

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**"PRUEBAS DE CAMPO EN LOS RELÉS DE DISTANCIA DE LA
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CENTRO NORTE
(ETECEN) EN 220 kV"**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JORGE ALBERTO YWASAKI TSUKIDA

PROMOCIÓN 1996-II

LIMA-PERÚ
1999

**PRUEBAS DE CAMPO EN LOS RELES DE DISTANCIA DE LA EMPRESA DE
TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CENTRO NORTE (ETECEN) EN 220 kV**

SUMARIO

Para probar un relé de distancia que protegen las líneas de transmisión, se acostumbraba ha hacerlo cuando la línea salía fuera de servicio por el riesgo que implicaba sacar de servicio la línea por un descuido o un mal cableado en el circuito del sistema de protección. Cuando se comenzó a discutir el aspecto de pruebas de relés de distancia en 220 kV dentro del “Estudio de Coordinación General de la Protección del Sistema Interconectado Centro Norte (SICN)” se vio la necesidad de realizar las pruebas con líneas en servicio debido al tiempo programado con que se contaba en los terminos de referencia para realizar las pruebas.

En este informe se detallará que información el ingeniero que va a realizar una prueba a un relé de distancia debe tener en cuenta, que procedimiento se deben seguir y que criterios se deben considerar para determinar si un relé de distancia está operando correctamente.

Como se aprecia en esta tesis es posible realizar estas pruebas con líneas en servicio cuando se tiene una protección de respaldo. En este proyecto se probaron todas las líneas de ETECEN en 220 kV, durante este tipo de mantenimiento se encontraron una serie de problemas que se describen en este documento, sin embargo podemos afirmar que los resultados fueron satisfactorios.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| PRÓLOGO | 01 |
| CAPITULO I | |
| ASPECTOS GENERALES DE LOS RELES DE DISTANCIA | 03 |
| 1.1 Fundamentos de los relés de distancia | 03 |
| 1.2 Características generales de los relés de distancia | 03 |
| 1.2.1 Velocidad | 03 |
| 1.2.2 Sensibilidad | 03 |
| 1.2.3 Selectividad | 04 |
| 1.3 Curvas características de los relés de distancia | 04 |
| 1.3.1 Curva característica tipo reactancia | 04 |
| 1.3.2 Curva característica tipo MHO | 05 |
| 1.3.3 Curva característica tipo lenticular | 06 |
| 1.4 Criterios generales de calibración | 06 |
| 1.4.1 Zona 1 | 06 |
| 1.4.2 Zona 2 | 07 |
| 1.4.3 Zona 3 | 07 |
| 1.4.4 Zona 4 | 07 |
| 1.4.5 Compensación de corriente de secuencia cero | 08 |
| 1.5 Esquemas de teleprotección | 10 |
| 1.5.1 Básico | 10 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 1.5.2 | Zona 1 con extensión | 10 |
| 1.5.3 | Subalcance permisivo con transferencia de disparo | 12 |
| 1.5.4 | Sobrealcance permisivo con transferencia de disparo | 13 |
| 1.5.5 | Bloqueo | 14 |
| CAPITULO II | | |
| DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ETECEN-SICN | | 17 |
| 2.1 | Zona Norte | 17 |
| 2.1.1 | Subestación Talara | 17 |
| 2.1.2 | Subestación Piura Oeste | 17 |
| 2.1.3 | Subestación Chiclayo Oeste | 18 |
| 2.1.4 | Subestación Guadalupe | 18 |
| 2.2 | Zona Norte Medio | 18 |
| 2.2.1 | Subestación Trujillo Norte | 18 |
| 2.2.2 | Subestación Chimbote | 19 |
| 2.2.3 | Subestación Paramonga | 19 |
| 2.3 | Zona Lima | 20 |
| 2.3.1 | Subestación Zapallal | 20 |
| 2.3.2 | Subestación Ventanilla | 20 |
| 2.3.3 | Subestación Chavarría | 20 |
| 2.3.4 | Subestación Santa Rosa | 21 |
| 2.3.5 | Subestación San Juan | 21 |
| 2.3.6 | Subestación Callahuanca | 21 |
| 2.4 | Zona Sur Medio | 21 |
| 2.4.1 | Subestación Independencia | 22 |
| 2.4.2 | Subestación Marcona | 22 |
| 2.5 | Zona Sierra Centro | 22 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 2.5.1 | Subestación Pachachaca | 22 |
| 2.5.2 | Subestación Pomacocha | 23 |
| 2.5.3 | Subestación Huayucachi | 23 |
| 2.5.4 | Subestación Huancavelica | 23 |

CAPITULO III

| | | |
|-------|---|-----------|
| | DESCRIPCIÓN DE LOS RELES DEL SISTEMA ETECEN-SICN | 24 |
| 3.1 | Relé Razfe | 24 |
| 3.1.1 | Características principales | 24 |
| 3.1.2 | Otras características | 25 |
| 3.2 | Relé Razoza | 25 |
| 3.2.1 | Características principales | 26 |
| 3.2.2 | Otras características | 27 |
| 3.3 | Relé TLS | 27 |
| 3.3.1 | Características Principales | 28 |
| 3.3.2 | Otras Características | 29 |
| 3.4 | Relé DLP | 29 |
| 3.4.1 | Características principales | 29 |
| 3.4.2 | Otras características | 30 |
| 3.5 | Relés Toshiba | 30 |
| 3.5.1 | Características principales | 31 |
| 3.5.2 | Otras características | 32 |
| 3.6 | Relé PXL P | 32 |
| 3.6.1 | Características principales | 33 |
| 3.6.2 | Otras características | 33 |
| 3.7 | Relé Optimho | 33 |
| 3.7.1 | Características principales | 34 |

| | | |
|--------|-----------------------------|----|
| 3.7.2 | Otras características | 34 |
| 3.8 | Relé LZ96 | 35 |
| 3.8.1 | Características principales | 35 |
| 3.8.2 | Otras características | 36 |
| 3.9 | Relé L8b | 36 |
| 3.9.1 | Características principales | 36 |
| 3.9.2 | Otras características | 38 |
| 3.10 | Relé MLS | 38 |
| 3.10.1 | Características principales | 38 |
| 3.10.2 | Otras características | 39 |

CAPITULO IV

| | | |
|-------------------------|---------------------------------|----|
| EQUIPO DE PRUEBA | 40 | |
| 4.1 | Generalidades | 40 |
| 4.2 | Hardware | 40 |
| 4.2.1 | Modulo de corriente | 41 |
| 4.2.2 | Modulo de tensión | 41 |
| 4.2.3 | Modulo de alimentación auxiliar | 42 |
| 4.3 | Software | 42 |
| 4.3.1 | XTEST | 42 |
| 4.3.2 | Programa MANW | 43 |
| 4.3.2.1 | Valores de pre-falla | 43 |
| 4.3.2.2 | Valores de falla | 44 |
| 4.3.3 | Programa MANZ | 45 |
| 4.3.3.1 | Valores de pre-falla | 46 |
| 4.3.3.2 | Valores de falla | 47 |
| 4.3.4 | Programa ZTEST | 48 |

| | | |
|-------|-----------------------|----|
| 4.3.5 | Programa ZDESIGN | 55 |
| 4.3.6 | Programas automáticos | 57 |

CAPITULO V

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-----|
| PRUEBAS RELES DE DISTANCIA | 59 | |
| 5.1 | Relé Razfe | 59 |
| 5.1.1 | Datos generales | 59 |
| 5.1.2 | Ajustes y calibraciones | 60 |
| 5.1.3 | Fórmulas | 61 |
| 5.1.4 | Resumen de alcances | 62 |
| 5.1.5 | Procedimientos | 62 |
| 5.1.6 | Pruebas | 66 |
| 5.2 | Relé Razoa | 74 |
| 5.2.1 | Datos generales | 74 |
| 5.2.2 | Ajustes y calibraciones | 74 |
| 5.2.3 | Fórmulas | 80 |
| 5.2.4 | Resumen de alcances | 81 |
| 5.2.5 | Procedimientos | 81 |
| 5.2.6 | Pruebas | 83 |
| 5.3 | Relé TLS | 91 |
| 5.3.1 | Datos generales | 91 |
| 5.3.2 | Ajustes y calibraciones | 91 |
| 5.3.3 | Fórmulas | 95 |
| 5.3.4 | Resumen de alcances | 96 |
| 5.3.5 | Procedimientos | 96 |
| 5.3.6 | Pruebas | 99 |
| 5.4 | Relé DLP | 112 |

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 5.4.1 | Datos generales | 112 |
| 5.4.2 | Ajustes y calibraciones | 112 |
| 5.4.3 | Fórmulas | 117 |
| 5.4.4 | Resumen de alcances | 117 |
| 5.4.5 | Procedimientos | 117 |
| 5.4.6 | Pruebas | 119 |
| 5.5 | Relés Toshiba | 129 |
| 5.5.1 | Datos generales | 129 |
| 5.5.2 | Ajustes y calibraciones | 129 |
| 5.5.3 | Fórmulas | 129 |
| 5.5.4 | Resumen de alcances | 130 |
| 5.5.5 | Procedimientos | 130 |
| 5.5.6 | Pruebas | 131 |
| 5.6 | Relé PXL P | 168 |
| 5.6.1 | Datos generales | 168 |
| 5.6.2 | Ajustes y calibraciones | 168 |
| 5.6.3 | Fórmulas | 170 |
| 5.6.4 | Resumen de alcances | 171 |
| 5.6.5 | Procedimientos | 171 |
| 5.6.6 | Pruebas | 174 |
| 5.7 | Relé Optimho | 193 |
| 5.7.1 | Datos generales | 193 |
| 5.7.2 | Ajustes y calibraciones | 193 |
| 5.7.3 | Fórmulas | 194 |
| 5.7.4 | Resumen de alcances | 194 |
| 5.7.5 | Procedimientos | 195 |

| | | |
|---------------------------|-------------------------|-----|
| 5.7.6 | Pruebas | 196 |
| 5.8 | Relé LZ96 | 211 |
| 5.8.1 | Datos generales | 211 |
| 5.8.2 | Ajustes y calibraciones | 211 |
| 5.8.3 | Fórmulas | 214 |
| 5.8.4 | Resumen de alcances | 215 |
| 5.8.5 | Procedimientos | 215 |
| 5.8.6 | Pruebas | 218 |
| 5.9 | Relé L8b | 231 |
| 5.9.1 | Datos generales | 231 |
| 5.9.2 | Ajustes y calibraciones | 231 |
| 5.9.3 | Fórmulas | 233 |
| 5.9.4 | Resumen de alcances | 234 |
| 5.9.5 | Procedimientos | 234 |
| 5.9.6 | Pruebas | 235 |
| 5.10 | Relé MLS | 248 |
| 5.10.1 | Datos generales | 248 |
| 5.10.2 | Ajustes y calibraciones | 248 |
| 5.10.3 | Fórmulas | 250 |
| 5.10.4 | Resumen de alcances | 251 |
| 5.10.5 | Procedimientos | 251 |
| 5.10.6 | Pruebas | 254 |
| CAPITULO VI | | |
| ANÁLISIS ECONÓMICO | | 264 |
| CONCLUSIONES | | 266 |
| ANEXO 1 | | |

| | |
|-----------------------------|-----|
| PARÁMETROS DE LÍNEAS | 270 |
| BIBLIOGRAFIA | 272 |

PRÓLOGO

Sabemos que la función de las líneas de transmisión es el poder transportar la energía desde la generación hasta los consumidores finales o empresas distribuidoras. La Empresa de Transmisión Eléctrica Centro Norte (ETECEN) que es parte del Sistema Interconectado Centro Norte justamente cumple esta función.

El elemento primordial para que esto se lleve a cabo son las líneas de transmisión, sin embargo estos están expuestos a una serie de problemas cuyas causas pueden ser: eléctricas, atmosféricas, actos de vandalismos, accidentes, etc., y como consecuencia se producirán cortocircuitos que suelen ser llamadas. Fallas monofásicas, bifásicas, trifásicas, bifásicas a tierra, etc. La complejidad del sistema da como resultado corrientes grandes de falla, una falla trae como consecuencia un incremento del esfuerzo térmico y dinámico de los aparatos del sistema de potencia. Para proteger las líneas de transmisión se cuenta con un sistema de protección cuyo componente principal es el relé de distancia.

Una despeje de falla no exitoso puede ocasionar un daño severo en el mismo sistema de potencia y para los equipos. Es por eso que prácticamente todas las líneas en el nivel de 220 kV que pertenecen a ETECEN cuentan con 2 relés de distancias las cuales se le denominan Protección principal (21P) y protección secundaria o de respaldo (21S). Estos relés necesitan un mantenimiento periódico el cual trataremos de describir y analizar en este estudio.

En el año 1998 debido a la necesidad que existía de actualizar la coordinación de la protección en todo el sistema se firmó un contrato entre ETECEN y la empresa alemana FICHTNER en el cual FICHTNER se comprometía a realizar un estudio llamado “Estudio de Coordinación General de la Protección del Sistema Interconectado Centro Norte”, este estudio fue llevado en 3 etapas:

- La primera etapa fue una recopilación de los ajustes de las calibraciones de todos los relés del sistema.
- La segunda fue el estudio de coordinación propiamente dicho
- Y la última etapa fue de cambio de ajustes y pruebas de los relés de distancia en 220 kV

Fui designado por el área de Ingeniería de Mantenimiento para participar en este proyecto, lo que se presenta en esta tesis es lo concerniente a la parte de pruebas. Se ha buscado incluir en este documento la prueba que resultó ser más representativa de cada relé. Notar que posteriormente el sistema que pertenece a ETECEN a continuado creciendo sin embargo solo se incluye en este estudio lo que estuvo determinado inicialmente en el contrato

Quiero agradecer a los ingenieros Valdemar Vergara y Juan Velásquez por designarme para participar en este proyecto. También a los ingenieros de FICHTNER Viktor Popescu y Romulus Campean por los conocimientos transmitidos durante el proyecto. Al Ing José Zorrilla quien también participó en el proyecto, por su asesoría y orientación. No puedo dejar de mencionar a los técnicos que me apoyaron durante las pruebas, los señores: Rubén Ortiz, Wálter Alvarez, Daniel Valencia, Fredi Bernales, Jesús Aguirre y Eduardo Alva.

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES DE LOS RELES DE DISTANCIA

1.1 Fundamentos de los relés de distancia

Las primeras protecciones de líneas utilizaban el principio de sobrecorriente, sin embargo cuando los sistemas se extendieron y se volvieron cada vez mas enmallados este tipo de protecciones se volvieron insuficientes, era casi imposible tener selectividad sin retardar notablemente la actuación de la protección. Adicionalmente en algunos tipos de fallas las corrientes de fallas son menores que la corriente de cortocircuitos

Se vio entonces la necesidad de encontrar un dispositivo de protección que fuera independiente de la magnitud y de las variaciones de las corrientes de cortocircuitos, que son consecuencia de las impedancias de las fuentes. Esta protección fue el relé de distancia cuya función es sensar impedancias, ya que la impedancia de la linea es independiente de la impedancia de la fuente.

Básicamente lo que hace un relé de distancia es comparar la corriente y el voltaje de sistema de potencia para determinar si la falla existe dentro o fuera su zona de operación.

1.2 Características generales de los relés de distancia

Los relés de distancia deben de cumplir las siguientes características: velocidad, sensibilidad y selectividad

1.2.1 Velocidad

Para minimizar los daños en los equipos de alto voltaje y para que se conserve la estabilidad en el sistema cuando hay una gran transmisión de energía, es necesario un tiempo de operación corto. Con el fin de asegurar un rápida y confiable detección de falla, la protección de distancia debe operar correctamente para transitorios de alta frecuencia, saturaciones de los transformadores de corriente y transitorios en el transformador de tensión.

1.2.2 Sensibilidad

Se requiere una alta sensibilidad para detectar fallas con corrientes bajas y fallas con alta resistencia. Este problema se presenta generalmente para fallas monofásicas a tierra, líneas largas y líneas cortas con una débil generación.

1.2.3 Selectividad

La selectividad es necesaria para minimizar el efecto de una falla en el sistema de potencia. Solo la línea fallada debe ser desconectada. Esto quiere decir que la protección debe ser capaz de discriminar entre condiciones de carga y condiciones de falla.

La zona que está en subalcance no debe sobrealcanzar la línea por causas como: transitorios en los transformadores de tensión, saturaciones en los transformadores de corriente o altas frecuencias, esto es un problema sobre todo en líneas cortas.

La protección debe siempre hacer una correcta discriminación direccional aun para fallas cercanas a la barra en cualquier tipo de falla. También debe determinar la fase o fases involucradas en la falla y en caso que sea una falla monofásica enviar un disparo monofásico si es necesario.

1.3 Curvas características de los relés de distancia

En general predominan 2 tipos de curvas características para los relés de distancia: la curva tipo MHO y la tipo reactancia.

1.3.1 Curva característica tipo reactancia

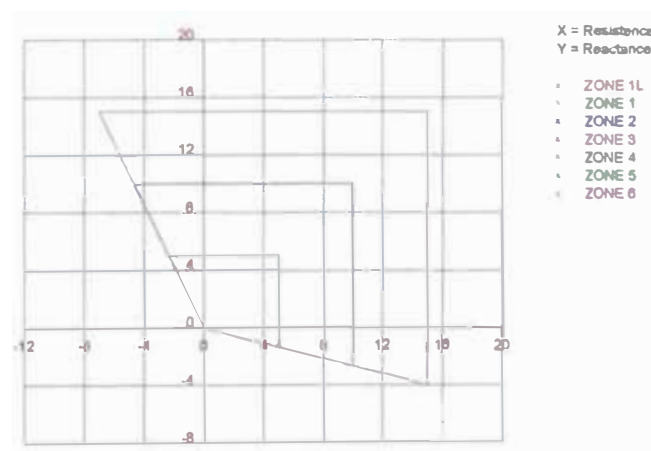


Figura I.1. Curva Tipo Reactancia

En este tipo de curva el valor de operación lo dará el ajuste de la reactancia es decir para un valor mayor no operará y para un valor que esté dentro de este valor será su zona de operación. (Ver figura I.1). Los relés con curvas características tipo reactancia tienen unos límites de tal manera que formen un polígono estos límites (blinders) son los que junto con el valor de reactancia definirán la zona de operación

1.3.2 Curva característica tipo MHO

La curva tipo MHO es un círculo que pasa por el origen de coordenadas R-X, donde generalmente el diámetro está en la dirección del ángulo de línea (Ver figura I.2) Cuando por la configuración del sistema, se hace necesario que la curva no pasa por el origen de coordenadas se dice que tiene un "offset" (Ver figura I.3)

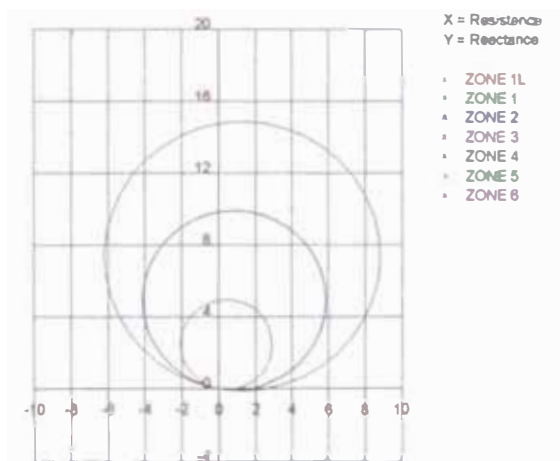


Figura I.2. Curva Tipo MHO

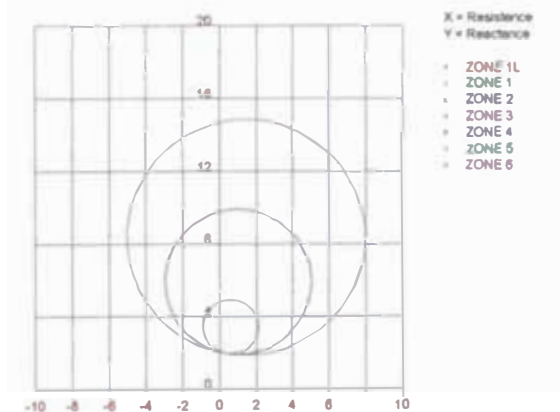


Figura I.3. Curva MHO con offset

1.3.3 Curva característica tipo lenticular

Algunos fabricantes lo consideran como otro tipo de curva, por ejemplo BBC o ASEA, pero otros lo consideran como una curva MHO modificada, por ejemplo los General Electric. Esta curva se usa generalmente para líneas largas para que no haya conflicto con la zona de cara (Ver figura I.4)

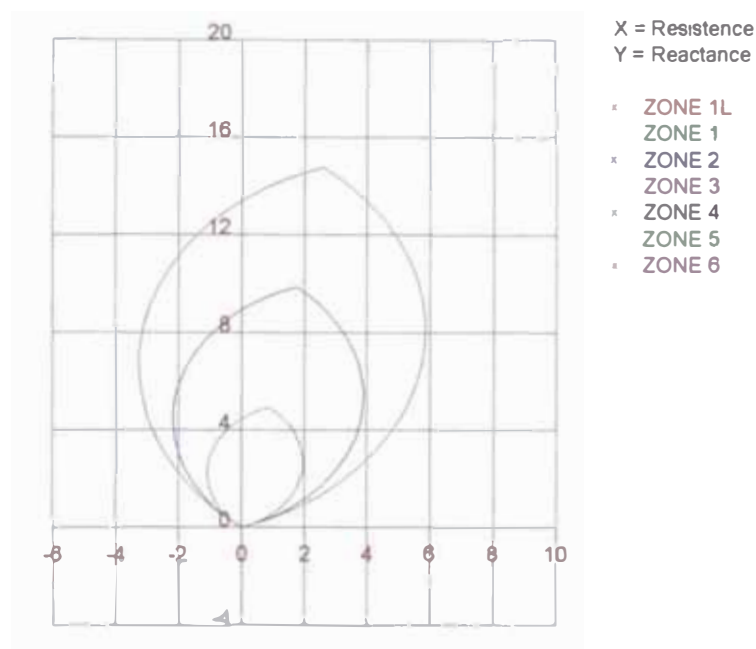


Figura I.4. Lenticular

1.4 Criterios generales de calibración

A continuación son presentados los criterios generales de calibración para cada zona de relés de distancia

1.4.1 Zona 1

La primera zona debe despejar de manera segura, fallas en la línea de transmisión e iniciar la señal para un disparo de transferencia permisivo. El alcance depende del modelo de operación del "PLC" (comunicación por Onda Portadora).

El ajuste recomendado en el esquema de protección PUTT, es del 80 – 85% de la longitud total de la línea, para evitar disparos inadvertidos, en caso ocurriera alguna falla en la línea adyacente. Por lo tanto, los ajustes tienen que estar en sub-alcance, y, por otro lado, deben de suministrar un amplio traslapo con el ajuste de la primera zona del relé en la subestación

opuesta para garantizar, de este modo, un disparo rápido con el equipamiento PLC en uso. Con el uso del transformador de tensión capacitivo, los relés tienden al sobrealcance debido a las oscilaciones de la tensión transitoria. Por lo tanto, el ajuste debe acercarse al límite más bajo

1.4.2 Zona 2

La segunda zona es usada como un respaldo (back-up) para despejar fallas en barras, así como para despejar fallas remotas en caso de que el equipo PLC quedara fuera de servicio por cualquier razón

Las consideraciones de ajuste recomendadas son.

- a) Típicamente 125% de longitud de línea, por ejemplo, 25 % de sobrealcance, ó
- b) 100% de longitud de línea más 50% de la siguiente línea mas corta o
- c) 85% de longitud de línea más 72% de la siguiente línea o
- d) 85 % de longitud de línea más 41% de la siguiente línea

No debe sobrealcanzar al transformador en el extremo opuesto de la línea.

1.4.3 Zona 3

La tercera zona funciona como respaldo de la segunda etapa, esto es, trabaja como un respaldo de la zona de respaldo. Por lo tanto, su selectividad puede ser reducida. La consideración de calibración recomendada es

- a) 100 % de la longitud de la línea más 80% de la siguiente línea, o
- b) 100% de la longitud de la línea más 120% de la siguiente línea para proteger la barra al final de la segunda línea, si no hubiera alguna protección para la barra.
- c) 100% de la longitud de la línea más el 80% de la impedancia del transformador

Cuando el sistema se caracteriza por tener líneas largas y transformadores de relativa alta capacidad, la condición de no sobrealcanzar los transformadores en la zona 2 es en algunos casos difícil de obtener, se recomienda en este caso incrementar el tiempo de calibración para salvaguardar el tiempo de coordinación con la protección de respaldo de los transformadores, valor típico de 1.5 seg.

1.4.4 Zona 4

La cuarta zona es no direccional con calibración de 2 a 3 seg. y provee protección de respaldo

a la tercera zona, no debe intersectar la curva de la carga.

Se deben tomar en cuenta consideraciones especiales si hubiere múltiples líneas en la red

(Ver figura 1.5).

$$Z_g = Z_1 + [1 + (I_3 / I_1)] \alpha Z_2$$

Z_g : Impedancia vista por los relés en la barra A

Z_1 : Impedancia de línea, línea 1

Z_2 : Impedancia de línea, línea 2 (siguiente línea)

I_1 : Corriente de corto circuito sobre la línea 1

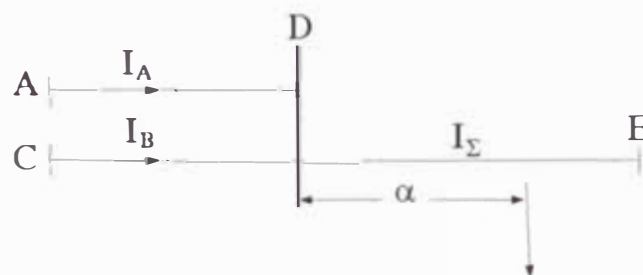
I_3 : Corriente de corto circuito desde la línea 3 (entrada adicional)

α : Ubicación de falla en la línea 2

La mínima impedancia de carga corresponde a la máxima carga nominal de los C.T.

Por ejemplo para el caso de CT 300/1

$$Z_{\text{min carga}} = 0.5 * \frac{0.85 * 220 / \sqrt{3}}{300} = 180 \text{ ohms}$$



$$I_{\Sigma} = I_A + I_B$$

$$Z_{BA} = Z_{AD} + \left[1 + \frac{I_B}{I_A} \right] \alpha \cdot Z_{DE}$$

Figura 1.5

1.4.5 Compensación de corriente de secuencia cero

Durante la falla accidental de un conductor a tierra, la unidad de medición del relé de distancia necesita la corriente multiplicada por un factor de corrección K_0 . Para calcular la distancia correcta desde la ubicación de los relés a la falla.

$$K_0 = 1/3 \left| \frac{Z_0}{Z_1} - 1 \right|$$

(Norma Internacional)

Una definición alternativa, es utilizada por los relés fabricados en USA:

$$K_0 = \frac{Z_0}{Z_L}$$

Se ha investigado el impacto de la resistividad de la tierra sobre la impedancia de secuencia cero de la línea de 220 kV. Los resultados en la tabla inferior muestran un impacto mínimo sobre las calibraciones del factor de tierra (menor +/- 10% referido a 200 ohm m para el rango de 50 a 1000 ohm m). Prácticamente, esta corrección del 10% podría ser considerada exclusivamente para las líneas que pasan por áreas desérticas, si no se disponen de las medidas exactas o no son prácticas.

| | | | | | |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|
| Resistividad de tierra [ohm m] | 50.00 | 100.00 | 200.00 | 500.00 | 1000.00 |
| [mS/cm] | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |
| X1 una sola línea | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| X1 doble línea | 0.520 | 0.520 | 0.520 | 0.520 | 0.520 |
| Xo una sola línea | 1.550 | 1.620 | 1.670 | 1.700 | 1.745 |
| Xo doble línea | 2.100 | 2.200 | 2.300 | 2.400 | 2.500 |
| Kn una sola línea | 0.700 | 0.750 | 0.780 | 0.800 | 0.830 |
| Kn doble línea | 1.010 | 1.080 | 1.140 | 1.210 | 1.270 |

Para las líneas simples de una sola terna un factor de K_0 de 0.60 – 0.85 es un valor común, en algunas áreas desérticas con altas impedancias de secuencia cero, el factor K_0 puede también ser de hasta 1.1

1.5 Esquemas de teleprotección

1.5.1 Básico (Ver Figura I.6)

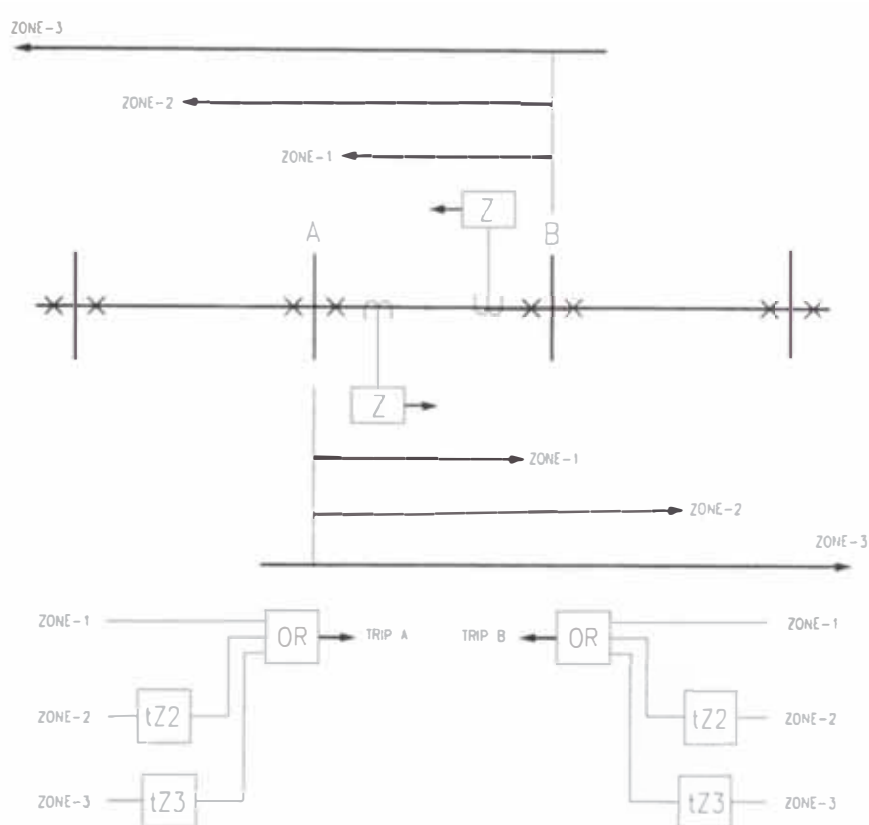


Figura I.6

- Este esquema no requiere de canales de teleprotección
- La principal desventaja es que no todas las fallas ubicadas dentro de la zona protegida pueden ser despejadas instantáneamente por los relés de distancia en ambos extremos
- El esquema es apropiado para una línea radial de un solo circuito donde un relé de distancia sería usado solamente en el extremo de la fuente.

1.5.2 Zona 1 con extensión (Figura I.7)

- Este esquema no necesita ningún canal de teleprotección.

- Generalmente en la Zona 1 los comparadores para las fallas entre fase y a tierra son extendidos, en cierta medida, para sobre alcanzar el extremo remoto de la sección de línea protegida
- El esquema está diseñado para usarse con un equipo de auto-recierre. Después de haberse producido alguna falla, el equipo de auto-recierre da una señal de reajuste a la función de extensión para que el alcance de la Zona 1 y para fallas entre fases y a tierra regrese a su estado normal.

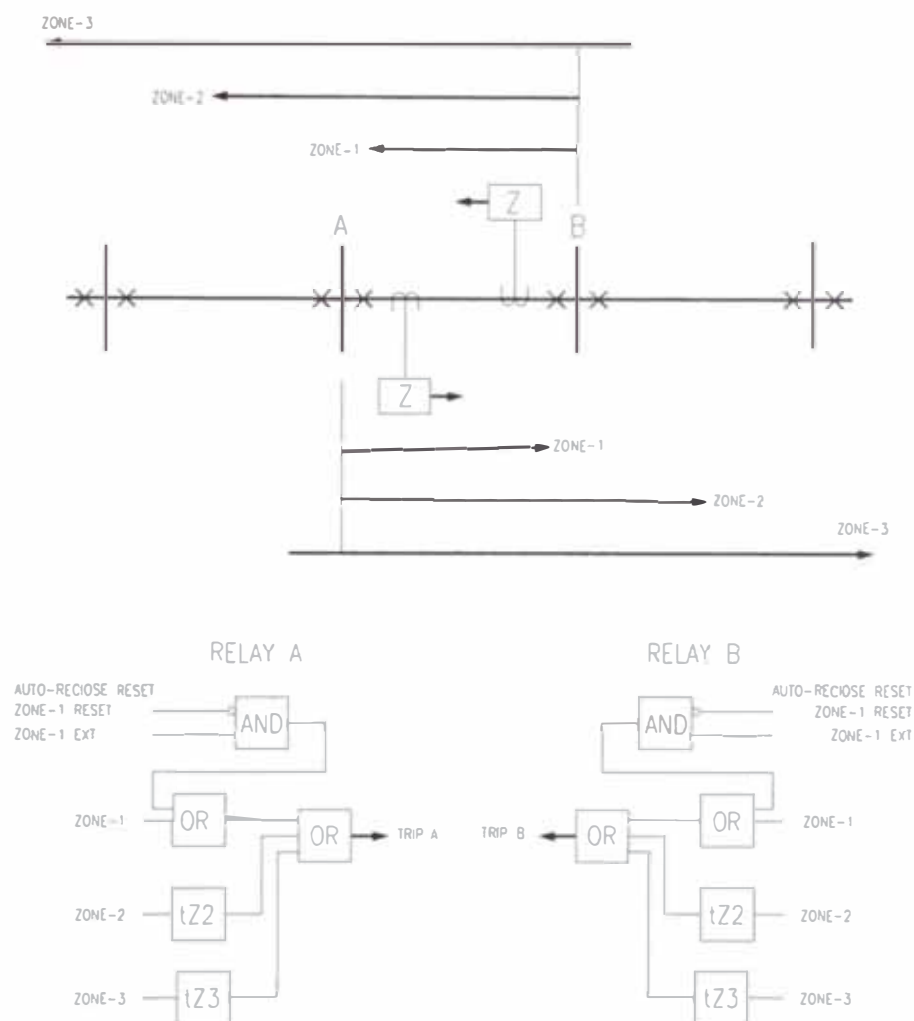


Figura 1.7

- El esquema proporciona un despeje rápido de la mayor parte de las fallas transitorias. Debido a que la mayor parte de las fallas de las líneas aéreas tienen una duración transitoria, el esquema permitirá un despeje rápido de la mayoría de las fallas ubicadas a

lo largo de la zona de protección; así como de las zonas que se encuentran fuera ella. La falta de discriminación no es importante ya que el circuito cuenta con interruptores para cada sección y el auto-recierre de la zona de protección entrará en funcionamiento. La operación de auto-recierre del relé es usada para reajustar la función de extensión de modo que si la falla es permanente, después del recierre, la sección con fallas será abierta, permanentemente, mediante su propia protección como en el esquema básico.

- Por lo general, el esquema no es usado en circuitos con cables aunque su uso puede ser considerado en circuitos híbridos

1.5.3 Subcance permisivo con transferencia de disparo (PUTT) (Figura I.8)

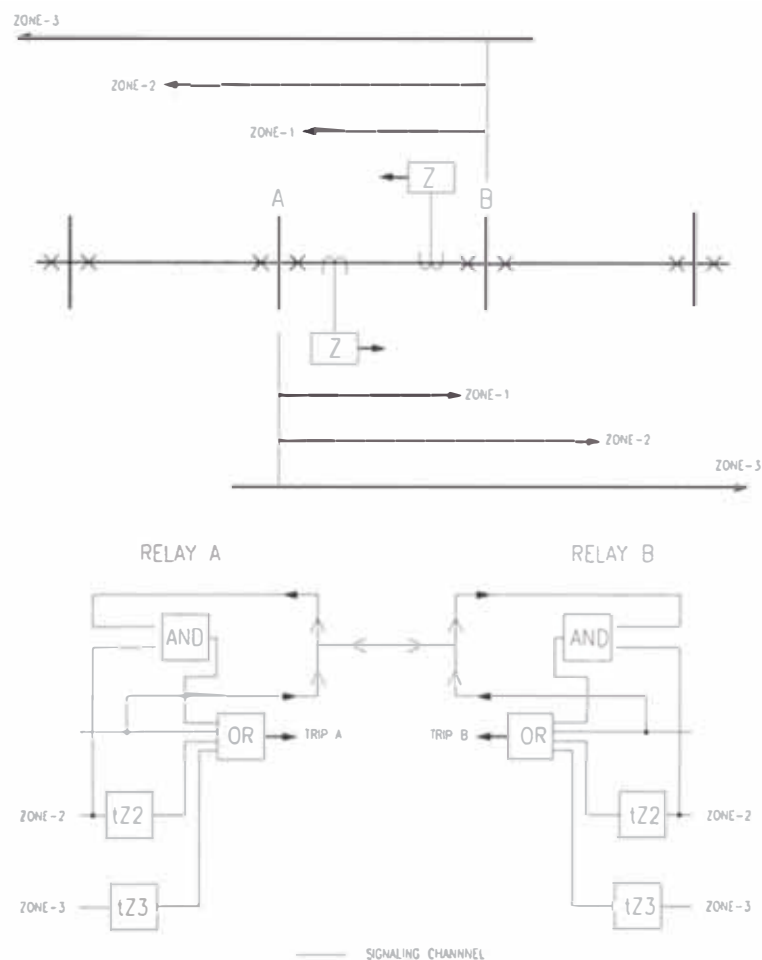


Figura I.8

- Este esquema requiere de un solo canal de señal para ambos relés, ya que este canal es identificado por los elementos de subcance de la Zona 1.

- Proveyendo de subalcances en las zonas 1 “traslapados”, el despeje rápido de las fallas a lo largo de toda la sección de la línea será efectiva. Si un terminal de la línea está abierto, el disparo rápido sólo tendrá lugar en las fallas dentro del tramo del alcance de la Zona 1 en el relé del extremo cerrado.
- Si fallase el canal de señal, los relés de línea podrán proporcionar aún una protección básica.
- No se producirá un despeje rápido para todas las fallas a lo largo de la sección de línea protegida si no existe o existe pequeña alimentación (Generación) en un extremo

Condiciones de Operación

- Operación Zona 1 → Disparo Instantáneo + transmisión de señal
- Operación Zona 2 + recepción de señal → Disparo Instantáneo

1.5.4 Sobre alcance permisivo con transferencia de disparo (POTT) (Figura 1.9)

- Este esquema requiere de canales de señal doble, una frecuencia para cada relé, ya que el canal es identificado por los elementos de sobre alcance de la zona 2
- Este esquema será más útil que el PUTT en la protección de las líneas cortas - la cobertura resistiva de los círculos mho de la Zona 2 será mayor que la de la Zona 1 ajustado en un valor menor. Por ello, permite el disparo rápido en las fallas de más alta resistencia a lo largo de una línea en comparación con el PUTT
- Para los esquemas estándar del POTT, si el terminal de una línea está abierto, entonces, tal como sucede en el PUTT, los disparos rápidos sólo ocurrirán en las fallas que se produzcan en el alcance de la Zona 1 del relé del extremo cerrado. Sin embargo, muchos de los relés contienen “característica de señal eco” en su esquema lógico. El cual se inicia cuando el extremo local de la línea está abierto (Iniciación por el Contacto Auxiliar del Interruptor (CB)). Por medio de esto, el relé en el extremo que se encuentra cerrado podrá brindar un disparo rápido para las fallas a lo largo de toda la longitud de la línea.
- Si fallara el canal de señal, el relé de línea sólo podrá proporcionar una protección básica.
- En los esquemas estándar POTT no se producirá un despeje rápido para todas las fallas a lo largo de la sección de línea protegida si esta es débil o no existe generación en un

extremo. Para muchos de los relés de distancia es posible maniobrar en líneas de característica débil en el cual se dispone de un disparo de ayuda del relé ubicado en el lado fuerte y un disparo de tres fases en el relé del lado débil.

