

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BIBLIOTECA
INV. No. P-232
ELE-SP-119-3

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

"ESTUDIO DE COORDINACION ENTRE LA PLANTA DE GENERACION
CON LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCION DE MILAGRO"

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO
DE
INGENIERO ELECTRICO

Por:

FABIO G. RAMIREZ CARCELEN

GUAYAQUIL-ECUADOR

AGOSTO, 1977

"ESTUDIO DE COORDINACION ENTRE LA PLANTA DE GENERACION
CON LOS ELEMENTOS DE PROTECCION DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCION DE MILAGRO"

DIRECTOR DE TESIS



ING. EDUARDO LEON

A U T O R



FABIO RAMIREZ CARCELI

DECLARACION EXPRESA:

DECLARO QUE: Hechos, ideas y doctrinas ex
puestos en esta tesis son de mi exclusi-
va responsabilidad y que el patrimonio in
telectual de la misma corresponde a la Es
cuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profe-
sionales de la Escuela Superior Politéc
nica del Litoral).

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL	3
1.1. Generación	3
1.2. Subestaciones	3
1.3. Subtransmisión	4
1.4. Distribución primaria	4
1.5. Sistema futuro	5
CAPITULO II	
CALCULO DE FALLAS	6
2.1. Valores por unidad	6
2.2. Diagramas de secuencia	7
2.3. Fallas trifásicas	7
2.4. Fallas de línea a tierra	8
2.5. Fallas de Línea a línea	8
2.6. Fallas de doble línea a tierra	8
CAPITULO III	
SELECCION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION	9
3.1. Criterios de selección	9
3.2. Elementos de protección para:	10
3.2.1. Generador	10
3.2.2. Transformador	10
3.2.3. Líneas	10
3.2.4. Factores a considerarse en la selección de los reconectadores y seccionalizadores.	11

	Pág.
CAPITULO IV.	
COORDINACION DE ESTOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION.	14
CAPITULO V	
RECOMENDACIONES	33
ANEXOS	35
TABLAS	62
FIGURAS	70
PLANOS	
REFERENCIAS	

INTRODUCCION

El Sistema Milagro tiene su centro de generación en la ciudad de Milagro con una capacidad instalada de 9.14 mw, equivalente a 5 grupos a diesel.

De acuerdo al plan nacional de electrificación este sistema se encuentra interconectado con diferentes poblaciones ubicadas en su zona de influencia.

La ciudad de Milagro cuenta con un número considerable de industrias destacándose la de tipo azucarero y otras de gran importancia, lo que ha dado lugar a un incremento notable en la demanda de energía.

Frente a esta circunstancia y con la finalidad de mejorar la confiabilidad del sistema se ha desarrollado el presente trabajo en el que luego del análisis del sistema se determinan las magnitudes de las corrientes de corto circuito necesarias para seleccionar en forma adecuada las capacidades de interrupción de los equipos de protección.

Posteriormente se coordinan dichos equipos de tal forma que aislen las secciones con falla del sistema,

permitiendo esto reducir a un mínimo el número de consumidores afectados.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

El Sistema Eléctrico de Milagro está formado de la siguiente manera:

1.1. GENERACION

El Sistema de Generación se compone de cinco generadores accionados por motores a diesel, cuatro generadores a 4.16 kv y uno a 13.8 kv.

En la figura # 1 se muestra el diagrama unifilar del sistema de Generación. Los valores de las reactancias dados a los grupos 1,2, 4, se los ha obtenido de grupos de características similares instalados en otras ciudades del país por no disponerse de estos valores en la propia central.

1.2. SUBESTACIONES

La subestación actual cuenta con tres transformadores de las siguientes características:

Transformador de 3,75 mva, $\%z = 5,53$; 4.16 Δ /13.8 Y_2
 Transformador de 3 mva, $\%z = 5,58$; 4.16 Δ /13.8 Y_2
 Transformador de 3,75 mva, $\%z = 5,3$; 4.16 Δ /13.8 Y_2

1.3. SUBTRANSMISION

El Sistema Eléctrico se encuentra actualmente interconectado con grandes centros poblados a través de líneas de subtransmisión las que en su recorrido sirven también a la zona rural.

Estas líneas están construídas en su mayoría con conductores de aluminio tipo ASC a una tensión de 13.8 kv conexión en estrella con neutro puesto a tierra.

En la figura # 2 aparecen las alimentadoras que sirven a las poblaciones indicadas y a la ciudad de Milagro.

En el anexo "A" se señalan las características de las líneas de subtransmisión.

1.4. DISTRIBUCION PRIMARIA

La distribución primaria del sistema es radial, utilíza dos tipos de voltaje 4.16 y 13.8 kv en ambos casos conexión en estrella con el neutro aterrizado.

En el Plano # 1 se indica la distribución primaria a 4.16 kv. En el Plano # 2 se indica la correspondiente a 13.8 Kv.

DESCRIPCION DEL SISTEMA FUTURO

GENERACION

Se ha previsto la instalación de una unidad de 3.125 mva y a un voltaje de 4.16 Kv para el presente año en la central térmica de Milagro.

Los estudios de corto circuito así como la selección de los equipos de protección se hicieron considerando en operación la unidad señalada anteriormente.

SUBESTACION

En la subestación actual se va a instalar un transformador de 3.750 Kva con una relación de transformación de 4.16 - 13.8 Kv y una impedancia de 5.3%.

LINEAS

En los Planos # 3 y 4 se señalan las líneas de distribución primaria para los sistemas tanto a 4.16 como a 13.8 Kv respectivamente, en los que se indican los diferentes cambios que se han proyectado y que se requieren efectuarlos a fin de poder aplicar el presente trabajo.

CAPITULO II

CALCULO DE FALLAS

El estudio de corto circuito se efectuó con el objeto de determinar los valores de las corrientes tanto en máxima como en mínima generación a fin de seleccionar las capacidades de interrupción de los equipos de protección.

Para efectuar el estudio se numeraron las barras del sistema y las líneas radiales según se muestra en la Figura # 3, las bases seleccionadas son Kva base 3.125, Kv base 4.16.

2.1. VALORES POR UNIDAD

Reactancia de los generadores en las nuevas bases.

GRUPOS #	X	X ₂	X ₀
1 y 2	0.4998	0.7999	0.31654
3,5 y 6	0.271	0.42	0.106
4	0.65787	1.0526	0.41666

Impedancias de los transformadores en las nuevas bases.

TRANSFORMADOR	Z $\%$	Z p.u.
3.750 Kva	5.53	0.046083
3.000 "	5.58	0.058125
3.750 "	5.3	0.04415

En los Anexos "A" y "B" se indican en p.u. los valores tanto de las líneas de subtransmisión como de las líneas de distribución primaria.

En los Anexos "C" y "D" aparecen las impedancias de cada una de las barras del sistema tanto en máxima como en mínima generación para cada una de las redes de secuencia.

2.2. DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Los diagramas de secuencia positivo, negativo y cero se muestran en las figuras 4, 5, 6.

2.3. FALLAS TRIFASICAS

Del análisis de este tipo de falla en condiciones de máxima y mínima generación se obtuvieron los resultados

dos señalados en el anexo "E".

2.4. FALLAS DE LINEA A TIERRA

El análisis de este tipo de falla se efectuó en ambas condiciones de generación, mostrándose sus resultados en el Anexo "F".

2.5. FALLAS DE LINEA A LINEA

En el Anexo "G" se muestran los resultados del análisis de este tipo de falla.

2.6. FALLAS DE DOBLE LINEA A TIERRA

Para este tipo de falla las magnitudes de las corrientes para cada una de las barras se muestran en el Anexo "H".

C Á P I T U L O I I I

SELECCION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION

Para efectuar la selección de los elementos de protección es preciso hacer la siguiente consideración:

El empleo de dispositivos adecuados capaz de resolver en forma económica y confiable los problemas de protección contra sobrecorriente debe servir para mantener la continuidad del servicio aislando las fallas a la sección más pequeña del sistema y reducir de esta forma el número de consumidores afectados.

3.1. CRITERIO DE SELECCION

Luego de ubicar tentativamente los equipos para cada punto de seccionalización y de efectuar los estudios de corto circuito del sistema, se precisa para una selección adecuada cumplir los requerimientos siguientes:

1. Las características del equipo seleccionado deberá estar de acuerdo con aquellas del sistema.
2. Facilidad para coordinarse en forma adecuada con el resto de los equipos de protección.

3. Evaluación de todas las alternativas para la selec
ción final.

3.2. ELEMENTOS DE PROTECCION PARA:

- 3.2.1. Generador.- Todos los generadores del Sistema están protegidos por interruptores automáticos de circuito (OCB), con sus respectivos reles para la protección de sobrecorriente.

Las características de estos interruptores aparecen en el Anexo I.

- 3.2.2. Transformador.- De igual forma aquellos inte
rruptores, dan protección a los transformadores de la subestación.

- 3.2.3. Líneas.- Para las líneas de subtransmisión y de distribución primaria se han seleccionado en este estudio equipos de protección automáticos y no automáticos con el objeto de aislar las fallas a una sección del circuito y reducir el tiempo de localización de las mismas.

Dentro de los equipos automáticos están los reconectadores cuya instalación se ha previsto en la subestación y en los circuitos ramales.

Tenemos también los seccionalizadores de línea, los cuales operan en serie con los reconectadores.

Dentro de los no automáticos están los corta - circuito fusible, usados para dar protección a los circuitos ramales. Tenemos también los interruptores monopolares tipo cuchillas y los interruptores de aire tripolares para operación en grupo.

3.2.4. Factores a considerar en la selección de los reconectores y seccionalizadores.

Reconector automático de línea

- El voltaje fase a fase no debe exceder el voltaje de diseño del reconector.
- La capacidad nominal de corriente del reconector, debe ser igual ó mayor que la corriente de carga máxima a través del reconector.
- La capacidad de interrupción del reconector debe ser igual ó mayor que la corriente de falla máxima disponible en la ubicación del reconector.
- La mínima corriente de corte seleccionada de-

be permitir que el reconectador sea sensible a las corrientes de falla en toda la zona de protección deseada.

- Las curvas de tiempo corriente y las secuencias de operación seleccionadas deben permitir la coordinación con otros dispositivos de protección en ambos lados del reconectador.

Seccionalizador automático de línea

Los seccionalizadores son usados principalmente en circuitos ramales para aislar fallas automáticamente. Ellos no tienen capacidad para interrumpir corrientes de fallas, por lo tanto se usan en conjunto con los recloser ó breaker para proveer puntos de seccionalización. No tienen curvas características de operación, pero si tienen capacidad de ruptura suficiente para la corriente de carga. Debido a que la corriente mínima de conteo es 160% de la capacidad de la bobina solenoide se pueden obtener diferentes valores de corriente mínima de recuento cambiando la bobina.

Los siguientes factores se deben considerar en la selección:

- La corriente mínima de falla en la zona de protección debe exceder la corriente de actuación mínima del seccionalizador.
- No debe excederse los regímenes momentáneos y de corto tiempo de los seccionalizadores.
- El seccionalizador debe usarse en serie con los recloser y en su lado de carga.
- El voltaje de fase a fase no debe exceder el voltaje de diseño del seccionalizador.
- El número de conteo del seccionalizador debe permitir la coordinación adecuada con otros equipos de protección.

CAPITULO IV

COORDINACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION

La coordinación de los elementos protectores en serie usados para desarrollar un plan de protección contra sobre corriente permite proteger con anticipación a los equipos de daños y quemaduras a los alimentadores, así como también obtener la confiabilidad deseada en el sistema. Dos principios se han considerado durante el proceso de la coordinación de los elementos protectores seleccionados, los cuales son:

- El equipo de protección que está más cerca a la falla debe despejarla antes que el equipo de respaldo interrumpa el circuito como en el caso de los fusibles u opere hasta la apertura definitiva como en el caso de los reconectores.
- Las aperturas causadas por fallas permanentes deben ser restringidas a la sección más pequeña del sistema por el tiempo más corto posible.

Debido a la ubicación de los equipos protectores varios tipos de coordinación han sido considerados para una correcta aplicación de los citados equipos.

En las figuras #8 al 14 se muestran los Diagramas unifilares de los alimentadores urbanos (planificados) y rurales en los que se indican las corrientes máximas y mínimas de falla en cada punto de seccionalización, así como también los elementos de protección a ser utilizados.

En el Anexo "J" se indican las características de los reconectores y seccionalizadores que se recomiendan.

En las Figuras del # 16 al 27 se muestran las curvas de coordinación entre los elementos de cada uno de los alimentadores del sistema.

El sistema de distribución primario urbano consta de dos alimentadores a 13.8 Kv y uno a 4.16 Kv, trataremos en esta sección sobre los equipos de protección para cada uno de estos.

ALIMENTADOR A 416 KV

Este alimentador transporta una corriente de carga a demanda máxima de 150 Amp tiene como elemento de protección un reconector tipo "R" de 225 Amp. ubicado en la subestación, sirve además como elemento de respaldo a los demás equipos ubicados en los puntos de seccionamiento.

En la Figura # 8 se muestra el Diagrama Unifilar de es-

te alimentador en el que de acuerdo a los equipos de protección que se han seleccionado y que se muestran en la tabla "A", se presentan, dos tipos de coordinación, los que, luego del análisis correspondiente, determinan las capacidades adecuadas de estos equipos.

En las figuras # 15 y 16 se muestran las curvas de coordinación entre el reconectador de 225 Amp. y los tira fusibles 100T y 65T., según aquellas se obtienen los siguientes rangos de coordinación:

FUSIBLE

	<u>100T</u>	<u>65T</u>
Punto máximo de coordinación:	3.700	2.260
Punto mínimo de coordinación:	900	450

Estos rangos resultan suficientes para coordinar el reconectador con los elementos fusibles resultando de esta forma adecuada la secuencia dada al reconectador.

Fusibles de menor capacidad a los antes citados, resultan inconvenientes, debido a que, el punto de máxima coordinación que se obtiene está por debajo de la máxima corriente de falla en la ubicación del fusible, lo cual dificulta la coordinación con el reconectador.

