

Legem. 21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE UN TABLERO
DE PROTECCION DEL TRAMO INFIERNILLO-
INTERMEDIA DE LA LINEA DE 400 KV.
INFIERNILLO - MEXICO**

BIBLIOTECA CENTRAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
ARTURO CASTELLANOS MERCADO

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO I

DESCRIPCION GENERAL DEL TABLERO DE RELEVADORES

CAPITULO II

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS RELEVADORES QUE
COMPONEN EL TABLERO.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS DIAGRAMAS DE PROTECCION

APENDICE A,

OSCILACION DE POTENCIA

APENDICE B.

SIMBOLOGIA Y NUMEROS PARA DENOMINAR DISPOSITIVOS ELECTRICOS
SEGUN SU FUNCION DE ACUERDO AL COMITE CONSULTIVO NACIONAL -
DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA (CCONNIE).

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

El crecimiento del país exige transportar energía - - eléctrica a zonas alejadas de las fuentes de generación, - por tal motivo las líneas que conducen la energía eléctrica requieren de un sistema de protección eficiente con el fin de que el servicio a los centros de consumo se interrumpa - lo menos posible.

La Comisión Federal de Electricidad donó al laboratorio de máquinas eléctricas de la Facultad de Ingeniería el tablero de relevadores que protegió un tramo de la línea de transmisión de 400 Kv. Infiernillo - México.

Todos los relevadores que componen este tablero son - de distancia, es decir miden una relación de voltaje a co-- rriente (impedancia) ó corriente a voltaje (admitancia).

El objetivo de este trabajo es: mostrar la operación de los principales relevadores que forman el tablero y - - seguir la secuencia de operación de los esquemas de protec-- ción, para poder reproducir fallas en el laboratorio de - - máquinas eléctricas.

CAPITULO I

DESCRIPCION GENERAL

DEL TABLERO

DE RELEVADORES.

DESCRIPCION GENERAL DEL TABLERO DE RELEVADORES

Este tablero de relevadores sirvió para proteger un tramo de la línea de transmisión Infiernillo - México.

La línea de transmisión consta de 2 circuitos trifásicos de 400 Kv. y 630 Km. de longitud.

El tablero posee en la parte frontal:

a).- El equipo de medición (volmetros, ampetros y wattmetros).

b).- El equipo de control

El equipo de control consta de los siguientes interruptores:

- | | | |
|-------|---------------------------------------|-----------|
| I). | Interruptor de cierre | (CS) |
| II). | Interruptor de recierre | (RS) |
| III). | Interruptor de bloqueo por Oscilación | (OBS) |
| IV). | Interruptor de carrier | (CARR-ON) |

I.- El interruptor de cierre (CS) tiene 2 posiciones: dentro y fuera, sirvió para conectar la planta hidroeléctrica de Infiernillo con el resto del sistema.

II.- El interruptor de recierre (RS) tiene 4 posiciones: monofásica, trifásica, ambas -

y fuera.

La posición monofásica, indica que solo - existirá recierre de una fase, es decir - cuando existe falla de una fase la apertura será monofásica y el recierre también, cuando la falla es de más de una - fase la apertura será trifásica y no - - habrá recierre, quedando las 3 fases - - abiertas.

La posición trifásica indica que cuando - se produce una falla de una fase o de más de una fase la apertura será trifásica y el recierre también.

La posición ambas es una posición generalizada, según lo que ocurra monofásica o trifásicamente se abrirá y recerrará.

La posición fuera indica que al existir - una falla monofásica o trifásica la apertura será de las tres fases quedando - - abiertas las 3 fases sin que haya recierre

III.- El interruptor de bloqueo por oscilación tiene 2 posiciones: dentro y fuera, sirve para evitar las aperturas de las fases -

cuando existe una oscilación de potencia.

IV.- Interruptor de carrier, este interruptor sirve para accionar el relevador piloto.

En la parte posterior se encuentran los esquemas de protección de distancia, uno para protección de fallas a tierra y otro para protección de fallas entre fases.

El tablero consta de 3 zonas de protección que cubrió los 630 "m. de la longitud de la línea, 179 Km. corresponden al tramo Infiernillo - Intermedia y los 451 Km. restantes al tramo Intermedia - México.

La zona 1 protegió desde Infiernillo hasta el 80% de la longitud de la línea Infiernillo - Intermedia, cualquier falla que ocurriera dentro de la zona 1 producía disparo instantáneo de la protección.

La zona 2 protegió el tramo de la longitud Infiernillo - Intermedia más el 25% de la longitud Intermedia - México, protegió 291 Km. de la longitud total de la línea.

La zona 3 protegió el tramo Intermedia - México y se encuentra conectada en inversa para accionar el equipo de comunicación (CARRIER) y de esta forma mantener informadas a las subestaciones de Infiernillo e Intermedia, de las con

diciones de operación de la línea de transmisión en el tramo Intermedia - México.

CAPITULO II

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

DE LOS RELEVADORES QUE -

COMPONEN EL TABLERO.

UNIDAD OHM

La unidad ohm es el relevador que mide reactancia, es la unidad de precisión midiendo la distancia a la falla, - tiene un alto par de operación.

La característica de operación de la unidad ohm se - puede dibujar en un diagrama $R X$ ($R =$ resistencia, $X =$ reac- tancia), es una recta como se demuestra a continuación con el objeto de tener una idea de su forma de proteger.

La unidad ohm es una estructura de 4 polos embobinados con una copa en el centro como se muestra en la figura 1. -- Los polos 1 y 2 están energizados por 2 bobinas, las cuales están alimentadas con corriente de línea, el polo 3 está - energizado por una bobina que está alimentada con tensión - de fase a neutro y el polo 4 está energizado por una bobina seccionada en 2, una sección está alimentada con corriente - que proviene de las bobinas 1' y 2, y la segunda sección - - está formando un circuito cerrado por medio de un capacitor CS , que adelanta la corriente.

La figura 2, corresponde al diagrama vectorial de la unidad ohm.

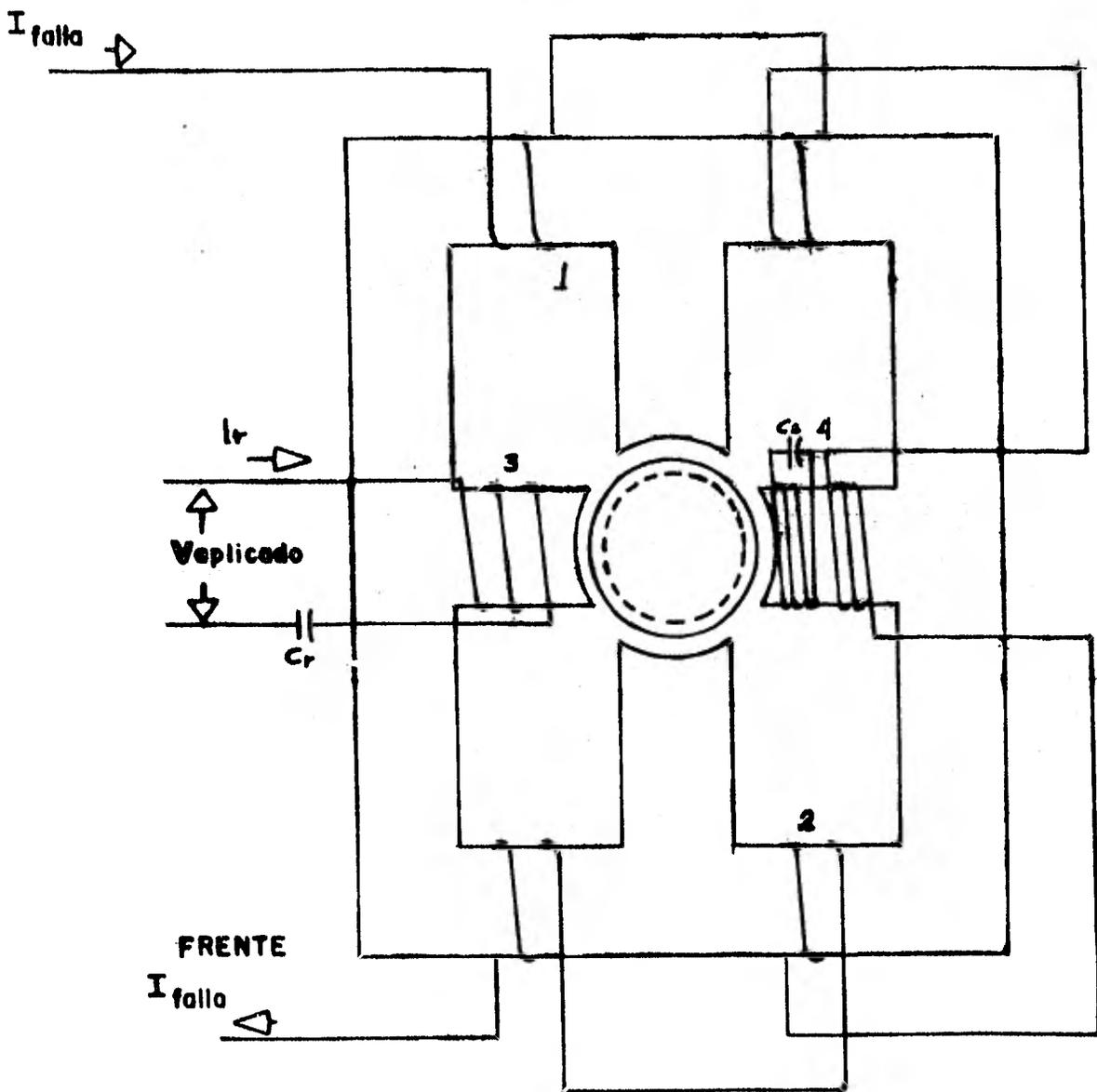


FIG. 1 UNIDAD OHM

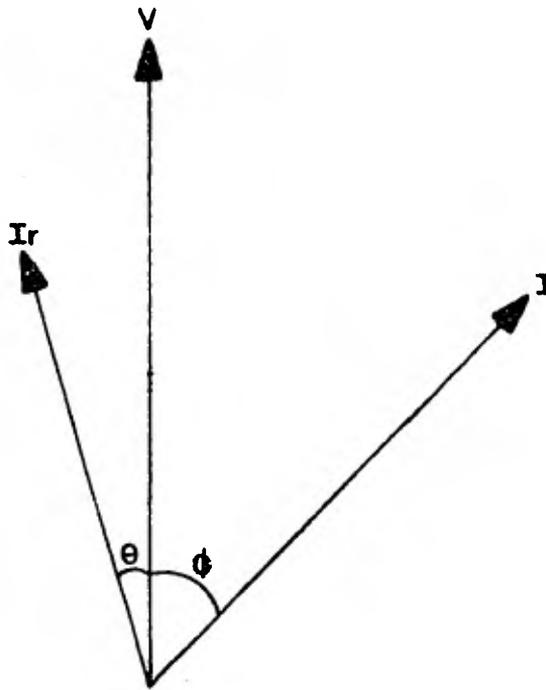


FIG. 2 DIAGRAMA VECTORIAL DE LA UNIDAD OHM

En donde I es la corriente de línea

V es la tensión de fase a neutro

I_r es la corriente que circula por la bobina 3

ϕ es el factor de potencia de la corriente de línea.

θ es el factor de potencia de la corriente I_r y se encuentra adelantado debido al capacitor C_r .

La interacción del embobinado de polarización de los polos 1 y 2 con el embobinado del polo 4 genera un flujo que es debido a la corriente y produce par de operación.

$$*T = K_2 I^2$$

La interacción del embobinado de polarización de los polos 1 y 2 con el embobinado del polo 3 genera un flujo que produce par de retención.

$$*T = K_3 I i_p \text{ Sen } (\theta + \phi)$$

pero debido a que i_p es generada por la tensión V

$$i_p = KV$$

$$T = K_4 VI \text{ Sen } (\theta + \phi)$$

Cuando el par neto es cero, es decir cuando la protección se encuentra en el punto de balance tenemos:

$$K_2 I^2 - K_4 VI \text{ Sen } (\theta + \phi) = 0$$

$$K_2/K_4 = (VI/I^2) \text{ Sen } (\theta + \phi)$$

$$K = (V/I) \text{ Sen } (\theta + \phi)$$

sabiendo que $(V/I) = Z$ (impedancia)

entonces $K = Z \text{ Sen } (\theta + \phi)$

pero: $\text{Sen } (A + B) = \text{Sen } A \text{ Cos } B + \text{Cos } A \text{ Sen } B$

por lo tanto $K = Z \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \phi + Z \text{ Cos } \theta \text{ Sen } \phi$

Ahora auxiliandonos de un triángulo de impedancias, como el de la figura 3.

*La ecuación general de par es $T = K \phi_1 \phi_2 \text{ Sen } \theta$

K - parametro de diseño.

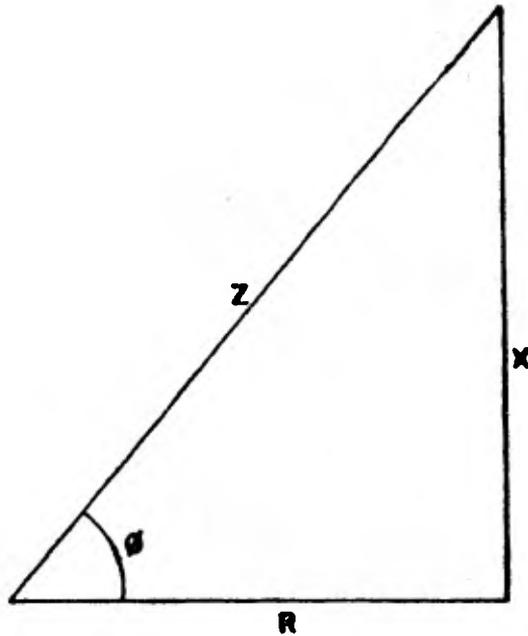


FIG 3. TRIANGULO DE IMPEDANCIAS

En donde R = resistencia de la línea de transmisión
(L.T.)

X = reactancia de la L.T.

Z = impedancia de la L.T.

Del triángulo $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

$$\text{Sen } \phi = X/Z$$

$$\text{Cos } \phi = R/Z$$

Por lo tanto la ecuación $K = Z \text{ Sen } (\theta + \phi)$

Queda de la siguiente forma:

$$Z (R/Z) \text{ Sen } \theta + Z (X/Z) \text{ Cos } \theta = X$$

$$R \text{ Sen } \theta + X \text{ Cos } \theta = K$$

dividiendo toda la ecuación entre $\text{Cos } \theta$

$$R \text{ Tan } \theta + X = K/\text{Cos } \theta$$

$$X = - R \text{ Tan } \theta + K/\text{Cos } \theta$$

La ecuación anterior, es la ecuación de una recta de la forma $Y = M X + b$, en un diagrama RX se puede dibujar la ecuación $X = - R \text{ Tan } \theta + K/\text{Cos } \theta$ con una pendiente $-\text{Tan } \theta$

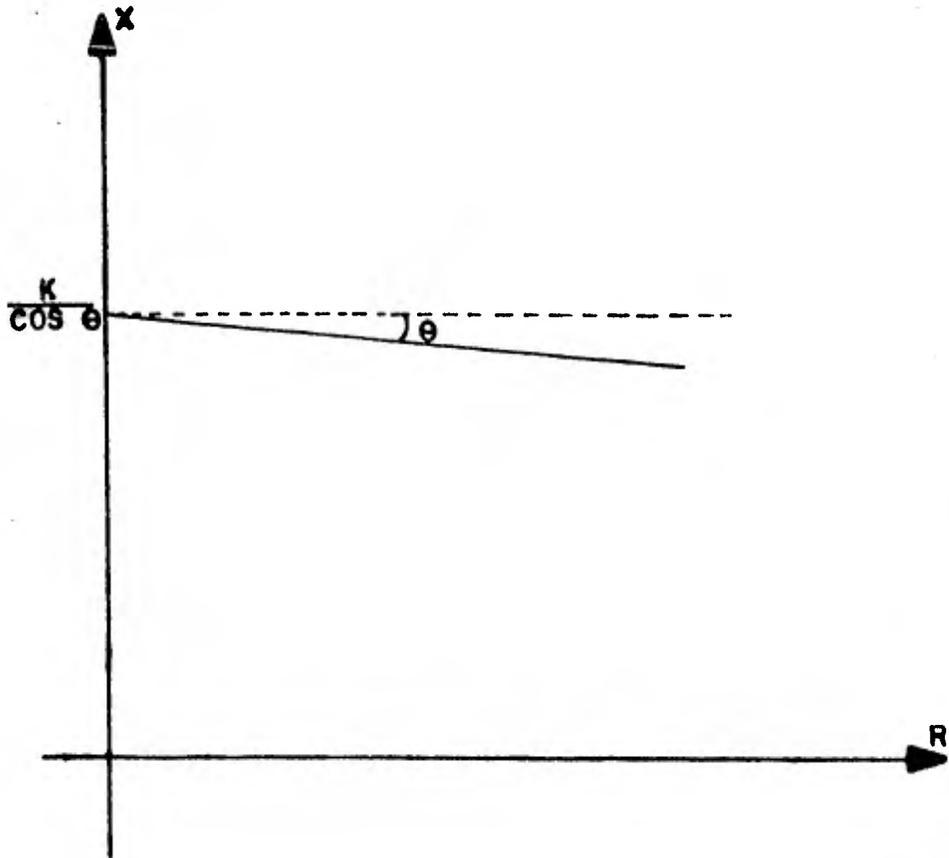


FIG. 4 CARACTERISTICA DE OPERACION DE LA UNIDAD OHM.