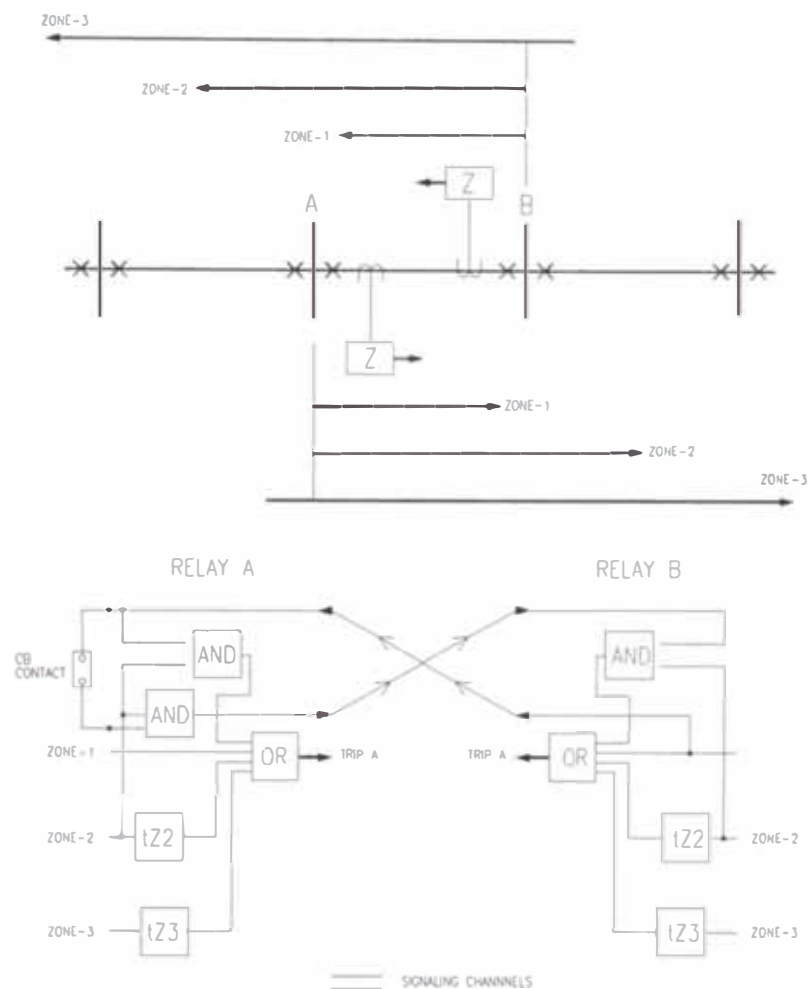


Figura I.9

Condiciones de Operación

Operación Zona 1 → Disparo Instantáneo

Operación Zona 2 → envío de la señal

Operación Zona 2 + recepción de la señal → disparo instantáneo

1.5.5 Bloqueo (Figura I.10)

- Están disponibles dos o tres zonas hacia delante, ya que usualmente los elementos de la zona 3 son requeridos para ver hacia atrás y así iniciar la señal de bloqueo.
- Este esquema proporcionará una cobertura para falla resistiva similar al POTT.

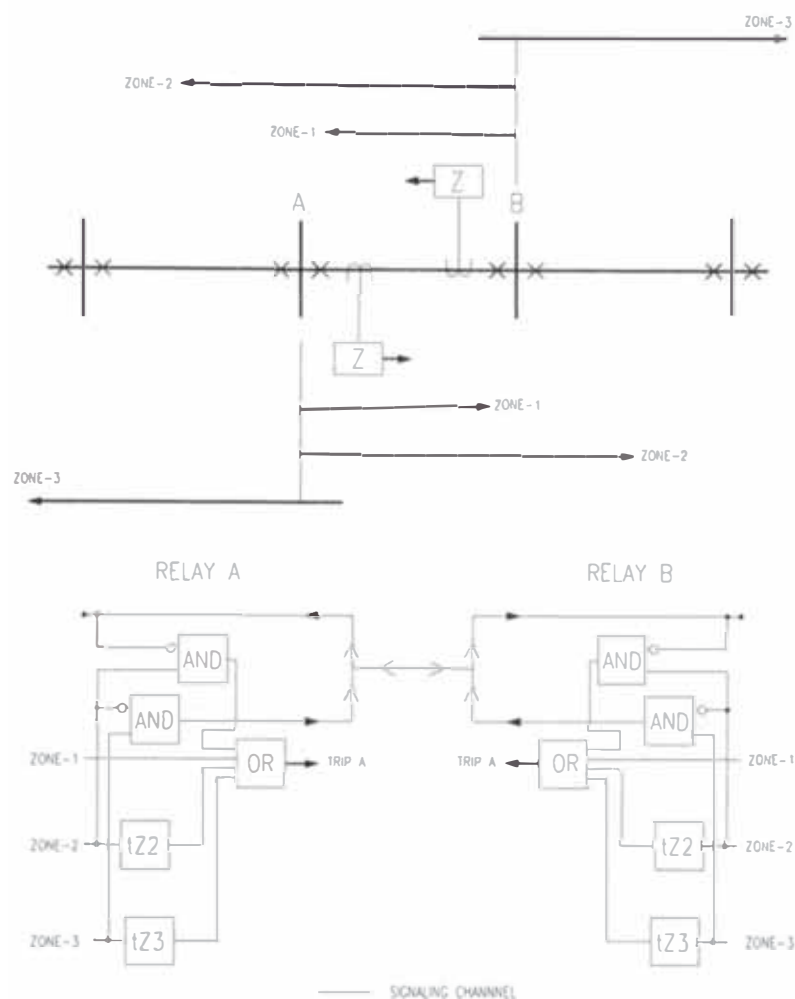


Figura 1.10

- También se producirá un disparo rápido en las fallas a lo largo de toda línea protegida, aún cuando un terminal de la línea esté abierto
- Si el canal de señal falla, se producirá un disparo rápido no sólo en las fallas a lo largo de toda la línea protegida, sino también para algunas fallas dentro de la sección de la próxima línea.
- También ocurrirá un disparo rápido en el terminal fuerte de línea, para las fallas a lo largo de la sección de línea protegida, si el otro extremo fuese débil ó sin generación.
- El bloqueo se aplica en las líneas expuestas a fallas en la transmisión de señal, ó que no dependen necesariamente de la calidad de la comunicación.

Condiciones de operación

- Operación Zona 1 → Disparo Instantáneo

- Operación reversa de la Zona 3 sin que la zona 2 esté en operación → Transmisión de señal de Bloqueo.
- Operación de la Zona 2 sin que la señal haya sido recibida → Disparo Instantáneo
- Es necesario que se produzca un retardo en el disparo instantáneo después de la operación de la zona 2 para que haya un tiempo disponible en caso llegara alguna señal de bloqueo desde el otro extremo de la línea.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ETECEN-SICN

ETECEN en lo que respecta al sistema en 220 kV tiene dividido su sistema en 6 zonas: Zona Norte, Zona Norte Medio, Zona Lima, Zona Sur Medio, Zona Sierra Centro y Zona Sierra Norte, en cada una de las zonas hay numero determinado de subestación que pertenecen a cada zona el criterio en esta división es por razones de descentralización tanto de mantenimiento como administrativas De estas 6 zonas, solo mencionaremos a 5, ya que la Zona Sierra Norte no tiene líneas en 220 Kv

2.1 Zona norte

La Zona Norte está constituida por 4 subestaciones: Talara, Piura Oeste, Chiclayo y Guadalupe; abarcando los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad; a continuación las iremos describiendo

2.1.1 Subestación Talara

La subestación Talara se encuentra en las afueras de la ciudad del mismo nombre en dirección al norte. Esta subestación de doble barra, está junto a la Central Térmica de Malacas, esta central entrega energía al sistema a través de 2 transformadores uno de 75 MVA y otro de 125 MVA; ambos con relación de transformación de 220/132 kV Esta subestación está unida con la subestación Piura Oeste a través de la línea L-248.

2.1.2 Subestación Piura Oeste

Esta subestación se encuentra en la parte norte de la ciudad de Piura. La subestación Piura Oeste es una subestación que tiene un transformador de relación 220/60/10 kV y potencia 50/50/30 MVA. El lado de 220 kV es de barra simple al igual que el lado de 60 kV Esta subestación está

conectada con la subestación Talara a través de la línea L-248 y con la subestación Chiclayo Oeste por la línea L-238

De la barra de 60 kV salen 4 líneas que van a las ciudades de Piura (L-650), Chulucanas (L-657) y Paita (L-654); existe otra línea que va a la fábrica Textil Piura (L-651).

2.1.3 Subestación Chiclayo Oeste

Situada en la misma ciudad de Chiclayo Esta subestación tiene 2 transformadores de relación 220/60 kV y potencia 50/50 MVA. Está unida con la subestación Piura Oeste a través de la línea L-238 y con la subestación Guadalupe con la línea L-236. Además recibe energía de la Central Carhuaquero por medio de la línea L-240

También tiene un Compensador estático en el lado de 60 kV, el lado de 60 kV también es de doble barra sin embargo solo un tramo pertenece a ETECEN, ya que el otro tramo le pertenece a EGENOR que tiene 2 grupos térmicos de 14 MVA conectados a la barra de 60 kV a través de unos transformadores de 60/10 kV además de 3 líneas adicionales

2.1.4 Subestación Guadalupe

La subestación Guadalupe se encuentra en la parte norte del departamento de La Libertad Esta subestación de doble barra en el lado de 220 kV y barra simple en el lado de 60 kV, tiene 2 transformadores de potencia de relación 220/60/10 kV y potencia 30/30/10 MVA. En lado de 220 kV esta unida con las subestaciones de Chiclayo Oeste con la línea L-236 y con la subestacion Trujillo Norte a través de la línea L-234.

En el lado de 60 kV salen 4 líneas una hacia Pacasmayo Pueblo (L-653), otra hacia Cementos Norte Pacasmayo (L-652) y 2 hacia Gallito Ciego (L-646 y L-656) Debe mencionarse que en Gallito Ciego existe generación.

2.2 Zona Norte Medio

La Zona Norte Medio abarca los departamentos de La Libertad, Ancash y parte del departamento de Lima, y está constituida por 3 subestaciones que son:

2.2.1 Subestación Trujillo Norte

Situada en la zona industrial de la ciudad de Trujillo, esta subestación de doble barra en el lado de 220 kV y en anillo en el lado de 138 kV tiene un transformador de 220/138/10 kV y 100/100/20 MVA. Esta conectada con la subestación de Guadalupe en el norte a través de la línea L-234 y por el sur por intermedio de la línea L-232 con la subestación de Chimbote 1

En el lado de 138 existen 4 líneas: 2 a Santiago de Cao (L-118 y L-119), una a Mótíl (L-115) y una a Trujillo Sur (L-117) En el lado de 10 kV salen líneas que alimentan a pequeñas cargas.

2.2.2 Subestación Chimbote 1

La subestación de Chimbote 1 situada en las afueras la ciudad del mismo nombre en dirección al este, tiene tanto en el lado de 220 kV como en el lado de 138 kV un sistema de doble barra con esquema de configuración de interruptor y medio. Está unida en el nivel de tensión de 220 kV a la subestación Trujillo Norte a través de la línea L-232 y con la subestación Paramonga Nueva con la línea L-215.

En el lado de 138 kV esta conectada con la Central Hidroeléctrica de Huallanca a través de 3 líneas (L-103, L-104 y L-105), la subestación Chimbote 2 (L-106 y L-107), la subestación Chimbote Norte (L-108 y L-109) y con Chimbote Sur (L-111). Cuenta también con un transformador de 220/138/13.8 kV y 120/120/36 MVA.

2.2.3 Subestación Paramonga

Situada en el distrito de Paramonga camino a Cajatambo, esta subestación de barra simple en 220 kV como en 60 kV, tiene un autotransformador de 220/132/66 kV y 60/50/15 MVA. También cuenta con un transformador de relación 220/66/10 kV y 30/30/10 MVA. Está conectada en el lado de 220 kV por el norte con la subestación Chimbote 1 a través de la línea L-215 y por el sur con la subestación Zapallal con la línea L-213.

En el lado de 132 kV esta conectada con la subestación Paramonga Existente a través de la línea L-101. De la barra de 66 kV salen 2 líneas, una hacia Huacho L-636 y otra hacia Huarney L-655

Debe mencionarse que en esta subestación sale una línea en 220 kV que llega a la subestación de Tingo María pero que es de propiedad de Aguaytia Energy.

2.3 Zona Lima

La zona de Lima es donde se concentra la mayor carga y esto se ve a la vez reflejado en el mayor número de subestaciones que existe. ETECEN actualmente tiene subestaciones que antiguamente pertenecían al Electroperú, pero en el caso de Lima también tiene subestaciones que antiguamente pertenecían a Electrolima. Estas Subestaciones Serán Descritas A Continuación.

2.3.1 Subestación Zapallal

Situada en el distrito de Carabayllo esta subestación a pesar de estar diseñada para un esquema de interruptor y medio continua provisionalmente con un esquema de barra simple. Esta es una subestación de transferencia de energía aquí no existe transformadores, esta unida con la subestación Paramonga a través de la línea L-213, con la subestación Huayucachi por medio de la línea L-221 y por ultimo a traves de una línea corta L-242 con la subestación Ventanilla

2.3.2 Subestación Ventanilla

Esta subestación situada en el distrito del mismo nombre se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa ETEVENSA compañía española dueña de la central térmica que se encuentra allí. Los grupos térmicos inyectan energía a sistema a traves 4 transformadores. 2 de 220/13.8 kV y 120 MVA; y 2 de la misma relación y 150 MVA Esta subestación de doble barra esta unida con la subestación Chavarría a través de 3 líneas de transmisión L-244, L-245 y L-246, con la subestación de Zapallal está conectada por la línea L-242 A excepción de la línea L-246 que pertenece aun a ETEVENSA el resto pertenece a ETECEN, esta línea está en proceso de ser transferida a ETECEN.

2.3.3 Subestación Chavarría

Situada en el distrito de Los Olivos esta subestación de doble barra en 220 kV tiene celdas que pertenecen a ETECEN y celdas que pertenecen a la empresa EDELNOR, solo describiremos aquí lo que pertenece a ETECEN. Tiene 3 líneas que van a Ventanilla (L-244, L-245 y L-246), 2 líneas

que van a la subestación Santa Rosa (L-2003 y L-2004), una que va a Callahuanca-EDEGEL (L-2008) y una que va a Cajamarquilla (L-2015).

2.3.4 Subestación Santa Rosa

Esta subestación una de las mas antiguas de Lima esta situada en el distrito del Cercado tiene un esquema de doble barra en 220 kV Tiene grupos térmicos propiedad de EDEGEL, 2 transformadores propiedad de EDELNOR y 2 transformadores propiedad de Luz del Sur. En cuanto a las líneas que pertenecen a ETECEN estas son: L-2003 y L-2004 que van a Chavarria, L-2001 y L-2002 que van a la central hidroeléctrica de Huinco; y L-2011 y L-2012 que van a la subestación de San Juan

2.3.5 Subestación San Juan

Situada en el distrito de San Juan de Miraflores, hasta hace poco existian como 2 subestaciones independientes, sin embargo últimamente se unió ambas barras formando una sola subestación. Esta subestación de doble barra en 220 kV tiene 2 transformadores y 2 líneas que pertenecen a Luz del Sur En lo que respecta a ETECEN tiene 1 transformador de 210/62.3/10.3 kV y 50/50/30, 2 líneas que van a la subestación Pomacocha: L-205 y L-206, 2 líneas que van a la subestación Independencia: L-207 y L-208, y 2 a la subestación Santa Rosa: L-2011 y L-2012 En el lado de 60 kV tiene barra simple y conectada a la barra un banco de condensadores de 30 MVAR.

2.3.6 Subestación Callahuanca

Situada en el distrito del mismo nombre tiene un esquema de doble barra en 220 kV, no existe transformadores de potencia en esta subestación, al igual que la subestación Zapallal solo es una barra de transferencia Esta subestación esta conectada con la subestación Pachachaca a través de 2 líneas: L-222 y L-223, y con Callahuanca-EDEGEL por la línea L-716

2.4 Zona Sur Medio

La Zona Sur Medio abarca el departamento de Ica y esta conformada por 3 subestaciones que son. las subestaciones de Independencia, Ica, Marcona y San Nicolás; de los cuales solo describiremos las subestaciones que trabajan en un nivel de 220 kV

2.4.1 Subestación Independencia

Subestación situada en el distrito del mismo nombre provincia de Pisco, es la subestación mas grande de la Zona Sur Medio. Tiene doble barra en el lado de 220 kV y barra simple en 60 y 10 kV, cuenta además con 2 transformadores de 210/62.3/10.3 kV y 50/50/30 MVA. Esta subestación esta conectada al norte con la subestación San Juan mediante 2 líneas: L-207 y L-208; por el sur con la subestación de Marcona por la línea L-209; y por el este con la subestación Huancavelica (L-231) y con la subestación Campo Armiño (L-203) Cuenta además con una línea en 220 kV (L-217) que alimenta a la fábrica de fundición Aceros Arequipa S.A.

En el lado de 60 kV existen 3 líneas que alimentan a las ciudades de Chincha (L-603), Cañete (L-604) y Pisco (L-605) En el lado de 10 kV existen líneas que alimentan a pequeños pueblos

2.4.2 Subestación Marcona

Situada dentro de las instalaciones de la zona minera de la empresa Shougang, antiguo Hierro Perú, es una subestación de barra simple en 220 kV conectada a ella la línea que viene de la subestación Independencia (L-209/L-211) y el transformador de 210/62.3/10.3 kV y 50/50/30 MVA.

En el lado de 60 kV es de doble barra con 2 líneas que salen a la subestación San Nicolás (L-327 y L-628) y una línea que va a Nazca (L-630)

2.5 Zona Sierra Centro

Esta zona abarca los departamentos de Junín y Huancavelica, de esta zona es transmitida la energía generada por la central hidroeléctrica del Mantaro hacia los centros de carga.

2.5.1 Subestación Pachachaca

Situada a 4300 m sobre el nivel del mar en la provincia de La Oroya, esta subestación, que es una de las pocas que está en interiores, tiene un esquema en anillo y es encapsulada. Esta conectada

con la subestación Campo Armiño de donde se recibe la energía a través de las líneas L-218 y L-219; también está conectada con la subestación Callahuanca por medio de las líneas L-222 y L-223; con la subestación Oroya Nueva mediante la línea L-224, y con la subestación Pomacocha L-226.

2.5.2 Subestación Pomacocha

Esta subestación situada en la provincia de la Oroya a más de 4400 m sobre el nivel del mar es una de las subestaciones más altas con que cuenta ETECEN, tiene doble barra, no hay transformadores y le llegan las siguientes líneas L-201 y L-202 de la subestación Campo Armiño, L-205 y L-206 de la subestación San Juan, y L-226 de la subestación Pachachaca

2.5.3 Subestación Huayucachi

Localizada en el distrito del mismo nombre tiene barra simple tanto en el lado de 220 kV, como 60 kV. Salen dos líneas en 220 kV: una que va a la subestación Campo Armiño L-220 y la otra que va a la subestación Zapallal L-221. Tiene además 2 transformadores de 225/62 3/10.3 kV y 30/30/10 MVA.

En el lado de 60 kV sale una línea a la subestación Salesianos L-631 y 10 kV hay una línea que alimenta al pueblo de Huayucachi.

2.5.4 Subestación Huancavelica

Situada en la ciudad del mismo nombre a una altitud de 3700 m sobre el nivel del mar, tiene barra simple tanto en 220 como en 60 kV; ambas barras están unidas por un transformador de 225/62 3/10 3 kV y 30/30/10 MVA. Esta subestación está conectada con la subestación Campo Armiño a través de la línea L-204 y con la subestación Independencia por la línea L-231.

En el lado de 60 kV hay una línea L-643 que va a Ingenio y en 10 kV existen líneas que alimentan a la ciudad de Huancavelica.

CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE LOS RELES DEL SISTEMA ETECEN-SICN

3.1 Relé Razfe

El relé Razfe de la marca Asea fue introducida en el año 1974, es un relé estático está instalado para proteger las líneas que están entre la S.E. Piura Oeste hasta la S.E. Chimbote. (Ver Figura III.1)

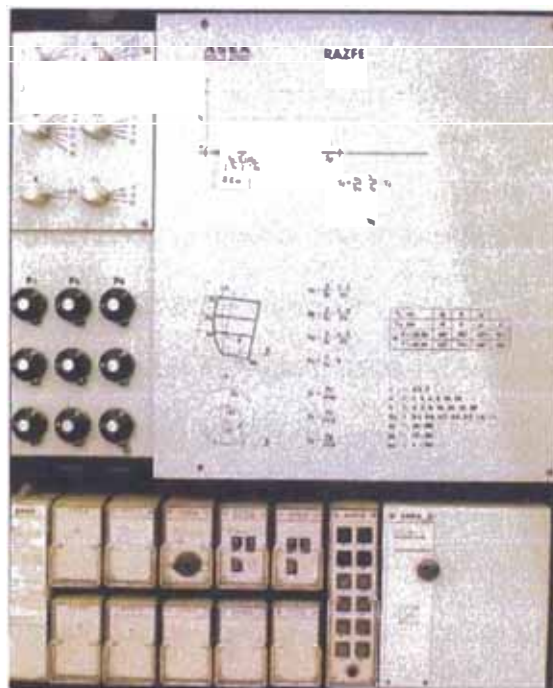


Figura III.1

3.1.1 Características principales

- Tiene funciones de medidas independientes para cada fase y para cada zona.
- Este relé fue diseñado para líneas largas que transmita una gran carga, pero puede trabajar bien con líneas cortas con el offset

- Tiene un sistema redundante al tener la zona 1 y la zona 2 funciones de medida trabajando en paralelo.
- La zona 1 envía disparos con un tiempo de 10 a 20 ms.
- El relé Razfe usa las tensiones sanas para la medición direccional de la impedancia para polarizar correctamente en caso de fallas.
- En caso de falla trifásicas usa un circuito de memoria de voltaje.
- Este relé tiene diferentes curvas características para cada tipo de fallas Para fallas monofásicas y trifásicas tiene una característica en forma de reactancia y para fallas bifásicas una curva tipo MHO.
- Tiene preparadas unas entradas para peine de pruebas para inyectar la tensión, corriente y tener contactos de parada para pruebas Al insertar los peines estos aíslan al relé del sistema.

3.1.2 Otras características

- Puede usar una curva MHO con offset en caso se considere necesario.
- No necesita relés externos de arranque
- Todos los módulos a excepción de los de disparos y señalizaciones tienen un diseño estático.
- Al tener funciones de medida independientes, la calibración de los alcances también son independientes fase por fase, es decir en caso que una fase tenga mayor error que los otros es posibles ajustar esta sin afectar a las otras.
- Se le puede adicionar un módulo de bloqueo de oscilación de potencia.
- Trabaja con un módulo adicional para el recierre.

3.2 Relé Razo

El relé Razo es un relé estático de la marca Asea, fue un relé que fue desarrollado basado en la experiencia de los fabricantes con relés Razog y Razfe fue considerado en su época un relé de distancia programable. El relé Razo fue concebido como una protección de respaldo económica. (Ver figura III.2)

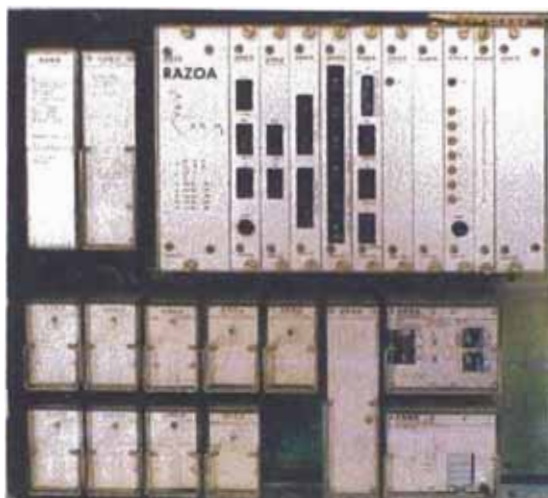


Figura III.2

3.2.1 Principales características

- Básicamente el Razona opera con 3 zonas direccionales hacia delante
- La zona de arranque puede ser usado como zona 4 y puede ser direccional o no direccional.
- La dirección de la zona 2 o 3 puede ser invertida fácilmente con unos “switches” internos.
- Puede programarse varias esquemas de teleprotección, sin embargo esto es posible adicionando un modulo de medida adicional En ETECEN generalmente está en un esquema de subalcance permisivo (PUTT),.
- Todos los tipos de falla tienen la misma curva característica que son de tipo reactancia.
- Para la zona de arranque su curva característica es un arranque tipo MHO, que es la versión básica.
- La relación entre la parte inductiva y la parte resistiva (R/X) es ajustable
- Al igual que el Razfe tiene esta preparada para ser insertada con un peine de pruebas.
- En caso de error en la polarización de los circuitos de corriente puede ser fácilmente invertida por un “switch”.

- Tiene un ajuste de la dirección mediante un circuito de memoria y la polarización de las fases sanas.
- La versión básica solo dispara trifásicamente, sin embargo con una unidad de disparo adicional es posible obtener disparos monofásicos
- El mínimo tiempo de operación del relé es de 20 ms y un valor típico de 30 ms.

3.2.2 Otras características

- Tiene también la posibilidad de elegir un esquema con extensión de zona
- Son modulares, es decir en caso de que una tarjeta falle no es necesario cambiar todo el relé.
- Con módulos adicionales es posible elegir un arranque por sobrecorriente o un arranque por subimpedancia con característica circular o lenticular
- Tiene un convertidor para ser alimentado con diferentes tensiones auxiliares
- Puede ser usada también para proteger en caso de transmisión por cables.

3.3 Relé TLS

Este relé (Ver figura III 3) puede ser utilizado en la mayoría de líneas de transmisión como por ejemplo líneas cortas o largas, líneas compensadas o sin compensar, simples o dobles, etc.

Este relé tiene 3 zonas hacia adelante y una zona hacia atrás, tiene la posibilidad de ajustar el factor de compensación para fallas a tierra en cada zona

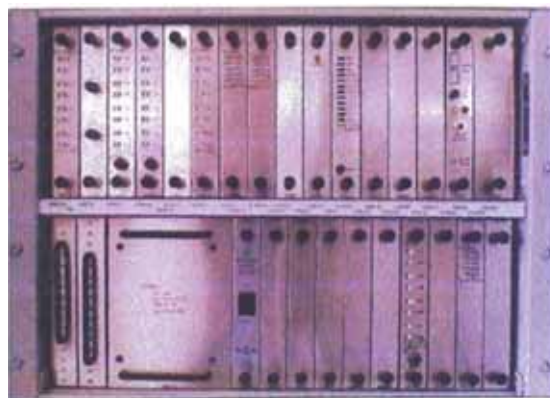


Figura III.3

3.3.1 Características principales

El relé TLS cuenta con las siguientes características:

- Tiene 3 zonas escalonadas hacia delante y una hacia atrás.
- El relé TLS puede trabajar con cualquiera de los siguientes esquemas: transferencia de disparo permisivo en subalcance, transferencia de disparo permisivo en sobrealcance, bloqueo por comparación direccional y disparo híbrido
- Los disparos pueden ser monopolares o tripolares.
- Trabaja con un recierre externo.
- Tiene la opción de bloquear el disparo cuando ocurre una oscilación de potencia.
- Existe la actuación por “Line Pickup” o cierre sobre falla
- Alarma de falla fusible PT
- Control de recierre secuencial
- Tiene su módulo de prueba, que consiste en unas entradas donde se inserta el peine de pruebas, previo retiro de los peines fijos (Ver figura III.3)



Figura III.4 Peines Fijos

3.3.2 Otras características

- Tiene una tarjeta que monitorea en caso que existan fallas internas en el relé.
- Tiene también la función Eco
- La función de disparo por Weak Infeed puede ser habilitada.
- Es posible activar una transferencia de disparo directo.
- Supervisión de detección de falla del disparo de barra.

3.4 Relé DLP

El relé DLP (Ver figura III 4) es un relé digital basado en el sistema de microprocesadores, que puede ser usado en líneas de transmisión de cualquier nivel de voltaje que no tengan incorporados compensación capacitiva en serie



Figura III.5

3.4.1 Características principales

- Tiene 4 zonas, teniendo la posibilidad en el caso de la zona 4 elegir la dirección de esta.
- Tiene una forma de curva tipo MHO para las 4 zonas. La zona 1 tiene también la posibilidad de elegir una curva del tipo reactancia con supervisión tipo MHO
- Tiene la posibilidad de elegir un esquema de transferencia de disparo permisivo en subalcance (PUTT) o en sobrealcance (POTT)
- Tiene la función de bloqueo por oscilaciones de potencia y por falla fusible.
- También detecta problemas de cierre sobre fallas.
- Es posible activar una función de sobrecorriente como respaldo, también la función sobrecarga.
- Tiene su módulo de prueba

3.4.2 Otras características

- Este relé tiene su propia alarma de autochequeo en caso detecte un problema interno del relé.
- Tiene la opción de comunicación vía local con la interfase hombre-maquina o vía una PC conectada al puerto RS232
- Es posible dar mandos al interruptor desde el relé.
- Se puede configurar también la función de recierre
- Tiene entradas y salidas configurables.
- Tiene su propio localizador de fallas, además de reportes de fallas y secuencia de los eventos.
- Si se cuenta con el software es posible obtener la oscilografía de la última falla
- Este relé está protegido mediante un “password”, existen tres niveles de passwords que son: para ver ajustes, medidas, eventos, etc.; para tener acceso a mandos sobre el interruptor; y para cambiar los ajustes.
- Tiene para calibrar 4 grupos de ajustes, según como varien las condiciones del sistema.
- Cuenta también con un reloj que puede estar sincronizado internamente o externamente mediante un GPS
- Este rele tiene además un monitoreo del circuito de disparo.
- El DLP viene con un software llamado “DLP-Link” con el cual es posible ver o hacer cambios de ajustes; realizar mandos al interruptor; guardar un evento, oscilografía, etc.
- El software “DLP-Data” sirve para ver la oscilografía de una falla
- También es posible elegir un esquema de tipo bloqueo o híbrido, en cuyo caso la zona 4 debe ser direccionada en sentido inverso
- Tiene la posibilidad de extensión de zona 1

3.5 Relés Toshiba

La protección principal del sistema Toshiba son un conjunto de relés de tensión, sobrecorriente y de distancia que en conjunto trabajan con un esquema de desbloqueo. Sin embargo el relé de

distancia es solo uno mas dentro de toda la lógica del conjunto; en cambio la protección secundaria si tiene un relé de distancia que es importante por si mismo.

El relé Toshiba tipo CXG3D (Ver figura III.6) es un relé electromecánico de distancia direccional de alta velocidad que se usa para proteger fallas a tierra, como este relé responde al componente de la reactancia de la línea, no se ve afectada por la influencia de la resistencia del punto de falla.

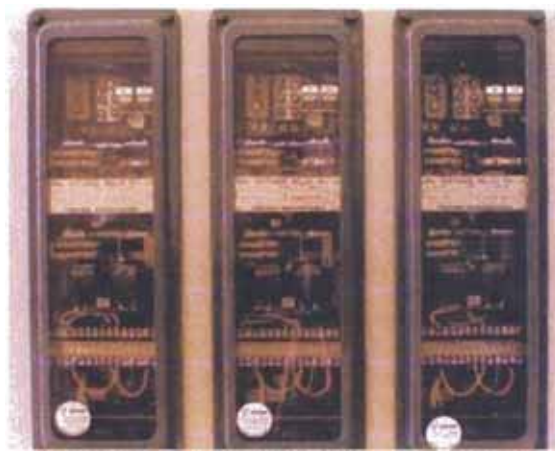


Figura III.6. Relés Toshiba Fases. R, S y T.

Estos relés trabajan en conjuntos con los relés CXS3D que protegen contra fallas entre fases

3.5.1 Características principales

- Este es un relé extraíble que está dentro de una caja tipo corrediza estándar que va empotrada
- Tiene una carga en el circuito de voltaje en un rango de 14.5 VA.
- La carga en el circuito de corriente oscila entre 2-7.5 VA.
- Se realiza los ajustes mediante un transformador conectado en serie con una bobina polarizadora.
- En el esquema Toshiba este relé se usa como protección de respaldo.
- Tiene unos peines que son extraíbles, que al realizar la prueba se retiran. Al retirar estos peines del relé automáticamente se cortocircuitan los circuitos de corrientes y se abren los de tensión.

- Una vez retirado los peines se colocan los de prueba, estos peines de pruebas tienen un lado que pertenece al sistema y otro que pertenece al relé. En caso de realizarse con la línea en servicio se debe por seguridad cortocircuitar las conexiones del circuito de corriente.
- Al ser los relés extraíbles es posible retirarlos de su caja y probarlos fuera si se cuenta con una caja de reserva.
- Tiene 3 zonas definidas la zona de arranque o SU y la zona 1 o O1 y la zona 2 o O2.

3.5.2 Otras características

- No trabajan con onda portadora.
- Los disparos son todos instantáneos, el retardo se realiza mediante relés temporizados
- No trabajan con recierre.
- Su disparo es trifásico
- Este relé se ve influenciado por la inductancia mutua por lo que la medición se hace inexacta.

3.6 Relé PXL

El PXL 3000 (Ver figura III.7) es un relé estático de marca Gec Alstom capaz de detectar todo tipo de falla. Está diseñado para una rápida y selectiva protección de líneas de alta y muy alta tensión interconectadas o no, con neutro sólidamente aterrados o con impedancias para media tensión. Este relé es apropiado para líneas donde la falla puede tener valores de corriente menores a los de carga y para líneas largas por tener una característica circular o lenticular con posibilidad de offset.

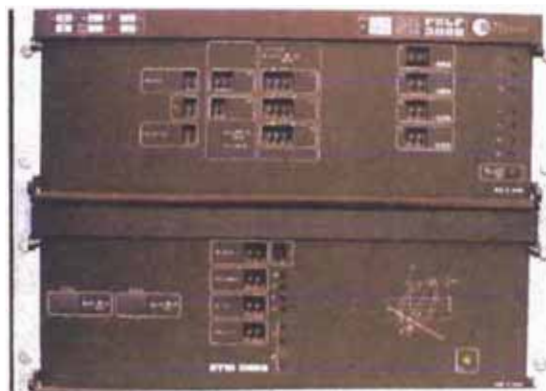


Figura III.7

3.6.1 Características principales

- Arranque por subimpedancia.
- Característica circular o lenticular seleccionable por un switch interno.
- 4 zonas hacia delante y una hacia atrás
- 4 escalones de disparo.
- Medición de las zonas de tipo reactancia para eliminar la influencia de fallas resistivas y corrientes de carga
- Memoria de voltaje electrónico enclavada en la frecuencia de la línea para permitir una operación en la dirección correcta aun en el caso de fallas trifásicas cercanas a la barra
- Detección de falla fusible
- Disparo instantáneo en caso de cierre sobre falla
- Tiene un esquema de teleprotección PUTT.
- Se puede programar disparos trifásicos o monofásicos según el escalón donde se encuentre la falla.

3.6.2 Otras características

- Tiene internamente unos switches programables para los siguientes esquemas de teleprotección:
 - Aceleración de zona.
 - Esquema de sobrealcance permisivo.
 - Esquema de bloqueo
 - Disparo transferido
- Viene con su propio módulo de recierre, pero puede trabajar también con un recierre externo
- Tiene en caso de detectar una oscilación de potencia la opción de bloquear el disparo.
- Esta construido en base a tarjetas modulares

3.7 Relé Optimho

El relé Optimho (Ver figura III.8) también de la marca Gec Alsthom es un relé de distancia que puede ser usado en líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, según el tipo de relé solicitado.



Figura III.8

3.7.1 Características principales

- Detecta fallas a tierra y fallas fase-fase.
- Tiene 18 elementos de medición de distancia
- Tiene 3 zonas independientes
- Su tiempo de operación típico para fallas trifásicas en zona 1 es de 1 ciclo (16.66 ms).
- Tiene 2 zonas adicionales Z1X y Z1Y que son función de la zona 1
- En caso de fallas monofásicas en zona 1 tiene disparos monopolares
- Tiene bloqueo por falla fusible
- Bloquea también en caso de oscilaciones de potencia.
- Tiene una característica tipo MHO para fallas fase-fase y tipo reactancia para fallas fase-tierra.
- Tiene un esquema de teleprotección PUTT

3.7.2 Otras características

- Tiene además como funciones adicionales una protección direccional a tierra
- Otra función adicional es el localizador de fallas
- Tiene también como opción un registrador de fallas y eventos para su análisis posterior.
- Tiene la opción de almacenar 8 grupos independientes de ajustes.

- Un segundo bloque para señalización está disponible según el tipo.
- Está preparada para comunicación remota via modem

3.8 Relé LZ96

Relés de antigua generación BBC del tipo estático, que puede ser usado para proteger sistemas radiales, en anillo y enmallados. Este relé (Ver figura III 9) ha sido previsto para la protección selectiva y rápida de redes de alta y muy alta tensión con punto neutro puesto directamente a tierra. Este relé de distancia detecta todo tipo de cortocircuito y puede aplicarse tanto para protecciones de líneas aéreas como de cables. Debido al su tiempo corto de disparo y su alta precisión, es usado para la aplicación en redes con altas capacidades de cortocircuito y condiciones críticas de estabilidad.

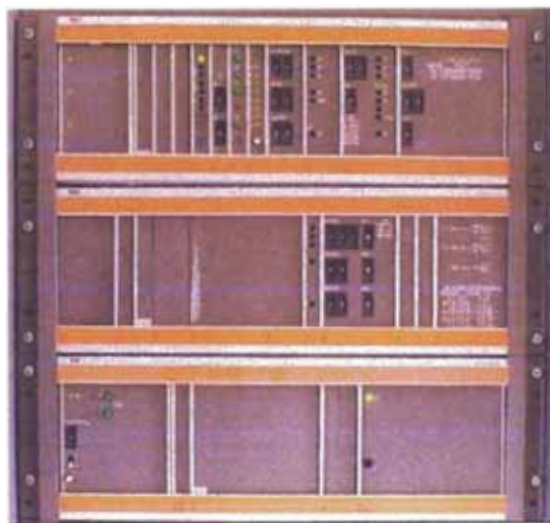


Figura III.9

3.8.1 Características principales

- Tiene la opción de escoger dos tipos de arranque para fallas monofásicas: tipo circular o tipo lenticular.
- Para fallas bifásicas el arranque es solo circular
- Permite la selección para recierres monofásicos o trifásicos
- Permite el esquema de teleprotección PUTT.

- Tiene 3 zonas hacia delante.
- Puede tener una o dos unidades de disparo.
- Tiene un modulo con pulsadores para realizar pruebas de disparo al interruptor.
- Tiene una unidad de señalización donde indica cual es la fase fallada y en que zona se produjo el defecto

3.8.2 Otras características

- También permite el esquema de teleprotección POTT.
- Tiene la opción de activar la función eco.
- Tiene unas entradas en la parte frontal donde es posible medir cuanto de tensión y de corriente le llega al relé.
- Durante fallas a tierra el arranque fase a fase queda automáticamente bloqueado
- El arranque fase a fase no se ve influenciado por oscilaciones de potencia Puede darse al caso que el bloqueo por oscilación de potencia haya operado, pero si el relé detecta una falla fase- fase se producirá el disparo

3.9 Relé L8b

Relé electromecánico para una rápida y selectiva protección de sistemas aterrados de alto voltaje. Puede ser usado con recierre monofásicos o trifásicos, generalmente con la ayuda de un sistema de teleprotección de transferencia de disparo, pero también puede ser usados en esquemas de subalcance y sobrealcance con aceleración de zona (Ver figura III.10)

3.9.1 Características principales

- Tiene una medida de la distancia bastante exacta para todo tipo de cortocircuitos.
- No necesita conmutación del sistema de medición
- Tiene 3 sistemas de medición para fallas a tierra y para fallas trifásicas.

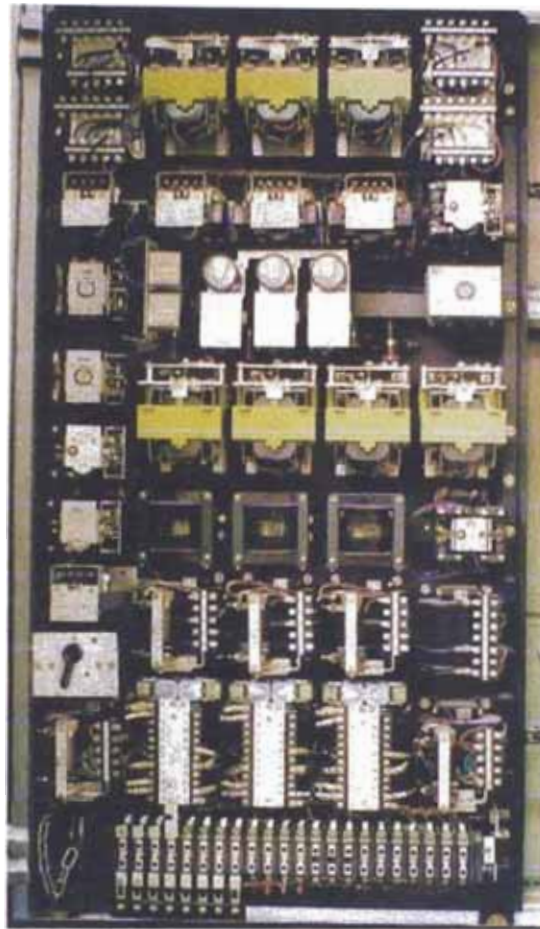


Figura III.10. Relé L8b

- Además cuenta con un sistema de medida para fallas fase-fase.
- Tiene un amplio rango de ajustes de la medición.
- Su tiempo de disparo es bastante rápido para la primera zona, aproximadamente 20 ms
- Para la zona 2 tiene un rango de ajuste de tiempo desde 0.1 – 1 s.
- Para fallas monofásicas y trifásicas el disparo es permitido por un juego interno de relés de sobrecorrientes, que detectan valores bajos de corriente de fallas.
- Permite seleccionar si uno desea un recierre trifásico o monofásico mediante un switch selector.
- Cuenta con un relé de mínima tensión que permite la selección de la fase fallada y el arranque de la teleprotección.