En el Plano # 3 se indican las limitaciones que se precisan realizar en el recorrido de este alimentador.

ALIMENTADOR A 13.8 KV. GARCIA MORENO - GUAYAQUIL

Es otra alimentadora urbana a 13.8 KV planificado dentro del sistema primario, su distribución es radial conforme se muestra en el Diagrama unifilar de la Figura # 9. Tiene una serie de ramales que están protegidos por fusible Tipo T, los cuales son de baja capacidad debido a la reducida carga que protegen. Para efectos de mantener la continuidad del servicio, se ha previsto, la instalación de seccionadores - monopolaes tipo cuchillas, en las barras conforme se observa en el citado Diagrama unifilar, a fin de dar servicio a los ramales secundarios, en caso de falla de uno de los ramales principales.

En la barra # 156 de la figura antes indicada se instalarán fusibles tipo 65T por ser adecuados para la coordinación con el reconectador, fusibles de menor capacidad, no son apropiados, puesto que dan puntos de máxima coordinación, que están por debajo de la máxima corriente de falla en la ubicación del fusible.

La máxima corriente de carga del alimentador es 50 Amp., el reconectador seleccionado es de tipo "R" con control hi-

dráulico de 140 Amp., continuos y una secuencia operativa 2A - 2B que resulta adecuada para coordinarse con los fusibles antes señalados. En la figura # 19 se muestra la coordinación entre estos elementos en donde el punto de máxima coordinación tiene un valor igual a 2.320 Amp. y el punto mínimo es igual al valor mínimo de apertura del reconectador, esto es 280 Amp., rango que resulta suficiente para la operación adecuada del reconectador ya que despeja las fallas de tipo temporal durante sus operaciones en las curvas rápidas, restableciéndose automáticamente una vez que queda aislada las secciones con falla.

En la tabla "B" aparecen los elementos de protección seleccionados para cada una de las barras del alimentador.

Los fusibles desde el F-11 al F-15 se coordinan con el F-10 y desde el F-16 al F-19 se coordinan con el F-9, mientras que el reconectador actúa como un elemento de respaldo.

Es necesario recalcar que para aplicar los equipos de protección descritos en la tabla "B" en cada una de las barras señaladas, se requiere efectuar las variaciones en los tramos de líneas indicados en el Plano # 4.

ALIMENTADOR A 13.8 KV TECNICO MILAGRO - DAGER

Este alimentador transporta una corriente de carga de 35 Amp., tiene como elemento de protección un reconectador hidráulico trifásico tipo R de 100 Amp. continuos ubicado en la subestación, donde la máxima corriente de falla prevista es igual a 2.659 Amp. con una secuencia operativa 2A - 2C, que le permite coordinarse en forma adecuada con los restantes elementos de este alimentador.

En la figura # 12 aparece el Diagrama unifilar de este alimentador en el que se indica los puntos de seccionamiento en cada uno de los ramales. En la barra # 173 del diagrama se ha previsto la instalación de un F-65T, el cual debe transportar la corriente de carga prevista, interrumpir la máxima corriente de falla y coordinarse adecuadamente con el reconectador de respaldo.

Las curvas de coordinación de los elementos antes citados se muestran en la figura # 20, las que, luego de analizarlas determinan dos puntos de coordinación, el máximo con un valor de 2.400 Amp. y el mínimo con 250 Amp. De esto se deduce que para todas las corriente de falla que estén dentro de este rango se coordinarán en forma efectiva los elementos antes citados.

Los restantes elementos que sirven de protección a los circuitos ramales de este alimentador se coordinarán adecuadamente con el F-65T y tendrán como elemento de respaldo el reconectador.

A la altura de la barra # 175 de la citada figura se ha previsto la instalación de tres seccionadores monopolares - tipo cuchilla a fin de facilitar la operación de mantenimiento y una posible transferencia de carga.

En la tabla "C" se muestran los elementos seleccionados para cada una de las barras de este alimentador.

En el Plano # 4 se indica el recorrido de este alimentador una vez independizado del alimentador Yaguachi.

ALIMENTADOR YAGUACHI A 13.8 KV

Este alimentador sirve al sector industrial como son los ingenios de azúcar Valdez y Luz María y también a las poblaciones de Chobo y Yaguachi. Transporta actualmente una corriente de carga de 65 Amp. y tiene como elemento de protección un reconectador hidráulico Tipo "R" con una capacidad continua de 140 Amp. y una secuencia de operación 1A-3C. Su capacidad de interrupción resulta suficiente para interrumpir la máxima corriente de falla de presentarse en la barra

de la subestación.

De acuerdo al Diagrama unifilar de la Figura # 11, en la barra # 170 se ha previsto la instalación de un seccionador trifásico ajustado para 3 cuentas hasta la apertura definitiva, su instalación se recomienda debido a que parte del alimentador puede quedarse con dos fases ante la ocurrencia de una falla de línea a tierra. En esta misma barra y para proteger al ramal que alimenta al ingenio Valdez se ha ubicado un reconectador de 70 Amp. con una secuencia de operación 2A-2B.

Del análisis de las curvas de coordinación entre el reconectador de 140 Amp. y el F-40T mostradas en la Figura # 21 se obtienen dos puntos de coordinación, el máximo tiene un valor igual a 1.460 Amp. y el punto mínimo igual a 280 Amp., dentro de este rango estarán coordinados ambos elementos, - mientras que el seccionador se restablecerá automáticamente olvidándose de su número de conteo una vez que el elemento fusible aísla la sección con falla.

En la figura # 22 se muestra la coordinación entre reconectadores puesto que su instalación se ha previsto. El de secuencia "1A-3C" y el de secuencia "2A-2B" operarán en forma simultánea en sus curvas rápidas, no así entre sus curvas retardadas puesto que las curvas "C" son más lentas que las

"B". asegurándose de esta forma la operación adecuada de estos elementos.

En la tabla "D" aparecen los elementos de protección - que se han seleccionado para cada una de las barras de este alimentador.

En el Anexo "J" se muestran las características de los reconectores y seccionalizador que se recomienda instalar.

ALIMENTADOR MARISCAL SUCRE

La máxima corriente de falla calculada en el punto de aplicación del reconector es de 2.659 Amp. mientras que la corriente de carga prevista es de 28 Amp. Con estas referencias se ha seleccionado un reconector de 70 Amp. con una secuencia 2A-2C y una capacidad de interrupción de 4.000 Amp.

De acuerdo a los elementos seleccionados dos tipos de coordinación se presenta en este alimentador, fusible-fusible y reconector-fusible, los cuales luego del análisis - respectivo establecen las capacidades adecuadas de los elementos de protección para cada una de las barras de este alimentador rural, cuyo diagrama Unifilar se muestra en la Figura # 12.

Puesto que los elementos en la barra # 167 son iguales a 30T, su coordinación con el reconectador de 70 Amp. se muestra en la Figura # 23. Según las curvas características de estos elementos, se establecen dos puntos de coordinación. El punto máximo corresponde a 1.160 Amp. que resulta superior al valor de la máxima corriente de falla en la ubicación del fusible, de allí que se asegura la coordinación entre estos elementos.

El punto mínimo de coordinación es igual al valor mínimo de apertura del reconectador es decir, 140 Amp. debido a que no se establece la intersección entre la curva demorada del reconectador con la curva de máximo despeje del elemento fusible.

En la citada curva se muestra también la coordinación entre los fusibles 8T y 30T.

En la tabla "E" se muestran los elementos de protección recomendados para este alimentador.

En el Anexo "J" se muestran las características del re-
conectador seleccionado.

ALIMENTADOR Km-26

Este alimentador transporta una corriente de carga de 80 Amp. a demanda máxima y es el de mayor longitud dentro del

sistema, su máxima corriente de falla alcanza los 2.659 Amp. en la subestación, donde su elemento de protección, el renectador hidráulico R7 está sujeto a este esfuerzo.

Se divide en dos ramales principales, el uno avanza hasta la población de Bucay y el otro hasta la parroquia Taura según se observa en el Diagrama unifilar de la Fig. # 13, es tán protegidos por fusibles, seccionalizador y reconectador, además por seccionadores monopolares con el objeto de establecer puntos de seccionamiento en caso de presentarse fallas permanentes en estos ramales.

El ramal que alimenta al Ingenio Aztra está protegido por un seccionalizador trifásico ajustado para tres conteo, a fin de poder desconectar totalmente la alimentación, ante la ocurrencia de una falla de línea a tierra, tiene como elemento de respaldo el reconectador R8 ubicado en la barra # 178 con una secuencia operativa 1A-3B, adecuada para coordinarse, tanto con el seccionalizador como con los elementos fusibles de los ramales adyacentes.

Al efectuar la coordinación entre el elemento R8 con los fusibles F-35, F-36, F-38 se obtiene el siguiente rango de coordinación:

Punto máximo de coordinación	= 525 Amp.
Punto mínimo de coordinación	= 140 Amp.

Por otro lado el reconectador R8 y el reconectador R7 con una secuencia 1A-3C se coordinan ambos aunque operan - en forma simultánea en sus curvas rápidas, no ocurriendo lo mismo en sus curvas retardadas donde las operaciones se producen con diferentes retardos de tiempo.

Finalmente, se presenta la coordinación entre el reconectador R7 con el elemento fusible F-32 estableciéndose el siguiente rango:

Punto máximo de coordinación = 1100 Amp.

Punto mínimo de coordinación = 280 Amp.

Este rango resulta suficiente puesto que la máxima corriente de falla en la ubicación del fusible es 751 Amp. y la mínima en el extremo más alejado del ramal es 320 Amp, fusibles de menor capacidad no mejoran el rango puesto que dan puntos de máxima coordinación menores que la máxima corriente de falla, en cambio si se logra este propósito cambiando las características del reconectador.

En las Figuras # 24 y 25 se muestran las curvas de coordinación entre el reconectador de 140 Amp. con el fusible 30T y entre el reconectador de 70 Amp. con el fusible 15T respectivamente.

En la Tabla "F" aparecen los diferentes elementos seleccionados para cada una de las barras del alimentador.

ALIMENTADOR NARANJITO

Debido a que este alimentador rural dará servicio a la Papelera Nacional y al Ingenio San Carlos, la corriente de carga que se prevee es del orden de los 95 Amp. la máxima corriente de falla en el punto de origen de este alimentador es igual a 2.659 Amp.

Debido a lo anterior y con el objeto de asegurar la continuidad del servicio se ha seleccionado un reconectador trifásico con una secuencia operativa 1A-3B el cual se ubicará en la subestación, también se ha previsto la instalación de un seccionalizador trifásico ajustado para tres conteos en la barra # 183, según se observa en el Diagrama Unifilar de la Figura # 14.

Luego del análisis de las curvas de coordinación mostradas en las figuras # 26 y 27, de los elementos de protección de este alimentador se determinan dos puntos de coordinación:

<u>TIPO DE FUSIBLE</u>	<u>20T</u>	<u>25T</u>
Punto máximo de coordinación	570	760
Punto mínimo de coordinación	280	280

En la Tabla "G" se indican los elementos de protección seleccionados para cada una de las barras de este alimentador.

COORDINACION BREAKER - RECONECTADOR

Este tipo de coordinación considera al breaker como elemento de respaldo al reconectador. El método empleado para efectuar tal coordinación se fundamenta en que los reles del disyuntor integran el tiempo de despeje del reconectador cada vez que este realiza una operación y se reponen a su posición inicial, durante el intervalo de recierre de aquellos. Si no se reponen completamente, al reaplicar nuevamente la falla el disco del rele va a girar hasta cerrar sus contactos a partir del punto de reposición incompleta.

Se ha efectuado este estudio a base de los datos de operación de cada uno de los reles de los interruptores automáticos existentes en la central de generación de Milagro.

Por otro lado los reles de sobrecorriente están expuestos al paso de grandes magnitudes de corriente al ocurrir fallas en las barras y que corresponden a las contribuciones de cada uno de los generadores hacia los puntos de falla. Estas contribuciones se indican a continuación:

GRUPOS	CORRIENTES DE FALLA
G ₁	871
G ₂	871
G ₃	1464
G ₄	199
G ₅	1537
G ₆	1537

Los relés de sobrecorriente considerados en este estudio son los siguientes:

GRUPOS	TIPO DE RELÉS	TIEMPO DE REPOSICION (seg.)	CARACTERISTICAS
G ₁	IZS1D	17	Sobrecorriente con R.V.
G ₂	IZS1D	17	Sobrecorriente con R.V.
	ICO1D	10	Sobrecorriente
G ₃	COV-8	4	Sobrecorriente con restricción de voltaje.
G ₄	CAG	6	Sobrecorriente
G ₅	IJC V	8	Sobrecorriente con restricción de voltaje.
G ₆	IVCV	8	Sobrecorriente con restricción de voltaje.

