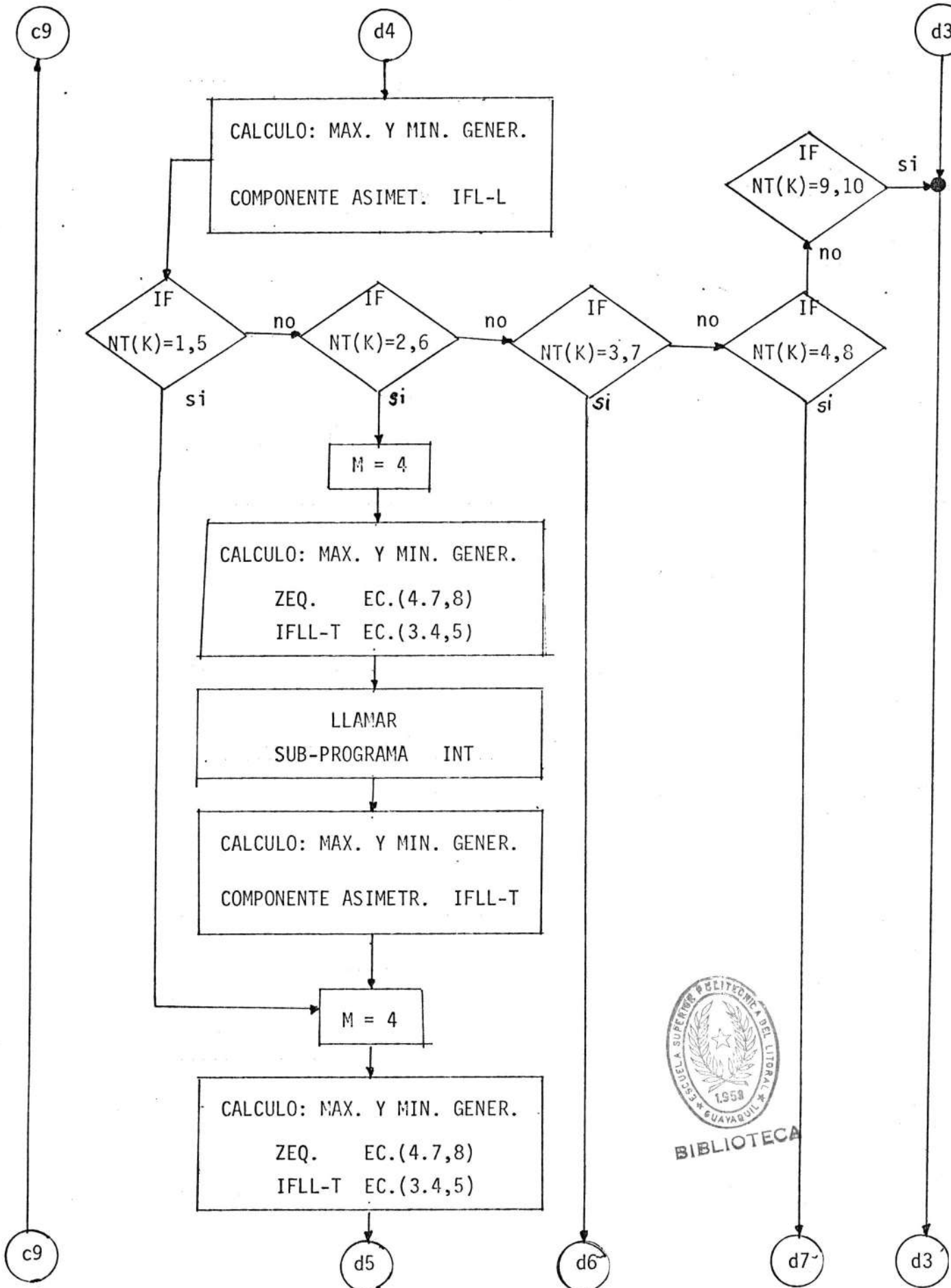
SUMA DE ZLINEA VISTA DESDE PUNTO DE
FALLA Y LA ZFUENTE
MW = K

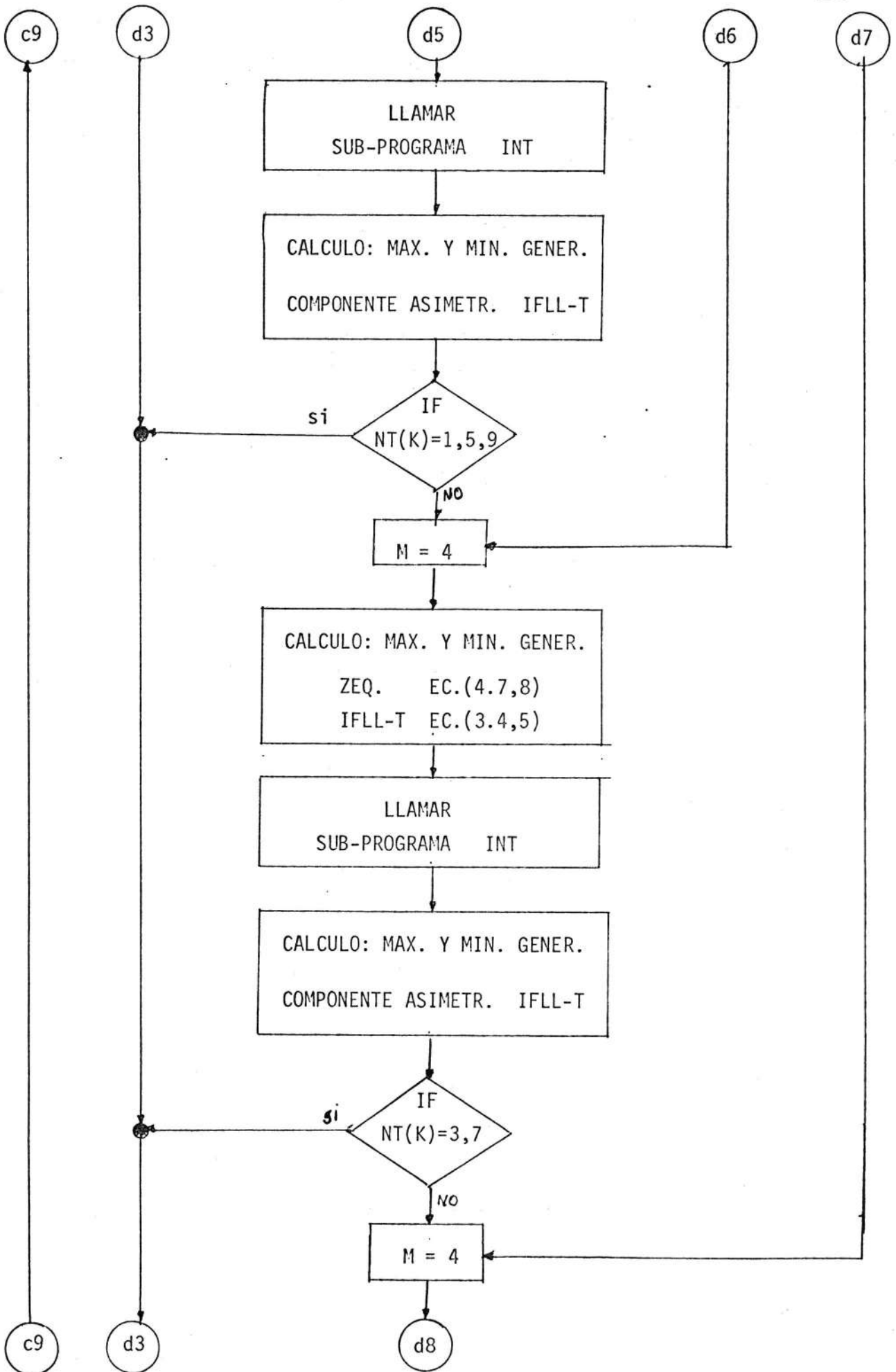
SELECCION DE SISTEMAS
TRIF., BIFAS., MONOFAS.

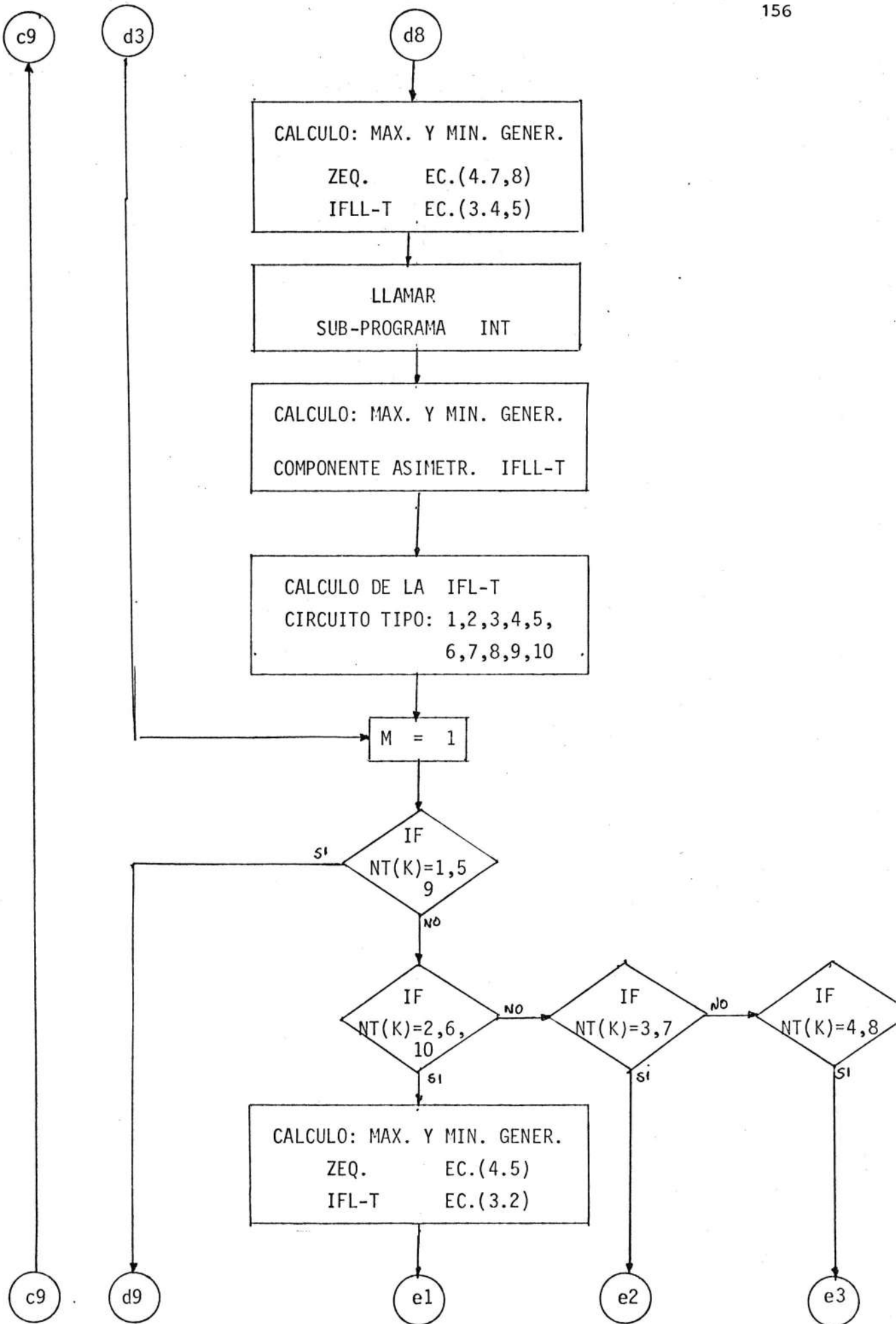


BIBLIOTECA









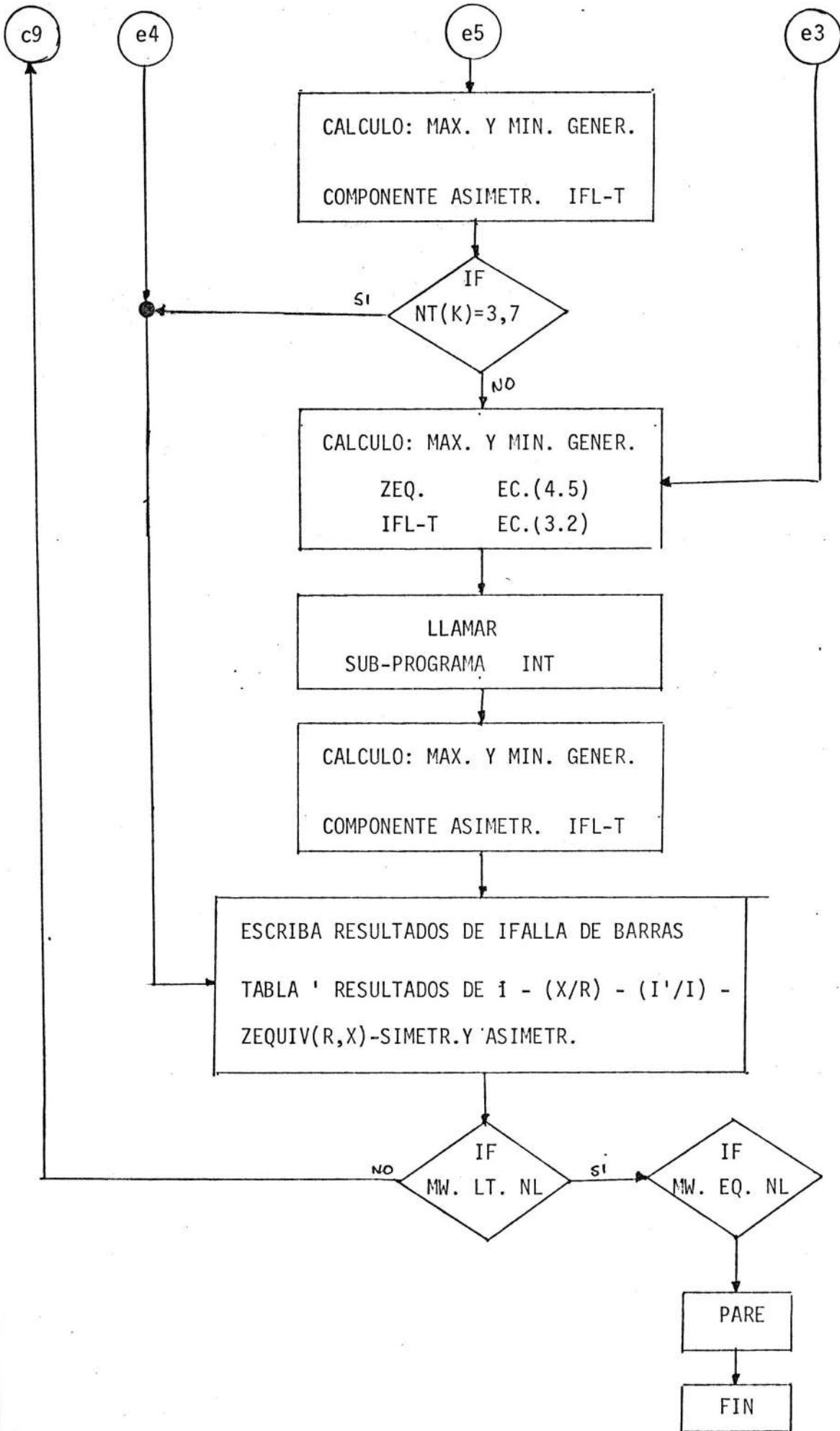
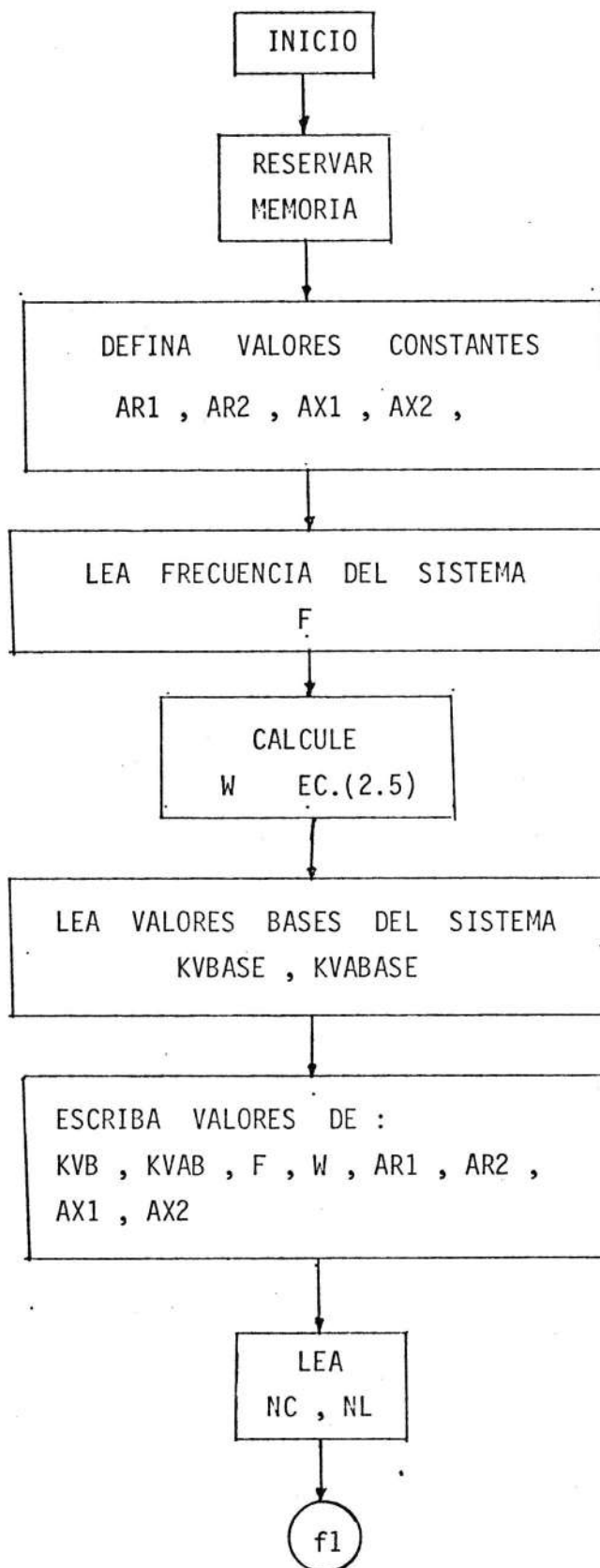
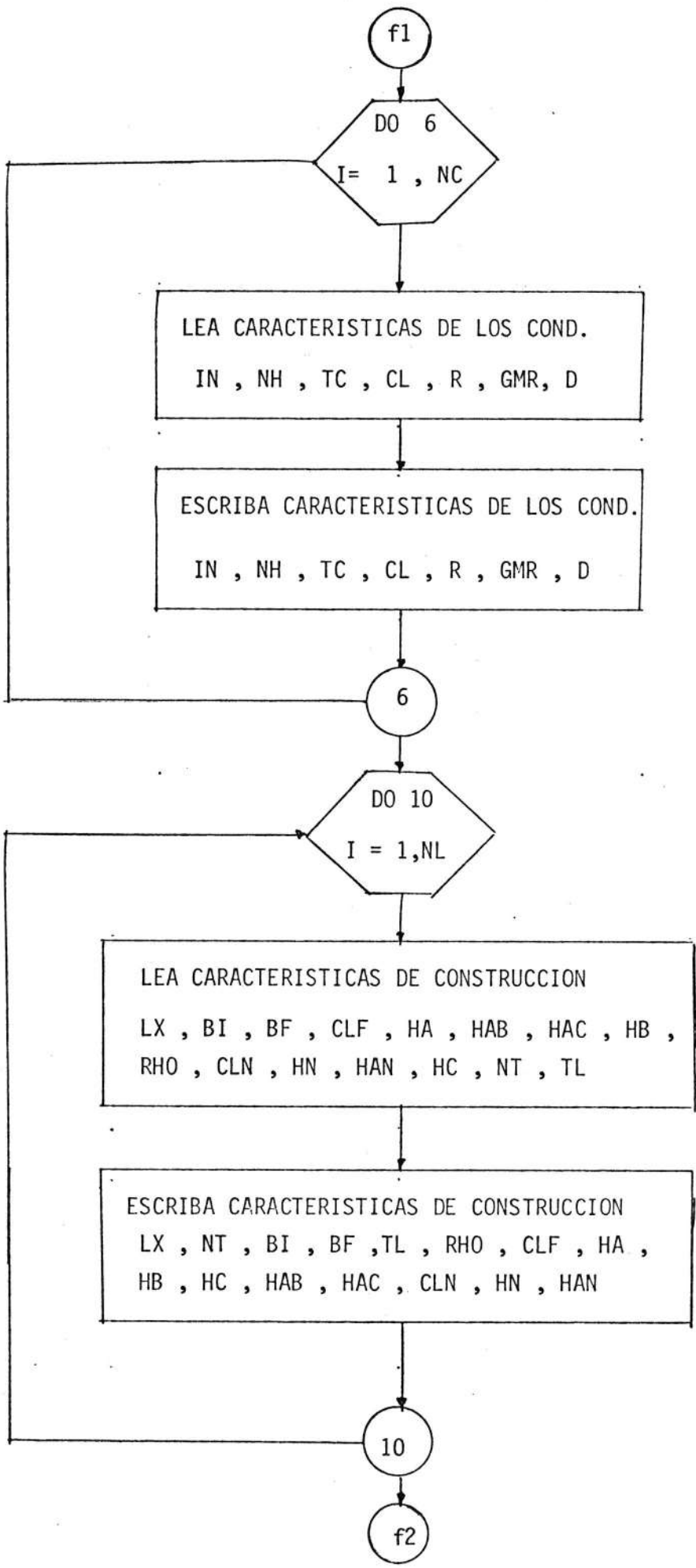