Como se puede ver en la figura 4, la línea recta es el ajuste de operación de la unidad ohm.

cuando se hace $\theta = 0$ tenemos:

$$X = K$$

La cual es la ecuación de una recta con pendiente -
cero, en esta figura se observa que la recta puede subirse -
o bajarse ajustando el relevador dependiendo de la distancia
que se desee proteger, de esta manera cualquier relación - -
tensión a corriente que se genere por arriba de la línea de
ajuste producirá par de retención y no habrá disparo, cual--
quier relación tensión a corriente que se genere exactamente
en la línea de ajuste mantendrá en balance al relevador y -
tampoco se producirá disparo, cualquier relación tensión a
corriente que se genere por abajo de la línea de ajuste pro-
ducirá par de operación y el relevador ordenará el disparo.

UNIDAD MHO

La unidad MHO es el relevador que sirve para proteger a las líneas de transmisión contra fallas entre fases, tiene una característica de operación circular que pasa a través del origen en un diagrama RX (R - resistencia, X - reactancia). A continuación se demostrará la característica circular del relevador MHO para observar su forma de proteger.

El relevador MHO es una estructura de 4 polos embobinados con una copa en el centro como se muestra en la figura 5, los polos 1, 3 y 4 están energizados por bobinas alimentadas con tensión entre fases y el polo 2 está energizado por una bobina seccionada en 2, una parte está alimentada con corriente de una de las fases protegida y la otra está alimentada con corriente de la otra fase protegida.

Por el embobinado del polo 1 circula una corriente I_r que genera el flujo de retención, por los embobinados de los polos 3 y 4 circula una corriente I_p que genera el flujo de polarización.

El diagrama vectorial de la unidad MHO se muestra en la figura 6.

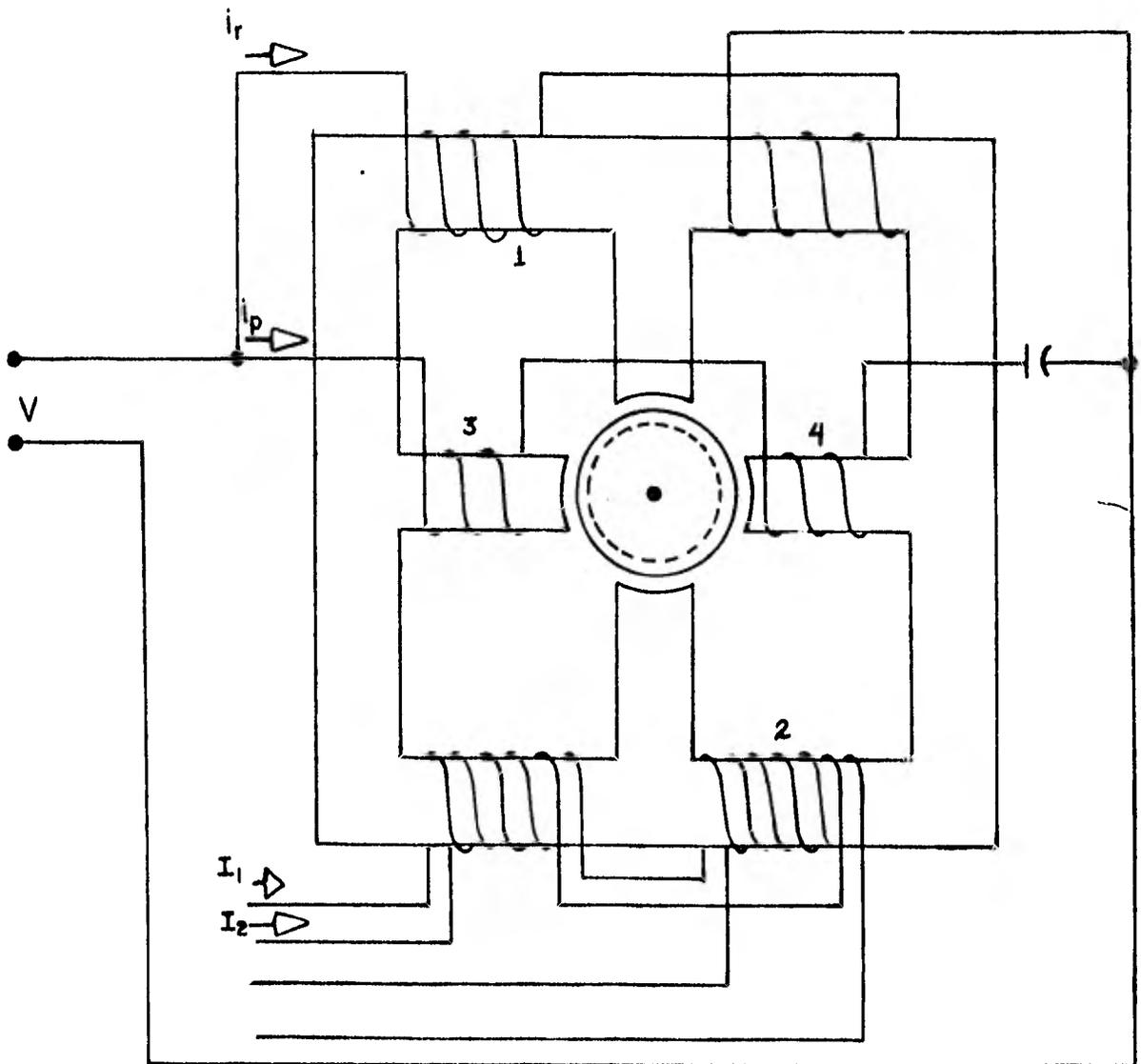


fig. 5 UNIDAD MHO

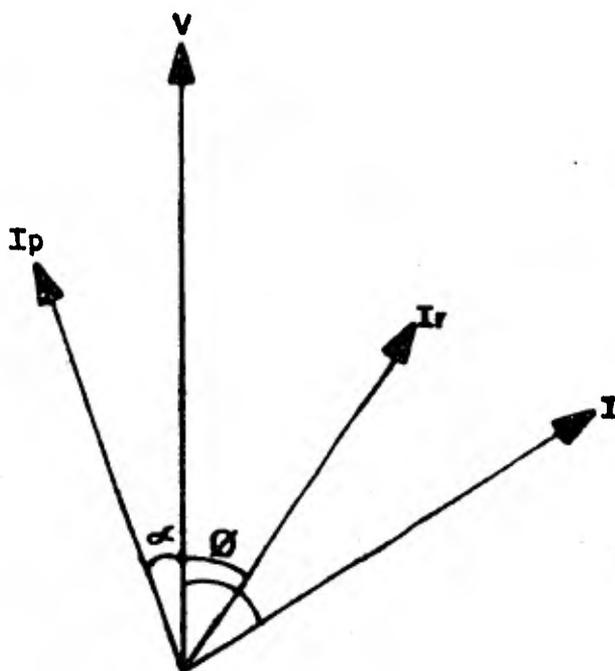


FIG. 6 DIAGRAMA VECTORIAL DE LA UNIDAD MHO.

En donde I corriente de línea

V tensión entre fases

I_r corriente de retención

I_p corriente de polarización

α factor de potencia de la corriente de polarización, el cual se encuentra adelantado debido al capacitor C_p .

ϕ factor de potencia de la corriente I_r .

La interacción del embobinado de polarización de los

polos 3 y 4 con el embobinado de retención del polo 1 generan un flujo que es debido a la tensión entre fases y produce par de retención.

$$T_R = - K_2 V^2$$

La interacción del embobinado de polarización de los polos 3 y 4 con el embobinado de operación del polo 2 produce un flujo que es debido a una combinación de tensión y corriente, genera par de operación.

$$\begin{aligned} T_o &= K_3 I_p I \text{ Sen } (\alpha + \phi) \\ &= K_3 V I \text{ Sen } (\alpha + \phi) \end{aligned}$$

En el punto de balance cuando el par neto es cero.

$$T_R + T_o = 0$$

$$K_3 V I \text{ Sen } (\alpha + \phi) - K_2 V^2 = 0$$

agrupando constantes en una sola

$$V^2 - K V I \text{ Sen } (\alpha + \phi) = 0$$

dividiendo entre I^2

$$V^2/I^2 - K (V/I) \text{ Sen } (\alpha + \phi) = 0$$

$$Z^2 - K Z \text{ Sen } (\alpha + \phi) = 0$$

Y como sabemos:

$$\text{Sen } (A + B) = \text{Sen } A \text{ Cos } B + \text{Cos } A \text{ Sen } B$$

$$Z^2 - K Z \text{ Sen } \alpha \text{ Cos } \phi - K Z \text{ Cos } \alpha \text{ Sen } \phi = 0$$

y como: el $\text{Cos } \alpha = \text{cte.}$

entonces:

$$Z^2 - K Z \text{ Cos } \phi - K Z \text{ Sen } \phi = 0$$

Auxiliandonos del triángulo de impedancias de la - -
figura 3, tenemos:

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$$\text{Cos } \phi = R/Z$$

$$\text{Sen } \phi = X/Z$$

por lo tanto la ecuación anterior:

$$Z^2 - K Z \text{ Cos } \phi - K Z \text{ Sen } \phi = 0$$

queda:

$$R^2 + X^2 - K Z (R/Z) - K Z (Z/Z) = 0$$

$$R^2 + X^2 - K R - K X = 0$$

Se observa que esta última ecuación es la ecuación de una circunferencia en un plano R, X (R = resistencia, X = reactancia), dependiendo del valor de los parametros será el centro y tamaño del círculo, la unidad MHO se ajusta - - para que su característica sea un círculo que pase por el - origen del diagrama R - X, como se muestra en la figura 7.

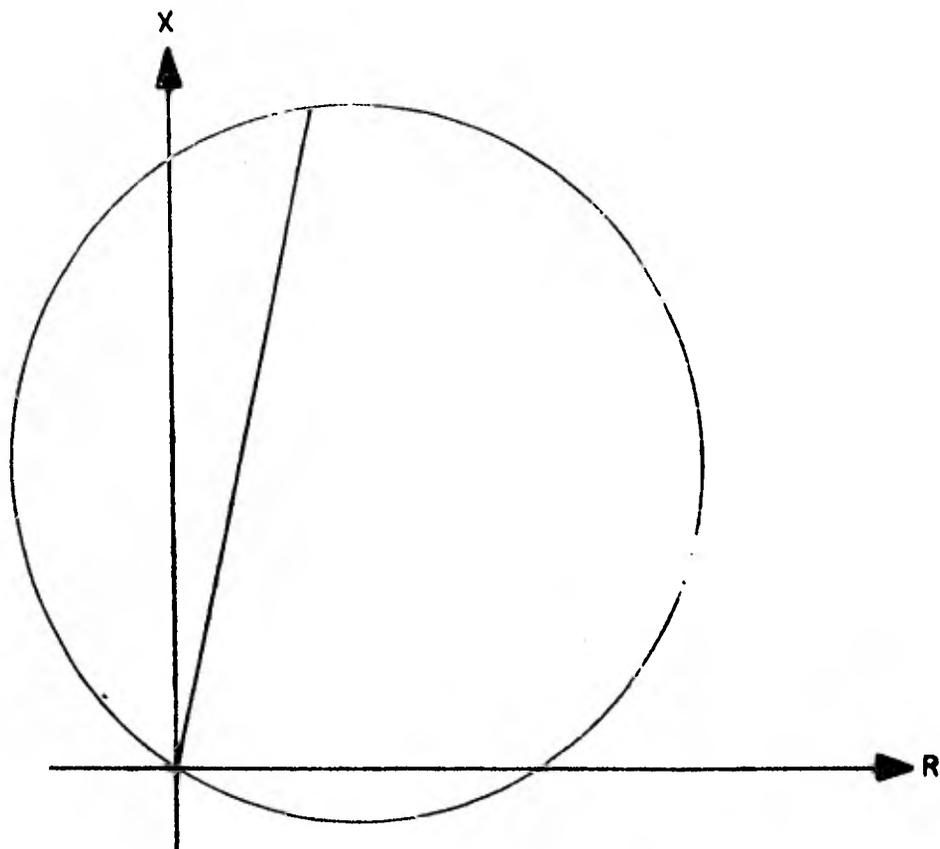


FIG. 7 CARACTERISTICA DE OPERACION DE LA UNIDAD MHO

La figura 7, corresponde a la característica de operación de la unidad MHO, se observa que cualquier relación tensión a corriente que se genere fuera del círculo producirá par de retención y el relevador no podrá operar, cualquier relación tensión a corriente que se genere dentro del círculo producirá par de operación y el relevador MHO ordenará el disparo del interruptor.

La unidad MHO se utiliza en protección de 3 zonas. -
 La figura 8, muestra las características de operación por -
 zonas de la unidad MHO. La figura a corresponde a la carac-
 terística circular de cada una de las zonas de protección
 y la figura b corresponde a las longitudes de la línea que
 protege cada zona.

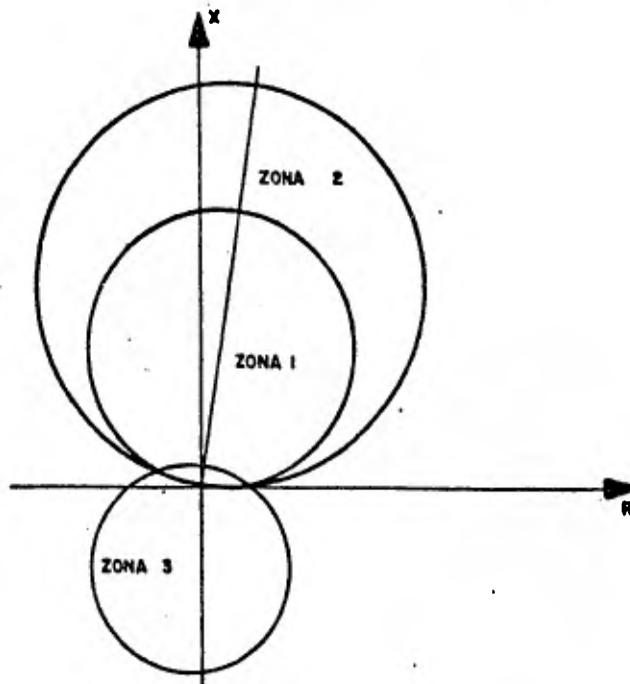


FIG. A

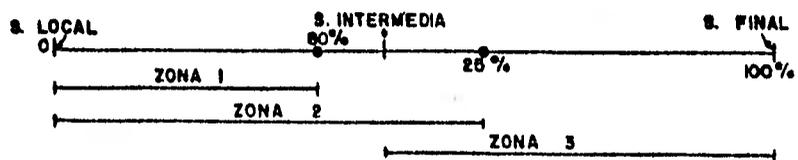


FIG. B

FIGURA 8 CARACTERÍSTICAS DE OPERACION POR ZONAS DE LA UNIDAD MHO

La zona 1 tiene un círculo de operación que cubre desde el principio de la línea hasta el 80% de la longitud que existe de la subestación local a la subestación intermedia, el disparo del interruptor debido a la primera zona de protección se hace en forma instantanea.

La zona 2 tiene un círculo de operación que cubre desde la subestación local hasta la subestación intermedia más el 25% de la longitud de la línea de la subestación intermedia a la subestación final. El disparo del interruptor debido a la segunda zona de protección se hace con un retraso a través del relevador de tiempo.

La zona 3 tiene un círculo de operación que cubre el 100% de la longitud de la línea de la subestación intermedia a la subestación final, el disparo del interruptor debido a la tercera zona de protección se hace con un retraso mayor que la zona 2 a través del relevador de tiempo, la zona 3 se encuentra en conexión inversa para que funcione el equipo de comunicación (CARRIER).