Actualmente estos relés tienen sus taps y time dial en las siguientes posiciones:

RELE	POSICION DEL TAPS	POSICION TIME DIAL	C.T.
IZS1D	5	3	300/5
IZS1D	5	3	300/5
ICO1D	4	1	600/5
COV8	3.5	0.5	600/5
CAG	1	1	60/5
IJCV	4	1.5	600/5
IJCV	4	1.5	600/5

De acuerdo a como se ha planificado el sistema la calibración de los reles quedará de la siguiente manera:

TIPO RELE	POSICION DEL TAP	I MULTIPLO DE TAP	DIAL DE TIEMPO	TIEMPO DE OPERACION EN Seg.
IZS1D	6	2.42	7	1.37
IZS1D	6	2.42	7	1.37
ICO1D	5	2.766	2	1.05
COV-8	3.5	3.49	2	1.3
CAG	1	3.31	1	1.15
IJCV	6	2.13	7	1.47
IJCV	6	2.13	7	1.47

Una vez fijados estos valores en los reles, se coordinan cada uno de estos con cada uno de los reconectores para - cada punto de falla, lo cual se efectúa a continuación:

RELE IZS1D

FALLA EN	SECUENCIA RECLOSER	CAPACIDAD DEL RECLOSER EN AMP.	% DE VIAJE DE DISCO DEL RELE Y APERTURA DEL RECLOSER
a	2A - 2B	225	10
b	2A - 2C	70	10
c	2A - 2 B	140	12
d	2A - 2C	100	15
e	1A - 3C	140	39
f	1A - 3C	140	39
g	1A - 3B	140	25

RELE IC01D

FALLA EN	SECUENCIA RECLOSER	CAPACIDAD DEL RECLOSER EN AMP.	% DEL VIAJE DISCO DEL RELE Y APERTURA DEL RECLOSER
a	2A - 2B	225	13
b	2A - 2C	70	13
c	2A - 2B	140	16
d	2A - 2C	100	19
e	1A - 3C	140	44
f	1A - 3C	140	44
g	1A - 3B	140	16

RELE COV-8

FALLA EN	SECUENCIA RECLOSER	CAPACIDAD DE RECLOSER AMP.	% DE VIAJE DISCO DEL RELE Y APERTURA RECLOSER.
a	2A - 2B	225	11
b	2A - 2C	70	10
c	2A - 2B	140	13
d	2A - 2C	100	15
e	1A - 3C	140	23
f	1A - 3C	140	23
g	1A - 3B	140	13

RELE CDG

FALLE EN	SECUENCIA RECLOSER	CAPACIDAD DE RECLOSER AMP.	% VIAJE DISCO RELE Y APERTURA RECLOSER
a	2A - 2B	225	12
b	2A - 2C	70	11
c	2A - 2B	140	13
d	2A - 2C	100	17
e	1A - 3C	140	26
f	1A - 3C	140	26
g	1A - 3B	140	14

RELE IJCV

FALLA EN	SECUENCIA RECLOSER	CAPACIDAD DE RECLOSER AMP.	% VIAJE DISCO DEL RELE Y APERTURA DEL RECLOSER
a	2A - 2B	225	13
b	2A - 2C	70	12
c	2A - 2B	140	15
d	2A - 2C	100	17
e	1A - 3C	140	28
f	1A - 3C	140	28
g	1A - 3B	140	15

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el viaje de los reles es menor que el 100%. Lo que hace que el interruptor automático de circuito no dispare antes que los reconectadores, asegurándose de esta forma la coordinación entre ambos elementos.

En la Figura # 15 se indican los puntos de falla que se consideraron durante la coordinación Breaker-Reconectador.

RECOMENDACIONES

Para la aplicación de este estudio es necesario tomar en consideración lo siguiente:

El plan de protección desarrollado para este sistema se lo hizo efectuando los cambios y ampliaciones en los alimentadores del sistema de distribución primario y en las salidas de estos desde la subestación, los mismos que se señalan en los Planos # 3 y 4 que corresponden a los sistemas A 4.16 y 13.8 KV respectivamente. De igual forma los cálculos de las corrientes de falla, las ubicaciones de los equipos en cada una de las barras y la coordinación de los equipos de protección se efectuaron considerando los cambios a que nos hemos referido.

De allí que para una operación adecuada de los equipos seleccionados se recomienda efectuar tales variaciones.

Para efectos de minimizar las secciones de línea con falla así como el número de usuarios que resulten afectados por estas anomalías, se recomienda la instalación de interruptores tipo cuchillas en los lugares mostrados en los Planos # 3 y 4 del Sistema de distribución. En las líneas de subtransmisión se deberán instalar cada 10 Km. los citados

equipos.

Por otro lado, se recomiendan también la instalación de interruptores de aire a fin de efectuar transferencia de carga en caso de falla de uno de los alimentadores. Se ubicarán dichos equipos en TC-1, TC-2 y TC-3 que corresponden a los lugares donde se producirá la inteconexión entre los alimentadores Yaguachi - García Moreno; García Moreno - Mariscal Sucre y en el sistema A 4.16 KV respectivamente.

Los equipos de protección que se han seleccionado, para cada una de las barras de los diferentes alimentadores, aparecen en las tablas de "A" hasta "G".

Finalmente, los reles de sobrecorriente de las unidades de generación deben ser calibrados a los valores que se han determinado a fin de que operen, en forma adecuada, luego de coordinarse con los reconectores del sistema.

ANEXOS

- ANEXO "A". Líneas de Subtransmisión
- ANEXO "B". Líneas de Distribución Primaria
- ANEXO "C". Impedancias del Sistema en Máxima generación.
- ANEXO "D". Impedancias del Sistema en Mínima generación.
- ANEXO "E". Fallas Trifásicas.
- ANEXO "F". Fallas de Línea a Tierra.
- ANEXO "G". Fallas de Línea a Línea.
- ANEXO "H". Fallas de doble línea a tierra
- ANEXO "I". Características de los interruptores automáticos de circuito (OCB)
- ANEXO "J". Características de los reconectores y seccionadores para el sistema que se ha planificado.

ANEXO "A"

LINEAS DE SUBTRANSMISION

DESCRIPCION	DISTANCIA	CONDUCTOR	R(Ω)	X(Ω)	Rp.u.	Xp.u.
Milagro - Yaguachi	14	2/0 ASC	5.88	5.011	0.09658	0.08274
Milagro - M. Sucre	11	2/0 ASC	4.84	3.641	0.07942	0.059746
M. Sucre - S. Bolívar	13.7	2/0 ASC	6.0225	4.5396	0.09883	0.07449
M. Sucre - L. Garaycoa	11	2/0 ASC	4.9674	3.7443	0.08151	0.06144
Milagro - Naranjito	18	2/0 ASC	7.9128	5.9644	0.12984	0.09787
Milagro - Km. 26	14	2/0 ACSR	6.1429	4.8204	0.1008	0.07909
Km. 26 - El Triunfo	31	2/0 ASC	13.6276	10.272	0.2236	0.16856
El Triunfo - Bucay	35	2/0 ASC	15.386	11.597	0.2524	0.1903
El Triunfo - La Troncal	13	2/0 ASC	5.7148	4.3076	0.09377	0.07068
La Troncal - Cochancay	8	2/0 ASC	3.5168	2.65088	0.0577	0.0434
Km. 26 - Taura (Base)	2	2/0 ACSR	0.8775	0.6886	0.0144	0.0113
Naranjito - M. Maridueña	8	2/0 ASC	3.5168	2.6508	0.0577	0.0434

ANEXO "B"

LINEAS DE DISTRIBUCION PRIMARIA

BARRA "DE"	BARRA "A"	R(·)	X(·)	R _(p.u.)	X (p.u.)	COND.	DIST. Km.
150	151	0.26262	.20603	.04743	.03721	2/0 ACSR	.6
151	152	.10320	.10154	.01864	.01834	1/0 CU	.3
152	153	.10320	.10154	.01864	.01834	1/0 CU	.3
150	154	.6335	.47662	.01144	.08608	2/0 ASC	1.44
5	155	.22121	.24924	.00362	.00409	4/0 ASC	.8
155	156	.5240	.05911	.00086	.00097	4/0 ASC	.19
156	157	.2852	.21512	.00468	.00353	2/0 ASC	.65
157	158	.28032	.11456	.00460	.00188	2 ASC	.32
158	159	.21024	.08592	.00345	.00141	2 ASC	.24
159	160	.21024	.08592	.00345	.00141	2 ASC	.24
160	161	.28032	.01145	.00460	.00188	2 ASC	.31
156	162	.08775	.06581	.00144	.00108	2/0 ASC	.2
162	163	.03107	.02315	.00051	.00038	2/0 ASC	.07
163	164	.05301	.03961	.00087	.00065	2/0 ASC	.12
164	165	.05301	.03961	.00087	.00065	2/0 ASC	.12
165	166	.12736	.09628	.00209	.00158	2/0 ASC	.29
5	167	4.84	3.641	.07942	.05974	2/0 ASC	.11
167	168	6.02216	4.53948	.09882	.07449	2/0 ASC	13.7
167	169	4.83565	3.64486	.07935	.05981	2/0 ASC	11.3

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA (CONT.)

BARRA "DE"	BARRA "A"	R	X	R	X	COND.	DIST. Km.
5	170	.59356	.67095	.00974	.01101	4/0 ASC	2.15
170	171	1.92572	1.78983	.03160	.02937	2/0 ASC	5
171	172	3.95993	3.22194	.06498	.05287	2/0 ASC	9
5	173	.39733	.23523	.00652	.00386		
173	174	.22791	.09263	.00374	.00152	2 ASC	.26
174	175	.08775	.03595	.00144	.00059	2 ASC	.1
175	176	1.19992	.48996	.01969	.00804	2 ASC	1
5	177	6.14283	4.81980	.10080	.07909	2/0 ASC	14
177	178	.87876	.66242	.01442	.01087	2/0 ASC	2
178	179	12.7482	9.60914	.20919	.15768	2/0 ASC	29
179	180	5.7144	4.30729	.09377	.07068	2/0 ASC	13
179	181	15.3857	11.59764	.25247	.19031	2/0 ASC	35
177	182	.87754	.68802	.01440	.01129	2/0 ACSR	2
5	183	7.47317	5.63275	.12263	.09243	2/0 ASC	17
183	184	3.51689	2.65092	.05771	.04350	2/0 ASC	8
183	185	.43938	.33090	.00721	.00343	2/0 ASC	1

A N E X O "C"

IMPEDANCIAS ESTANDO EL SISTEMA EN MÁXIMA GENERACION

BARRA #	Z ₁	Z ₂	Z ₀
BARRA 1	j0.0887	j0.095848	j0.15827
BARRA 2	j0.0952	j0.087256	j0.106
BARRA 3	j0.0897	j0.082886	j0.106
BARRA 4	j0.0897	j0.082886	j0.106
BARRA 5	j0.0699	j0.067814	j0.01154
BARRA 150	0.0014+ j0.0928	0.00145 + j0.100028	0.00282156 + j0.1642136
BARRA 151	0.0488+ j0.1301	0.04888 + j0.13723	0.0870565 + j0.3016239
BARRA 152	0.0675+ j0.1484	0.06752 + j0.15557	0.12154068 + j0.3679021
BARRA 153	0.0861+ j0.1667	0.08616 + j0.17391	0.1560247 + j0.4341803
BARRA 154	0.1158+ j0.1789	0.11588 + j0.28523	0.20677248 + j0.4892583
BARRA 155	0.0036 +j0.0740	0.00362 + j0.07190	0.007010812 + j0.026699
BARRA 156	0.0044+ j0.0750	0.00448 + j0.07287	0.0086758 + j0.03029793
BARRA 157	0.0091+ j0.0785	0.00916 + j0.07640	0.0170403 + j0.0436288
BARRA 158	0.0137+ j0.0804	0.01376 + j0.07828	0.0216396 + j0.0455065
BARRA 159	0.0172+ j0.0818	0.01721 + j0.07969	0.02685356+ j0.051299

IMPEDANCIAS ESTANDO EL SISTEMA EN MÁXIMA GENERACION (CONT.)

BARRA #	Z_1	Z_2	Z_0
BARRA 160	0.206 + j0.0832	0.02066 + j0.08110	0.0320674 + j0.0570929
BARRA 161	0.252 + j0.0851	0.02526 + j0.08298	0.041958 + j0.0645716
BARRA 162	0.0059 + j0.0761	0.00592 + j0.07395	0.0112495 + j0.0343997
BARRA 163	0.0064 + j0.0764	0.00643 + j0.07433	0.01215029 + j0.035291
BARRA 164	0.0072 + j0.0771	0.0073 + j0.074984	0.013694426 + j0.03775
BARRA 165	0.0081 + j0.0777	0.00817 + j0.07563	0.0152386 + j0.0402139
BARRA 166	0.0102 + j0.0793	0.0102 + j0.077214	0.01897048 + j0.046161
BARRA 167	0.0794 + j0.1297	0.0794213 + j0.12756	0.1455 + j0.237148
BARRA 168	0.1782 + j0.2041	0.1782413 + j0.20205	0.317855 + j0.51812
BARRA 169	0.1587 + j0.1895	0.15877 + j0.18737	0.28697059 + j0.46890
BARRA 170	0.0097 + j0.0809	0.00974 + j0.07882	0.018841315 + j0.05226
BARRA 171	0.043 + j0.1103	0.04134 + j0.10819	0.083184 + j0.154814
BARRA 172	0.1063 + j0.1632	0.10632 + j0.16106	0.1990 + j0.3393966
BARRA 173	0.0065 + j0.0738	0.00652 + j0.07167	0.009380 + j0.02223
BARRA 174	0.0102 + j0.0753	0.01026 + j0.07319	0.015029 + j0.02851

IMPEDANCIAS ESTANDO EL SISTEMA EN MAXIMA GENERACION (Cont.)