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SUB-PROGRAMA DE LECTURA





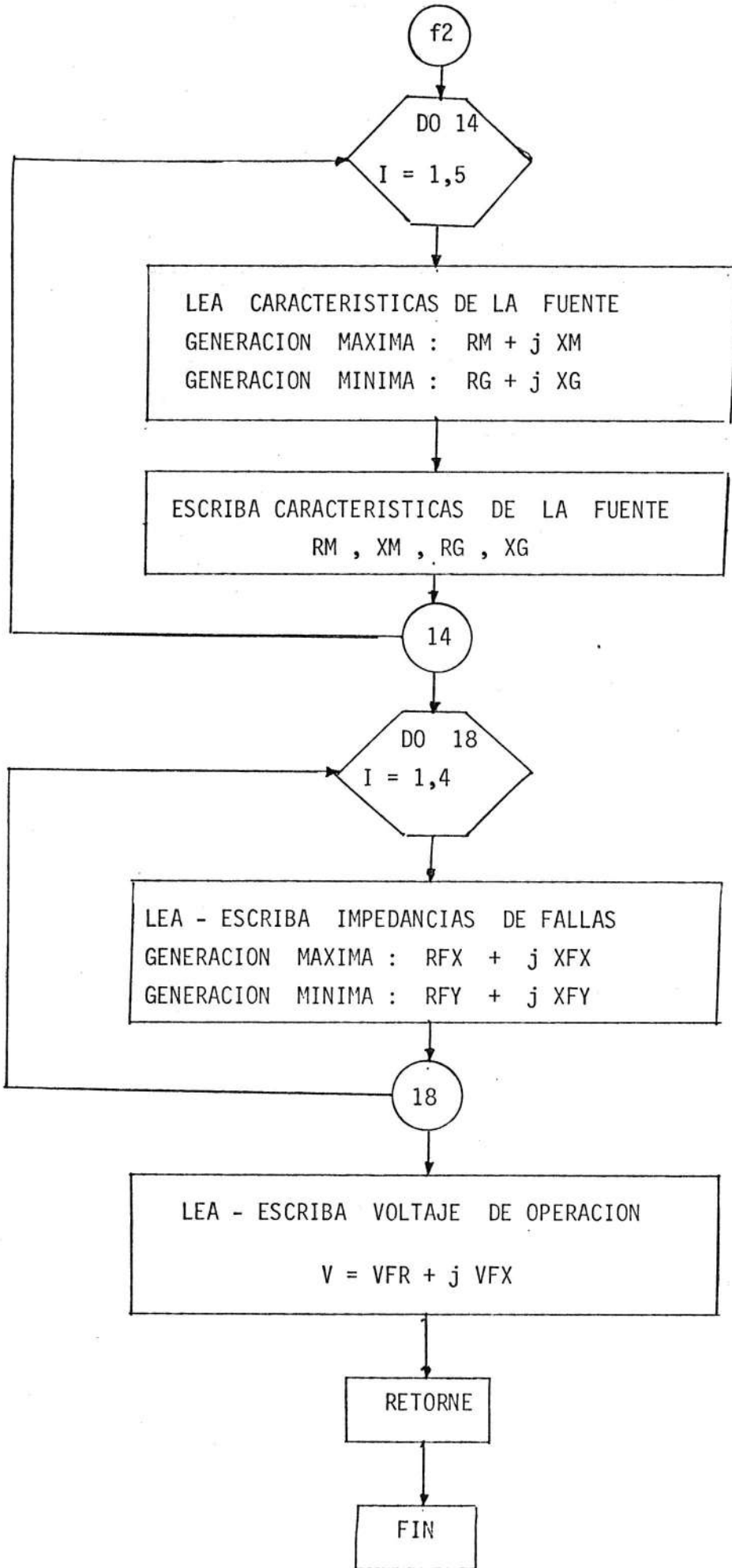
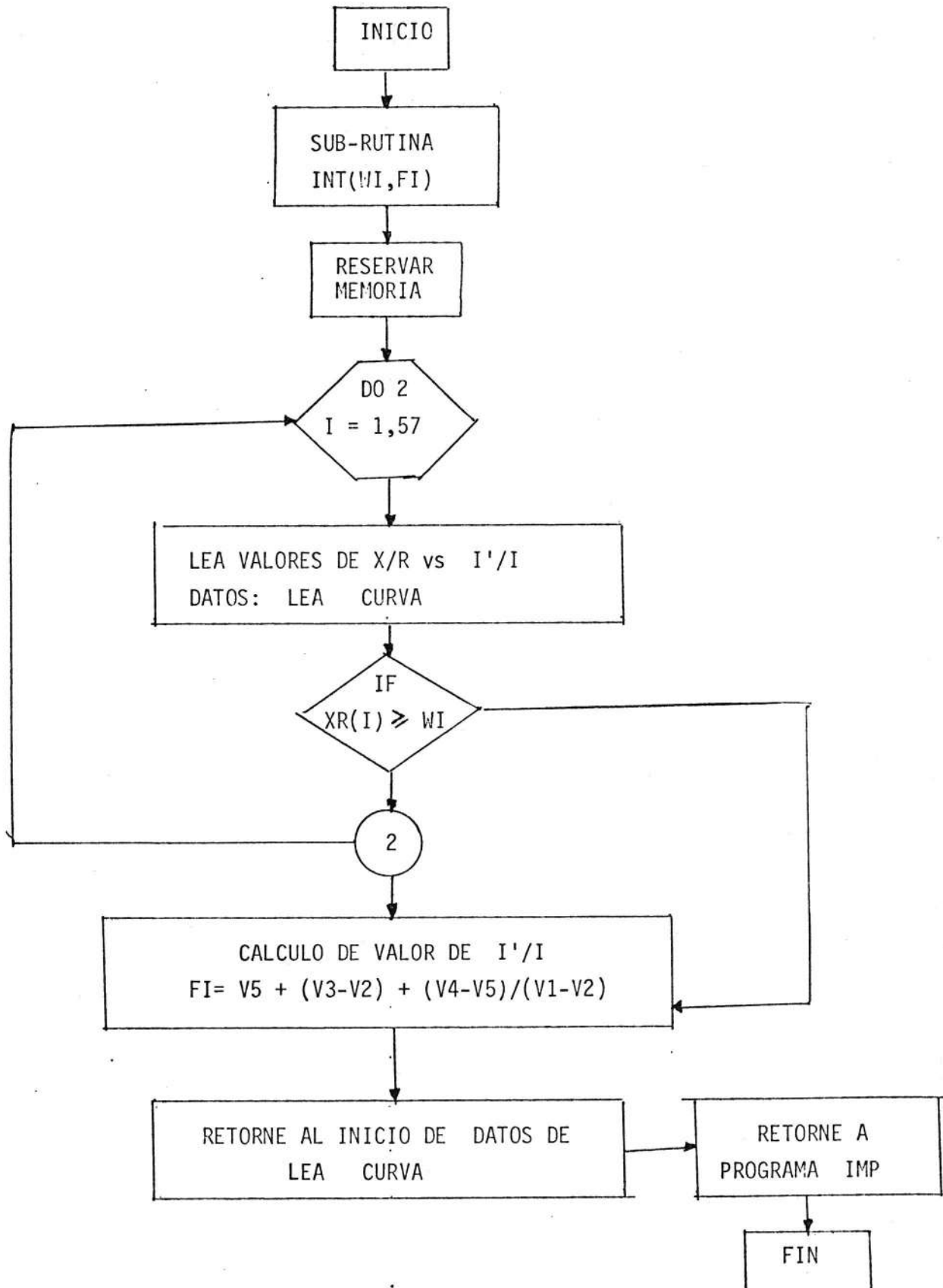


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SUB-PROGRAMA DE INTERPOLACION



Sistema de Control C.A. - T.M. Guayacil 000200 81 - 92 - 83 - Junio 1961 526077

```

SUBROUTINE AM11 SUB-PROGRAMA LEA
C
C #
CCOMPLEX*16 AI,AZ,ZM(5),ZG(5),ZFX(4),ZFY(4),VF
REAL IB,KVB,KVAB
COMMON HN(30),HAC(30),HAB(30),HAN(30),BI(30),BF(30),F,w,PI
COMMON RHG(30),CLF(30),CLN(30),HC(30),HB(30),TL(30),NT(30)
COMMON LX(30)
INTEGER CLF,CLN,BI,BF,NC,IN(30),NH(30)
REAL*8 AM,BM,CG,FG,WX,WY,UX,CY,VFR,VFX
DIMENSION RM(5),XM(5),RG(5),XG(5),RFX(4),XFX(4),RFY(4),XFY(4)

CHARACTER*8 TC(30),CL(30)

C* DEFINICION DE CONSTANTES
PI= 3.1416
AR1= -0.500
AX1= 0.866
AR2= -0.500
AX2= 0.866
A1= CMPLX (AR1,AX1)
A2= CMPLX (AR2,AX2)

C* LEA FRECUENCIA DEL SISTEMA
1 READ (1,1)F
FORMAT (1X,F5.2)
W= 2.*C*PI*F

C* LEA VALORES BASES DEL SISTEMA
2 READ (1,2) KVB, KVAB
FORMAT (1X, 2 F9.4)

IB= KVAB/KVB
ZB= 1000.C*(KVB**2.C)/KVAB

C* ESCRIBA VALORES CONST. Y BASES DEL SISTEMA
3 WRITE (3,3) KVB,KVAB,IB,ZB,F,w,AR1,AX1,AR2,AX2
FORMAT(1X,'VALORES BASES PARA SISTEMA P.U.*',/,33(' '),/,
11X,'KVBASE='/,F9.3,1X,'KV',/,/,1X,'KVABASE='/,F9.3,
71X,'KVA',/,/,1X,'IBASE='/,F9.3,1X,'A',/,/,1X,'ZBASE='/,F9.3,1X,
8'CHM',/,/,/,1X,'DATOS GENERALES',/,16(' '),/,/,1X,'FRECUENCIA DEL
9 SISTEMA='/,F9.4,1X,'HZ',/,/,,'FRECUENCIA ANGULAR (w)='/,F9.4,
61X,'RAD/SEC',/,/,/,4X,'FASORES',/,2X,11(' '),/,/,1X,'A1='/,
5F7.3,'+J',F7.3,/,/,1X,'A2='/,F7.3,'+J',F7.3,/,/,/)

C* LECTURA DE CARACTERISTICAS CONDUCTORES Y RED DEL SISTEMA.
4 READ (1,4) NC,NL
FORMAT (1X,2I5)

C* CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CONDUCTORES

```

```

AM10010
AM10020
AM10030
AM10040
AM10050
AM10060
AM10070
AM10080
AM10090
AM10100
AM10110
AM10120
AM10130
AM10140
AM10150
AM10160
AM10170
AM10180
AM10190
AM10200
AM10210
AM10220
AM10230
AM10240
AM10250
AM10260
AM10270
AM10280
AM10290
AM10300
AM10310
AM10320
AM10330
AM10340
AM10350
AM10360
AM10370
AM10380
AM10390
AM10400
AM10410
AM10420
AM10430
AM10440
AM10450
AM10460
AM10470
AM10480
AM10490
AM10500
AM10510
AM10520
AM10530
AM10540
AM10550
AM10560
AM10570
AM10580
AM10590
AM10600

```



Sistema de Control C. A. - Tfc. Guayaquil 350390 - 91 - 52 - 83 - Orito 530142 - 520077

```

5 WRITE (3,5)
  FORMAT(1X,'CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CONDUCTORES DEL SISTEMA'
4A',/,1X,54(' '),/,2X,'ITEM',4X,'NUMERO',2X,'TAMANO DE',2X,'CLASE CAMI
1E',2X,'RESISTENCIA',4X,'GMR',3X,'DIAMETRO',/,1X,'NUMERO',2X,'DE HIA
2LUS',1X,'CONDUCTOR',1X,'CONDUCTOR',4X,'CHM/MIL',5X,'EN FT',2X,'EN
3PULG',/,69(' '))
DC 6 I= 1,NC
READ(1,7) IN(1),NH(1),TC(1),CL(1),R(1),GMR(1),D(1)
7 FORMAT(1X,2I3,1X,A8,1X,A8,1X,3F8.4)
  WRITE(3,8) IN(1),NH(1),TC(1),CL(1),R(1),GMR(1),D(1)
8 FORMAT(2X,13,7X,13,3X,A8,3X,A8,4X,F7.5,4X,F7.5,2X,F7.5)
6 CONTINUE
C* CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED DE DISTRIBUCION
  WRITE(3,4C5)
405 FORMAT(/,/,1X,'CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED',/,
14I(' '),/)
  WRITE(3,9)
9 FORMAT(1X,'LINEA',1X,'IC',1X,'BARRA',1X,'BARRA',2X,'LONG.',
43X,'RHO',2X,'CLF',
13X,'HA',2X,'H3',5X,'HC',4X,'HAB',3X,'HAC',/,2X,'NG',5X,'INIC-',
51X,'FINAL',2X,'BI-BF',8X,'CLN',17X,'HN',4X,'HAN',/,24X,'PIE',
12 23X,'CH/M3',6X,'PIE',4X,'PIE',4X,'PIE',3X,'PIE',3X,'PIE',
3/,72(' '),/)
DC 10 I=1,NL
READ(1,11) LX(1),BI(1),BF(1),CLF(1),HA(1),HAB(1),HAC(1),HB(1),
1RHO(1),CLN(1),HN(1),HAN(1),FC(1),NT(1),TL(1)
11 FORMAT(1X,3I5,2X,13,3X,4F8.4,2X,F6.2,/,1X,13,2X,3F8.4,13,F8.4)
  WRITE(3,12)LX(1),NT(1),BI(1),BF(1),TL(1),RHO(1),CLF(1),HA(1),HB(1)
1,HC(1),HAB(1),HAC(1),CLN(1),HN(1),HAN(1)
12 FORMAT(15,13,16,16,F8.2,F7.2,13,3F7.2,2F6.2,
1/,35X,13,14X,F7.2,F6.2,/,/)
10 CONTINUE
C* CARACTERISTICAS DE LA FUENTE
  WRITE(3,4C6)
406 FORMAT(/,/,1X,'CARACTERISTICAS DE LA FUENTE',/,29(' '),/,/)
  WRITE(3,13)
13 FORMAT(6X,'MAXIMA GENERACION',5X,'MINIMA GENERACION',/,6X,17(' '),
15X,17(' '),/,7,2X,'IMPED.',2X,'R(CHM)',3X,'X(CHM)',2X,'IMPED.',2X,
24 2'K(CHM)',3X,'X(CHM)',/,52(' '))
DC 14 I= 1,5
READ(1,15)RM(1),XM(1),RG(1),XG(1)
15 FORMAT(2X,4F8.5)
  K=I
  WRITE(3,16) K,RM(1),XM(1),K,RG(1),XG(1)
16 FORMAT(3X,'ZM',11,4X,F7.5,2X,F7.5,3X,'ZG',11,4X,F7.5,2X,F7.5)
  AM=RM(1)
  BM=XM(1)
  CG=RG(1)
  FG=XG(1)
  ZM(1)=DCMPLX(AM,BM)
  ZG(1)=DCMPLX(CG,FG)
14 CONTINUE

```

```

AMIC0610
AMIC0620
AMIC0630
AMIC0640
AMIC0650
AMIC0660
AMIC0670
AMIC0680
AMIC0690
AMIC0700
AMIC0710
AMIC0720
AMIC0730
AMIC0740
AMIC0750
AMIC0760
AMIC0770
AMIC0780
AMIC0790
AMIC0800
AMIC0810
AMIC0820
AMIC0830
AMIC0840
AMIC0850
AMIC0860
AMIC0870
AMIC0880
AMIC0890
AMIC0900
AMIC0910
AMIC0920
AMIC0930
AMIC0940
AMIC0950
AMIC0960
AMIC0970
AMIC0980
AMIC0990
AMIC1000
AMIC1010
AMIC1020
AMIC1030
AMIC1040
AMIC1050
AMIC1060
AMIC1070
AMIC1080
AMIC1090
AMIC1100
AMIC1110
AMIC1120
AMIC1130
AMIC1140
AMIC1150
AMIC1160
AMIC1170
AMIC1180
AMIC1190
AMIC1200

```



2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32

Sistema de Control C.A. - Titulo Grupos 350350 - 91-92-93 - Curso 520147 - 52807

Line	Code	Address
	C* IMPECANCIAS DE FALLA DEL SISTEMA	AMIC1210
		AMIC1220
		AMIC1230
17	WRITE(3,17) FCRMT(/,/,/,3X,'IMPECANCIAS DE FALLAS',/,2X,'IMPED.',2X,'R(CHM)' 1,3X,'X(CHM)',/,3X,3C('-',),/,/)	AMIC1240
	DC 18 I=1,4	AMIC1250
		AMIC1260
19	READ(1,19) RFX(I),XFX(I),RFY(I),XFY(I) FCRMT(2X,4F8.5)	AMIC1270
		AMIC1280
		AMIC1290
		AMIC1300
		AMIC1310
20	WRITE(3,20)K,RFX(I),XFX(I),K,RFY(I),XFY(I) FCRMT(1X,'ZFX',11,4X,F7.5,2X,F7.5,/,1X,'ZFY',11,4X,F7.5,2X,F7.5) WX=RFX(I) WY=XFX(I) CX=RFY(I) CY=XFY(I) ZFX(I)=DCMPLX(WX,WY) ZFY(I)=DCMPLX(CX,CY)	AMIC1320
		AMIC1330
		AMIC1340
		AMIC1350
		AMIC1360
		AMIC1370
18	CONTINUE READ(1,21)VFR,VFX	AMIC1380
		AMIC1390
		AMIC1400
21	FORMAT(2X,2F9.2) VF=DCMPLX(VFR,VFX) V=CCABS(VF)	AMIC1410
		AMIC1420
		AMIC1430
		AMIC1440
		AMIC1450
		AMIC1460
		AMIC1470
		AMIC1480
22	FCRMT(1X,'VOLTAJE DE OPERACION=',F9.2,1X,'V') RETURN END	AMIC1490
		AMIC1500
		AMIC1510



COMPLEX*16	ZPF(30),ZPG(30),ZMF(30),ZMG(30),Z1C0(30),Z1C(30)	IMP00010
COMPLEX*16	Z20(30),Z30(30),Z113(30),Z01(30),Z02(30),Z03(30)	IMP00020
COMPLEX*16	Z11(30),Z001(30),Z002(30),Z003(30),ZL1(30),ZLC1(30)	IMP00030
COMPLEX*16	ZLQ2(30),ZLC3(30),SZ1,SZ01,SZ02,SZ03,DX1(30),CX2(30)	IMP00040
COMPLEX*16	DX3(30),LX4(30),CX5(30),DY1(30),DY2(30),DY3(30)	IMP00050
COMPLEX*16	DY4(30),DY5(30),PX3,PY3,X13,Y13,PX2,PY2,X12,Y12	IMP00060
COMPLEX*16	PX4,PY4,X14,Y14,PX6,PY6,X16,Y16,PX7,PY7,X17,Y17	IMP00070
COMPLEX*16	PX8,PY8,X18,Y18,PX9,PY9,PX10,PY10,X19,Y19,X110	IMP00080
COMPLEX*16	Y110,PY11,PY11,PX12,PY12,XL11,Y111,X112,Y112	IMP00090
COMPLEX*16	PX1,PY1,X11,Y11,PX14,PY14,X114,Y114,FX15,PY15	IMP00100
COMPLEX*16	X115,Y115,PX16,PY16,X116,Y116,A1,A2,ZM(5)	IMP00110
COMPLEX*16	ZG(5),ZFX(4),ZFY(4),VF,ZPX(30),ZPN(30),ZMX(30)	IMP00120
COMPLEX*16	ZMN(30),F1,F2,F3,F4	IMP00130
COMPLEX*16	G1,G2,G3,G4,G5,G6,G7,C8	IMP00140
COMPLEX*16	P1,F2,F3,P4	IMP00150
COMPLEX*16	Z40(30)	IMP00160
COMPLEX*16	CX1,CX2,CX3,CX4,CX6,CX7,CX8,CX9,CX10,CX11,CX12,CX14	IMP00170
COMPLEX*16	CX15,CX16	IMP00180
COMPLEX*16	CY1,CY2,CY3,CY4,CY6,CY7,CY8,CY9,CY10,CY11,CY12,CY14	IMP00190
COMPLEX*16	CY15,CY16	IMP00200
COMPLEX*16	XC11,XC12,XC13,XC14,XC16,XC17,XC18,XC19,XC110,XC111	IMP00210
COMPLEX*16	XC112,XC114,XC115,XC116	IMP00220
COMPLEX*16	YC11,YC12,YC13,YC14,YC16,YC17,YC18,YC19,YC110,YC111	IMP00230
COMPLEX*16	YC112,YC114,YC115,YC116	IMP00240
COMMON	A1,A2,ZM,ZG,ZFX,ZFY,VF,NL,R(30),L(30),GMR(30),HA(30)	IMP00250
COMMON	HN(30),HAC(30),HAB(30),HAN(30),B1(30),BF(30),F,h,P1	IMP00260
COMMON	RHO(30),CLF(30),CLN(30),HC(30),HB(30),IL(30),N1(30)	IMP00270
COMMON	LX(30)	IMP00280
INTEGER	CLF,CLN,B1,BF	IMP00290
REAL*8	RP(30),XP(30),RQ(30),XQ(30),RMF(30),XMF(30),RNG(30)	IMP00300
REAL*8	XMG(30),IX3(30),IX2(30),IX4(30),IX6(30),IX7(30),IX8(30)	IMP00310
REAL*8	IX9(30),IX10(30),IX11(30),IX12(30),IX1(30),IX14(30)	IMP00320
REAL*8	IX15(30),IX16(30),IY1(30),IY2(30),IY3(30),IY4(30)	IMP00330
REAL*8	IY6(30),IY7(30),IY8(30),IY9(30),IY10(30),IY11(30)	IMP00340
REAL*8	IY12(30),IY14(30),IY15(30),IY16(30)	IMP00350
REAL*8	RPX1(30),RPX2(30),RPX3(30),RPX4(30),RPX6(30),RPX7(30)	IMP00360
REAL*8	RPX8(30),RPX9(30),RPX10(30),RPX11(30),RPX12(30)	IMP00370
REAL*8	KPY1(30),RPY2(30),RPY3(30),RPY4(30),RPY6(30),RPY7(30)	IMP00380
REAL*8	KPY8(30),RPY9(30),RPY10(30),RPY11(30),RPY12(30)	IMP00390
REAL*8	RPX14(30),RPX15(30),RPX16(30),RPX1(30),RPX2(30),RPX3(30)	IMP00400
REAL*8	RPX4(30),RPX6(30),RPX7(30),RPX8(30),RPX9(30)	IMP00410
REAL*8	KPY14(30),RPY15(30),RPY16(30),RPY1(30),RPY2(30)	IMP00420
REAL*8	XPY3(30),XPY4(30),XPY6(30),XPY7(30),XPY8(30),XPY9(30)	IMP00430
REAL*8	XPX10(30),XPX11(30),XPX12(30),XPX14(30)	IMP00440
REAL*8	XPX15(30),XPX16(30),R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10	IMP00450
REAL*8	XPY10(30),XPY11(30),XPY12(30),XPY14(30)	IMP00460
REAL*8	XPY15(30),XPY16(30),X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10	IMP00470
REAL*8	R11,C1,C2,C3,C4,C1,C2,C3,C4	IMP00480
REAL*8	X11	IMP00490
REAL*8	QM3,QM4,QM6,QM2,QM1,QM7,QM8,QM9,QM10,QM11,QM12,QM14,QM15	IMP00500
REAL*8	QM16,QG1,QG2,QG3,QG4,QG6,QG7,QG8,QG9,QG10,QG11,QG12,QG14	IMP00510
REAL*8	CG15,CG16	IMP00520
REAL*8	IA1(30),IA2(30),IA3(30),IA4(30),IA6(30),IA7(30),IA8(30)	IMP00530
REAL*8	IA9(30),IA10(30),IA11(30),IA12(30),IA14(30),IA15(30)	IMP00540
REAL*8	IA16(30)	IMP00550
REAL*8	F1,F1	IMP00560
REAL*8	IB1(30),IB2(30),IB3(30),IB4(30),IB6(30),IB7(30),IB8(30)	IMP00570
REAL*8		IMP00580
REAL*8		IMP00590
REAL*8		IMP00600