Las conexiones externas de la unidad MHO se muestran en la figura 9, la figura a corresponde a las conexiones en corriente alterna y la figura b corresponde a las conexiones externas en corriente directa. En ambas conexiones se - -

observan las 3 zonas de protección 21 - Z1 correspondiente a la primera zona, 21 - Z2 correspondiente a la segunda zona y 21 - Z3 correspondiente a la tercera zona de protección.

En el diagrama de la figura 9-b, correspondiente a la conexión en corriente directa se observa que cuando se energiza la bobina del relevador MHO (21 - Z1), cierra sus contactos y produce disparo del interruptor por la zona 1; cuando se produce una falla fuera de la zona 1, pero dentro de la zona 2, se energiza la bobina del relevador MHO (21 - Z2), cierra sus contactos y permite el paso del potencial positivo energizando la bobina del relevador de tiempo (21 X/TX), este relevador cierra sus contactos después de que ha transcurrido su tiempo de ajuste y ordena el disparo del interruptor por la zona 2. Si la falla se produce dentro de la tercera zona de protección, se energiza la bobina del relevador MHO (21 - Z3), cierra sus contactos y permite el paso del potencial positivo energizando la bobina del relevador de tiempo (21 X/TX), este relevador cierra sus contactos después de que ha transcurrido su tiempo de ajuste para zona 3 y ordena el disparo del interruptor.

UNIDAD DE ARRANQUE

La unidad de arranque es un relevador direccional - - auxiliar de la unidad ohm, ya que mientras la unidad ohm - mide la distancia a la falla, la unidad de arranque nos dice en que dirección es y cuales son las condiciones de falla.

La característica de operación de la unidad de arranque se puede dibujar en un diagrama R, X (R resistencia, - X reactancia), es un círculo con un ajuste mayor al de la - unidad MHO.

A continuación se demuestra la característica circu-- lar de la unidad de arranque, para observar su operación.

La unidad de arranque es una estructura de 4 polos - embobinados con una copa en el centro como se muestra en la figura 10, el embobinado del polo 1, está alimentado con - tensión de fase a neutro, el embobinado del polo 2 está - alimentado con corriente de línea y los embobinados de los polos 3 y 4 están alimentados con tensión entre fases, por las bobinas de los polos 3 y 4, circula una corriente I_p - que genera el flujo de polarización.

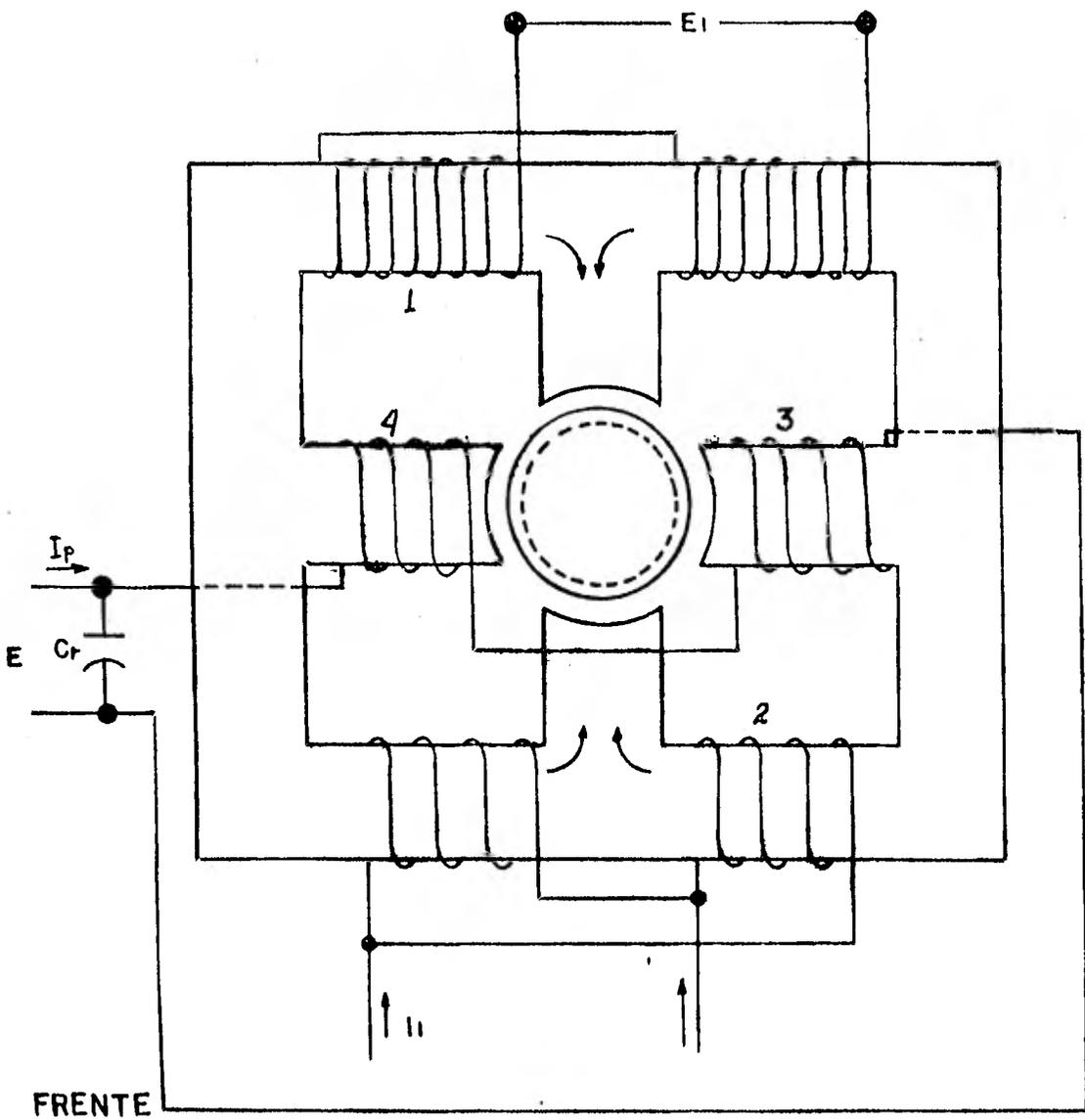


fig. 10 **UNIDAD DE ARRANQUE**

La figura 11, muestra el diagrama vectorial de la -
unidad de arranque.

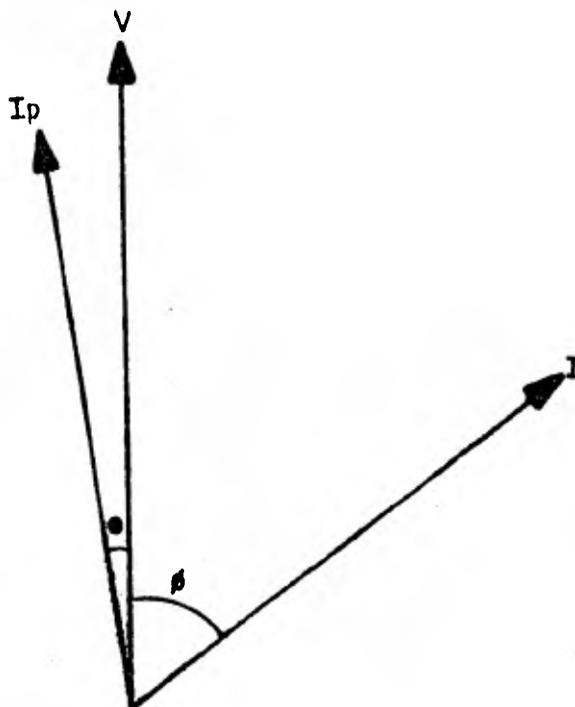


FIG. 11 DIAGRAMA VECTORIAL DE LA UNIDAD DE ARRANQUE

En donde:

I es la corriente

V es la tensión

I_p es la corriente de polarización

ϕ es el factor de potencia de la corriente
de línea I.

θ es el factor de la potencia de la corriente de polarización I_p y se encuentra adelantado debido al capacitor C_r .

La interacción de los flujos generados por los embobinados de polarización (3 y 4) con el flujo generado por el embobinado del polo 1 producen par de operación.

$$T_o = K_2 V^2$$

La interacción de los flujos generados por los embobinados de polarización (3 y 4) con el embobinado del polo 2 produce par de retención y se debe a una combinación de tensión y corriente.

$$T_R = - K_3 V I \text{ Sen } (\theta + \phi)$$

En el punto de balance cuando el par neto es cero

$$K_2 V^2 - K_3 V I \text{ Sen } (\theta + \phi) = 0$$

agrupando constantes en una sola

$$V^2 - K V I \text{ Sen } (\theta + \phi) = 0$$

dividiendo entre I^2

$$V^2/I^2 - K (V/I) = 0$$

sabiendo que $(V/I) = Z$

$$Z^2 - K Z \text{ Sen } (\theta + \phi) = 0$$

$$Z^2 - K Z \text{ Sen } \theta \text{ Cos } \phi - K Z \text{ Cos } \theta \text{ Sen } \phi = 0$$

Como el ángulo θ es constante

$$z^2 - K Z \cos \theta - K Z \sin \theta = 0$$

auxiliandonos del triángulo de impendancias de la figura 3, tenemos:

$$z^2 = R^2 + X^2$$

$$\cos \theta = R/Z$$

$$\sin \theta = X/Z$$

Por lo tanto la ecuación de la unidad de arranque queda:

$$R^2 + X^2 - K Z (R/Z) - K Z (X/Z) = 0$$

$$R^2 + X^2 - K R - K X = 0$$

Con lo que podemos ver que es la ecuación de un círculo en un plano $R - X$.

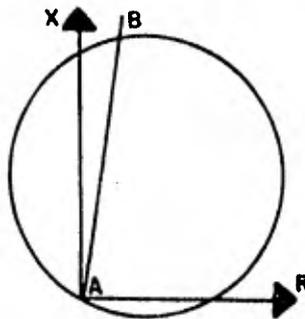


FIG. 12 CARACTERISTICA DE LA UNIDAD DE ARRANQUE

En la figura 12, se observa la característica circular de la unidad de arranque, la línea A B corresponde a la impedancia de la línea de transmisión y el círculo indica que cualquier relación, voltaje a corriente que se genere dentro del círculo hará que opere la unidad de arranque, cualquier relación, voltaje, corriente que se genere fuera del círculo mantendrá a la unidad de arranque sin operar.

RELEVADOR DE TIEMPO (TIMER)

El relevador de tiempo es un dispositivo que retrasa el disparo del interruptor de las protecciones en 2 de las 3 zonas protegidas por el relevador MHO.

La primera zona dispara el interruptor directamente a través de la protección de distancia y no actúa el relevador de tiempo. La segunda zona dispara con un retraso por medio de un contacto del relevador de tiempo. La tercera zona - - dispara el interruptor con un retraso mayor a través de otro contacto del relevador de tiempo.

El relevador de tiempo tiene los 2 circuitos de disparo separados electricamente (uno para zona 2 y otro para - - zona 3).

La operación de este relevador es un motor de C.D., - su armadura gira 180°. Conectado al rotor tiene un resorte espiral del cual se obtiene la energía para que gire la flecha principal, sobre la flecha principal está el calibrador circular de tiempo y 2 levas para operar los contactos de - tiempo (TU2) y (TU3), (TU2 para zona 2) y (TU3 para zona 3), también conectados a la flecha principal a través de engranes está el amortiguador magnético para regular la veloci--dad de operación.

SECUENCIA DE FASES
1 - 2 - 3

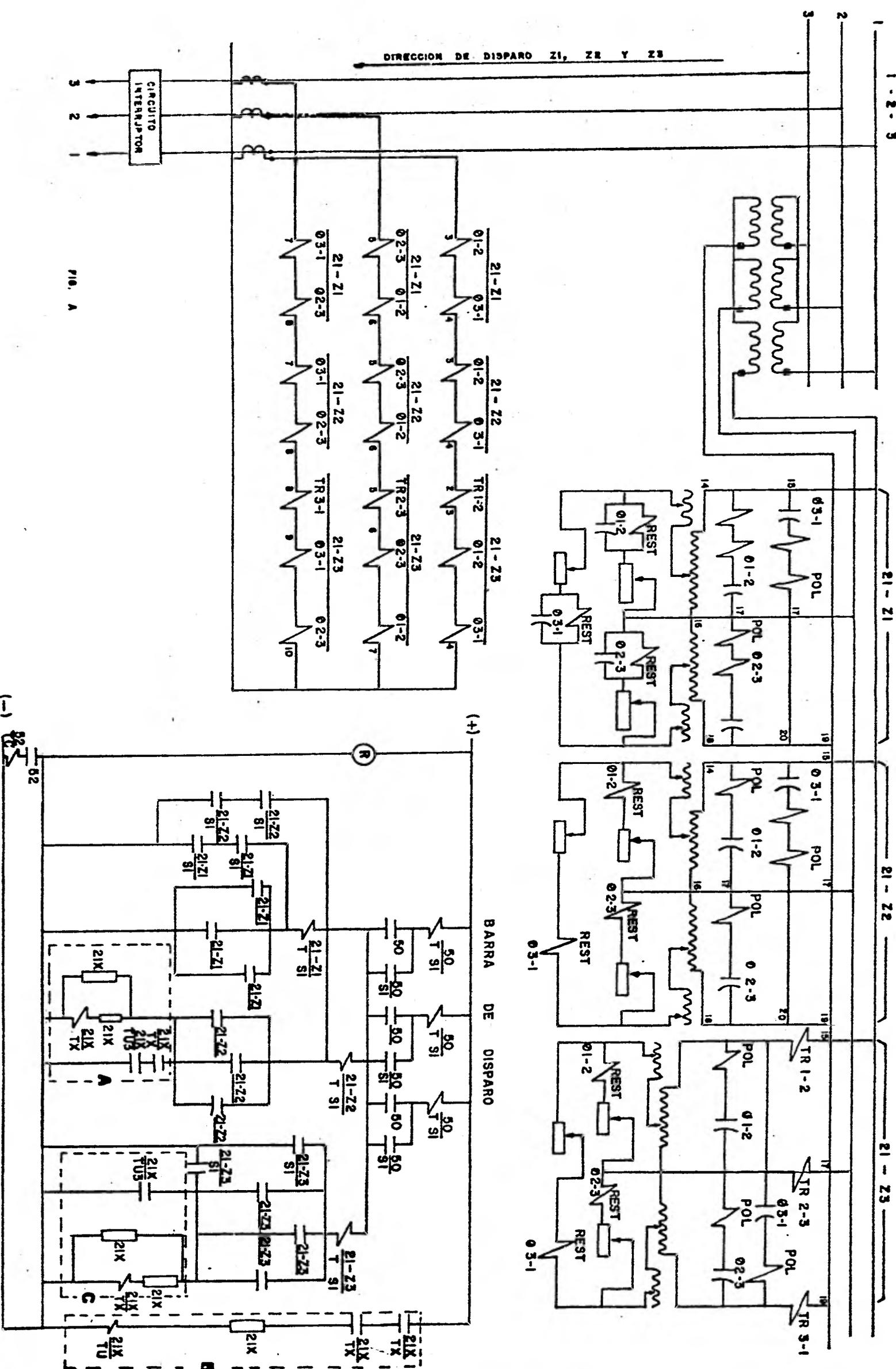


FIG. 15 CONEXIONES EXTERNAS DEL RELEVADOR DE TIEMPO

El relevador de tiempo posee una unidad auxiliar TX - que opera en 2 ciclos después de energizada la bobina de - operación, también posee un relevador auxiliar (TU), el - - cual hace la función de cándado del relevador TX ya que al energizarse se queda trabado hasta producirse el disparo - del interruptor.

La figura 13, corresponde a las conexiones externas - del relevador de tiempo, la figura a corresponde a las co-- nexiones de corriente alterna y la figura b corresponde a las conexiones en corriente directa, puede observarse en - la figura b que al energizarse la bobina (21 X/TX) (en el - área marcada con la letra A) que corresponde al relevador - de tiempo en la zona (2), cierra sus contactos (en el área marcada con la letra B), pasa el potencial positivo y ener- giza la bobina del relevador auxiliar (21 X/TU), empieza a transcurrir el tiempo de ajuste para zona 2, cumplido el - tiempo de ajuste cierra su contacto (21 X/TU2) y ordena el disparo del interruptor. Si la zona 2 no alcanzó a detectar la falla el disparo del interruptor, debe hacerse por la - tercera zona de protección; es decir, cuando la zona 3 detec- ta la falla, se cierran los contactos del relevador (21-23) que permiten el paso del potencial positivo y energiza la --

bobina del relevador de tiempo (21 X/TX) (en el área marcada con la letra C), cierra sus contactos (en el área marcada con la letra B), permite el paso del potencial positivo y energiza la bobina del relevador auxiliar (21 X/TU), empieza a - - transcurrir el tiempo de ajuste para la zona 3, cumplido el - tiempo de ajuste se cierra el contacto (21 X/TU3), ordenándose el disparo del interruptor.