- El relé de mínima tensión hace arrancar el temporizado de la zona 2 en conjunto con el relé de sobrecorriente
- El neutro es formado fuera del relé.

3.9.2 Otras características

- Cuenta con conexión para alarmas y señalizaciones
- Se le adiciona un relé YW/L3 (Ver figura III.11) para aumentar un escalón mas a la protección de distancia.
- También puede ser conectado a este relé un modulo de bloqueo de oscilación de potencia.

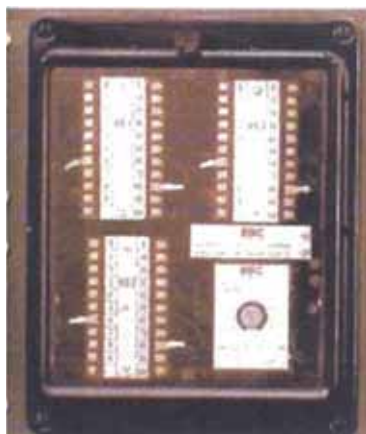


Figura III.11

3.10 Relé MLS

Este relé es un diseño estático que incorpora un microprocesador para el control del esquema de protección seleccionado, la lógica de disparo y la unidad de medida de distancia

Esta construido modularmente y conformado por un conjunto de tarjetas extraíbles, además de un módulo magnético también extraíble.

3.10.1 Características principales

El relé MLS cuenta con las siguientes características:

- Tiene 4 zonas escalonadas hacia delante con curva tipo MHO.

- Tiene además la opción de elegir para la zona 1 una curva tipo reactancia pero con una supervisión tipo MHO
- El relé MLS puede trabajar con cualquiera de los siguientes esquemas transferencia de disparo permisivo en subalcance, transferencia de disparo permisivo en sobrealcance, bloqueo por comparación direccional y disparo híbrido.
- Los disparos pueden ser monopolares o tripolares
- Trabaja con un recierre externo
- Tiene la opción de bloquear el disparo cuando ocurre una oscilación de potencia
- Existe la actuación por “Line Pickup” o cierre sobre falla.
- Detección de falla fusible de los transformadores de tensión
- Tiene su módulo de prueba.

3.10.2 Otras características

- Adicionalmente se puede incluir un esquema de bloqueo por comparación direccional, que incluye una quinta zona hacia atrás temporizada
- Otra opción es el esquema híbrido
- Tiene como opción la comprobación del sincronismo para supervisión de los recierres, para esto monitorea las tensiones de línea y barra, la medida de los ángulos y el circuito de medida del deslizamiento.
- Es posible monitorear continuamente todo el sistema con contactos de alarma y también es posible enviar información a través de un canal RS232



Figura III.12

CAPITULO IV EQUIPO DE PRUEBA

4.1 Generalidades

Para las pruebas se utilizó el equipo marca ISA, modelo ART/3. Este equipo para poder ser usado requiere necesariamente una computadora, que por comodidad se utiliza generalmente una PC portátil, que va conectada al equipo mediante una interfase serial RS-232 con un conector de 9 canales (Ver Figura IV.1)

En este capítulo describiremos tanto el hardware como el software que se utilizaron para las pruebas.



Figura IV.1

4.2 Hardware

El hardware tiene 2 módulos bien definidos el módulo de corriente y el módulo de tensión (continua y alterna). Estos dos módulos están unidos mediante un cable de alimentación y un cable de control.

4.2.1 Módulo de corriente (Ver Figura IV.2)

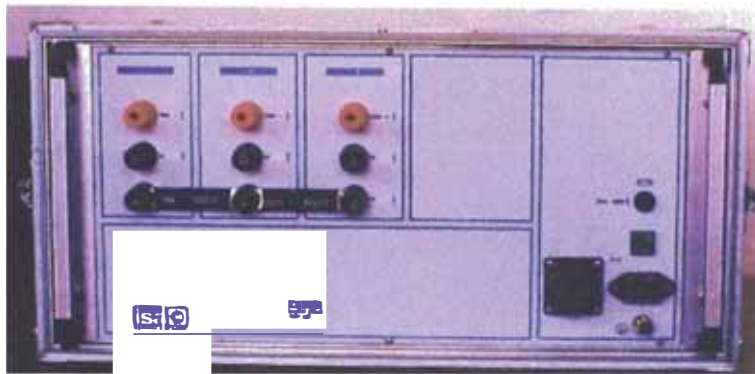


Figura IV.2

- Los amplificadores de corriente generan 3 corrientes independientes
- Sus rangos de corrientes son de 2.5, 10, 25 y 50 A
- Puede generar una potencia de 150 VA por salida de corriente.
- De ser necesario, es posible colocar los 3 amplificadores en paralelo obteniéndose una potencia de 450 VA.
- En caso que la potencia exceda los límites permitidos el equipo emitirá una señal audible, se activará un led de peligro (color rojo) y actuará su protección interna.
- Tiene neutros independientes.
- Adicionalmente cuentan con fusibles para su protección.

4.2.2 Módulo de tensión (Ver figura IV.3)

- En este módulo se recibe la alimentación en 220 Vac y el cable de interfase con la PC
- El equipo genera 3 voltajes independientes.
- Sus rangos de voltajes son: 12.5, 62.5, 125 y 250 V.
- La potencia que puede generar es de 50 VA por salida.

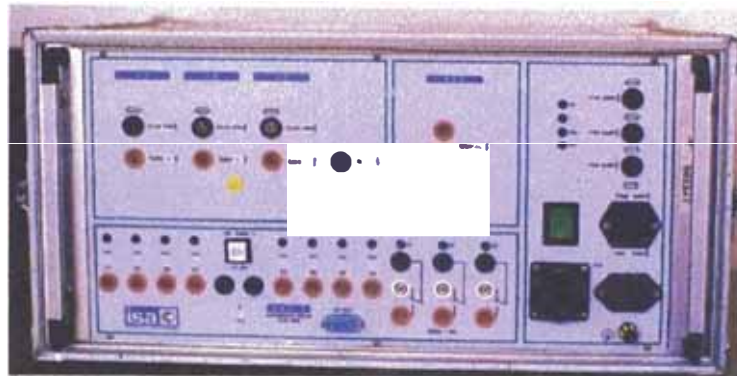


Figura IV.3

- Si uno desea aumentar la potencia, es posible colocar los 3 amplificadores en paralelo obteniéndose una potencia de 150 VA
- Al igual que los módulos de corriente también tiene su protección en caso exceda los valores permitidos.
- Tiene un neutro común
- En este módulo también están incluidos los contactos de parada o de recepción del disparo (trip) del rele. Estos contactos de paradas pueden ser con tensión o “secos” (sin tensión)
- También cuentan con fusibles de protección

4.2.3 Modulo de alimentación auxiliar

- Sus rangos de voltajes son: 24, 48, 110, 220 y 260 V.
- Su rango de potencia puede ser de 2 A o 100 W como máximo.

4.3 Software

Para conectar el ART a una PC se requieren las siguientes especificaciones de configuración:

- Tipo de interfase. RS232.
- Baud rate. 19200.
- Protocolo de Interfase: BUSY/READY
- Compatibilidad: una PC con MS-DOS 5.0 o mas avanzada

4.3.1 XTEST

Los equipos de pruebas ISA son manejados por un software llamado XTEST, que a la vez contiene unos programas según el tipo de pruebas y el tipo de relé que se desee; ya que este equipo no es solo para probar relés de distancia.

Los programas del XTEST los podemos dividir en programas manuales: MANW y MANZ. Y programas de ejecución ZTEST, ZDESIGN y los llamados programas automáticos. Estos programas solo pueden ser manejados por el software del XTEST sin embargo es posible exportar los resultados y gráficos a programas comunes de windows

4.3.2 Programa MANW

Aunque el manual del ISA considera el MANW como un programa manual en la práctica es un programa semiautomático tiene 2 páginas: Una es para los valores sanos o de pre-falla y la otra página es para los valores de falla. A continuación explicaremos con mayor detalle cada una de estas páginas

4.3.2.1 Valores de pre-falla (healthy values)

Como su nombre lo indica en esta página (Ver figura IV.4) se definirán los valores antes de que la falla ocurra y tiene las siguientes características:

- Se deben colocar los valores máximos de corriente y tensión que un desea inyectar durante la prueba.
- Uno aquí también define los valores de pre-falla de corriente y tensión, tanto en amplitud como en ángulo de fase. En lo que respecta a tensión uno generalmente escribe el valor nominal en el lado secundario, y en lo que respecta a la corriente generalmente se coloca un valor de cero, pero puede colocarse una corriente de carga reflejado al lado de baja.
- Se ajusta también el valor de la frecuencia nominal, por defecto el valor ajustado es de 50 Hz; que no es el valor que se utiliza en el Perú.
- También se definen en esta página cuales con los contactos que va a recibir los disparos del relé (C1, C2, ..., C8).
- Se debe definir el tipo de conexión de los neutros de los transformadores de corriente.

- Si se desea inyectar una tensión auxiliar debe escribirse el valor que se desea.

Figura IV.4. Valores de Pre-falla o sanos.

4.3.2.2 Valores de falla (Ver figura IV.5)

En esta página se definen los siguientes ajustes:

- Los valores de falla tanto de tensión como de corriente, esto implica definir: sus ángulos de fase y sus amplitudes. También un valor de tensión DC si es necesario
- El incremento o decremento de los pasos ya sea de las amplitudes y/o ángulos de tensión como de corriente.
- Aquí en esta página se definen los tiempos de pre-falla como de falla. También es posible definir un tiempo para simular el retardo debido a la actuación del interruptor (Hold)
- También en esta página se obtiene la medición de los tiempos en que actúa el relé.
- Se define también el tipo de prueba que se va a realizar:
 - **One Injection**
Con este tipo de prueba se realiza solo una inyección.
 - **Sequence**

También se puede programar simular varias inyecciones, en cada inyección se produce un incremento; esto sirve para determinar la curva característica de la protección.

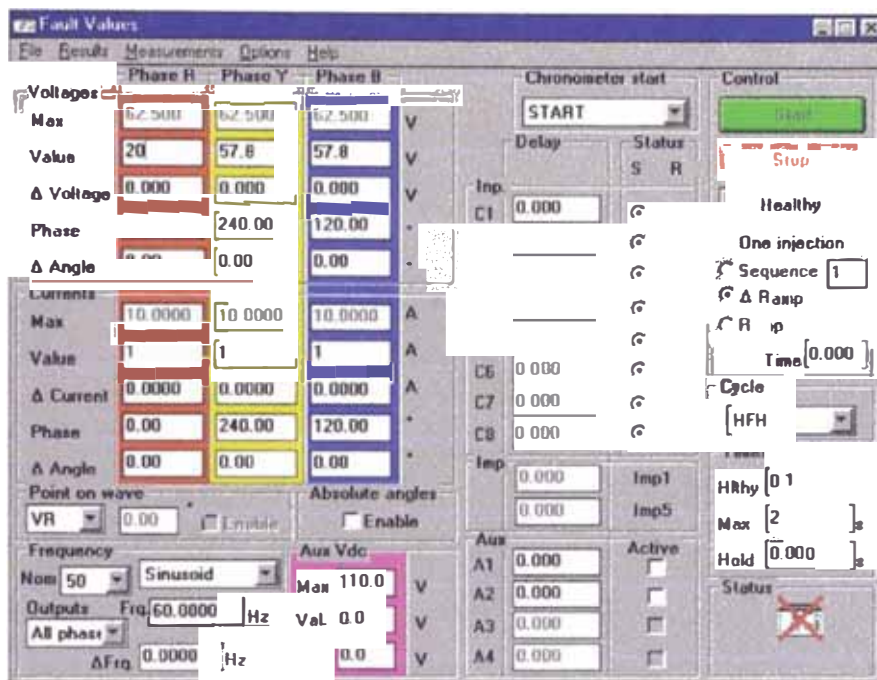


Figura IV.5

- **Δ Ramp**

Se producen incrementos o decrementos de valores discretos según haya sido definido hasta que el relé actúe. Esta opción sirve para encontrar el umbral; es decir el momento en que se pasa de una zona a otra. Generalmente cuando se busca el umbral se hace buscando desde afuera hacia adentro; es decir o reduciendo la tensión o incrementando la corriente.

- **Ramp**

A diferencia del anterior aquí las variaciones no son discretas sino continuas generalmente reduciendo la tensión o incrementando la corriente. Esta opción se utiliza generalmente para encontrar la zona de arranque.

4.3.3 Programa MANZ

Este programa es parecido al MANW solo que en vez de trabajar con valores de tensión y corriente lo hace con valores de impedancia, adicionalmente tiene otros ajustes el cual describiremos a continuación

4.3.3.1 Valores de pre-falla (healthy values)

En el programa MANZ los valores de pre-fallas (Ver figura IV.6) que uno debe definir son los siguientes.

Figura IV.6. Valores de Pre-falla del Programa MANZ

- Los valores de tensión generalmente el valor nominal y el valor de corriente generalmente cero.
- Los parámetros de fuente generalmente no se consideran, sin embargo si uno lo desea puede trabajar también con estos parámetros
- Los parámetros de línea son solo referenciales a excepción del parámetro de KO que si influye en las pruebas.
- Los valores de los tiempos también no sirven solo como referencia.
- Uno define aquí que valor máximo de corriente y tensión desea que se inyecte al relé.

- Generalmente en las pruebas se trabaja con valores de baja sin embargo en caso que se quiera trabajar con valores de alta se debe colocar la relación de los transformadores de corriente y tensión.
- El resto es similar al programa MANW.

4.3.3.2 Valores de falla (Ver figura IV.7)

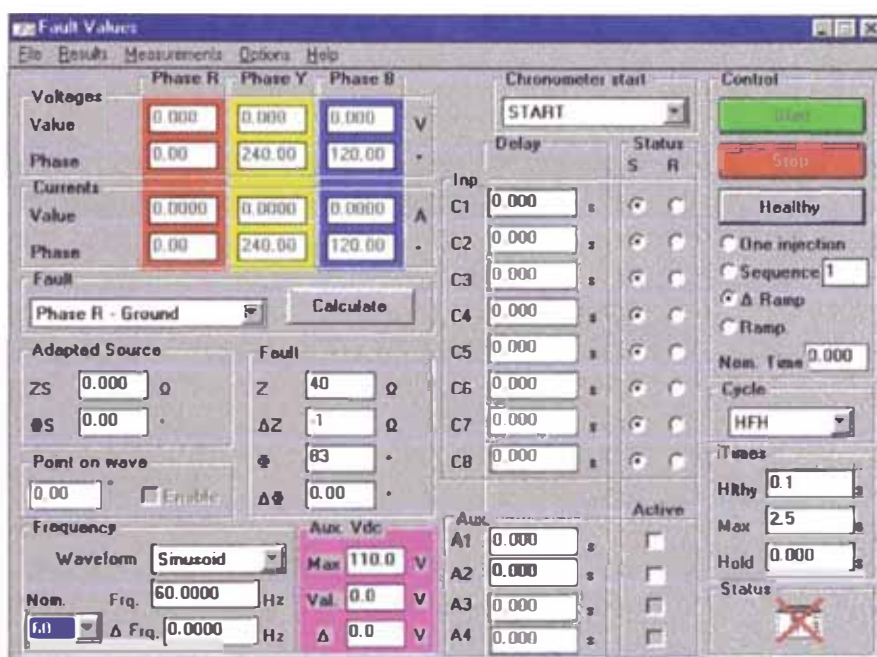


Figura IV.7. Página de Valores de Falla del Programa MANZ

Sobre los valores de falla se puede mencionar lo siguiente

- Los valores mas importantes aquí son los que están dentro del recuadro fault, aquí se indicará el valor de la impedancia de falla (Z) y su ángulo (Φ), si se desea incrementar o disminuir la impedancia (ΔZ) o el ángulo ($\Delta \Phi$) con pasos discretos.
- También aparecerán los valores de voltaje y corriente de inyección estos irán variando conforme vaya variando la impedancia.
- Otro ajuste importante es el tipo de falla, que puede ser: RN, SN, TN, RS, ST, TR, RST, etc.
- El resto de ajuste es similar al del programa MANW.

4.3.4 Programa ZTEST

El programa del ZTEST es utilizado cuando uno no conoce los valores teóricos de los alcances o el tipo de curva de los relés de distancia o cuando uno desea realizar la prueba con valores definidos de corriente o tensión. Para ajustar los valores para la inyección irán apareciendo una serie de páginas donde el operador deberá ir introduciendo los valores solicitados. A continuación iremos describiendo lo mas saltante de cada ajuste, con las calibraciones del relé L8b (L-222)

- El programa tiene una página principal donde figura una especie de menú (Ver figura IV 8)

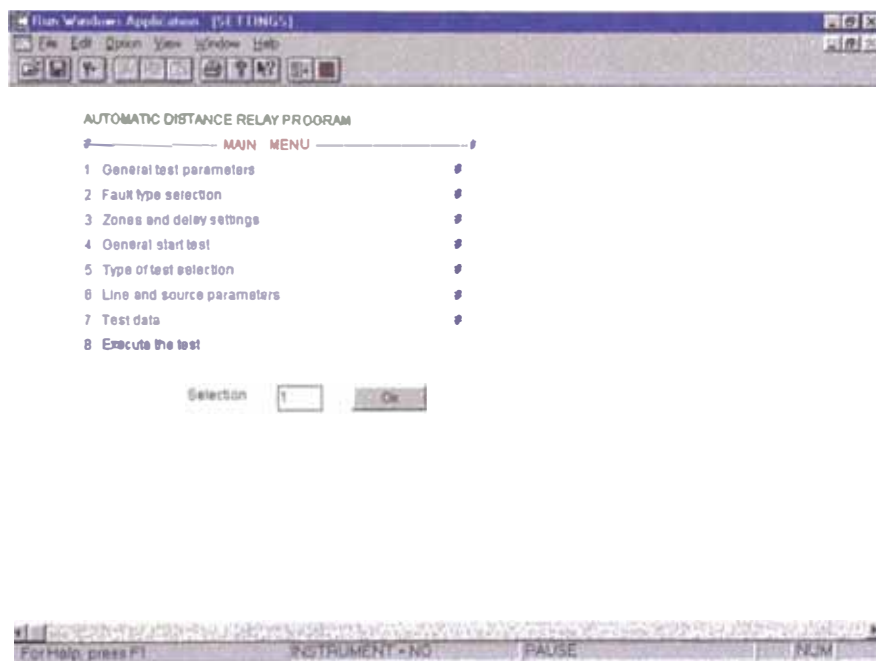


Figura IV.8

- En la primera página (Ver figura IV 9) el programa solicitará los parámetros generales como son: los valores nominales, la relación de los transformadores de corriente y tensión; si va a haber un contacto de disparo común o si será fase por fase; y el tipo de conexión del neutro de los transformadores de corriente.
- En la segunda página (Figura IV 10) el programa pedirá el tipo de falla, es decir monofásica, bifásica, etc.

(User Windows Application - [SETTINGS])
 File Edit Options View Window Help

GENERAL TEST PARAMETERS
 Nominal frequency (50/60 Hz) Auxiliary DC voltage (Vd)
 Nominal voltage (V) Maximum voltage (V)

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ratio of PT's | <input type="text" value="1"/> KV | <input type="text" value="1"/> KV |
| Ratio of CT's | <input type="text" value="1"/> A | <input type="text" value="1"/> A |
| CT side (0=Line 1=Busbar) | <input type="text" value="1"/> | |

TRIP TYPE
 0-Single phase 1-General trip on C1
 Trip input(s) level (0=NO 1=NC)

For Help, press F1 INSTRUMENT + NO PAUSE NUM

Figura IV.9. Datos Generales

(User Windows Application - [SETTINGS])
 File Edit Options View Window Help

FAULT SELECTION

Phase to Ground _____ 1=1N 2=2N 3=3N
 B-phase 4=12 5=23 6=31
 B-phase to ground . 7=12N 8=23N 9=31N
 Three phase 10
 All single phase =1N+2N+3N_ 11
 All B-phase = 12+23+31 _____ 12 Select Nr
 All single + B-phase 13
 All B-phase to ground 14
 All faults 15

For Help, press F1 INSTRUMENT + NO PAUSE NUM

Figura IV.10. Tipo de Falla.

- La tercera página (Figura IV 11) es para colocar el número de zonas y sus tiempos de retardo. En esta misma opción aparece otra página donde se detalla los tiempos de cada zona.

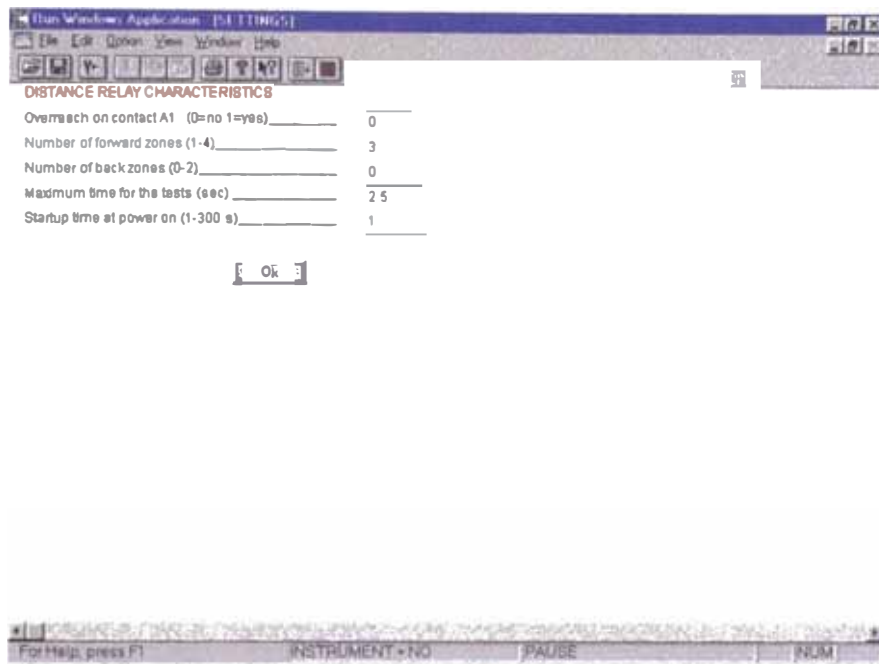
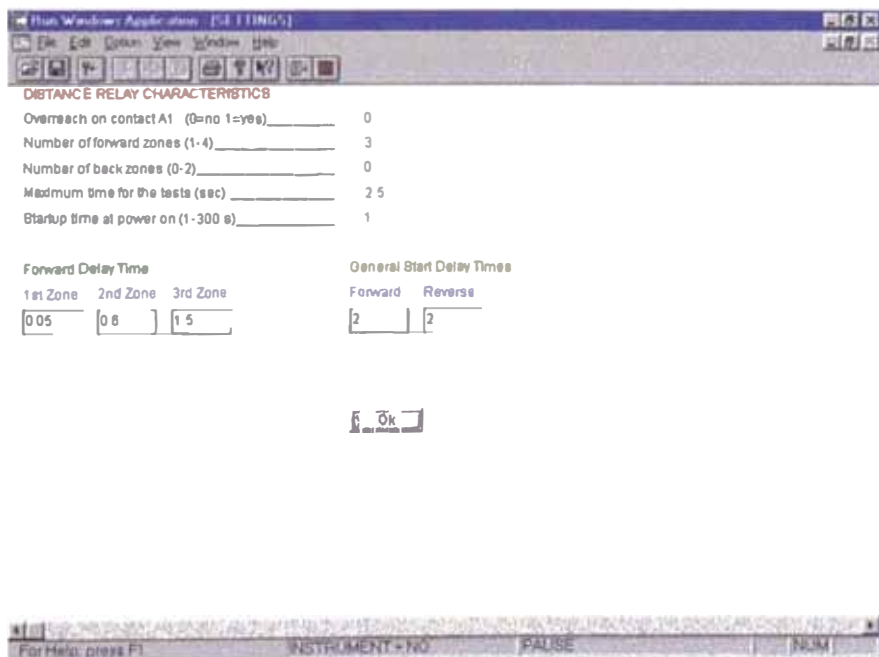


Figura IV.11 y 12 Página donde se ingresa el número de zonas del relé y sus tiempos.



- En la página 4 (Ver figura IV 13) se pregunta si se desea realizar la prueba de arranque general. Esta prueba no se realiza comúnmente.
- La página 5 (Figura IV 14) del tipo de prueba. Aquí uno debe definir si desea hacer la prueba en un sector angular, o en los ángulos propuestos por el programa. Además si una desea la prueba con una corriente constante (Figura IV 15) o una tensión constante o impedancia de fuente constante. También el error aceptable y la exactitud (Figura IV 16)
- En la página 6 (Figura IV.17) se solicitarán los parámetros de líneas, tanto de secuencia positiva como de secuencia cero. Con los valores que uno inserte el programa calculará el valor del K0 de pruebas, este valor si es importante porque influirá en los resultados para las pruebas monofásicas. (Ver figura IV 18)
- La página 7 (Figura IV 19) sirve para colocar información general como. lugar, el operador, la fecha, etc.
- En el menú principal al optar por la opción 8 se ejecuta la prueba

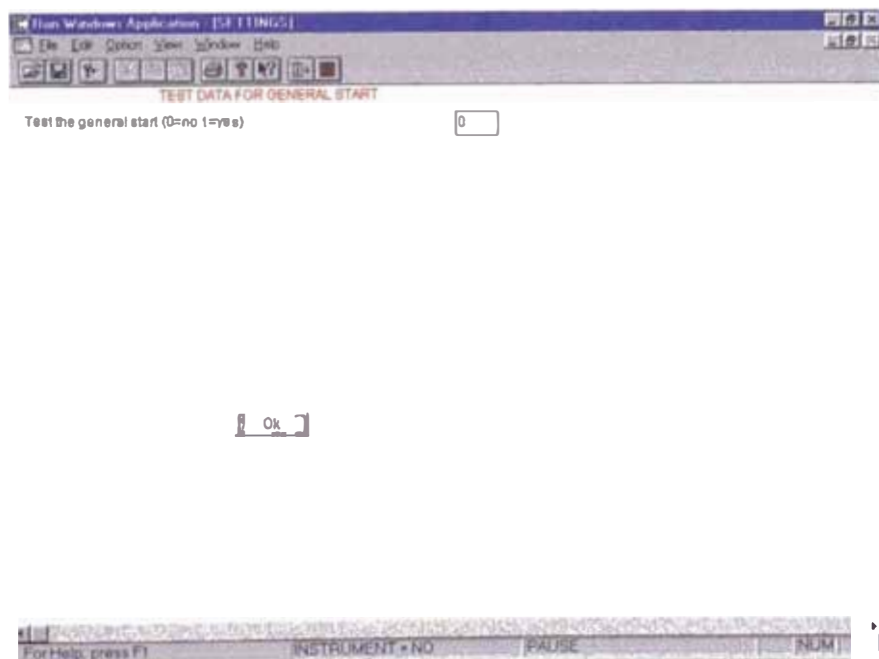


Figura IV.13.

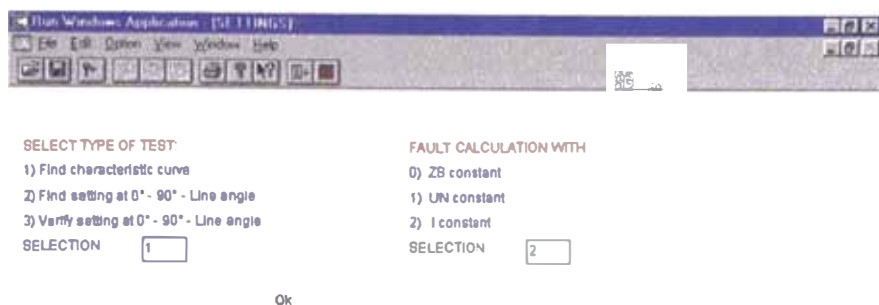


Figura IV.14

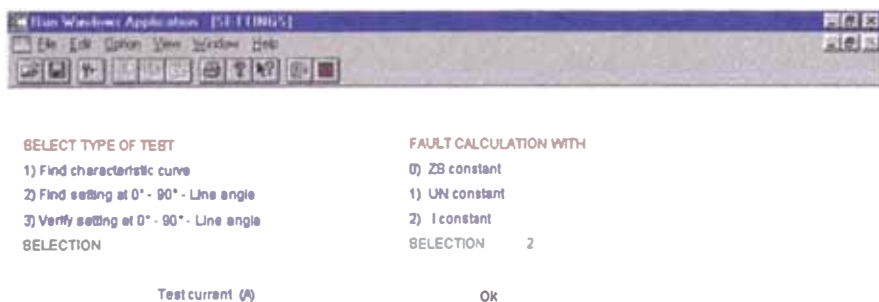


Figura IV.15

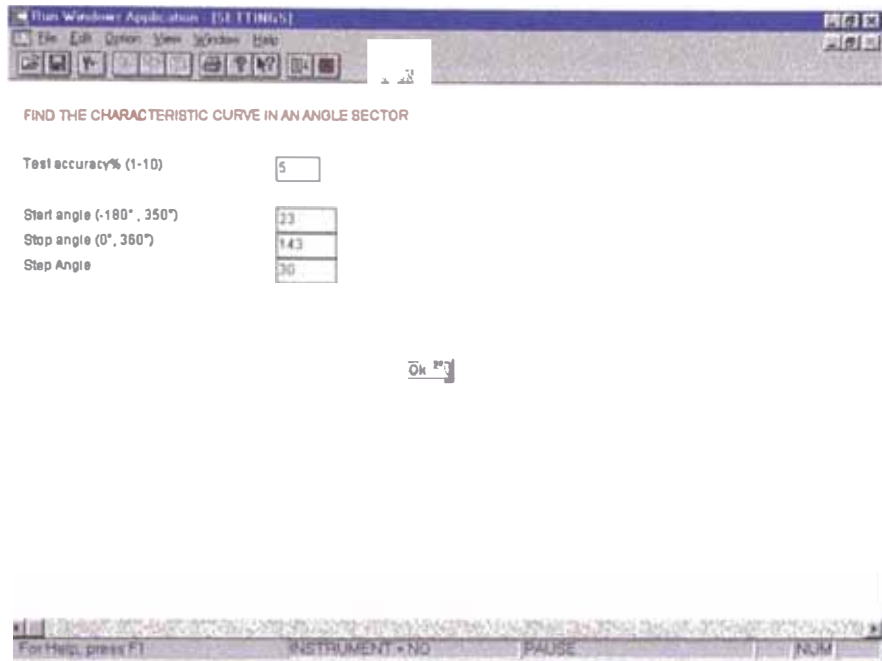


Figura IV.16

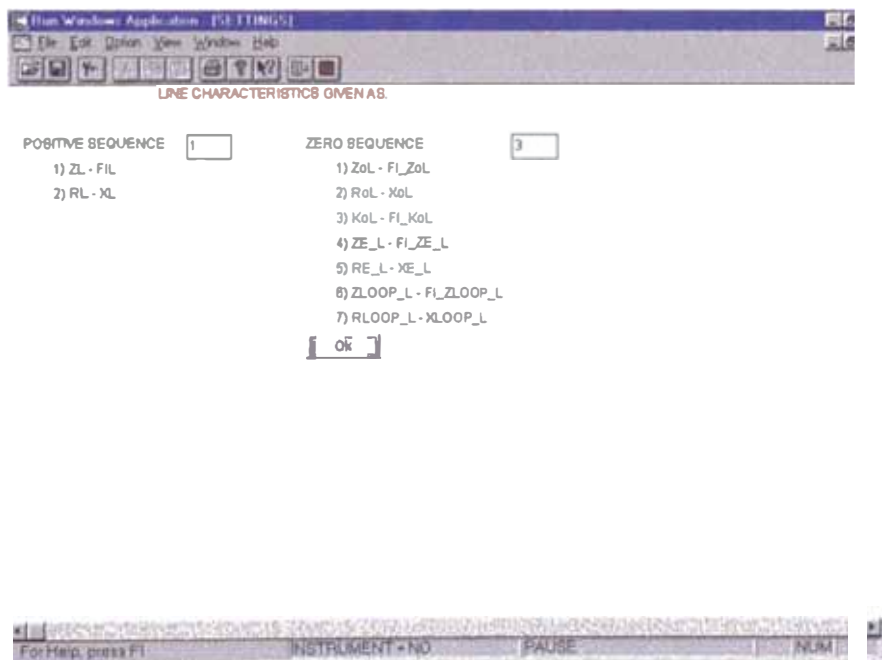


Figura IV.17

4.3.5 Programa ZDESIGN

A diferencia del programa ZTEST aquí uno si debe de conocer la curva teórica del relé y sus alcances. Al igual que el ZTEST irán apareciendo páginas donde uno irá llenando los valores de pruebas. A continuación iremos describiendo página por página lo mas saltante de este programa. Para ir explicando paso a paso utilizaremos como ejemplo los ajustes del relé DLP (L-206)

- En la primera página que aparezca se llenaran los datos generales (Figura IV.20).

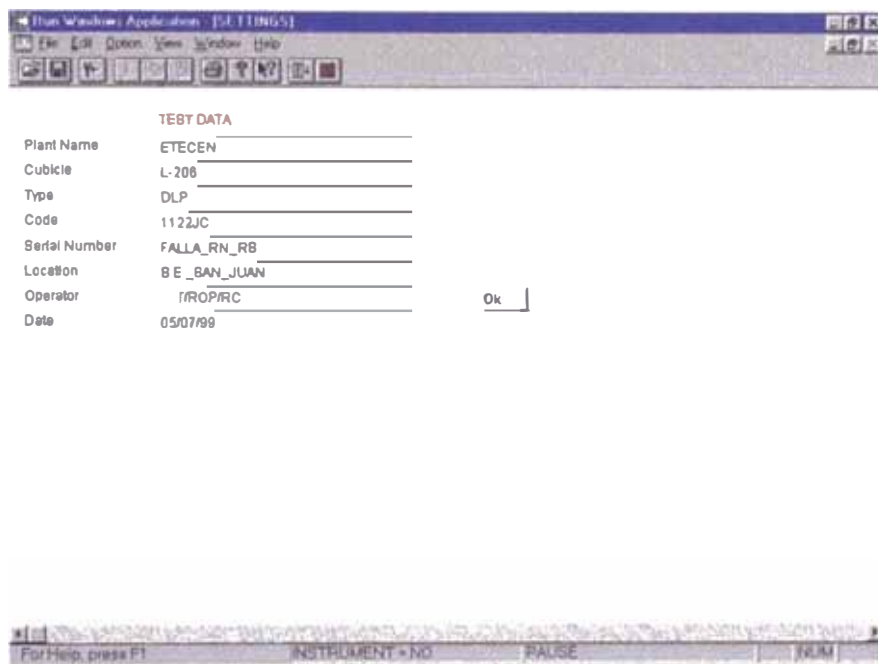


Figura IV.20. Primera página del programa ZDESIGN

- Luego aparecerá una segunda página donde uno indicara si desea empezar la prueba o primero editar la curva del relé. (Figura IV 21)
- Luego aparecerá un grupo de páginas donde uno elegirá el tipo de curva (Figura IV 22) del relé. Luego aparece una página donde se pide el número de zonas.
- Una vez definido el número de zonas uno ingresará los valores en impedancia, los tiempos de retardo de cada zona, su dirección, etc (Figura IV.23).

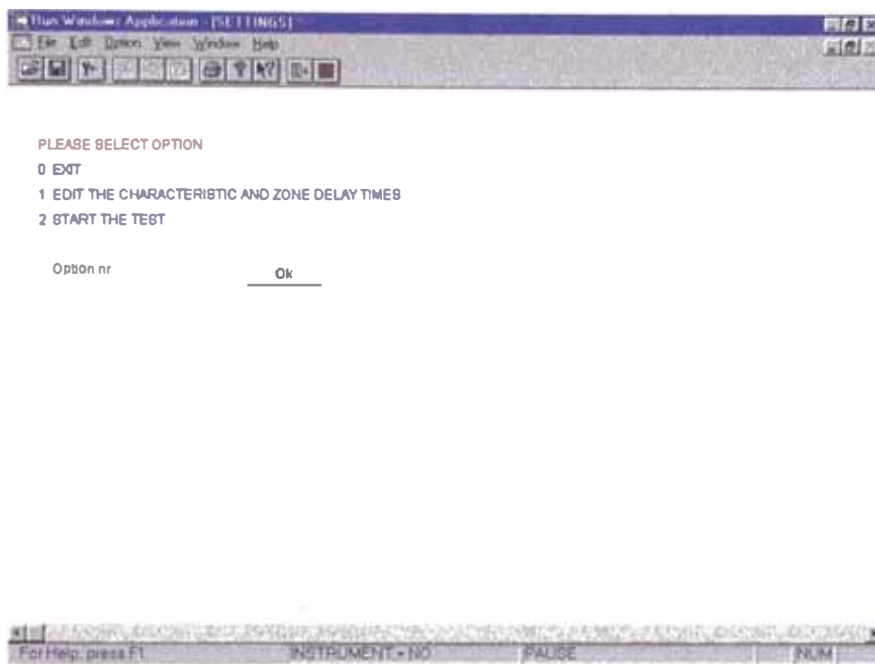


Figura IV.21

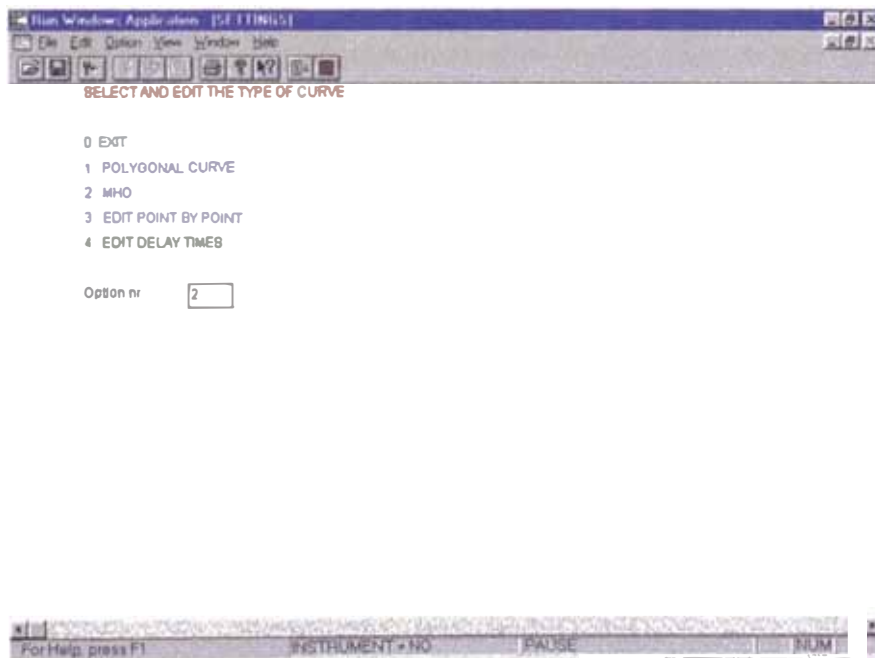


Figura IV.22

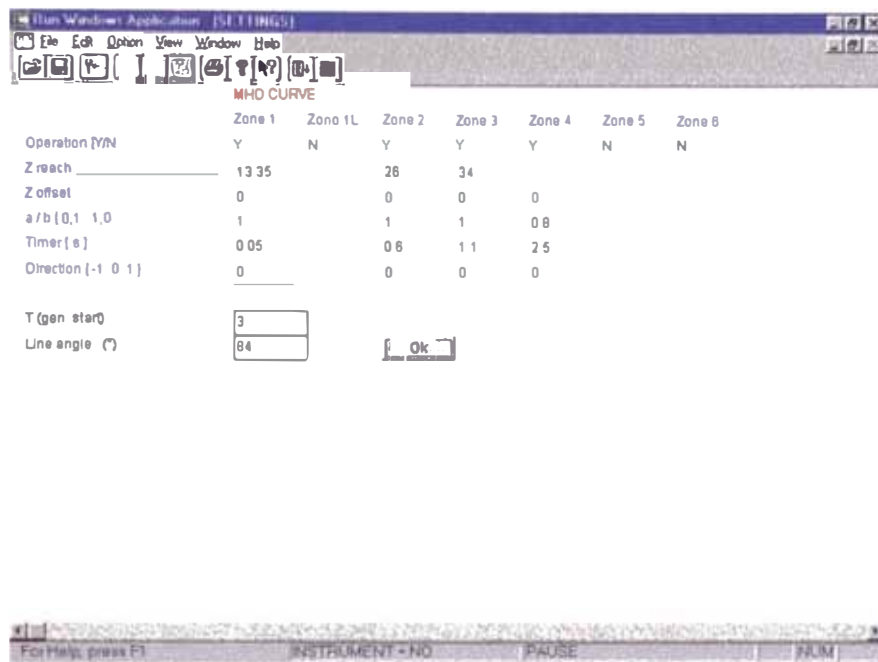


Figura IV.23

- Luego vienen las páginas de los parámetros de pruebas donde uno definirá los parámetros generales de prueba, los parámetros de línea (Figura IV.24), el tipo de falla (esta parte es igual que el ZTEST), etc.
- Luego una ventana donde se debe indicar el sector angular de la prueba (Figura IV 25) Una vez llenado todos los datos el programa se ejecutará automáticamente

4.3.6 Programas automáticos

Los programas automáticos son programas que han sido adaptaciones de los programas ZTEST y ZDESIGN para ser utilizados para tipos específicos de relés. ISA tiene una biblioteca de archivos donde si uno encuentra que el relé que desea probar está en ella, es posible realizar la prueba con mayor facilidad. La facilidad estriba en que el programa irá solicitando los ajuste que definen la curva característica del relé y el programa calculará automáticamente esta curva característica y realizará la prueba y lo comparará el valor hallado con el valor teórico. Estos valores que pide el

programa son generalmente los que se utilizan en las fórmulas para cada relé que se describen en el capítulo V.