Sistema de Control C. A. - 1/16 Guayaquil 560500 - 87-92-91 - Junio 20142 52007

REAL*8 IB9(30), IB10(30), IB11(30), IB12(30), IB14(30), IB15(30)
 REAL*8 IB16(30)
 REAL*8 FI1(30), FI2(30), FI3(30), FI4(30), FI6(30), FI7(30), FI8(30)
 REAL*8 FI9(30), FI10(30), FI11(30), FI12(30), FI14(30), FI15(30)
 REAL*8 FI16(30)
 REAL*8 GI1(30), GI2(30), GI3(30), GI4(30), GI6(30), GI7(30), GI8(30)
 REAL*8 GI9(30), GI10(30), GI11(30), GI12(30), GI14(30), GI15(30)
 REAL*8 GI16(30)
 REAL*8 KCX1, KCX2, KCX3, KCX4, KCX6, KCX7, KCX8, KCX9, KCX10, KCX11
 REAL*8 KCX12, KCX14, KCX15, KCX16
 REAL*8 KCY1, KCY2, KCY3, KCY4, KCY6, KCY7, KCY8, KCY9, KCY10, KCY11
 REAL*8 KCY12, KCY14, KCY15, KCY16
 REAL*8 XCX1, XCX2, XCX3, XCX4, XCX6, XCX7, XCX8, XCX9, XCX10, XCX11
 REAL*8 XCX12, XCX14, XCX15, XCX16
 REAL*8 XCY1, XCY2, XCY3, XCY4, XCY6, XCY7, XCY8, XCY9, XCY10, XCY11
 REAL*8 XCY12, XCY14, XCY15, XCY16
 REAL*8 ICX1, ICX2, ICX3, ICX4, ICX6, ICX7, ICX8, ICX9, ICX10, ICX11
 REAL*8 ICX12, ICX14, ICX15, ICX16
 REAL*8 MCX1, MCX2, MCX4, MCX6, MCX7, MCX8, MCX9, MCX10, MCX11
 REAL*8 MCX12, MCX14, MCX15, MCX16, MCX3
 REAL*8 ICY1, ICY2, ICY3, ICY4, ICY6, ICY7, ICY8, ICY9, ICY10, ICY11
 REAL*8 ICY12, ICY14, ICY15, ICY16
 REAL*8 GCY1, GCY2, GCY4, GCY6, GCY7, GCY8, GCY9, GCY10, GCY11
 REAL*8 GCY12, GCY14, GCY15, GCY16, GCY3
 REAL*8 A80, A81, A82, A83, A84, A85, A86, A87, A88, A89, A90, A91, A92, A93
 REAL*8 A94, A95, A96, A97, A98, A99, B80, B81, B82, B83, B84, B85, B86, B87
 REAL*8 IDY1, IDY2, IDY3, IDY4, IDY6, IDY7, IDY8, IDY9, IDY10, IDY11
 REAL*8 IDY12, IDY14, IDY15, IDY16
 REAL*8 IDX1, IDX2, IDX3, IDX4, IDX6, IDX7, IDX8, IDX9, IDX10, IDX11
 REAL*8 IDX12, IDX14, IDX15, IDX16

IMP00610
 IMP00620
 IMP00630
 IMP00640
 IMP00650
 IMP00660
 IMP00670
 IMP00680
 IMP00690
 IMP00700
 IMP00710
 IMP00720
 IMP00730
 IMP00740
 IMP00750
 IMP00760
 IMP00770
 IMP00780
 IMP00790
 IMP00800
 IMP00810
 IMP00820
 IMP00830
 IMP00840
 IMP00850
 IMP00860
 IMP00870
 IMP00880
 IMP00890
 IMP00900
 IMP00910
 IMP00920
 IMP00930
 IMP00940
 IMP00950
 IMP00960
 IMP00970
 IMP00980
 IMP00990
 IMP01000
 IMP01010
 IMP01020
 IMP01030
 IMP01040
 IMP01050
 IMP01060
 IMP01070
 IMP01080
 IMP01090
 IMP01100
 IMP01110
 IMP01120
 IMP01130
 IMP01140
 IMP01150
 IMP01160
 IMP01170
 IMP01180
 IMP01190
 IMP01200

C

DIMENSION HBC(30), HBN(30), HCN(30), SRAB(30), SRAC(30), SRBC(30)
 DIMENSION SKAN(30), SKBN(30), SRCN(30), SIAB(30), SIAC(30), SIBC(30)
 DIMENSION SIAN(30), SIBN(30), SICN(30), SRG(30), SIG(30), HVG(30)
 DIMENSION HHG(30), SRF(30), SIF(30), HVF(30), HHF(30), XG(30), AGN(30)
 DIMENSION ARG(30), RPF(30), XPG(30), X(30), AGF(30)
 DIMENSION ARF(30), RPF(30), XPF(30)
 DIMENSION MZ3(30), GZ3(30)
 DIMENSION MZ2(30), GZ2(30), MZ4(30)
 DIMENSION GZ4(30), MZ6(30), GZ6(30)
 DIMENSION MZ7(30), GZ7(30), MZ8(30)
 DIMENSION GZ8(30), MZ9(30), GZ9(30)
 DIMENSION MZ10(30), GZ10(30), MZ11(30)
 DIMENSION GZ11(30), MZ12(30), GZ12(30)
 DIMENSION MZ13(30), GZ13(30), MZ14(30)
 DIMENSION GZ14(30), MZ15(30), GZ15(30)
 DIMENSION MZ16(30), GZ16(30)

C

REAL*8 MZ1, MZ2, MZ3, MZ4, MZ6, MZ7, MZ8, MZ9, MZ10, MZ11, MZ12, MZ14, MZ15
 REAL*8 GZ1, GZ2, GZ3, GZ4, GZ6, GZ7, GZ8, GZ9, GZ10, GZ11, GZ12, GZ14, GZ15
 REAL*8 MZ16, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12
 REAL*8 GZ16

C***** LLAMAR AL SUB-PROGRAMA AMII *****
 C*****

C

CALL AMII

C

* CALCULO DE LOS VALORES DE ALTURA Y ESPACIO ENTRE CONDUCTORES *

C

***** CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION *****

C



SISTEMA DE CONTROL L. A. - 1ra. Unidad 20/03/09 - 9F. 52 - Ocho 520/111 - 3/00/7

C

```

*****
CG 30 I=1,NL
HBC(1)=ABS(HAC(1)-HAB(1))
HEN(1)=ABS(HAN(1)-HAB(1))
FCN(1)=ABS(HAN(1)-FAC(1))
SKAB(1)=SQRT(HAB(1)**2+(FA(1)-FB(1))**2)
SRAC(1)=SQRT(HAC(1)**2+(FA(1)-HC(1))**2)
SRBC(1)=SQRT(HBC(1)**2+(FB(1)-FC(1))**2)
SRAN(1)=SQRT(HAN(1)**2+(FA(1)-FN(1))**2)
SRBN(1)=SQRT(HEN(1)**2+(HB(1)-HN(1))**2)
SRCN(1)=SQRT(HCN(1)**2+(HC(1)-HN(1))**2)
SIAB(1)=SQRT(HAB(1)**2+(HA(1)+HB(1))**2)
SIAC(1)=SQRT(HAC(1)**2+(HA(1)+HC(1))**2)
SIBC(1)=SQRT(HBC(1)**2+(HB(1)+HC(1))**2)
SIAN(1)=SQRT(HAN(1)**2+(HA(1)+HN(1))**2)
SIBN(1)=SQRT(HBN(1)**2+(HB(1)+HN(1))**2)
SICN(1)=SQRT(HCN(1)**2+(HC(1)+HN(1))**2)
** CSG DE LA TABLA 1-2 Y ECUACIONES 11-1,2,3,4 Y 5 INCLUSIVE **

```

C
C
C
C

***** CALCULO DE LAS Z DE LAS LINEAS DEL SISTEMA*****

```

IF(NT(1)-4) 31,32,33
31 IF(NT(1)-2) 34,34,32
32 SKG(1)=0.0
SIG(1)=0.0
HVG(1)=0.0
FHG(1)=0.0
34 SRF(1)=(SKAB(1)*SRAC(1)*SRBC(1))**(.10/3.0)
SIF(1)=(SIAB(1)+SIBC(1)+SIAC(1))/3
HVF(1)=(FA(1)+FB(1)+FC(1))/3.0
HFF(1)=(ABS(HAB(1))+HBC(1)+ABS(HAC(1)))/3
IF(NT(1)-2) 35,35,33
35 SRG(1)=(SRAN(1)*SRBN(1)*SRCN(1))**(.10/3.0)
SIG(1)=(SIAN(1)+SIBN(1)+SICN(1))/3
HVG(1)=HN(1)
FHG(1)=(ABS(HAN(1))+HBN(1)+HCN(1))/3
GC TO 42
33 IF(NT(1)-8) 36,37,38
36 IF(NT(1)-6) 39,39,27
37 SRG(1)=0.0
SIG(1)=0.0
HVG(1)=0.0
FHG(1)=0.0
39 SRF(1)=SRAB(1)
SIF(1)=SIAB(1)
HVF(1)=(FA(1)+HB(1))/2
HFF(1)=ABS(HAB(1))
IF(NT(1)-6) 40,40,38
40 SRG(1)=SQRT(SRAN(1)*SRBN(1))
SIG(1)=(SIAN(1)+SIBN(1))/2
HVG(1)=HN(1)
FHG(1)=ABS(HAN(1))+HBN(1)
GC TO 42
38 IF(NT(1)-10) 41,41,43
41 HVF(1)=HA(1)
SRG(1)=SRAN(1)
SIG(1)=SIAN(1)
HVG(1)=HN(1)
FHG(1)=ABS(HAN(1))

```

IMP01210
 IMPC1220
 IMPC1230
 IMPC1240
 IMPC1250
 IMP01260
 IMPC1270
 IMPC1280
 IMPC1290
 IMPC1300
 IMPC1310
 IMPC1320
 IMPC1330
 IMPC1340
 IMPC1350
 IMPC1360
 IMPC1370
 IMPC1380
 IMPC1390
 IMPC1400
 IMPC1410
 IMPC1420
 IMPC1430
 IMPC1440
 IMPC1450
 IMPC1460
 IMPC1470
 IMPC1480
 IMPC1490
 IMPC1500
 IMPC1510
 IMPC1520
 IMPC1530
 IMPC1540
 IMPC1550
 IMPC1560
 IMPC1570
 IMPC1580
 IMPC1590
 IMPC1600
 IMPC1610
 IMPC1620
 IMPC1630
 IMPC1640
 IMPC1650
 IMPC1660
 IMPC1670
 IMPC1680
 IMPC1690
 IMPC1700
 IMPC1710
 IMPC1720
 IMPC1730
 IMPC1740
 IMPC1750
 IMPC1760
 IMPC1770
 IMPC1780
 IMPC1790
 IMPC1800



Sistema de Control C. A. - Drs. Guayquil 25/03/91 - 91-92-93 - Cuito 26/12-2007

SRF(1)=SRG(1)
SIF(1)=SIG(1)
HFF(1)=HFG(1)

C ** CALCULO DE LAS Z PROPIAS Y MUTUAS DE LOS COND. DEL SISTEMA **

EN (OHM/MILLAS)

42 IF(NT(1).EQ.3) GC TC 44
IF(NT(1).EQ.4) GC TU 44
IF(NT(1).EQ.7) GC TO 44
IF(NT(1).EQ.8) GC TC 44

C ** REACTANCIA INTERNA DEL COND. NEUTRO **

XG(1)=0.2794*(F/60.0)*ALOG10(D(N)/(24.0*GMR(N)))

C * CALCULO DEL ANGULO EN GRADO Y RADIANES CON EL NEUTRO

AGN(1)=ASIN(HFC(1)/SIG(1))
ARG(1)=AGN(1)*(PI/180.0)

C *****

RPG(1)=W*(2.528E-04-2.599E-07*HVG(1)*SQRT(F/RHC(N))+2.717E-10*
1(HVG(1)**2)*(F/RHC(N))*(3.360+ALOG10(SQRT(RHC(N)/F)/HVG(1)))+
25.084E-14*(HVG(1)**3)*((F/RHC(N))**(3/2)))
XPG(1)=W*(3.4944E-03+7.4113E-04*ALOG10(SQRT(RHC(N)/F)/D(N))+
12.599E-07*HVG(1)*SQRT(F/RHC(N))-9.271E-11*(HVG(1)**2)*
2(F/RHC(N))+5.084E-14*(HVG(1)**3)*((F/RHC(N))**(3/2)))
RNG(1)=W*(2.528E-04-1.299E-07*SQRT(F/RHC(N))*SIG(1)*
1(COS(AGN(1))+6.785E-11*(F/RHC(N))*(SIG(1)**2)*COS(2*AGN(1)))+
2(3.661+ALOG10(SQRT(RHC(N)/F)/SIG(1))+2.951E-11*(F/RHC(N))*
3(SIG(1)**2)*ARG(1)*SIN(2*AGN(1))+6.355E-15*(F/RHC(N))**(3/2))
4*(SIG(1)**3)*COS(3*AGN(1)))
XNG(1)=W*(2.4715E-03+7.4113E-04*ALOG10(SQRT(RHC(N)/F)/SRG(1))
1+1.299E-07*SQRT(F/RHC(N))*SIG(1)*COS(AGN(1))-2.318E-11*
2(F/RHC(N))*(SIG(1)**2)*COS(2*AGN(1)))

44 GC TC 45
RPG(1)=0.0
XPG(1)=0.0
RNG(1)=0.0
XNG(1)=0.0
N=CLN(1)

C * CALCULO DE LA REACTANCIA INTERNA DE FASE (OHM/MIL)

45

M=CLF(1)
X(1)=0.2794*(F/60.0)*ALOG10(D(M)/(24.0*GMR(M)))
AGF(1)=ASIN(HFF(1)/SIF(1))
ARF(1)=AGF(1)*(PI/180.0)

C

RPF(1)=W*(2.528E-04-2.599E-07*HVF(1)*SQRT(F/RHC(M))+2.717E-10*
1(HVF(1)**2)*(F/RHC(M))*(3.360+ALOG10(SQRT(RHC(M)/F)/HVF(1)))+
25.084E-14*(HVF(1)**3)*((F/RHC(M))**(3/2)))

C

XPF(1)=W*(3.4944E-03+7.4113E-04*ALOG10(SQRT(RHC(M)/F)/D(M))+
12.599E-07*HVF(1)*SQRT(F/RHC(M))-9.271E-11*(HVF(1)**2)*
2(F/RHC(M))+5.084E-14*(HVF(1)**3)*((F/RHC(M))**(3/2)))

C

RMF(1)=W*(2.528E-04-1.299E-07*SQRT(F/RHC(M))*SIF(1)*COS(AGF(1))
1)+6.785E-11*(F/RHC(M))*(SIF(1)**2)*COS(2*AGF(1))+3.661+ALOG10
2(SQRT(RHC(M)/F)/SIF(1))+2.951E-11*(F/RHC(M))*(SIF(1)**2)*ARF(1)

IMPC1810
IMPC1820
IMPC1830
IMPC1840
IMPC1850
IMPC1860
IMPC1870
IMPC1880
IMPC1890
IMPC1900
IMPC1910
IMPC1920
IMPC1930
IMFC1940
IMFC1950
IMPC1960
IMFC1970
IMFC1980
IMFC1990
IMPC2000
IMFC2010
IMPC2020
IMFC2030
IMPC2040
IMPC2050
IMPC2060
IMPC2070
IMPC2080
IMPC2090
IMPC2100
IMPC2110
IMPC2120
IMPC2130
IMPC2140
IMPC2150
IMPC2160
IMPC2170
IMPC2180
IMPC2190
IMPC2200
IMPC2210
IMPC2220
IMPC2230
IMPC2240
IMFC2250
IMPC2260
IMPC2270
IMPC2280
IMPC2290
IMPC2300
IMPC2310
IMPC2320
IMPC2330
IMPC2340
IMPC2350
IMPC2360
IMPC2370
IMPC2380
IMPC2390
IMPC2400



Sistema de Control C.A. - III. Usayquil 250200-31 - 92 - 91 - Curto 2/2/12 - 5.26/7

3*SIN(2*AGF(1))+6.355E-15*((F/RHC(M))**(3/2))*(SIF(1)**3)*
4CCS(3*AGF(1))

C

XMF(1)=W*(2.4715E-03+7.4113E-C4*ALOG10(SQRT(RHC(M)/F)/SRF(1))+
11.299E-07*SQRT(F/RHC(M))*SIF(1)*CCS(AGF(1))-2.918E-11*
2(F/RHC(M))*(SIF(1)**2)*CCS(2*AGF(1))

C

RP(1)=R(M)+RPF(1)
XP(1)=X(1)+XPF(1)
RC(1)=R(N)+RPG(1)
XC(1)=XG(1)+XPG(1)

C

ZPF(1)=DCMPLX(RP(1),XP(1))
ZPG(1)=DCMPLX(RC(1),XC(1))
ZMF(1)=DCMPLX(RMF(1),XMF(1))
ZMG(1)=DCMPLX(RMG(1),XMG(1))

C*

C

IMPEDANCIAS DE SECUENCIA EN (OHM/MIL) SEGUN TIPO DE CIRCUITO *

IF(NT(1).EC.1) GO TO 46
IF(NT(1).EC.2) GO TO 47
IF(NT(1).EC.3) GO TO 48
IF(NT(1).EC.4) GO TO 49
IF(NT(1).EC.5) GO TO 46
IF(NT(1).EC.6) GO TO 47
IF(NT(1).EC.7) GO TO 48
IF(NT(1).EC.8) GO TO 49
IF(NT(1).EC.9) GO TO 46
IF(NT(1).EC.10) GO TO 47

C

46

Z100(1)=ZPF(1)-ZMF(1)
Z40(1)=ZPF(1)+2*ZMF(1)
Z30(1)=Z40(1)-(3*(ZMG(1)**2)/ZPG(1))
Z10(1)=0.0
Z20(1)=0.0
GO TO 50

C

47

Z100(1)=ZPF(1)-ZMF(1)
Z10(1)=ZPF(1)+2*ZMF(1)
Z20(1)=Z10(1)+3*ZPG(1)-6*ZMG(1)
Z30(1)=Z10(1)-(3*(ZMG(1)**2)/ZPG(1))
GO TO 50

C

48

Z100(1)=ZPF(1)-ZMF(1)
Z10(1)=ZPF(1)+2*ZMF(1)
Z20(1)=0.0
Z30(1)=0.0
GO TO 50

C

49

Z100(1)=ZPF(1)-ZMF(1)
Z10(1)=0.0
Z20(1)=0.0
Z30(1)=0.0
GO TO 50

C

50

CALCULO IMPEDANCIA DE SECUENCIAS (OHM/1000PIES)

FC=1.893939E-01

C

ZPX(1)=FC*ZPF(1)
ZPN(1)=FC*ZPG(1)
ZMX(1)=FC*ZMF(1)
ZMN(1)=FC*ZMG(1)

IMP02410
IMP02420
IMP02430
IMP02440
IMP02450
IMP02460
IMP02470
IMP02480
IMP02490
IMP02500
IMP02510
IMP02520
IMP02530
IMP02540
IMP02550
IMP02560
IMP02570
IMP02580
IMP02590
IMP02600
IMP02610
IMP02620
IMP02630
IMP02640
IMP02650
IMP02660
IMP02670
IMP02680
IMP02690
IMP02700
IMP02710
IMP02720
IMP02730
IMP02740
IMP02750
IMP02760
IMP02770
IMP02780
IMP02790
IMP02800
IMP02810
IMP02820
IMP02830
IMP02840
IMP02850
IMP02860
IMP02870
IMP02880
IMP02890
IMP02900
IMP02910
IMP02920
IMP02930
IMP02940
IMP02950
IMP02960
IMP02970
IMP02980
IMP02990
IMP03000



CESERCOMP - ESPOL

Sistemas de Control C. A. - Ite. Guayaquil 200220 - 91 - 52 - 91 - Guayaquil 520142 - 52007

Z1(I) = FC*Z100(I)
Z01(I) = FC*Z10(I)
Z02(I) = FC*Z20(I)
Z03(I) = FC*Z30(I)

C **** CALCULO IMPEDANCIAS DE SELENCIAS POR TRAMO (CHM)****

CL=TL(1)/1000.C

Z11(I) = CL*Z1(I)
Z001(I) = CL*Z01(I)
Z002(I) = CL*Z02(I)
Z003(I) = CL*Z03(I)

30 CONTINUE
C* ESCRIBA DATOS DE CONSTRUCCION

51 WRITE(6,51)
FCRMAT(41X,'TABLA DE VALGRES USADOS EN DISEÑO DE LA RED RADIAL',
1/,41X,50(' '),/,/,25X,'DATOS DE LOS CONDUCTORES',45X,'VALGRES PROM
2EDIOS',/,25X,23(' '),45X,17(' '),/,/,1X,'DATOS DE',3X,'LINEA',3X,
3'CIRC.',2X,'RESISTENCIA',3X,'REACT.INT.',5X,'MEDIA',5X,'DIAMETRO',
42X,'ESPACIO REAL',2X,'ESPACIO IMAG.',2X,'ALTURA VERT.',2X,'ALTURA
5HORZ.',/,3X,'FASE',6X,'NC.',4X,'TIPO',5X,'INTERNA',9X,'X',8X,'GECM
6ETRICA',2X,'EXTERIOR',6X,'SRF',11X,'SIF',12X,'HVF',11X,'HFF',/,2X,
7'NEUTRO',37X,'XG',33X,'SRN',11X,'SIN',11X,'HVN',11X,'HHN',/,13X,
8'LX',6X,'NT',8X,'R',25X,'GMR',9X,'D',/,29X,'CH/MIL',7X,'CH/MIL',
99X,'PIE',8X,'PLLG',8X,'PIE',11X,'PIE',12X,'PIE',11X,'PIE',/,/
1130(' '),/)

DO 52 I=1,NL

F=CLF(I)
N=CLM(I)
WRITE(6,53)X(I),NT(I),R(M),X(I),GMR(M),D(M),SRF(I),SIF(I),HVF(I)
1,HFF(I),R(N),XG(I),GMR(N),D(N),SRG(I),SIG(I),HVG(I),HFG(I)
53 FCRMAT(12X,14,5X,12,5X,F7.4,7X,F7.4,6X,F7.4,4X,F7.4,5X,F7.3,6X,
1F7.2,9X,F7.2,7X,F7.3,/,/,28X,F7.4,7X,F7.4,6X,F7.4,4X,F7.4,5X,
2F7.3,6X,F7.2,9X,F7.2,7X,F7.3,/,/)
52 CONTINUE

C* ESCRIBA DATOS DE IMPEDANCIA (CHM)

54 WRITE(6,54)
FCRMAT(/,/,/,/,27X,'IMPEDANCIAS PROPIAS-MUTUAS-SECUENCIA EN CHM-VA
1NC DE 1000PIE',/,23X,59(' '),/,2X,'LINEA',2X,'LONGITUD',10X,'Z11',
219X,'Z001',19X,'Z002',19X,'Z003',/,3X,'NC.',4X,'TRAMO',12X,'ZPF',
320X,'ZMF',20X,'ZPN',20X,'ZMN',/,23X,'R',9X,'X',11X,'R',10X,'X',
411X,'R',10X,'X',11X,'R',10X,'X',/,106(' '),/)

DO 55 I=1,NL

C1=Z1(I)
C2=Z01(I)
C3=Z02(I)
C4=Z03(I)
C5=ZPX(I)
C6=ZMX(I)
C7=ZPN(I)
C8=ZMN(I)
R4=DREAL(C1)
X4=CIMAG(C1)
R5=DREAL(C2)
X5=CIMAG(C2)
R6=DREAL(C3)
X6=CIMAG(C3)