RELEVADOR DE RECIERRE

El relevador de recierre es un dispositivo que ordena la reconexión de un interruptor de potencia inmediatamente después de una perturbación en los sistemas de transmisión, en la mayoría de los casos las condiciones causantes del disparo son de naturaleza transitoria y el interruptor se vuelve a cerrar permaneciendo así sin ningún problema, pero si el interruptor se dispara nuevamente dentro de los 15 segundos siguientes de haber ocurrido el recierre, el relevador no opera y el interruptor debe ser cerrado por medio de otros dispositivos.

Los contactos del circuito de este relevador se abren o se cierran mediante la palanca de contactos la cual es accionada por la bobina de operación (179/OC) del relevador de recierre y retenida por un resorte de control, el relevador de recierre se complementa con un capacitor (179/CAP) y una resistencia (179/RES). La potencia para accionar el relevador se obtiene del capacitor (179/CAP), cuando el capacitor cargado se pone en paralelo con la bobina de operación - acciona el relevador y se ordena el recierre. Se necesitan 15 segundos para cargar el capacitor, cuando el interruptor permanece cerrado durante 15 segundos el relevador se abrirá y estará listo para otra operación de recierre. Este tiempo

de 15 segundos ha sido ajustado para evitar aperturas y recierres del interruptor ante una falla permanente.

La figura 14, corresponde a las conexiones externas - del relevador de recierre. Puede observarse que cuando - - cierra el interruptor principal el capacitor (179/CAP) se - carga a través del interruptor de control (152/CS) y de la resistencia (179/RES), cuando el interruptor principal se - energiza y cierra su contacto 179, este contacto permite el paso del potencial positivo y energiza la bobina de sello - (179/HC) y la bobina del interruptor de control (152 X), - esta bobina ordena el cierre de sus contactos energizandose la bobina del interruptor de cierre (152/CLC), se abre el - circuito de la bobina de sello (179/HC) y el relevador queda listo para otra función de recierre.

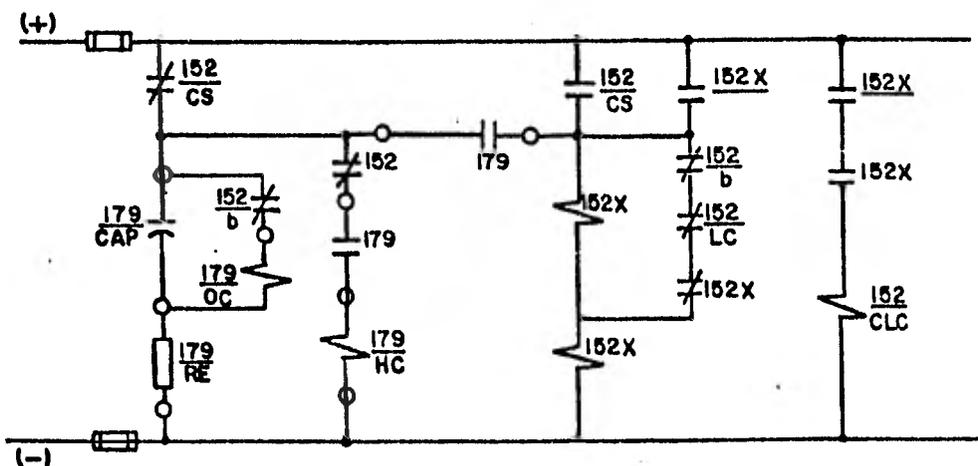


FIG. 14 CONEXIONES EXTERNAS DEL RELEVADOR DE RECIERRE

RELEVADOR MHO DE BLOQUEO POR OSCILACION

El relevador MHO de bloqueo por oscilación es el dispositivo que evita el disparo del interruptor cuando la perturbación es una oscilación y no una falla en las líneas de transmisión, el relevador MHO de bloqueo por oscilación actúa con un retraso en su operación, para que en condiciones de falla no operen simultáneamente los relevadores de protección contra fallas unidad de arranque, unidad MHO, relevador OHM y el relevador MHO de bloqueo por oscilación.

El principio de funcionamiento del relevador MHO de bloqueo por oscilación es similar al de la unidad MHO, es una estructura de 4 polos embobinados con una copa en el centro, tiene además un embobinado secundario y un relevador auxiliar (OB), el cual tiene un retraso de 4 ciclos en su operación.

El relevador MHO de bloqueo por oscilación tiene una característica de operación circular como ya se demostró en la unidad MHO, el círculo de operación del relevador MHO de bloqueo por oscilación encierra el origen del diagrama RX y los círculos de la primera y segunda zonas de protección de la unidad MHO.

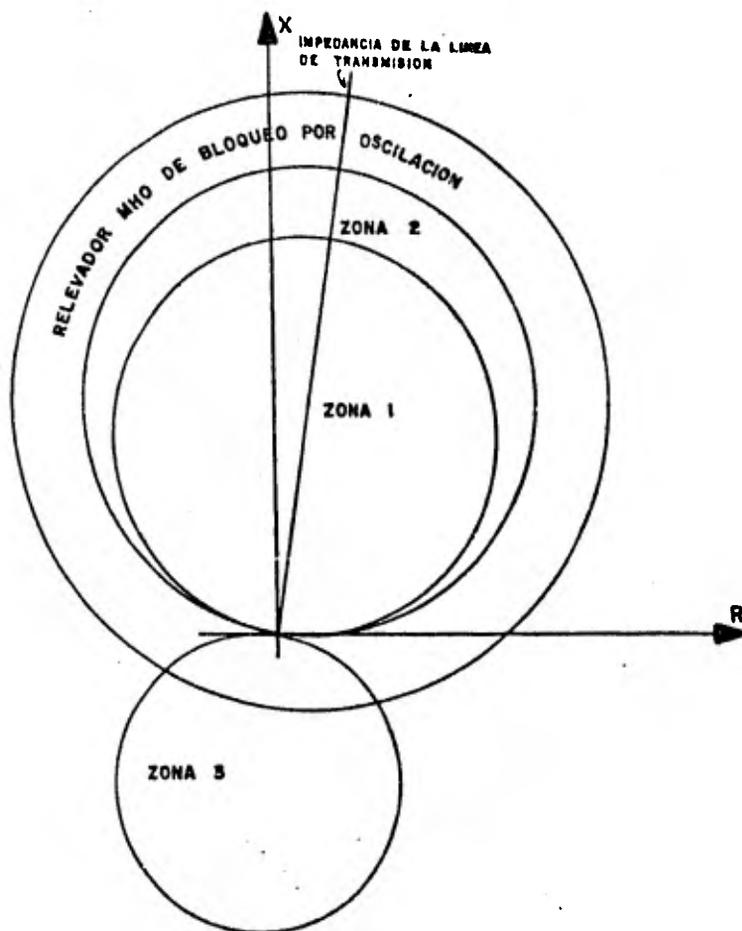


FIG. 15 CARACTERISTICA DE OPERACION DEL RELEVADOR MHO DE BLOQUEO POR OSCILACION

La figura 15, corresponde a la característica circular del relevador MHO de bloqueo por oscilación, pueden verse los círculos de zona 1, zona 2 y zona 3, que corresponden a las 3 zonas de protección de la unidad MHO básica, el círculo MB corresponde a la característica del relevador MHO de bloqueo por oscilación, por lo tanto cuando existe

una falla dentro de la zona 1, la falla cruza la característica circular de la zona 1, de la zona 2 y la característica circular MB. Es decir, cuando ocurre una falla dentro de la zona 1, el interruptor se dispara en forma instantánea, la protección de zona 2 también detecta la falla pero debido al relevador de tiempo, se retrasa el disparo del interruptor que en este momento ya se encuentra en la posición de apertura y la protección de zona 2 no alcanza a operar. El relevador MHO de bloqueo por oscilación también detecta la falla y empieza a funcionar, pero a causa del relevador auxiliar OB que tiene un retraso de 4 ciclos en su operación el disparo no se bloquea porque el interruptor ya se encuentra en la posición de apertura.

La figura 16, muestra las conexiones externas del relevador MHO de bloqueo por oscilación, la figura a corresponde a las conexiones en corriente alterna y la figura b corresponde a las conexiones en corriente directa.

Se observa en la figura b que cuando existe una oscilación las protecciones pueden detectarla como falla y cruza la característica de operación del relevador MHO de bloqueo por oscilación este relevador cierra su contacto (50/MB) y permite el paso del potencial positivo, energiza la bobina del relevador auxiliar (50/OB) y como éste tiene

un retraso de 4 ciclos, completados los 4 ciclos se abre el contacto (50/OB) y obstruye el disparo por zona 2.

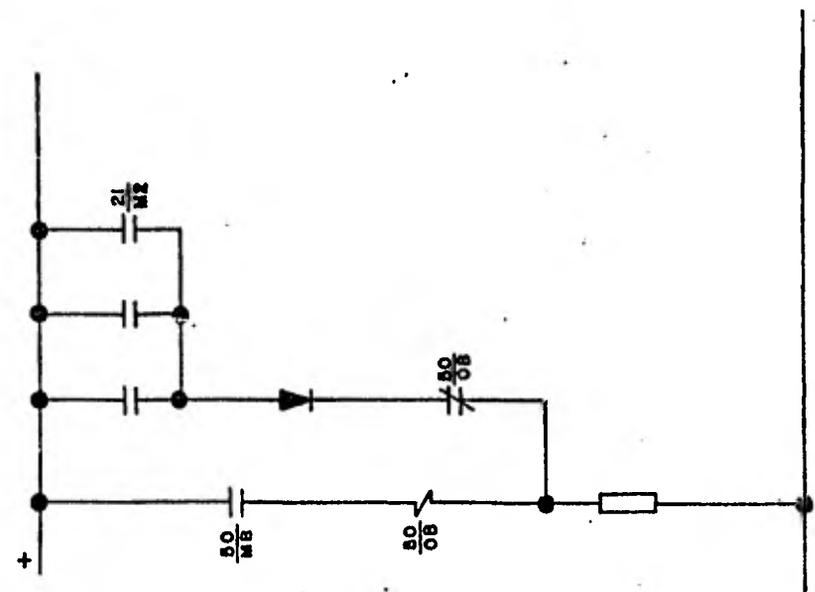


FIG. 9 CONEXIONES EN CORRIENTE DIRECTA

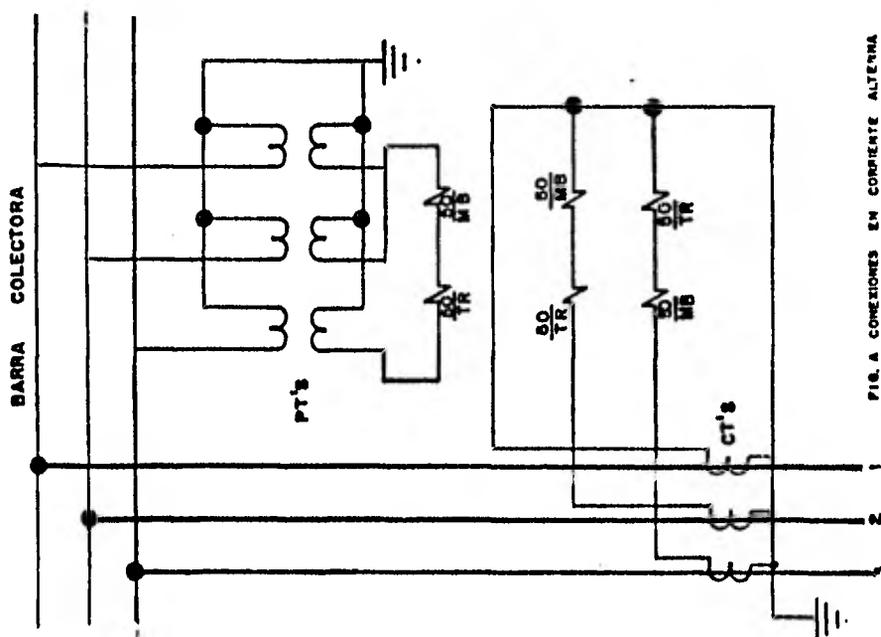


FIG. 16. CONEXIONES EXTERNAS DEL RELEVADOR MHO DE BLOQUEO POR OSCILACION

RELEVADOR PILOTO (CARRIER)

El relevador piloto es un equipo de comunicación que utiliza como medio de transmisión a la línea para intercomunicar 2 ó más terminales de la línea de transmisión, la información sobre las fallas ocurridas en cualquier parte de la línea debe ser recibida por medio del relevador piloto en todas las terminales para tener un sistema de protección por relevadores de máxima selectividad y rapidez

La figura 17, muestra una línea de transmisión con relevador piloto (CARRIER), en ambas terminales.

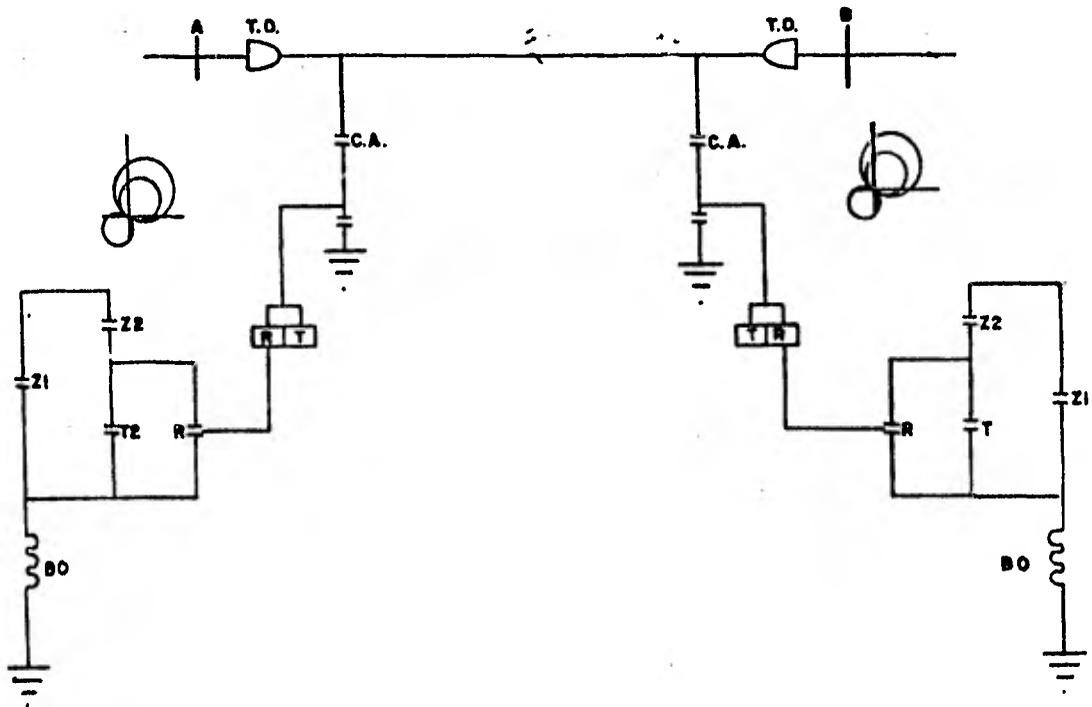


FIG. 17 RELEVADOR PILOTO

En donde tenemos en ambas terminales

T.O. TRAMPA DE ONDA

C.A. CONDENSADOR DE ACOPLLO

T TRANSMISOR

R RECEPTOR

B.O. BOBINA DE OPERACION

Z1 ZONA 1 DE OPERACION

Z2 ZONA 2 DE OPERACION

Y LA ZONA 3 SE ENCUENTRA EN CONEXION INVERSA PARA ACCIONAR EL CARRIER.

El circuito opera de la siguiente manera:

Se muestran la barra colectora A de la subestación A y la barra colectora B de la subestación B con su equipo de comunicación correspondiente, si se produce una falla en F_1 en el tramo comprendido entre la subestación A y la subestación B, ambas subestaciones A y B detectan la falla localizandose ésta en la zona 1 de protección, produciendose un disparo instantaneo en ambas terminales sin que haya sido accionado el relevador piloto. Si la falla se produce en F_2 localizandose ésta entre las subestaciones A y B, la subestación B detecta la falla en la zona 1 de protección produciendo disparo instantaneo, la subestación A detecta la falla en la zona 2 de protección no permitiendo la opera

ción del relevador piloto. Si la falla se produce en F_3 , -
entre la subestación B y la subestación D, cae dentro de la
tercera zona de protección y opera el relevador piloto y -
abre el interruptor de la subestación B, si persiste la - -
falla y dicho interruptor no opera, por medio del CARRIER
la subestación A detecta la falla y el interruptor de esta
subestación será el que opere.