BARRA #	Z_1	Z_2	Z_0
BARRA 175	0.117 + j0.0759	0.0117 + j0.0737844	0.01720158 + j0.040058
BARRA 176	0.0313 + j0.0839	0.03139 + j0.0818244	0.038926348 + j0.0516047
BARRA 177	0.1008 + j0.1490	0.10080 + j0.1469044	0.1785814 + j0.30286147
BARRA 178	0.1152 + j0.1599	0.11522 + j0.1577744	0.2043185 + j0.3438796
BARRA 179	0.3244 + j0.3176	0.32441 + j0.3154544	0.5775065 + j0.938644
BARRA 180	0.4181 + j0.3882	0.41818 + j0.3861344	0.74479769 + j1.2052625
BARRA 181	0.5768 + j0.5079	0.57688 + j0.5057644	1.0279058 + j1.6564632
BARRA 182	0.1151 + j0.1603	0.1152 + j0.1581944	0.2043185 + j0.34387964
BARRA 183	0.1226 + j0.1623	0.12263 + j0.1602444	0.21876539 + j0.36020172
BARRA 184	0.1803 + j0.2058	0.18034 + j0.203744	0.3217137 + j0.52427465
BARRA 185	0.1298 + j0.1678	0.12984 + j0.1656744	0.23163385 + j0.3807108

A N E X O "D"

IMPEDANCIAS DE BARRAS DEL SISTEMA EN MINIMA GENERACION

BARRA #	Z ₁	Z ₂	Z ₀
BARRA 1	j0.2142	j0.22611337	j0.31654
BARRA 2	j0.1871	j0.17107716	j0.106
BARRA 3	j0.2494		
BARRA 4	j0.2494		
BARRA 5	j0.2053	j0.20417711	j0.025704095
BARRA 150	0.0014 + j0.2184	0.00145 + j0.230933	0.00282156 + j0.322483
BARRA 151	0.0488 + j0.2556	0.04838 + j0.2675033	0.070565 + j0.459894
BARRA 152	0.0675 + j0.2739	0.06752 + j0.2858433	0.1215406 + j0.526172
BARRA 153	0.0861 + j0.2923	0.08616 + j0.3041833	0.1560024 + j0.5924498
BARRA 154	0.1158 + j0.3045	0.11588 + j0.3163733	0.2067724 + j0.6475283
BARRA 155	0.0036 + j0.2094	0.00362 + j0.2082671	0.0070108 + j0.0408567
BARRA 156	0.0044 + j0.2103	0.00448 + j0.2092371	0.0086758 + j0.0444554
BARRA 157	0.0091 + j0.2139	0.00914 + j0.2127671	0.0170403 + j0.0577863
BARRA 158	0.0137 + j0.2157	0.01374 + j0.2146471	0.0216396 + j0.0596664
BARRA 159	0.0172 + j0.02172	0.01719 + j0.2160571	0.0268535 + j0.065447
BARRA 160	0.0206 + j0.2186	0.02064 + j0.2174671	0.0320674 + j0.0712504
BARRA 161	0.252 + j0.2204	0.02524 + j0.2193471	0.0419580 + j0.0787291
BARRA 162	0.059 + j0.2114	0.00592 + j0.2103171	0.01124951 + j0.0485572
BARRA 163	0.0064 + j0.02118	0.0064 + j0.2106971	0.0121503 + j0.0494494

IMPEDANCIAS DE BARRAS DEL SISTEMA EN MINIMA GENERACION (CONT.)

BARRA #	Z_1	Z_2	Z_0
BARRA 164	0.0072 + j0.2124	0.0073 + j0.2113471	0.0136944 + j0.05191049
BARRA 165	0.0081 + j0.2131	0.00817 + j0.2119971	0.0151386 + j0.0543714
BARRA 166	0.0102 + j0.2147	0.01026 + j0.2135771	0.0188704 + j0.0603189
BARRA 167	0.0794 + j0.2650	0.0794213 + j0.2639236	0.141555 + j0.251304
BARRA 168	0.01782 + j0.3395	0.1782413 + j0.338413	0.317855 + j0.5322807
BARRA 169	0.1587 + j0.3248	0.1587713 + j0.323733	0.2869705 + j0.483058
BARRA 170	0.0097 + j0.2163	0.00974 + j0.2151871	0.0188413 + j0.0664264
BARRA 171	0.0413 + j0.2457	0.04134 + j0.244557	0.083184 + j0.168972
BARRA 172	0.1063 + j0.2985	0.10632 + j0.2974271	0.199 + j0.353554
BARRA 173	0.0065 + j0.2091	0.00652 + j0.2080371	0.0093807 + j0.036392
BARRA 174	0.0102 + j0.2107	0.01024 + j0.2095571	0.0150287 + j0.0426686
BARRA 175	0.0117 + j0.2112	0.0117 + j0.2101471	0.0172011 + j0.0542153
BARRA 176	0.0313 + j0.2193	0.03139 + j0.218187	0.0389259 + j0.065762
BARRA 177	0.1008 + j0.2844	0.10080 + j0.283267	0.178581 + j0.03170188
BARRA 178	0.1152 + j0.2952	0.11522 + j0.2941371	0.2043185 + j0.358037
BARRA 179	0.3244 + j0.4529	0.32441 + j0.451817	0.5775065 + j0.952801
BARRA 180	0.4181 + j0.5236	0.41818 + j0.522497	0.7447976 + j0.219419
BARRA 181	0.5768 + j0.6432	0.57688 + j0.642127	0.0279058 + j0.67062
BARRA 182	0.1151 + j0.2957	0.1152 + j0.294557	0.2043185 + j0.358037
BARRA 183	0.1226 + j0.2977	0.12263 + j0.296607	0.21876539 + j0.374359
BARRA 184	0.1803 + j0.3412	0.18034 + j0.340107	0.3217137 + j0.538432
BARRA 185	0.1298 + j0.3031	0.12984 + j0.302037	0.2306338 + j0.3948682

A N E X O "E"
FALLAS TRIFASICAS

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
1	4894	2026
2	4556	2320
3	4839	1740
4	4839	1740
5	1870	637
150	4673	1987
151	3124	1668
152	2662	1538
153	2313	1424
154	2036	1332
155	1765	624
156	1741	622
157	1655	611
158	1604	605
159	1565	600
160	1525	596
161	1474	589
162	1714	618
163	1705	617

FALLAS TRIFASICAS (CONT.)

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
164	1689	615
165	1673	613
166	1635	608
167	860	473
168	482	341
169	529	362
170	1604	604
171	1110	525
172	672	412
173	1766	625
174	1721	620
175	1703	618
176	1460	590
177	727	433
178	641	413
179	288	235
180	229	195
181	170	151
182	662	412
183	643	406
184	478	339
185	616	396

A N E X O "F"
FALLAS DE LINEA A TIERRA

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
1	3799	1721
2	4515	2806
3	4675	
4	4675	
5	2630	902
150	3648	1689
151	2177	1302
152	1811	1167
153	1548	1056
154	1241	970
155	2267	856
156	2193	845
157	1947	810
158	1869	797
159	1773	781
160	1683	766
161	1568	745
162	2112	834
163	2092	830
164	2046	824

FALLAS DE LINEA A TIERRA (CONT.)

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
165	2002	817
166	1901	801
167	678	469
168	343	298
169	377	306
170	1822	786
171	961	577
172	502	379
173	2320	864
174	2175	845
175	2023	822
176	1636	764
177	553	407
178	534	374
179	197	176
180	154	142
181	113	106
182	728	376
183	475	365
184	229	322
185	453	352

A N E X O "G"
FALLAS DE LINEA A LINEA

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
1	4075	1707
2	4121	2099
3	4357	
4	4357	
5	1646	553
150	3932	1682
151	3005	1502
152	2596	1415
153	2264	1357
154	1670	1292
155	1594	548
156	1580	546
157	1541	543
158	1525	540
159	1510	537
160	1497	531
161	1479	523
162	1569	545
163	1551	543
164	1531	540

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
165	1509	538
166	1497	531
167	865	461
168	475	360
169	523	361
170	1496	537
171	1105	493
172	674	407
173	1625	552
174	1617	549
175	1611	546
176	1458	541
177	729	427
178	663	403
179	278	234
180	219	193
181	161	148
182	662	408
183	640	403
184	470	339
185	613	394

FALLAS DE DOBLE LINEA A TIERRA

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
1	4432	1890
2	4559	2602
3	4793	
4	4793	
5	2659	943
150	3960	1835
151	2750	1526
152	2420	1426
153	2112	1325
154	2080	1225
155	2256	895
156	2181	884
157	1929	825
158	1861	815
159	1758	806
160	1637	794
161	1538	785
162	2100	878
163	2075	875
164	2032	871

FALLAS DE DOBLE LINEA A TIERRA (CONT.)

BARRA #	MAXIMA GENERACION	MINIMA GENERACION
165	1985	868
166	1870	861
167	794	499
168	421	380
169	490	391
170	1543	828
171	860	748
172	425	618
173	2361	904
174	2215	891
175	2070	875
176	1680	825
177	751	442
178	680	427
179	255	215
180	195	145
181	150	132
182	650	380
183	573	403
184	398	280
185	525	415

A N E X O "I"

CARACTERISTICAS DE LOS INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE CIRCUITO

Los interruptores automáticos que servirán como elemento de respaldo a los reconectores de circuito son mostrados - en la Fig. # 15. Sus características se describen a continuación.

INTERRUPTORES OCB₁ y OCB₂

Estos equipos dan protección a los grupos G₁, G₂, son si milares en sus características.

Voltaje normal	7.2/3.6 KV
Corriente continua	600 Amp.
Capacidad de interrupción	150 MVA
Tiempo de interrupción	5 Ciclos
Operación de cierre de la bobina	48 VDC. 78.5 A
Disparo	48 VDC. 5.86 A
Tipo	SKB ₁ - 6j15A
Frecuencia	60 ciclos
Fases	3

INTERRUPTOR M-BB

Este equipo (magne blast breaker) da protección al trans formador T₁ y a la alimentadora a 4.16 KV, sus característiti

cas se indican a continuación:

Voltaje nominal	7.2/3.6 KV
Corriente continua	1200 Amp.
Capacidad de interrupción	150 MVA
Tiempo de Interrupción	5 Ciclos
Corriente momentánea	26100 Amp.
Tipo	ARTC-6M15
Fases	3

INTERRUPTOR OCB₃

Este equipo da protección al grupo # 3 y al transformador T₂. Sus características son como sigue.

Voltaje nominal	4.76 KV
Corriente continua	1200 Amp.
Capacidad de interrupción	250 MVA
Tiempo de interrupción	5 ciclos
Corriente momentánea	30300 Amp.
Frecuencia	60 ciclos
Fases	3

INTERRUPTOR OCB₄

Este equipo protege al grupo # 4. Tiene las siguientes características:

Voltaje nominal	13.8 KV
Corriente continua	1200 Amp.
Capacidad de interrupción	250 MVA
Tiempo de interrupción	5 ciclos
Corriente momentánea (máxima)	27900 Amp
Frecuencia	60 ciclos

INTERRUPTOR OCB₅

Este equipo protege al Grupo # 5 y al transformador T₃ presenta las siguientes características:

Voltaje nominal	15 KV
Corriente continua	1200 Amp.
Capacidad de interrupción	500 MVA
Tiempo de interrupción	5 ciclos
Frecuencia	60 ciclos
Fases	3

A N E X O "J"

CARACTERISTICAS DE LOS RECONECTADORES Y SECCIONALIZADORES RECOMENDADOS

RECONECTADORES

RECONECTADOR R₁

Este equipo protege de alimentador a 4.16 KV, es trifásico con control hidráulico. Tiene las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	4.8 KV
Capacidad continua	400 Amp
Capacidad de la bobina de disparo	225 Amp
Corriente mínima de apertura	450 Amp
Capacidad de interrupción	4000 Amp
Medio de interrupción	Aceite
Intervalo de recierre	2 Seg.
Curva con retardo de tiempo	B
Secuencia de operación	2A-2B

RECONECTADOR R₂

Este reconectador protege al alimentador urbano a 13.8 KV denominado García Moreno. Tiene las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV

Capacidad continua máxima	400 Amp.
Capacidad de la bobina	140 Amp.
Corriente mínima de apertura	280 Amp.
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Intervalo de recierre	2 seg.
Curva con retardo de tiempo	B
Secuencia de operación	2A - 2B
Medio de interrupción	Aceite

RECONNECTADOR R₃

Este equipo protege al alimentador Mariscal Sucre, es trifasico, con control hidráulico, tiene las siguientes caracteristicas:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad continua máxima	400 Amp.
Capacidad de la bobina	70 Amp.
Corriente mínima de apertura	140 Amp.
Capacidad de interupción	4000 Amp
Intervalo de recierre	2 Seg.
Curva con retardo de tiempo	C
Secuencia de operación	2A - 2C
Medio de interrupción	Aceite

RECONNECTADOR R₄

Este equipo protege al alimentador Yaguachi, es trifásico con control hidráulico, tiene las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad continua máxima	400 Amp.
Capacidad de la bobina de disparo	140 Amp.
Corriente mínima de apertura	280 Amp.
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Intervalo de recierre	2 Seg.
Curva con retardo de tiempo	C
Secuencia de operación	1A-3C
Medio de interrupción	Aceite

RECONNECTADOR R₅

Este equipo protege al ramal que alimenta al Ingenio Valdez. Es trifásico con control hidráulico, opera en coordinación con el reconnector R₄, según se muestra en la Fig. # 4.

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad continua	400 Amp
Capacidad de la bobina de disparo	70 Amp.
Corriente mínima de apertura	140 Amp.

Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Intervalo de recierre	2 Seg.
Secuencia de operación	2A - 2B

RECONECTADOR R₆

Este equipo protege al alimentador a 13.8 KV que va a la Dager y Técnico Milagro, es trifásico, teniendo las características siguientes:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad de la bobina de disparo	100 Amp
Corriente Mínima de apertura	200 Amp
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Intervalo de recierre	2 Seg.
Secuencia de operación	2A - 2C

RECONECTADOR R₇

Este equipo protege al alimentador Km-26, es trifásico con control hidráulico. Sirve como elemento de respaldo a los demás equipos de este alimentador. Tien las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad continua	400 Amp.
Capacidad de la bobina de disparo	140 Amp.

Corriente mínima de apertura	280 Amp.
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Intervalo de recierre	120 Ciclos
Secuencia de operación	1A - 3C
Medio de interrupción	Aceite
Curva con retardo de tiempo	C

RECONECTADOR Rg

Este equipo estará ubicado a 1 Km. de la entrada de Bolíche, conforme se muestra en la Figura # 6. Es trifásico con control hidráulico, operará en coordinación con el reconectador R₇, ubicado en la subestación, tiene las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad de la bobina de disparo	70 Amp.
Corriente mínima de apertura	140 Amp.
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Secuencia de operación	1A - 3B
Intervalo de recierre	2 Seg.
Medio de interrupción	Aceite
Curva con retardo de tiempo	3

RECONECTADOR R₉

Este equipo protege a la alimentadora Naranjito contra fallas en el lado de carga de este alimentador. Es trifásico con control hidráulico, será ubicado en la subestación. Presentando las siguientes características:

Tipo	R
Voltaje	14.4 KV
Capacidad de la bobina de disparo	140 Amp.
Corriente mínima de apertura	280 Amp.
Capacidad de interrupción	4000 Amp.
Secuencia de operación	1A - 3B
Medio de Interrupción	Aceite
Intervalo de recierre	2 Seg.
Factor de Multiplicación	1.2
Curva con retardo de tiempo	B

SECCIONALIZADORES

SECCIONALIZADOR S₁

Este equipo estará ubicado en la barra # 170, según se muestra en la Fig. # 4. Operará en coordinación con el reconectador R₄ del alimentador Yaguachi, será trifásico con control hidráulico.