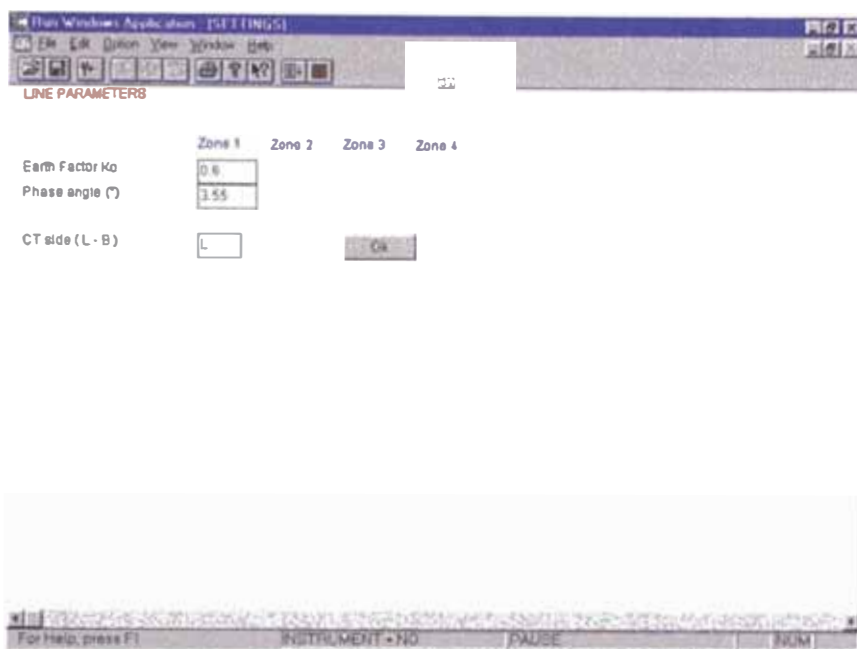


Figura IV.24

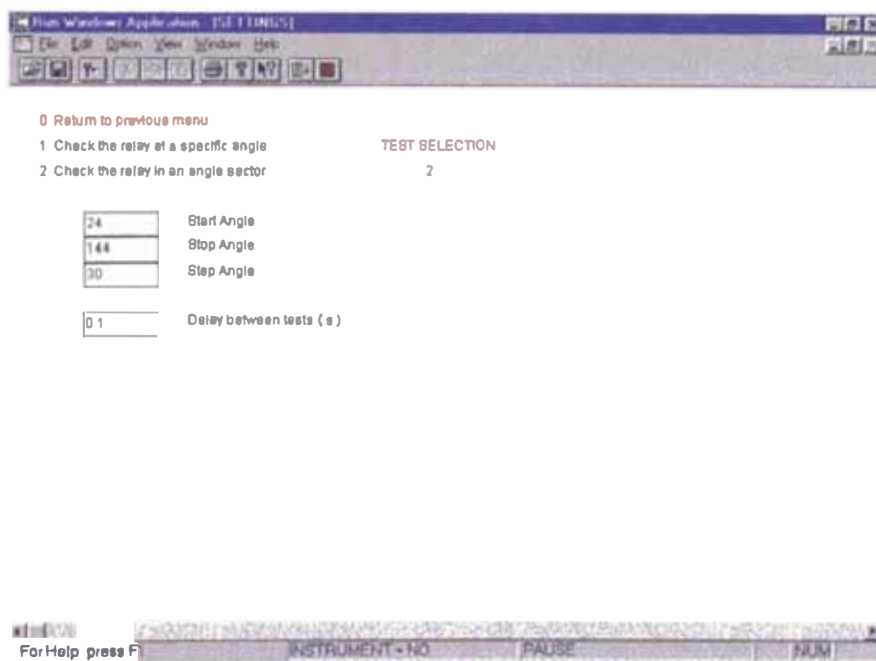


Figura IV.25

CAPITULO V PRUEBAS RELÉS DE DISTANCIA

En este capítulo mostraremos una prueba realizada a cada relé, la más representativa en cada caso. Se mostrará primero los datos generales de la línea protegida, el ajuste de calibración, luego las fórmulas que utiliza, un resumen con los alcances del relé, el procedimiento a seguir en cada prueba y los resultados de las pruebas.

5.1 Pruebas Relé Razfe

El relé Razfe que se mostrará es la que protege la línea L-221 que está entre las S.E. de Huayucachi y Zapallal.

5.1.1 Datos generales

| | | | | |
|-------------|----------------------------|--------------------|--------|------------|
| Subestación | Zapallal | R0 | 58,59 | Ω |
| Línea | L-221 | X0 | 346,64 | Ω |
| Destino | S E Huayucachi | Z+ | 134,79 | Ω |
| Tensión | 220 kV | $\Theta+$ | 83,87 | $^{\circ}$ |
| Longitud | 244,11 km | Z0 | 351,55 | Ω |
| R'+ | 0,059 Ω/km | $\Theta 0$ | 80,41 | $^{\circ}$ |
| X'+ | 0,549 Ω/km | K0 | 0,53 | |
| R'0 | 0,240 Ω/km . | CT _{prim} | 800,00 | A |
| X'0 | 1,420 Ω/km . | CT _{sec} | 1 | A |
| R+ | 14,40 Ω | VT _{prim} | 220 | kV |
| X+ | 134,02 Ω | VT _{sec} | 0,10 | kV |

5.1.2 Ajustes y calibraciones

- **Ajustes Frontales**

Como su nombre lo indica estos ajustes se encuentran en la parte delantera del relé. En la tabla siguiente vemos la denominación del ajuste, su función y el valor calibrado.

| Ajuste | Función | Calibración |
|----------|---|-------------|
| a | Constante para determinar alcance de la parte inductiva | 16 |
| b | Constante para determinar alcance de la parte resistiva | 50 |
| c | Constante para determinar alcance de la parte inductiva | 2 |
| P1 | Constante para determinar alcance de la zona 1 | 47 |
| P2 | Constante para determinar alcance de la zona 2 | 32 |
| P3 | Constante para determinar alcance de la zona 3 | 22 |
| KN | Constante de factor de compensación de secuencia cero | 0,6 |
| τN | Constante para determinar el ángulo de línea | 9 |
| τK | Constante para determinar el ángulo de línea | 18 |
| T2 | Constante para determinar tiempo de operación de zona 2 | 0,5 |
| T3 | Constante para determinar tiempo de operación de zona 3 | 1 |
| RXIED1 | Ajuste de mínima corriente para una correcta operación | 0,2 |

- **Ajustes Internos**

Son los ajustes que se encuentran dentro de las tarjetas de la parte interna del relé. En algunos casos son microswitches y en otros son unos pequeños puentes (links).

| Tarjeta | Conector | Función | Posición | Calibración |
|---------|--|--|------------|-------------|
| B4 | | Filtro contra transitorios controlado por voltajes y corrientes | Vertical | |
| | | Filtro permanente contra transitorios | Horizontal | X |
| B9 | K1 | Envío de señal en caso se detecte falla en zona 1 | 1 | X |
| | | Envío de señal en caso se detecte falla en zona 3 | 2 | |
| B11 | K1 | Tiempo de retardo interno 10 ms | 1 | X |
| | | Tiempo de retardo interno 20 ms | 2 | |
| | | Tiempo de retardo interno 30 ms | 3 | |
| | | Tiempo de retardo interno 40 ms | 4 | |
| | | Tiempo de retardo interno 50 ms | 5 | |
| | K2 | Dependiendo de los puentes elegidos, tiene la opción para esquemas tipo PUTT, POTT, bloqueo, disparo transferido, etc. | 1 | X |
| | | | 2 | |
| | | | 3 | |
| | | | 4 | |
| | | | 5 | |
| K4 | Bloqueo de todos los circuitos de medición en caso de oscilaciones de potencia | 1 | X | |
| | | Bloqueo de todos los disparos en caso de oscilaciones de potencia | | 2 |
| | | No bloqueo en caso de oscilaciones de potencia | | 3 |

- **Ajustes Posteriores**

| Terminal | Función | Calibración |
|----------|--|-------------|
| X20D:1A | Desbloqueo del esquema de teleprotección | X |
| X20D:2A | Bloqueo del esquema de teleprotección | X |
| X20D:3A | | |
| X20D:4A | | |
| X20D:5A | | |
| X20D:6A | | |
| X20D:7A | | |
| X20D:8A | Entrada para bloquear la función oscilación de potencia | |
| X20D:1B | Disparo directo, relé de disparo energizado | |
| X20D:2B | Relé de disparo habilitado | |
| X20D:3B | Extiende el alcance a zona 2 | X |
| X20D:4B | Extiende el alcance a zona 3 | X |
| X20D:5B | Bloqueo de disparo instantáneo | |
| X20D:6B | | |
| X20D:7B | Salida de señalización en caso de oscilación de potencia | X |
| X20D:8B | Desconectar la función oscilación de potencia | |

5.1.3 Fórmulas

- **Zona 1, 2 y 3**

$$X_i = \frac{f * c * a}{I_n P_i}$$

Donde:

- i : Subíndice que designa la zona. i=1,2,3
- f : Frecuencia nominal
- I_n : Corriente nominal del relé
- c, a, P_i : Ajustes del relé Razfe

- **Alcance en la Dirección Resistiva**

$$R_b = \frac{b}{I_n}$$

Donde:

- I_n : Corriente nominal del relé
- b : Ajuste del relé Razfe

- **Tabla para Determinar el Ángulo de Línea**

| τ_K | τ_N | $\Theta(^{\circ})$ |
|----------|----------|--------------------|
| 18 | 18 | 82 |
| 9 | 9 | 74 |
| 6 | 6 | 66 |
| | 4 | 56 |

5.1.4 Resumen de alcances

| | % de línea | $Z_{sec} (\Omega)$ | $Z_{prim} (\Omega)$ | Tiempos (s) |
|--------|------------|--------------------|---------------------|-------------|
| Zona 1 | 86,70% | 42,50 | 116,87 | - |
| Zona 2 | 127,35% | 62,42 | 171,65 | 0,5 |
| Zona 3 | 185,23% | 90,79 | 249,67 | 1,0 |

5.1.5 Procedimiento

Para realizar cualquier prueba se necesitan ciertos procedimientos. Las recomendaciones que se darán en este capítulo son de carácter general, esto dependerá de las condiciones en que se encuentre el sistema de protección. Los procedimientos que se mencionaran para cada relé se refieren a pruebas con la línea en servicio. Debo mencionar que el factor más importante para realizar las pruebas es tener conceptos y conocimientos de lo que son las protecciones y estar concentrado en lo que se está realizando.

Los procedimientos a seguir para probar el relé Razfe son los siguientes:

- Tanto el relé Razfe como Razoza tienen un peine de pruebas (Ver figura V 1) que aísla al relé del sistema, es decir cortocircuita las entradas de corriente, abre el circuito de tensión y abre los disparos, sin embargo por seguridad se retiran los cables de disparo que envían la señal al interruptor.



Figura V.1. Peine de Pruebas ASEA

- Se realiza las conexiones de la maleta de pruebas al peine de acuerdo a los esquemas de las figura V 2 y V.3
- Se recomienda apagar al relé antes de introducir el peine de pruebas para evitar transitorios en el sistema de protección.
- Se procede a realizar la prueba al relé.
- Se debe verificar durante las pruebas si los relés están disparando correctamente, si las señalizaciones son correctas, etc
- Una vez terminada la prueba se sigue la misma secuencia pero en sentido inverso.

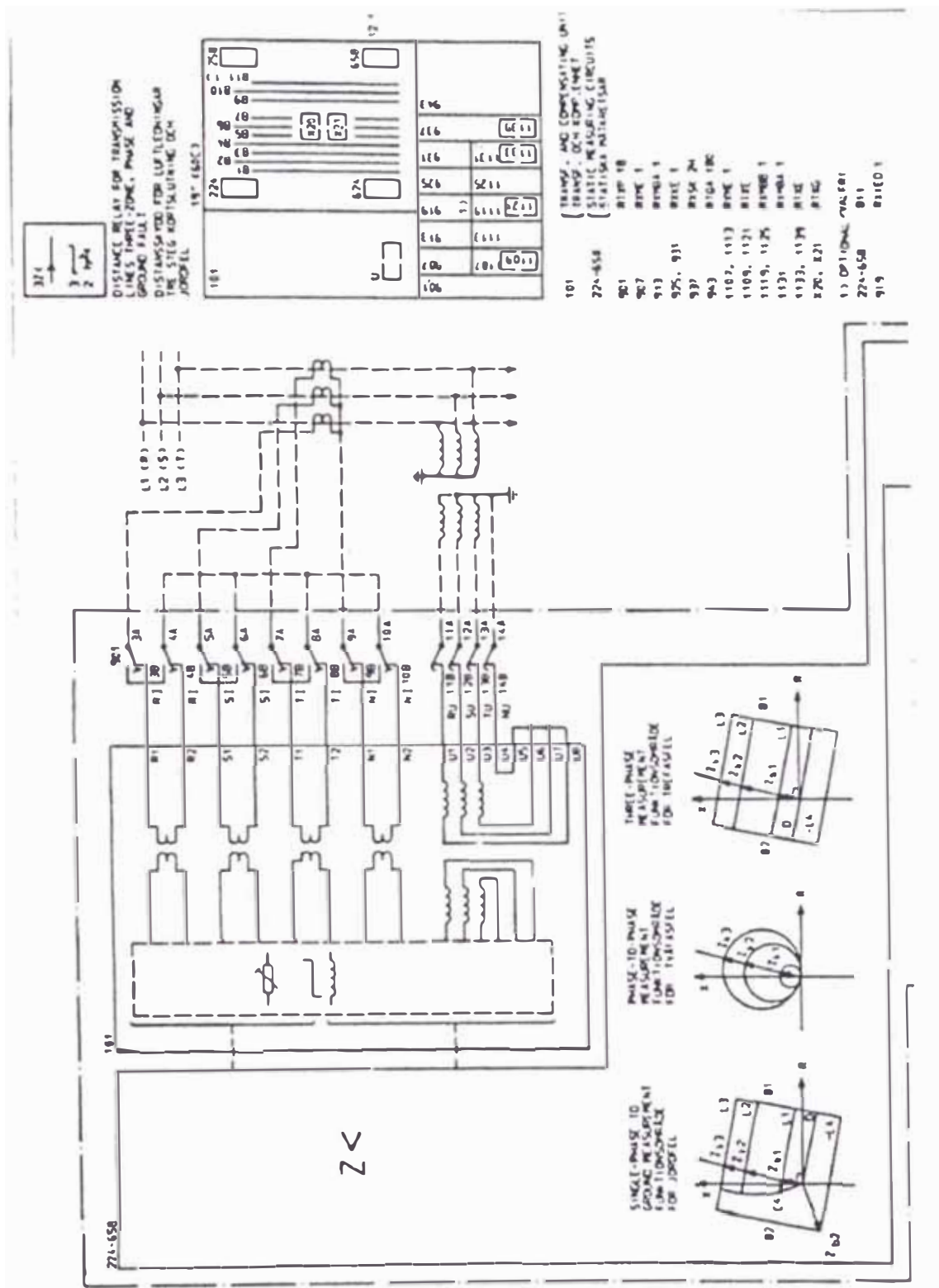


Figura V.2. Conexiones de tensión y corrientes

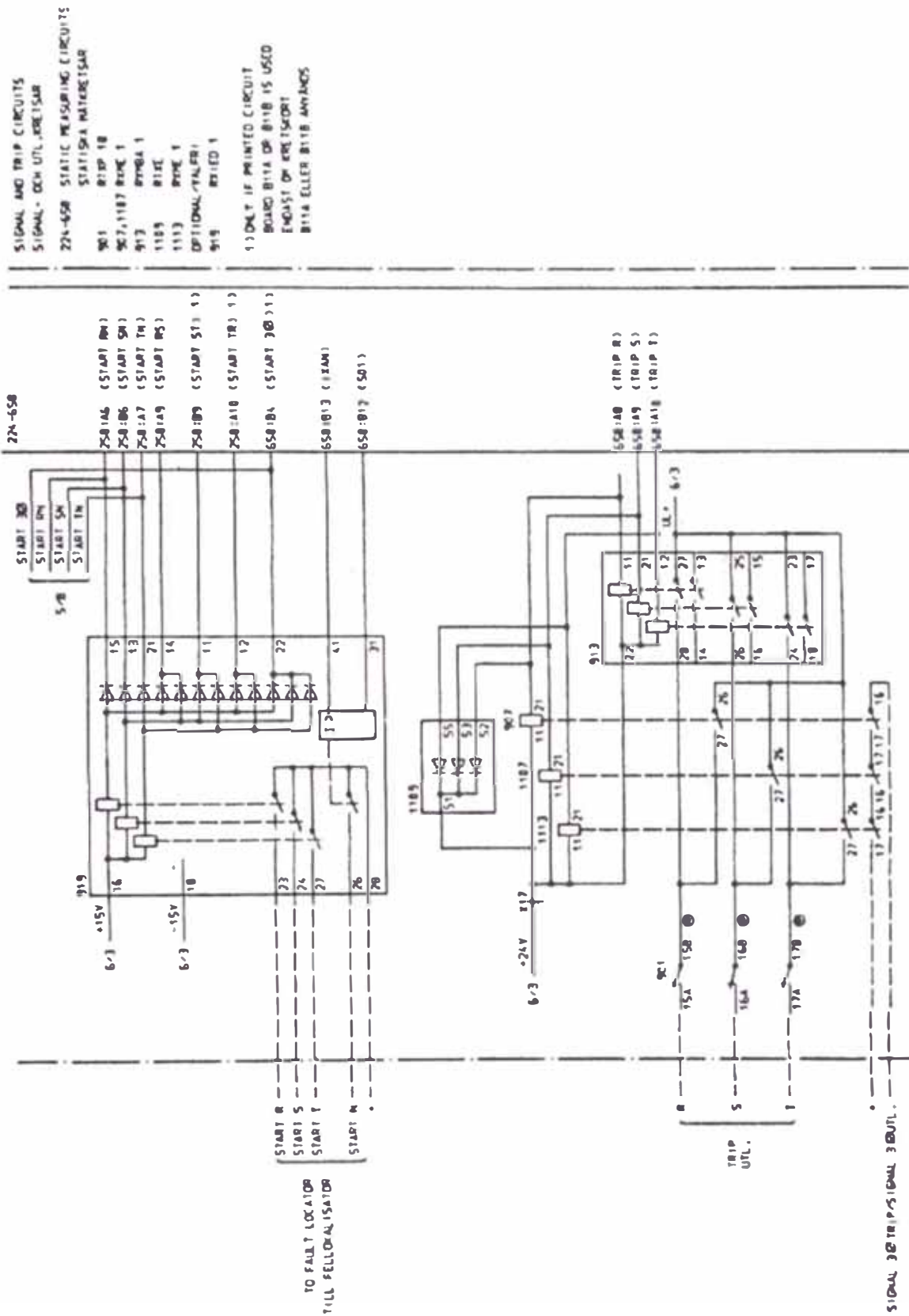


Figura V.3. Conexiones del circuito de disparo.

5.1.6 Pruebas

Esta prueba se realizó con el programa automático para el relé Razfe. Se realizó en una sola prueba inyecciones para fallas monofásicas y bifásicas. Al final de la prueba se muestra los gráficos obtenidos

TEST RESULTS

```
Plant Name          ETECEN
Line Name           L-221
Relay type          ASEA
Relay code          RAZFE
Location            S.E. ZAPALLAL
Operator            MB&RC&CR&RO&JY
Date (dd,mm,yyyy)  4-05-1999          Hour (hh,mm) 14-0
```

LINE CHARACTERISTICS

| | Module (Ohm) | Phase |
|----------------------------------|--------------|-------|
| Source impedance ZS | 0 | 90 |
| Homopolar source coefficient KoS | 0 | 0 |
| Homopolar line coefficient KoL | 0,6 | 0 |

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|------------------------------|------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 110 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Maximum time for the tests | 2,6 | | |

```
Trip type           single phase on C1,2,3=R,Y,B
Trip input(s) level NO
Faults calculation  I constante
```

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 1 - N | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 3 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | -15 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - N | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 3 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | -15 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | -15 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | -15 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | -15 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0216 |
| Zone 2 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0248 |
| Zone 1 | 0 | 31,25 | 31,25 | 0 | 0,029 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0222 |
| Zone 2 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0252 |
| Zone 1 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,024 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0302 |
| Zone 2 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0282 |
| Zone 1 | 0 | 32,5 | 31,25 | 4 | 0,0294 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 15 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0296 |
| Zone 2 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0296 |
| Zone 1 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0284 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 15 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0216 |
| Zone 2 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0262 |
| Zone 1 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0216 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 15 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0288 |
| Zone 2 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0238 |
| Zone 1 | 15 | 34,963 | 33,618 | 4 | 0,0292 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|

| | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|----------|
| ph 1 - N | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,0296 |
| Zone 2 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,0234 |
| Zone 1 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,0298 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 30 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,023 |
| Zone 2 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,024 |
| Zone 1 | 30 | 40,841 | 39,27 | 4 | 0,0208 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 30 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 30 | 42,412 | 39,27 | 8 | 0,0298 |
| Zone 2 | 30 | 42,412 | 39,27 | 8 | 0,0264 |
| Zone 1 | 30 | 42,412 | 39,27 | 8 | 0,0244 |
| Fault ph 1 - N | Angle (°) 45 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 45 | 55,534 | 51,42 | 8 | 0,4622 |
| Zone 2 | 45 | 55,534 | 51,42 | 8 | 0,0232 |
| Zone 1 | 45 | 53,477 | 51,42 | 4 | 0,0286 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 45 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 45 | 55,534 | 51,42 | 8 | 0,0218 |
| Zone 2 | 45 | 55,534 | 51,42 | 8 | 0,0278 |
| Zone 1 | 45 | 53,477 | 51,42 | 4 | 0,0258 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 45 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 45 | 57,591 | 51,42 | 12 | 0,46 |
| Zone 2 | 45 | 57,591 | 51,42 | 12 | 0,4482 |
| Zone 1 | 45 | 53,477 | 51,42 | 4 | 0,0294 |
| Fault ph 1 - N | Angle (°) 60 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 60 | 72,722 | 75,752 | -4 | 1,526 |
| Zone 2 | 60 | 64,274 | 64,274 | 0 | 0,4472 |
| Zone 1 | 60 | 46,11 | 46,11 | 0 | 0,026 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 60 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |

| | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|----------|
| Zone 3 | 60 | 75,752 | 75,752 | 0 | 1,5284 |
| Zone 2 | 60 | 64,274 | 64,274 | 0 | 0,4504 |
| Zone 1 | 60 | 46,11 | 46,11 | 0 | 0,0234 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 60 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 60 | 72,722 | 75,752 | -4 | 1,5276 |
| Zone 2 | 60 | 64,274 | 64,274 | 0 | 0,4542 |
| Zone 1 | 60 | 46,11 | 46,11 | 0 | 0,0234 |
| Fault ph 1 - N | Angle (°) 75 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 75 | 70,065 | 70,065 | 0 | 1,524 |
| Zone 2 | 75 | 59,449 | 59,449 | 0 | 0,4488 |
| Zone 1 | 75 | 42,648 | 42,648 | 0 | 0,0268 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 75 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 75 | 70,065 | 70,065 | 0 | 1,5266 |
| Zone 2 | 75 | 59,449 | 59,449 | 0 | 0,4518 |
| Zone 1 | 75 | 42,648 | 42,648 | 0 | 0,0214 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 75 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 75 | 70,065 | 70,065 | 0 | 1,5282 |
| Zone 2 | 75 | 59,449 | 59,449 | 0 | 0,448 |
| Zone 1 | 75 | 42,648 | 42,648 | 0 | 0,0238 |
| Fault ph 1 - N | Angle (°) 90 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 90 | 72,367 | 69,584 | 4 | 1,526 |
| Zone 2 | 90 | 59,041 | 59,041 | 0 | 0,4466 |
| Zone 1 | 90 | 42,355 | 42,355 | 0 | 0,0298 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 90 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 90 | 72,367 | 69,584 | 4 | 1,5274 |
| Zone 2 | 90 | 59,041 | 59,041 | 0 | 0,4502 |
| Zone 1 | 90 | 42,355 | 42,355 | 0 | 0,027 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 90 | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
| Zone 3 | 90 | 72,367 | 69,584 | 4 | 1,5288 |

| | | | | | |
|--------|----|--------|--------|---|--------|
| Zone 2 | 90 | 59,041 | 59,041 | 0 | 0,452 |
| Zone 1 | 90 | 42,355 | 42,355 | 0 | 0,0236 |

| Fault ph 1 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 105 | | | | |
| Zone 3 | 105 | 44,021 | 44,021 | 0 | 0,0308 |
| Zone 2 | 105 | 45,782 | 44,021 | 4 | 0,9544 |
| Zone 1 | 105 | 45,782 | 44,021 | 4 | 0,0302 |

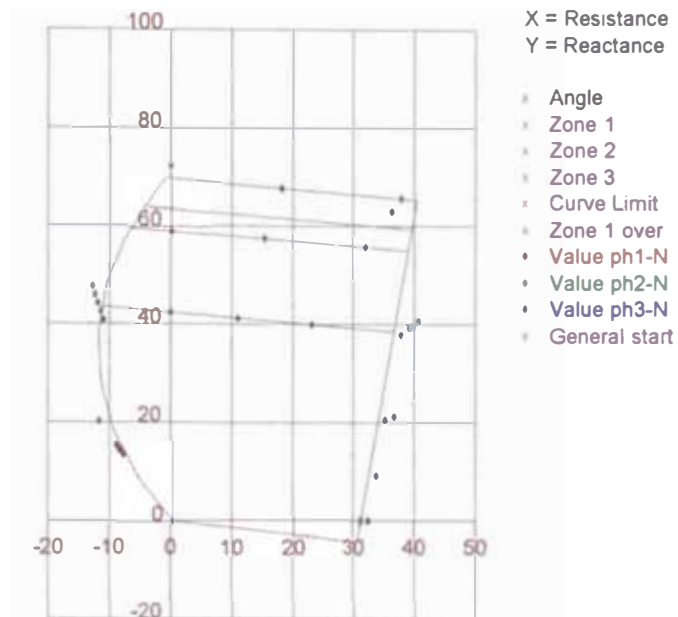
| Fault ph 2 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 105 | | | | |
| Zone 3 | 105 | 49,303 | 44,021 | 12 | 0,0374 |
| Zone 2 | 105 | 47,542 | 44,021 | 8 | 0,025 |
| Zone 1 | 105 | 45,782 | 44,021 | 4 | 0,023 |

| Fault ph 3 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 105 | | | | |
| Zone 3 | 105 | 45,782 | 44,021 | 4 | 0,027 |
| Zone 2 | 105 | 42,26 | 44,021 | -4 | 1,7898 |
| Zone 1 | 105 | 45,782 | 44,021 | 4 | 0,0292 |

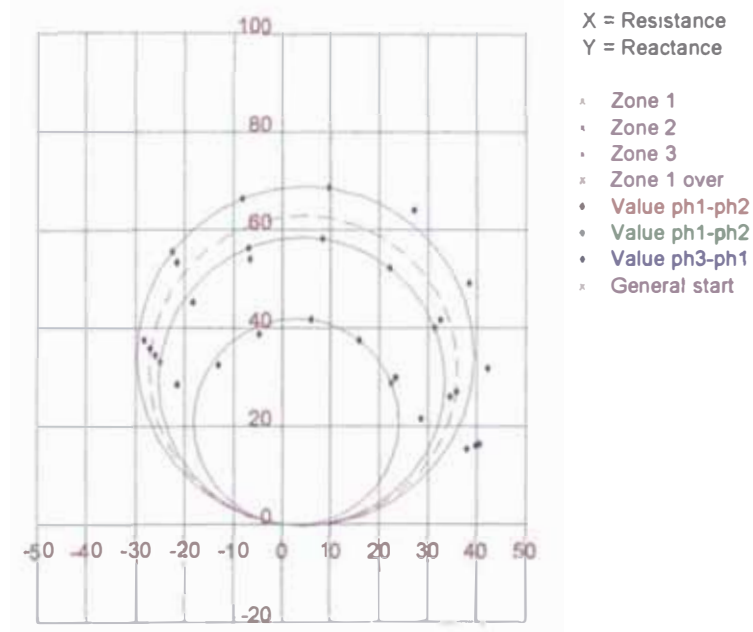
| Fault ph 1 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 120 | | | | |
| Zone 3 | 120 | 17,758 | 14,321 | 24 | 0,0286 |
| Zone 2 | 120 | 17,758 | 14,321 | 24 | 1,9488 |
| Zone 1 | 120 | 17,185 | 14,321 | 20 | 0,0228 |

| Fault ph 2 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 120 | | | | |
| Zone 3 | 120 | 23,283 | 14,321 | 62,6 | 0,0278 |
| Zone 2 | 120 | 23,283 | 14,321 | 62,6 | 0,0204 |
| Zone 1 | 120 | 23,283 | 14,321 | 62,6 | 0,0208 |

| Fault ph 3 - N | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| | 120 | | | | |
| Zone 3 | 120 | 15,466 | 14,321 | 8 | 0,0284 |
| Zone 2 | 120 | 15,466 | 14,321 | 8 | 2,1394 |
| Zone 1 | 120 | 16,612 | 14,321 | 16 | 0,027 |



Resultados de Falla Monofásicas



Resultados de Falla Bifásica

- A continuación las pruebas para fallas trifásicas:

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-221-Trifásica
 Relay type ASEA
 Relay code RAZFE
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator MB&RC&CR&RO&JY
 Date (dd,mm,yyyy) 4-05-1999 Hour (hh,mm) 16-40

LINE CHARACTERISTICS

| | Module (Ohm) | Phase |
|----------------------------------|--------------|-------|
| Source impedance ZS | 0 | 90 |
| Homopolar source coefficient KoS | 0 | 0 |
| Homopolar line coefficient KoL | 0,6 | 0 |

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|------------------------------|------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 110 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Maximum time for the tests | 2,6 | | |

Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I constante

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | -8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | -8 | 51,493 | 49,513 | 4 | 0,0262 |
| Zone 2 | -8 | 51,493 | 49,513 | 4 | 0,0262 |
| Zone 1 | -8 | 51,493 | 49,513 | 4 | 0,0262 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|--------|----------|
| 3 Phase | 22 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 22 | 59,46 | | 57,173 | 4 0,0296 |
| Zone 2 | 22 | 59,46 | | 57,173 | 4 0,0298 |
| Zone 1 | 22 | 59,46 | | 57,173 | 4 0,0296 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | 52 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 3 | 52 | 78,338 | 81,602 | -4 | 1,5306 |
| Zone 2 | 52 | 66,469 | 69,238 | -4 | 0,4382 |
| Zone 1 | 52 | 47,684 | 49,671 | -4 | 0,0286 |

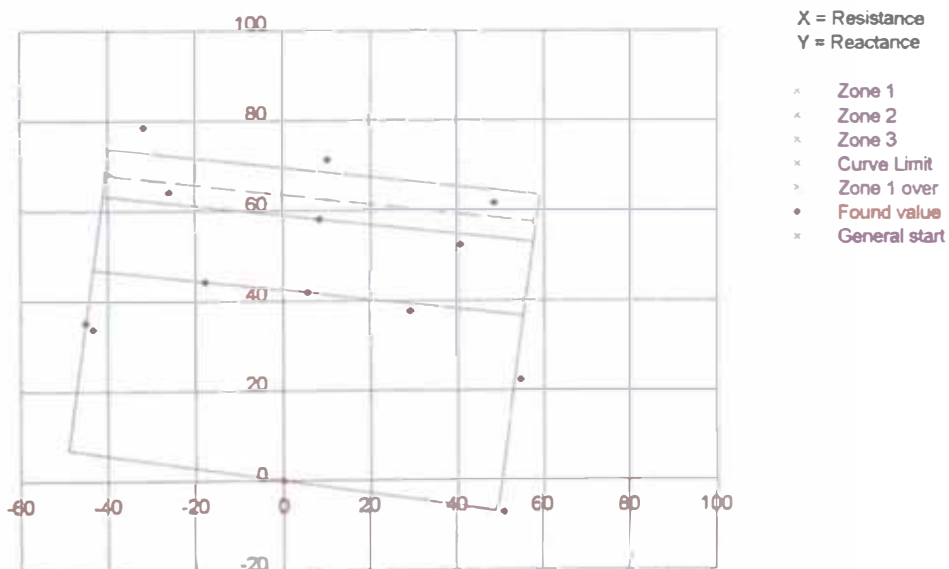
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | 82 | (ohm) | (ohm) | | |

| | | | | | |
|--------|----|--------|--------|---|--------|
| Zone 3 | 82 | 72,015 | 69,245 | 4 | 1,5328 |
| Zone 2 | 82 | 58,753 | 58,753 | 0 | 0,4382 |
| Zone 1 | 82 | 42,149 | 42,149 | 0 | 0,0296 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 112 | | | | |
| Zone 3 | 112 | 84,647 | 78,377 | 8 | 1,5356 |
| Zone 2 | 112 | 69,162 | 66,502 | 4 | 0,4394 |
| Zone 1 | 112 | 47,707 | 47,707 | 0 | 0,0278 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 142 | | | | |
| Zone 3 | 142 | 57,173 | 57,173 | 0 | 0,0334 |
| Zone 2 | 142 | 57,173 | 57,173 | 0 | 0,074 |
| Zone 1 | 142 | 54,886 | 57,173 | -4 | 0,029 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 172 | | | | |
| Zone 3 | 172 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 172 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 172 | 0 | 0 | | |



Resultados de Falla trifásica

5.2 Relé Razona

La prueba del relé Razona es la del relé que protege la línea que va desde la S.E. Chiclayo Oeste a la S E Piura Oeste (L-238).

5.2.1 Datos generales

| | | | |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | Chiclayo Oeste | R0 | 50,10 Ω |
| Línea | L-238 | X0 | 260,81 Ω |
| Destino | S.E. Piura Oeste | Z+ | 104,80 Ω |
| Tensión | 220 kV | $\Theta+$ | 79,82 ° |
| Longitud | 210,5 km | Z0 | 265,58 Ω |
| R'+ | 0,088 Ω /km. | $\Theta 0$ | 79,13 ° |
| X'+ | 0,490 Ω /km. | K0 | 0,51 |
| R'0 | 0,238 Ω /km. | CT _{prim} | 300 A |
| X'0 | 1,239 Ω /km. | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 18,52 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 103,15 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.2.2 Ajustes y calibraciones

| Tarjeta | Switch | Función | Posición | Ajuste |
|----------|---|---|----------|--------|
| RGZB 030 | Z α | Valor de ajuste para la zona de arranque | 2-16 | 6 |
| | I _{Ns} | Mínima corriente de operación | 0,2-1,6 | 1 |
| | F | Ajuste para probar los circuitos lógicos del relé | 0-15 | 2 |
| | S3:1 | Arranque por subimpedancia | ON | |
| | | Característica circular | OFF | X |
| | S3:2 | Arranque por subimpedancia. | ON | X |
| | | Característica oval | OFF | |
| S3:3 | C=4 en fórmula para Z de arranque | ON | | |
| | C=8 en fórmula para Z de arranque | OFF | | |
| S3:4 | Mínima corriente de operación para fallas multifásicas 0,2*In | ON | X | |
| | Mínima corriente de operación para fallas multifásicas 1,2*In | OFF | | |
| S3:4 | No se usa. Posición normal OFF | ON | X | |
| | | OFF | | |
| RGGB 030 | KN | Factor de compensación de secuencia | 0-15 | 6 |
| | PS | Valor que se ajusta según el tipo de aterramiento del sistema | 0-5 | 5 |

| | | | | |
|----------|--|--|-----------|----|
| RGAA 030 | a | Constante para determinar alcance de la parte inductiva | 5-99 | 96 |
| | b | Constante para determinar alcance de la parte resistiva | 5-99 | 56 |
| | S5:1 | Elemento de medida ZM bloqueado cuando el relé CRB opera No tiene función | ON OFF | X |
| | S5:2 | Disparo bloqueado cuando ZM opera si el relé CRB opera No tiene función | ON OFF | X |
| | S5:3 | Elemento de arranque bloqueado cuando CRB opera No tiene función | ON OFF | X |
| | S5:4 | No tiene función Posición normal | ON OFF | X |
| | X1 | Tiempo de despeje de falla para otros relés e interruptores adyacentes en la red >50 ms. Tiempo de despeje de falla para otros relés e interruptores adyacentes en la red <50 ms. | 1 | X |
| | | | 2 | |
| X2 | Tiempo de despeje de falla para otros relés e interruptores adyacentes en la red >50 ms. Tiempo de despeje de falla para otros relés e interruptores adyacentes en la red <50 ms. | 1 | X | |
| | | 2 | | |

| | | | | |
|----------|----|---|------|----|
| RGAB 030 | P1 | Constante para determinar alcance de la zona 1 | 0-99 | 33 |
| | P2 | Constante para determinar alcance de la zona 2 | 0-99 | 33 |
| | P3 | Constante para determinar alcance de la zona 3 | 0-99 | 20 |
| | X7 | Alcance de la unidad de medida ZE igual a la zona 1 Alcance de la unidad de medida ZE igual a la zona 2 Alcance de la unidad de medida ZE igual a la zona 3 | 1 | |
| 2 | | | X | |
| 3 | | | | |

| | | | | |
|------------------|---|---|------|---|
| RGTA 030 | T2 | Constante para determinar tiempo de operación de zona 2 | 1-15 | 3 |
| | T3 | Constante para determinar tiempo de operación de zona 3 | 1-15 | 2 |
| | T4 | Constante para determinar tiempo de operación de zona 4 | 1-15 | 7 |
| | D: T2 | Temporizado para zona 2 conectado | ON | X |
| | | Temporizado para zona 2 bloqueado | OFF | |
| | D: T3 | Temporizado para zona 3 conectado | ON | X |
| | | Temporizado para zona 3 bloqueado | OFF | |
| | D: T4 | Temporizado para zona 4 conectado | ON | X |
| | | Temporizado para zona 4 bloqueado | OFF | |
| | D:1 | Todas las zonas en dirección reversa | ON | |
| | | Todas las zonas en dirección hacia delante | OFF | X |
| | D: I2 | Zona 2 opuesta a zona 1 | ON | |
| | | Zona 2 en la misma dirección de zona 1 | OFF | X |
| | D: I3 | Zona 3 opuesta a zona 1 | ON | |
| | | Zona 3 en la misma dirección de zona 1 | OFF | X |
| | D:A | Alcance de zona 1 extendida a 1,5 veces el valor ajustado | ON | |
| | | Alcance de zona 1 extendida a 1,0 veces el valor ajustado | OFF | X |
| | D:A2 | Zona 1 se extiende a zona 2 cuando opera el relé CRA. | ON | |
| | | No tiene función | OFF | X |
| | D:A3 | Zona 1 se extiende a zona 3 cuando opera el relé CRA. | ON | X |
| No tiene función | | OFF | | |
| D:A4 | Zona 1 se extiende a zona 4 cuando opera el relé CRA. | ON | | |
| | No tiene función | OFF | X | |
| S5:1 | Zona 1 se extiende a zona 2 cuando opera el relé BC | ON | | |
| | No tiene función | OFF | X | |
| S5:2 | Zona 1 se extiende a zona 3 cuando opera el relé BC. | ON | | |
| | No tiene función | OFF | X | |
| S5:3 | Libera el disparo cuando el relé CRA opera si el jumper X1 en RGKC 070 está en posición 1 | ON | | |
| | No tiene función | OFF | X | |
| S5:4 | Reducción del alcance de zona 1 para fallas multifásicas si el switch D:A esta en ON | ON | | |
| | No tiene función | OFF | X | |

| | | | | |
|----------|------|--|-----|---|
| RGTA 030 | S6:1 | Tiempo de referencia para el integrador del circuito adaptado a la red con el tiempo de despeje de fallas <50ms. | ON | X |
| | S6:2 | | ON | |
| | S6:3 | | OFF | |
| RGTA 030 | S6:1 | Tiempo de referencia para el integrador del circuito adaptado a la red con el tiempo de despeje de fallas >50ms. | OFF | X |
| | S6:2 | | OFF | |
| | S6:3 | | ON | |
| RGTA 030 | S6:4 | Bloqueo del temporizado con el disparo Bloqueo del temporizado con el reseteo del elemento de arranque | ON | X |
| | | | OFF | |