CAPITULO III
DESCRIPCION DE LOS
DIAGRAMAS DE PROTECCION.

DIAGRAMA DE CIERRE Y DISPARO

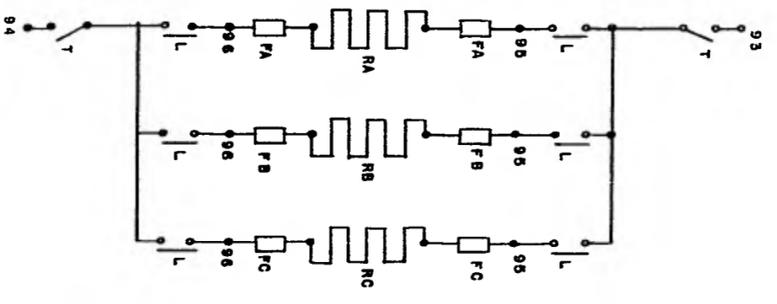
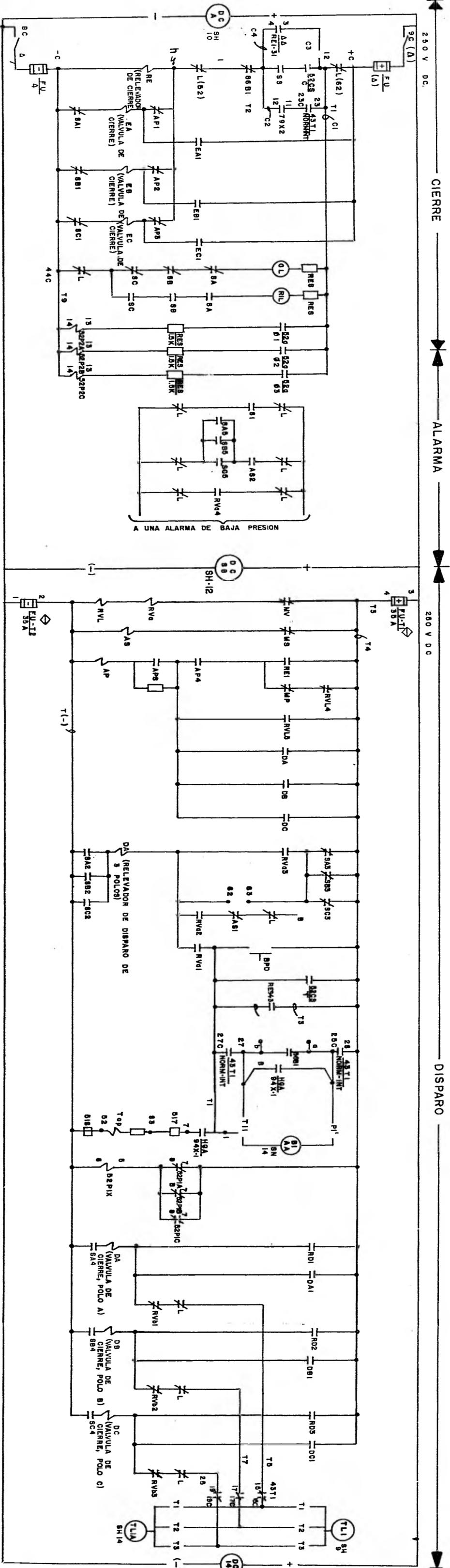


DIAGRAMA I

DIAGRAMA DE CIERRE Y DISPÁRO.

En el diagrama uno que pertenece a la operación de cierre y disparo se han marcado 3 áreas diferentes que son: cierre, alarma y disparo.

En el área que pertenece al cierre encontramos un contacto abierto (52CS/C) que corresponde al interruptor de control de cierre, este interruptor tiene 2 posiciones dentro (ON) y fuera (OFF) sirve para interconectar 2 sistemas, la operación del interruptor de control de cierre se realiza en forma manual, abajo de este interruptor se encuentra el contacto abierto del sincronoscopio que informa cuales son las condiciones de sincronismo en los 2 sistemas para evitar que se interconecten fuera de sincronía ambos sistemas, cuando el sincronoscopio informa que los 2 sistemas están sincronizados se gira el interruptor de control de cierre hacia el lado de dentro, cerrando el contacto (52CS/C), este contacto permite el paso del potencial positivo, el sincronoscopio (S S) cierra instantaneamente y el potencial positivo llega a un contacto cerrado del relevador (86BI) que unicamente se energiza cuando ha sucedido una falla, luego llega a un contacto cerrado L (52) que corresponde al interruptor utilizado para abrir el circuito bajo condiciones de emergencia o de falla, como este contacto -

continua cerrado el potencial positivo pasa y llega al punto h en donde energiza a la bobina del relevador de cierre (RE), la bobina de la válvula de cierre de la fase A (EA), la bobina de la válvula de cierre de la fase B (EB) y la bobina de la válvula de cierre de la fase C (EC), en este momento se interconectan los 2 sistemas y las bobinas de las válvulas de cierre de las fases A, B y C cierran sus contactos (EA1), (EB1) y (EC1), para que se sellen las válvulas de cierre, también se encuentra en el área que corresponde al cierre 2 focos: uno verde (GIL) y otro rojo (RIL), el verde enciende cuando los 2 sistemas se encuentran interconectados y en equilibrio, cuando existe una falla se abren los contactos (SA), (SB) y (SC), que se encuentran conectados con el foco verde (GIL) y se cierran los contactos (SA), (SB) y (SC), que se encuentran conectados con el foco rojo (RIL), encendiéndose éste para indicar que ha ocurrido una falla.

En el área correspondiente a disparo encontramos en el extremo derecho del diagrama las barras colectoras T1, T2 y T3, que unen el diagrama uno de cierre y disparo con el diagrama 2 que corresponde a la protección de fallas entre fases y control de recierre y con el diagrama 3 que corresponde a la protección contra fallas de distancia a tierra. Cuando sucede una falla en una de las fases por ejemplo en la fase A, llega el potencial positivo por la barra colecto-

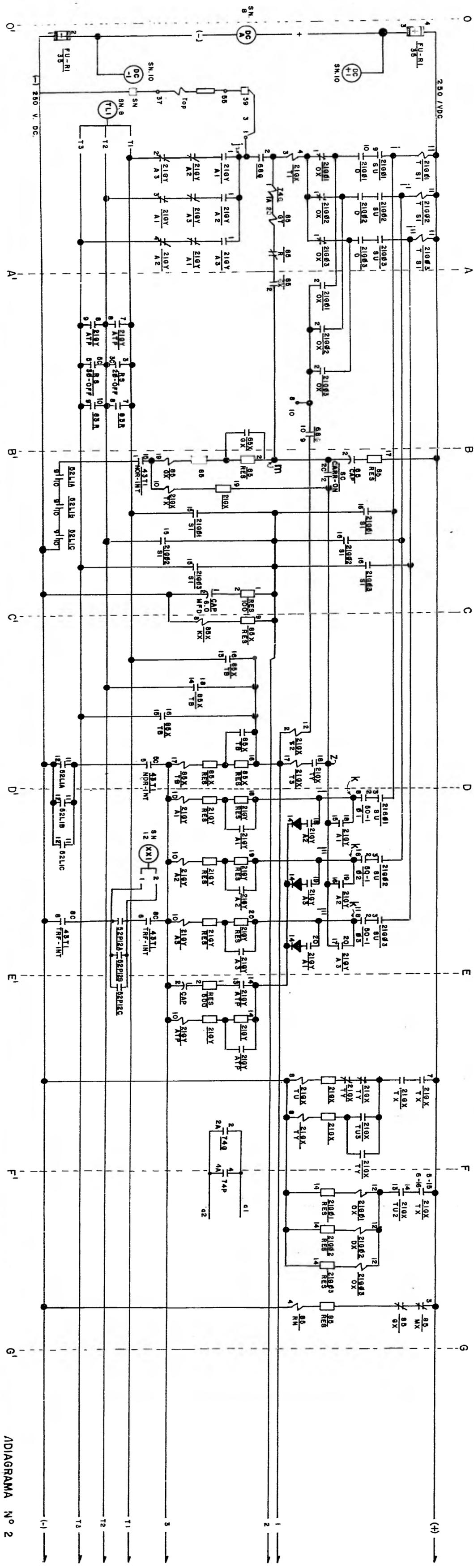
ra T1 y energiza la válvula de disparo del polo A (DA), esta válvula realiza el disparo de la fase A y cierra sus contactos (DA) y (DA1), y se energizan las bobinas (RVa), (RV_L), (AS) y (AP), la bobina RVa cierra su contacto en el área que corresponde a la alarma, encendiendo ésta para indicar que ha ocurrido un disparo, la bobina (AP) abre su contacto (AP1) en el área de cierre desenergizando la válvula de cierre (EA).

Cuando ocurre una falla de las 3 fases el potencial positivo llega por las barras colectoras T1, T2 y T3, energiza las válvulas de disparo: de la fase A (DA), de la fase B (DB) y de la fase C (DC), estas válvulas realizan el disparo de las 3 fases y cierran sus contactos (DA), (DA1), (DB), (DB1), (DC), (DC1) y se energizan las bobinas (RVa), (RV_L), (AS) y (AP), la bobina (RVa) cierra su contacto en el área que corresponde a la alarma encendiendo ésta para indicar que ha ocurrido un disparo, la bobina (AP) abre sus contactos (AP1), (AP2) y (AP3), desenergizando las válvulas de cierre de las fases A, B y C.

Cuando se quiere hacer el disparo en forma manual se gira el interruptor de control de disparo (52CS/T), cerrando el contacto que permite el paso del potencial positivo, el cual llega a la bobina del relevador de disparo de 3 po-

los (RD), este relevador cierra sus contactos (RD1), (RD2) y (RD3), energizando la válvula de disparo del polo A (DA), la válvula de disparo del polo B (DB) y la válvula de disparo del polo C (DC), efectuandose la apertura de las 3 fases, dejando a los 2 sistemas desconectados.

PROTECCION CONTRA FALLAS DE FASE A TIERRA



ADIAGRAMA N° 2

DIAGRAMA DE PROTECCION CONTRA FALLAS DE FASE A TIERRA.

En el diagrama 2 que pertenece a la protección contra fallas de fase a tierra, se observa que el diagrama se ha dividido en coordenadas para facilitar la localización de los elementos que lo componen.

En el área que forman las coordenadas O A O'A', se observan las 3 bobinas de los relevadores de distancia (uno por cada fase) (21GØ1/TSI), (21GØ2/TSI) y (21GØ3/TSI), 3 contactos de la unidad de arranque (21GØ1/SU), (21GØ2/SU) y (21GØ3/SU), 3 contactos de la unidad ohm (21GØ1/O), (21GØ2/O) y (21GØ3/O) para la primera zona de protección, 3 contactos de la unidad ohm (21GØ1/OX), (21GØ2/OX) y (21GØ3/OX) para la segunda zona de protección una señalización (21GX/T1), para indicar que ha ocurrido una falla en la primera zona de protección, la bobina de alarma (74G), la bobina de señalización del relevador piloto (85/GT), el contacto receptor (85/R) del relevador piloto, un contacto del relevador de bloqueo (68G), un contacto abierto y 2 cerrados del relevador auxiliar (21GY/A1), un contacto abierto y 2 cerrados del relevador auxiliar (21GY/A2), un contacto abierto y 2 cerrados del relevador auxiliar (21GY/A3) y las líneas que van a las barras colectoras T1, T2 y T3 que unen el diagrama 2 de protección contra fallas de fase a tierra con el diagrama uno de cierre

y disparo; por esta zona solo puede producirse disparo mono fásico.

En el área que forman las coordenadas A B A'B', se encuentran; 3 contactos de la unidad ohm (21GØ1/OX), (21GØ2/OX) y (21GØ3/OX) para la segunda zona de protección, un contacto del relevador de bloqueo (68G), un contacto del relevador piloto (85X/GX), dos contactos abiertos del relevador auxiliar (21GY/ATP) que funciona unicamente cuando ha sucedido falla de más de una fase, dos contactos (RS/2Ø - OFF) y (RS/3Ø - OFF) del relevador de recierre y dos contactos del relevador (83R).

En el área que forman las coordenadas B C B'C', se observan: los contactos de sello (21GØ1/SI), (21GØ2/SI) y (21GØ3/SI) que son los que manejan las corrientes de disparo, el interruptor del relevador piloto (85/GX), una resistencia (RES/100) y un capacitor (CAP/UPD).

En el área que forman las coordenadas C D C'D', se localizan; un contacto del relevador auxiliar de tiempo (21GX/TX), dos señalizaciones; una (21GX/T2) que sirve para indicar que la falla ocurrió en la zona 2 de protección y otra (21GX/T3) que sirve para indicar que la falla ocurrió en la zona 3 de protección, una bobina del relevador -

(85X/KX), una bobina y 4 contactos del relevador (85X/TB) que sirven para disparar trifásicamente por la zona 2 o por la zona 3 de protección.

En el área que forman las coordenadas D E D'E', se encuentran: 3 contactos de la unidad de arranque (21GØ1/SU), (21GØ2/SU), (21GØ3/SU), 3 contactos del relevador de sobrecorriente (50-1/Ø1), (50-2/Ø2), (50-3/Ø3), una bobina y 3 contactos del relevador auxiliar (21GY/A3), 6 resistencias (21GY/RES) y 3 rectificadores.

En el área que forman las coordenadas E F E'F', se localizan: una bobina y dos contactos del relevador (21GY/ATP), 2 contactos del relevador de tiempo (21GX/TX), la bobina del relevador auxiliar de tiempo (21GX/TU), un contacto (21GX/TU3) que controla el tiempo de disparo para la tercera zona de protección, una bobina y 3 contactos del relevador auxiliar de tiempo (21GX/TY), 2 resistencias (21GX), 2 resistencias (21GY), una resistencia (500 RES) y un capacitor (CAP).

En el área que forman las coordenadas F G F'G', se localizan: un contacto del relevador de tiempo (21GX/TX), un contacto del relevador auxiliar de tiempo (21GX/TU2), que controla el tiempo de disparo de la segunda zona, 3 bobinas de la unidad ohm (21GØ1/OX), (21GØ2/OX), (21GØ3/OX), -

2 contactos (85/MX) y (85/GX) del relevador piloto y 4 resistencias (21GØ1/RES), (21GØ2/RES), (21GØ3/RES) y (85/RES).

Localizados los elementos en cada área analizaremos ahora el funcionamiento del esquema:

Cuando ocurre una falla en la primera zona de protección de la fase uno a tierra, se energiza la bobina del relevador de distancia de la fase 1 (21GØ1/TSI), que se localiza en el área O A O'A' del diagrama 2, dejando pasar el potencial positivo que llega al punto i en donde sigue 2 caminos; uno hacia la derecha hasta llegar a un contacto de la unidad de arranque (21GØ1-SU), y otro hacia abajo que llega también a una unidad de arranque (21GØ1-SU), ambas unidades cierran dejando pasar el potencial positivo, siguiendo el camino hacia abajo en el punto i, el potencial positivo pasa a través de la unidad de arranque (21GØ1/SU) y a través del contacto (21GØ1/O) de la unidad ohm que también cierra, llega a un contacto cerrado (21GØ1/OX) por el cual pasa el potencial positivo, llega a la señalización (21GX/T1) que indica que la falla ocurrió en la primera zona de protección, llega al contacto (68G) que cierra instantaneamente y llega al punto j en donde tiene 3 caminos posibles pero los cuales se encuentran obstruidos debido a los contactos abiertos de los relevadores auxiliares (21GY/A1), (21GY/A2) y (21GY/A3) -

regresando al punto i siguiendo el potencial positivo hacia la derecha llega a otra unidad de arranque (21GØ1/SU), localizada en el área D E D'E' que cierra inmediatamente, llega a un contacto (50-1/Ø1) del relevador de sobrecorriente que también ya cerró, sigue hacia abajo y energiza la bobina del relevador auxiliar (21GY/A1), este relevador cierra sus contactos, regresando al punto j en el área O A O'A', se - - - observa que el potencial positivo puede pasar hacia la barra T1 a través del contacto (21GY/A1) que cerró produciendo - - disparo monofásico.