Tipo	GN3
Capacidad continua	100 Amp.
Voltaje	14.4 KV
Capacidad de corriente de actuación	160 Amp.
Capacidad momentánea Asimétrica	8000 Amp.
Secuencia operativa	Tres conteos para apertura definitiva.

SECCIONALIZADOR S₂

Este equipo estará ubicado en la Barra # 179 del alimentador K26, según se muestra en la Fig. # 6. Operará en serie con el reconectador R₈, será trifásico con control hidráulico.

Tipo	GN3
Capacidad continua	70 Amp.
Voltaje	14.4 Amp.
Capacidad de corriente de actuación	112 Amp.
Capacidad momentánea asimétrica	8000 Amp.
Secuencia operativa	Tres conteos para apertura definitiva.

SECCIONALIZADOR S₃

Este equipo estará ubicado en la Barra # 183 del alimentador Naranjito, operará en serie con el reconectador R₉. Será trifásico con control hidráulico. Presenta las siguientes

tes características:

Tipo	GN3
Capacidad continua	100 Amp.
Voltaje	14.4 KV.
Capacidad de corriente de actuación	160 Amp.
Capacidad momentánea asimétrica	8000 Amp.
Secuencia operativa	Tres conteos para a- pertura definitiva.

TABLAS

- TABLA A. Equipos de protección para el Alimentador a 4.16 KV.
- TABLA B. Equipos de protección para el alimentador ur bano a 13.8 KV. García Moreno - Guayaquil.
- TABLA C. Equipos de protección para el alimentador ur bano a 13.8 KV. T. Milagro - Dáger.
- TABLA D. Equipos de protección para el alimentador Ya guachi.
- TABLA E. Equipos de protección para el alimentador Ma riscal Sucre.
- TABLA F. Equipos de protección para el Alimentador Km. 26.
- TABLA G. Equipos de protección para el alimentador Na- ranjito.

ALIMENTADOR A 4.16 KV

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE SISTEMA AMP.	DISPARO MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA DE OPERACION.	TIPO	MAX. CORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTERFERENCIA AMP.	CARACTERISTICA.
BARRA 1	R1	225	4.16	450	2A - 2B	R-3	4.894	6000	
BARRA 150	Switch Switch	200 100	4.16			Cuchilla Cuchilla	4,673		Seccionador Monopolar de 200 Amp.
BARRA 151	F2 F3	150 100	4.16			T T	3.124		
BARRA 152	F4	25	4.16			T	2.662		
BARRA 153	F5 Switch	15 200	4.16 4.16			T Cuchilla	2.313		Seccionador monopolar de 200 Amp.
BARRA 154	F7 F8	65 65	4.16			T T	2.080 2.080		

TABLA B

ALIMENTADOR A 13.8 KV PLANIFICADO

PLANTA G. MORENO - GUAYAGUIL

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE DISEÑO	DISPARO MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA DE OPERACION	TIPO	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA.	CAPACIDAD DE INTERRUPCION ANP.
BARRA 5	R2	140	14.4	280	2A-2B	R-3 φ	2.659	4.000
BARRA 156	F9	65				T	2.193	
BARRA 157	F10	65				T	1.947	
BARRA 158	F11	12				T	1.869	
BARRA 159	F12	12				T		
BARRA 160	Switch	100				cuchilla 1 φ		
BARRA 161	F13	12				T	1.773	
BARRA 162	Switch	100				cuchilla 1 φ		
BARRA 163	F14	12				T	1.683	
BARRA 164	Switch	100				cuchilla 1 φ		
BARRA 165	F15	12				T	1.568	
BARRA 166	Switch	100				cuchilla 1 φ		
BARRA 167	F16	12				T	2.112	
BARRA 168	F17	12				T	2.092	
BARRA 169	Switch	100	7.96/13.8			1 φ	2.046	
BARRA 170	F18	12				T	2.002	
BARRA 171	F19	12				T	1.901	

TABLA C

ALIMENTADOR A 13.8 KV PLANIFICADO

PLANTA T. MILAGRO - DAGER

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE DISEÑO (KV)	DISPARO MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA DE OPERACION	TIPO	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTERRUCCION AMP.
BARRA 5	R6	100	14.4	200	2A - 2C	R-3 ϕ	2.659	4.000
BARRA 173	F26	65				T	2.362	
BARRA 174	F27	12				T	2.215	
	F28	12				T	2.215	
BARRA 175	F29	12				T	2.070	
	Switch	100	796/13.8			Cuchillas		
BARRA 176	F30	12				T	1.680	
	F31	12				T	1.680	

TABLA D
ALIMENTADOR YAGUACHI

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE DISEÑO (KV)	DISPARO MIN.FASE ANP.	SECUENCIA OPERACION	TIPO	MAX.CO-ORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTERRUP. DE CASE ANP.	CORRIENTE DE ACTUAC. DE CASE ANP.	CAPACIDAD NOMENFANEA ASIMETRICA
BARRA 5	R4	140	14.4	280	1A-3C	R-3 φ	2.659	4000		
BARRA 170	R5	70	14.4	140	2A-2B	R-3 φ	1.822	4000		
	S1	100	14.4		Tres. con teo para apertura definitiva.	GN3	1.822		160	8000
BARRA 171	F24	40				T				
	Switch	100	14.4			Cuchilla 1 φ				
BARRA 172	F25	12				T				

ALIMENTADOR MARISCAL SUCRE

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE DISEÑO (KV)	DISEÑO MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA DE OPERACION	TIPO	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTERRUPCION AMP.
BARRA 5	R3	70	14.4	140	2A-2C	R-3	2.659	4.000
BARRA 167	F20	30				T	865	
	F22	30				T		
BARRA 168	F21	8				T	482	
BARRA 169	F23	8				T	529	

TABLA F
ALIMENTADOR Km. 26

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD		VOLTAJE DISEÑO (KV)	DISPAROS MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA OPERACION	TIPO	MAX. CO. CORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTE- RUPCION	CORRIENTE DE ACTUACION DE FASE AMP.	CAPACI- DAD MD MANTENEA ASIMET.
		CONFINIA AMP.	DE INTE- RUPCION								
BARRA 5	R7	140	14.4	280	1A-3C	R-3 ϕ		2.659	4.000		
BARRA 177	F32	30				T		751			
BARRA 178	R8	70	14.4	140	1A-3B	R-3 ϕ		680	4.000		
	F33	25				T					
	F34	25				T					
BARRA 179	Switch. S2	100 70	14.4 14.4	Tres con- teo para apertura definitiva.		Cuchilla 1 ϕ GN3		288		112	8000
BARRA 180	F35	15				T		288			
	F38	15				T					
	F36	15				T		229			
	F37	15				T					
BARRA 181	Switch F39	100 10	14.4			Cuchilla 1 ϕ					
BARRA 182	F40	12				T		170			
	F41	12				T		728			

TABLA 6

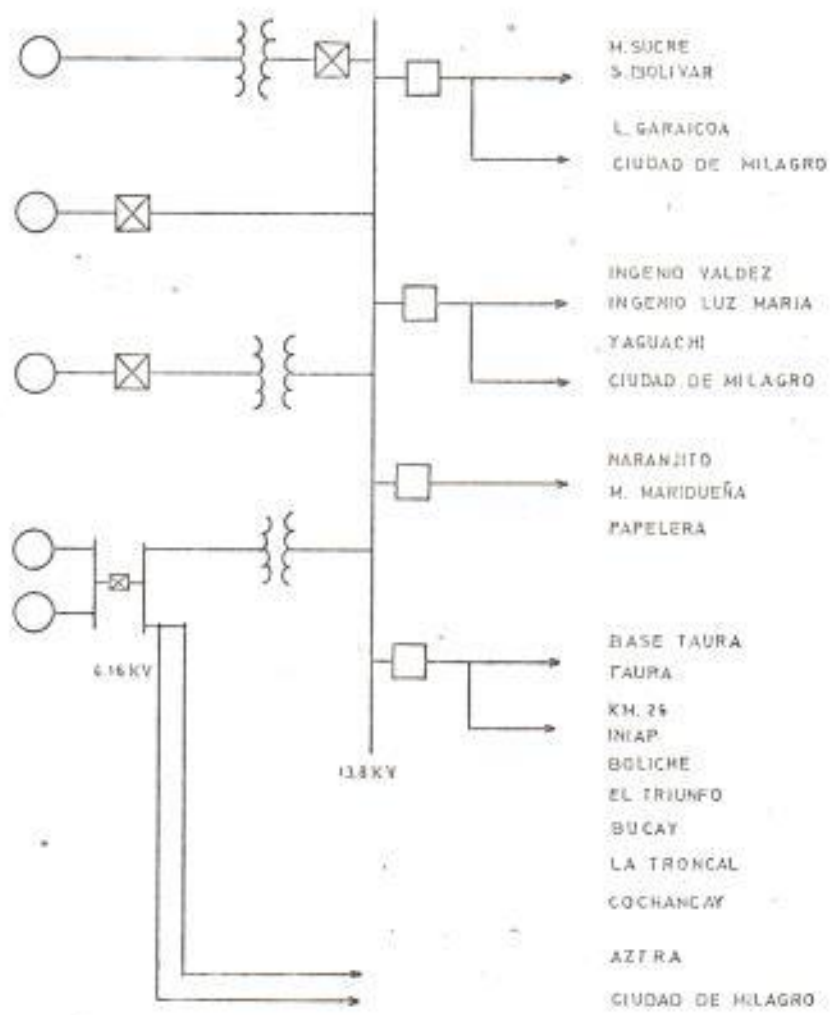
ALIMENTADOR NARANJITO

UBICACION	EQUIPO	CAPACIDAD CONTINUA AMP.	VOLTAJE DISEÑO (KV)	DISPARO MIN. DE FASE AMP.	SECUENCIA OPERACION	TIPO	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA	CAPACIDAD DE INTERRUPCION	CORRIENTE DE ACTUACION DE FASE AMP.	CAPACIDAD MOVIENTANA ASIMETRICA
BARRA 5	R9	140	14.4	280	1A - 3B	R-3	2659	4000		
BARRA 183	S3	100	14.4		Tres con teos para apertura definitiva	GN3	643		160	8000
	F42	25								
BARRA 184	F43	20								
	Switch tripolar	200 Amp.	15							
BARRA 185	F44	8								

Catálogo #

FIGURAS

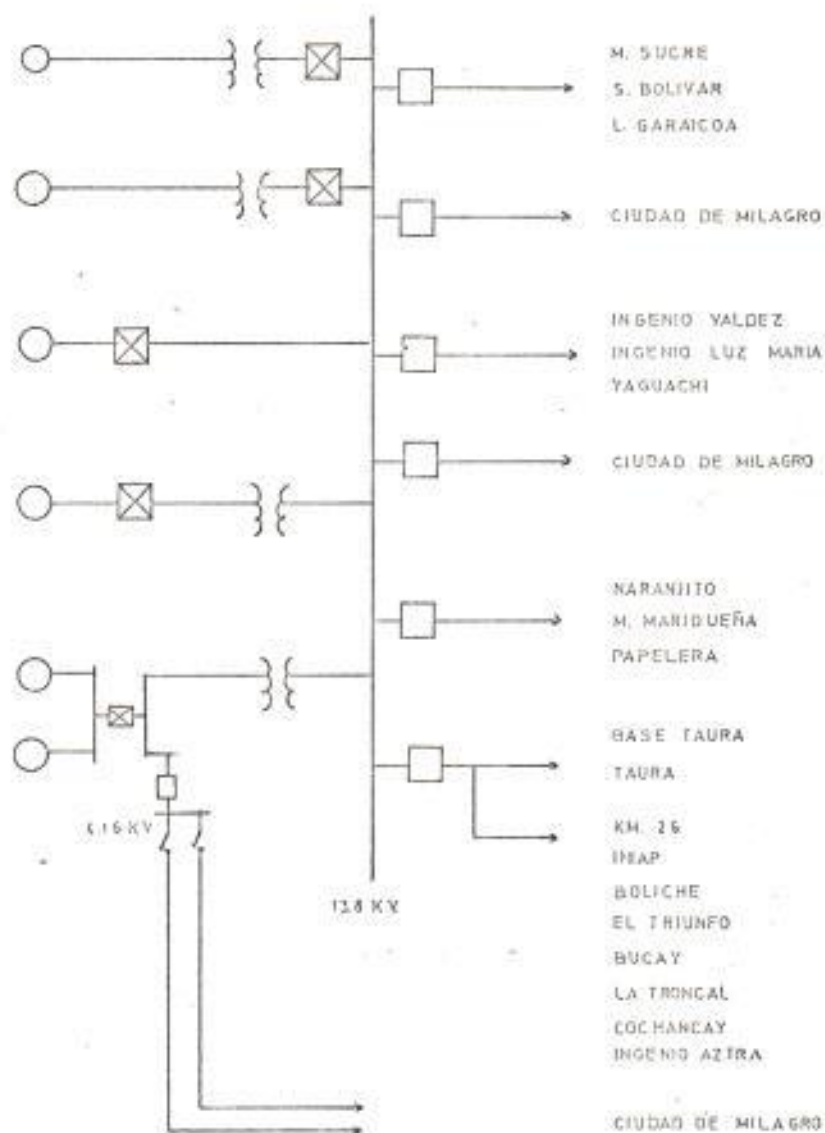
- FIGURA # 1. Diagrama Unifilar del Sistema de Generación.
- FIGURA # 2. Alimentadoras del Sistema actual.
- FIGURA # 3. Alimentadoras del Sistema proyectado.
- FIGURA # 4. Numeración de barras del Sistema y líneas ra
diales.
- FIGURA # 5. Diagrama de secuencia positiva.
- FIGURA # 6. Diagramas de Secuencia negativa.
- FIGURA # 7. Diagrama de Secuencia cero.
- FIGURA # 8. Alimentador urbano a 4.16 KV planificado
- FIGURA # 9. Alimentador urbano a 13.8 KV planificado, Gar
cía Moreno - Guayaquil.
- FIGURA # 10. Alimentador urbano a 13.8 KV Planificado. T.
Milagro - Dáger.
- FIGURA # 11. Alimentador Yaguachi a 13.8 KV.
- FIGURA # 12. Alimentador Mariscal Sucre a 13.8 KV.
- FIGURA # 13. Alimentador Km. 26 a 13.8 KV.
- FIGURA # 14. Alimentador Naranjito a 13.8 KV
- FIGURA # 15. Equipos de protección del sistema (interrup-
tores automáticos).