| | | | | |
|----------|---|--|-----|---|
| RGSB 030 | S1:1 | Disparo no direccional cuando el temporizado de zona 4 opera Disparo direccional cuando el temporizado de zona 4 opera | ON | X |
| | | | OFF | |
| | S1:2 | Disparo instantáneo desde el elemento de arranque si el relé BC opera No tiene función | ON | X |
| | | | OFF | |
| | S1:3 | Relé de disparo bloqueado hasta que el temporizado T2 opere o hasta que el relé CRA opere No tiene función | ON | X |
| | | | OFF | |
| | S1:4 | Reseteo del relé CSA cuando opera el temporizado T2 Relé CSA da una señal simultaneamente cuando dispara | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S1:5 | Indicación de disparo solo si el relé de disparo ha arrancado Indicación de disparo aun si el relé disparo está bloqueado | ON | X |
| OFF | | | | |
| S1:6 | Indicación de señal de alarma solo si se produce el disparo Indicación de señal de alarma en cada arranque | ON | | |
| | | OFF | X | |
| S1:7 | Los indicadores muestran solo el último evento No tiene función | ON | | |
| | | OFF | X | |
| S1:8 | Circuito integrador queda by-paseado si X1 en RGSB 030 esta en posición 1 y i) X1 en RGKC 070 esta también en posición 1 y CRA opera o ii) despues de un tiempo T0 si el switch S2.1 en RGZA 030 (ZE) esta en posición ON No tiene función | ON | X | |
| | | OFF | | |
| X1 | Circuito intergrador conectado continuamente Circuito intergrador conectado despues que un tiempo ha pasado | 0 | | |
| | | 1 | X | |

| | | | | |
|----------|----|---|---|---|
| RGKC 070 | X1 | Una señal externa conectada a la entrada del relé CRA para el control de la función aceleración | 1 | X |
| | | Una señal externa conectada a la entrada del relé CRA bloquea los elementos de arranque. | 2 | |

| | | | | |
|----------|------|---|-----------|---|
| RGKD 050 | S1:1 | Disparo no dirección para fallas trifásicas cuando opera el relé BC. No tiene función | ON OFF | X |
| | S1:2 | La salida del relé BA opera cuando el relé BC opera No tiene función | ON OFF | X |
| | S1:3 | La salida del relé BA opera cuando el temporizado T3 opera No tiene función | ON OFF | X |
| | S1:4 | La salida del relé BA opera cuando el temporizado T2 opera No tiene función | ON OFF | X |
| | X1 | El relé TA opera cuando hay una falla trifásica El relé TA opera cuando hay una falla bifásica o trifásica | 1 2 | X |

| | | | | |
|----------|----------------------|---|-------------------|---|
| RGZA 030 | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE la misma que para la zona 1, 2, 3 | OFF OFF OFF | X |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE la misma que para la zona 1, 2, pero inversa a la zona 3 | OFF OFF ON | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE la misma que para la zona 1, pero inversa a la zona 2 y 3 | OFF ON ON | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE inversa a zona 1, pero igual a la zona 2 y 3 | ON ON ON | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE inversa a zona 1 y 3 pero igual a la zona 2 | ON ON OFF | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE inversa a zona 1,2 y 3 | ON OFF OFF | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE inversa a zona 1 y 2 pero igual a la zona 3 | ON OFF ON | |
| | S1:1 S1:2 S1:3 | Dirección de ZE la misma que para la zona 1 y 3, pero inversa a la zona 2 | OFF ON OFF | |

| | | | | |
|----------|--|--|-----|---|
| RGZA 030 | S1:4 | Relé de disparo bloqueado hasta que operen los temporizados de T2, T3 o T0 No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S1:5 | Elemento de medida ZM bloqueado hasta que operen los temporizados de T2, T3 o T0 No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S1:6 | Relé de disparo arrancado por la unidad de medida ZE (S2:2 y S2:3) No tiene función | ON | X |
| | | | OFF | |
| | S1:7 | Relés de salida ZE y CSB arrancados por la unidad de medida ZE (S2:2 y S2:3) No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S1:8 | Relés de salida ZE y CSB arrancados instantaneamente por la unidad de medida ZE No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S2:1 | Temporizado T0 energiza la función aceleración No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S2:2 | Si S2:3 en OFF. Bloquea la señal de salida de ZE a las salidas del relé ZE y CSB (Si S1:7 ON y S1:8 OFF) o el relé de disparo (Si S1:6 ON) No tiene función | ON | |
| | | | OFF | X |
| | S2:3 | Si S2:2 en OFF. Bloquea la señal de salida de ZE a las salidas del relé ZE y CSB (Si S1:7 ON y S1:8 OFF) o el relé de disparo (Si S1:6 ON) hasta que T2 o T3 operen. No tiene función | ON | X |
| | | | OFF | |
| S2:4 | Bloquea la señal de salida desde el temporizado T0 si opera ZE Operación de ZE no afecta a la de T0 | ON | | |
| | | OFF | X | |
| S2:5 | Unidad de extra-medida ZE activada hasta que se resetee el elemento de arranque No tiene función | ON | | |
| | | OFF | X | |
| S2:6 | Temporizado para T0 en 40 ms | ON | | |
| S2:7 | | OFF | | |
| S2:8 | | OFF | | |
| S2:6 | Temporizado para T0 en 50 ms | OFF | | |
| S2:7 | | ON | | |
| S2:8 | | OFF | | |
| S2:6 | Temporizado para T0 en 60 ms | OFF | | |
| S2:7 | | OFF | | |
| S2:8 | | OFF | | |
| S2:6 | Temporizado para T0 en 80 ms | OFF | | |
| S2:7 | | OFF | X | |
| S2:8 | | OFF | | |

| | | | | |
|----------|----|---|---------|------|
| RGZA 030 | X1 | ZE se libera despues de un T2 (si S2:3 ON) o la unidad de medida ZM se libera (si S1:5 ON) o el relé de disparo se libera (si S1:4 ON). | 1 | X |
| | | ZE se libera despues de un T3 (si S2:3 ON) o la unidad de medida ZM se libera (si S1:5 ON) o el relé de disparo se libera (si S1:4 ON). | 2 | |
| RXZF 2 | C1 | | 10 | 10 |
| | m | Módulo de oscilación de potencia | 1, 2, 4 | 1 |
| | d | | 1, 1,41 | 1,41 |
| | q | Fórmula: $R=C1*(m*d)/In*q/22$ | 22-30 | 30 |
| In | | 1 o 5 | 1 | |

5.2.3 Fórmulas

- **Fórmulas de las Reactancias de Zona 1, 2 y 3**

$$X_i = \frac{3.2}{In} * \frac{f}{50} * \frac{a}{P_i}$$

Donde:

- i : Subíndice que indica el número de zona.
- f : Frecuencia nominal
- In : Corriente nominal del relé
- a, P_i : Ajustes del relé Razo

- **Fórmulas de Valores Resistivos de Zona 1, 2 y 3**

$$R_i = \frac{3.2}{In} * \frac{b}{P_i}$$

Donde:

- i : Subíndice que indica el número de zona.
- b, P_i : Ajuste del relé Razo
- In : Corriente nominal

- **Zona de Arranque (Z4)**

$$Z4 = C * Z\alpha$$

Donde:

- $Z\alpha$: Ajuste del Razono
- C : Constante que sale de ajuste interno del relé

5.2.4 Resumen de alcances

| | % de línea | R _{sec} (Ω) | X _{sec} (Ω) | Z _{sec} (Ω) | Z _{prim} (Ω) | Tiempos (s) |
|--------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| Zona 1 | 79,42% | 5,43 | 11,17 | 11,35 | 83,23 | - |
| Zona 2 | 79,42% | 5,43 | 11,17 | 11,35 | 83,23 | 0,15 |
| Zona 3 | 131,05% | 8,96 | 18,43 | 18,73 | 137,33 | 1,00 |
| Zona 4 | 167,95% | | | 24,00 | 176,00 | 2,80 |

5.2.5 Procedimiento

- Para el caso del relé Razono el procedimiento es el mismo que para el relé Razfe.
- Se muestra en la figura V 4 donde se inserta el peine de pruebas
- Las conexiones de tensión, corriente y disparo o parada se muestran en la figura V 5
- Para apagar el relé debe verificarse si cuenta con interruptores termomagnéticos; ya que si por error se retira el cable de alimentación negativo existe la posibilidad de que se produzcan disparos debido a que se producen pequeñas tensiones en los relés auxiliares de disparo que en algunos casos son lo suficientemente altas para que se cierren los contactos de disparo



Figura V.4

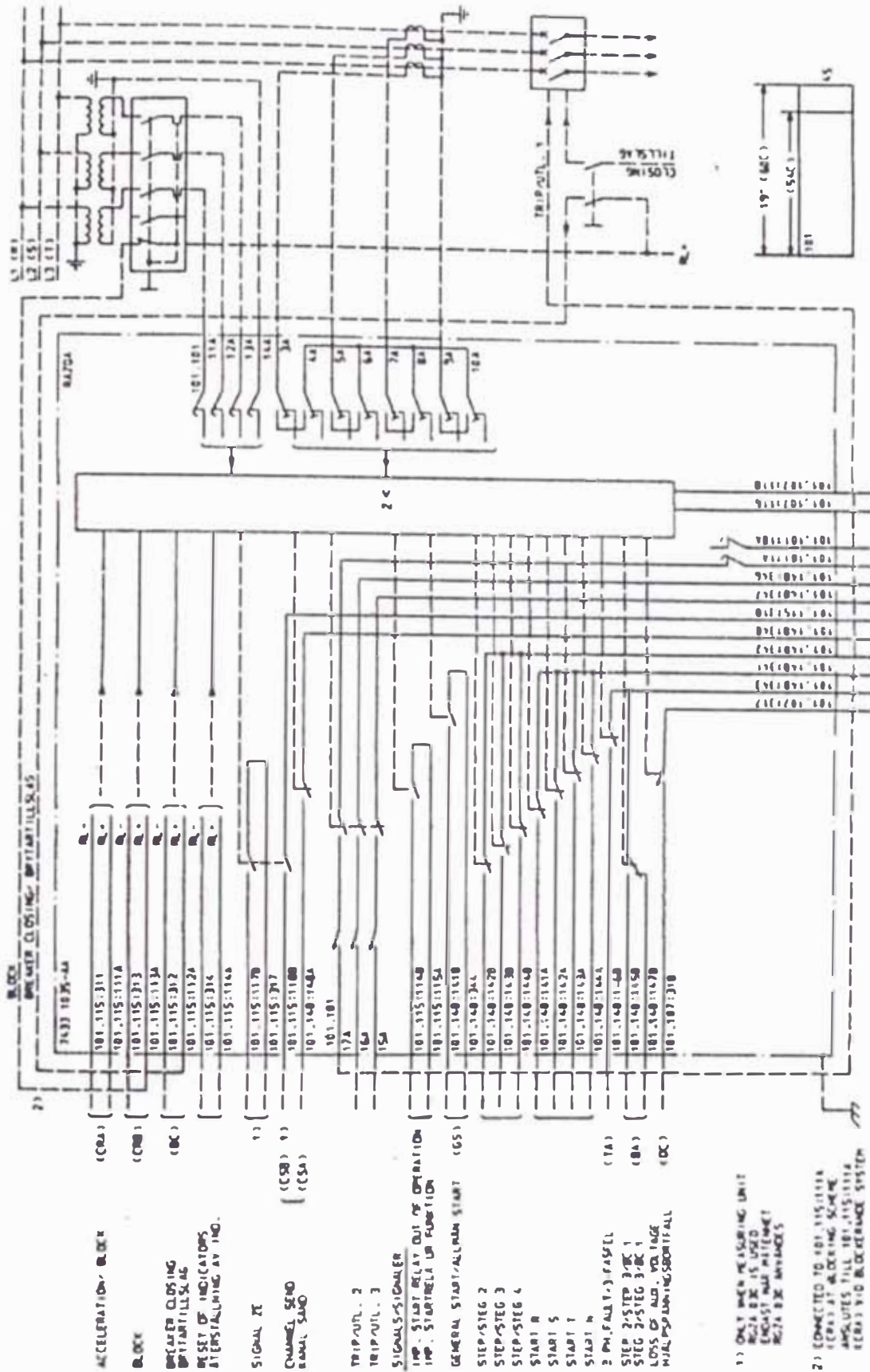


Figura V.5. Conexiones del Relé RAZOA.

5.2.6 Pruebas

A continuación los resultados de las pruebas para fallas monofásicas y bifásicas. Esta prueba se hizo con el programa automático del relé Razoá Después de mostrarse el resultado de las pruebas se incluye también los gráficos correspondientes.

TEST RESULTS

```

Plant Name          ETECEN
Line Name           L-238
Relay type          ABB
Relay code          RAZOA
Location            SE CHICLAYO
Operator            RC&WAG&JAYT
Date (dd,mm,yyyy)  25-02-1999   Hour (hh,mm) 11-30
  
```

LINE CHARACTERISTICS

| | Module (Ohm) | Phase |
|----------------------------------|--------------|-------|
| Source impedance ZS | 0 | 0 |
| Homopolar source coefficient KoS | 1 | 0 |
| Homopolar line coefficient KoL | 0,6 | 0 |

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|------------------------------|------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 0 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Minimum current | 0,05 | Maximum current | 1 |
| Maximum time for the tests | 3,64 | | |

```

Trip type                single phase on C1,2,3=R,Y,B
Trip input(s) level      NO
Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const)    2
  
```

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 30,54 | 29,366 | 4 | 2,766 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,4612 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,1196 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 30,54 | 29,366 | 4 | 2,898 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,465 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,1234 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 30,54 | 29,366 | 4 | 2,9378 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,467 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,124 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 25,372 | 23,492 | 8 | 2,7654 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,4656 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,1222 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 24,432 | 23,492 | 4 | 2,7592 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,472 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,1268 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 81,8 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81,8 | 25,372 | 23,492 | 8 | 2,7588 |
| Zone 3 | 81,8 | 19,204 | 19,204 | 0 | 0,4714 |
| Zone 2 | 81,8 | 11,638 | 11,638 | 0 | 0,123 |
| Zone 1 | 81,8 | 0 | 11,638 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 18,516 | 15,962 | 16 | 2,755 |
| Zone 3 | 0 | 8,96 | 8,96 | 0 | 0,461 |
| Zone 2 | 0 | 5,43 | 5,43 | 0 | 0,1208 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 19,155 | 15,962 | 20 | 2,7542 |
| Zone 3 | 0 | 9,318 | 8,96 | 4 | 0,461 |
| Zone 2 | 0 | 5,43 | 5,43 | 0 | 0,124 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 19,155 | 15,962 | 20 | 2,7502 |
| Zone 3 | 0 | 9,318 | 8,96 | 4 | 0,4642 |
| Zone 2 | 0 | 5,647 | 5,43 | 4 | 0,1196 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 14,302 | 12,77 | 12 | 2,7536 |
| Zone 3 | 0 | 9,318 | 8,96 | 4 | 0,4652 |
| Zone 2 | 0 | 5,647 | 5,43 | 4 | 0,1194 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 14,302 | 12,77 | 12 | 2,7516 |
| Zone 3 | 0 | 9,318 | 8,96 | 4 | 0,4664 |
| Zone 2 | 0 | 5,647 | 5,43 | 4 | 0,1206 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 0 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 0 | 14,813 | 12,77 | 16 | 2,7568 |
| Zone 3 | 0 | 9,318 | 8,96 | 4 | 0,4632 |
| Zone 2 | 0 | 5,647 | 5,43 | 4 | 0,1194 |
| Zone 1 | 0 | 0 | 5,43 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 24,819 | 22,981 | 8 | 2,7502 |
| Zone 3 | 30 | 10,759 | 10,346 | 4 | 0,4574 |
| Zone 2 | 30 | 6,521 | 6,27 | 4 | 0,1228 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 23,9 | 22,981 | 4 | 2,7486 |
| Zone 3 | 30 | 11,173 | 10,346 | 8 | 0,4628 |
| Zone 2 | 30 | 6,521 | 6,27 | 4 | 0,1218 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 22,981 | 22,981 | 0 | 2,7514 |
| Zone 3 | 30 | 11,173 | 10,346 | 8 | 0,4588 |
| Zone 2 | 30 | 6,521 | 6,27 | 4 | 0,1178 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 18,385 | 18,385 | 0 | 2,7526 |
| Zone 3 | 30 | 10,759 | 10,346 | 4 | 0,4624 |
| Zone 2 | 30 | 6,521 | 6,27 | 4 | 0,1202 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 20,591 | 18,385 | 12 | 2,748 |
| Zone 3 | 30 | 10,759 | 10,346 | 4 | 0,4592 |
| Zone 2 | 30 | 6,772 | 6,27 | 8 | 0,1224 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 30 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 30 | 19,855 | 18,385 | 8 | 2,7556 |
| Zone 3 | 30 | 10,759 | 10,346 | 4 | 0,4642 |
| Zone 2 | 30 | 6,772 | 6,27 | 8 | 0,119 |
| Zone 1 | 30 | 0 | 6,27 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 30,726 | 29,544 | 4 | 2,7584 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,463 |
| Zone 2 | 60 | 12,163 | 10,86 | 12 | 0,124 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 29,544 | 29,544 | 0 | 2,7506 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,4656 |
| Zone 2 | 60 | 12,163 | 10,86 | 12 | 0,122 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 30,726 | 29,544 | 4 | 2,7488 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,465 |
| Zone 2 | 60 | 12,163 | 10,86 | 12 | 0,1228 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 26,471 | 23,635 | 12 | 2,7536 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,4632 |
| Zone 2 | 60 | 12,598 | 10,86 | 16 | 0,1254 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 24,58 | 23,635 | 4 | 2,7544 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,4676 |
| Zone 2 | 60 | 12,598 | 10,86 | 16 | 0,123 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 60 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 60 | 25,526 | 23,635 | 8 | 2,748 |
| Zone 3 | 60 | 20,07 | 17,92 | 12 | 0,463 |
| Zone 2 | 60 | 12,598 | 10,86 | 16 | 0,1188 |
| Zone 1 | 60 | 0 | 10,86 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 29,318 | 28,19 | 4 | 3,0174 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,4576 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1236 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 29,318 | 28,19 | 4 | 2,967 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,465 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1216 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 29,318 | 28,19 | 4 | 3,0178 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,4628 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1232 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 22,552 | 22,552 | 0 | 2,751 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,4602 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1182 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 24,356 | 22,552 | 8 | 2,7486 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,4602 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1224 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 90 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 90 | 23,454 | 22,552 | 4 | 2,7492 |
| Zone 3 | 90 | 19,007 | 19,007 | 0 | 0,4648 |
| Zone 2 | 90 | 11,52 | 11,52 | 0 | 0,1196 |
| Zone 1 | 90 | 0 | 11,52 | -100 | |

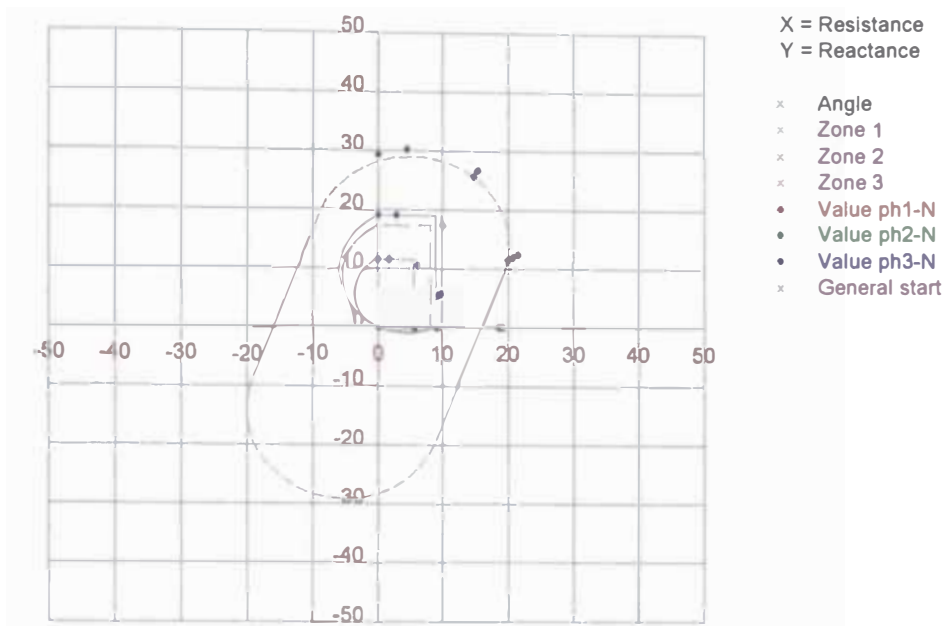


Gráfico Resultados Falla 10

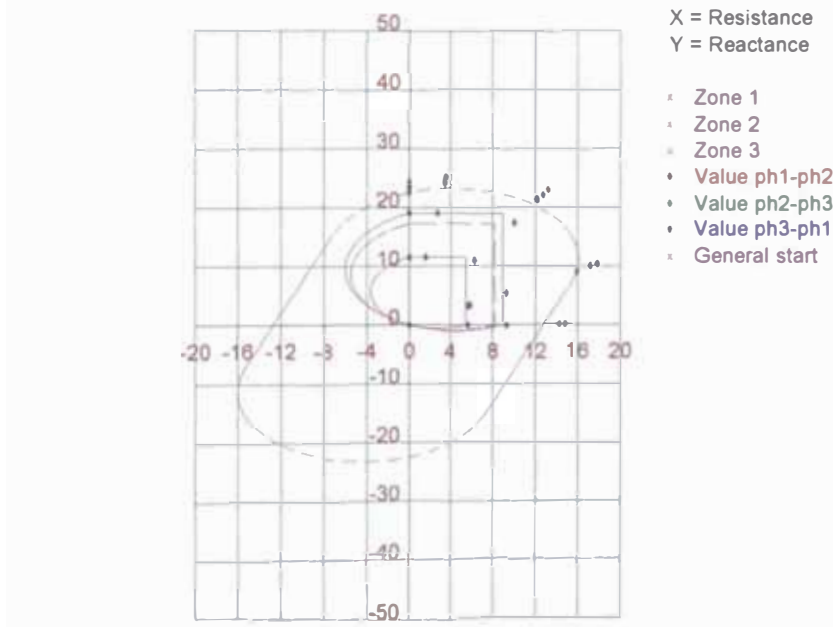


Gráfico Resultados Falla 20

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-238
 Relay type ABB
 Relay code RAZOA
 Location SE CHICLAYO
 Operator RC&WAG&JAYT
 Date (dd,mm,yyyy) 25-02-1999 Hour (hh,mm) 12-30

LINE CHARACTERISTICS

| | Module (Ohm) | Phase |
|----------------------------------|--------------|-------|
| Source impedance ZS | 0 | 0 |
| Homopolar source coefficient KoS | 1 | 0 |
| Homopolar line coefficient KoL | 0,6 | 0 |

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|------------------------------|------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 0 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Minimum current | 0,05 | Maximum current | 1 |
| Maximum time for the tests | 3,64 | | |

Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) 2

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | -10 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | -10 | 15,63 | 14,745 | 6 | 2,7408 |
| Zone 3 | -10 | 6,185 | 5,523 | 12 | 0,4536 |
| Zone 2 | -10 | 3,615 | 3,347 | 8 | 0,1186 |
| Zone 1 | -10 | 0 | 3,347 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | 35 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 35 | 17,735 | 15,288 | 16 | 2,747 |
| Zone 3 | 35 | 11,594 | 10,938 | 6 | 0,4632 |
| Zone 2 | 35 | 7,026 | 6,629 | 6 | 0,119 |
| Zone 1 | 35 | 0 | 6,629 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | 80 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 80 | 29,687 | 26,041 | 14 | 2,744 |
| Zone 3 | 80 | 19,301 | 19,301 | 0 | 0,46 |
| Zone 2 | 80 | 11,697 | 11,697 | 0 | 0,1194 |
| Zone 1 | 80 | 0 | 11,697 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| 3 Phase | 125 | (ohm) | (ohm) | | |

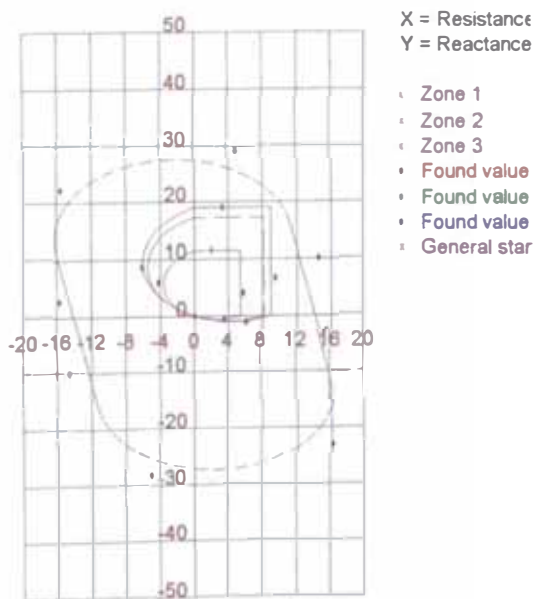
| | | | | | |
|--------|-----|--------|--------|------|--------|
| Zone 4 | 125 | 27,125 | 25,116 | 8 | 2,7418 |
| Zone 3 | 125 | 10,639 | 10,431 | 2 | 0,4624 |
| Zone 2 | 125 | 7,333 | 6,321 | 16 | 0,118 |
| Zone 1 | 125 | 0 | 6,321 | -100 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-----|----------|
| 3 Phase | 170 | 15,925 | 14,745 | 8 | 2,7402 |
| Zone 4 | 170 | 0 | 0 | 0 | 2,7366 |
| Zone 2 | 170 | 0 | 0 | 0 | 2,7362 |
| Zone 1 | 170 | 0 | 0 | 0 | 2,7306 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-----|----------|
| 3 Phase | 215 | 17,735 | 15,288 | 16 | 2,7384 |
| Zone 4 | 215 | 0 | 0 | 0 | 2,7354 |
| Zone 2 | 215 | 0 | 0 | 0 | 2,7374 |
| Zone 1 | 215 | 0 | 0 | 0 | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 260 | 28,645 | 26,041 | 10 | 2,7392 |
| Zone 4 | 260 | 0 | 0 | 0 | 2,736 |
| Zone 2 | 260 | 0 | 0 | 0 | 2,7376 |
| Zone 1 | 260 | 0 | 0 | 0 | 2,7384 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 305 | 28,13 | 25,116 | 12 | 2,7426 |
| Zone 4 | 305 | 0 | 0 | 0 | 2,7368 |
| Zone 2 | 305 | 0 | 0 | 0 | 2,7356 |
| Zone 1 | 305 | 0 | 0 | 0 | 2,736 |



Resultados de Falla 30

5.3 Relé TLS

El relé TLS que se mostrará en estas pruebas es el relé de la línea L-205 que va desde la S.E

San Juan hasta la S.E. Pomacocha

5.3.1 Datos generales

| | | | |
|-------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | San Juan | R0 | 23,83 Ω |
| Línea | L-205 | X0 | 170,24 Ω |
| Destino | S.E. Pomacocha | Z+ | 62,80 Ω |
| Tension | 220 kV | $\Theta+$ | 83,67 ° |
| Longitud | 113,49 km | Z0 | 171,90 Ω |
| R'+ | 0,06 Ω/km | $\Theta 0$ | 82,03 ° |
| X'+ | 0,55 Ω/km | K0 | 0,58 |
| R'0 | 0,21 Ω/km | CT _{prim} | 600 A |
| X'0 | 1,50 Ω/km | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 6,92 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 62,42 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.3.2 Ajustes y calibraciones

| Modulo | Tipo | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|----------|------------------------|-----------------|-----------|------------|
| VMM 101 | I1 | Zone 1 reach ext=1+(*) | Front panel | 0,1 | 1,1 |
| | OFFSET | MT/MTG offset | On board | 0 | 0 |
| | OFFSET | M1/MG1 offset | On board | 0 | 0 |
| | VP ANG | MG1 phase shift | On board | 0 | 0 |
| | M1 VP | M1 phase shift | On board | Not Shift | Not Shift |
| | MULT | I0 zero supp | On board | 1 | 1 |
| | NB | NB reach.=5+(*) | On board | 15 | 20 |
| | KI2Z | NB curr. comp.=0,6+(*) | On board | 0,4 | 1 |
| | I0Z REST | I0Z restraint | On board | IN | IN |
| | I2LD | I2= 0,05+(*) | On board | 0 | 0,05 |
| | ISM 101 | IT | I0 trip=0,1+(*) | On board | 0 |
| IB | | I0 block=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| OZ1 | | Replica impedance | Front panel | 85° | 85 |
| OZ0 | | Replica impedance | Front panel | 80° | 80 |

| Modulo | Tipo | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|-----------|----------------------------|--------------|--------|------------|
| AFM 101 | r | M1/MG1 Reach=1+(*) | Front panel | 1,7 | 2,7 |
| | MULT | M1/MG1 Reach mult | Front panel | 1 | 1 |
| | A FIL. | MG1 A filter | On board | ON | ON |
| | B FIL. | MG1 B filter | On board | IN | IN |
| | 0 SUP | MG1 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | S | MG1 S signal | On board | OFF | OFF |
| | MULT | I0ZR1 clip level | On board | 1 | 1 |
| | K0 | MGD1 I0 curr comp.=1+(*) | On board | 1,7 | 2,7 |
| | <ZR0 | MG1<ZR0 | On board | 0 | 0 |
| AFM 103 | r | MT/MTG Reach=3+(*) | Front panel | 4,2 | 7,2 |
| | MULT | MT/MTG Reach mult | Front panel | 1 | 1 |
| | A FIL | MTG A filter | On board | ON | ON |
| | B FIL | MTG B filter | On board | IN | IN |
| | 0 SUP | MTG 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | S | MTG S signal | On board | OFF | OFF |
| | MULT | I0ZR1 clip level | On board | 1 | 1 |
| | K0 | MTG I0 curr comp =1+(*) | On board | 1,7 | 2,7 |
| | <ZR0 | MTG<ZR0 | On board | 0 | 0 |
| AFM 211 | A1 FIL | M1 A filter | On board | ON | ON |
| | B1 FIL | M1 B filter | On board | IN | IN |
| | 0(1) SUP | M1 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | S1 | M1 S signal | On board | OFF | OFF |
| | AT FIL | MT A filter | On board | ON | ON |
| | BT FIL | MT B filter | On board | IN | IN |
| | 0 (T) SUP | MT 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | ST | MT S signal | On board | OFF | OFF |
| ABM 101 | r | MB reach=2+(*) | Front panel | 0 | 2 |
| | K | MB I0 curr. comp =1+(*) | On board | 0 | 1 |
| | KV1 | MB volt. comp. | On board | 0,3 | 0,3 |
| | OFFSET | MB offset | On board | OUT | OUT |
| | POL | MB pol phase sh | On board | 0 | 0 |
| | I1 | I1 Line pick up=0,2+(*) | On board | 0,8 | 1 |
| | I2 SHIFT | I2 shift | On board | 0 | 0 |
| | I0 SHIFT | I0 shift | On board | 0 | 0 |
| ETM 101 | I0 SENS | 3I0 sens (Zone 1)=0,05+(*) | On board | 0,2 | 0,25 |
| | VP SENS | MG1 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | VP SENS | M1 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | I0-0 | I00 (M1 sup)=0,1+(*) | Front panel | 0 | 0,1 |
| | VP | MG1 VP | On board | ON | ON |
| | I2 | MG1 I2 | On board | ON | ON |
| | I0 | MG1 I0 | On board | ON | ON |
| ETM 102 | VP SENS | MG2 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | VP SENS | M2 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | I0-0 | I0-0 (M2 sup)=0,1+(*) | Front panel | 0 | 0,1 |

| Modulo | Tipo | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|--------------|--|--------------|--------|------------|
| UTM 101 | M1 | M1 char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MG1 | MG1 char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MT | MT char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MTG | MTG char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MB | MB char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MG1 Superv'n | MG1 supervision | On board | MHO | MHO |
| | M1 Superv'n | M1 supervision | On board | BY MG1 | BY MG1 |
| ULM 101 | L101A-1 | Trip 3 pole for any MT | On board | C | C |
| | L101A-2 | | On board | C | C |
| | L101A-3 | Key 3 pole trip for any MT | On board | O | O |
| | L101A-4 | Doble circuit lines and | On board | C | C |
| | L101A-5 | single pole trip (SPT) | On board | C | C |
| | L101A-6 | | On board | C | C |
| | L101A-7 | Trip 3 pole after zone 2 | On board | C | C |
| | L101A-8 | or zone 3 time | On board | C | C |
| | L101B-1 | Trip 3 pole for input on CC3 | On board | O | O |
| | L101B-2 | SPT for single phase fault | On board | O | O |
| | L101B-3 | 1 pole/3 pole channel logic | On board | O | O |
| ULM 112 | L111A-1 | Permissive transfer trip | On board | O | O |
| | L111A-2 | CC11, CC12, CC13 used | On board | O | O |
| | L111A-3 | CC1 is not inverted | On board | O | O |
| | L111A-4 | CC3 is not inverted | On board | O | O |
| | L111B-1 | Directional comparison block | On board | O | O |
| | L111B-2 | Zone 2 reach for CC4 | On board | C | C |
| | L111B-3 | No transfer trip | On board | O | O |
| | L111B-4 | Transfer trip via CC1 and CC3 | On board | O | O |
| | TL13 | Timer TL13 (ms) | On board | 6 | 6 |
| ULM 122 | MOB0 | MOB timer | On board | 70 | 70 |
| | MOBG | MOBG timer | On board | 90 | 90 |
| | L121A-1 | 60 Hz | On board | O | O |
| | L121A-2 | Permissive underreaching transfer trip | On board | O | O |
| | L121A-3 | Block keying for out of step | On board | C | C |
| | L121A-4 | Block RI via scheme logic | On board | C | C |
| | L121A-5 | Invert key 1 | On board | O | O |
| | L121A-6 | Invert key 2 | On board | O | O |
| | L121A-7 | Key 1 and 2 for transfer trip | On board | C | C |
| | L121A-8 | Not used | On board | O | O |
| | L121B-1 | Override fault detector for inputs on CC7 or CC8 | On board | O | O |
| | L121B-2 | Override fault detector for out of step | On board | O | O |
| | L121B-3 | Override fault detector permanently | On board | O | O |
| | L121B-4 | Enable fault-detector-override logic | On board | C | C |
| | L121B-5 | Not used | On board | O | O |
| | L121B-6 | Not used | On board | O | O |
| | L121C-1 | Hybrid | On board | O | O |
| L121C-2 | Hybrid | On board | O | O | |

| Modulo | Tipo | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|----------|--|--------------|--------|------------|
| ULM 131 | NB | NB char. Timer=64+(*)) | On board | 26 | 90 |
| | TL4 | Timer TL4 (seconds) | On board | 1 | 1 |
| | TL24 | NB dropout (cycles) | On board | 5 | 5 |
| | TL25 | MB dropout (cycles) | On board | 5 | 5 |
| | SW131A-1 | Any MT supervise NB | On board | C | C |
| | SW131A-2 | Block reclose initiate for out of step | On board | O | O |
| | SW131A-3 | Zone 4 (TL4) in service | On board | C | C |
| | SW131A-4 | Trip 3 pole for line pickup | On board | C | C |
| | SW131A-5 | Bus side potencial | On board | O | O |
| | SW131A-6 | Not used | On board | O | O |
| ULM 141 | TL1 | Timer TL1 (ms) | On board | 4 | 4 |
| | TL2 | Timer TL2 (s) | On board | 0,6 | 0,6 |
| | TL3 | Timer TL3 (s) | On board | 1,1 | 1,1 |
| | TL14 | Timer TL14 (ms) | On board | 8 | 8 |
| | TL15 | Timer TL15 (ms) | On board | 8 | 8 |
| | TL16 | Timer TL16 (cycles) | On board | 2 | 2 |
| | TL22 | Timer TL22 (s) | On board | 0,4 | 0,4 |
| | L141A-1 | TL3 in service | On board | C | C |
| | L141A-2 | Supervise TL3 with MOB | On board | C | C |
| | L141A-3 | Supervise zone 1 with MOB | On board | C | C |
| | L141A-4 | TL2 in service | On board | C | C |
| | L141A-5 | Supervise channel trip with MOB | On board | C | C |
| | L141A-6 | Supervise zone 1 with blocking unit | On board | O | O |
| | L141A-7 | Supervise weak infeed with MOB | On board | C | C |
| | L141A-8 | Supervise TL2 with MOB | On board | C | C |
| | L141B-1 | Repeat out | On board | O | O |
| | L141B-2 | Add time delay to repeat | On board | C | C |
| | L141B-3 | Weak-infeed tripping | On board | O | O |
| | L141C-1 | Sequential reclose logic | On board | O | O |
| | L141C-2 | Trip via TL2 | On board | C | C |
| | L141C-3 | Sequencical-reclose input logic | On board | O | O |
| | L141D-1 | M2 | On board | C | C |
| | L141D-2 | Comparer input logic | On board | O | O |
| | L141E-1 | Comparer input logic | On board | C | C |
| | L141E-2 | Sequential-reclose logic | On board | O | O |
| | L141E-3 | TL16 not in service | On board | O | O |
| | L141E-4 | Not used | On board | O | O |
| | L141E-5 | Not used | On board | O | O |
| | L141E-6 | Block reclose for MT | On board | O | O |
| | L141F-1 | Block reclose logic | On board | C | C |
| | L141F-2 | Block reclose logic | On board | C | C |
| | L141F-3 | (TL15 input select) repeat logic | On board | O | O |

| Modulo | Tipo | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|----------|-------------------------|--------------|--------|------------|
| TAM 101 | SW1 | Address setting | On board | Left | Left |
| | SW2 | | On board | Left | Left |
| | SW3 | | On board | Left | Left |
| | SW4 | | On board | Left | Left |
| UTM 102 | MT | MT char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| | MTG2 | M2 char. Timer=64+(*) | On board | 26 | 90 |
| AFM 102 | r | M2/MG2 Reach=2+(*) | Front panel | 3,2 | 5,2 |
| | MULT | M2/MG2 Reach mult | Front panel | 1 | 1 |
| | A FIL | MG2 A filter | On board | ON | ON |
| | B FIL | MG2 B filter | On board | IN | IN |
| | 0 SUP | MG2 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | S | MG2 S signal | On board | OFF | OFF |
| | MULT | I0ZR1 clip level | On board | 1 | 1 |
| | K0 | MG2 I0 curr comp.=1+(*) | On board | 1,7 | 2,7 |
| <ZR0 | MG2<ZR0 | On board | 0 | 0 | |
| AFM 201 | A FIL | M2 A filter | On board | ON | ON |
| | B FIL | M2 B filter | On board | IN | IN |
| | 0(2) SUP | M2 0 sup=0,1+(*) | On board | 0 | 0,1 |
| | S2 | M2 S signal | On board | OFF | OFF |
| ETM102 | VP SENS | MG2 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | VP SENS | M2 VP sens | On board | 0,05 | 0,05 |
| | I0-0 | I0-0=0,1+(*) | Front panel | 0 | 0,1 |

5.3.3 Fórmulas

- **Zona 1, 2, 3 y 4**

$$Z_i = r_i * (MULT_i) * \frac{5}{ln}$$

Donde:

r_i : Ajuste del relé TLS

$MULT_i$: Multiplicador

i : 1, 2, 3, 4. Subíndice que indica la zona.

- **K0**

$$K0 = \frac{Z0}{Z_L}$$

Donde:

- K_0 : Factor de compensación de secuencia cero para las zonas 1, 2 y 3.
- Z_0 : Impedancia de secuencia cero
- Z_L : Impedancia de línea o secuencia positiva

En el caso que sea una línea de simple terna este valor debe de multiplicarse por 0.95

$$K = \frac{(Z_0 - Z_L)}{Z_L}$$

Donde:

- K : Factor de compensación de secuencia cero para la zona 4

5.3.4 Resumen de alcances

| | % de línea | $Z_{sec} (\Omega)$ | $Z_{prim} (\Omega)$ | Tiempos (s) | Dirección |
|--------|------------|--------------------|---------------------|-------------|-----------|
| Zona 1 | 78,82% | 13,5 | 49,50 | - | Adelante |
| Zona 2 | 151,80% | 26,0 | 95,33 | 0,6 | Adelante |
| Zona 3 | 210,18% | 36,0 | 132,00 | 1,1 | Adelante |
| Zona 4 | 58,38% | 10,0 | 36,67 | 1,0 | Atrás |

5.3.5 Procedimiento

- Al igual que los casos anteriores por seguridad debe quitarse primero el disparo. En el caso de los tableros General Electric estos cuentan con borneras seccionables por lo que la posibilidad de un disparo por error humano es mínimo.
- Los relés GE también tienen sus peine de pruebas, estos también abren los circuitos de tensión y de disparo, sin embargo no cortocircuitan los circuitos de corriente. Estos peines (Ver figura V.6) tienen unas conexiones para el lado del sistema y otras para el lado del relé. Los números en rojo representan las conexiones para el lado del sistema y los números en negro las conexiones para el lado del relé.