Cuando se produce una falla de 2 fases a tierra (fase 1 y fase 2) en la primera zona de protección, se enertizan las bobinas de los relevadores de distancia: de fase 1 -- (21GØ1/TSI) y de fase 2 (21GØ2/TSI), llega el potencial positivo a los puntos i e i' y sigue 2 caminos en cada punto; uno hacia la derecha y otro hacia abajo. Siguiendo el camino hacia abajo cierran las unidades de arranque de fase 1 - - (21GØ1/SU) y de fase 2 (21GØ2/SU), el potencial positivo pasa y cierra las unidades ohm de fase 1 (21GØ1/O) y de fase 2 (21GØ2/O), llegan por medio de los contactos - - - (21GØ1/OX) y (21GØ2/OX) que se encuentran cerrados a la señalización de zona 1 (21GX/T1), el potencial positivo se encuentra con un contacto (68G) que cierra instantaneamente y llega al punto j de donde no puede pasar por encontrarse

con 3 contactos abiertos, regresando a los puntos i e i' , -
siguiendo el potencial positivo hacia la derecha, cierran -
las unidades de arranque de fase 1 (21GØ1/SU) y de fase 2 -
(21GØ2/SU), que se encuentran en el área D E D'E', se cie--
rran los contactos de los relevadores de sobrecorriente de
fase 1 (50-1/Ø1) y de fase 2 (50-1/Ø2), el potencial positiv
o energiza la bobina de los relevadores auxiliares de fa-
se 1 (21GY/A1) y de fase 2 (21GY/A2), estos relevadores ciev
rran sus contactos, regresando al punto j en el área O A -
O'A', el potenc al positivo sigue por los contactos: - -
(21GY/A1) y (21GY/A2), que ya cerraron, interrumpiendose el
paso de la corriente debido a que otros contactos (21GY/A2)
y (21GY/A1) han abierto en la misma área interrumpiendose -
el disparo de la protección de las líneas T1 y T2 por este
camino, de ésto se deduce que por el camino descrito ante--
riormente fluye la corriente que servirá para disparar uni-
camente la protección de una fase. Regresando a los puntos
 k y k' que se localizan en el área D E D'E', el potencial -
positivo pasa por los contactos (21GY/A1) y (21GY/A2) y si-
gue hacia la izquierda al punto z con dirección al interrup-
tor del relevador (SC/CARR-ON), el cual luego veremos que -
sucede; regresando a los puntos k y k' el potencial positi-
vo llega a los puntos l y l' , en el punto l el potencial po-
sitivo pasa por el contacto (21GY/A2) que ya cerró y se di-
rige hacia la derecha, en el punto l' el potencial positivo

no pasa por continuar abierto el contacto (21GY/A3), del -
punto 1 el potencial positivo pasa por el contacto (21GY/A2)
y energiza la bobina del relevador (21GY/ATP) localizado en
el área E F E'F', este relevador cierra sus 2 contactos en
la misma área para que se quede trabado hasta que ocurra el
disparo, cierra otros 2 contactos (21GY/ATP) que se encuen-
tran en el área A B A'B', produciendo disparo de las 3 fa--
ses. Cabe hacer notar que los contactos de sello de la pro-
tección (21GØ1/SI), (21GØ2/SI) y (21GØ3/SI) que se locali-
zan en el área B C B'C', confirman el disparo e inician la
acción de recierre cuando energizan la bobina del relevador
(85X/KX) que se localiza en el lado derecho de la coordena-
da C C', conectada a los sellos de la protección.

Cuando ocurre una falla monofásica en la segunda zona
de protección y el relevador piloto (SC/CARR-ON), que se -
localiza en el área B C B'C' se encuentra encendido, como
ya vimos anteriormente opera el relevador de distancia - -
(21GØ1/SI) que se encuentra en el área O A O'A', cerró los
contactos de la unidad de arranque (21GØ1/SU) localizados:
uno en el área O A O'A' y otro en el área D E D'E', cierra
el contacto de la unidad ohm (21GØ1/O) que se encuentra en
el área O A O'A' y cerró el contacto del relevador de - -
sobrecorriente (50-1/Ø1) que se encuentra en el área - - -
D E D'E', en esta misma área se energiza la bobina del rele

vador auxiliar (21GY/A1), el potencial positivo llega al - -
punto z a la izquierda de la coordenada D D', el potencial -
positivo sigue hacia la izquierda con dirección al interrup-
tor de carrier (SC/CARRIER-ON), el cual como ya dijimos se -
encuentra en operación permitiendo el paso del potencial - -
positivo que llega al punto m en donde sigue 2 caminos, uno
hacia abajo con dirección a la bobina del relevador (85/GX)
que se energiza y otro hacia la izquierda con dirección al -
contacto del relevador (85/GX) el cual ya cerró, el poten- -
cial positivo pasa a través del contacto receptor (85/R) que
no ha operado, se energiza la señalización (85/GT) del rele-
vador piloto, se energiza la alarma (74G), cierra el contac-
to (68G) y como ya se energizó el relevador auxiliar - - -
(21GY/A1) cierra su contacto y se produce disparo de la fa--
se 1 por la barra colectora T1.

Cuando ocurre una falla dentro de la segunda zona de
protección en el tramo de la longitud de la línea de la -
subestación intermedia y la subestación final y el releva--
dor piloto no se encuentra en funcionamiento y ya tenemos -
el potencial positivo en el punto z a la izquierda de la -
coordenada D D', entonces el potencial positivo sigue a la
izquierda y como el interruptor del relevador piloto - - -
(SC/CARR-ON) se encuentra abierto, el potencial positivo -
sigue hacia abajo y energiza la bobina del relevador de - -

tiempo (21GX/TX), este relevador cierra sus contactos a la izquierda de la coordenada F F', energiza la bobina del relevador auxiliar de tiempo (21GX/TU) y empieza a correr el tiempo de ajuste para segunda zona, cumplido este tiempo - cierra su contacto (21GX/TU2), que se encuentra a la derecha de la coordenada F F', como el contacto (21GX/TX) del relevador de tiempo ya cerró, pasa el potencial positivo y energiza las 3 bobinas de los relevadores (21GØ1/OX), (21GØ2/OX) y (21GØ3/OX), estos relevadores abren 3 contactos que se encuentran en el lado izquierdo de la coordenada A A' y cierran 3 contactos al lado derecho de la misma coordenada, el potencial positivo pasa por los contactos (21GØ1/OX), (21GØ2/OX) y (21GØ3/OX) que ya cerraron y por el contacto (68G) que ya cerró, llega el potencial positivo a la señalización (21GX/T2) que se encuentra en el área C D C'D', para indicar que ocurrió una falla en la segunda zona de protección, pasa el potencial positivo y energiza la bobina del relevador (85X/TB), este relevador cierra sus 4 contactos que se encuentran a la izquierda de la bobina y se produce disparo trifásico por las barras colectoras T1, T2 y T3.

Si la falla ocurre en la zona 3 de protección y ya transcurrió el tiempo de cierre del contacto (21X/TU2), del relevador auxiliar (21X/TU) y el potencial positivo se en--

cuentra en el punto z que se localiza a la izquierda de la coordenada D D', transcurre ahora el tiempo de ajuste del contacto (21GX/TU3) localizado en el área E F E'F', cumplido este tiempo se cierra dicho contacto permitiendo el paso del potencial positivo y energiza la bobina del relevador auxiliar (21GX/TY), este relevador abre dos contactos: (21GX/TY) a la izquierda y cierra otro contacto (21GX/TY) a la derecha de la bobina (21GX/TY), realizando la función de cándado para que se realice el disparo, cierra otro contacto a la izquierda de la coordenada D D' y abajo del punto z, por donde pasa el potencial positivo energizando la bobina de señalización (21GX/T3) para indicar que ocurrió una falla en la tercera zona de protección, se energiza la bobina del relevador (85X/TB) que se localiza en el área C D C'D', este relevador cierra sus 4 contactos y produce disparo trifásico por las barras colectoras T1, T2 y T3.

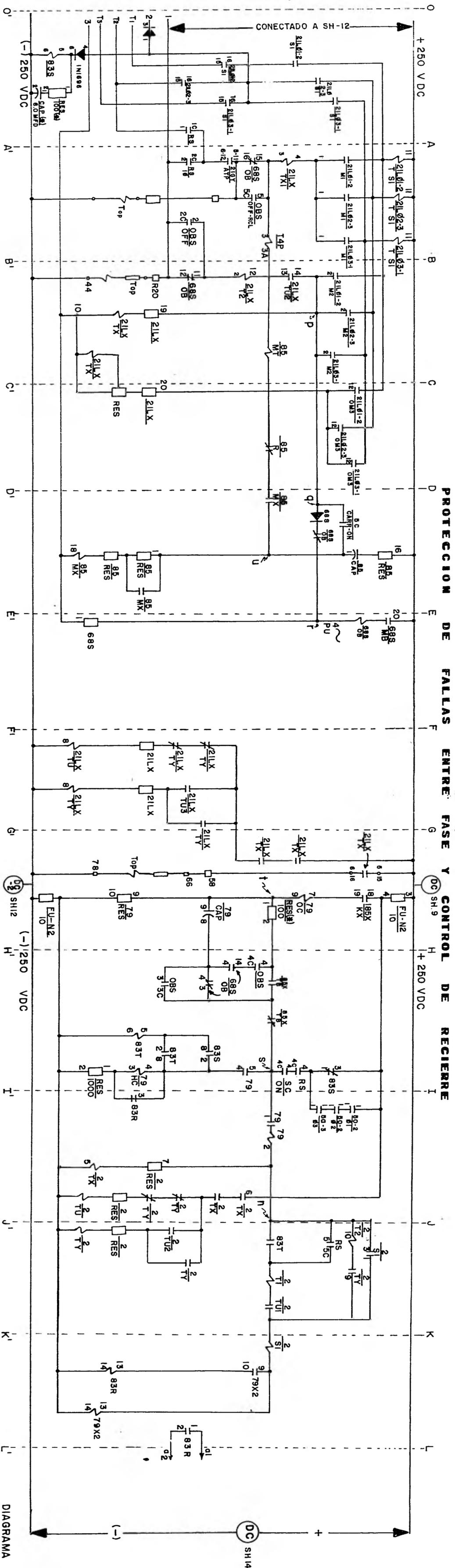


DIAGRAMA N° 3

DIAGRAMA DE PROTECCION CONTRA FALLAS ENTRE FASES

En el diagrama (3) que corresponde a la protección de fallas entre fases y control de recierre se observan diferentes áreas en que se ha dividido el esquema con el fin de que se localizen más fácilmente los elementos que forman el circuito.

En el área formada por las coordenadas O A O'A' se encuentran seis contactos (21LØ/SI) que realizan la función de sello, estos contactos sirven para proteger a las unidades MHO de las corrientes de falla, un contacto del interruptor de recierre (RS), también se encuentran las líneas 1, 2, 3, T1, T2 y T3 que unen el diagrama 3 de protección de fallas entre fases y control de recierre con el diagrama 2 de protección de fallas de fase a tierra, también se observan los rectificadores, la bobina del relevador (83S) que unicamente se energiza cuando es una falla trifásica y en paralelo con esta bobina (83S) aparecen una resistencia (RES/100) y un capacitor (CAP/6UFD).

En el área formada por las coordenadas A B A'B' se encuentran 3 bobinas de los relevadores de distancia (21LØ1-2/TSI), (21LØ2-3/TSI) y (21LØ3-1/TSI), los 3 contactos de los relevadores MHO (21LØ1-2/M1), (21LØ2-3/M1) y --

(21LØ3-1/M1) de la zona 1 de protección, una señalización (21LX/TX1), que sirve para indicar que la falla ocurrió en la zona uno de protección, 2 contactos del interruptor de bloqueo por oscilación (OBS/RCL) y (OBS/OFF), un contacto del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB), un contacto del relevador auxiliar (21GY/ATP) que se energiza únicamente cuando ha sucedido una falla de más de una fase, un contacto del interruptor de recierre (RS/1Ø) y la bobina de la alarma(74G).

En el área formada por las coordenadas B C B'C' se encuentran los contactos del relevador MHO de la segunda zona de protección (21LØ1-2/M2), (21LØ2-3/M2) y (21LØ3-1/M2), un contacto del relevador auxiliar de tiempo (21LX/TU2), una señalización (85/MT) para indicar que ha operado el relevador piloto, una señalización (21LX/T2) de segunda zona para indicar que la falla ocurrió en la zona 2 de protección, un contacto del interruptor de bloqueo por oscilación (68S/OB), una resistencia (21LX), 2 bobinas del relevador de tiempo (21LX/TX) una para la zona 2 y otra para la zona 3 de protección.

En el área formada por las coordenadas C D C'D', se encuentran los 3 contactos de la unidad MHO para la zona 3

de protección (21LØ1-2/OM3), (21LØ2-3/OM3) y (21LØ3-1/OM3), el contacto (85/R) que corresponde al receptor del relevador piloto y 2 resistencias (21LX) y (RES).

En el área formada por las coordenadas D E D'E', se observan tres resistencias (85/RES), un capacitor (85/CAP), el interruptor del relevador piloto (SC/CARR-ON) un rectificador (68S), un contacto del interruptor de bloqueo por oscilación (68S/OB), una bobina y dos contactos del relevador piloto (85/MX).

En el área formada por las coordenadas E F E'F', se localiza un contacto del relevador MHO de bloqueo por oscilación (68S/MB), la bobina del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB) y una resistencia (68S).

En el área formada por las coordenadas F G F'G', aparecen: una bobina del relevador auxiliar de tiempo (21LX/TU) un contacto del mismo relevador para zona 3 (21LX/TU3), una bobina y 3 contactos del relevador auxiliar de tiempo (21LX/TY), 2 resistencias (21LX).

En el área que forman las coordenadas G H G'H', se localizan: 3 contactos del relevador de tiempo (21LX/TX), un contacto del relevador (85X/KX), la bobina de operación del

relevador de recierre (79/OC), un capacitor (79/CAP), dos resistencias (RES/100), (79/RES) y 2 fusibles de protección (FU-N2/10).

En el área que forman las coordenadas H I H'I', se pueden observar: 2 contactos del relevador (83S) que únicamente se energiza cuando ocurre una falla de las 3 fases, el interruptor del relevador de recierre (RS), el interruptor del relevador piloto (SC/ON), 2 contactos del relevador piloto (85X/TB), los contactos del interruptor de bloqueo por oscilación (OBS), 2 contactos del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB), un contacto de la bobina de operación del relevador de recierre (79), la bobina de sello del relevador de recierre (79/HC), la bobina con su contacto del relevador auxiliar (83T) y una resistencia (RES/1000).

En el área que forman las coordenadas I J I'J', se localizan: 3 contactos de los relevadores de sobrecorriente (50-2/Ø1), (50-2/Ø2) y (50-2/Ø3), uno por cada fase en la línea de transmisión paralela, un contacto del relevador de recierre (79), un contacto del relevador (83R) que sirve para desenergizar la bobina de sello, la bobina y 2 contactos del relevador de tiempo (2/TX) que controla el recierre, la bobina del relevador auxiliar de tiempo para recierre trifásico (2/TU) y 2 contactos del relevador auxiliar de

de tiempo para recierre monofásico (2/TY).

En el área que forman las coordenadas J K J'K', se - - puede observar: un contacto (2/SI) que realiza la función de sello durante el recierre, una señalización (2/T2) para - - indicar que ha sucedido recierre monofásico, una bobina y - dos contactos (2/TY) del relevador auxiliar de tiempo que - controla el recierre monofásico, un contacto abierto del interruptor de recierre (RS) que cierra cuando se ha colocado el interruptor en la posición de ambos (monofásico y trifá-- sico), un contacto del relevador auxiliar (83/T) que cierra unicamente cuando ha sucedido una falla trifásica, una señalización (2/T1) para indicar que ha sucedido recierre trifásico, un contacto (2/TU1) del relevador auxiliar de tiempo para recierre trifásico, un contacto (2/TU2) del relevador - auxiliar de tiempo y una resistencia (2/RES).

En el área formada por las coordenadas K L K'L', se - encuentran: una bobina (2/SI) que realiza la función de - - sello en el recierre, la bobina con su respectivo contacto - del relevador (79/X2) que ordena físicamente el recierre y - la bobina (83/R) del relevador que va a abrir nuevamente el control de recierre para que quede en condiciones de realizar otra operación.