IMP03010
IMP03020
IMP03030
IMP03040
IMP03050
IMP03060
IMP03070
IMP03080
IMP03090
IMP03100
IMP03110
IMP03120
IMP03130
IMP03140
IMP03150
IMP03160
IMP03170
IMP03180
IMP03190
IMP03200
IMP03210
IMP03220
IMP03230
IMP03240
IMP03250
IMP03260
IMP03270
IMP03280
IMP03290
IMP03300
IMP03310
IMP03320
IMP03330
IMP03340
IMP03350
IMP03360
IMP03370
IMP03380
IMP03390
IMP03400
IMP03410
IMP03420
IMP03430
IMP03440
IMP03450
IMP03460
IMP03470
IMP03480
IMP03490
IMP03500
IMP03510
IMP03520
IMP03530
IMP03540
IMP03550
IMP03560
IMP03570
IMP03580
IMP03590
IMP03600



```

R7=DREAL(C4)
X7=DIMAG(C4)
R8=DREAL(C5)
X8=DIMAG(C5)
R9=DREAL(C6)
X9=DIMAG(C6)
R10=DREAL(C7)
X10=DIMAG(C7)
R11=DREAL(C8)
X11=DIMAG(C8)
WRITE(6,56) LX(1),R4,X4,R5,X5,R6,X6,R7,X7,R8,X8,R9,X9,R10,X10,
1R11,X11
56 FORMAT(2X,14,4X,'1000',6X,F7.4,3X,F7.4,5X,F7.4,4X,F7.4,5X,F7.4,
14X,F7.4,5X,F7.4,4X,F7.4,/,2CX,F7.4,3X,F7.4,5X,F7.4,4X,F7.4,5X,
2F7.4,4X,F7.4,5X,F7.4,4X,F7.4,/,/)
55 CONTINUE
WRITE(6,57)
57 FORMAT(28X,'IMPECANCIA POR SECIGN COMPRENDIDA ENTRE BARRAS EN CFM'
4,/,26X,53(' ',/,/,/,
12X,'BARRA',3X,'BARRA',2X,'LONGITUD',9X,'Z11',17X,'Z001',17X,'Z002'
2,17X,'Z003',/,1X,'INICIAL',2X,'FINAL',3X,'EI-EF',7X,'R',9X,'X',9X
3,'R',10X,'X',9X,'R',10X,'X',9X,'R',10X,'X',/,106(' ',/,)
DC=58-1=1,NL
P1=Z11(1)
P2=Z001(1)
P3=Z002(1)
P4=Z003(1)
C1=DREAL(P1)
D1=DIMAG(P1)
C2=DREAL(P2)
D2=DIMAG(P2)
C3=DREAL(P3)
D3=DIMAG(P3)
C4=DREAL(P4)
D4=DIMAG(P4)
WRITE(6,59) B1(1),BF(1),TL(1),C1,D1,C2,D2,C3,D3,C4,D4
59 FORMAT(1X,15,4X,15,2X,F7.2,3(3X,F7.4),4X,F7.4,3X,F7.4,4X,F7.4,3X,
1F7.4,4X,F7.4,/)
58 CONTINUE
C ** PROGRAMA LOGICO PARA SUMATORIO DE Z DESDE BARRA DE FALLA **
C-----
C      **** INICIALIZACION DE PARAMETROS ****
C      *****
NX=1
DC=60
J=1,NL
KC=NL-J+1
NY=B1(KC)
SZ1=0.0
SZC1=0.0
SZO2=0.0
SZO3=0.0
ZL1(KC)=Z11(KC)
ZLO1(KC)=Z001(KC)
ZLO2(KC)=Z002(KC)
ZLO3(KC)=Z003(KC)
IF(NY.EQ.NX) GO TO 64
C      **** SUMATORIO LOGICO ****

```

```

IMP03610
IMP03620
IMP03630
IMP03640
IMP03650
IMP03660
IMP03670
IMP03680
IMP03690
IMP03700
IMP03710
IMP03720
IMP03730
IMP03740
IMP03750
IMP03760
IMP03770
IMP03780
IMP03790
IMP03800
IMP03810
IMP03820
IMP03830
IMP03840
IMP03850
IMP03860
IMP03870
IMP03880
IMP03890
IMP03900
IMP03910
IMP03920
IMP03930
IMP03940
IMP03950
IMP03960
IMP03970
IMP03980
IMP03990
IMP04000
IMP04010
IMP04020
IMP04030
IMP04040
IMP04050
IMP04060
IMP04070
IMP04080
IMP04090
IMP04100
IMP04110
IMP04120
IMP04130
IMP04140
IMP04150
IMP04160
IMP04170
IMP04180
IMP04190
IMP04200

```



Sistemas de Control C. A. - T16, Guayaquil 300.000-91-92-93 - Outilo 526/42 - 230077

```

DC 61 I=1,NL
ZL1(KC)=ZL1(KC)+SZ1
ZL01(KC)=ZL01(KC)+SZC1
ZLC2(KC)=ZL02(KC)+SZC2
ZL03(KC)=ZL03(KC)+SZC3
IF(NY.EQ.NX)GO TO 60
SZ1=0.0
SZ01=0.0
SZ02=0.0
SZ03=0.0
DC 62 L=1,NL
IF(NY.EQ.BF(L))GO TO 63
62 CCNTINUE
63 NY=BI(L)
SZ1=Z11(L)
SZ01=Z001(L)
SZ02=Z002(L)
SZ03=Z003(L)
61 CCNTINUE
60 CCNTINUE
C
64 WRITE(6,499)
499 FORMAT(/,/,,/,,14X,'IMPEDANCIA DE SECUENCIA DE LA LINEA VISTA DESDE
1 LA BARRA DE FALLA',/,14X,65(' '),/,2X,'BARRA DE',9X,'Z11',17X,
2 'Z001',17X,'Z002',17X,'Z003',/,3X,'FALLA',7X,'R',9X,'X',9X,'R',
3 10X,'X',9X,'R',10X,'X',9X,'R',10X,'X',/,S2(' '),/)
DC 500 J=1,NL
F1=ZL1(J)
F2=ZL01(J)
F3=ZL02(J)
F4=ZL03(J)
F5=CREAL(F1)
F6=CIMAG(F1)
F7=CREAL(F2)
F8=CIMAG(F2)
F9=CREAL(F3)
F10=CIMAG(F3)
F11=CREAL(F4)
F12=CIMAG(F4)
500 WRITE(6,501)BF(J),F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12
501 FORMAT(2X,15,5X,F7.4,2(3X,F7.4),4X,F7.4,3X,F7.4,4X,F7.4,3X,F7.4,
14X,F7.4,/)
WRITE(6,400)
400 FLRMT(/,/,,/,,28X,'RESULTADOS DE I=(X/R)-(I*/I)-ZECUIV(R,X)-SIME
6T. Y ASIMEI. EN PRIMERA BARRA',/,1X,131(' '),/,/,1X,'RESULTADOS',
52X,'LINEA',2X,'CIRC.',2X,'BARRA',/,1X,'DEL DISENO',3X,'NO.',
43X,'TIPO',3X,'FALLA',12X,'ZC01/ZCC0(+)',25X,'Z002',30X,'Z003',/,
31X,'DE LA RED',3X,19(' '),3X,31(' '),2X,31(' '),2X,31(' '),/,15X,
2 '3FASE',7X,'L-L',7X,'LL-G',7X,'LL-G',7X,'L-G',7X,'LL-N',7X,
1 'LL-N',7X,'L-N',7X,'LL-NG',6X,'LL-NG',5X,'L-NG',/,1X,131(' '),
7/)
C ** CALCULO DE LA I DE FALLA EN LA PRIMERA BARRA **
C
IDX1=0.0
IDX2=0.0
IDX3=0.0
IDX4=0.0
IDX6=0.0
IDX7=0.0
IDX8=0.0

```

```

IMP04210
IMP04220
IMP04230
IMP04240
IMP04250
IMP04260
IMP04270
IMP04280
IMP04290
IMP04300
IMP04310
IMP04320
IMP04330
IMP04340
IMP04350
IMP04360
IMP04370
IMP04380
IMP04390
IMP04400
IMP04410
IMP04420
IMP04430
IMP04440
IMP04450
IMP04460
IMP04470
IMP04480
IMP04490
IMP04500
IMP04510
IMP04520
IMP04530
IMP04540
IMP04550
IMP04560
IMP04570
IMP04580
IMP04590
IMP04600
IMP04610
IMP04620
IMP04630
IMP04640
IMP04650
IMP04660
IMP04670
IMP04680
IMP04690
IMP04700
IMP04710
IMP04720
IMP04730
IMP04740
IMP04750
IMP04760
IMP04770
IMP04780
IMP04790
IMP04800

```



2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
173

ICX9=0.0
ICX10=0.0
ICX11=0.0
ICX12=0.0
ICX14=0.0
ICX15=0.0
ICX16=0.0

IDY1=0.0
IDY2=0.0
IDY3=0.0
IDY4=0.0
IDY6=0.0
IDY7=0.0
IDY8=0.0
IDY9=0.0
IDY10=0.0
IDY11=0.0
IDY12=0.0
IDY14=0.0
IDY15=0.0
IDY16=0.0

C VALORES DE ZGENERADOR Y ZFALLA

JQ=1
JP=2
JS=3
JT=4
JR=5

C ***** CALCULO DE LA IFALLA TRIFASICA EN LA PRIMERA BARRA *****

C *****

C ***** CIRCUITOS TIPO 1,2 3 Y 4 *****

C *****

IF (INT(JQ)-4) 320, 320, 321

320 CX3=ZM(JQ)+ZFX(JS)
CY3=ZG(JQ)+ZFY(JS)

RCX3=CREAL(CX3)

XCX3=CIMAG(CX3)

RCY3=DREAL(CY3)

XCY3=DIMAG(CY3)

XC13=VF/CX3

YC13=VF/CY3

ICX3=CCABS(XC13)

ICY3=CCABS(YC13)

MCX3=XCX3/RCX3

GCY3=XCY3/RCY3

A80=MCX3

A81=GCY3

IF (MCX3.LT.0.150) GO TO 322

IF (MCX3.GT.200.0) GO TO 322

CALL INT(A80,F1)

A30=F1

IDX3=A30*ICX3

322 IF (GCY3.LT.0.150) GO TO 321

IF (GCY3.GT.200.0) GO TO 321

CALL INT(A81,F1)

A31=F1

IDY3=A31*ICY3

321 IF (INT(JQ)-8) 323, 323, 324

C ***** CALCULO DE IFALLA DE LINEA-LINEA EN LA PRIMERA BARRA *****

C *****

IMPC4810
IMPC4820
IMPC4830
IMPC4840
IMPC4850
IMPC4860
IMPC4870
IMPC4880
IMPC4890
IMPC4900
IMFO4910
IMPC4920
IMPC4930
IMPC4940
IMPC4950
IMPC4960
IMPC4970
IMPC4980
IMPC4990
IMPC5000
IMPC5010
IMPC5020
IMPC5030
IMPC5040
IMPC5050
IMPC5060
IMPO5070
IMPC5080
IMPC5090
IMPC5100
IMPC5110
IMPO5120
IMPC5130
IMPO5140
IMPO5150
IMPC5160
IMPC5170
IMPC5180
IMPC5190
IMPC5200
IMPC5210
IMPO5220
IMPC5230
IMPC5240
IMPC5250
IMPC5260
IMPC5270
IMPO5280
IMPC5290
IMPC5300
IMPC5310
IMPO5320
IMPC5330
IMPC5340
IMPO5350
IMPO5360
IMPO5370
IMPC5380
IMPC5390
IMPO5400



Sistema de Control C.A. - Tila Guayana 350230 - 91 - 92 - 93 - Orito 3.3.142 - 576077

C ***** CIRCUITOS TIPO 1,2,3,4,5,6,7 Y 8 *****

```

C
C 323 CX2=(ZM(JC)+ZM(JP)+ZFX(JP))/SQRT(3.C)
      CY2=(ZG(JC)+ZG(JP)+ZFY(JP))/SQRT(3.C)
      RCX2=DREAL(CX2)
      XCY2=DIMAG(CX2)
      RCY2=DREAL(CY2)
      XCY2=DIMAG(CY2)
      XC12=VF/CX2
      YC12=VF/CY2
      ICX2=CCABS(XC12)
      ICY2=CCABS(YC12)
      MCX2=XCX2/RCX2
      GCY2=XCY2/RCY2
      A82=MCX2
      A83=GCY2
      IF(MCX2.LT.0.150)GO TO 325
      IF(MCX2.GT.200.0)GO TO 325
      CALL INT(A82,FI)
      A32=FI
      ICX2=A32*ICX2
C 325 IF(GCY2.LT.0.150)GO TO 326
      IF(GCY2.GT.200.0)GO TO 326
      CALL INT(A83,FI)
      A33=FI
      ICY2=A33*ICY2
C *** CALCULO DE FALLA DE DOBLE LINEA-TIERRA EN LA PRIMERA BARRA ***
C 326 IF(NT(JC).EQ.1)GO TO 327
      IF(NT(JC).EQ.2)GO TO 328
      IF(NT(JC).EQ.3)GO TO 329
      IF(NT(JC).EQ.4)GO TO 330
      IF(NT(JC).EQ.5)GO TO 327
      IF(NT(JC).EQ.6)GO TO 328
      IF(NT(JC).EQ.7)GO TO 329
      IF(NT(JC).EQ.8)GO TO 340

```

C ***** CIRCUITOS TIPO 2 Y 6 *****

```

C
C 328 CX4=(ZM(JC)+ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*(ZM(JT)+3.0*ZFX(JT)))/
      1(SQRT(3.0)*(ZM(JT)+3.0*ZFX(JT)-A1*ZM(JP)))
      CY4=(ZG(JC)+ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*(ZG(JT)+3.0*ZFY(JT)))/
      1(SQRT(3.0)*(ZG(JT)+3.0*ZFY(JT)-A1*ZG(JP)))
      CX6=(ZM(JC)+ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*(ZM(JT)+3.0*ZFX(JT)))/
      1(SQRT(3.0)*(ZM(JT)+3.0*ZFX(JT)-A2*ZM(JP)))
      CY6=(ZG(JC)+ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*(ZG(JT)+3.0*ZFY(JT)))/
      1(SQRT(3.0)*(ZG(JT)+3.0*ZFY(JT)-A2*ZG(JP)))
      RCX4=DREAL(CX4)
      XCY4=DIMAG(CX4)
      RCY4=DREAL(CY4)
      XCY4=DIMAG(CY4)
      RCX6=DREAL(CX6)
      XCY6=DIMAG(CX6)
      RCY6=DREAL(CY6)
      XCY6=DIMAG(CY6)
      XC14=VF/CX4
      YC14=VF/CY4
      XC16=VF/CX6
      YC16=VF/CY6
      ICX4=CCABS(XC14)
      ICY4=CCABS(YC14)

```

IMP05410
 IMPC5420
 IMPC5430
 IMPC5440
 IMPC5450
 IMPC5460
 IMPC5470
 IMPC5480
 IMPC5490
 IMPC5500
 IMPC5510
 IMPC5520
 IMPC5530
 IMPC5540
 IMPC5550
 IMPC5560
 IMPC5570
 IMPC5580
 IMPC5590
 IMPC5600
 IMPC5610
 IMPC5620
 IMPC5630
 IMPC5640
 IMPC5650
 IMPC5660
 IMPC5670
 IMPC5680
 IMPC5690
 IMPC5700
 IMPC5710
 IMPC5720
 IMPC5730
 IMPC5740
 IMPC5750
 IMPC5760
 IMPC5770
 IMPC5780
 IMPC5790
 IMPC5800
 IMPC5810
 IMPC5820
 IMPC5830
 IMPC5840
 IMPC5850
 IMPC5860
 IMPC5870
 IMPC5880
 IMPC5890
 IMPC5900
 IMPC5910
 IMPC5920
 IMPC5930
 IMPC5940
 IMPC5950
 IMPC5960
 IMPC5970
 IMPC5980
 IMPC5990
 IMPC6000



Sistema de Control C.A. - T.H. Guaymas/350300-91-92-93 - Cuento 536142-53077

```

ICX6=CDABS(XC16)
ICY6=CDABS(YC16)
MCX4=XCA4/RCA4
GCY4=XCY4/RCY4
MCX6=XCA6/RCA6
GCY6=XCY6/RCY6
A84=MCX4
A85=GCY4
A86=MCX6
A87=GCY6
IF(MCX4.LT.0.150)GO TO 341
IF(MCX4.GT.200.0)GO TO 341
CALL INT(A84,FI)
A33=FI
IDX4=A33*ICX4
341 IF(GCY4.LI.0.150)GO TO 342
IF(GCY4.GT.200.0)GO TO 342
CALL INT(A85,FI)
A34=FI
IDY4=A34*ICY4
342 IF(MCX6.LI.0.150)GO TO 343
IF(MCX6.GT.200.0)GO TO 343
CALL INT(A86,FI)
A35=FI
IDX6=A35*ICX6
343 IF(GCY6.LI.0.150)GO TO 327
IF(GCY6.GT.200.0)GO TO 327
CALL INT(A87,FI)
A36=FI
IEY6=A36*ICY6

```

C ***** CIRCUITOS TIPO 1 Y 5 *****

```

327 CX7=(ZM(JQ)*ZM(JP)+(ZM(JQ)+ZM(JP))*(ZM(JR)+3.0*ZFX(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZM(JR)+3.0*ZFX(JT)-A1*ZM(JP)))
CY7=(ZG(JQ)*ZG(JP)+(ZG(JQ)+ZG(JP))*(ZG(JR)+3.0*ZFY(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZG(JR)+3.0*ZFY(JT)-A1*ZG(JP)))
CX8=(ZM(JL)*ZM(JP)+(ZM(JQ)+ZM(JP))*(ZM(JR)+3.0*ZFX(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZM(JR)+3.0*ZFX(JT)-A2*ZM(JP)))
CY8=(ZG(JL)*ZG(JP)+(ZG(JQ)+ZG(JP))*(ZG(JR)+3.0*ZFY(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZG(JR)+3.0*ZFY(JT)-A2*ZG(JP)))
RCX7=DREAL(CX7)
XCX7=DIMAG(CX7)
RCY7=DREAL(CY7)
XCY7=DIMAG(CY7)
RCX8=DREAL(CX8)
XCX8=DIMAG(CX8)
RCY8=DREAL(CY8)
XCY8=DIMAG(CY8)
XC17=VF/CX7
YC17=VF/CY7
XC18=VF/CX8
YC18=VF/CY8
ICX7=CDABS(XC17)
ICY7=CDABS(YC17)
ICX8=CDABS(XC18)
ICY8=CDABS(YC18)
MCX7=XCA7/RCA7
GCY7=XCY7/RCY7
MCX8=XCA8/RCA8
GCY8=XCY8/RCY8

```

```

IMPC6010
IMPC6020
IMPC6030
IMPC6040
IMPC6050
IMPC6060
IMPC6070
IMPC6080
IMPC6090
IMPC6100
IMPC6110
IMPC6120
IMPC6130
IMPC6140
IMPC6150
IMPC6160
IMPC6170
IMPC6180
IMPC6190
IMPC6200
IMPC6210
IMPC6220
IMPC6230
IMPC6240
IMPC6250
IMPC6260
IMPC6270
IMPC6280
IMPC6290
IMPC6300
IMPC6310
IMPC6320
IMPC6330
IMPC6340
IMPC6350
IMPC6360
IMPC6370
IMPC6380
IMPC6390
IMPC6400
IMPC6410
IMPC6420
IMPC6430
IMPC6440
IMPC6450
IMPC6460
IMPC6470
IMPC6480
IMPC6490
IMPC6500
IMPC6510
IMPC6520
IMPC6530
IMPC6540
IMPC6550
IMPC6560
IMPC6570
IMPC6580
IMPC6590
IMPC6600

```



Sistema de Control C.A. - Tila Guayana 350200 - 91 92 93 - Cuito 525112 - 356077

```

A88=MCX7
A89=GCY7
A90=MCX8
A91=GCY8
IF(MCX7.LT.0.150)GO TO 344
IF(MCX7.GT.200.0)GO TO 344
CALL INT(A88,F1)
A37=F1
IDX7=A37*ICX7
344 IF(GCY7.LT.0.150)GO TO 345
IF(GCY7.GT.200.0)GO TO 345
CALL INT(A89,F1)
A38=F1
IDY7=A38*ICY7
345 IF(MCX8.LT.0.150)GO TO 346
IF(MCX8.GT.200.0)GO TO 346
CALL INT(A90,F1)
A39=F1
IDX8=A39*ICX8
346 IF(GCY8.LT.0.150)GO TO 347
IF(GCY8.GT.200.0)GO TO 347
CALL INT(A91,F1)
A40=F1
IDY8=A40*ICY8
347 IF(INT(JC).EQ.1)GO TO 324
IF(INT(JC).EQ.5)GC TO 324
***** CIRCLITOS TIPC 3 Y 7 *****
C
C
329 CX9=(ZM(JC)*ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*(ZM(JS)+3.0*ZFX(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZM(JS)+3.0*ZFX(JT)-A1*ZM(JP)))
CY9=(ZG(JC)+ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*(ZG(JS)+3.0*ZFY(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZG(JS)+3.0*ZFY(JT)-A1*ZG(JP)))
CX10=(ZM(JC)*ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*(ZM(JS)+3.0*ZFX(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZM(JS)+3.0*ZFX(JT)-A2*ZM(JP)))
CY10=(ZG(JC)+ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*(ZG(JS)+3.0*ZFY(JT)))/
1(SQRT(3.0)*(ZG(JS)+3.0*ZFY(JT)-A2*ZG(JP)))
KCX9=DREAL(CX9)
XCX9=DIMAG(CX9)
RCY9=DREAL(CY9)
XCY9=DIMAG(CY9)
KCX10=DREAL(CX10)
XCX10=DIMAG(CX10)
RCY10=DREAL(CY10)
XCY10=DIMAG(CY10)
XC19=VF/CX9
YC19=VF/CY9
XC110=VF/CX10
YC110=VF/CY10
ICX9=CDABS(XC19)
ICY9=CDABS(YC19)
ICX10=CDABS(XC110)
ICY10=CDABS(YC110)
MCX9=XCX9/RCX9
GCY9=XCY9/RCY9
MCX10=XCX10/RCX10
GCY10=XCY10/RCY10
A92=MCX9
A93=GCY9
A94=MCX10
A95=GCY10

```

```

IMP06610
IMP06620
IMP06630
IMP06640
IMP06650
IMP06660
IMP06670
IMP06680
IMP06690
IMP06700
IMP06710
IMP06720
IMP06730
IMP06740
IMP06750
IMP06760
IMP06770
IMP06780
IMP06790
IMP06800
IMP06810
IMP06820
IMP06830
IMP06840
IMP06850
IMP06860
IMP06870
IMP06880
IMP06890
IMP06900
IMP06910
IMP06920
IMP06930
IMP06940
IMP06950
IMP06960
IMP06970
IMP06980
IMP06990
IMP07000
IMP07010
IMP07020
IMP07030
IMP07040
IMP07050
IMP07060
IMP07070
IMP07080
IMP07090
IMP07100
IMP07110
IMP07120
IMP07130
IMP07140
IMP07150
IMP07160
IMP07170
IMP07180
IMP07190
IMP07200