SIMBOLOGIA

- ALIMENTADORAS
- RECONECTADORES A CAMBIARSE POR LOS SELECCIONADOS
- ⊗ INTERRUPTOR AUTOMATICO DE CIRCUITO

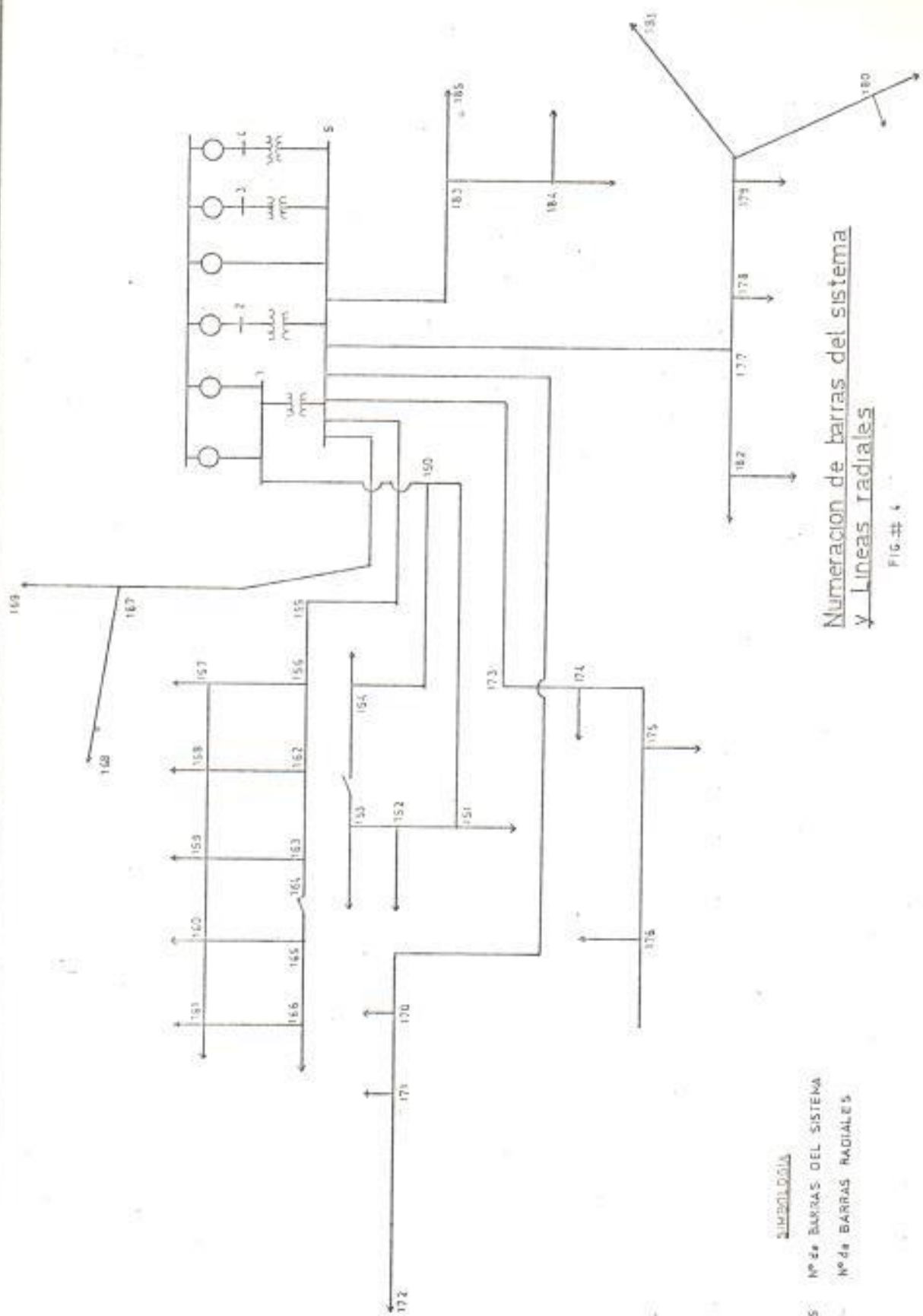
EMPRESA ELECTRICA MILAGRO
ALIMENTADORAS DEL SISTEMA ACTUAL
FIG. 21



SIMBOLOGIA

- ALIMENTADORAS
- RECONECTADORES SELECCIONADOS
- ⊠ INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CIRCUITO (OCB)

EMPRESA ELECTRICA MILAGRO
ALIMENTADORA DEL SISTEMA FUTURO
FIG. 1

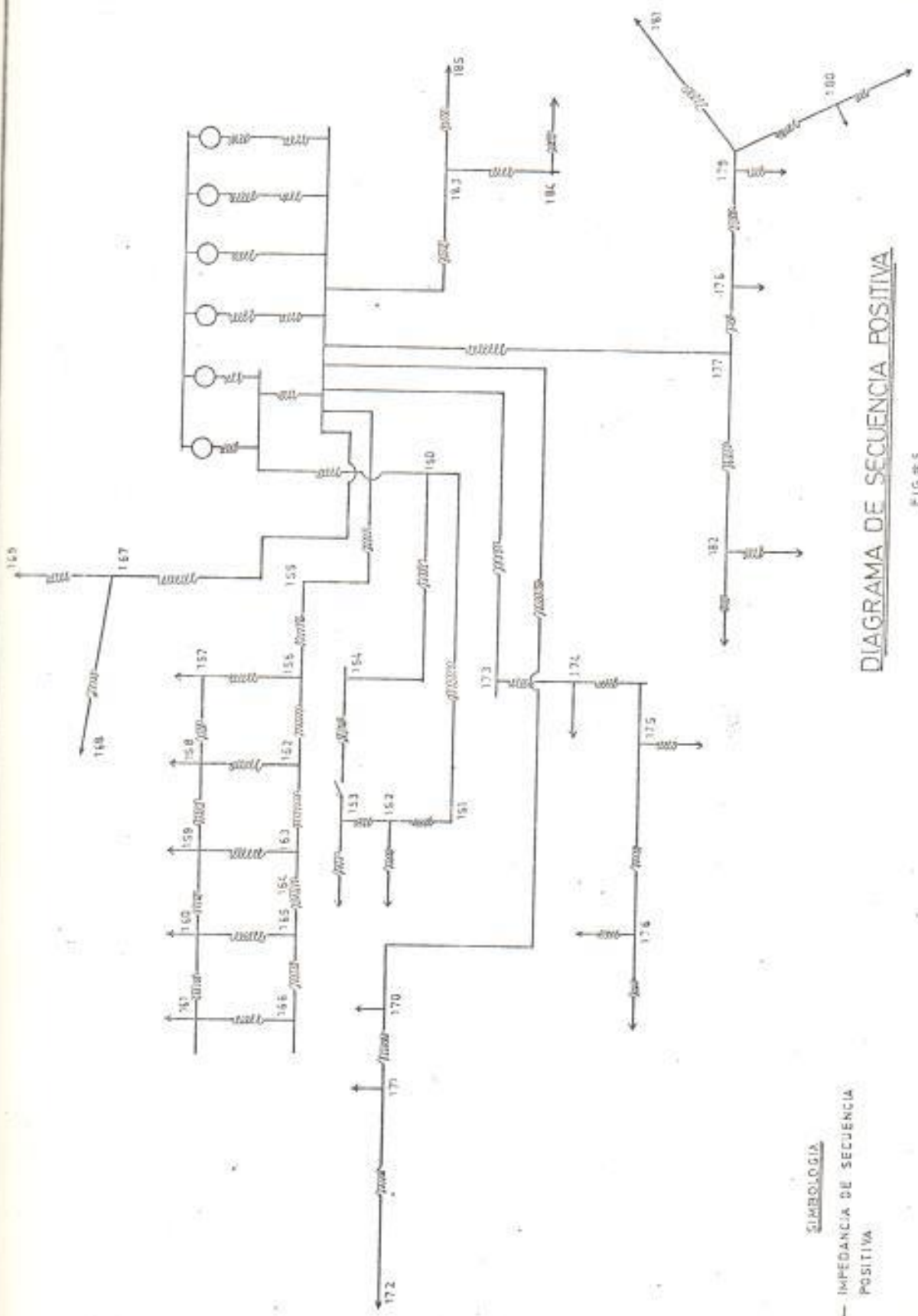


SIMBOLOGÍA

- 1, 2, 3, 4, 5 N° de BARRAS DEL SISTEMA
- 150, 151 N° de BARRAS RADIALES

**numeración de barras del sistema
 y líneas radiales**

FIG. # 4



SIMBOLOGIA
 — IMPEDANCIA DE SECUENCIA POSITIVA

DIAGRAMA DE SECUENCIA POSITIVA

FIG # 3

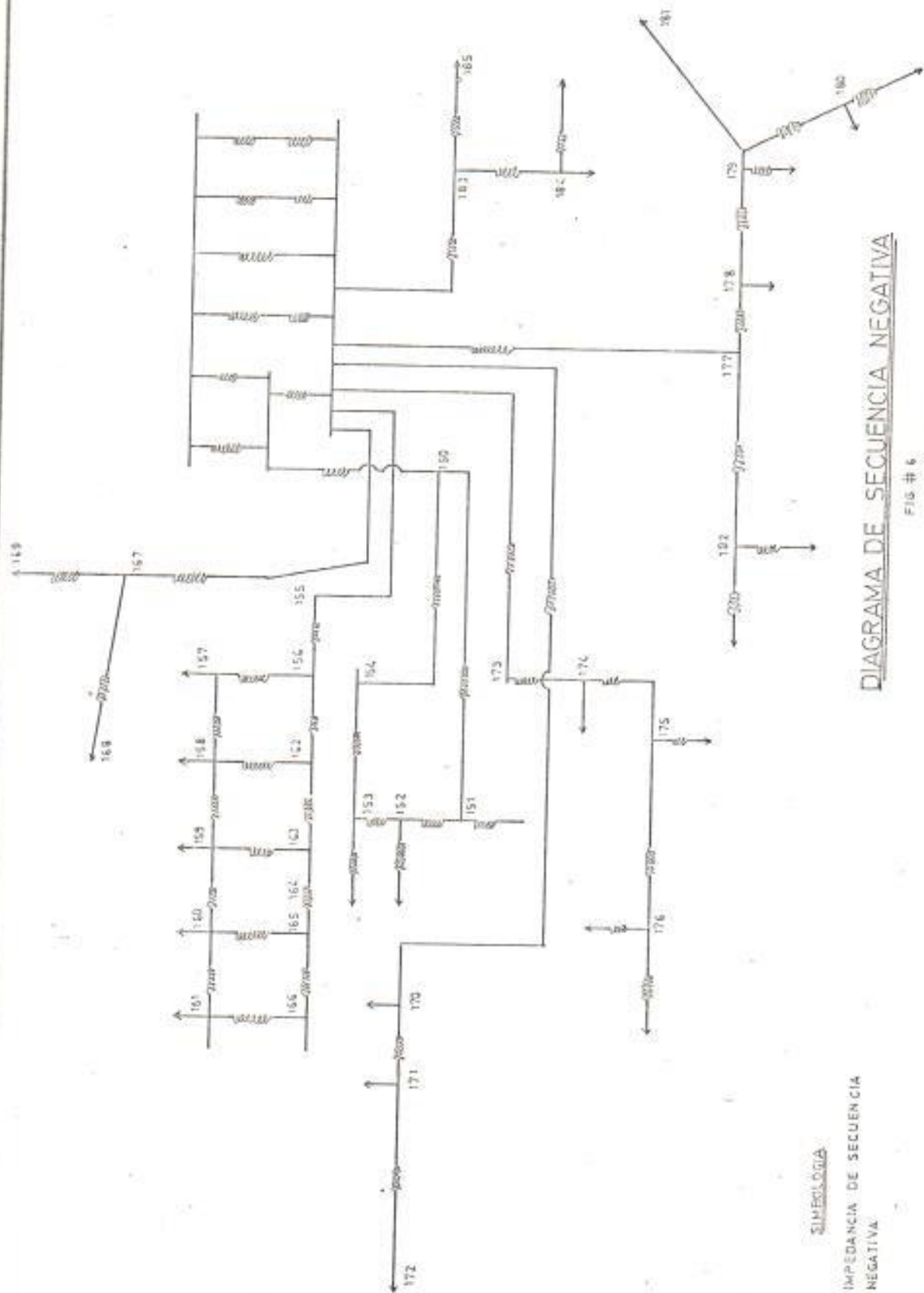
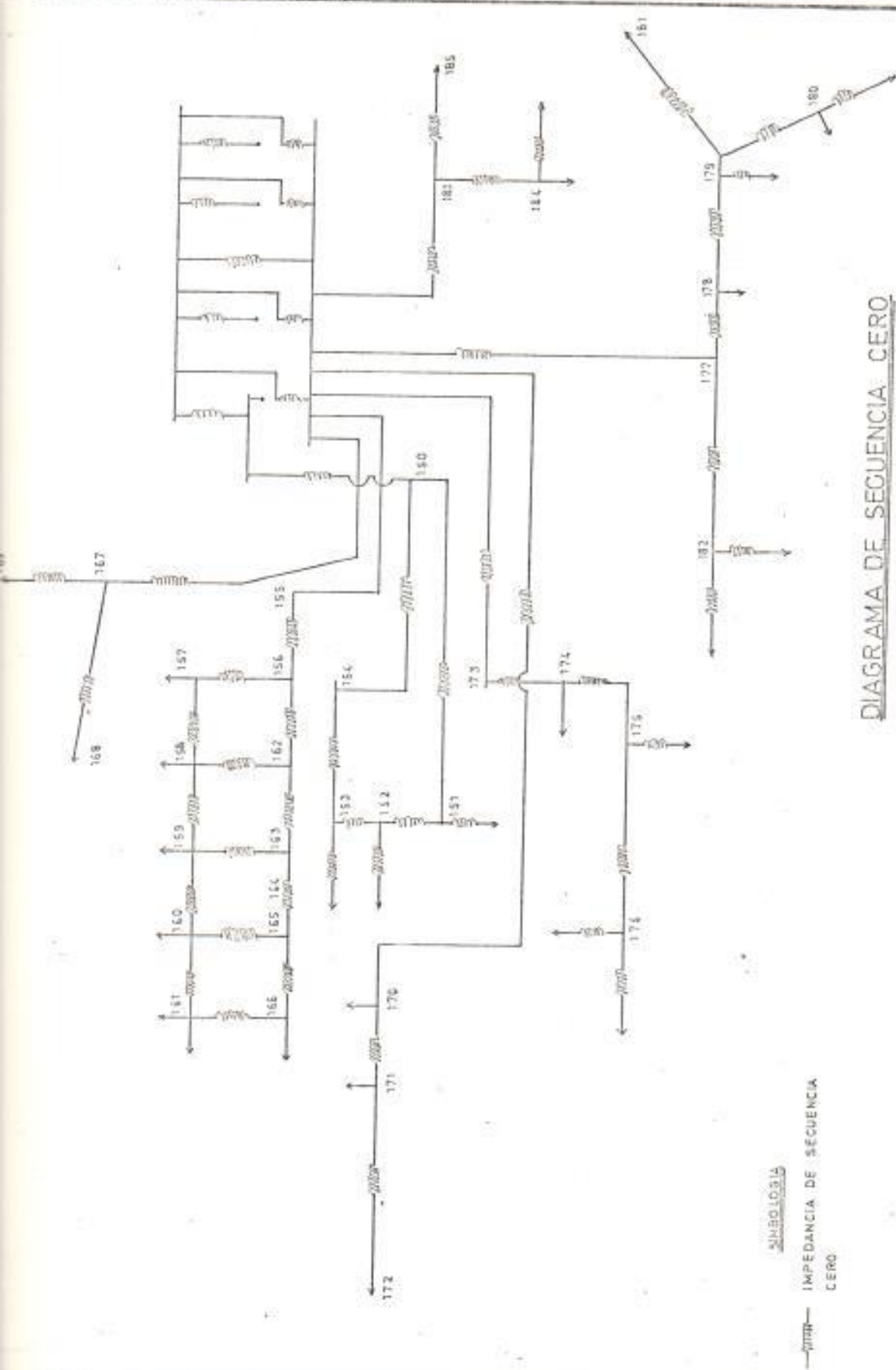