El funcionamiento del esquema es de la siguiente manera:

Cuando sucede una falla en la primera zona de protección entre las fases 1 y 2, se energiza la bobina del relevador de distancia (21LØ1-2/TSI), que se localiza en el área A B A'B', cierra el contacto de la unidad MHO (21LØ1-2/M1) de la zona 1 de protección y los 2 contactos de sello (21LØ1-2/SI) que se encuentran en paralelo con los contactos de la unidad MHO. Cuando cierra sus contactos la unidad MHO permite el paso del potencial positivo y energiza la señalización (21LX/TX) indicando que la falla ocurrió en la zona 1 de protección, como el contacto del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación se encuentra cerrado, pasa el potencial positivo y llega a un contacto abierto del relevador auxiliar (21GY/ATP) que se energiza cuando ha ocurrido falla de más de una fase (la bobina de este relevador (21GY/ATP) se encuentra en el diagrama 2 a la derecha de la coordenada E E') como la falla ocurrió entre las fases 1 y 2 el contacto (21GY/ATP) cierra, pasa el potencial positivo y llega a 2 contactos del interruptor de recierre produciéndose disparo trifásico por la barra colectora 1 ó por las barras colectoras T1 y T2, reafirmando el disparo los contactos de sello (21LØ1-2/SI).

Cuando sucede una falla trifásica en la primera zona de protección se energizan las 3 bobinas de los relevadores de distancia (21LØ1-2/TSI), (21LØ2-3/TSI) y (21LØ3-1/TSI), se cierran los 3 contactos de las unidades MHO de zona 1 (21LØ1-2/M1), (21LØ2-3/M1) y (21LØ3-1/M1), pasa el potencial positivo energizando la señalización de primera zona - (21LX/TX1), pasa por el contacto cerrado del relevador auxiliar (68S/OB), cierra el contacto (21GY/ATP) y se produce - disparo por la barra colectora 1 y por las barras colectoras T1, T2 y T3.

Cuando sucede una falla en la segunda zona de protección se energizan las bobinas de los relevadores de distancia (21LØ1-2/TSI), (21LØ2-3/TSI) y (21LØ3-1/TSI) que se encuentran en el área A B A'B' pasa el potencial positivo y como la zona 1 de protección no detecta la falla el potencial positivo sigue hacia los contactos de segunda zona - - (21LØ1-2/M2), (21LØ2-3/M2) y (21LØ3-1/M2), estos contactos cierran permitiendo el paso del potencial positivo que llega al punto señalado con la letra p, en este punto el potencial positivo sigue 2 caminos, uno hacia la derecha en dirección al rectificador (68S) y otro hacia abajo con dirección al relevador de tiempo (21LX/TX).

Suponiendo que el relevador piloto se encuentra encendido y que la falla ocurri6 entre el 80% y el 100% de la -

longitud de la línea entre la subestación local y la subestación intermedia.

Siguiendo el camino del potencial positivo hacia la derecha llega al punto q en donde nuevamente encuentra 2 caminos, uno hacia la derecha en dirección del rectificador (68S) y otro hacia arriba en dirección del interruptor del relevador piloto (SC/CARR-ON).

Siguiendo el camino hacia el rectificador (68S) el potencial positivo llega al punto r y por este punto llega a la bobina del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB), como el contacto del relevador MHO de bloqueo por oscilación (68S/MB) que se encuentra conectado a la bobina del relevador (68S/OB) cierra al momento de ocurrir la falla, el potencial positivo pasa y llega a la bobina del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB), como este relevador tarda 4 ciclos en operar y el potencial positivo ya se encuentra en ambos lados de esta bobina (68S/OB) poniendola a diferencia de potencial cero y este relevador no opera.

Siguiendo el camino en dirección al interruptor del relevador piloto (SC/CARR-ON) (que se encuentra encendido), el potencial positivo pasa y llega al punto u en donde tiene 2 caminos uno hacia abajo en donde energiza la bobina - -

del relevador piloto (85/MX) y otro hacia la izquierda con dirección al contacto (85/MX) que ya ha sido cerrado, el potencial positivo pasa y llega al contacto receptor - - - (85/R) del relevador piloto que no ha recibido información por lo que continua cerrado, el potencial positivo pasa y llega a la señalización (85/MT) que indica que la falla - - ocurrió en la zona 2 pero antes de la subestación intermedia, el potencial positivo sigue, acciona la alarma (74P) y llega a un contacto del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación (68S/OB) y a un contacto del interruptor del relevador de bloqueo por oscilación (OBS/OFF-RCL), el potencial positivo pasa y llega al contacto del relevador - - - (21GY/ATP) que se energiza cuando ha sucedido falla de más de una fase por lo que se cierra y pasa el potencial positivo y llega a 2 contactos del interruptor de recierre energizando la línea 1 y las líneas T1, T2 y T3 estas últimas por medio de los contactos de sello.

Ahora si la falla ocurrió en la segunda zona de protección pero después de la subestación intermedia la falla la detecta las unidades MHO de zona 2 y el potencial positivo se encuentra ya en el punto u del área D E D'E', el relevador piloto manda la información, se energiza la bobina (85/MX) del relevador piloto, el potencial positivo sigue - del punto u hacia la izquierda cierra el contacto (85/MX) y

llega al contacto receptor (85/R) que ya recibió la información, abre este contacto y el disparo instantáneo se bloquea, debiendo realizarse dicho disparo por medio del relevador de tiempo (21LX/TX), esperando que sea el interruptor de la subestación intermedia, el que realice el disparo.

A continuación se describirá como funciona el relevador de tiempo:

Cuando la falla fué detectada por las unidades MHO de segunda zona, cierran los contactos (21LØ1-2/M2), (21LØ2-3/M2) y (21LØ3-1/M2), el potencial positivo llega al punto P en donde tiene 2 caminos a seguir; como el disparo instantáneo se bloquea, el potencial positivo sigue hacia abajo en dirección a la bobina (21LX/TX) del relevador de tiempo, este relevador se energiza y cierra 3 contactos (21LX/TX), que se encuentran en el área G H G' H', estos contactos -- dejan pasar el potencial positivo que llega a 2 contactos cerrados (21LX/TY) del relevador auxiliar de tiempo y energiza la bobina (21LX/TU), esta bobina deja transcurrir su tiempo de ajuste para la zona 2, cumplido este tiempo cierra el contacto (21LX/TU2) en el área B C B' C', conectado directamente a los contactos de la zona 2, el potencial positivo pasa y energiza la señalización (21LX/T2) indicando que la falla ocurrió en la zona 2 de protección, el potencial positivo pasa por el contacto cerrado (68S/OB) del relevador --

auxiliar de bloqueo por oscilación y se produce disparo trifásico en la segunda zona de protección por medio del relevador de tiempo en la barra colectora T1.

Cuando sucede una falla en la zona 3 de protección cierran los contactos correspondientes a la tercera zona - - (21LØ1-2/OM3), (21LØ2-3/OM3) y (21LØ3-1/OM3), en el área -- C D C' D', pasa el potencial positivo y energiza la bobina del relevador de tiempo (21LX/TX) este relevador cierra 3 - contactos en el área G H G'H' y llega el potencial positivo por medio de los contactos cerrados (21LX/TY) a la bobina - (21LX/TU) del relevador auxiliar de tiempo, este relevador deja transcurrir su tiempo de ajuste para tercera zona, -- cumplido este tiempo se cierra el contacto (21LX/TU3) en - el área F G F' G', pasa el potencial positivo y energiza la bobina del relevador auxiliar (21LX/TY) este relevador cierra su contacto que realiza la función de cándado, es decir se queda trabado hasta que se realiza el disparo.

Control de recierre.- El control de recierre se encuentra en el área que forman las coordenadas G L G'L', del diagrama 3 que pertenece a la protección de fallas entre fases y control de recierre; para que el recierre se ordene, se - deberán poner en paralelo la bobina de operación del relevador de recierre (79/OC) con el capacitor (79/CAP), que se -

localizan en el área G H G'H' y esto puede suceder por varios caminos del diagrama dependiendo de lo que suceda en el sistema y existen otros caminos por los cuales el capacitor (79/CAP) se pone en paralelo con la resistencia (RES/100) descargandose por medio de élla el capacitor.

El circuito funciona de la siguiente manera:

Para que inicie la función de recierre debe cerrar el contacto (85X/KX), del relevador piloto (CARRIER), la bobina de este relevador se localiza en el diagrama 2 que corresponde a la protección de fallas de fase a tierra a la derecha de la coordenada C C', se encuentra conectada directamente a los sellos de la protección, este contacto (85X/KX) del diagrama 3, al cerrar permite el paso del potencial positivo y llega al punto t que es común a la bobina de operación -- (79/OC), a la resistencia (RES/100), al capacitor (79/CAP) y a la resistencia (79/RES); siguiendo el camino en dirección al capacitor (79/CAP) este capacitor se carga y llega a un contacto del relevador auxiliar de bloqueo por oscilación -- (68S/OB), pasa el potencial y llega a un punto común a dos contactos del relevador (85X/TB), la bobina de este relevador se encuentra en el diagrama 2 a la izquierda de la coordenada D D' y se energiza cuando ha operado la zona 2 ó la zona 3 es decir, es un disparo con demora, cuando se energiza la bobina (85X/TB) abre un contacto y cierra otro en --

el área H I H'I' del diagrama 3, pasa el potencial positivo por el contacto que ha cerrado poniendo en paralelo la resistencia (RES/100) con el capacitor (79/CAP) descargándose el capacitor por la resistencia.

Ahora sí el disparo se realizó en forma instantánea, - el relevador de tiempo no operó y la bobina del relevador - (85X/TB) del diagrama 2 no se energizó por lo que sus contactos del diagrama 3 continúan estáticos y el potencial positivo pasa por el contacto (85X/TB) que se encuentra cerrado y llega al punto s en donde tiene 3 caminos opcionales, dos de ellos se encuentran bloqueados por los contactos abiertos del relevador de recierre (79), estos contactos cerrarán hasta que la bobina de operación (79/OC) se ponga en paralelo con el capacitor (79/CAP), lo que aún no sucede, entonces el potencial positivo que se encuentra en el punto s, sigue hacia arriba en dirección al interruptor del relevador piloto (SC/ON) el cual cierra al entrar en operación el relevador piloto, el potencial positivo pasa y llega al interruptor de recierre (RS) que ya cerró, el potencial positivo sigue y llega a otro punto en donde - - existen 2 caminos, uno a través del contacto (83S) y otro a través de los contactos (50-2) que se encuentran en la línea paralela, la bobina del relevador (83S) que se localiza en el área O A O'A', se energiza únicamente cuando ha

sucedido falla trifásica y entonces el recierre se realiza por la línea paralela, cualquiera de los dos caminos cierran el circuito paralelo de la bobina de operación (79/OC) con el capacitor (79/CAP), sucedido esto se energiza la bobina (79/OC), empezando la operación de recierre ya sea monofásico o trifásico.

Si ocurrió falla trifásica se energiza la bobina del relevador (83S) que se encuentra en el área O A O'A' del mismo diagrama cerrando su contacto (83S) a la izquierda de la coordenada I I', el potencial positivo se encuentra en el punto S y como ya cerraron los contactos (79) el potencial positivo sigue hacia la derecha y hacia abajo en dirección a la bobina de sello (79/HC), que se queda energizada hasta que ocurre la acción de recierre y como el relevador (83S) ya operó cierra su contacto que permite el paso del potencial positivo energizando la bobina del relevador (83T). El potencial positivo que se encontraba en el punto s sigue hacia la derecha a través del contacto (79) que ya cerró y se dirige hacia el punto n, a través de la señalización (79) que indica que se mandó el recierre y energiza la bobina (2/TX) del relevador de tiempo para el recierre, este relevador cierra sus dos contactos a la izquierda de la coordenada J J' y energiza la bobina del relevador auxiliar de tiempo (2/TU) empieza a transcurrir su tiempo de ajuste para recierre trifásico, cumplido

este tiempo cierra su contacto (2/TU1) a la izquierda de la coordenada K K', como ya cerró el contacto (83T) pasa el potencial positivo, energiza la señalización (2/T1) que indica que ocurrió recierre trifásico, pasa a través del contacto (2/TU1), energiza la bobina (2/SI) que garantiza el paso del potencial positivo por medio de su contacto (2/SI), el potencial positivo pasa hacia la bobina (79/X2) que ordena el recierre físico del interruptor, sucedido esto empieza la acción de apertura del circuito para que esté en condiciones de efectuar otra operación de recierre, entonces el contacto (79/X2) se cierra y energiza la bobina del relevador (83R) que se encuentra en el área K L K' L', esta bobina manda el cierre de su contacto (83R) que se localiza al lado derecho de la coordenada I I', este contacto pone a diferencia de potencial cero, la bobina de sello (79/HC) abriendo el circuito dejándolo listo para otra función de recierre.

Si la falla fué monofásica, el potencial positivo se encuentra en el punto s y ya se energizó la bobina de operación (79/OC), el potencial positivo tiene 2 caminos, uno hacia abajo con dirección a la bobina de sello (79/HC), la cual se energiza y otro hacia la derecha con dirección a la señalización (79) que indica que se ha mandado el recierre, el potencial positivo llega a la bobina del relevador

de tiempo (2/TX) que controla el recierre, este relevador -
cierra sus contactos que se localizan a la izquierda de la
coordenada J J', el potencial positivo llega a la bobina -
del relevador auxiliar de tiempo (2/TU), empieza a transcu-
rrir el tiempo de ajuste para este relevador, transcurrido
dicho tiempo se cierra el contacto (2/TU1), pero el poten-
cial positivo que se encuentra en el punto n no puede pasar
porque como fué falla monofásica no cerró el contacto (83T)
y el potencial positivo continua en el punto n; y sigue - -
energizada la bobina (2/TU) completado el tiempo del segun-
do ajuste se cierra su contacto (2/TU2), que se localiza a
la derecha de la coordenada J J' este contacto permite el -
paso del potencial positivo y energiza la bobina del releva-
dor auxiliar de tiempo (2/TY). este relevador cierra 2 con-
tactos, uno para sellar la bobina y otro en la parte supe-
rior del área J K J'K', el potencial positivo que se encuen-
tra en el punto n sube con dirección a la señalización - -
(2/T2) que indica que ha ocurrido recierre monofásico, si-
gue el potencial positivo y como el contacto (2/TY) ya ce-
rró, pasa el potencial positivo y energiza la bobina (2/SI)
esta bobina cierra su contacto garantizando el paso del po-
tencial positivo, se energiza la bobina (79X2) que ordena -
el recierre físico del interruptor empezando la apertura -
del circuito, que es similar a la que ocurre cuando es una
falla trifásica.

OSCILACION DE POTENCIA

La oscilación de potencia son ondas que se generan - después de la eliminación de un corto circuito, o cuando se conecta un generador a su sistema, encontrándose ambos fuera de fase.

En la figura 18, se muestra una sección de línea de transmisión con fuentes de generación. La cantidad de potencia que se puede transmitir de un sistema a otro se puede dibujar en un diagrama $P \delta$ (P - potencia δ ángulo), - como se puede observar en la figura 19. La potencia mecánica es constante, la potencia eléctrica varía de una forma senoidal y de esa forma se transmite hasta otro centro - - según la fórmula.

$$P_e = \frac{e_1 e_2}{X_{tot}} \text{ Sen } \delta_{12}$$

en donde

P_e = potencia eléctrica

e_1 = tensión del generador A

e_2 = tensión del generador B

X_{tot} = reactancia total del sistema

δ_{12} = ángulo que forman la tensión 1 con la -
tensión 2.