```



Sistema de Control C. A. - IIA (Guaymas) 35030 - 81-92-91 - Órbita 53x42 - 12007

```

2 IF(MCX9.LT.0.150)GO TO 348
  IF(MCX9.GT.200.0)GO TO 348
  CALL INT(A92,FI)
  A41=FI
  IDX9=A41*ICX9
4 348 IF(GCY9.LT.0.150)GO TO 349
  IF(GCY9.GT.200.0)GO TO 349
  CALL INT(A93,FI)
  A42=FI
  IDY9=A42*ICY9
6 349 IF(MCX10.LT.0.150)GO TO 350
  IF(MCX10.GT.200.0)GO TO 350
  CALL INT(A94,FI)
  A43=FI
  IDX10=A43*ICX10
8 350 IF(GCY10.LT.0.150)GO TO 351
  IF(GCY10.GT.200.0)GO TO 351
  CALL INT(A95,FI)
  A44=FI
  IDY10=A44*ICY10
10 351 IF(NT(JC).EQ.2)GO TO 324
  IF(NT(JC).EQ.3)GO TO 324
  IF(NT(JC).EQ.6)GO TO 324
  IF(NT(JC).EQ.7)GO TO 324
12 C ***** CIRCUITOS TIPO 4 Y E *****
  C *****
14 340 CX11=(ZM(JC)*ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*3.0*ZFX(JT))/
  1(SQRT(3.0)*(3.0*ZFX(JT)-A1*ZM(JP)))
  CY11=(ZG(JC)*ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*3.0*ZFY(JT))/
  1(SQRT(3.0)*(3.0*ZFY(JT)-A1*ZG(JP)))
16 CX12=(ZM(JC)*ZM(JP)+(ZM(JC)+ZM(JP))*3.0*ZFX(JT))/
  1(SQRT(3.0)*(3.0*ZFX(JT)-A2*ZM(JP)))
  CY12=(ZG(JC)*ZG(JP)+(ZG(JC)+ZG(JP))*3.0*ZFY(JT))/
  1(SQRT(3.0)*(3.0*ZFY(JT)-A2*ZG(JP)))
18 RCX11=DREAL(CX11)
  XCX11=DIMAG(CX11)
  RCY11=DREAL(CY11)
  XCY11=DIMAG(CY11)
20 RCX12=DREAL(CX12)
  XCX12=DIMAG(CX12)
  RCY12=DREAL(CY12)
  XCY12=DIMAG(CY12)
22 XCI11=VF/CX11
  YCI11=VF/CY11
  XCI12=VF/CX12
  YCI12=VF/CY12
24 ICX11=CDABS(XCI11)
  ICI11=CDABS(YCI11)
  ICX12=CDABS(XCI12)
  ICI12=CDABS(YCI12)
26 MCX11=XCX11/RCX11
  GCY11=XCX11/RCY11
  MCX12=XCX12/RCX12
  GCY12=XCX12/RCY12
28 A96=MCX11
  A97=GCY11
  A98=MCX12
  A99=GCY12
30 IF(MCX11.LT.0.150)GO TO 352
  IF(MCX11.GT.200.0)GO TO 352
  
```

```

IMP07210
IMP07220
IMP07230
IMP07240
IMP07250
IMP07260
IMP07270
IMP07280
IMP07290
IMP07300
IMP07310
IMP07320
IMP07330
IMP07340
IMP07350
IMP07360
IMP07370
IMP07380
IMP07390
IMP07400
IMP07410
IMP07420
IMP07430
IMP07440
IMP07450
IMP07460
IMP07470
IMP07480
IMP07490
IMP07500
IMP07510
IMP07520
IMP07530
IMP07540
IMP07550
IMP07560
IMP07570
IMP07580
IMP07590
IMP07600
IMP07610
IMP07620
IMP07630
IMP07640
IMP07650
IMP07660
IMP07670
IMP07680
IMP07690
IMP07700
IMP07710
IMP07720
IMP07730
IMP07740
IMP07750
IMP07760
IMP07770
IMP07780
IMP07790
IMP07800
  
```



```

CALL INT(A56,F1)
A45=F1
352  IDX11=A45*ICX11
      IF(GCY11.LI.0.150)GO TO 353
      IF(GCY11.GT.200.0)GO TO 353
      CALL INT(A97,F1)
      A46=F1
353  IDY11=A46*ICY11
      IF(MCX12.LI.0.150)GO TO 354
      IF(MCX12.GT.200.0)GO TO 354
      CALL INT(A98,F1)
      A47=F1
354  IDX12=A47*ICX12
      IF(GCY12.LI.0.150)GO TO 324
      IF(GCY12.GT.200.0)GO TO 324
      CALL INT(A99,F1)
      A48=F1
      IDY12=A48*ICY12
      ***  CALCULO DE IFALLA DE LINEA-TIERRA EN LA PRIMERA BARRA ***
      *****
324  IF(NT(JQ).EC.1)GO TO 355
      IF(NT(JQ).EC.2)GO TO 356
      IF(NT(JQ).EC.3)GO TO 357
      IF(NT(JQ).EC.4)GO TO 358
      IF(NT(JQ).EC.5)GO TO 355
      IF(NT(JQ).EC.6)GO TO 356
      IF(NT(JQ).EC.7)GO TO 357
      IF(NT(JQ).EC.8)GO TO 358
      IF(NT(JQ).EC.9)GO TO 355
      IF(NT(JQ).EC.10)GO TO 356
      *****  CIRCUITOS TIPO 2, E Y 10 *****
      *****
356  CX1=(ZM(JQ)+ZM(JP)+ZM(JT)+3.0*ZFX(JP))/3.0
      CY1=(ZG(JQ)+ZG(JP)+ZG(JT)+3.0*ZFY(JP))/3.0
      RCX1=DREAL(CX1)
      XCX1=DIMAG(CX1)
      RCY1=DREAL(CY1)
      XCY1=DIMAG(CY1)
      XC11=VF/CX1
      YC11=VF/CY1
      ICX1=CABS(XC11)
      ICY1=CABS(YC11)
      MCX1=XCX1/RCX1
      GCY1=XCY1/RCY1
      B80=MCX1
      B81=GCY1
      IF(MCX1.LI.0.150)GO TO 359
      IF(MCX1.GT.200.0)GO TO 359
      CALL INT(B80,F1)
      A49=F1
359  IDX1=A49*ICX1
      IF(GCY1.LI.0.150)GO TO 355
      IF(GCY1.GT.200.0)GO TO 355
      CALL INT(B81,F1)
      A50=F1
      IDY1=A50*ICY1

```

```

C *****  CIRCUITOS TIPO 1,5 Y 5 *****
C *****
355  CX14=(ZM(JQ)+ZM(JP)+ZM(JR)+3.0*ZFX(JP))/3.0

```

- IMPC7810
- IMPC7820
- IMPC7830
- IMPC7840
- IMPC7850
- IMPC7860
- IMPC7870
- IMPC7880
- IMPC7890
- IMPC7900
- IMPC7910
- IMPC7920
- IMPC7930
- IMPC7940
- IMPC7950
- IMPC7960
- IMPC7970
- IMPC7980
- IMPC7990
- IMPC8000
- IMPC8010
- IMPC8020
- IMPC8030
- IMPC8040
- IMPC8050
- IMPC8060
- IMPC8070
- IMPC8080
- IMPC8090
- IMPC8100
- IMPC8110
- IMPC8120
- IMPC8130
- IMPC8140
- IMPC8150
- IMPC8160
- IMPC8170
- IMPC8180
- IMPC8190
- IMPC8200
- IMPC8210
- IMPC8220
- IMPC8230
- IMPC8240
- IMPC8250
- IMPC8260
- IMPC8270
- IMPC8280
- IMPC8290
- IMPC8300
- IMPC8310
- IMPC8320
- IMPC8330
- IMPC8340
- IMPC8350
- IMPC8360
- IMPC8370
- IMPC8380
- IMPC8390
- IMPC8400



Sistema de Control C.A. - 175 Unidad 200-90-91-92-93 - Cuzco 504142-506077

```

LY14=(ZG(JL)+ZG(JP)+ZG(JR)+3.C*ZFY(JP))/3.0
RCX14=DREAL(CX14)
XCX14=DIMAG(CX14)
RCY14=DREAL(CY14)
XCY14=DIMAG(CY14)
XC114=VF/CX14
YC114=VF/CY14
ICX14=CDABS(XC114)
ICY14=CDABS(YC114)
MCX14=XCX14/RCX14
GCY14=XCY14/RCY14
B82=MCX14
B83=GCY14
IF(MCX14.LT.0.15C)GO TO 360
IF(MCX14.GT.200.C)GO TO 360
CALL INT(B82,F1)
A51=F1
IDX14=A51*ICX14
IF(GCY14.LT.0.150)GO TO 361
IF(GCY14.GT.200.C)GO TO 361
CALL INT(B83,F1)
A52=F1
IDY14=A52*ICY14
IF(NT(JQ).EQ.1)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.5)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.9)GO TO 380
***** CIRCUITOS TIPO 3 Y 7 *****
*****
357 CX15=(ZM(JL)+ZM(JP)+ZM(JS)+3.C*ZFX(JP))/3.0
CY15=(ZG(JL)+ZG(JP)+ZG(JS)+3.C*ZFY(JP))/3.0
RCX15=DREAL(CX15)
XCX15=DIMAG(CX15)
RCY15=DREAL(CY15)
XCY15=DIMAG(CY15)
XC115=VF/CX15
YC115=VF/CY15
ICX15=CDABS(XC115)
ICY15=CDABS(YC115)
MCX15=XCX15/RCX15
GCY15=XCY15/RCY15
B84=MCX15
B85=GCY15
IF(MCX15.LT.0.15C)GO TO 362
IF(MCX15.GT.200.C)GO TO 362
CALL INT(B84,F1)
A53=F1
IDX15=A53*ICX15
IF(GCY15.LT.0.150)GO TO 363
IF(GCY15.GT.200.C)GO TO 363
CALL INT(B85,F1)
A54=F1
IDY15=A54*ICY15
IF(NT(JQ).EQ.2)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.3)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.6)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.7)GO TO 380
IF(NT(JQ).EQ.10)GO TO 380
***** CIRCUITOS TIPO 4 Y 8 *****
*****
358 CX16=(ZM(JL)+ZM(JP)+3.C*ZFX(JP))/3.0

```

```

IMP08410
IMP08420
IMP08430
IMP08440
IMP08450
IMP08460
IMP08470
IMP08480
IMP08490
IMP08500
IMP08510
IMP08520
IMP08530
IMP08540
IMP08550
IMP08560
IMP08570
IMP08580
IMP08590
IMP08600
IMP08610
IMP08620
IMP08630
IMP08640
IMP08650
IMP08660
IMP08670
IMP08680
IMP08690
IMP08700
IMP08710
IMP08720
IMP08730
IMP08740
IMP08750
IMP08760
IMP08770
IMP08780
IMP08790
IMP08800
IMP08810
IMP08820
IMP08830
IMP08840
IMP08850
IMP08860
IMP08870
IMP08880
IMP08890
IMP08900
IMP08910
IMP08920
IMP08930
IMP08940
IMP08950
IMP08960
IMP08970
IMP08980
IMP08990
IMP09000

```



180

Sistemas de Control L. A. - File Control, 50000 91-92 93 - Cans 52-142 52007

```

CY16=(ZG(JC)+ZG(JP)+2.0*ZFY(JP))/3.0
KCX16=DREAL(CX16)
XCX16=DIMAG(CX16)
RCY16=DREAL(CY16)
XCY16=DIMAG(CY16)
XC116=VF/CX16
YC116=VF/CY16
ICX16=CDABS(XC116)
ICY16=CDABS(YC116)
MCX16=XCX16/RCX16
GCY16=XCY16/RCY16
B86=MCX16
B87=GCY16
IF(MCX16.LT.0.150)GO TO 364
IF(MCX16.GT.200.0)GO TO 364
CALL INT(B86,F1)
A55=F1
IDX16=A55*ICX16
IF(GCY16.LT.C.150)GO TO 380
IF(GCY16.GT.200.0)GO TO 380
CALL INT(B87,F1)
A56=F1
IDY16=A56*ICY16
** ESCRIBA DATOS DE FALLA EN LA PRIMERA BARRA **
*****
380 IF(INT(JC).EQ.1)GO TO 370
IF(INT(JC).EQ.2)GO TO 371
IF(INT(JC).EQ.3)GO TO 372
IF(INT(JC).EQ.4)GO TO 373
IF(INT(JC).EQ.5)GO TO 374
IF(INT(JC).EQ.6)GO TO 375
IF(INT(JC).EQ.7)GO TO 376
IF(INT(JC).EQ.8)GO TO 377
IF(INT(JC).EQ.9)GO TO 378
IF(INT(JC).EQ.10)GO TO 379
WRITE(6,381)INT(JC),ICX3,ICX2,ICX7,ICX8,ICX14,ICY3,ICY2,ICY7,
1 ICY8,ICY14,IDX3,ICX2,IDX7,IDX8,ICX14,ICY3,IDY2,IDY7,ICY8,IDY14,
2 MCX3,MCX2,MCX7,MCX8,MCX14,GCY3,GCY2,GCY7,GCY8,GCY14,
3 XCX3,XCX2,XCX7,XCX8,XCX14,XCY3,XCY2,XCY7,XCY8,XCY14,
4 RCX3,RCX2,RCX7,RCX8,RCX14,RCY3,RCY2,RCY7,RCY8,RCY14
381 FLRMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19(' ','/','2X','ISIM MAX',2F11.2,
2 66X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,2X,
2 'IASIM MAX',2F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,
2 2X,'X/K' MAX',2F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,
2 2X,'XEQ. MAX',2F11.4,66X,3F11.4,/,8X,'MIN',2F11.4,66X,3F11.2,/,
2 2,/,2X,'REG. MAX',2F11.4,66X,3F11.4,/,8X,'MIN',2F11.4,66X,3F11.4,/,
2 /)
GO TO 391
371 WRITE(6,382)INT(JC),
1 ICX3,ICX2,ICX9,ICX10,ICX15,ICX4,ICX6,ICX1,ICX7,ICX8,ICX14,
1 ICY3,ICY2,ICY9,ICY10,ICY15,ICY4,ICY6,ICY1,ICY7,ICY8,ICY14,
1 IDX3,IDX2,IDX9,IDX10,IDX15,IDX4,IDX6,IDX1,IDX7,IDX8,IDX14,
1 IDY3,IDY2,IDY9,IDY10,IDY15,IDY4,IDY6,IDY1,IDY7,IDY8,IDY14,
2 MCX3,MCX2,MCX9,MCX10,MCX15,MCX4,MCX6,MCX1,MCX7,MCX8,MCX14,
2 GCY3,GCY2,GCY9,GCY10,GCY15,GCY4,GCY6,GCY1,GCY7,GCY8,GCY14,
3 XCX3,XCX2,XCX9,XCX10,XCX15,XCX4,XCX6,XCX1,XCX7,XCX8,XCX14,
3 XCY3,XCY2,XCY9,XCY10,XCY15,XCY4,XCY6,XCY1,XCY7,XCY8,XCY14,
4 RCX3,RCX2,RCX9,RCX10,RCX15,RCX4,RCX6,RCX1,RCX7,RCX8,RCX14,
4 RCY3,RCY2,RCY9,RCY10,RCY15,RCY4,RCY6,RCY1,RCY7,RCY8,RCY14
382 FLRMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19(' ','/','2X','

```

```

IMP09010
IMP09020
IMP09030
IMP09040
IMP09050
IMP09050
IMP09070
IMP09080
IMP09090
IMP09100
IMP09110
IMP09120
IMP09130
IMP09140
IMP09150
IMP09160
IMP09170
IMP09180
IMP09190
IMP09200
IMP09210
IMP09220
IMP09230
IMP09240
IMP09250
IMP09260
IMP09270
IMP09280
IMP09290
IMP09300
IMP09310
IMP09320
IMP09330
IMP09340
IMP09350
IMP09360
IMP09370
IMP09380
IMP09390
IMP09400
IMP09410
IMP09420
IMP09430
IMP09440
IMP09450
IMP09460
IMP09470
IMP09480
IMP09490
IMP09500
IMP09510
IMP09520
IMP09530
IMP09540
IMP09550
IMP09560
IMP09570
IMP09580
IMP09590
IMP09600

```



Sistema de Control C.A. - Vlt. Universidad 360300 - 91 - 92 - 93 - Cúcuta 58-112 - 62007

```

12X, 'ISIM MAX', '11F11.2, /, 8X, 'MIN', '11F11.2, /, /,
22X, 'IASIM MAX', '11F11.2, /, 8X, 'MIN', '11F11.2, /, /,
32X, 'X/R MAX', '11F11.2, /, 8X, 'MIN', '11F11.2, /, /,
22X, 'XEQ. MAX', '11F11.2, /, 8X, 'MIN', '11F11.2, /, /,
32X, 'REC. MAX', '11F11.2, /, 8X, 'MIN', '11F11.2, /, /,

```

```

IMP09610
IMP09620
IMP09630
IMP09640
IMP09650
IMP09660
IMP09670
IMP09680
IMP09690
IMP09700
IMP09710
IMP09720
IMP09730
IMP09740
IMP09750
IMP09760
IMP09770
IMP09780
IMP09790
IMP09800
IMP09810
IMP09820
IMP09830
IMP09840
IMP09850
IMP09860
IMP09870
IMP09880
IMP09890
IMP09900
IMP09910
IMP09920
IMP09930
IMP09940
IMP09950
IMP09960
IMP09970
IMP09980
IMP09990
IMP10000
IMP10010
IMP10020
IMP10030
IMP10040
IMP10050
IMP10060
IMP10070
IMP10080
IMP10090
IMP10100
IMP10110
IMP10120
IMP10130
IMP10140
IMP10150
IMP10160
IMP10170
IMP10180
IMP10190
IMP10200

```

372

```

GC IC 391
WRITE(6,383)NT(JC),
11CX3, ICX2, ICX9, ICX10, ICX15,
11CY3, ICY2, ICY9, ICY10, ICY15,
11DX3, IDX2, IDX9, IDX10, IDX15,
11DY3, IDY2, IDY9, IDY10, IDY15,
2MCX3, MCX2, MCX9, MCX10, MCX15,
2GCY3, GCY2, GCY9, GCY10, GCY15,
3XCX3, XCX2, XCX9, XCX10, XCX15,
3XCY3, XCY2, XCY9, XCY10, XCY15,
4RCX3, RCX2, RCX9, RCX10, RCX15,
4RCY3, RCY2, RCY9, RCY10, RCY15,

```

383

```

FCRMT(14X, '0', 7X, 12, 4X, '1', /, 13X, 19(' - '), /, 2X, 'ISIM MAX',
25F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'IASIM MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'X/R MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'XEQ. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /, 2X,
2'REC. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /,

```

373

```

GC IC 391
WRITE(6,384)NT(JC),
11CX3, ICX2, ICX11, ICX12, ICX16,
11CY3, ICY2, ICY11, ICY12, ICY16,
11DX3, IDX2, IDX11, IDX12, IDX16,
11DY3, IDY2, IDY11, IDY12, IDY16,
2MCX3, MCX2, MCX11, MCX12, MCX16,
2GCY3, GCY2, GCY11, GCY12, GCY16,
3XCX3, XCX2, XCX11, XCX12, XCX16,
3XCY3, XCY2, XCY11, XCY12, XCY16,
4RCX3, RCX2, RCX11, RCX12, RCX16,
4RCY3, RCY2, RCY11, RCY12, RCY16,

```

384

```

FCRMT(14X, '0', 7X, 12, 4X, '1', /, 13X, 19(' - '), /, 2X, 'ISIM MAX', 5F11.2,
2/, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'IASIM MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'X/R MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'XEQ. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /, 2X,
2'REC. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /,

```

374

```

GC IC 391
WRITE(6,385)NT(JC), ICX2, ICX7, ICX8, ICX14, ICY2, ICY7,
11CY8, ICY14, IDX2, IDX7, IDX8, ICX14, IDY2, IDY7, IDY8, IDY14,
2MCX2, MCX7, MCX8, MCX14, GCY2, GCY7, GCY8, GCY14,
3XCX2, XCX7, XCX8, XCX14, XCY2, XCY7, XCY8, XCY14,
4RCX2, RCX7, RCX8, RCX14, RCY2, RCY7, RCY8, RCY14,

```

385

```

FCRMT(14X, '0', 7X, 12, 4X, '1', /, 13X, 19(' - '), /, 2X, 'ISIM MAX', 11X,
2F11.2, 66X, 3F11.2, /, 8X, 'MIN', 11X, F11.2, 66X, 3F11.2, /, /, 2X,
2'IASIM MAX', 11X, F11.2, 66X, 3F11.2, /, 8X, 'MIN', 11X, F11.2, 66X,
2, 3F11.2, /, /, 2X, 'X/R MAX', 11X, F11.2, 66X, 3F11.2, /, 8X, 'MIN', 11X,
2F11.2, 66X, 3F11.2, /, /, 2X, 'XEQ. MAX', 11X, F11.4, 66X, 3F11.4, /, 8X,
2'MIN', 11X, F11.4, 66X, 3F11.4, /, /, 2X, 'REC. MAX', 11X, F11.4, 66X,
23F11.4, /, 8X, 'MIN', 11X, F11.4, 66X, 3F11.4, /, /,

```

375

```

GC IC 391
WRITE(6,386)NT(JC),
11CX2, ICX9, ICX10, ICX15, ICX4, ICX6, ICX1, ICX7, ICX8, ICX14,
11CY2, ICY9, ICY10, ICY15, ICY4, ICY6, ICY1, ICY7, ICY8, ICY14,
11DX2, IDX9, IDX10, IDX15, IDX4, IDX6, IDX1, IDX7, IDX8, IDX14,
11DY2, IDY9, IDY10, IDY15, IDY4, IDY6, IDY1, IDY7, IDY8, IDY14,