DIAGRAMA DE SECUENCIA NEGATIVA

FIG # 6

SIMBOLOGIA

— IMPEDANCIA DE SECUENCIA NEGATIVA

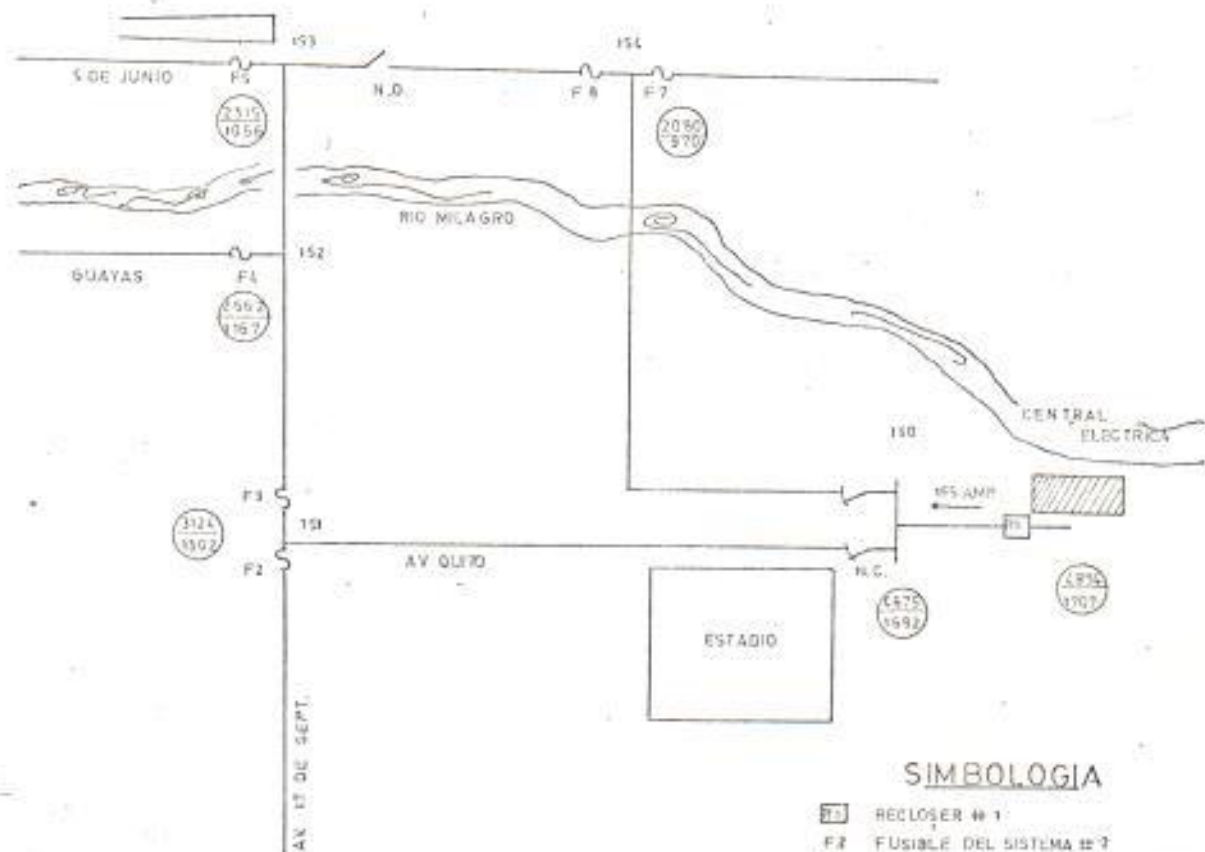


IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO

LINEA

DIAGRAMA DE SECUENCIA CERO

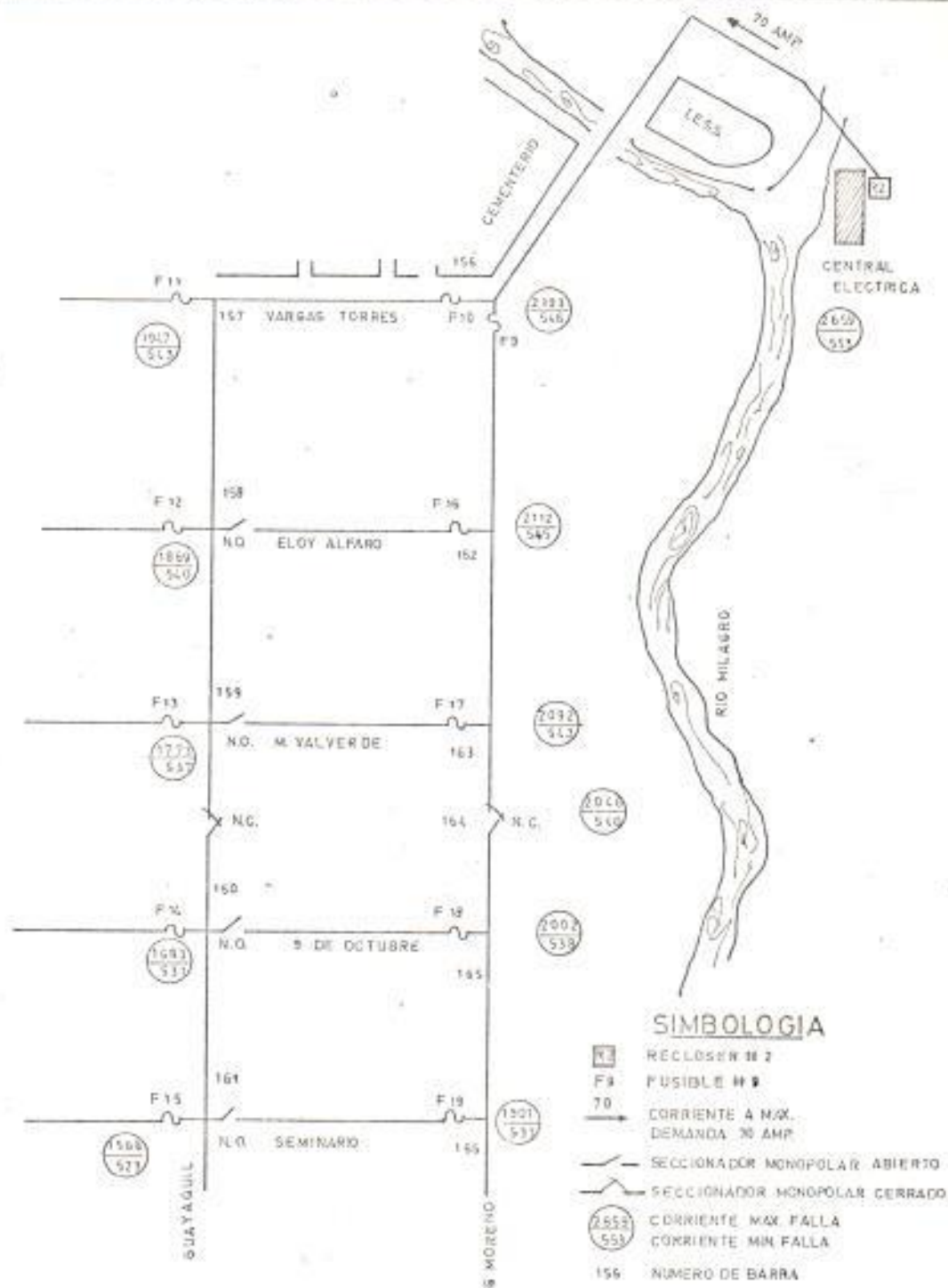
Fig. 7



SIMBOLOGIA

- R1** RECLOSER # 1
- F2** FUSIBLE DEL SISTEMA # 2
- 155** CORRIENTE A MAX. DEMANDA 155 AMP
- SECCIONADOR MONOPOLAR ABIERTO
- (831/1707)** MAXIMA FALLA 831 AMP
MINIMA FALLA 1707 AMP