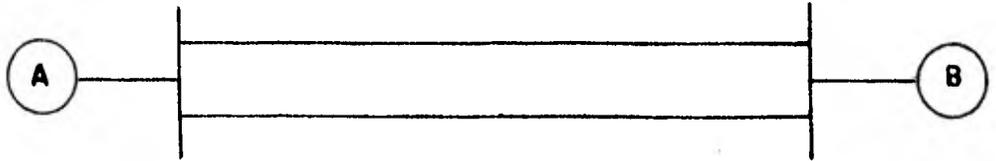


FIG. 18 LINEA DE TRANSMISION CON FUENTES DE GENERACION

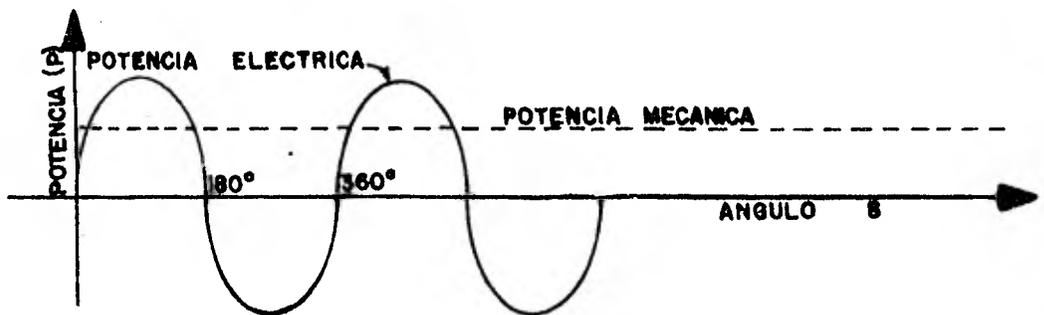


FIG. 19 DIAGRAMA POTENCIA (P) - ANGULO (δ)

El sistema de la figura 18, se puede representar por el diagrama de la figura 20, en donde:

e_1 es tensión constante del generador A

X_G reactancia equivalente del generador A

X_L reactancia de la línea de transmisión

X_M reactancia equivalente del generador B

e_2 tensión constante del generador B

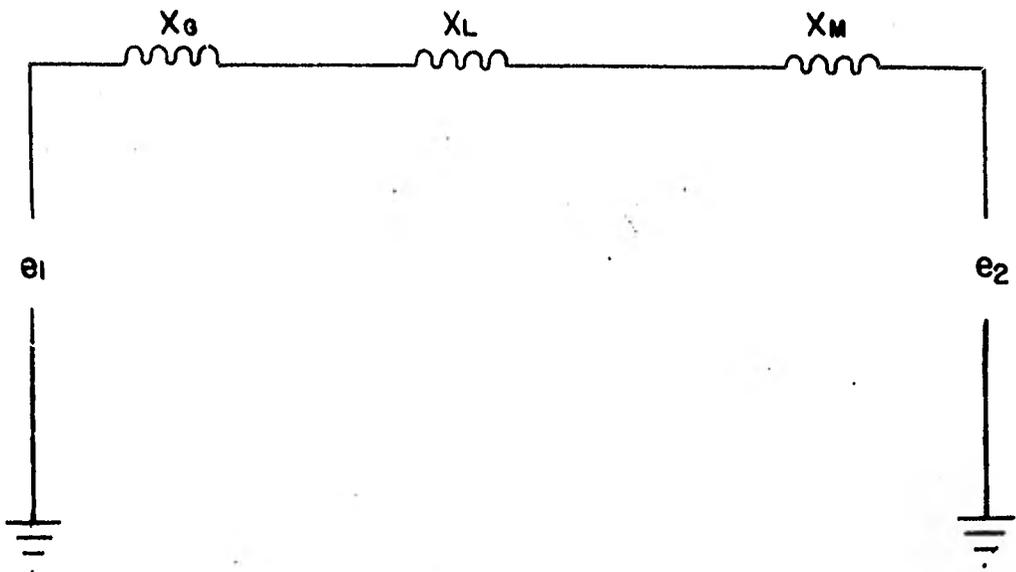


FIG. 20 REACTANCIAS DE FASE A NEUTRO EN UN SISTEMA DE TRANSMISION

Se puede transmitir más potencia si se aumenta la - - tensión, si se disminuyen las reactancias o si se aumenta - el ángulo δ_{12} , la potencia máxima sucede cuando $\text{Sen } \delta_{12} = 1$, es decir cuando $\delta_{12} = 90^\circ$.

entonces $P_{\text{max}} = e_1 e_2 / X_{\text{tot}}$.

En la figura 21, se refiere a las curvas de transmi-- sión de potencia en 3 condiciones diferentes.

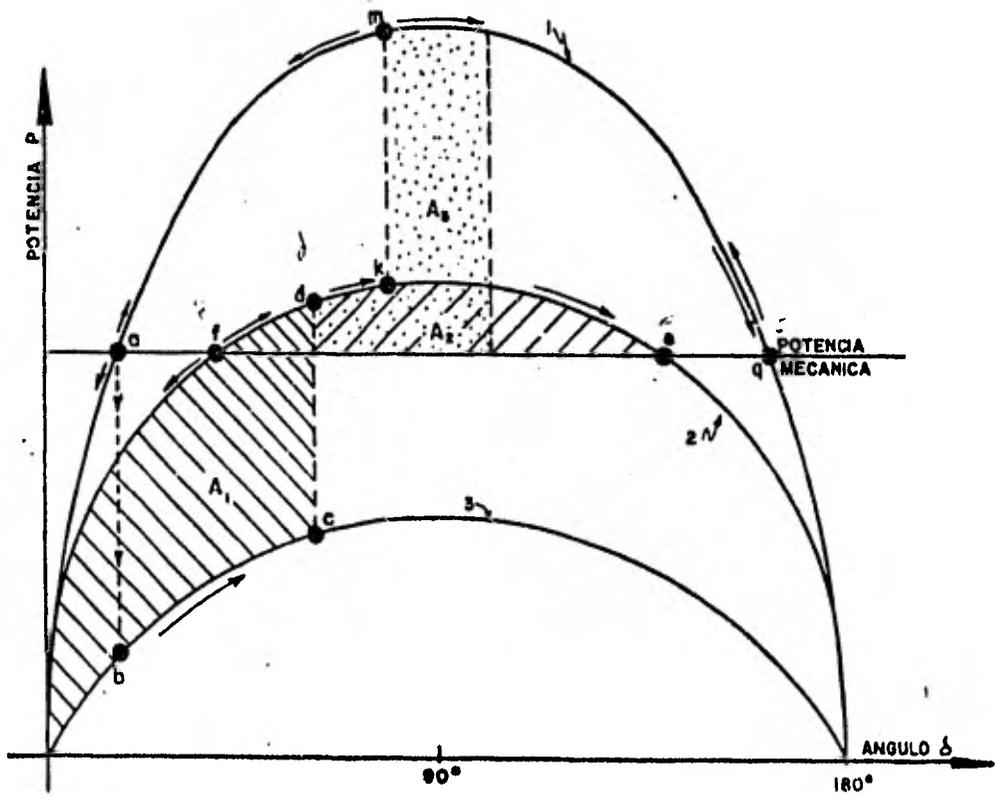


FIG. 21 DIAGRAMA POTENCIA (P) - ANGULO (δ)

La curva 1 representa al sistema en equilibrio y por lo tanto la transmisión de energía es por medio de las 2 - líneas de transmisión en paralelo.

La curva 2 representa al sistema interconectado por una línea de transmisión (se observa que la potencia que se transmite por una línea de transmisión es menor que la potencia que se transmite por las 2 líneas en paralelo ya que la reactancia de 2 líneas en paralelo es menor que la reactancia de una sola línea).

La curva 3 representa al sistema cuando existe una falla y por lo tanto la potencia que se transmite cuando sucede una falla, disminuye mucho ya que la reactancia aumenta.

Cuando el sistema se encuentra en equilibrio la potencia mecánica y la potencia eléctrica son iguales y suponemos que eso sucede en el punto a del diagrama de la figura 21, si en ese momento sucede una falla el sistema se desequilibra y el punto a de la curva 1 desciende verticalmente de una manera súbita al punto b de la curva 3 que representa el sistema con falla, en este punto la potencia mecánica es mayor que la potencia eléctrica y el punto b se empieza a desplazar sobre la curva 3 con dirección al punto c, el rotor de la máquina sufre una aceleración y el ángulo δ_{12} aumenta, cuando se aísla la falla se abre la línea que falló y se transmite la potencia eléctrica por la otra línea transportándose el punto c al punto d en la curva 2 que representa al

sistema con una línea de transmisión, en el tiempo que transcurrió desde el momento de la falla a la apertura de una de las líneas, se almacenó energía de aceleración en las máquinas la cual es proporcional al área A_1 , para que se desacelere la máquina debe disipar la energía de aceleración correspondiente al área A_1 , en el punto d la potencia eléctrica es mayor que la potencia mecánica esto implica un cierto freno de la máquina pero que no es suficiente para equilibrar el sistema, entonces el punto d se desplaza sobre la curva 2 en dirección al punto e, hasta que el área A_2 se iguale con el área A_1 , si las áreas se igualan antes de que el punto d llegue al punto e entonces se regresa sobre la curva 2 hacia el punto f, en donde se pasa, regresa, se vuelve a pasar oscila y se estabiliza en el punto f. Si el área A_2 no es suficiente para igualar el área A_1 y el punto d cruza el punto e el sistema vuelve a sufrir otra aceleración cuando aún estaba desacelerado lo cual provoca que el sistema se vuelva inestable. Para evitar que el sistema se vuelva inestable, se debe aplicar el recierre de la línea fallada, es decir si en el punto k de la curva 2 se aplica el recierre, entrarán nuevamente en operación las 2 líneas en paralelo y por lo tanto el punto k de la curva 2 se desplazará hacia el punto m en la curva 1 y aquí el punto m se desplaza hacia el punto q, cuando se han igualado las áreas A_1 y A_3 la máquina se desacelera y el punto m regresa so-

bre la curva 1 al punto a, en donde se pasa, regresa, se -
vuelve à pasar oscila y se estabiliza nuevamente el sistema
en el punto a.

Para observar lo que sucede en el sistema de protec--
ción cuando ocurre una oscilación representaremos el diagra
ma de la figura 18, en un diagrama RX como en la figura 22.

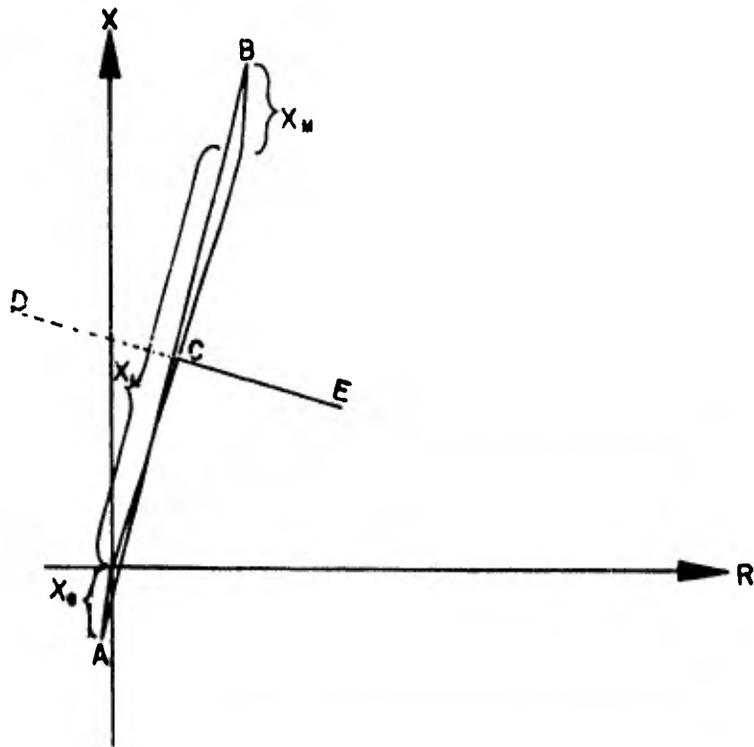


FIG. 22 OSCILACION DE POTENCIA EN UN DIAGRAMA R. X.

En donde

X_G es la reactancia del generador A

X_L es la reactancia de las líneas de transmisión

X_M es la reactancia del generador B

Si se traza una recta del punto A al punto B y se localiza el centro C de la recta A B este centro C es el centro eléctrico del sistema y es el lugar en donde la contribución de la reactancia al corto circuito en ambos lados es la misma, si en el punto C se traza una recta perpendicular a la recta A B, esta nueva recta D E es la característica de la oscilación de potencia, cuando la oscilación se encuentra en el punto C, la característica de la oscilación es igual a un corto circuito, y para evitar que la oscilación provoque el disparo del interruptor se protege el sistema con el relevador MHO de bloqueo por oscilación.

Números para denominar aparatos o dispositivos eléctricos según su función de acuerdo al Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica (CCONNIE),

Aparato o dispositivo Número	Designación	Función del Aparato o - Dispositivo Eléctrico.
2	Relevador de retardo para arranque o cierre.	Dispositivo que funciona para dar el período de tiempo de retardo deseado antes o después de una etapa u operación de una secuencia de maniobras de conexión y desconexión, o de un sistema de relevadores de protección, excepto en los casos descritos específicamente bajo los números 62 y 79.
5	Dispositivo de parada	Dispositivo cuya función primordial es retirar de funcionamiento a un equipo y mantenerlo fuera de operación.

Aparato o Dispositivo Número	Designación	Función del Aparato o Dispositivo Eléctrico.
21	Relevador de <u>distancia</u> .	Relevador que funciona - cuando la admitancia, im- pedancia o reactancia de un circuito aumenta o <u>dis-</u> minuye más allá de deter- minados límites.
48	Relevador de <u>secuencia</u> incompleta.	Relevador que vuelve el - equipo a la posición nor- mal o lo desconecta y lo fija en dicha posición si la secuencia de arranque, de funcionamiento o de - parada no se completa en la forma establecida den- tro de un período de <u>tiem-</u> po determinado.
50	Relevador <u>instantáneo</u> de <u>sobrecorriente</u> o de relación - incremento de la -	Relevador que funciona - instantáneamente al alcan- zar la corriente un valor excesivo o si la corrien-

Aparato o Dispositivo Número	Designación	Función del Aparato o Dispositivo Eléctrico.
	corriente.	te aumenta con demasiada rapidez, lo cual es señal de que ha habido una falla en el aparato o en el circuito protegido.
52	Interruptor de potencia para corriente alterna.	Dispositivo utilizado para cerrar o abrir un circuito de corriente alterna bajo condiciones normales o para abrir el circuito bajo condiciones de emergencia o de falla.
68	Relevador de bloqueo.	Relevador que inicia una señal piloto para producir una acción de bloqueo o de disparo, al producirse fallas externas en una línea de transmisión o en otros aparatos, bajo condiciones prefijadas o que,

Aparato o Dispositivo	Designación	Función del Aparato o Dispositivo Eléctrico.
-----------------------	-------------	--

conjuntamente con otros - dispositivos, contribuye a bloquear la acción de disparo o de recierre bajo condiciones de falta de sincronismo o de oscilaciones de energía.

74	Relevador de alarma	Cualquier relevador de alarma que no sea del tipo de anunciador descrito bajo el número 30, utilizado para hacer funcionar una alarma visible o audible, o que funciona en combinación con dicha alarma.
----	---------------------	--

79	Relevador de recierre para corriente alterna.	Relevador que controla automáticamente el recierre y el bloqueo en posición abierta de un inte--
----	---	--

Aparato o Dispositivo Número	Designación	Función del Aparato o Dispositivo Eléctrico.
		rruptor de corriente al-- terna.
83	Relevador automáti- co de control selec <u>o</u> tivo o de transfe-- rencia.	Relevador que funciona pa- ra elegir automáticamente entre ciertas fuentes de energía o condiciones de servicio de un equipo, o efectúa automáticamente - el cambio de una opera--- ción a otra.
85	Relevador receptor de un sistema de - ondas portadoras - o de hilo piloto.	Relevador accionado o - - restringido por una señal del tipo utilizado en sis temas protectores por - ondas portadoras o del ti po de protección direccio nal por hilo piloto de - corriente directa.

Aparato o Dispositivo Número	Designación	Función del Aparato o Dispositivo Eléctrico.
86	Relevador de bloqueo sostenido.	Relevador accionado eléctricamente y de reposición eléctrica o manual, o dispositivo que funciona para desconectar y mantener desconectado un equipo cualquiera después de producirse condiciones anormales.
94	Relevador de disparo libre.	Relevador que funciona para disparar un interruptor, contactor y otro aparato, o para permitir que dichos elementos sean disparados en forma inmediata por otros dispositivos, o para impedir el recierre inmediato del interruptor en el caso en que éste se abra automáticamente, no obstante que

Aparato o
Dispositivo

Número

Designación

Función del Aparato o

Dispositivo Eléctrico.

su circuito de cierre se
mantenga en posición de -
operado.

C Ó N C L U S I O N E S

Considerando que este tablero de relevadores aún no se encuentra en la Facultad, se ha decidido que este estudio sea el primero de 2 partes en que se ha dividido el trabajo.

En este estudio se ve la importancia que tienen los relevadores en la protección de las líneas de transmisión, con lo cual se corrobora que es un arte la protección por relevadores.

Se considera que el relevador MHO es el más importante en la protección de las líneas de transmisión ya que divide a la línea en zonas para aislar la falla, al conocer dentro de que zona de la línea de transmisión ha ocurrido una falla se facilita la reparación de los daños causados.

En la segunda parte se analizarán físicamente las fallas en las líneas de transmisión y se desarrollará el manual de prácticas de laboratorio, completando así el trabajo correspondiente.

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

- 1.- El arte y la ciencia de la protección por relevadores
C.R. Mason ed. CECSA.
- 2.- Protective Relaying A Silent Sentinel publication of
Westinghouse electric Corporation 1978.
- 3.- Elements of sistem Analysis. W.D. Stevenson 3er. - -
Edition, 1978 Mc. Graw Hill.
- 4.- Protective Relays General Electric.
PHILADELPHIA P.A.
- 5.- Apuntes de clases de sistemas de protección del Ing.
Rafael Guerrero Zepeda.

BIBLIOTECA CENTRAL