```



Sistema de Control C. A. - Tlf. Guayaquil 260200 91-92-93 - Ciroto 526142-63607

```

2MCX2,MCX9,MCX10,MCX15,MCX4,MCX6,MCX1,MCX7,MCX8,MCX14,
2GCY2,GCY9,GCY10,GCY15,GCY4,GCY6,GCY1,GCY7,GCY8,GCY14,
3XCX2,XCX9,XCX10,XCX15,XCX4,XCX6,XCX1,XCX7,XCX8,XCX14,
3XCY2,XCY9,XCY10,XCY15,XCY4,XCY6,XCY1,XCY7,XCY8,XCY14,
4RCX2,RCX9,RCX10,RCX15,RCX4,RCX6,RCX1,RCX7,RCX8,RCX14,
4RCY2,RCY9,RCY10,RCY15,RCY4,RCY6,RCY1,RCY7,RCY8,RCY14
386  FORMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',11X,
      12X,'ISIM MAX',11X,10F11.2,/,EX,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      22X,'IASIM MAX',11X,10F11.2,/,EX,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      32X,'X/R MAX',11X,10F11.2,/,EX,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      22X,'XEQ. MAX',11X,10F11.4,/,8X,'MIN',11X,10F11.4,/,/,
      32X,'REQ. MAX',11X,10F11.4,/,8X,'MIN',11X,10F11.4,/,/)
      GO TO 391
376  WRITE(6,387)NT(JC),
      11CX2,1CX9,1CX10,1CX15,
      11CY2,1CY9,1CY10,1CY15,
      11DX2,1DX9,1DX10,1DX15,
      11DY2,1DY9,1DY10,1DY15,
      2MCX2,MCX9,MCX10,MCX15,
      2GCY2,GCY9,GCY10,GCY15,
      3XCX2,XCX9,XCX10,XCX15,
      3XCY2,XCY9,XCY10,XCY15,
      4RCX2,RCX9,RCX10,RCX15,
      4RCY2,RCY9,RCY10,RCY15
387  FORMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',11X,
      24F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'IASIM MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'X/R MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'XEQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/,2X,
      2,'REQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/)
      GO TO 391
377  WRITE(6,388)NT(JC),
      11CX2,1CX11,1CX12,1CX16,
      11CY2,1CY11,1CY12,1CY16,
      11DX2,1DX11,1DX12,1DX16,
      11DY2,1DY11,1DY12,1DY16,
      2MCX2,MCX11,MCX12,MCX16,
      2GCY2,GCY11,GCY12,GCY16,
      3XCX2,XCX11,XCX12,XCX16,
      3XCY2,XCY11,XCY12,XCY16,
      4RCX2,RCX11,RCX12,RCX16,
      4RCY2,RCY11,RCY12,RCY16
388  FORMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',11X,
      24F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'IASIM MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'X/R MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
      2,'XEQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/,2X,
      2,'REQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/)
      GO TO 391
378  WRITE(6,389)NT(JC),1CX14,
      11CY14,1DX14,1DY14,
      2MCX14,GCY14,
      3ALX14,XCY14,
      4RCX14,RCY14
389  FORMAT(14X,'0',7X,12,4X,'1',/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',110X,
      2F11.2,/,8X,'MIN',110X,F11.2,/,/,2X,
      2,'IASIM MAX',110X,F11.2,/,8X,'MIN',110X,F11.2,
      2/,/,2X,'X/R MAX',110X,F11.2,/,8X,'MIN',110X,
      2F11.2,/,/,2X,'XEQ. MAX',110X,F11.4,/,8X,
      2,'MIN',110X,F11.4,/,/,2X,'REC. MAX',110X,F11.4,

```

```

IMP10210
IMP10220
IMP10230
IMP10240
IMP10250
IMP10260
IMP10270
IMP10280
IMP10290
IMP10300
IMP10310
IMP10320
IMP10330
IMP10340
IMP10350
IMP10360
IMP10370
IMP10380
IMP10390
IMP10400
IMP10410
IMP10420
IMP10430
IMP10440
IMP10450
IMP10460
IMP10470
IMP10480
IMP10490
IMP10500
IMP10510
IMP10520
IMP10530
IMP10540
IMP10550
IMP10560
IMP10570
IMP10580
IMP10590
IMP10600
IMP10610
IMP10620
IMP10630
IMP10640
IMP10650
IMP10660
IMP10670
IMP10680
IMP10690
IMP10700
IMP10710
IMP10720
IMP10730
IMP10740
IMP10750
IMP10760
IMP10770
IMP10780
IMP10790
IMP10800

```



```

2/ , 8X, 'MIN', 110X, F11.4, /, /)
GC TC 391
379 WRITE(6,390)NT(JC),
11CX15, ICX1, ICX14,
11CY15, ICY1, ICY14,
11DX15, IDX1, IDX14,
11DY15, IDY1, IDY14,
21CX15, MCX1, MCX14,
21CY15, MCY1, MCY14,
31CX15, KCX1, KCX14,
31CY15, KCY1, KCY14,
41CX15, RCX1, RCX14,
41CY15, RCY1, RCY14
390 FCRMAT(114X, 'J', 7X, 12, 4X, '1', /, 13X, 19(' - '), /,
12X, 'ISIM MAX', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2,
8, /, 8X, 'MIN', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2, /, /,
22X, 'IASIM MAX', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2, /, /,
7, /, 8X, 'MIN', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2, /, /,
32X, 'X/K MAX', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2, /, /,
6, /, 8X, 'MIN', 44X, F11.2, 22X, F11.2, 22X, F11.2, /, /,
22X, 'XEQ. MAX', 44X, F11.4, 22X, F11.4, 22X, F11.4, /, /,
5, /, 8X, 'MIN', 44X, F11.4, 22X, F11.4, 22X, F11.4, /, /,
32X, 'REQ. MAX', 44X, F11.4, 22X, F11.4, 22X, F11.4, /, /,
4, /, 8X, 'MIN', 44X, F11.4, 22X, F11.4, 22X, F11.4, /, /)
391 WRITE(6,23)
23 FCRMAT(/, /, /, /, 28X, 'TABLA DE RESULTADOS DE I-(X/R)-(I*/I)-ZECUIV(R
6, X)-SIMETRICOS Y ASIMETRICOS', /, 1X, 131(' - '), /, /, 1X, 'RESULTADOS',
52X, 'LINEA', 2X, 'CIRC', 2X, 'BARRA', /, 1X, 'DEL DISENO', 3X, 'NO.',
43X, 'TIPO', 3X, 'FALLA', 12X, 'ZC01/ZC02(+)', 25X, 'ZC02', 3CX, 'Z003', /,
31X, 'DE LA RED', 3X, 19(' * '), 3X, 31(' - '), 2X, 31(' - '), /, 15X,
213FASE', 7X, 'L-L', 7X, 'LL-G', 7X, 'LL-G*', 7X, 'L-G', 7X, 'LL-N', 7X,
11LL-N*', 7X, 'L-N', 7X, 'LL-NG', 6X, 'LL-NG*', 5X, 'L-NG', /, 1X, 131(' - '),
7/)
** CALCULO DE LA IFALLA EN LAS DEMAS BARRAS DEL SISTEMA **
*****
*** VALORES PARA SELECCION DEL ZFALLA ***
*****
JA=1
JB=2
JC=3
JD=4
JE=5
DC 65 K=1, NL
C ** INICIALIZACION DE VALORES DE IFALLA **
C
IA1(K)=0.0
IA2(K)=0.0
IA3(K)=0.0
IA4(K)=0.0
IA6(K)=0.0
IA7(K)=0.0
IA8(K)=0.0
IA9(K)=0.0
IA10(K)=0.0
IA11(K)=0.0
IA12(K)=0.0
IA14(K)=0.0
IA15(K)=0.0
IA16(K)=0.0

```

```

IMP10810
IMP10820
IMP10830
IMP10840
IMP10850
IMP10860
IMP10870
IMP10880
IMP10890
IMP10900
IMP10910
IMP10920
IMP10930
IMP10940
IMP10950
IMP10960
IMP10970
IMP10980
IMP10990
IMP11000
IMP11010
IMP11020
IMP11030
IMP11040
IMP11050
IMP11060
IMP11070
IMP11080
IMP11090
IMP11100
IMP11110
IMP11120
IMP11130
IMP11140
IMP11150
IMP11160
IMP11170
IMP11180
IMP11190
IMP11200
IMP11210
IMP11220
IMP11230
IMP11240
IMP11250
IMP11260
IMP11270
IMP11280
IMP11290
IMP11300
IMP11310
IMP11320
IMP11330
IMP11340
IMP11350
IMP11360
IMP11370
IMP11380
IMP11390
IMP11400

```



F11(K)=0.0
F12(X)=0.0
F13(K)=0.0
F14(K)=0.0
F16(K)=0.0
F17(K)=0.0
F18(K)=0.0
F19(K)=0.0
F110(K)=0.0
F111(K)=0.0
F112(X)=0.0
F114(K)=0.0
F115(K)=0.0
F116(K)=0.0

C

IB1(K)=0.0
IB2(K)=0.0
IB3(K)=0.0
IB4(X)=0.0
IB6(K)=0.0
IB7(K)=0.0
IB8(K)=0.0
IB9(K)=0.0
IB10(X)=0.0
IB11(X)=0.0
IB12(K)=0.0
IB14(K)=0.0
IB15(X)=0.0
IB16(K)=0.0

C

G11(K)=0.0
G12(K)=0.0
G13(X)=0.0
G14(K)=0.0
G16(K)=0.0
G17(X)=0.0
G18(K)=0.0
G19(X)=0.0
G110(X)=0.0
G111(X)=0.0
G112(K)=0.0
G114(K)=0.0
G115(K)=0.0
G116(K)=0.0

C *SUMA DE LA Z VISTA DESDE EL PUNTO DE FALLA Y LA Z DE LA FUENTE*

C

M_w=K
DX1(K)=ZM(JA)+ZL1(K)
DX2(K)=ZM(JB)+ZL1(K)
DX3(K)=ZM(JC)+ZLC1(K)
DX4(K)=ZM(JD)+ZLC2(K)
DX5(K)=ZM(JE)+ZLC3(K)

DY1(K)=ZG(JA)+ZL1(K)
DY2(K)=ZG(JB)+ZL1(K)
DY3(K)=ZG(JC)+ZLC1(K)
DY4(K)=ZG(JD)+ZLC2(K)
DY5(K)=ZG(JE)+ZLC3(K)

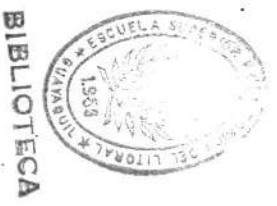
C

C

** SELECCION DE SISTEMAS TRIFASICOS, BIFASICOS Y MONOFASICOS **

C

IMP11410
IMP11420
IMP11430
IMP11440
IMP11450
IMP11460
IMP11470
IMP11480
IMP11490
IMP11500
IMP11510
IMP11520
IMP11530
IMP11540
IMP11550
IMP11560
IMP11570
IMP11580
IMP11590
IMP11600
IMP11610
IMP11620
IMP11630
IMP11640
IMP11650
IMP11660
IMP11670
IMP11680
IMP11690
IMP11700
IMP11710
IMP11720
IMP11730
IMP11740
IMP11750
IMP11760
IMP11770
IMP11780
IMP11790
IMP11800
IMP11810
IMP11820
IMP11830
IMP11840
IMP11850
IMP11860
IMP11870
IMP11880
IMP11890
IMP11900
IMP11910
IMP11920
IMP11930
IMP11940
IMP11950
IMP11960
IMP11970
IMP11980
IMP11990
IMP12000



2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32

67 IF(NT(K)-4)66,66,67
69 IF(NT(K)-8)68,68,69
66 IF(NT(K)-10)70,70,43
M=3

***** CALCULO DE IFALLA TRIFASICA *****

***** CIRCUITOS TIPC 1,2 3 Y 4 *****

PX3=CX1(K)+ZFX(M)
PY3=DY1(K)+ZFY(M)
RPX3(K)=DREAL(PX3)
RPY3(K)=DREAL(PY3)
XPX3(K)=DIMAG(PX3)
XPY3(K)=DIMAG(PY3)
X13=VF/PX3
Y13=VF/PY3
IX3(K)=CCABS(X13)
IY3(K)=CCABS(Y13)
MZ3(K)=XPX3(K)/RPX3(K)
GZ3(K)=XPY3(K)/RPY3(K)
IF(MZ3(K).LT.0.150)GC TO 199
IF(MZ3(K).GT.200.0)GC TO 199
CM3=MZ3(K)
CG3=GZ3(K)
CALL INT(CM3,F1)
F13(K)=F1
IA3(K)=F13(K)*IX3(K)
199 IF(GZ3(K).LT.0.150)GC TO 68
IF(GZ3(K).GT.200.0)GC TO 68
CALL INT(CG3,F1)
G13(K)=F1
IB3(K)=G13(K)*IY3(K)

68 M=2

*** CALCULO DE IFALLA DE LINEA-LINEA *****

***** CIRCUITOS TIPC 1,2,3,4,5,6,7 Y 8 *****

PX2=(DX1(K)+DX2(K)+ZFX(M))/SQRT(3.0)
PY2=(DY1(K)+DY2(K)+ZFY(M))/SQRT(3.0)
RPX2(K)=DREAL(PX2)
XPX2(K)=DIMAG(PX2)
RPY2(K)=DREAL(PY2)
XPY2(K)=DIMAG(PY2)
X12=VF/PX2
Y12=VF/PY2
IX2(K)=CCABS(X12)
IY2(K)=CCABS(Y12)
MZ2(K)=XPX2(K)/RPX2(K)
GZ2(K)=XPY2(K)/RPY2(K)
CM2=MZ2(K)
CG2=GZ2(K)
IF(MZ2(K).LT.0.150)GC TO 200
IF(MZ2(K).GT.200.0)GC TO 200
CALL INT(CM2,F1)
F12(K)=F1
IA2(K)=F12(K)*IX2(K)
200 IF(GZ2(K).LT.0.150)GC TO 201
IF(GZ2(K).GT.200.0)GC TO 201
CALL INT(CG2,F1)

IMP12010
IMP12020
IMP12030
IMP12040
IMP12050
IMP12060
IMP12070
IMP12080
IMP12090
IMP12100
IMP12110
IMP12120
IMP12130
IMP12140
IMP12150
IMP12160
IMP12170
IMP12180
IMP12190
IMP12200
IMP12210
IMP12220
IMP12230
IMP12240
IMP12250
IMP12260
IMP12270
IMP12280
IMP12290
IMP12300
IMP12310
IMP12320
IMP12330
IMP12340
IMP12350
IMP12360
IMP12370
IMP12380
IMP12390
IMP12400
IMP12410
IMP12420
IMP12430
IMP12440
IMP12450
IMP12460
IMP12470
IMP12480
IMP12490
IMP12500
IMP12510
IMP12520
IMP12530
IMP12540
IMP12550
IMP12560
IMP12570
IMP12580
IMP12590
IMP12600



C
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
186

Sistema de Control C.A. - File Guayaquil 250201 - 91 - 97 - 91 - Curo 5/26/12 5:00:07

```

GI2(K)=F1
IB2(K)=GI2(K)*IY2(K)
***** CALCULO DE IFALLA DE DOBLE LINEA-TIERRA *****
C
C
201 IF(NT(K).EQ.1)GO TO 71
IF(NT(K).EQ.2)GO TO 72
IF(NT(K).EQ.3)GO TO 73
IF(NT(K).EQ.4)GO TO 74
IF(NT(K).EQ.5)GO TO 71
IF(NT(K).EQ.6)GO TO 72
IF(NT(K).EQ.7)GO TO 73
IF(NT(K).EQ.8)GO TO 74
IF(NT(K).EQ.9)GO TO 70
IF(NT(K).EQ.10)GO TO 70

C
72 N=4
***** TIPO DE CIRCUITOS 2 Y 6 *****
C
C
PX4=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX4(K)+(3.0*ZFX(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DX4(K)+(3.0*ZFX(M))-A1*DX2(K)))
PY4=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY4(K)+(3.0*ZFY(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DY4(K)+(3.0*ZFY(M))-A1*DY2(K)))
RPX4(K)=DREAL(PX4)
XPX4(K)=DIMG(PX4)
RPY4(K)=DREAL(PY4)
XPY4(K)=DIMG(PY4)
XI4=VF/PX4
YI4=VF/PY4
IX4(K)=CDABS(XI4)
IY4(K)=CDABS(YI4)
MZ4(K)=XPX4(K)/RPX4(K)
GZ4(K)=XPY4(K)/RPY4(K)
CM4=MZ4(K)
GG4=GZ4(K)
IF(MZ4(K).LT.0.150)GO TO 202
IF(GZ4(K).GT.200.0)GO TO 202
CALL INT(CM4,F1)
F14(K)=F1
IA4(K)=F14(K)*IX4(K)
202 IF(GZ4(K).LT.0.150)GO TO 203
IF(GZ4(K).GT.200.0)GO TO 203
CALL INT(GZ4,F1)
GI4(K)=F1
IB4(K)=GI4(K)*IY4(K)
C* CALCULO DE IFALLA EN LA OTRA FASE
C
203 PX6=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX4(K)+(3.0*ZFX(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DX4(K)+(3.0*ZFX(M))-A2*DX2(K)))
PY6=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY4(K)+(3.0*ZFY(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DY4(K)+(3.0*ZFY(M))-A2*DY2(K)))
RPX6(K)=DREAL(PX6)
XPX6(K)=DIMG(PX6)
RPY6(K)=DREAL(PY6)
XPY6(K)=DIMG(PY6)
XI6=VF/PX6
YI6=VF/PY6
IX6(K)=CDABS(XI6)
IY6(K)=CDABS(YI6)
MZ6(K)=XPX6(K)/RPX6(K)
GZ6(K)=XPY6(K)/RPY6(K)

```

```

IMP12610
IMP12620
IMP12630
IMP12640
IMP12650
IMP12660
IMP12670
IMP12680
IMP12690
IMP12700
IMP12710
IMP12720
IMP12730
IMP12740
IMP12750
IMP12760
IMP12770
IMP12780
IMP12790
IMP12800
IMP12810
IMP12820
IMP12830
IMP12840
IMP12850
IMP12860
IMP12870
IMP12880
IMP12890
IMP12900
IMP12910
IMP12920
IMP12930
IMP12940
IMP12950
IMP12960
IMP12970
IMP12980
IMP12990
IMP13000
IMP13010
IMP13020
IMP13030
IMP13040
IMP13050
IMP13060
IMP13070
IMP13080
IMP13090
IMP13100
IMP13110
IMP13120
IMP13130
IMP13140
IMP13150
IMP13160
IMP13170
IMP13180
IMP13190
IMP13200

```



CESERCOMP - ESPOL



BIBLIOTECA

Sistema de Control C.A. - T-14, Guayaquil 250.000 - 91 - 97 - 93 - Orito 526142 576017

```

CM6=MZ6(K)
CG6=GZ6(K)
IF(MZ6(K).LT.0.150)GO TO 204
IF(MZ6(K).GT.200.0)GO TO 204
CALL INT (CM6,F1)
FI6(K)=F1
IA6(K)=FI6(K)*IX6(K)
204 IF(GZ6(K).LT.0.150)GO TO 71
IF(GZ6(K).GT.200.0)GO TO 71
CALL INT (CG6,F1)
GI6(K)=F1
IB6(K)=GI6(K)*IY6(K)

```

```

C
C* IFLL-G SOLO 2003
71 M=4

```

```

C ***** CIRCUITO TIPO 1 Y 5 *****
C *****

```

```

PX7=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX5(K)+(3.0*ZFX(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DX5(K)+(3.0*ZFX(M))-A1*DX2(K)))
PY7=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY5(K)+(3.0*ZFY(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DY5(K)+(3.0*ZFY(M))-A1*DY2(K)))
RPX7(K)=DREAL(PX7)
XPX7(K)=DIMAG(PX7)
RPY7(K)=DREAL(PY7)
XPY7(K)=DIMAG(PY7)
XI7=VF/PX7
YI7=VF/PY7
IX7(K)=CDABS(XI7)
IY7(K)=CDABS(YI7)
MZ7(K)=XPX7(K)/RPX7(K)
GZ7(K)=XPY7(K)/RPY7(K)
CM7=MZ7(K)
CG7=GZ7(K)
IF(MZ7(K).LT.0.150)GO TO 205
IF(MZ7(K).GT.200.0)GO TO 205
CALL INT (CM7,F1)
FI7(K)=F1
IA7(K)=FI7(K)*IX7(K)
205 IF(GZ7(K).LT.0.150)GO TO 206
IF(GZ7(K).GT.200.0)GO TO 206
CALL INT (CG7,F1)
GI7(K)=F1
IB7(K)=GI7(K)*IY7(K)

```

```

C** CALCULO DE FALLA EN LA OTRA FASE **

```

```

C
C* IFLL-G EN LA OTRA FASE CON ZCC3

```

```

206 PX8=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX5(K)+(3.0*ZFX(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DX5(K)+(3.0*ZFX(M))-A2*DX2(K)))
PY8=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY5(K)+(3.0*ZFY(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DY5(K)+(3.0*ZFY(M))-A2*DY2(K)))
RPX8(K)=DREAL(PX8)
XPX8(K)=DIMAG(PX8)
RPY8(K)=DREAL(PY8)
XPY8(K)=DIMAG(PY8)
XI8=VF/PX8
YI8=VF/PY8
IX8(K)=CDABS(XI8)
IY8(K)=CDABS(YI8)
MZ8(K)=XPX8(K)/RPX8(K)
GZ8(K)=XPY8(K)/RPY8(K)

```

IMP13210
IMP13220
IMP13230
IMP13240
IMP13250
IMP13260
IMP13270
IMP13280
IMP13290
IMP13300
IMP13310
IMP13320
IMP13330
IMP13340
IMP13350
IMP13360
IMP13370
IMP13380
IMP13390
IMP13400
IMP13410
IMP13420
IMP13430
IMP13440
IMP13450
IMP13460
IMP13470
IMP13480
IMP13490
IMP13500
IMP13510
IMP13520
IMP13530
IMP13540
IMP13550
IMP13560
IMP13570
IMP13580
IMP13590
IMP13600
IMP13610
IMP13620
IMP13630
IMP13640
IMP13650
IMP13660
IMP13670
IMP13680
IMP13690
IMP13700
IMP13710
IMP13720
IMP13730
IMP13740
IMP13750
IMP13760
IMP13770
IMP13780
IMP13790
IMP13800



Sistema de Control C.A. - Fila Guayaquil 260(200) - 91 - 32 - 9J - Cuito 578142 - 5/80/77

CM8=MZ8(K)
CG8=GZ8(K)
IF(MZ8(K).LT.0.150)GC TO 207
IF(MZ8(K).GT.200.C)GC TO 207
CALL INT (CM8,F1)
F18(K)=F1
IA8(K)=F18(K)*IX8(K)
207 IF(GZ8(K).LT.0.150)GC TO 208
IF(GZ8(K).GT.200.C)GC TO 208
CALL INT (CG8,F1)
G18(K)=F1
IB8(K)=G18(K)*IY8(K)

C
208 IF(NT(K).EC.1)GC TO 70
IF(NT(K).EC.5)GC TO 70
IF(NT(K).EC.9)GC TO 70
C* IFL-G SCLC CON ZC01

73 M=4
C ***** CIRCUITCS TIPC 3 Y 7 *****
C *****

PX9=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX3(K)+(3.0*ZFX(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DX3(K)+(3.C*ZFX(M))-A1*DX2(K)))
PY9=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY3(K)+(3.0*ZFY(M))))/(SQRT
1(3.0)*(DY3(K)+(3.C*ZFY(M))-A1*DY2(K)))
C* IFL-G EN LA CTRA FASE CON ZC01
PX10=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*(DX3(K)+3.0*ZFX(M)))/(SQRT
1(3.0)*(DX3(K)+3.C*ZFX(M)-A2*DX2(K)))
PY10=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*(DY3(K)+3.C*ZFY(M)))/(SQRT
1(3.C)*(DY3(K)+3.C*ZFY(M)-A2*DY2(K)))

RPX9(K)=DREAL(PX9)
XPX9(K)=DIMAG(PX9)
RPY9(K)=DREAL(PY9)
XPY9(K)=DIMAG(PY9)
RPX10(K)=DREAL(PX10)
XPX10(K)=DIMAG(PX10)
RPY10(K)=DREAL(PY10)
XPY10(K)=DIMAG(PY10)
XI9=VF/PX9
YI9=VF/PY9
XI10=VF/PX10
YI10=VF/PY10