EMPRESA ELÉCTRICA MILAGRO
ALIMENTADOR A 4.15 KV PLANIFICADO
COORDINACION DE ELEMENTOS FIGURA 1

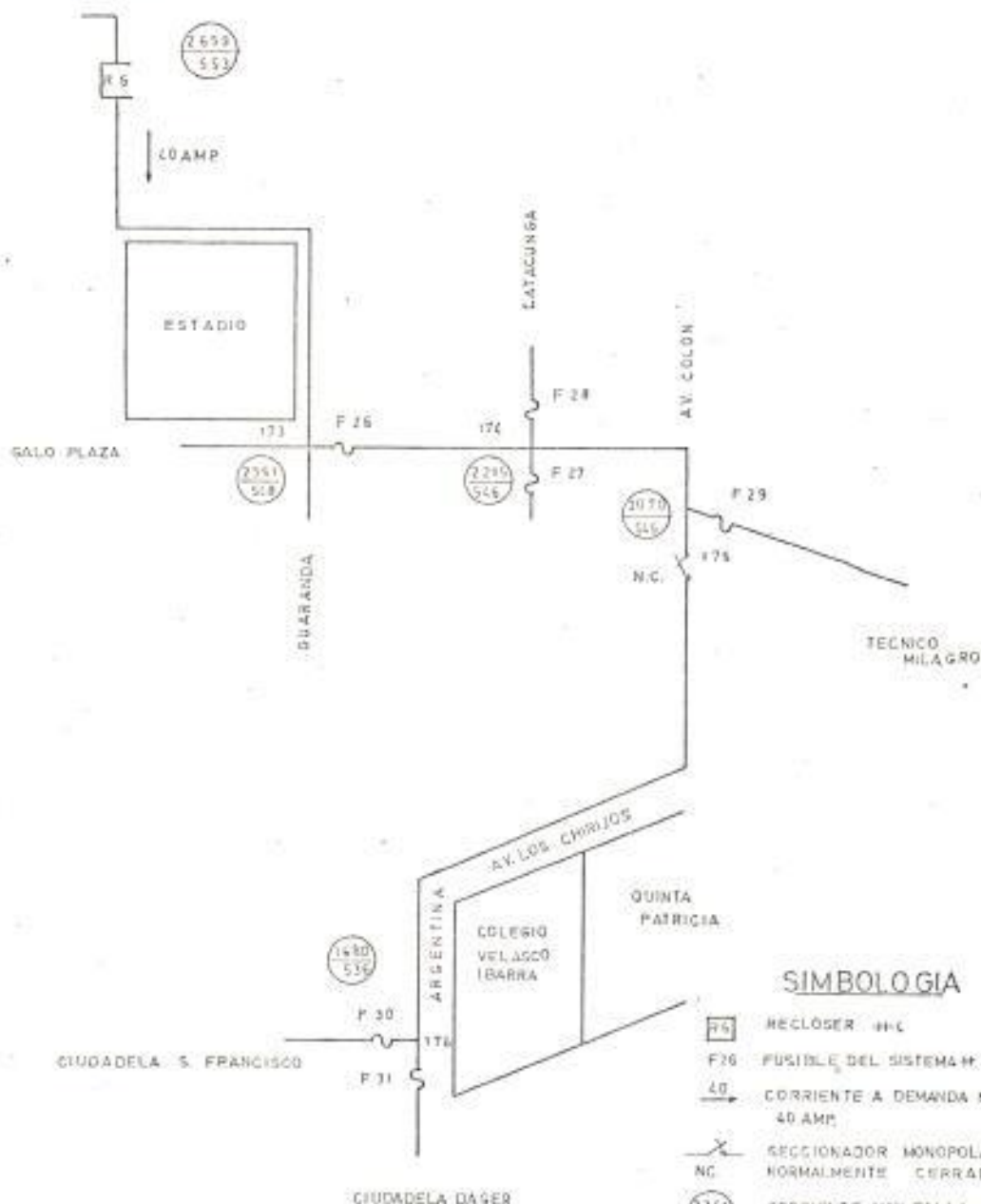


EMPRESA ELECTRICA MILAGRO

ALIMENTADOR A 13.8 KV
PLANIFICADO

COORDINACION DE ELEMENTOS
FIG. # 9

CENTRAL ELECTRICA

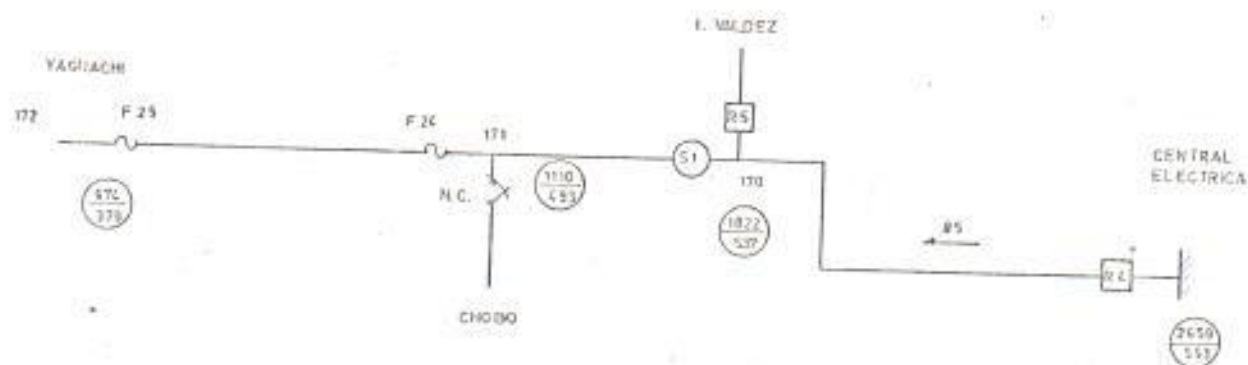


SIMBOLOGIA

-  RECLÓSER H-C
-  FUSIBLE DEL SISTEMA H 26
-  CORRIENTE A DEMANDA MAX. 40 AMP.
-  SECCIONADOR MONOPOLAR NORMALMENTE CERRADO.
-  CORRIENTE MAX. FALLA
CORRIENTE MIN. FALLA

EMPRESA ELECTRICA MILAGRO

ALIMENTADOR A 138 KV.
PLURI-FASADO
COORDINACION DE ELEMENTOS
FIG # 10



SIMBOLOGIA

- RECLOSER # 4
- FUSIBLE DEL SISTEMA # 25
- CORRIENTE A DEMANDA MAX
- SECCIONALIZADOR
- SECCIONALIZADOR MONOPOLAR
NORMENTE CERRADO
- CORRIENTE MAX. FALLA
CORRIENTE MIN. FALLA

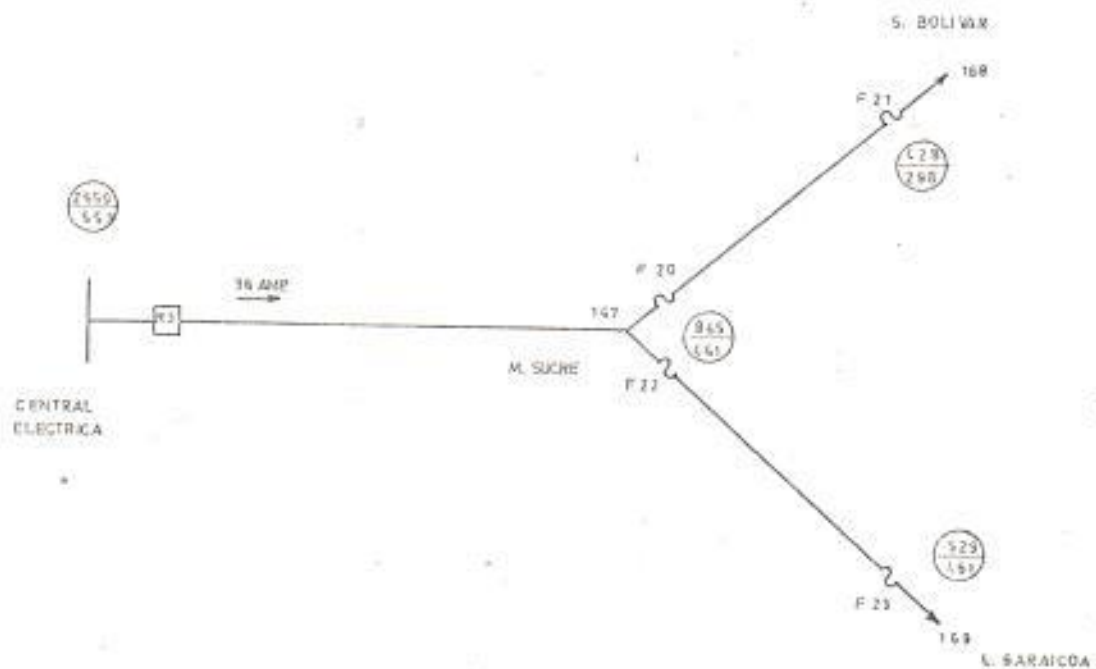
EMPRESA ELECTRICA MILAGRO

ALIMENTADOR YAGUACHI A

138 KV

COORDINACION DE ELEMENTOS

FIG 11 85



SIMBOLOGIA

- R3 RECLOSER # 3
- F 20 FUSIBLE DEL SISTEMA # 20
- 36 → CORRIENTE MAX. DEMANDA
36 AMP
- 2559
553 MAX. FALLA 2659 AMP
MIN. FALLA 553 AMP

EMPRESA ELECTRICA MILAGRO

ALIMENTADOR M. SUCRE

A 13.8 KV.

COORDINACION DE ELEMENTOS

FIG. 12



SIMBOLOGIA

- [R7] RECIOSER DEL SISTEMA #7
- (S2) SECCIONALIZADOR #7
- F 32 FUSIBLE DEL SISTEMA #32
- 30 → CORRIENTE A DEMANDA MAX.
- ~ SECCIONADOR MONOPOLAR NORMALMENTE CERRADO
- (751/427) CORRIENTE MAX FALLA
- (751/427) CORRIENTE MIN FALLA

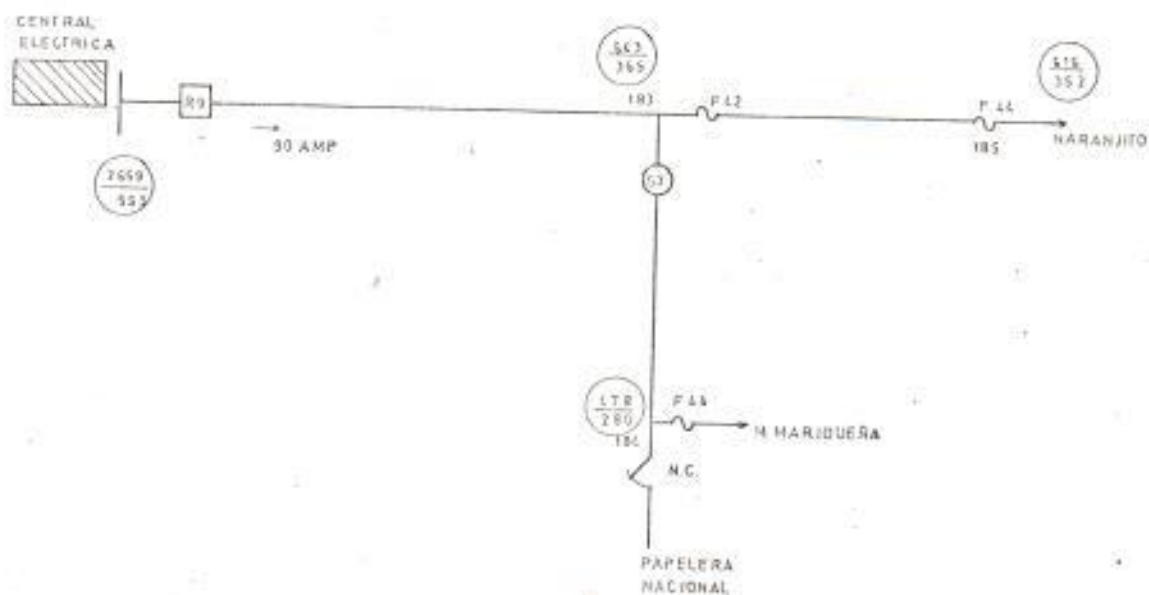
EMPRESA ELECTRICA WILAGRO

ALIMENTADOR X 26 4







15.5 KV

COORDINACION DE ELEMENTOS

FIG. # 13



SIMBOLOGIA

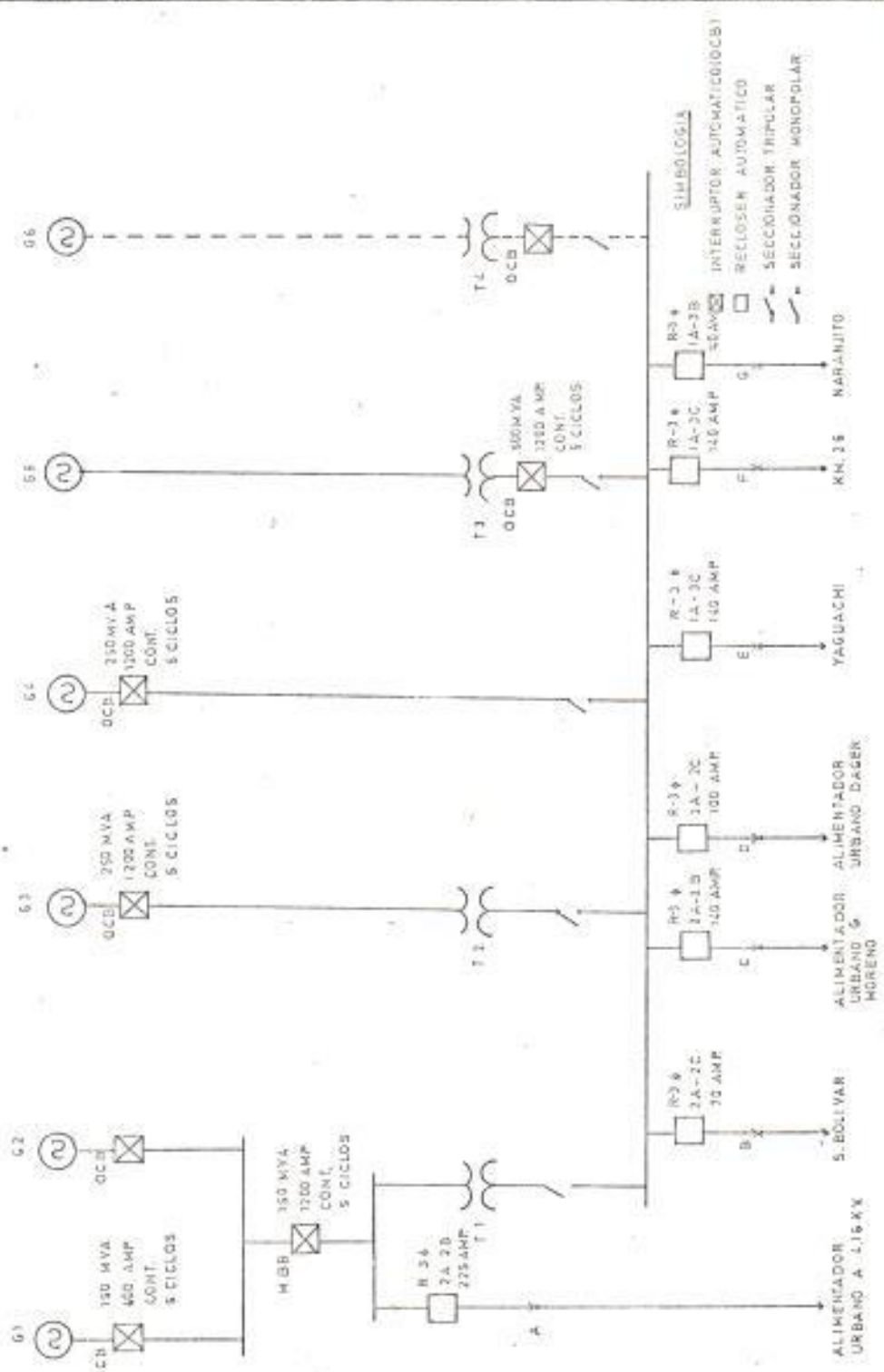
-  RECONECTADOR # 9
-  FUSIBLE DEL SISTEMA#42
-  SECCIONADOR MONOPOLAR NORMALMENTE CERRADO
-  SECCIONALIZADOR
-  CORRIENTE A DEMANDA MAX
-  CORRIENTE MAX. DE FALLA
CORRIENTE MIN. DE FALLA

EMPRESA ELECTRICA MILAGRO

ALIMENTADOR NARANJO

A 118KV

FIG#14



EMPRESA ELECTRICA MEXICANA

EQUIPOS DE PROTECCION DEL SISTEMA