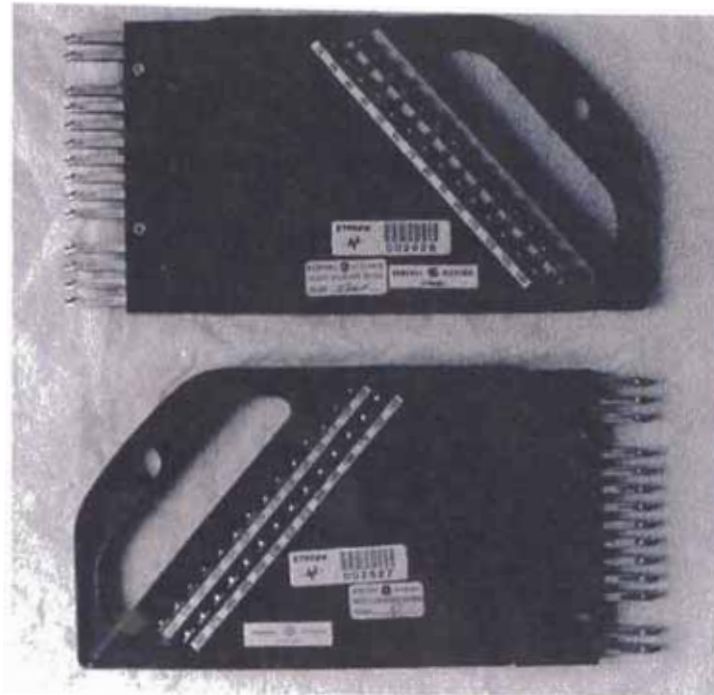


Figura V.6 Peines de Pruebas GE

- Las conexiones deben hacerse de acuerdo al esquema que se muestra en la figura V.7. Los bornes que corresponden a los circuitos de corrientes deben de cortocircuitarse haciendo un puente entre ellos en el lado del sistema (números rojos 9-10, 11-12, 13-14)
- Para tener el contacto de parada se tomaron los contactos 16, 18 y 20 (contactos con tensión) y como común un negativo del borne 15.

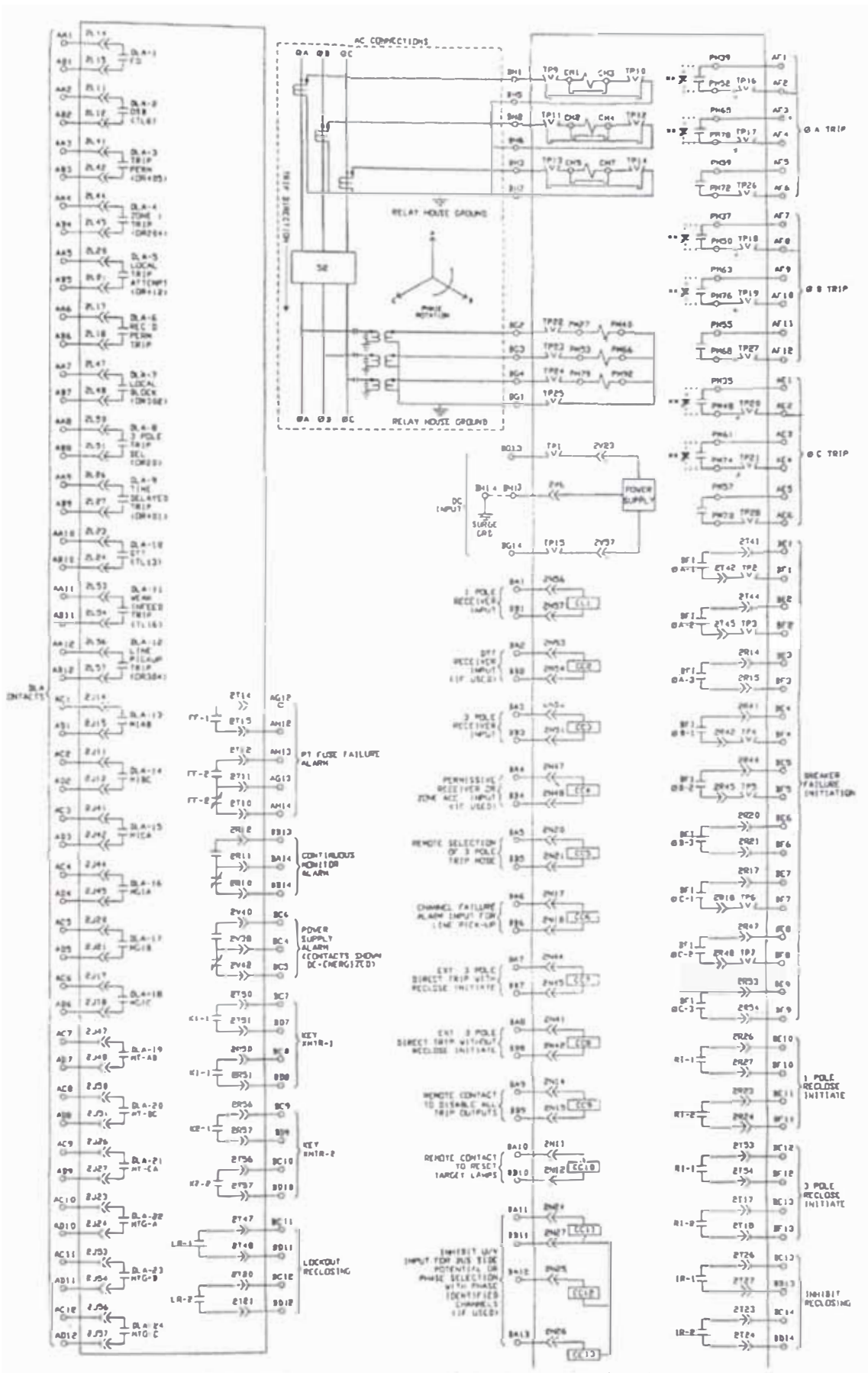


Figura V.7. Conexiones del Peine para el Relé TLS.

- En vista de que el peine también quita la alimentación continua, debe de hacerse un puente entre las bornera 1 (+) y 15 (-) del sistema, con 1 y 15 del relé.
- Una vez hechas todas las conexiones, se recomienda apagar el relé antes de retirar el peine del relé e introducir el peine de pruebas.
- Luego se comienza la prueba, se debe verificar las señalizaciones, alarmas y observar si los disparos salen correctamente
- Luego de culminada las pruebas debe de seguirse el proceso inverso, para reponer el relé

5.3.6 Pruebas

La prueba del relé TLS se realizó con el programa ZDESIGN. A pesar de que se cuenta con el programa automático del TLS, no se realizó la prueba con este, porque se detectó que para fallas bifásicas el equipo no inyectaba los valores correctos. En este caso la prueba se dividió en 4, la idea de dividirlo así fue para tener un gráfico por cada prueba:

- La primera se probó la fase RN y RS
- En la segunda la fase SN y ST
- En la tercera TN y TR
- Y en la cuarta falla 3Ø (RST).

TEST DATA

```
Plant Name      ETECEN
Cubicle         L-205
Type            TLS
Code            1B16P2CE2BB
Serial Number   FALLA_RN_RS
Location        S.E._SAN_JUAN
Operator        JYT/ROP/RC
Date            02/07/99
```

GENERAL TEST PARAMETERS

```
Freq. Nom.     60      Aux Vdc [ V ]    0
V nom. (V)     57,8    I nom (A)        1
```

ZONES TEST RESULTS

```
FAULT          R-gnd
Angle 25      °
ZONE  Z (Nom)  Z (Found)  Err %  Delay (s)
1      6,75     6,466     -4,2   0,016
2     12,75     11,679     -8,4   0,591
3     17,5      15,505    -11,4   1,123
```

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 55 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,48 | -1,8 | 0,019 |
| 2 | 22,083 | 21,818 | -1,2 | 0,613 |
| 3 | 30,31 | 30,128 | -0,6 | 1,115 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | R-gnd | | | |
| Angle | 85 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 13,499 | 13,256 | -1,8 | 0,02 |
| 2 | 25,499 | 25,04 | -1,8 | 0,597 |
| 3 | 34,999 | 35,209 | 0,6 | 1,125 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 115 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 10,639 | -9 | 0,019 |
| 2 | 22,083 | 20,096 | -9 | 0,605 |
| 3 | 30,31 | 27,946 | -7,8 | 1,116 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 145 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 4,968 | -26,5 | 0,024 |
| 2 | 12,75 | 8,772 | -31,2 | 0,604 |
| 3 | 17,5 | 11,41 | -34,8 | 1,107 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 25 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,697 | -15,6 | 0,019 |
| 2 | 12,75 | 11,296 | -11,4 | 0,601 |
| 3 | 17,5 | 16,345 | -6,6 | 1,093 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 55 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,27 | -3,6 | 0,017 |
| 2 | 22,083 | 21,951 | -0,6 | 0,606 |
| 3 | 30,31 | 29,583 | -2,4 | 1,108 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 85 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 13,499 | 13,58 | 0,6 | 0,018 |
| 2 | 25,499 | 26,264 | 3 | 0,613 |
| 3 | 34,999 | 36,259 | 3,6 | 1,109 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 115 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,27 | -3,6 | 0,024 |
| 2 | 22,083 | 22,216 | 0,6 | 0,621 |
| 3 | 30,31 | 29,401 | -3 | 1,106 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 145 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,616 | -16,8 | 0,024 |

| | | | | |
|---|-------|--------|-------|-------|
| 2 | 12,75 | 11,449 | -10,2 | 0,61 |
| 3 | 17,5 | 15,19 | -13,2 | 1,112 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 205 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 6,26 | 25,2 | 1,006 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 235 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 8,971 | 3,6 | 1,003 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 265 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| | 9,999 | 9,759 | -2,4 | 1,002 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 295 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 8,816 | 1,8 | 1,013 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 325 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 6,05 | 21 | 1,002 |

ZONES TEST RESULTS

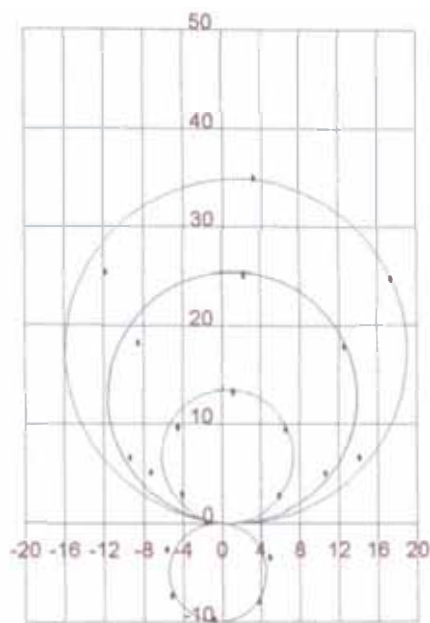
| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 205 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 9,08 | 81,5 | 1,018 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 235 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 11,206 | 29,4 | 1,014 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 265 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 9,999 | 9,159 | -8,4 | 1,014 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 295 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 10,79 | 24,6 | 0,998 |

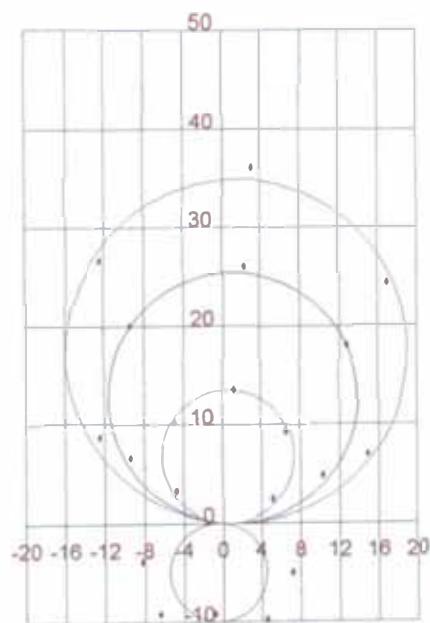
| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 325 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 8,78 | 75,6 | 1,009 |



X = Resistance
Y = Reactance

- ZONE 1L
- ZONE 1
- ZONE 2
- ZONE 3
- ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla RN



X = Resistance
Y = Reactance

- ZONE 1L
- ZONE 1
- ZONE 2
- ZONE 3
- ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla RS

TEST DATA

Plant Name

ETECEN

Cubicle L-205
 Type TLS
 Code 1B16P2CE2BB
 Serial Number FALLA_SN_ST
 Location S.E. SAN JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 02/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-gnd

Angle 25 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 6,75 6,588 -2,4 0,02
 2 12,75 11,755 -7,8 0,606
 3 17,5 15,085 -13,9 1,107

FAULT : Y-gnd

Angle 55 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 11,691 11,831 1,2 0,016
 2 22,083 21,951 -0,6 0,61
 3 30,31 30,128 -0,6 1,115

FAULT : Y-gnd

Angle 85 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 13,499 13,661 1,2 0,019
 2 25,499 25,652 0,6 0,619
 3 34,999 35,629 1,8 1,113

FAULT : Y-gnd

Angle 115 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 11,691 10,919 -6,6 0,02
 2 22,083 20,626 -6,6 0,61
 3 30,31 28,492 -6 1,121

FAULT : Y-gnd

Angle 145 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 6,75 5,332 -21 0,022
 2 12,75 9,231 -27,7 0,61
 3 17,5 12,355 -29,4 1,116

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-gnd

Angle 205 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 5 6,35 27 0,996

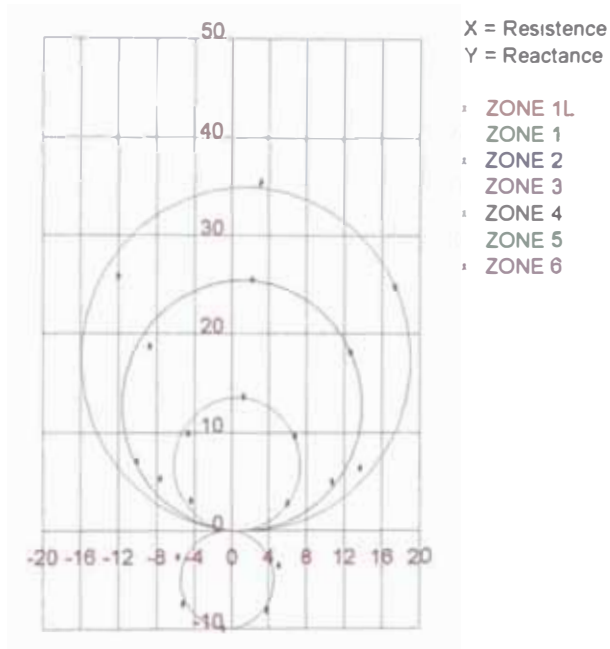
FAULT : Y-gnd

Angle 235 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 8,66 9,127 5,4 0,992

FAULT : Y-gnd
 Angle 265 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 9,999 10,059 0,6 1,006

FAULT Y-gnd
 Angle 295 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 8,66 8,971 3,6 1,004

FAULT : Y-gnd
 Angle 325 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 5 6,2 24 1,003



Falla SN

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-B
 Angle 205 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 5 8,99 79,8 1,012

FAULT Y-B
 Angle 235 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 8,66 10,998 27 1,002

FAULT · Y-B
 Angle 265 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 9,999 9,099 -9 1,014

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 295 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 11,154 | 28,8 | 1,001 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 325 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 9,14 | 82,8 | 1,02 |

ZONES TEST RESULTS

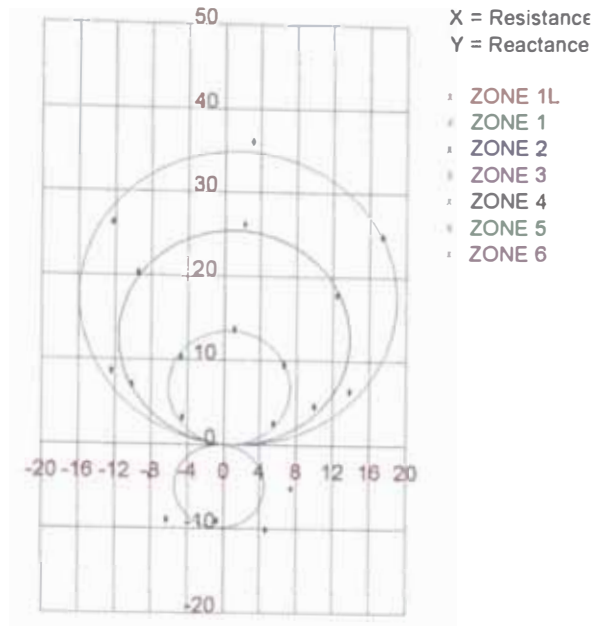
| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 25 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 6,021 | -10,8 | 0,019 |
| 2 | 12,75 | 10,99 | -13,8 | 0,608 |
| 3 | 17,5 | 15,19 | -13,2 | 1,105 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 55 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,551 | -1,2 | 0,014 |
| 2 | 22,083 | 21,686 | -1,8 | 0,6 |
| 3 | 30,31 | 30,492 | 0,6 | 1,119 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 85 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 13,499 | 13,742 | 1,8 | 0,019 |
| 2 | 25,499 | 26,264 | 3 | 0,612 |
| 3 | 34,999 | 36,259 | 3,6 | 1,125 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 115 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,27 | -3,6 | 0,022 |
| 2 | 22,083 | 22,481 | 1,8 | 0,608 |
| 3 | 30,31 | 28,855 | -4,8 | 1,105 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | Y-B | | | |
| Angle | 145 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,575 | -17,4 | 0,026 |
| 2 | 12,75 | 12,367 | -3 | 0,622 |
| 3 | 17,5 | 15,085 | -13,9 | 1,118 |



Falla ST

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-205
 Type TLS
 Code 1B16P2CE2BB
 Serial Number FALLA TN TR
 Location S.E._SAN_JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 02/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-gnd
 Angle 25 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,75 | 6,223 | -7,8 | 0,016 |
| 2 | 12,75 | 11,602 | -9 | 0,618 |
| 3 | 17,5 | 15,19 | -13,2 | 1,111 |

FAULT : B-gnd
 Angle 55 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,691 | 11,41 | -2,4 | 0,017 |
| 2 | 22,083 | 21,686 | -1,8 | 0,598 |
| 3 | 30,31 | 30,128 | -0,6 | 1,11 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 85 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 13,499 | 13,256 | -1,8 | 0,018 |
| 2 | 25,499 | 25,04 | -1,8 | 0,621 |
| 3 | 34,999 | 34,789 | -0,6 | 1,109 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | B-gnd | | | |
| Angle | 115 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 10,779 | -7,8 | 0,02 |
| 2 | 22,083 | 20,096 | -9 | 0,624 |
| 3 | 30,31 | 28,128 | -7,2 | 1,116 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 145 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,332 | -21 | 0,024 |
| 2 | 12,75 | 9,078 | -28,8 | 0,603 |
| 3 | 17,5 | 11,725 | -33 | 1,109 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 205 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 6,29 | 25,7 | 1,018 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 235 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 9,023 | 4,2 | 1,009 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 265 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 9,999 | 9,879 | -1,2 | 1,006 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 295 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 8,92 | 3 | 1,005 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 325 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 6,11 | 22,2 | 1,011 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 205 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 8,84 | 76,8 | 1,018 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 235 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 10,842 | 25,2 | 1,006 |

FAULT : B-R

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 265 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 9,999 | 8,859 | -11,4 | 1,004 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 295 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,66 | 10,894 | 25,8 | 1,009 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 325 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5 | 8,93 | 78,6 | 1,021 |

ZONES TEST RESULTS

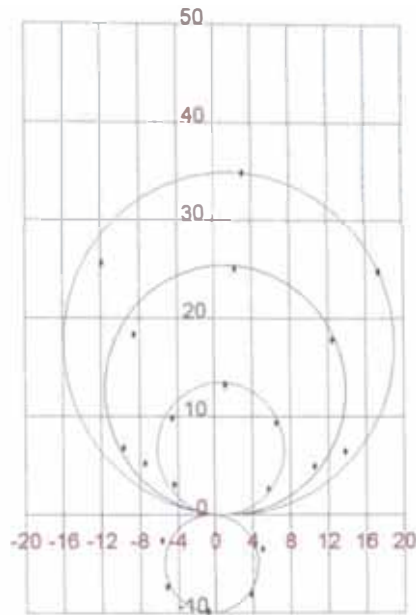
| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 25 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,778 | -14,4 | 0,021 |
| 2 | 12,75 | 10,914 | -14,4 | 0,602 |
| 3 | 17,5 | 15,82 | -9,6 | 1,107 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | B-R | | | |
| Angle | 55 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,27 | -3,6 | 0,017 |
| 2 | 22,083 | 21,686 | -1,8 | 0,604 |
| 3 | 30,31 | 29,219 | -3,6 | 1,102 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 85 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 13,499 | 13,418 | -0,6 | 0,022 |
| 2 | 25,499 | 25,958 | 1,8 | 0,619 |
| 3 | 34,999 | 35,839 | 2,4 | 1,113 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | B-R | | | |
| Angle | 115 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 11,691 | 11,059 | -5,4 | 0,02 |
| 2 | 22,083 | 21,951 | -0,6 | 0,616 |
| 3 | 30,31 | 28,855 | -4,8 | 1,118 |

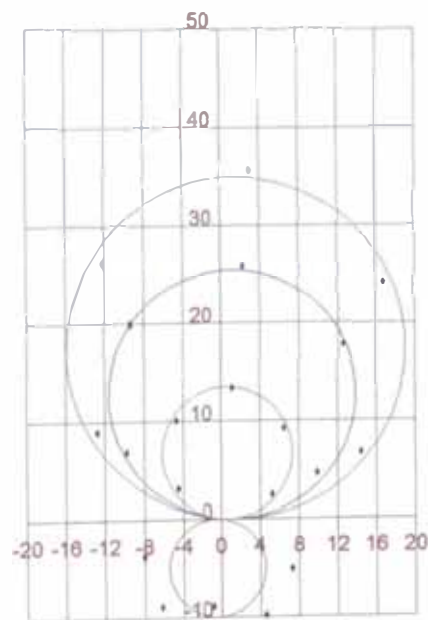
| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 145 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 6,75 | 5,494 | -18,6 | 0,028 |
| 2 | 12,75 | 11,908 | -6,6 | 0,614 |
| 3 | 17,5 | 15,505 | -11,4 | 1,117 |



X = Resistance
Y = Reactance

- ZONE 1L
- ZONE 1
- ZONE 2
- ZONE 3
- ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla TN



X = Resistance
Y = Reactance

- ZONE 1L
- ZONE 1
- ZONE 2
- ZONE 3
- ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla TR

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-205
 Type TLS
 Code 1B16P2CE2BB
 Serial Number FALLA_TRIFASICA
 Location S.E. SAN JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 02/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y-B
 Angle 25 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,75 | 4,927 | -27 | 0,016 |
| 2 | 12,75 | 9,537 | -25,2 | 0,603 |
| 3 | 17,5 | 15,82 | -9,6 | 1,095 |

FAULT R-Y-B
 Angle 55 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,691 | 11,2 | -4,2 | 0,016 |
| 2 | 22,083 | 21,951 | -0,6 | 0,605 |
| 3 | 30,31 | 30,128 | -0,6 | 1,096 |

FAULT : R-Y-B
 Angle 85 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,499 | 13,742 | 1,8 | 0,019 |
| 2 | 25,499 | 26,417 | 3,6 | 0,613 |
| 3 | 34,999 | 36,469 | 4,2 | 1,119 |

FAULT R-Y-B
 Angle 115 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,691 | 10,919 | -6,6 | 0,02 |
| 2 | 22,083 | 22,613 | 2,4 | 0,611 |
| 3 | 30,31 | 29,583 | -2,4 | 1,105 |

FAULT : R-Y-B
 Angle 145 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,75 | 4,441 | -34,2 | 0,022 |
| 2 | 12,75 | 10,761 | -15,6 | 0,6 |
| 3 | 17,5 | 14,875 | -15 | 1,107 |

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y-B
 Angle 205 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 5 | 6,83 | 36,5 | 0,992 |

FAULT : R-Y-B
 Angle 235 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 8,66 | 12,349 | 42,6 | 1,005 |

FAULT : R-Y-B
Angle 265

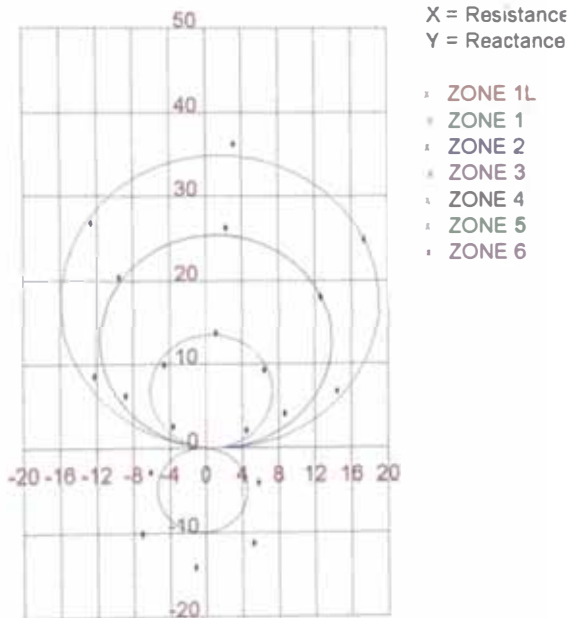
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 9,999 | 14,199 | 42 | 1,015 |

FAULT : R-Y-B
Angle 295

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 8,66 | 12,401 | 43,2 | 0,999 |

FAULT : R-Y-B
Angle 325

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 5 | 7,1 | 42 | 1,003 |



Falla RST

5.4 Relé DLP

El relé DLP que se probó fue el que protege a la línea L-206 que va de la S.E. San Juan a la S.E. Pomacocha.

5.4.1 Datos generales

| | | | |
|-------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | San Juan | R0 | 23,83 Ω |
| Línea | L-206 | X0 | 170,24 Ω |
| Destino | S.E. Pomacocha | Z+ | 62,80 Ω |
| Tension | 220 kV | Θ + | 83,67 ° |
| Longitud | 113,49 km | Z0 | 171,90 Ω |
| R'+ | 0,061 Ω /km. | Θ 0 | 82,03 ° |
| X'+ | 0,55 Ω /km. | K0 | 0,58 |
| R'0 | 0,21 Ω /km. | CT _{prim} | 600 A |
| X'0 | 1,5 Ω /km. | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 6,92 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 62,42 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.4.2 Ajustes Y Calibraciones

Station ID: S.E. San Juan
Line ID POMACOCHA L-206
Group: 1

01 ZONE 1 DISTANCE

| | | | |
|-----|------------------------------------|-------|------|
| 101 | SELECT ZONE 1 GROUND | YES | |
| 102 | SELECT ZONE 1 PHASE | YES | |
| 103 | PHASE REACH SETTING (MI) | 13,35 | OHMS |
| 104 | GROLW REACH SETTING (MIG) | 13,35 | OHMS |
| 105 | SELECT ZONE 1 GROUND UNIT | MHO | |
| 106 | REACH SETTING OF MHO UNIT | 82,29 | OHMS |
| 107 | ZERO SEQ CURRENT COMPENSATION (KO) | 2,70 | |
| 108 | ZI EXTENSION RESET TIMER | 4,00 | SECS |

02 ZONE 2 DISTANCE/GDOC (PILOT)

| | | | |
|-----|-----------------------------|-------|------|
| 201 | SELECT ZONE 2 GROUND | YES | |
| 202 | SELECT ZONE 2 PRASE | YES | |
| 203 | PHASE REACH SETTING (MT) | 26,00 | OHMS |
| 204 | GROUND REACH SETTING (MTG) | 26,00 | OHMS |
| 205 | SELECT ZONE 2 GROUND UNIT | MHO | |
| 206 | SELECT ZONE 2 TIMERS | YES | |
| 207 | PHASE TIMER SETTING | 0,60 | SECS |
| 208 | GROUND TIMER SETTING | 0,60 | SECS |
| 209 | PHASE CHARACTERISTIC ANGLE | 90 | DEGS |
| 210 | GROUND CHARACTERISTIC ANGLE | 90 | DEGS |

03 ZONE 3 DISTANCE

| | | | |
|-----|-----------------------------|-------|------|
| 301 | SELECT ZONE 3 GROUND | YES | |
| 302 | SELECT ZONE 3 PHASE | YES | |
| 303 | PHASE REACH SETTING (M3) | 34,00 | OHMS |
| 304 | GROUND REACH SETTING (M3G) | 34,00 | OHMS |
| 305 | PHASE TIMER SETTING | 1,10 | SECS |
| 306 | GROUND TIMER SETTING | 1,10 | SECS |
| 307 | PHASE CHARACTERISTIC ANGLE | 90 | DEGS |
| 308 | GROUND CHARACTERISTIC ANGLE | 90 | DEGS |

04 ZONE 4 DISTANCE

| | | | |
|-----|-----------------------------|--------|------|
| 401 | SELECT ZONE 4 GROUND | YES | |
| 402 | SELECT ZONE 4 PHASE | YES | |
| 403 | PHASE REACH SETTING (M4) | 44,00 | OHMS |
| 404 | GROUND REACH SETTING (M4G) | 44,00 | OHMS |
| 405 | PHASE OFFSET REACH | 0,00 | |
| 406 | SELECT ZONE 4 TIMERS | YES | |
| 407 | PHASE TIMER SETTING | 2,50 | SECS |
| 408 | GROUND TIMER SETTING | 2,50 | SECS |
| 409 | PHASE CHARACTERISTIC ANGLE | 105 | DEGS |
| 410 | GROUND CHARACTERISTIC ANGLE | 105 | DEGS |
| 411 | SELECT DIRECTION | FORWRD | |

05 OVERCURRENT PILOT/SUPERVISION

| | | | |
|-----|-----------------------------|------|------|
| 501 | GROUND PILOT TRIP OC (IPT) | 0,10 | AMPS |
| 502 | GROUND PILOT BLOCK OC (IPB) | 0,05 | AMPS |
| 503 | TRIP SUPV OC SETTING (IT) | 0,04 | AMPS |
| 504 | BLOCK SUPV OC SETTING (IB) | 0,04 | AMPS |

06 OVERCURRENT BACKUP

| | | | |
|-----|--------------------------------|-------|------|
| 601 | SELECT PHASE INST OC (PH4) | NO | |
| 602 | PHASE INST OC SETTING | 10,00 | AMPS |
| 603 | SELECT GROUND INST OC (IDT) | NO | |
| 604 | DIRECTIONAL CONTROL OF IDT | YES | |
| 605 | GROUND INST OC SETTING | 12,00 | AMPS |
| 606 | SELECT GROUND TIME OC (TOC) | NO | |
| 607 | DIRECTIONAL CONTROL OF TIME OC | YES | |
| 608 | GROUND TIME OC SETTING | 0,50 | AMPS |
| 609 | GROUND TIME OC TIME DIAL | 4,00 | |
| 610 | DEFINITE TIME OC SETTING | 3,00 | SEC |
| 611 | SELECT TOC CURVE | INV | |
| 612 | IDT OPERATING QUANTITY (KD) | 0,00 | |

07 BLOCK RECLOSING

| | | | |
|-----|-------------------------|-----|--|
| 701 | SELECT ALL | YES | |
| 702 | OUT-OF-STEP BLOCK | YES | |
| 703 | ALL ZONE 2 PHASE UNITS | YES | |
| 704 | GROUND TIME OC (TOC) | YES | |
| 705 | ZONE 2 TIMERS | YES | |
| 706 | ZONE 3 TIMERS | YES | |
| 707 | ZONE 4 TIMERS | YES | |
| 708 | ZONE 1 MULTIPRASE UNITS | YES | |
| 709 | ZONE 2 MULTIPHASE UNITS | YES | |

08 OUT-OF-STEP BLOCKING

| | | | |
|-----|--------------------------------|---------|------|
| 801 | SELECT COORDINATION PRASE UNIT | ZONE 4 | |
| 802 | CHAPACTERISTIC ANGLE | 85 | DEGS |
| 803 | SELECT BLOCK TRIP ACTIONS | BLKDIST | |

09 LINE PICKUP

| | | | |
|-----|------------------------------|------|------|
| 901 | SELECT LINE PICKUP | YES | |
| 902 | SELECT TIMER BYPASS | YES | |
| 903 | POSITIVE SEQ OC SETTING (I1) | 1,50 | AMPS |

10 REMOTE OPEN DETECTOR

| | | | |
|------|---------------------------------|-----|------|
| 1001 | SELECT REMOTE OPEN DETECT | NO | |
| 1002 | TIME DELAY SETTING (TL20) | 100 | MSEC |
| 1003 | BLOCK TRIPPING POR FUSE FAILURE | YES | |

11 LINE OVERLOAD

| | | | |
|------|---------------------------|------|------|
| 1101 | SELECT LINE OVERLOAD | NO | |
| 1102 | LEVEL 1 OC SETTING | 1,30 | AMPS |
| 1103 | LEVEL 2 OC SETTING | 1,50 | AMPS |
| 1104 | LEVEL 1 TIME DELAY (TL31) | 60 | SEC |
| 1105 | LEVEL 2 TIME DELAY (TL32) | 30 | SEC |

12 SCHEME SELECTION

| | | | |
|------|---------------------|-------|--|
| 1201 | SELECT SCHEME | PUTT | |
| 1202 | NUMBER OF RECEIVERS | 2 | |
| 1203 | TRIP MODE | 1POLE | |

13 SCHEME LOGIC TIMERS

| | | | |
|------|---------------------------------------|-----|------|
| 1301 | TRIP INTEGRATOR PICKUP (TL1) | 3 | MSEC |
| 1302 | B CONTACT COORDINATION PU (TL5) BKR 1 | 80 | MSEC |
| 1303 | B CONTACT COORDINATION DO (TL5) BKR 1 | 100 | MSEC |
| 1304 | B CONTACT COORDINATION PU (TL6) BKR 2 | 50 | MSEC |
| 1305 | B CONTACT COORDINATION DO (TL6) BKR 2 | 50 | MSEC |
| 1306 | POTT/PUTT COORDINATION PU (TL4) | 0 | MSEC |
| 1307 | POTT/PUTT COORDINATION DO (TL4) | 0 | MSEC |
| 1308 | WEAK INFEEED TRIP PU (TL16) | 8 | MSEC |

14 LINE QUANTITIES

| | | | |
|------|---|--------|------|
| 1401 | POSITIVE SEQ ANGLE OF MAX REACH (ZRI) | 84 | DEG |
| 1402 | ZERO SEQ ANGLE OF MAX REACH (ZRO) | 77 | DEG |
| 1403 | POSITIVE SEQ IMPEDANCE | 15,29 | OHMS |
| 1404 | ZERO SEQ CURRENT COMPENSATION (GND DIS) | 2,70 | |
| 1405 | LINE LENGTH | 113,50 | MILE |

15 CONFIGURATION

| | | | |
|------|--------------------------------|---------|----|
| 1501 | UNIT ID NUMBER | 0 | |
| 1502 | SYSTEM FREQUENCY | 60 | HZ |
| 1503 | NUMBER OF BREAKERS | 1 | |
| 1504 | TRIP CIRCUIT MONITOR | BKR 1 | |
| 1505 | SELECT PRIMARY/SECONDARY UNITS | CVT PRI | |
| 1506 | CT RATIO | 600 | |
| 1507 | PT RATIO | 2200 | |
| 1508 | UNITS OF DISTANCE | KM | |
| 1509 | COMMUNICATION PORT SETTING | 2401 | |
| 1510 | PRASE DESIGNATION | A-B-C | |
| 1511 | SELECT IRIG-B TIME SYNC | NONE | |
| 1512 | NUMBER OF FAULTS | 4 | |
| 1513 | NUMBER OF PRE-FAULT CYCLES | 6 | |
| 1514 | OSCILLOGRAPHY TRIGGER | UNUSED | |

16 SCADA DTA INTERFACE

| | | | |
|------|------------------|-------|-----|
| 1601 | FAULT LOCK TIME | 10,00 | SEC |
| 1602 | RESET DELAY TIME | 5 | MIN |

17 CONFIGURABLE INPUTS

| | | |
|------|-------------------------|---|
| 1701 | CONFIGURABLE INPUT MODE | 3 |
| 1702 | SETTINGS GROUP | 1 |

18 BREAKER 1 CLOSE OUTPUT

| | | |
|------|-----------------|---------|
| 1801 | BRKR #1 CLOSE | DEFAULT |
| 1802 | #1 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1803 | #2 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1804 | #3 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1805 | #4 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1806 | #5 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1807 | #6 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1808 | #7 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 1809 | #8 INPUT NUMBER | UNUSED |

19 BREAKER 2 CLOSE OUTPUT

| | | | |
|------|-----------------|----|------|
| 1901 | BRKR #2 CLOSE | OR | GATE |
| 1902 | #1 INPUT NUMBER | Z1 | GRN |
| 1903 | #2 INPUT NUMBER | Z2 | GRN |
| 1904 | #3 INPUT NUMBER | Z3 | GRN |
| 1905 | #4 INPUT NUMBER | Z4 | GRN |
| 1906 | #5 INPUT NUMBER | Z1 | PHS |
| 1907 | #6 INPUT NUMBER | Z2 | PHS |
| 1908 | #7 INPUT NUMBER | Z3 | PHS |
| 1909 | #8 INPUT NUMBER | Z4 | PHS |

20 RECLOSE CANCEL OUTPUT

| | | |
|------|-----------------|---------|
| 2001 | RECLOSE CANCEL | DEFAULT |
| 2002 | #1 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2003 | #2 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2004 | #3 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2005 | #4 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2006 | #5 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2007 | #6 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2008 | #7 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2009 | #8 INPUT NUMBER | UNUSED |

21 LINE OVERLOAD OUTPUT

| | | |
|------|-----------------|---------|
| 2101 | LINE OVERLOAD | OR GATE |
| 2102 | #1 INPUT NUMBER | FUSEFL |
| 2103 | #2 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2104 | #3 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2105 | #4 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2106 | #5 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2107 | #6 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2108 | #7 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2109 | #8 INPUT NUMBER | UNUSED |

22 NON-CRITICAL ALARM OUTPUT

| | | |
|------|--------------------|----------|
| 2201 | NON-CRITICAL ALARM | OR GATE |
| 2202 | #1 INPUT NUMBER | OUTSTP |
| 2203 | #2 INPUT NUMBER | LTUNUSED |
| 2204 | #3 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2205 | #4 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2206 | #5 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2207 | #6 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2208 | #7 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2209 | #8 INPUT NUMBER | UNUSED |

23 RECLOSE INITIATE

| | | |
|------|------------------|---------|
| 2301 | RECLOSE INITIATE | OR GATE |
| 2302 | #1 INPUT NUMBER | Z2 GRN |
| 2303 | #2 INPUT NUMBER | Z3 GRN |
| 2304 | #3 INPUT NUMBER | Z2 PHS |
| 2305 | #4 INPUT NUMBER | Z3 PHS |
| 2306 | #5 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2307 | #6 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2308 | #7 INPUT NUMBER | UNUSED |
| 2309 | #8 INPUT NUMBER | UNUSED |

5.4.3 Fórmulas

El relé DLP es un relé donde uno introduce directamente los valores, no necesita ninguna fórmula ni conversión. Lo único que uno debe tener en consideración es el ajuste del K0 que al igual que el relé TLS, ambos de General Electric, usan otro tipo de fórmula.

5.4.4 Resumen de alcances

| | % de línea | Z_{sec} (Ω) | Z_{prim} (Ω) | Tiempos (s) |
|--------|------------|------------------------|-------------------------|-------------|
| Zona 1 | 77,94% | 13,4 | 48,95 | - |
| Zona 2 | 151,80% | 26,0 | 95,33 | 0,6 |
| Zona 3 | 198,51% | 34,0 | 124,67 | 1,1 |
| Zona 4 | 256,89% | 44,0 | 161,33 | 2,5 |

5.4.5 Procedimiento

- El procedimiento es el mismo que para el relé TLS solo que las conexiones son ligeramente diferentes (Ver figura V 9)
- En la figura V 8 se observa a un relé DLP donde se muestra donde se debe de insertar el peine de pruebas



Figura V.8. Relé DLP donde se observa donde va el peine de pruebas.