IX9(K)=CDABS(XI9)
IY9(K)=CDABS(YI9)
IX10(K)=CDABS(XI10)
IY10(K)=CDABS(YI10)
MZ9(K)=XPX9(K)/RPX9(K)
GZ9(K)=XPY9(K)/RPY9(K)
MZ10(K)=XPX10(K)/RPX10(K)
GZ10(K)=XPY10(K)/RPY10(K)
CM9=MZ9(K)
CG9=GZ9(K)
CM10=MZ10(K)
CG10=GZ10(K)

C
IF(MZ9(K).LT.0.150)GC TO 209
IF(MZ9(K).GT.200.C)GC TO 209
CALL INT (CM9,F1)
F19(K)=F1
IA9(K)=F19(K)*IX9(K)
209 IF(GZ9(K).LT.0.150)GC TO 210

IMP13810
IMP13820
IMP13830
IMP13840
IMP13850
IMP13860
IMP13870
IMP13880
IMP13890
IMP13900
IMP13910
IMP13920
IMP13930
IMP13940
IMP13950
IMP13960
IMP13970
IMP13980
IMP13990
IMP14000
IMP14010
IMP14020
IMP14030
IMP14040
IMP14050
IMP14060
IMP14070
IMP14080
IMP14090
IMP14100
IMP14110
IMP14120
IMP14130
IMP14140
IMP14150
IMP14160
IMP14170
IMP14180
IMP14190
IMP14200
IMP14210
IMP14220
IMP14230
IMP14240
IMP14250
IMP14260
IMP14270
IMP14280
IMP14290
IMP14300
IMP14310
IMP14320
IMP14330
IMP14340
IMP14350
IMP14360
IMP14370
IMP14380
IMP14390
IMP14400



CESERCOMP - ESPOL



BIBLIOTECA

2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32

Sistema de Control C.A. - Tercer Simposio 2009 - 91-92 - Quito 2014 2/2017

IF(GZ9(K).GT.200.0)GO TO 210
CALL INT(269,F1)
G19(K)=F1
IB9(K)=G19(K)*IY9(K)

C
210 IF(MZ10(K).LT.C.150)GO TO 211
IF(MZ10(K).GT.200.0)GO TO 211
CALL INT(2610,F1)
F110(K)=F1
IA10(K)=F110(K)*IX10(K)
211 IF(GZ10(K).LT.0.150)GO TO 212
IF(GZ10(K).GT.200.0)GO TO 212
CALL INT(2611,F1)
G110(K)=F1
IB10(K)=G110(K)*IY10(K)
212 IF(NT(K).EQ.3)GO TO 70
IF(NT(K).EQ.7)GO TO 70

***** CIRCUITO TIPO 4 Y 8 *****

C
C* IFF-G CON ZOO=C.C
74 M=4

PX11=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*3*ZFX(M))/(SQRT(3.0)*
113.0*ZFX(M)-A1*DX2(K))
PY1=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*3*ZFY(M))/(SQRT(3.0)*
113.0*ZFY(M)-A1*DY2(K))
C* IFF-G EN LA OTRA FASE ZOO=C.C
PX12=(DX1(K)*DX2(K)+(DX1(K)+DX2(K))*3*ZFX(M))/(SQRT(3.0)*
113.0*ZFX(M)-A2*DX2(K))
PY12=(DY1(K)*DY2(K)+(DY1(K)+DY2(K))*3*ZFY(M))/(SQRT(3.0)*
113.0*ZFY(M)-A2*DY2(K))

RPX11(K)=DREAL(PX11)
XPX11(K)=DIMAG(PX11)
RPY11(K)=DREAL(PY11)
XPY11(K)=DIMAG(PY11)
RPX12(K)=DREAL(PX12)
XPX12(K)=DIMAG(PX12)
RPY12(K)=DREAL(PY12)
XPY12(K)=DIMAG(PY12)

X111=VF/PX11
Y111=VF/PY11
X112=VF/PX12
Y112=VF/PY12

IX11(K)=CDABS(X111)
IY11(K)=CDABS(Y111)
IX12(K)=CDABS(X112)
IY12(K)=CDABS(Y112)
MZ11(K)=XPX11(K)/RPX11(K)
GZ11(K)=XPY11(K)/RPY11(K)
MZ12(K)=XPX12(K)/RPX12(K)
GZ12(K)=XPY12(K)/RPY12(K)

CM11=MZ11(K)
CG11=GZ11(K)
CM12=MZ12(K)
CG12=GZ12(K)
IF(MZ11(K).LT.C.150)GO TO 213
IF(MZ11(K).GT.200.0)GO TO 213
CALL INT(2611,F1)
F111(K)=F1

213 IA11(K)=F111(K)*IX11(K)
IF(GZ11(K).LT.C.150)GO TO 214

IMP14410
IMP14420
IMP14430
IMP14440
IMP14450
IMP14460
IMP14470
IMP14480
IMP14490
IMP14500
IMP14510
IMP14520
IMP14530
IMP14540
IMP14550
IMP14560
IMP14570
IMP14580
IMP14590
IMP14600
IMP14610
IMP14620
IMP14630
IMP14640
IMP14650
IMP14660
IMP14670
IMP14680
IMP14690
IMP14700
IMP14710
IMP14720
IMP14730
IMP14740
IMP14750
IMP14760
IMP14770
IMP14780
IMP14790
IMP14800
IMP14810
IMP14820
IMP14830
IMP14840
IMP14850
IMP14860
IMP14870
IMP14880
IMP14890
IMP14900
IMP14910
IMP14920
IMP14930
IMP14940
IMP14950
IMP14960
IMP14970
IMP14980
IMP14990
IMP15000



Sistema de Control C.A. - Tls. Guayaquil 200001-97-97 - Cuito 52/12 5-8077

IF(GZ11(K).GT.200.0)GO TO 214
CALL INT(CG11,F1)
G11(K)=F1
IB11(K)=G11(K)*IY11(K)

C
214 IF(MZ12(K).LT.C.150)GO TO 215
IF(MZ12(K).GT.200.0)GO TO 215
CALL INT(CM12,F1)
F112(K)=F1
IA12(K)=F112(K)*IX12(K)

215 IF(GZ12(K).LT.C.150)GO TO 7C
IF(GZ12(K).GT.200.0)GO TO 7C
CALL INT(CG12,F1)
G112(K)=F1
IB12(K)=G112(K)*IY12(K)

C
C
C
*** CALCULO DE FALLA DE LINEA-TIERRA ***

C* CORRIENTE DE FALLA LINEA-TIERRA
7C N=1

IF(NT(K).EC.1)GO TO 75
IF(NT(K).EC.2)GO TO 76
IF(NT(K).EC.3)GO TO 77
IF(NT(K).EC.4)GO TO 78
IF(NT(K).EC.5)GO TO 75
IF(NT(K).EC.6)GO TO 76
IF(NT(K).EC.7)GO TO 77
IF(NT(K).EC.8)GO TO 78
IF(NT(K).EC.9)GO TO 75
IF(NT(K).EC.10)GO TO 76

C
C
C
***** CIRCUITOS TIPC 2,6 Y 1C *****

C* IFL-G CON ZOC2
76

PX1=(DX1(K)+DX2(K)+DX4(K)+3.0*ZFX(M))/3
PY1=(DY1(K)+DY2(K)+DY4(K)+3.0*ZFY(M))/3
RPX1(K)=CREAL(PX1)
XPX1(K)=CIMAG(PX1)
RPY1(K)=CREAL(PY1)
XPY1(K)=CIMAG(PY1)
X11=VF/PX1
Y11=VF/PY1
IX1(K)=CCABS(X11)
IY1(K)=CCABS(Y11)
MZ1(K)=XPX1(K)/RPX1(K)
GZ1(K)=XPY1(K)/RPY1(K)
GM1=MZ1(K)
CG1=GZ1(K)

216 IF(MZ1(K).LT.0.150)GO TO 216
IF(MZ1(K).GT.200.0)GO TO 216
CALL INT(CM1,F1)
F11(K)=F1
IA1(K)=F11(K)*IX1(K)

IF(GZ1(K).LT.0.150)GO TO 75
IF(GZ1(K).GT.200.0)GO TO 75
CALL INT(CG1,F1)
G11(K)=F1
IB1(K)=G11(K)*IY1(K)

C
C
C
***** CIRCUITOS TIFC 1,5 Y 9 *****

C* IFL-G CON ZOC3
75

PX14=(DX1(K)+DX2(K)+DX5(K)+3.0*ZFX(M))/3

IMP15J10
IMP15J20
IMP15J30
IMP15J40
IMP15J50
IMP15J60
IMP15J70
IMP15J80
IMP15J90
IMP15I00
IMP15I10
IMP15I20
IMP15I30
IMP15I40
IMP15I50
IMP15I60
IMP15I70
IMP15I80
IMP15I90
IMP15200
IMP15210
IMP15220
IMP15230
IMP15240
IMP15250
IMP15260
IMP15270
IMP15280
IMP15290
IMP15300
IMP15310
IMP15320
IMP15330
IMP15340
IMP15350
IMP15360
IMP15370
IMP15380
IMP15390
IMP15400
IMP15410
IMP15420
IMP15430
IMP15440
IMP15450
IMP15460
IMP15470
IMP15480
IMP15490
IMP15500
IMP15510
IMP15520
IMP15530
IMP15540
IMP15550
IMP15560
IMP15570
IMP15580
IMP15590
IMP15600



CESERCOMP - ESPOL

Sistema de Control C. A. - File Control (JCS) - 91-92 - Date 5/6/72 - 33077

```

PY16=(DY1(K)+DY2(K)+3.C*ZFY(M))/3
RPX16(K)=CREAL(PX16)
XPX16(K)=DIMAG(PX16)
RPY16(K)=CREAL(PY16)
XPY16(K)=DIMAG(PY16)
XI16=VF/PX16
YI16=VF/PY16
IX16(K)=CCABS(XI16)
IY16(K)=CCABS(YI16)
MZ16(K)=XPX16(K)/RPX16(K)
GZ16(K)=XPY16(K)/RPY16(K)
GM16=MZ16(K)
GJ16=GZ16(K)
IF(MZ16(K).LT.0.150)GC TC 221
IF(GZ16(K).GT.200.0)GC TC 221
CALL INT(GM16,F1)
F116(K)=F1
I1A16(K)=F116(K)*IX16(K)
221 IF(GZ16(K).LT.0.150)GC TC 79
IF(GZ16(K).GT.200.0)GC TC 79
CALL INT(GJ16,F1)
G1I16(K)=F1
I1B16(K)=G1I16(K)*IY16(K)

```

** ESCRIBA DATOS DE FALLAS DE LAS DEMAS BARRAS DEL SISTEMA **

```

79 IF(NT(K).EQ.1)GC TC 80
IF(NT(K).EQ.2)GC TC 81
IF(NT(K).EQ.3)GC TC 82
IF(NT(K).EQ.4)GC TC 83
IF(NT(K).EQ.5)GC TC 84
IF(NT(K).EQ.6)GC TC 85
IF(NT(K).EQ.7)GC TC 86
IF(NT(K).EQ.8)GC TC 87
IF(NT(K).EQ.9)GC TC 88
IF(NT(K).EQ.10)GC TC 89

```

```

80 WRITE(6,90)Mw,NT(K),BF(K),
IX3(K),IX2(K),IX7(K),IX8(K),IX14(K),
IY3(K),IY2(K),IY7(K),IY8(K),IY14(K),
IA3(K),IA2(K),IA7(K),IA8(K),IA14(K),
IB3(K),IB2(K),IB7(K),IB8(K),IB14(K),
IMZ3(K),IMZ2(K),IMZ7(K),IMZ8(K),IMZ14(K),
IGZ3(K),IGZ2(K),IGZ7(K),IGZ8(K),IGZ14(K),
IXPX3(K),XPX2(K),XPX7(K),XPX8(K),XPX14(K),
XPY3(K),XPY2(K),XPY7(K),XPY8(K),XPY14(K),
RXP3(K),RFX2(K),RFX7(K),RFX8(K),RFX14(K),
RPY3(K),RPY2(K),RPY7(K),RPY8(K),RPY14(K)

```

```

90 FORMAT(12X,I5,3X,I2,3X,I5,/,13X,I5(' '),/,2X,'ISIM MAX',2F11.2,
26X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,2X,
2'IASIM MAX',2F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,
22X,'X/K' MAX',2F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',2F11.2,66X,3F11.2,/,/,
2,2X,'REQ. MAX',2F11.4,66X,3F11.4,/,8X,'MIN',2F11.4,66X,3F11.2,/,/,
28 2/,2X,'REQ. MAX',2F11.4,66X,3F11.4,/,8X,'MIN',2F11.4,66X,3F11.4,/,
2,/)

```

```

C IF(Mw.LT.NL)GC TC 65
C IF(Mw.EQ.NL)GC TC 131

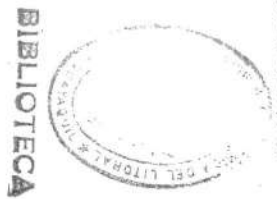
```

```

81 WRITE(6,91)Mw,NT(K),BF(K),IX3(K),IX2(K),IX9(K),IX10(K),IX15(K),

```

IMP16210
IMP16220
IMP16230
IMP16240
IMP16250
IMP16260
IMP16270
IMP16280
IMP16290
IMP16300
IMP16310
IMP16320
IMP16330
IMP16340
IMP16350
IMP16360
IMP16370
IMP16380
IMP16390
IMP16400
IMP16410
IMP16420
IMP16430
IMP16440
IMP16450
IMP16460
IMP16470
IMP16480
IMP16490
IMP16500
IMP16510
IMP16520
IMP16530
IMP16540
IMP16550
IMP16560
IMP16570
IMP16580
IMP16590
IMP16600
IMP16610
IMP16620
IMP16630
IMP16640
IMP16650
IMP16660
IMP16670
IMP16680
IMP16690
IMP16700
IMP16710
IMP16720
IMP16730
IMP16740
IMP16750
IMP16760
IMP16770
IMP16780
IMP16790
IMP16800



Sistema de Control C. A. - III, Guayaquil 280200-91-92-93 - Junio 28 de 1972

```

11X4(K), 1X6(K), 1X1(K), 1X7(K), 1X8(K), 1X14(K),
11Y3(K), 1Y2(K), 1Y9(K), 1Y1C(K), 1Y15(K), 1Y4(K), 1Y6(K), 1Y1(K),
21Y7(K), 1Y8(K), 1Y14(K), 1A3(K), 1A2(K), 1A9(K), 1A10(K), 1A15(K),
21A4(K), 1A6(K), 1A1(K), 1A7(K), 1A8(K), 1A14(K),
31B3(K), 1B2(K), 1B9(K), 1B1C(K), 1B15(K), 1B4(K), 1B6(K), 1B1(K),
31E7(K), 1B8(K), 1B14(K),
1M3(K), MZ2(K), MZ9(K), MZ1C(K), MZ15(K), MZ4(K), MZ6(K), MZ1(K),
3M27(K), MZ8(K), MZ14(K),
1GZ3(K), GZ2(K), GZ9(K), GZ1C(K), GZ15(K), GZ4(K), GZ6(K), GZ1(K),
3GZ7(K), GZ8(K), GZ14(K),
1XPX3(K), XPX2(K), XPX9(K), XPX1C(K), XPX15(K), XPX4(K), XPX6(K), XPX1(K),
3XPX7(K), XPX8(K), XPX14(K), XPY3(K), XPY31(K), XPY9(K), XPY10(K),
1XPY15(K), XPY4(K), XPY6(K), XPY1(K), XPY7(K), XPY8(K), XPY14(K),
1RPX3(K), RPX2(K), RPX9(K), RPX1C(K), RPX15(K), RPX4(K), RPX6(K), RPX11(K),
2FPX7(K), RPX8(K), RPX14(K), RPY3(K), RPY2(K), RPY9(K), RPY1C(K),
3RPY15(K), RPY4(K), RPY6(K), RPY1(K), RPY7(K), RPY8(K), RPY14(K)

```

```

IMP16810
IMP16820
IMP16830
IMP16840
IMP16850
IMP16860
IMP16870
IMP16880
IMP16890
IMP16900
IMP16910
IMP16920
IMP16930
IMP16940
IMP16950
IMP16960
IMP16970
IMP16980
IMP16990
IMP17000
IMP17010
IMP17020
IMP17030
IMP17040
IMP17050
IMP17060
IMP17070
IMP17080
IMP17090
IMP17100
IMP17110
IMP17120
IMP17130
IMP17140
IMP17150
IMP17160
IMP17170
IMP17180
IMP17190

```

C

```

91 FORMAT(12X, I5, 3X, I2, 3X, I5, /, 13X, 19(' - '), /,
12X, 'ISIM MAX', 11F11.2, /, 8X, 'MIN', 11F11.2, /, /,
22X, 'IASIM MAX', 11F11.2, /, 8X, 'MIN', 11F11.2, /, /,
32X, 'X/R MAX', 11F11.2, /, 8X, 'MIN', 11F11.2, /, /,
22X, 'XEQ. MAX', 11F11.2, /, 8X, 'MIN', 11F11.2, /, /,
32X, 'REQ. MAX', 11F11.2, /, 8X, 'MIN', 11F11.2, /, /)

```

C

```

IF(MW.LT.NL)GO TO 65
IF(MW.EQ.NL)GO TO 131

```

C

```

82 WRITE(6, 92)MW, NT(K), BF(K),
31X3(K), 1X2(K), 1X9(K), 1X1C(K), 1X15(K),
31Y3(K), 1Y2(K), 1Y9(K), 1Y1C(K), 1Y15(K),
31A3(K), 1A2(K), 1A9(K), 1A1C(K), 1A15(K),
31B3(K), 1B2(K), 1B9(K), 1B1C(K), 1B15(K),
3M3(K), MZ2(K), MZ9(K), MZ1C(K), MZ15(K),
3GZ3(K), GZ2(K), GZ9(K), GZ1C(K), GZ15(K),
3XPX3(K), XPX2(K), XPX9(K), XPX1C(K), XPX15(K),
3XPY3(K), XPY2(K), XPY9(K), XPY1C(K), XPY15(K),
3RPX3(K), RPX2(K), RPX9(K), RPX1C(K), RPX15(K),
3RPY3(K), RPY2(K), RPY9(K), RPY1C(K), RPY15(K)

```

C

```

92 FORMAT(12X, I5, 3X, I2, 3X, I5, /, 13X, 19(' - '), /, 2X, 'ISIM MAX', 5F11.2,
2/, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'IASIM MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'X/R MAX', 5F11.2, /, 8X, 'MIN', 5F11.2, /, /, 2X,
2'XEQ. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /, 2X,
2'REQ. MAX', 5F11.4, /, 8X, 'MIN', 5F11.4, /, /)

```

C

```

IF(MW.LT.NL)GO TO 65
IF(MW.EQ.NL)GO TO 131

```

C

```

83 WRITE(6, 93)MW, NI(K), BF(K),
31X3(K), 1A2(K), 1X11(K), 1X12(K), 1X16(K),
31Y3(K), 1Y2(K), 1Y11(K), 1Y12(K), 1Y16(K),
31A3(K), 1A2(K), 1A11(K), 1A12(K), 1A16(K),
31B3(K), 1B2(K), 1B11(K), 1B12(K), 1B16(K),
3M3(K), MZ2(K), MZ11(K), MZ12(K), MZ16(K),
3GZ3(K), GZ2(K), GZ11(K), GZ12(K), GZ16(K),
3XPX3(K), XPX2(K), XPX11(K), XPX12(K), XPX16(K),
3XPY3(K), XPY2(K), XPY11(K), XPY12(K), XPY16(K),
3RPX3(K), RPX2(K), RPX11(K), RPX12(K), RPX16(K),
3RPY3(K), RPY2(K), RPY11(K), RPY12(K), RPY16(K)

```

```

IMP17050
IMP17060
IMP17070
IMP17080
IMP17090
IMP17100
IMP17110
IMP17120
IMP17130
IMP17140
IMP17150
IMP17160
IMP17170
IMP17180
IMP17190
IMP17200
IMP17210
IMP17220
IMP17230
IMP17240
IMP17250
IMP17260
IMP17270
IMP17280
IMP17290
IMP17300
IMP17310
IMP17320
IMP17330
IMP17340
IMP17350
IMP17360
IMP17370
IMP17380
IMP17390
IMP17400

```



2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
194

Sistema de Control C.A. - Tit. Guayaquil 360390-91-92-93 - Cuito 52, 112 - 5A077

```

C
93  FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,15(" - "),/,2X,'IASIM  MAX',5F11.2,
      2/,8X,'MIN',5F11.2,/,/,2X,
      2'IASIM  MAX',5F11.2,/,8X,'MIN',5F11.2,/,/,2X,
      2'X/R    MAX',5F11.2,/,8X,'MIN',5F11.2,/,/,2X,
      2'XEQ.   MAX',5F11.4,/,8X,'MIN',5F11.4,/,/,2X,
      2'REQ.   MAX',5F11.4,/,8X,'MIN',5F11.4,/,/)

```

```

IMP17410
IMP17420
IMP17430
IMP17440
IMP17450
IMP17460
IMP17470
IMP17480

```

```

C
      IF(Mw.LT.NL)GO TO 65
      IF(Mw.EQ.NL)GO TO 131

```

```

IMP17490
IMP17500
IMP17510

```

```

C
84  WRITE(6,94)Mw,NT(K),BF(K),
      3IX2(K),IX7(K),IX8(K),IX14(K),
      3IY2(K),IY7(K),IY8(K),IY14(K),
      3IA2(K),IA7(K),IA8(K),IA14(K),
      3IB2(K),IB7(K),IB8(K),IB14(K),
      3MZ2(K),MZ7(K),MZ8(K),MZ14(K),
      3GZ2(K),GZ7(K),GZ8(K),GZ14(K),
      3XPX2(K),XPX7(K),XPX8(K),XPX14(K),
      3XPY2(K),XPY7(K),XPY8(K),XPY14(K),
      3RPX2(K),RPX7(K),RPX8(K),RPX14(K),
      3RPY2(K),RPY7(K),RPY8(K),RPY14(K)

```

```

IMP17520
IMP17530
IMP17540
IMP17550
IMP17560
IMP17570
IMP17580
IMP17590
IMP17600
IMP17610
IMP17620
IMP17630

```

```

C
94  FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,15(" - "),/,2X,'IASIM  MAX',11X,
      2F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',11X,F11.2,66X,3F11.2,/,/,2X,
      2'IASIM  MAX',11X,F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',11X,F11.2,66X
      2,3F11.2,/,/,2X,'X/R    MAX',11X,F11.2,66X,3F11.2,/,8X,'MIN',11X,
      2F11.2,66X,3F11.2,/,/,2X,'XEQ.  MAX',11X,F11.4,66X,3F11.4,/,8X,
      2'MIN',11X,F11.4,66X,3F11.4,/,/,2X,'REQ.  MAX',11X,F11.4,66X,
      23F11.4,/,8X,'MIN',11X,F11.4,66X,3F11.4,/,/)

```

```

IMP17640
IMP17650
IMP17660
IMP17670
IMP17680
IMP17690
IMP17700
IMP17710
IMP17720
IMP17730

```

```

C
      IF(Mw.LT.NL)GO TO 65
      IF(Mw.EQ.NL)GO TO 131

```

```

IMP17740
IMP17750

```

```

C
85  WRITE(6,95)Mw,NT(K),BF(K),IX2(K),IX9(K),IX10(K),IX15(K),IX4(K),
      1IX6(K),IX1(K),IX7(K),IX8(K),IX14(K),IY2(K),IY5(K),IY10(K),
      2IY15(K),IY4(K),IY6(K),IY1(K),IY7(K),IY8(K),IY14(K),IA2(K),
      1IA9(K),IA10(K),IA15(K),IA4(K),IA6(K),IA1(K),IA7(K),IA8(K),
      2IA14(K),IB2(K),IB5(K),IB10(K),IB15(K),IB4(K),IB6(K),IB1(K),
      3IB7(K),IB8(K),IB14(K),MZ2(K),MZ9(K),MZ10(K),MZ15(K),MZ4(K),
      1MZ6(K),MZ1(K),MZ7(K),MZ8(K),MZ14(K),GZ2(K),GZ9(K),GZ10(K),
      1GZ15(K),GZ4(K),GZ6(K),GZ1(K),GZ7(K),GZ8(K),GZ14(K),
      1XPX2(K),XPX9(K),XPX10(K),XPX15(K),XPX4(K),XPX6(K),XPX1(K),
      3XPX7(K),XPX8(K),XPX14(K),
      1XPY2(K),XPY9(K),XPY10(K),XPY15(K),XPY4(K),XPY6(K),XPY1(K),
      3XPY7(K),XPY8(K),XPY14(K),
      1RPX2(K),RPX9(K),RPX10(K),RPX15(K),RPX4(K),RPX6(K),RPX1(K),
      3RPX7(K),RPX8(K),RPX14(K),
      1RPY2(K),RPY9(K),RPY10(K),RPY15(K),
      2RPY4(K),RPY6(K),RPY1(K),
      3RPY7(K),RPY8(K),RPY14(K)

```

```

IMP17750
IMP17760
IMP17770
IMP17780
IMP17790
IMP17800
IMP17810
IMP17820
IMP17830
IMP17840
IMP17850
IMP17860
IMP17870
IMP17880
IMP17890
IMP17900
IMP17910
IMP17920

```

```

C
95  FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,15(" - "),/,
      12X,'IASIM  MAX',11X,10F11.2,/,8X,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      22X,'IASIM  MAX',11X,10F11.2,/,8X,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      32X,'X/R    MAX',11X,10F11.2,/,8X,'MIN',11X,10F11.2,/,/,
      22X,'XEQ.  MAX',11X,10F11.4,/,8X,'MIN',11X,10F11.4,/,/,
      32X,'REQ.  MAX',11X,10F11.4,/,8X,'MIN',11X,10F11.4,/,/)

```

```

IMP17930
IMP17940
IMP17950
IMP17960
IMP17970
IMP17980
IMP17990
IMP18000

```

```

C
      IF(Mw.LT.NL)GO TO 65

```

```

IMP18000

```



Sistema de Control C.A. - Tels. Guayaquil (503) 91-92-93 - Lima 526145 - J2077

```

86 IF(MW.EQ.NL)GC TC 131
WRITE(6,96)Mw,NT(K),BF(K),
3IX2(K),IX9(K),IX10(K),IX15(K),
3IY2(K),IY9(K),IY10(K),IY15(K),
3IA2(K),IA9(K),IA10(K),IA15(K),
3IE2(K),I09(K),I010(K),I015(K),
3MZ2(K),MZ9(K),MZ10(K),MZ15(K),
3GZ2(K),GZ9(K),GZ10(K),GZ15(K),
3XPX2(K),XPX9(K),XPX10(K),XPX15(K),
3XPY2(K),XPY9(K),XPY10(K),XPY15(K),
3RPX2(K),RPX9(K),RPX10(K),RPX15(K),
3RPY2(K),RPY9(K),RPY10(K),RPY15(K)
96 FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',11X,
24F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'ASIM MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'X/R MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'XEQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/,2X,
2'REC. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/)
C
IF(MW.LT.NL)GC TC 65
IF(MW.EQ.NL)GC TC 131
C
87 WRITE(6,97)Mw,NT(K),BF(K),
3IX2(K),IX11(K),IX12(K),IX16(K),
3IY2(K),IY11(K),IY12(K),IY16(K),
3IA2(K),IA11(K),IA12(K),IA16(K),
3IE2(K),I011(K),I012(K),I016(K),
3MZ2(K),MZ11(K),MZ12(K),MZ16(K),
3GZ2(K),GZ11(K),GZ12(K),GZ16(K),
3XPX2(K),XPX11(K),XPX12(K),XPX16(K),
3XPY2(K),XPY11(K),XPY12(K),XPY16(K),
3RPX2(K),RPX11(K),RPX12(K),RPX16(K),
3RPY2(K),RPY11(K),RPY12(K),RPY16(K)
97 FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',11X,
24F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'ASIM MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'X/R MAX',11X,4F11.2,/,8X,'MIN',11X,4F11.2,/,/,2X,
2'XEQ. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/,2X,
2'REC. MAX',11X,4F11.4,/,8X,'MIN',11X,4F11.4,/,/)
C
IF(MW.LT.NL)GC TC 65
IF(MW.EQ.NL)GC TC 131
88 WRITE(6,98)Mw,NT(K),BF(K),
3IX14(K),IY14(K),IA14(K),I014(K),MZ14(K),GZ14(K),
3XPX14(K),XPY14(K),RPX14(K),RPY14(K)
C
98 FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,19('-'),/,2X,'ISIM MAX',110X,
2F11.2,/,8X,'MIN',110X,F11.2,/,/,2X,
2'ASIM MAX',110X,F11.2,/,8X,'MIN',110X,F11.2,
2',/,2X,'X/R MAX',110X,F11.2,/,8X,'MIN',110X,
2F11.2,/,/,2X,'XEQ. MAX',110X,F11.4,/,8X,
2'MIN',110X,F11.4,/,/,2X,'REC. MAX',110X,F11.4,
2',/,8X,'MIN',110X,F11.4,/,/)
C
IF(MW.LT.NL)GC TC 65
IF(MW.EQ.NL)GC TC 131
C
89 WRITE(6,99)Mw,NT(K),BF(K),
1IX13(K),IX1(K),IX14(K),
2IY15(K),IY1(K),IY14(K),
3IA15(K),IA1(K),IA14(K),

```

```

IMP18010
IMP18020
IMP18030
IMP18040
IMP18050
IMP18060
IMP18070
IMP18080
IMP18090
IMP18100
IMP18110
IMP18120
IMP18130
IMP18140
IMP18150
IMP18160
IMP18170
IMP18180
IMP18190
IMP18200
IMP18210
IMP18220
IMP18230
IMP18240
IMP18250
IMP18260
IMP18270
IMP18280
IMP18290
IMP18300
IMP18310
IMP18320
IMP18330
IMP18340
IMP18350
IMP18360
IMP18370
IMP18380
IMP18390
IMP18400
IMP18410
IMP18420
IMP18430
IMP18440
IMP18450
IMP18460
IMP18470
IMP18480
IMP18490
IMP18500
IMP18510
IMP18520
IMP18530
IMP18540
IMP18550
IMP18560
IMP18570
IMP18580
IMP18590
IMP18600

```



CESECOMP - ESPOL



BIBLIOTECA

2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32

Sistema de Control C.A. - Tifs. Guayaquil 25/12/80 - 91-32-83 - Cuño 586172 - 5X077

4IB15(K),IB1(K),IB14(K),
5MZ15(K),MZ1(K),MZ14(K),
6GZ15(K),GZ1(K),GZ14(K),
1XPX15(K),XPX1(K),XPX14(K),
3XPY15(K),XPY1(K),XPY14(K),
1RPX15(K),RPX1(K),RPX14(K),
3RPY15(K),RPY1(K),RPY14(K)

C
99

FORMAT(12X,15,3X,12,3X,15,/,13X,15(' '),/,
12X,'ISIM' MAX',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
8,/,8X,'MIN',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
22X,'IASIM' MAX',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
7,/,8X,'MIN',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
32X,'X/R' MAX',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
6,/,8X,'MIN',44X,F11.2,22X,F11.2,22X,F11.2,/,/,
22X,'XEC' MAX',44X,F11.4,22X,F11.4,22X,F11.4,/,/,
5,/,8X,'MIN',44X,F11.4,22X,F11.4,22X,F11.4,/,/,
32X,'REC' MAX',44X,F11.4,22X,F11.4,22X,F11.4,/,/,
4,/,8X,'MIN',44X,F11.4,22X,F11.4,22X,F11.4,/,/,)

C
65

CONTINUE
IF(MW.EQ.NE)GO TO 131
43 WRITE(6,134)
134 FORMAT(1X,'NO SE HA COMPLETADO CICLO MAL DECLARADO NT*)
131 STOP
END

C

SUBROUTINE INTI(WI,FI)
REAL*8 WI,FI,XR(57),XII(57)
CC 2 1=1,57
READ(4,3) XR(1),XII(1)
3 FORMAT (2F10.4)
IF (XR(1).GE.WI) GO TO 1C
2
10 CONTINUE
V1=XR(1)*100.
V2=XR(1-1)*100.
V3=.1*100.
V4=XII(1)
V5=XII(1-1)
FI=V5+(V3-V2)*(V4-V5)/(V1-V2)
REWIND 4
RETURN
END

IMP18610
IMP18620
IMP18630
IMP18640
IMP18650
IMP18660
IMP18670
IMP18680
IMP18690
IMP18700
IMP18710
IMP18720
IMP18730
IMP18740
IMP18750
IMP18760
IMP18770
IMP18780
IMP18790
IMP18800
IMP18810
IMP18820
IMP18830
IMP18840
IMP18850
IMP18860
IMP18870
IMP18880
IMP18890
IMP18900
IMP18910
IMP18920
IMP18930
IMP18940
IMP18950
IMP18960
IMP18970
IMP18980
IMP18990
IMP19000
IMP19010
IMP19020
IMP19030



CESERCOMP - ESPOL

KVBASE = 13.800 KV
 KVABASE= 1000.000 KVA
 IBASE = 72.464 A
 ZBASE = 190.440 OHM

DATOS GENERALES

FRECUENCIA DEL SISTEMA= 60.0000 HZ
 FRECUENCIA ANGULAR (W) = 376.9919 RAD/SEG

FASCRES

A1= -0.500+J 0.866
 A2= -0.500+J(-0.866)

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS CONDUCTORES DEL SISTEMA

ITEM NUMERO	NUMERO DE HILOS	TAMANO DE CONDUCTOR	CLASE DE CONDUCTOR	RESISTENCIA OHM/MIL	GMR EN FT	DIAMETRO EN PULG
1	7	4/0	CUMHD	0.27800	0.01580	0.52200
2	7	2/0	CUMHD	0.44000	0.01250	0.41400
3	1	4	CLFD	1.37400	0.00660	0.20400
4	1	6	CLFD	2.18000	0.00530	0.16200

CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION DE LA RED

LINEA NO.	TC	BARRA INIC.	BARRA FINAL	LONG. EI-EF PIE	RHC CH/PI	CLF CLN	HA PIE	HB PIE	HC HN PIE	HAB HAN PIE	HAC PIE
1	1	1	2	386.00	100.00	1 2	33.00	33.00	33.00 33.00	3.71 1.21	4.92
2	1	2	3	397.00	100.00	3 4	28.00	28.00	28.00 25.00	2.42 4.17	4.92
3	5	2	4	709.00	100.00	4 4	33.00	33.00	0.00 33.00	7.34 4.92	0.00
4	1	2	5	188.00	100.00	1	33.00	33.00	33.00	3.71	4.92

5	9	5	6	403.00	100.00	3	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						3			25.00	1.96	
6	9	6	7	739.00	100.00	4	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						3			25.00	2.96	
7	1	5	8	129.00	100.00	1	33.00	33.00	33.00	3.71	4.92
						2			33.00	1.21	
8	9	8	9	563.00	100.00	4	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						4			33.00	3.71	

CARACTERISTICAS DE LA FUENTE

MAXIMA GENERACION			MINIMA GENERACION		
IMPED.	R(OHM)	X(OHM)	IMPED.	R(OHM)	X(OHM)
ZM1	0.03437	0.18162	ZG1	0.03437	0.18162
ZM2	0.03437	0.18162	ZG2	0.03437	0.18162
ZM3	0.00000	0.00000	ZG3	0.00000	0.00000
ZM4	0.00000	0.00000	ZG4	0.00000	0.00000
ZM5	0.04778	0.18078	ZG5	0.04778	0.18078

IMPEDANCIAS DE FALLAS

IMPED.	R(OHM)	X(OHM)
ZFX1	0.00000	0.00000
ZFY1	0.50000	0.00000
ZFX2	0.00000	0.00000
ZFY2	1.00000	0.00000
ZFX3	0.00000	0.00000
ZFY3	0.33000	0.00000
ZFX4	0.00000	0.00000
ZFY4	0.50000	0.00000

VOLTAJE DE OPERACION= 2400.00 V

IMPEDANCIA DE SECUENCIA DE LA LINEA VISTA DESDE LA BARRA DE FALLA

BARRA DE FALLA	Z11		ZC01		ZC02		ZC03	
	R	X	R	X	R	X	R	X
2	0.0203	0.0459	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0542	0.1260
3	0.1236	0.1021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2137	0.3252
4	0.3131	0.1638	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4493	0.4626
5	0.0302	0.0683	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0806	0.1874
6	0.1351	0.1267	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2420	0.3698
7	0.4402	0.2401	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6472	0.7075
8	0.0370	0.0837	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0987	0.2295
9	0.2695	0.1684	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4112	0.5155

RESULTADOS DE I-(X/R)-(I*/I)-ZECUIV(R,X)-SIMET. Y ASIMET.EN PRIMERA BARRA

RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA RED	LINEA NO. CIRC. TIPC	BARRA FALLA	ZC01/ZC00(+)			ZC02			ZC03			
			3FASE	L-L	LL-G	LL-G*	L-G	LL-N	LL-N*	L-N	LL-NG	LL-NG*
			0	1	1							
ISIM	MAX		12583.56	11244.44						13225.12	12691.05	12941.30
	MIN		5854.55	3682.66						12311.90	10191.19	2275.86
IASIM	MAX		18798.77	16280.22						0.00	13335.55	18313.27
	MIN		5505.14	3742.43						18419.08	14245.48	2350.61
X/R	MAX		5.28	5.28						-3.00	1.14	4.67
	MIN		0.50	0.34						6.41	4.35	0.17
XEQ.	MAX		0.1816	0.2057						0.1722	0.1423	0.1813
	MIN		0.1816	0.2057						0.19	0.23	0.18
REC.	MAX		0.0344	0.0397						-0.0573	0.1246	0.0388
	MIN		0.3644	0.6170						0.0300	0.0528	1.0388

TABLA DE RESULTADOS DE I-(X/R)-(I*/I)-ZECUIV(R,X)-SIMETRICOS Y ASIMETRICOS

		4	1	5			
ISIM	MAX	9296.79	8051.25		8962.77	8567.64	7952.32
	MIN	5138.18	3366.24		8957.65	7180.88	3673.10
IASIM	MAX	12701.84	11000.12		0.00	9142.41	10527.64
	MIN	5143.97	3366.48		12888.64	9221.15	3680.77
X/R	MAX	3.87	3.87		-6.90	1.26	3.37
	MIN	0.63	0.44		5.12	2.94	0.49
XEC.	MAX	0.2499	0.2886		0.2650	0.2197	0.2893
	MIN	0.2499	0.2886		0.26	0.32	0.29
REC.	MAX	0.0646	0.0746		-0.0384	0.1738	0.0858
	MIN	0.3946	0.6519		0.0514	0.1075	0.5858

		5	9	6			
ISIM	MAX						5431.21
	MIN						2965.84
IASIM	MAX						6257.91
	MIN						2968.97
X/R	MAX						1.86
	MIN						0.55
XEC.	MAX						0.3890
	MIN						0.3890
REC.	MAX						0.2096
	MIN						0.7096

		6	9	7			
ISIM	MAX						3015.27
	MIN						2005.89
IASIM	MAX						3132.81
	MIN						2007.99
X/R	MAX						1.09
	MIN						0.55
XEC.	MAX						0.5772
	MIN						0.5772
REC.	MAX						0.5480
	MIN						1.0480

		7	1	8			
ISIM	MAX	8735.75	7565.38		8366.97	8013.96	7314.33
	MIN	4588.20	3299.30		8438.12	6733.66	3561.70

BIBLIOTECA



IASIM	MAX	11821.74	10237.93
	MIN	5001.25	3314.00
X/R	MAX	3.72	3.72
	MIN	0.66	0.46
XEC.	MAX	C.2653	C.3063
	MIN	C.2653	C.3063
REC.	MAX	0.0714	0.0624
	MIN	C.4014	C.6598

0.00	8562.76	9611.04
12052.16	8529.66	3562.85
-8.19	1.28	3.25
5.01	2.78	0.53
C.2847	0.2356	0.3136
C.28	C.34	0.21
-C.C348	0.1848	0.0904
0.0557	0.1206	0.5904

ε 9 9

ISIM	MAX	
	MIN	
IASIM	MAX	
	MIN	
X/R	MAX	
	MIN	
XEC.	MAX	
	MIN	
REC.	MAX	
	MIN	

4097.35
2464.10
4396.60
2486.76
1.31
0.54
0.4655
0.4655
0.3556
0.8556



TABLA DE VALORES USADOS EN DISEÑO DE LA RED RADIAL

DATOS DE FASE NEUTRO	LINEA NO. LX	CIRC. TIPO NT	DATOS DE LOS CONDUCTORES				VALORES PROMEDIOS				
			RESISTENCIA INTERNA	REACT. INT. X XG	MEDIA GEOMETRICA	DIAMETRO EXTERIOR	ESPACIO REAL SRF SRN	ESPACIO IMAG. SIF SIN	ALTURA VERT. HVF HVN	ALTURA HCRZ. HRF HHN	
			R OH/MIL	OH/MIL	GMP FIE	C PULG	PIE	PIE	PIE	PIE	
	1	1	0.2780 0.4400	0.0388 0.0391	0.0158 0.0125	0.5220 0.4140	2.806 2.239	66.10 66.05	33.00 33.00	3.280 2.473	
	2	1	1.3740 2.1800	0.0307 0.0293	0.0066 0.0053	0.2040 0.1620	3.099 3.807	56.11 53.07	28.00 25.00	3.280 2.223	
	3	5	2.1800 2.1800	0.0293 0.0293	0.0053 0.0053	0.1620 0.1620	7.340 3.451	66.41 66.11	33.00 33.00	7.340 7.340	
	4	1	0.2780 0.4400	0.0388 0.0391	0.0158 0.0125	0.5220 0.4140	2.806 2.239	66.10 66.05	33.00 33.00	3.280 2.473	
	5	9	1.3740 1.3740	0.0307 0.0307	0.0066 0.0066	0.2040 0.2040	3.584 3.584	53.04 53.04	28.00 25.00	1.960 1.960	
	6	9	2.1800 1.3740	0.0293 0.0307	0.0053 0.0066	0.1620 0.2040	4.214 4.214	53.08 53.08	26.00 25.00	2.960 2.960	
	7	1	0.2780 0.4400	0.0388 0.0391	0.0158 0.0125	0.5220 0.4140	2.806 2.239	66.10 66.05	33.00 33.00	3.280 2.473	
	8	9	2.1800 2.1800	0.0293 0.0293	0.0053 0.0053	0.1620 0.1620	3.710 3.710	66.10 66.10	33.00 33.00	3.710 3.710	

IMPEDANCIAS PROPIAS-MUTUAS-SECUENCIA EN CHM-VANO DE 1000PIE

LINEA	LONGITUD	Z11	Z001	Z002	Z003
-------	----------	-----	------	------	------



1	1000	0.0527 0.0703	0.1190 0.2781	0.0000 0.0176	0.0000 0.1591	0.0000 0.1009	0.0000 0.2835	0.1403 0.0176	0.3264 0.1643
2	1000	0.2602 0.2779	0.1414 0.2981	0.0000 0.0177	0.0000 0.1567	0.0000 0.4306	0.0000 0.3031	0.4018 0.0177	0.5118 0.1520
3	1000	0.4129 0.4305	0.1662 0.3032	0.0000 0.0176	0.0000 0.1370	0.0000 0.4305	0.0000 0.3032	0.5574 0.0176	0.4748 0.1543
4	1000	0.0527 0.0703	0.1190 0.2781	0.0000 0.0176	0.0000 0.1591	0.0000 0.1009	0.0000 0.2835	0.1403 0.0176	0.3264 0.1643
5	1000	0.2602 0.2779	0.1447 0.2981	0.0000 0.0177	0.0000 0.1534	0.0000 0.2779	0.0000 0.2981	0.4006 0.0177	0.4527 0.1534
6	1000	0.4129 0.4305	0.1535 0.3032	0.0000 0.0177	0.0000 0.1457	0.0000 0.2779	0.0000 0.2981	0.5483 0.0177	0.4570 0.1457
7	1000	0.0527 0.0703	0.1190 0.2781	0.0000 0.0176	0.0000 0.1591	0.0000 0.1009	0.0000 0.2835	0.1403 0.0176	0.3264 0.1643
8	1000	0.4129 0.4305	0.1506 0.3032	0.0000 0.0176	0.0000 0.1527	0.0000 0.4305	0.0000 0.3032	0.5552 0.0176	0.5081 0.1527

IMPEDANCIA POR SECCION COMPRENDIDA ENTRE BARRAS EN OHM

BARRA INICIAL	BARRA FINAL	LONGITUD BI-BF	Z11		Z001		Z002		Z003	
			R	X	R	X	R	X	R	X
1	2	386.00	0.0203	0.0459	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0542	0.1260
2	3	397.00	0.1032	0.0561	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1595	0.2032
2	4	709.00	0.2927	0.1179	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3952	0.3366
2	5	188.00	0.0099	0.0224	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0264	0.0614
5	6	403.00	0.1049	0.0583	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1614	0.1824
6	7	739.00	0.3051	0.1134	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4052	0.3377
5	8	129.00	0.0066	0.0154	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0181	0.0421
8	9	563.00	0.2325	0.0848	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3126	0.2861

B I B L I O G R A F I A

1. AIEE TRANSACTIONS, folleto informativo (Power Apparatus and Systems) volumen N°79 , parte III de 1960 ,pp.1264-1277.
2. Clarke Edith , "Análisis de Circuitos de Sistemas de Potencia de Corriente Alterna " , (New York,General Electric Company , volumen I , 1943) .
3. Escuela Superior Politecnica del Litoral , " Seminario de Protecciones de Sistemas de Distribución " , (Departamento de Ingeniería Eléctrica , 1981) , pp. 1-21 .
4. Mc. Graw - Edison Company , " Manual de Protecciones de Sistemas de Distribución , revista de la División de sistemas de Potencia, pp. 1-112 .
5. Wagner C. F. y Evans R. D. , " Componentes Simétricas " (New York, Mc. Graw-Hill Book Company , 1933) , pp 1-73 .
6. Westinghouse Electric Company , " Transmisión y Distribución Eléctrica " ,(Pennsylvania , Westinghouse Electric Corporation , 1950) , pp. 1-95 .

7. Westinghouse Electric Company , " Sistemas de Distribución " volumen 3 (Pennsylvania , Westinghouse Electric Corporation, 1959) , pp 1-18, pp. 109-148, pp.365-426 .

8. Zoppeti G. , " Redes Electricas " , (Barcelona-España ,1948) pp. 1-62 .



A.F. 141478