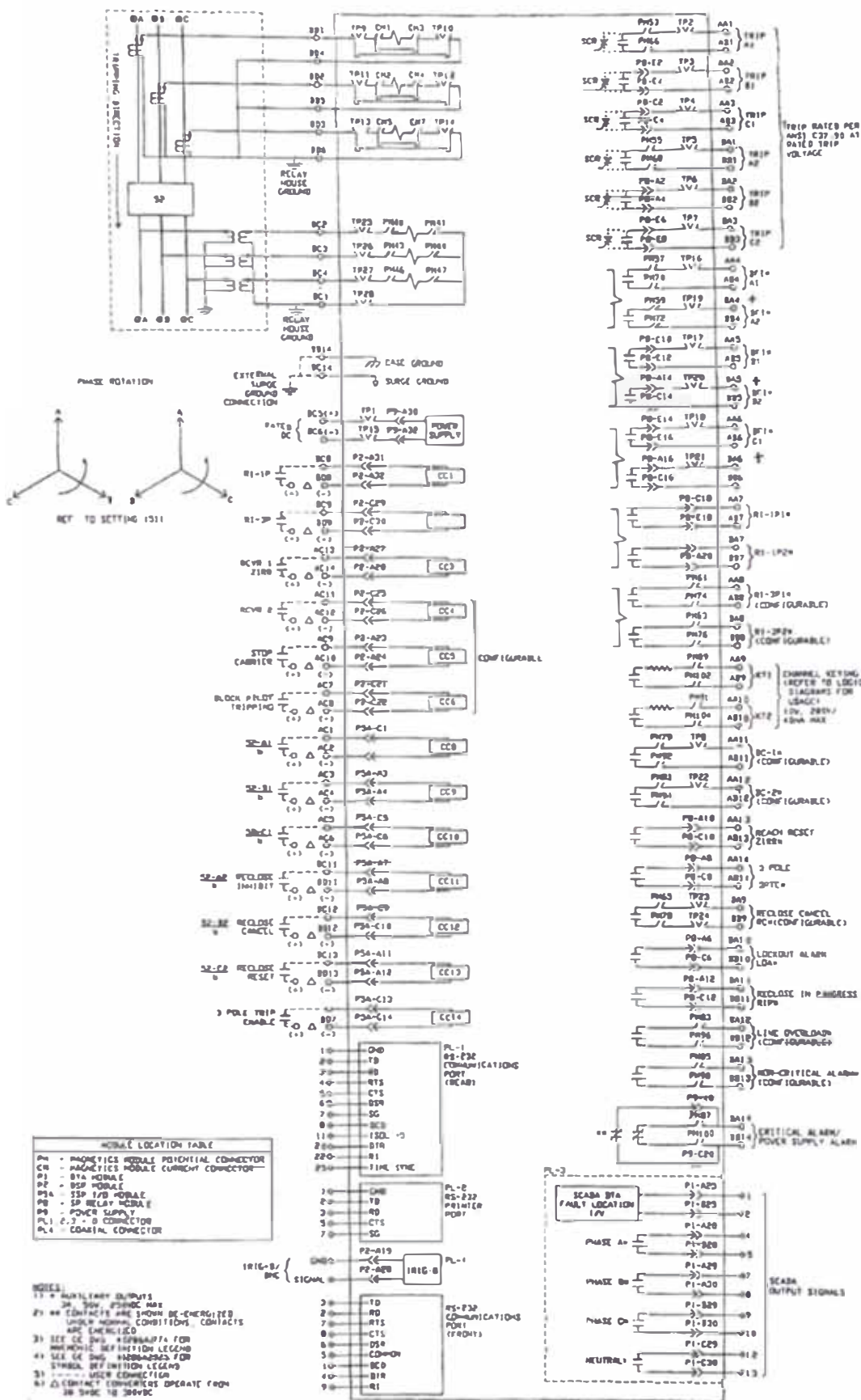


Figura V.9. Conexiones del relé DLP

5.4.6 Pruebas

La secuencia de la pruebas en el relé DLP fue la misma que para el relé TLS. Al igual que para el TLS se utilizó el programa ZDESIGN. Existe un programa automático para el DLP pero también tiene ciertos problemas para pruebas bifásicas.

TEST DATA

```
Plant Name      ETECEN
Cubicle         L-206
Type            DLP
Code            1122JC
Serial Number   FALLA_RN_RS
Location        S.E. SAN_JUAN
Operator        JYT/ROP/RC
Date            05/07/99
```

GENERAL TEST PARAMETERS

```
Freq. Nom.      60      Aux Vdc [ V ]      0
V nom. (V)      57,8    I nom (A)          1
```

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-gnd

Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 8,036 | 20,4 | 0,023 |
| 2 | 13 | 14,716 | 13,2 | 0,607 |
| 3 | 17 | 19,346 | 13,8 | 1,121 |
| 4 | 13,427 | 19,308 | 43,8 | 1,128 |

FAULT : R-gnd

Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,324 | 6,6 | 0,022 |
| 2 | 22,516 | 23,597 | 4,8 | 0,614 |
| 3 | 29,444 | 31,034 | 5,4 | 1,128 |
| 4 | 33,155 | 33,951 | 2,4 | 2,517 |

FAULT : R-gnd

Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,43 | 0,6 | 0,021 |
| 2 | 25,999 | 26,155 | 0,6 | 0,615 |
| 3 | 33,999 | 34,407 | 1,2 | 1,128 |
| 4 | 44 | 43,472 | -1,2 | 2,515 |

FAULT : R-gnd

Angle 114°

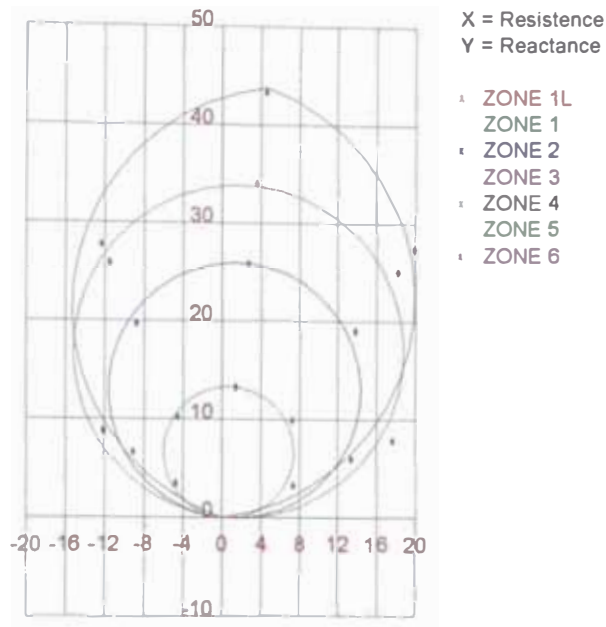
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 11,145 | -3,6 | 0,023 |
| 2 | 22,516 | 21,435 | -4,8 | 0,616 |
| 3 | 29,444 | 28,208 | -4,2 | 1,133 |
| 4 | 33,155 | 30,171 | -9 | 2,525 |

FAULT : R-gnd

Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 5,874 | -12 | 0,031 |

| | | | | |
|---|--------|--------|-------|-------|
| 2 | 13 | 11,206 | -13,8 | 0,624 |
| 3 | 17 | 14,858 | -12,6 | 1,127 |
| 4 | 13,427 | 15,038 | 12 | 1,219 |



Falla RN

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y
Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,516 | 12,6 | 0,041 |
| 2 | 13 | 13,39 | 3 | 0,623 |
| 3 | 17 | 17,306 | 1,8 | 1,117 |
| 4 | 13,427 | 20,758 | 54,6 | 2,516 |

FAULT : R-Y
Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,324 | 6,6 | 0,028 |
| 2 | 22,516 | 23,327 | 3,6 | 0,62 |
| 3 | 29,444 | 30,328 | 3 | 1,121 |
| 4 | 33,155 | 32,956 | -0,6 | 2,518 |

FAULT : R-Y
Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,83 | 3,6 | 0,024 |
| 2 | 25,999 | 26,935 | 3,6 | 0,62 |
| 3 | 33,999 | 35,223 | 3,6 | 1,123 |
| 4 | 44 | 45,319 | 3 | 2,521 |

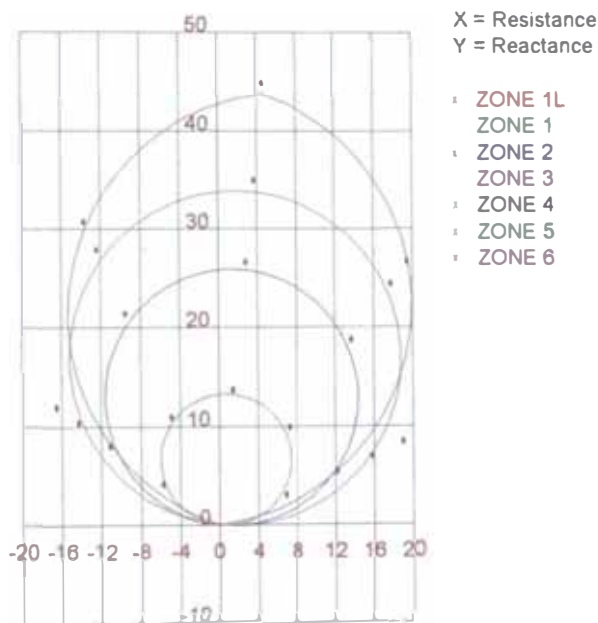
FAULT : R-Y
Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,046 | 4,2 | 0,025 |
| 2 | 22,516 | 23,462 | 4,2 | 0,616 |
| 3 | 29,444 | 30,681 | 4,2 | 1,125 |
| | 33,155 | 33,752 | 1,8 | 2,524 |

FAULT : R-Y

Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,115 | 6,6 | 0,027 |
| 2 | 13 | 13,78 | 6 | 0,621 |
| 3 | 17 | 17,714 | 4,2 | 1,126 |
| 4 | 13,427 | 20,435 | 52,2 | 2,521 |



Falla RS

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-206
 Type DLP
 Code 1122JC
 Serial Number FALLA_SN_ST
 Location S.E. SAN JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 05/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-gnd
 Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,796 | 16,8 | 0,025 |
| 2 | 13 | 14,638 | 12,6 | 0,616 |
| 3 | 17 | 19,04 | 12 | 1,121 |
| 4 | 13,427 | 19,066 | 42 | 1,125 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,255 | 6 | 0,025 |
| 2 | 22,516 | 23,597 | 4,8 | 0,613 |
| 3 | 29,444 | 30,858 | 4,8 | 1,129 |
| 4 | 33,155 | 33,951 | 2,4 | 2,516 |

FAULT Y-gnd
 Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,51 | 1,2 | 0,022 |
| 2 | 25,999 | 26,311 | 1,2 | 0,614 |
| 3 | 33,999 | 34,407 | 1,2 | 1,126 |
| 4 | 44 | 43,208 | -1,8 | 2,519 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err | Delay (s) |
|------|---------|-----------|------|-----------|
| 1 | 11,561 | 11,283 | -2,4 | 0,023 |
| 2 | 22,516 | 21,841 | -3 | 0,616 |
| 3 | 29,444 | 28,738 | -2,4 | 1,129 |
| 4 | 33,155 | 30,569 | -7,8 | 2,526 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 6,154 | -7,8 | 0,04 |
| 2 | 13 | 11,752 | -9,6 | 0,62 |
| 3 | 17 | 15,572 | -8,4 | 1,133 |
| 4 | 13,427 | 15,682 | 16,8 | 1,132 |

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-B
 Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,235 | 8,4 | 0,028 |
| 2 | 13 | 13,078 | 0,6 | 0,62 |
| 3 | 17 | 16,898 | -0,6 | 1,116 |
| 4 | 13,427 | 20,597 | 53,4 | 2,506 |

FAULT : Y-B
 Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,185 | 5,4 | 0,026 |
| 2 | 22,516 | 23,192 | 3 | 0,617 |
| 3 | 29,444 | 30,151 | 2,4 | 1,126 |
| 4 | 33,155 | 32,359 | -2,4 | 2,514 |

FAULT : Y-B
 Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,75 | 3 | 0,025 |
| 2 | 25,999 | 26,779 | 3 | 0,619 |
| 3 | 33,999 | 35,019 | 3 | 1,125 |
| 4 | 44 | 45,319 | 3 | 2,518 |

FAULT : Y-B

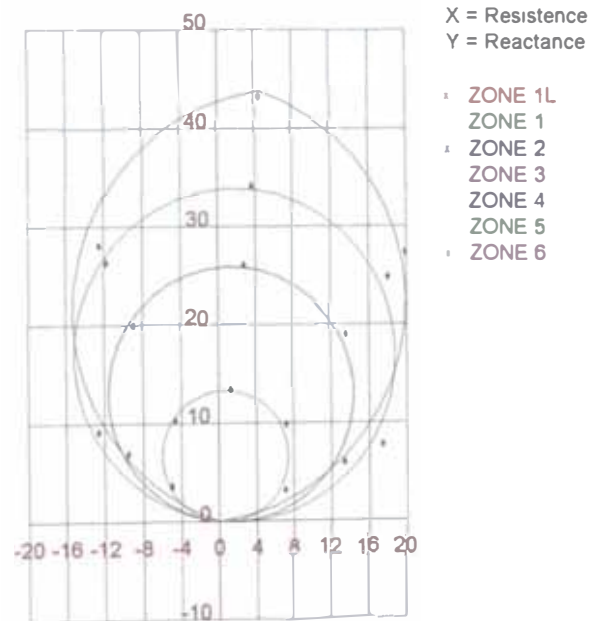
Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,185 | 5,4 | 0,025 |
| 2 | 22,516 | 23,462 | 4,2 | 0,623 |
| 3 | 29,444 | 30,681 | 4,2 | 1,124 |
| 4 | 33,155 | 33,752 | 1,8 | 2,518 |

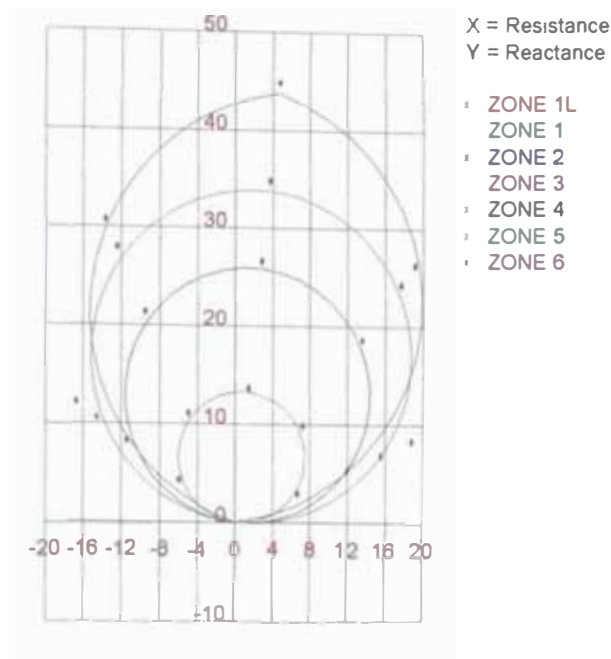
FAULT : Y-B

Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,355 | 10,2 | 0,026 |
| 2 | 13 | 14,17 | 9 | 0,621 |
| 3 | 17 | 18,02 | 6 | 1,133 |
| 4 | 13,427 | 20,758 | 54,6 | 2,52 |



Falla SN



Falla ST

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-206
 Type DLP
 Code 1122JC
 Serial Number FALLA_TN_TR
 Location S.E. SAN JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 05/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-gnd

Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,876 | 18 | 0,026 |
| 2 | 13 | 14,326 | 10,2 | 0,617 |
| 3 | 17 | 18,53 | 9 | 1,125 |
| 4 | 13,427 | 18,663 | 39 | 1,122 |

FAULT : B-gnd

Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,185 | 5,4 | 0,021 |
| 2 | 22,516 | 23,327 | 3,6 | 0,617 |
| 3 | 29,444 | 30,328 | 3 | 1,125 |
| 4 | 33,155 | 34,15 | 3 | 2,516 |

FAULT : B-gnd
 Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,43 | 0,6 | 0,021 |
| 2 | 25,999 | 25,843 | -0,6 | 0,619 |
| 3 | 33,999 | 33,795 | -0,6 | 1,131 |
| 4 | 44 | 42,68 | -3 | 2,518 |

FAULT : B-gnd
 Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 11,214 | -3 | 0,024 |
| 2 | 22,516 | 21,976 | -2,4 | 0,62 |
| 3 | 29,444 | 28,738 | -2,4 | 1,128 |
| 4 | 33,155 | 30,569 | -7,8 | 2,516 |

FAULT : B-gnd
 Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 6,194 | -7,2 | 0,041 |
| 2 | 13 | 11,83 | -9 | 0,624 |
| 3 | 17 | 15,47 | -9 | 1,129 |
| 4 | 13,427 | 15,682 | 16,8 | 1,218 |

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-R
 Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,195 | 7,8 | 0,027 |
| 2 | 13 | 13,078 | 0,6 | 0,62 |
| 3 | 17 | 17,204 | 1,2 | 1,114 |
| 4 | 13,427 | 20,677 | 54 | 2,512 |

FAULT : B-R
 Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,116 | 4,8 | 0,026 |
| 2 | 22,516 | 22,921 | 1,8 | 0,616 |
| 3 | 29,444 | 29,974 | 1,8 | 1,123 |
| 4 | 33,155 | 32,16 | -3 | 2,522 |

FAULT : B-R
 Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,59 | 1,8 | 0,026 |
| 2 | 25,999 | 26,623 | 2,4 | 0,617 |
| 3 | 33,999 | 34,611 | 1,8 | 1,121 |
| 4 | 44 | 44,527 | 1,2 | 2,52 |

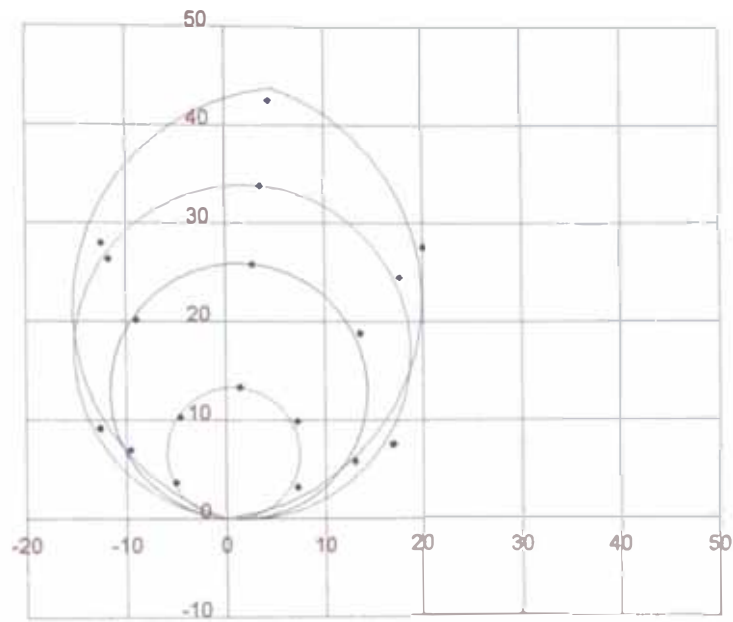
FAULT : B-R
 Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 11,908 | 3 | 0,026 |
| 2 | 22,516 | 23,057 | 2,4 | 0,617 |
| 3 | 29,444 | 30,328 | 3 | 1,129 |
| 4 | 33,155 | 32,956 | -0,6 | 2,524 |

FAULT : B-R
 Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 6,995 | 4,8 | 0,04 |

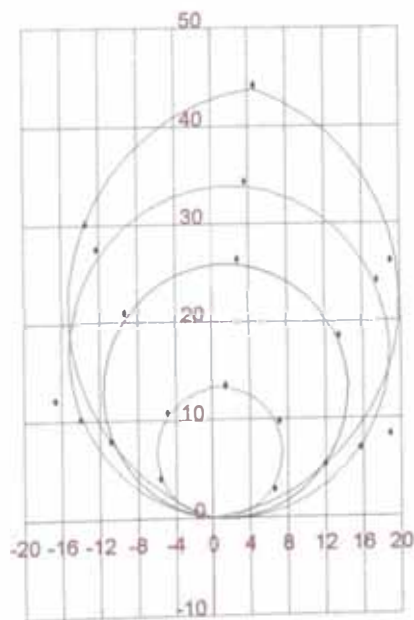
| | | | | |
|---|--------|--------|-----|-------|
| 2 | 13 | 13,468 | 3,6 | 0,622 |
| 3 | 17 | 17,408 | 2,4 | 1,125 |
| 4 | 13,427 | 20,677 | 54 | 2,518 |



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- x ZONE 1
- x ZONE 2
- x ZONE 3
- x ZONE 4
- x ZONE 5
- x ZONE 6

Falla TN



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- x ZONE 1
- x ZONE 2
- x ZONE 3
- x ZONE 4
- x ZONE 5
- x ZONE 6

Falla TR

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-206
 Type DLP
 Code 1122JC
 Serial Number FALLA RST
 Location S.E. SAN JUAN
 Operator JYT/ROP/RC
 Date 05/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y-B

Angle 24°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,395 | 10,8 | 0,028 |
| 2 | 13 | 13,312 | 2,4 | 0,618 |
| 3 | 17 | 17,102 | 0,6 | 1,12 |
| 4 | 13,427 | 17,374 | 29,4 | 1,126 |

FAULT : R-Y-B

Angle 54°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,116 | 4,8 | 0,026 |
| 2 | 22,516 | 23,192 | 3 | 0,611 |
| 3 | 29,444 | 30,328 | 3 | 1,119 |
| 4 | 33,155 | 32,558 | -1,8 | 2,512 |

FAULT : R-Y-B

Angle 84°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 13,349 | 13,75 | 3 | 0,025 |
| 2 | 25,999 | 26,779 | 3 | 0,616 |
| 3 | 33,999 | 35,223 | 3,6 | 1,125 |
| 4 | 44 | 45,319 | 3 | 2,513 |

FAULT : R-Y-B

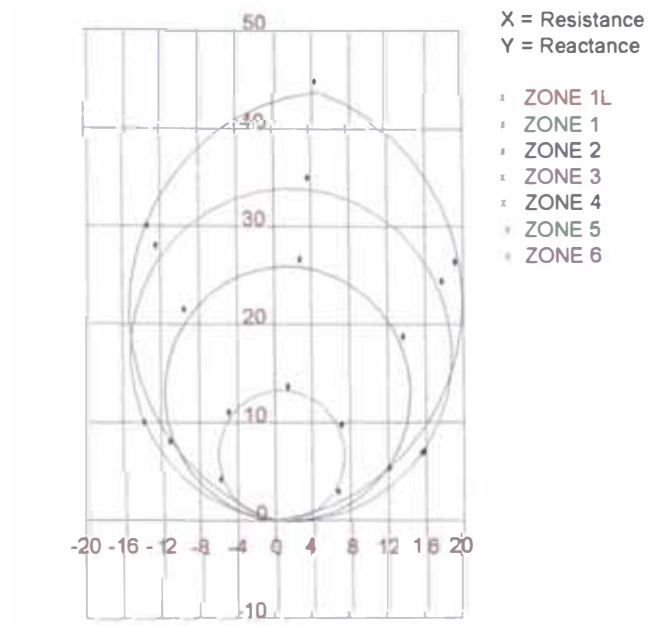
Angle 114°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 11,561 | 12,116 | 4,8 | 0,026 |
| 2 | 22,516 | 23,597 | 4,8 | 0,616 |
| 3 | 29,444 | 30,858 | 4,8 | 1,125 |
| 4 | 33,155 | 32,757 | -1,2 | 2,519 |

FAULT : R-Y-B

Angle 144°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 6,675 | 7,155 | 7,2 | 0,028 |
| 2 | 13 | 13,78 | 6 | 0,624 |
| 3 | 17 | 17,102 | 0,6 | 1,126 |
| 4 | 13,427 | 17,132 | 27,6 | 1,129 |



Falla RST

5.5 Relé Toshiba

Las pruebas del relé Toshiba que vamos a mostrar son los relés que protegen la línea L-213 que va desde la S E Zapallal a la S.E. Paramonga Nueva.

5.5.1 Datos generales

| | | | | |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | Zapallal | | R0 | 163,63 Ω |
| Línea | L-213 | | X0 | 268,78 Ω |
| Destino | S.E. Paramonga Nueva | | Z+ | 83,51 Ω |
| Tensión | 220 | kV | $\Theta+$ | 80,02 ° |
| Longitud | 164,50 | km | Z0 | 314,67 Ω |
| R'+ | 0,088 | $\Omega/\text{km.}$ | $\Theta0$ | 58,67 ° |
| X'+ | 0,500 | $\Omega/\text{km.}$ | K0 | 0,84 |
| R'0 | 0,995 | $\Omega/\text{km.}$ | CT _{prim} | 800 A |
| X'0 | 1,634 | $\Omega/\text{km.}$ | CT _{sec} | 5 A |
| R+ | 14,476 | Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 82,250 | Ω | VT _{sec} | 0,11 kV |

5.5.2 Ajustes y calibraciones

| | Fallas a Tierra | | |
|---------------------|-----------------|----|----|
| i | O1 | O2 | SU |
| Z _{mínimo} | 1 | 1 | 5 |
| Ni | 19 | 12 | 17 |

| | Fallas Fase-Fase | | |
|---------------------|------------------|----|----|
| i | O1 | O2 | SU |
| Z _{mínimo} | 1 | 1 | 5 |
| Ni | 19 | 12 | 25 |

5.5.3 Fórmulas

- Zona 1, 2 y 3

Este relé tiene 3 zonas de operación, los 3 se rigen por la misma fórmula.

$$Z = \frac{(Z_{\text{mínimo}})}{N_i} * 100$$

Donde:

$Z_{\text{mínimo}}$: Dato del relé

N_i : Es el valor de ajuste de O1, O2 y SU

5.5.4 Resumen de alcances

- **Fallas Monofásicas**

| Fallas 1Ø | % de línea | $Z_{\text{sec}} (\Omega)$ | $Z_{\text{prim}} (\Omega)$ | Tiempos (s) |
|-----------|------------|---------------------------|----------------------------|-------------|
| Zona 1 | 78,78% | 5,26 | 65,79 | 0,1 |
| Zona 2 | 124,73% | 8,33 | 104,17 | 0,4 |
| Zona 3 | 440,22% | 29,41 | 367,65 | 1,5 |

- **Fallas Bifásicas**

| Fallas 2Ø | % de línea | $Z_{\text{sec}} (\Omega)$ | $Z_{\text{prim}} (\Omega)$ | Tiempos (s) |
|-----------|------------|---------------------------|----------------------------|-------------|
| Zona 1 | 78,78% | 5,26 | 65,79 | 0,1 |
| Zona 2 | 124,73% | 8,33 | 104,17 | 0,4 |
| Zona 3 | 299,35% | 20,00 | 250,00 | 1,5 |

5.5.5 Procedimiento

- Antes de empezar las pruebas debe quitarse los disparos.
- Este relé para sus pruebas cuenta también con su peine de pruebas (Ver figura V.10). Al igual que los peines de GE también tiene un lado del sistema y un lado del relé, sin embargo para probar estos relés existen 2 opciones



Figura V.10. Peine del relé Toshiba.

- Si se cuenta con una caja de repuesto, se puede extraer el relé y probarlo afuera sin ningún problema; es decir preocuparse por cortocircuitar los circuitos de corriente.
- Si no se cuenta con una caja de repuesto entonces debe introducirse el peine en la caja que esta en el tablero. En este caso sí debe de cortocircuitarse las entradas de corrientes.
- Las entradas de tensión son las siguientes:
 - Para CXG3D-RN. fase R con borne 15, fase S con borne 16, fase T con borne 17 y neutro con borne 18.
 - Para CXS3D-RS. fase R con borne 9 y fase S con borne 10
- Los bornes de corriente son.
 - CXG3D-RN. fase R con borne 5 y neutro con borne 8 Los bornes 6 y 7 se puentean.
 - CXS3D-RS. fase R con borne 5 y fase S con borne 7. Los bornes 6 y 8 se puentean
- Para las protecciones de las fases SN, TN, ST y TR, las entradas de corrientes y tensiones son las mismas, lo único es que hay que permutar las tensiones y corrientes.
- Los contactos de disparos en ambos casos son:
 - Para el SU 1-11.
 - Para el O1 2-12.
 - Para el O2 3-13

5.5.6 Pruebas

TEST RESULTS

| | | |
|-------------------|---------------|--------------------|
| Plant Name | ETECEN | |
| Line Name | L-213 | |
| Relay type | CXG3D-DU17Q | |
| Relay code | 44G1 O1 | |
| Location | S.E. ZAPALLAL | |
| Operator | JZ/DV/JY | |
| Date (dd,mm,yyyy) | 17-6-1999 | Hour (hh,mm) 11-30 |

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 16,867 | 0,176 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 10,626 | 0,2102 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 6,694 | 0,0586 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 6,326 | 0,2554 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 5,314 | 0,0762 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 5,021 | 0,074 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 5,272 | 0,0714 |

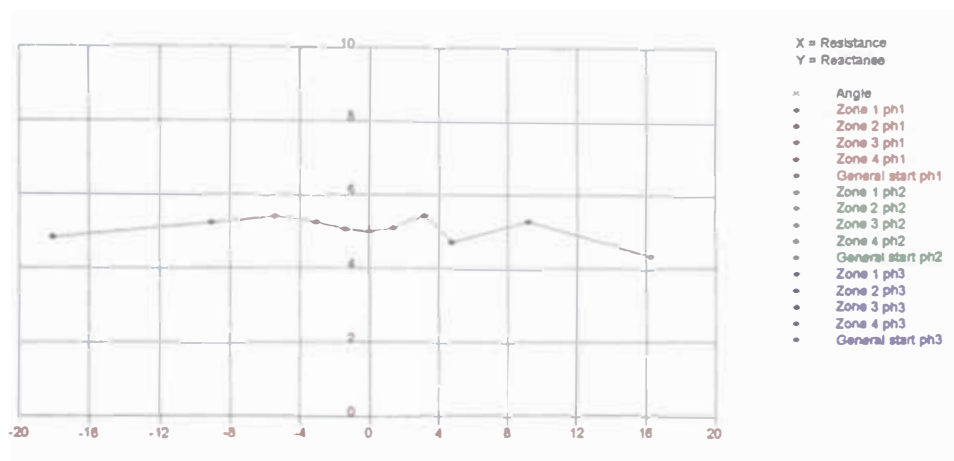
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 6,09 | 0,082 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------|-----------|---------|----------|
| | | | |

| | | | |
|----------|-----|-------|--------|
| ph 1 - N | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 7,673 | 0,1556 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 10,474 | 0,1418 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 18,697 | 0,2898 |



Falla RN-O1

TEST RESULTS

| | | | |
|-------------------|---------------|--------------|-------|
| Plant Name | ETECEN | | |
| Line Name | L-213 | | |
| Relay type | CXG3D-DU17Q | | |
| Relay code | 44G1 O2 | | |
| Location | S.E. ZAPALLAL | | |
| Operator | JZ/DV/JY | | |
| Date (dd,mm,yyyy) | 17-6-1999 | Hour (hh,mm) | 11-35 |

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

| | | | |
|----------|------|---|---|
| CT ratio | 1 | / | 1 |
| PT ratio | 1 | / | 1 |
| CT side | Line | | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-----|
| Nominal frequency (Hz) | 60 | Auxiliary DC supply (V) | 110 |
| Nominal voltage (V) | 63,5 | | |
| I test (A) | 5 | | |
| Max. time for the tests (s) | 2,5 | | |
| Trip type | 3-phase on C1 | | |
| Trip input(s) level | NO | | |

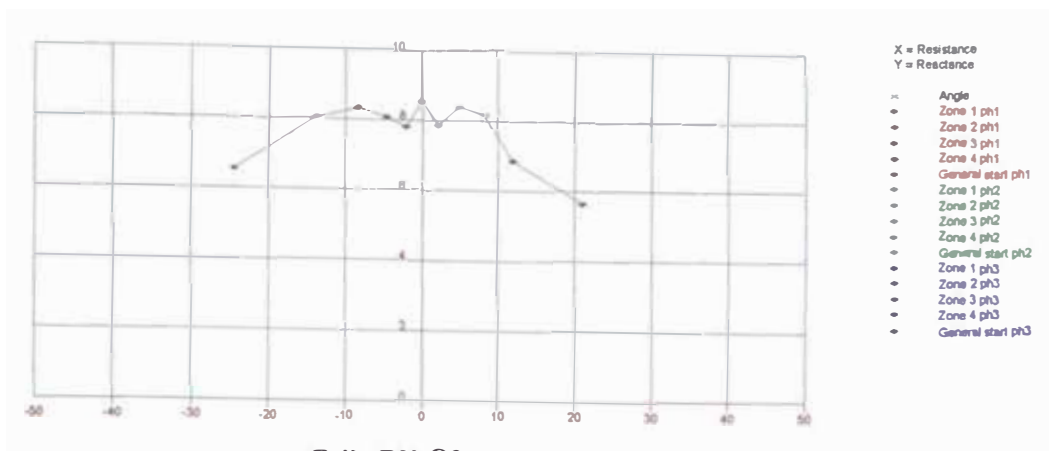
Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 21,828 | 0,246 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 13,751 | 0,1064 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 11,551 | 0,2052 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 9,703 | 0,2038 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 8,15 | 0,082 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 8,558 | 0,22 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 8,087 | 0,079 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 9,341 | 0,1214 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 11,769 | 0,2556 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 16,065 | 0,304 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 165 | | |

Zone 1 165 25,303 0,3396



Falla RN-O2

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXG3D-DU17Q
 Relay code 44G1 SU
 Location S.E._ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 11-25

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

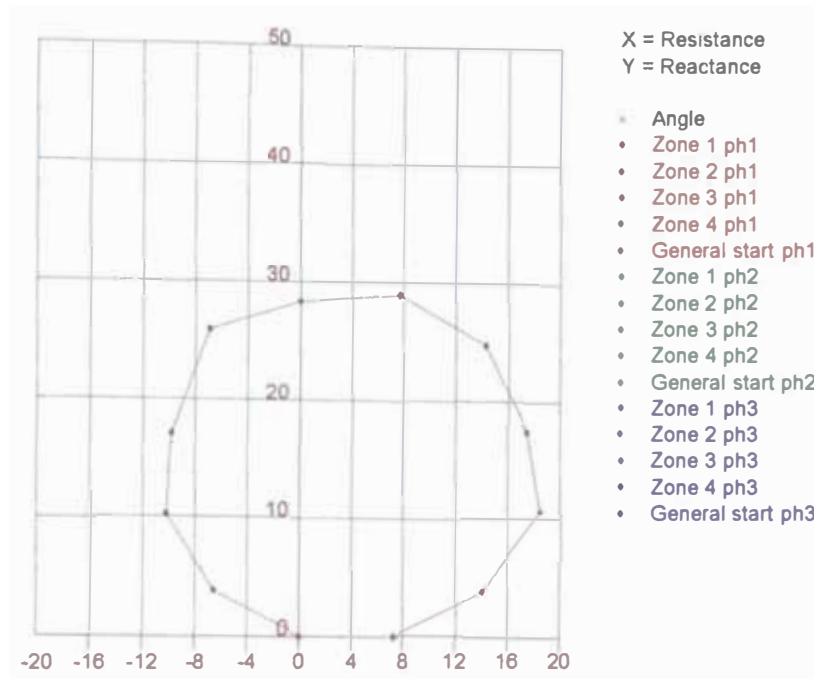
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 0 | | |
| Zone 1 | 0 | 7,295 | 0,3002 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 14,553 | 0,1834 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 21,393 | 0,2566 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 24,709 | 0,1274 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 28,539 | 0,1646 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 29,966 | 0,1746 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 28,318 | 0,1362 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 26,761 | 0,2298 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 19,669 | 0,0992 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 14,457 | 0,1172 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 7,589 | 0,1586 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 0,001 | TIMEOUT |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - N | 180 | | |

Zone 1 180 0 TIMEOUT



Falla RN-SU

TEST RESULTS

| | | | |
|-------------------|---------------|--------------|-------|
| Plant Name | ETECEN | | |
| Line Name | L-213 | | |
| Relay type | CXG3D-DU17Q | | |
| Relay code | 44G2 O1 | | |
| Location | S.E. ZAPALLAL | | |
| Operator | JZ/DV/JY | | |
| Date (dd,mm,yyyy) | 17-6-1999 | Hour (hh,mm) | 11-50 |

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

| | | | |
|----------|------|---|---|
| CT ratio | 1 | / | 1 |
| PT ratio | 1 | / | 1 |
| CT side | Line | | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|---|
| Nominal frequency (Hz) | 60 | Auxiliary DC supply (V) | 0 |
| Nominal voltage (V) | 63,5 | | |
| I test (A) | 5 | | |
| Max. time for the tests (s) | 2,5 | | |
| Trip type | 3-phase on C1 | | |
| Trip input(s) level | NO | | |

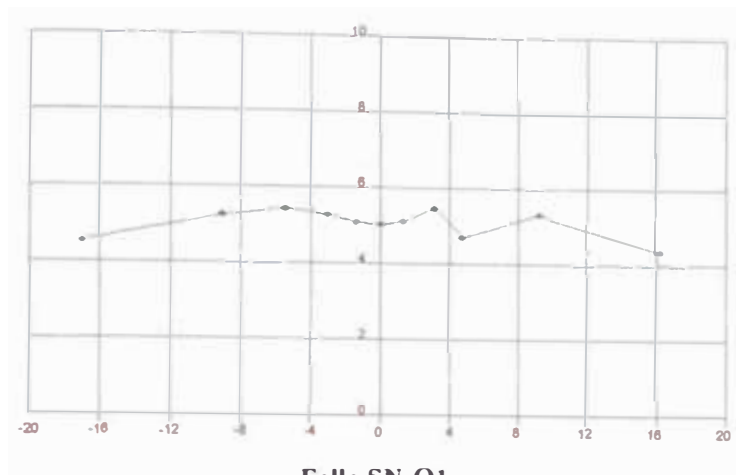
Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) · T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 16,867 | 0,1842 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 10,626 | 0,1982 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 6,694 | 0,0562 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 6,326 | 0,212 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 5,314 | 0,067 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 5,021 | 0,0626 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 5,272 | 0,066 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 6,09 | 0,1022 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 7,673 | 0,2082 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 10,474 | 0,2022 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - N | 165 | | |

Zone 1 165 17,597 0,2402



Falla SN-O1

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXG3D-DU17Q
 Relay code 44G2 O2
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 11-54

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

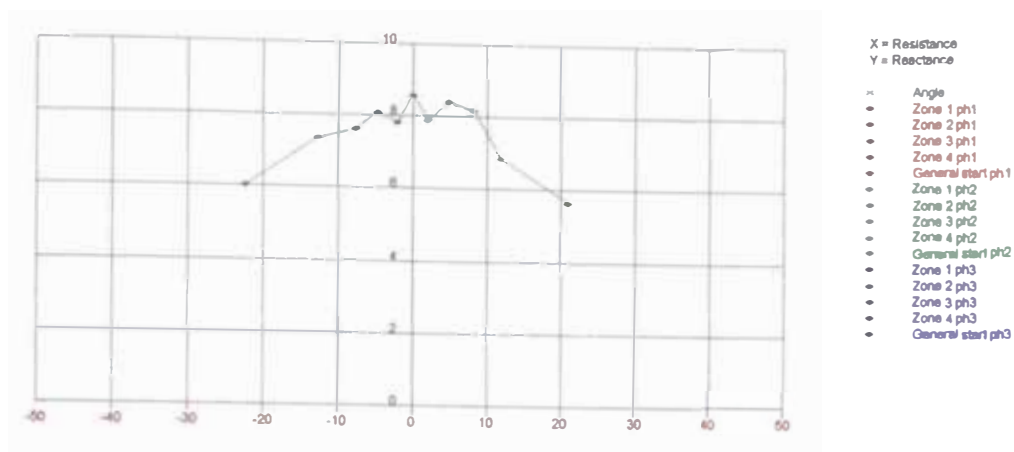
GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 110
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 - 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 15 15 | Found Z 21,828 | Time (s) 0,1674 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 30 30 | Found Z 13,751 | Time (s) 0,1042 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 45 45 | Found Z 11,551 | Time (s) 0,2364 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 60 60 | Found Z 9,703 | Time (s) 0,1942 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 75 75 | Found Z 8,15 | Time (s) 0,0854 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 90 90 | Found Z 8,558 | Time (s) 0,3568 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 105 105 | Found Z 8,087 | Time (s) 0,0834 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 120 120 | Found Z 9,341 | Time (s) 0,1254 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 135 135 | Found Z 10,788 | Time (s) 0,111 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 150 150 | Found Z 14,726 | Time (s) 0,1642 |
| Fault ph 2 - N Zone 1 | Angle (°) 165 165 | Found Z 23,194 | Time (s) 0,288 |



Falla SN-02

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXG3D-DU17Q
 Relay code 44G2 SU
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 11-47

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

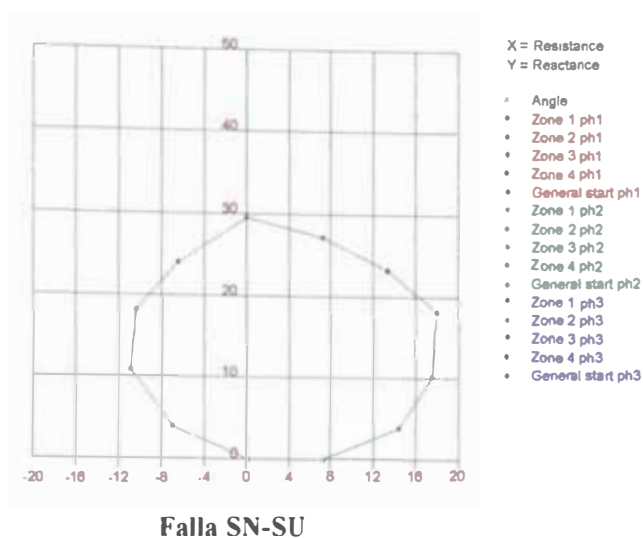
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 0 | | |

| | | | |
|-------------------|------------------|---------|----------|
| Zone 1 | 0 | 7,441 | 0,1632 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 15 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 15 | 14,845 | 0,3018 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 30 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 30 | 20,264 | 0,1434 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 45 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 45 | 25,532 | 0,185 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 60 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 60 | 26,809 | 0,1112 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 75 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 75 | 28,15 | 0,1174 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 90 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 90 | 29,557 | 0,3826 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 105 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 105 | 24,828 | 0,1198 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 120 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 120 | 20,855 | 0,1462 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 135 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 135 | 15,329 | 0,181 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 150 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 150 | 8,047 | 0,2176 |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 165 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 165 | 0,001 | TIMEOUT |
| Fault ph 2 - N | Angle (°) 180 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 180 | 0 | TIMEOUT |



TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXG3D-DU17Q
 Relay code 44G3 O1
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,YYYY) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 12-1

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

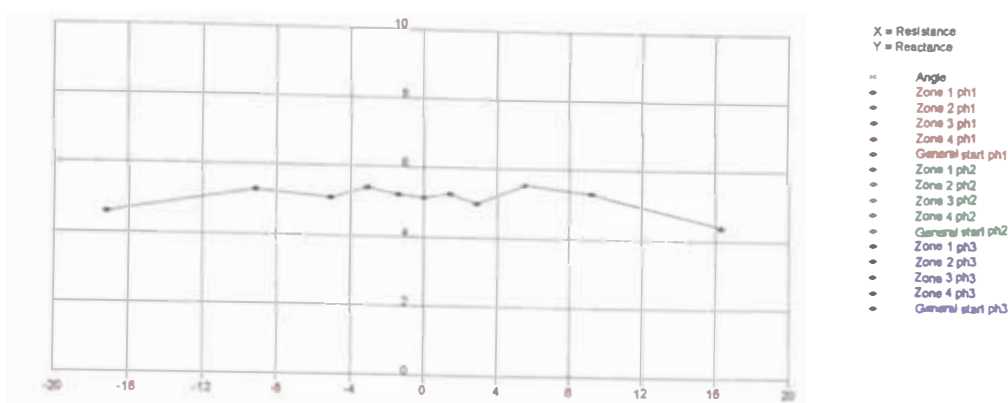
GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 15 15 | Found Z 16,867 | Time (s) 0,2544 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 30 30 | Found Z 10,626 | Time (s) 0,1558 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 45 45 | Found Z 7,81 | Time (s) 0,2184 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 60 60 | Found Z 5,74 | Time (s) 0,0618 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 75 75 | Found Z 5,424 | Time (s) 0,0726 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 90 90 | Found Z 5,126 | Time (s) 0,0612 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 105 105 | Found Z 5,382 | Time (s) 0,078 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 120 120 | Found Z 6,217 | Time (s) 0,1174 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 135 135 | Found Z 7,18 | Time (s) 0,0816 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 150 150 | Found Z 10,555 | Time (s) 0,1898 |
| Fault ph 3 - N Zone 1 | Angle (°) 165 165 | Found Z 17,733 | Time (s) 0,1326 |



Falla TN-O1

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type 44G3 O2
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 12-3

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 1 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

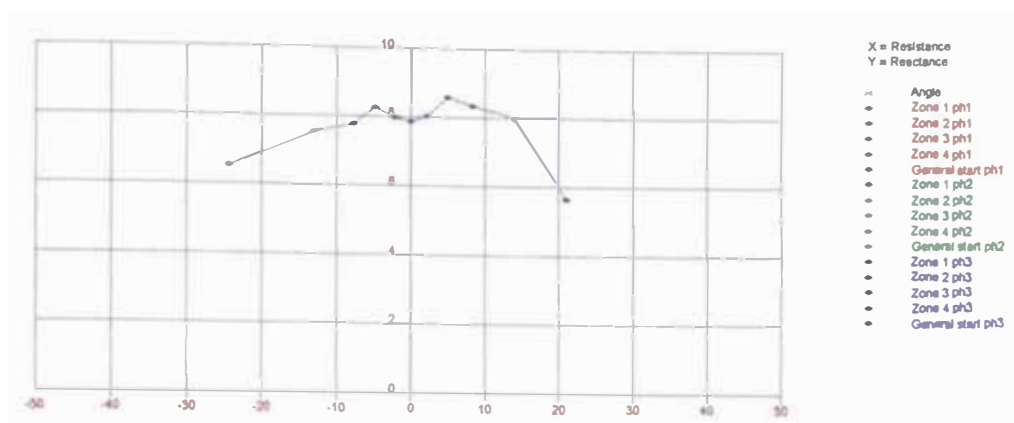
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 110
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) · T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 15 | | |

| | | | |
|-------------------|------------------|---------|----------|
| Zone 1 | 15 | 21,828 | 0,2102 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 30 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 30 | 16,043 | 0,3664 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 45 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 45 | 11,792 | 0,2058 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 60 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 60 | 9,905 | 0,297 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 75 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 75 | 8,32 | 0,0946 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 90 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 90 | 7,862 | 0,0722 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 105 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 105 | 8,256 | 0,0926 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 120 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 120 | 9,535 | 0,1374 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 135 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 135 | 11,013 | 0,1074 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 150 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 150 | 15,033 | 0,1494 |
| Fault ph 3 - N | Angle (°) 165 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 165 | 25,256 | 0,3012 |



Falla TN-O2

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXG3D-DU17Q
 Relay code 44G3 SU
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 11-55

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

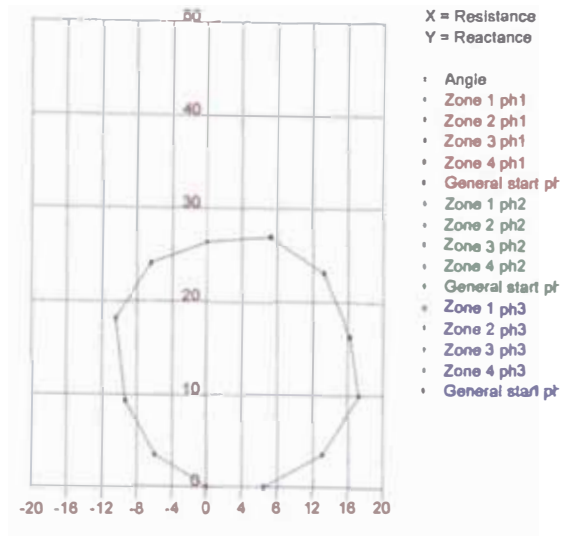
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests(s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6)
 T5 =2 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 0 | | |
| Zone 1 | 0 | 6,449 | 0,2494 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 13,543 | 0,1744 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 19,908 | 0,9236 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 22,994 | 0,1464 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 26,558 | 0,182 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 27,886 | 0,2032 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 26,352 | 0,1504 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 24,903 | 0,2406 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 20,918 | 0,4122 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 13,178 | 0,1056 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 6,918 | 0,1362 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - N | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 0,001 | TIMEOUT |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |

ph 3 - N 180
 Zone 1 180 0 TIMEOUT



Falla TN-SU

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S1 01
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 16-6-1999 Hour (hh,mm) 16-5

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 22,314 | 0,267 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 11,715 | 0,119 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 7,38 | 0,0664 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 6,199 | 0,0834 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 5,207 | 0,068 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 5,468 | 0,1874 |

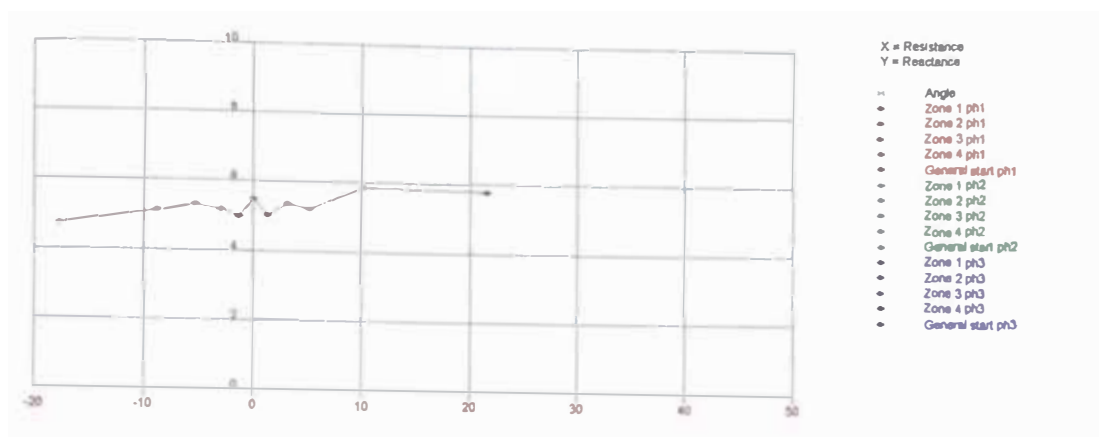
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 5,167 | 0,0624 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 5,968 | 0,0872 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 7,519 | 0,1534 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 10,264 | 0,1126 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 18,322 | 0,1268 |



Falla RS-O1

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S1 O2
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 16-6-1999 Hour (hh,mm) 16-18

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

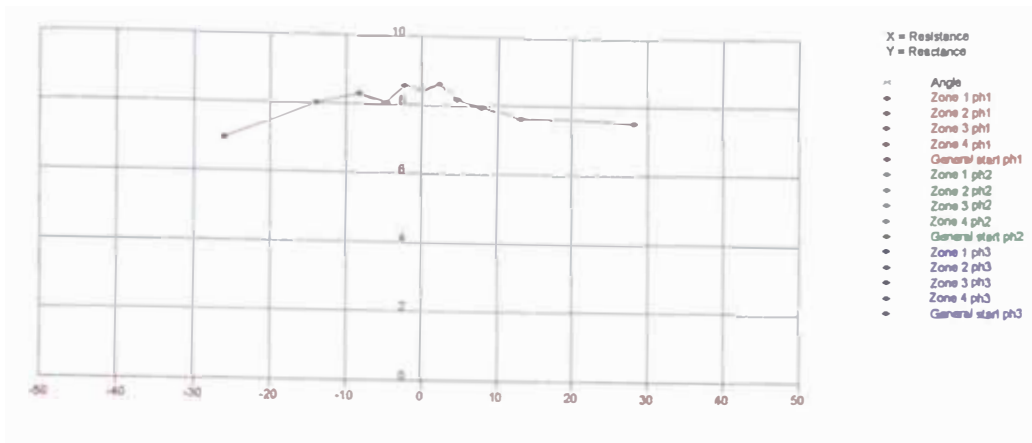
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 110
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------|-----------|---------|----------|
|-------|-----------|---------|----------|

| | | | |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 29,18 | 0,293 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 15,319 | 0,0716 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 11,259 | 0,0614 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 9,458 | 0,0742 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 8,938 | 0,1228 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 8,446 | 0,0984 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 8,868 | 0,1742 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 9,312 | 0,076 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 11,733 | 0,1302 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 16,016 | 0,2262 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 26,907 | 0,2612 |



Falla RS-O2

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type 44S1
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 16-6-1999 Hour (hh,mm) 16-55

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

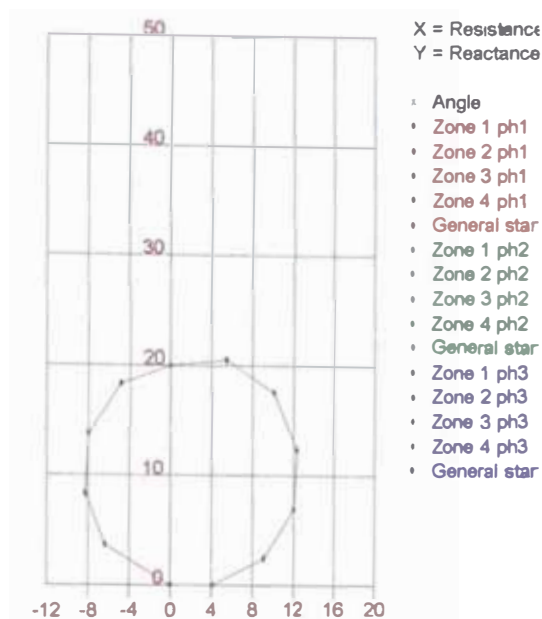
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 0 | | |
| Zone 1 | 0 | 4,076 | 0,38 |

| | | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 15 15 | Found Z 9,44 | Time (s) 0,1008 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 30 30 | Found Z 13,877 | Time (s) 0,1562 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 45 45 | Found Z 17,485 | Time (s) 0,1008 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 60 60 | Found Z 20,196 | Time (s) 0,1112 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 75 75 | Found Z 21,206 | Time (s) 0,0868 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 90 90 | Found Z 20,039 | Time (s) 0,0582 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 105 105 | Found Z 18,937 | Time (s) 0,0656 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 120 120 | Found Z 15,907 | Time (s) 0,0582 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 135 135 | Found Z 11,692 | Time (s) 0,0532 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 150 150 | Found Z 7,366 | Time (s) 0,0676 |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 165 165 | Found Z 0,001 | Time (s) TIMEOUT |
| Fault ph 1 - ph 2 Zone 1 | Angle (°) 180 180 | Found Z 0 | Time (s) TIMEOUT |
| Fault ph 1 - ph 2 | Angle (°) 195 | Found Z | Time (s) |



Falla RS-SU

TEST RESULTS

| | | |
|-------------------|---------------|--------------------|
| Plant Name | ETECEN | |
| Line Name | L-213 | |
| Relay type | CXS3D-DU16Q | |
| Relay code | 44S2 O1 | |
| Location | S.E. ZAPALLAL | |
| Operator | JZ/DV/JY | |
| Date (dd,mm,yyyy) | 17-6-1999 | Hour (hh,mm) 10-25 |

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

| | | | |
|----------|------|---|---|
| CT ratio | 1 | / | 1 |
| PT ratio | 1 | / | 1 |
| CT side | Line | | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|---|-------------------|-------------------------|---|
| Nominal frequency (Hz) | 60 | Auxiliary DC supply (V) | 0 |
| Nominal voltage (V) | 63,5 | | |
| I test (A) | 5 | | |
| Max. time for the tests (s) | 2,5 | | |
| Trip type | 3-phase on C1 | | |
| Trip input(s) level | NO | | |
| Faults calculation | I défaut constant | | |
| Time delays (forward) : | T1 = 0,05 | | |
| Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : | T5 = 2 | | |
| T6 = | 2 | | |

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 22,314 | 0,1846 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 11,715 | 0,108 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 7,38 | 0,0596 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 6,199 | 0,0828 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 5,858 | 0,2316 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 5,536 | 0,149 |

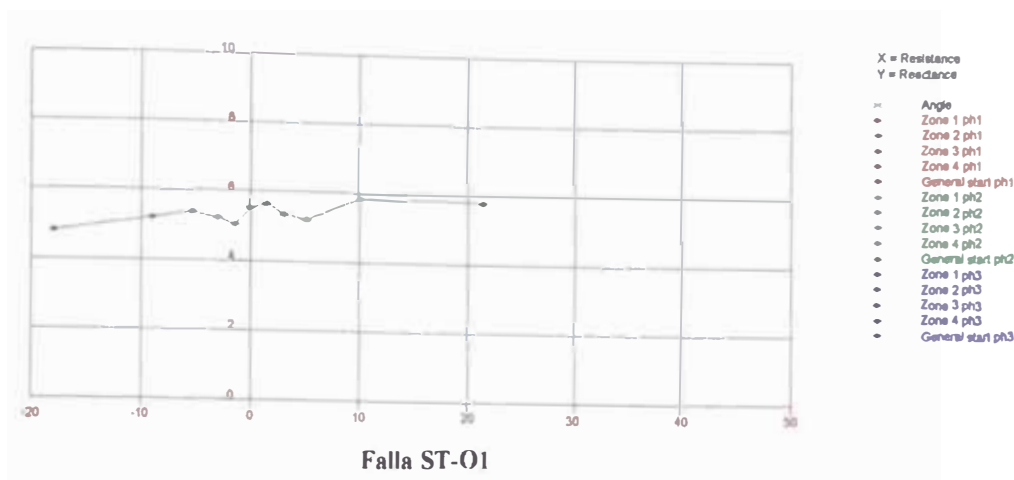
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 5,231 | 0,072 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 6,042 | 0,0876 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 7,613 | 0,1648 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 10,393 | 0,1064 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 18,551 | 0,0904 |



TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S2 O2
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,YYYY) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 10-30

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

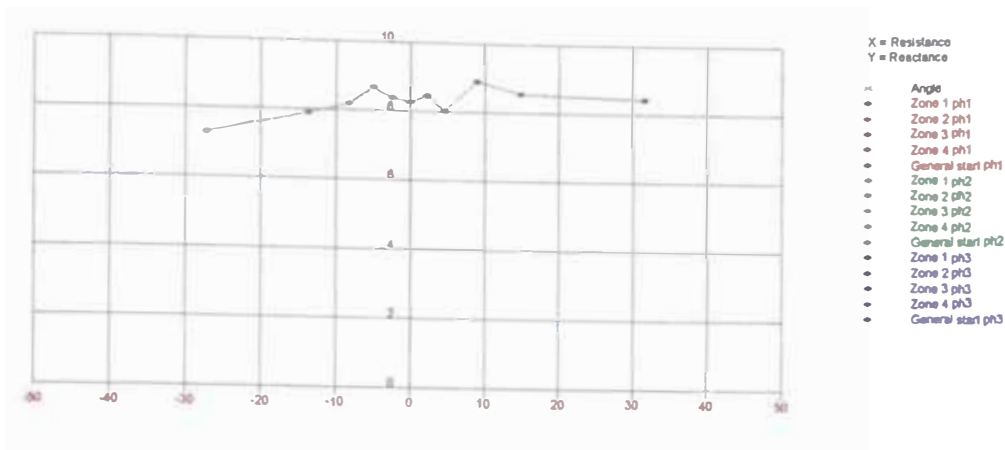
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 110
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 32,613 | 0,3392 |

| | | | |
|-------------|-----------|---------|----------|
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 17,121 | 0,1078 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 12,584 | 0,1342 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 9,249 | 0,063 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 8,74 | 0,084 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 8,26 | 0,0772 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 8,673 | 0,0828 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 10,017 | 0,1954 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 11,57 | 0,0898 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 15,793 | 0,1202 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 28,191 | 0,1882 |



Falla ST-O2

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S2 SU
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 10-17

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

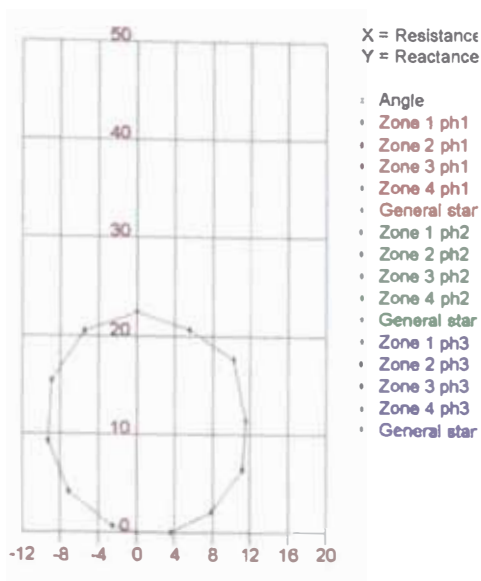
TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 0 | | |

| | | | |
|-------------|-----------|---------|----------|
| Zone 1 | 0 | 3,647 | 0,2436 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 8,153 | 0,0408 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 12,841 | 0,0844 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 16,18 | 0,058 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 20,387 | 0,134 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 21,406 | 0,0732 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 22,476 | 0,2064 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 21,24 | 0,1716 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 17,842 | 0,0794 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 13,113 | 0,0456 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 8,261 | 0,046 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 2,602 | 0,0834 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 2 - ph 3 | 180 | | |
| Zone 1 | 180 | 0,001 | TIMEOUT |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |

ph 2 - ph 3 195



Falla ST-SU

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S3 O1
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 10-40

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

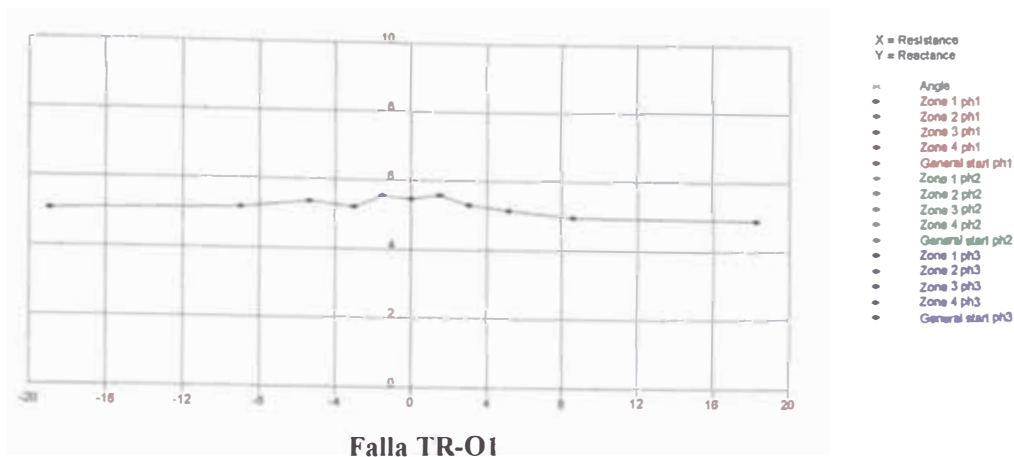
GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 - 2

TEST TY.: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 18,881 | 0,1356 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 9,912 | 0,0556 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 7,285 | 0,0756 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 6,12 | 0,082 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 5,783 | 0,211 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 5,465 | 0,1326 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 5,738 | 0,2304 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 6,025 | 0,083 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 7,592 | 0,1434 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 10,363 | 0,1068 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 19,586 | 0,3768 |



TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S3 O2
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 10-45

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

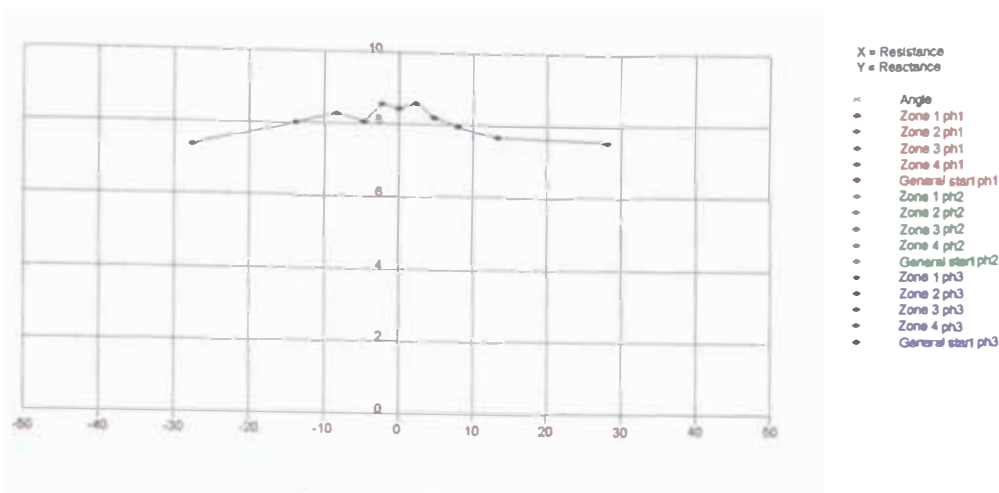
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 110
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 15 | | |
| Zone 1 | 15 | 29,18 | 0,2478 |

| | | | |
|-------------|-----------|---------|----------|
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 30 | | |
| Zone 1 | 30 | 15,319 | 0,0742 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 45 | | |
| Zone 1 | 45 | 11,259 | 0,0756 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 60 | | |
| Zone 1 | 60 | 9,458 | 0,0744 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 75 | | |
| Zone 1 | 75 | 8,938 | 0,135 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 90 | | |
| Zone 1 | 90 | 8,446 | 0,1074 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 105 | | |
| Zone 1 | 105 | 8,868 | 0,1292 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 120 | | |
| Zone 1 | 120 | 9,312 | 0,0808 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 135 | | |
| Zone 1 | 135 | 11,733 | 0,1162 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 150 | | |
| Zone 1 | 150 | 16,016 | 0,1368 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 165 | | |
| Zone 1 | 165 | 28,588 | 0,179 |



Falla TR-O2

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-213
 Relay type CXS3D-DU16Q
 Relay code 44S3 SU
 Location S.E. ZAPALLAL
 Operator JZ/DV/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 17-6-1999 Hour (hh,mm) 10-35

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Line

GENERAL TEST PARAMETERS

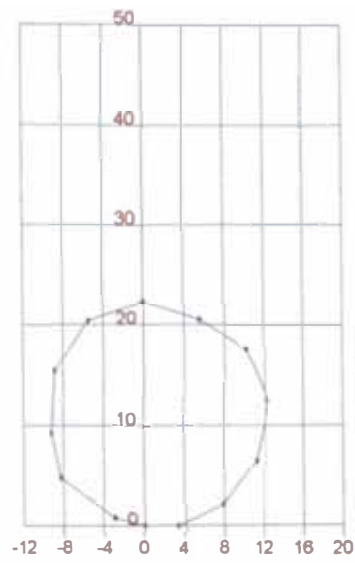
Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 63,5
 I test (A) 5
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 0 | | |

| | | | |
|----------------------|------------------|---------|----------|
| Zone 1 | 0 | 3,218 | 0,52 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 15 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 15 | 8,153 | 0,1776 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 30 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 30 | 12,841 | 0,0886 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 45 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 45 | 17,528 | 0,1456 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 60 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 60 | 20,245 | 0,0926 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 75 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 75 | 21,257 | 0,067 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 90 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 90 | 22,32 | 0,092 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 105 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 105 | 21,093 | 0,084 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 120 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 120 | 17,718 | 0,0672 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 135 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 135 | 13,022 | 0,0476 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 150 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 150 | 9,571 | 0,079 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 165 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 165 | 3,015 | 0,0784 |
| Fault ph 3 - ph 1 | Angle (°) 180 | Found Z | Time (s) |
| Zone 1 | 180 | 0,001 | TIMEOUT |



X = Resistance
Y = Reactance

- Angle
- Zone 1 ph1
- Zone 2 ph1
- Zone 3 ph1
- Zone 4 ph1
- General start
- Zone 1 ph2
- Zone 2 ph2
- Zone 3 ph2
- Zone 4 ph2
- General start
- Zone 1 ph3
- Zone 2 ph3
- Zone 3 ph3
- Zone 4 ph3
- General start

Falla TR-SU

5.6 Relé PXLP

Este relé es el que protege la línea L-245 que va desde la S.E. Ventanilla a la S.E. Chavarría.

5.6.1 Datos generales

| | | | |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Subestación | Ventanilla | R0 | 2,85 Ω |
| Línea | L-245 | X0 | 15,84 Ω |
| S.E. Destino | Chavarría | Z+ | 5,36 Ω |
| Tension | 220 kV | $\Theta+$ | 79,80 ° |
| Longitud | 10,56 km | Z0 | 16,09 Ω |
| R'+ | 0,09 Ω /km. | $\Theta0$ | 79,80 ° |
| X'+ | 0,5 Ω /km. | K0 | 0,67 |
| R'0 | 0,27 Ω /km. | CT _{prim} | 800 A |
| X'0 | 1,5 Ω /km. | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 0,95 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 5,28 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.6.2 Ajustes de calibración

- Ajustes Frontales

| | Ko | C | n | Ir | a1 | a2 | a3 | k5 | N1 | N2 | N3 | N4 | T1(ms) | T2(ms) | T3(ms) | T4(ms) |
|------------|-----|-----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|--------|--------|--------|--------|
| Ajustes | 7 | 1,2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 72 | 67 | 26 | 33 | 5 | 40 | 8 | 25 |
| Valor real | 0,7 | 1,2 | 81 | 0,2 | 5 | 10 | 10 | 0,3 | 72 | 67 | 26 | 33 | 5 | 400 | 800 | 2500 |

- Ajustes de Programación

| Módulo | Identificación | Ajuste | Función | Significado |
|--------------------|----------------|--|---|--------------------------|
| QAH Falla a Tierra | S3 | 0-0 | Compundaje de relé direccional homopolar g=0 | g=0 |
| | S5 | 0-1-0-1 | Configuración PXLP | |
| | S6 | ON | Rango de corriente neutro de arranque | (0.1-1.6)*In |
| | S7 | 1-3 | Rango de corriente de neutro | En porcentaje |
| QT Temporización | S5 | 0-1 | Ajuste del reloj de arranque a la frecuencia 60Hz | 60 Hz |
| | S6 | 1-0 | Temporización máxima de T2 :x 1seg | x 1 s |
| | S7 | 1 | Conectado a la frecuencia de Red | 60 Hz |
| | S11-1 | 0 | Inversión de la direccionalidad entre T1 y T2 | OFF |
| | S11-2 | 0 | Inversión de la direccionalidad entre T2 y T3 | OFF |
| | S11-3 | 0 | Inversión de la direccionalidad entre T3 y T4 | OFF |
| | S11-4 | 0 | Inversión después de T4 | OFF |
| | S11-5 | 0 | Inversión de direccionalidad del Relé por orden externa | OFF |
| | S11-6 | 0 | No usado | |
| | S9 | 10000 | Característica de arranque (falla fase -fase) | a/b=1, $\Theta=90^\circ$ |
| S12 | 10000 | Característica de arranque (falla fase-tierra) | a/b=1, $\Theta=90^\circ$ | |

| | | | | |
|---|-----|-----|---|----------|
| QL1 (Módulo Lógico de disparo e indicación) | S1 | 0 | Bloqueo del arranque por Oscilación de Potencia | Activado |
| QL2 | S1 | 0 | La informacion de cierre sobre falla proviene del exterior | SI |
| QL3 | S1 | 0 | Activa la acelearcion de 2da zona | OFF |
| | S2 | 0 | Validacion de cierre de Int. sobre falla para bloqueo de 1ra zona. | OFF |
| | S3 | 0 | Desactiva la transmision de bloqueo hacia el otro extremo | OFF |
| | S4 | 1 | Activa el teledisparo hacia el otro extremo | ON |
| | S5 | 1 | Desactiva esquema de sobrealcance permisivo | ON |
| | S6 | 1 | Desactiva el esquema de bloqueo por recepcion de HF | ON |
| | S7 | 0 | Activa bloqueo de disparoen 1era zona ante oscilacion de potencia | OFF |
| | S8 | 1 | Activa la aceleracion de disparo o sobrealcance permisivoen 2da zona | ON |
| | S9 | 0 | Bloqueo de disparo en 2da zona ante oscilacion de potencia | OFF |
| | S10 | 0 | Bloqueo de disparo en 3era zona ante oscilacion de potencia | OFF |
| | S11 | 0 | Desactiva el disparo en 4ta zona por recepcion de HF | OFF |
| | S12 | 1 | Activa informacion de recierre 1 permite disparo en caso de mantener la falla | ON |
| | S13 | 0 | Bloqueo del recierre por disparos en 2da zona | OFF |
| | S14 | 0 | Bloqueo de recierre por disparos de cualquier zona | OFF |
| | S15 | 1 | Desactiva el disparo trifásico para cualquier tipo de falla | ON |
| | S16 | 0 | Desactiva el disparo trifasico para fallas eliminadas en 2do escalon | OFF |
| | S17 | 1 | Desactiva la aceleracion de etapa | ON |
| | S18 | 1-3 | Opcion 3. Medición con 3 zonas conmutadas. | |
| | S19 | 1-3 | Opcion 3. Medición con 3 zonas conmutadas. | |
| | S20 | 1-3 | Bloquea el Disparo por desaparicion de Onda Portadora | |
| | S21 | | | |

| | | | | |
|----|----|---|----------------|---|
| QW | S1 | 0 | $\Delta X=0,1$ | X |
| | S2 | 0 | | |
| | S3 | 0 | | |
| | S1 | 1 | $\Delta X=2$ | |
| | S2 | 0 | | |
| | S3 | 0 | | |
| | S1 | 0 | $\Delta X=0,4$ | |
| | S2 | 1 | | |
| | S3 | 0 | | |
| | S1 | 0 | $\Delta X=1$ | |
| | S2 | 0 | | |
| | S3 | 1 | | |

5.6.3 Fórmulas

- **Zona 1, 2 y 3**

$$X_i = a_i * \frac{20}{N_i + 1} * C$$

Donde:

- i : Subíndice que define la zona. i=1, 2 y 3.
- a_i : Ajuste que corresponde a cada zona.
- C : Factor multiplicador.
- N_i : Ajuste que define el alcance para cada zona.

- **Zona 4**

$$X4 = \frac{500}{N4 + 1} * C$$

Donde:

- C : Factor multiplicador.
- N4 : Ajuste que define el alcance para zona 4.

- **Zona 5**

$$X5 = K5 * X4$$

Donde:

K5 : Factor multiplicador
 X4 : Reactancia de zona 4.

- **Tablas**

| Posición | n | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Ø | 87 | 84 | 81 | 78 | 75 | 72 | 69 | 67 | 64 | 62 | 60 | 58 | 56 | 54 | 52 | 50 |

| ai post | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|---|---|----|----|
| valor | 1 | 5 | 10 | 50 |

| k5 post | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|-----|-----|-----|---|
| valor | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 1 |

5.6.4 Resumen de alcances

| | % de línea | Zsec (Ω) | Zprim (Ω) | Tiempos (ms) | Dirección |
|--------|------------|----------|-----------|--------------|-----------|
| Zona 1 | 84,26% | 1,644 | 4,521 | 5,0 | Adelante |
| Zona 2 | 180,92% | 3,529 | 9,706 | 400 | Adelante |
| Zona 3 | 455,64% | 8,889 | 24,444 | 800 | Adelante |
| Zona 4 | 904,58% | 17,647 | 48,529 | 2500 | Atrás |
| Zona 5 | 226,15% | 4,412 | 12,132 | 2500 | Atrás |

5.6.5 Procedimiento

- Al igual que los relés anteriores se recomienda retirar los disparos como primer paso.
- Las celdas donde existen relés PXL P y Optimho tienen sus peines de pruebas, sin embargo el conexionado en las subestaciones donde existen (Ventanilla y Chavarria) no son iguales, depende del criterio con el que se instala y del gusto del cliente.
- Para hacer los conexionados uno debe referirse al plano de la subestación, sin embargo como referencia se muestra en la figura V.11 las conexiones del relé PXL P.
- En estos peines uno debe de cortocircuitar las entradas de corriente. Debido a que son conectores tipo banana debe de tenerse cuidado de que no se vayan a salir involuntariamente porque se abriría el circuito de corriente.

- Antes de empezar la prueba uno debe verificar los ajustes, puede darse el caso de que estos hayan sido cambiados por descuido.
- Una vez hechas las conexiones del equipo de pruebas al peine de pruebas se insertará en las borneras de pruebas y se comenzará con la simulación de fallas.
- Una vez culminada las pruebas se retirarán los peines y se repondrá los circuitos de disparos

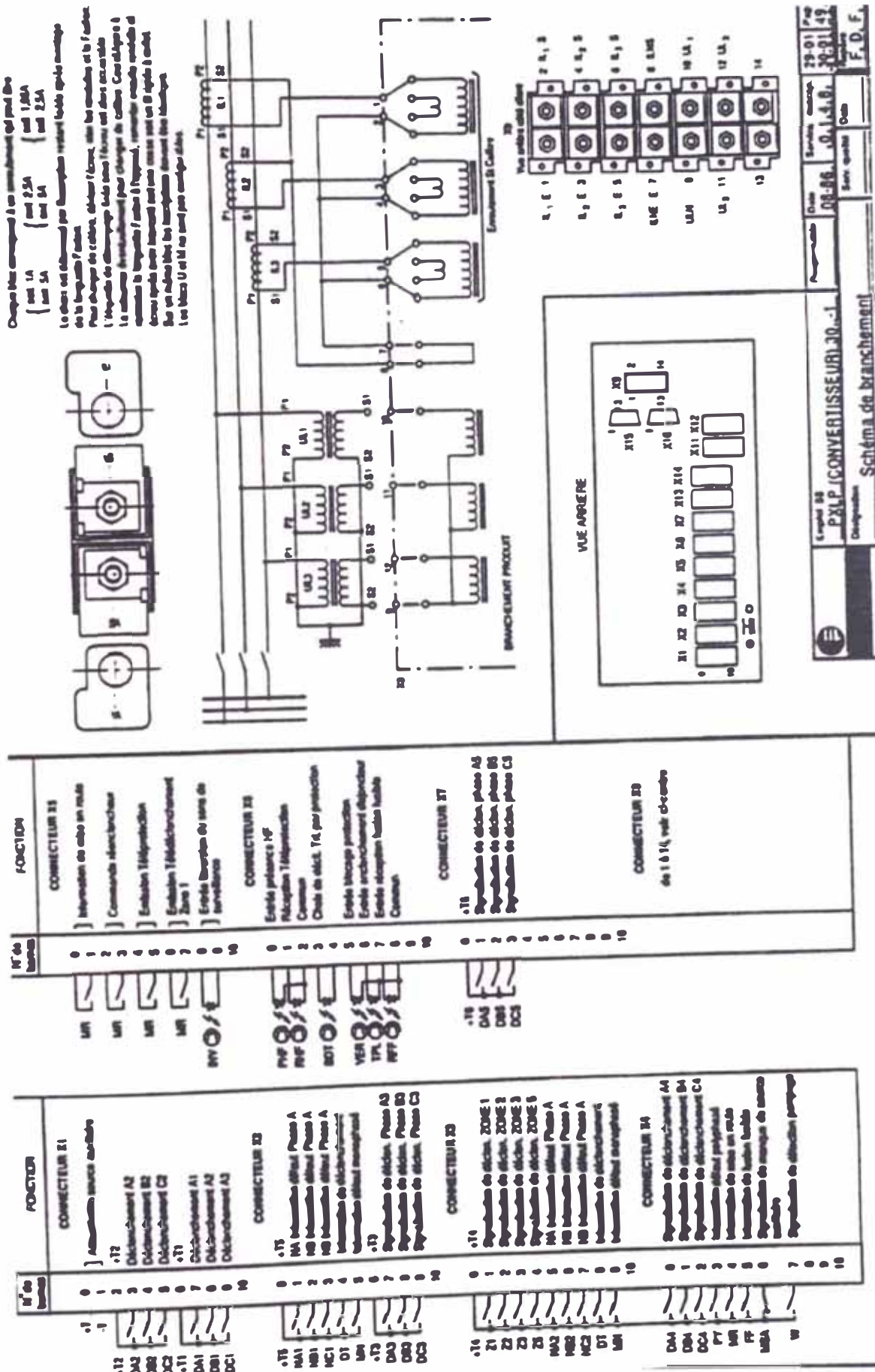


Figura V.11

| | |
|---|---|
| <p>Empilés en</p> <p>PALP (CONVERISSEUR) 30...1</p> <p>Dispositifs</p> | <p>Schema de branchement</p> |
| <p>Date: 08-86</p> <p>Revisé par: S. I. A. B.</p> <p>Approuvé par: F. D. F.</p> | <p>Date: 29-01</p> <p>Revisé par: S. I. A. B.</p> <p>Approuvé par: F. D. F.</p> |

5.6.6 Pruebas

Para estas pruebas se utilizó el programa automático para relés PXL P, las pruebas se realizaron en 7 partes falla RN, falla SN, falla TN, falla RS, falla ST, falla TR y falla RST.

TEST RESULTS

```
Plant Name          ETECEN
Line Name           L-245
Relay type          ENERTEC
Relay code          PXL P3000
Location            S.E. VENTANILLA
Operator            JY&RO&RC
Date (dd,mm,yyyy)  15-07-1999   Hour (hh,mm) 15-40
```

LINE CHARACTERISTICS

```
Source impedance ZS          Module (Ohm) Phase
Homopolar source coefficient KoS 0          0
Homopolar line coefficient KoL  0,7        0
```

PLANT PARAMETERS

```
Current transformer ratio    Primary      Secondary
Power transformer ratio      1 A         1 A
Connection side of the CT    1 kV        1 kV
Breaker delay (in ms)       L
                              0
```

GENERAL TEST PARAMETERS

```
Nominal frequency (50/60 Hz) 60      Auxiliary DC voltage 0

Nominal voltage 57,8   Maximum voltage 100
Minimum current 0,05   Maximum current 2
Maximum time for the tests 3,25
Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) 2
```

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 1 - N | 21 | | | | |
| Zone 4 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8872 |
| Zone 3 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8786 |
| Zone 2 | 21 | 9,848 | 9,848 | 0 | 0,4676 |
| Zone 1 | 21 | 4,77 | 4,587 | 4 | 0,0254 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 1 - N | 51 | | | | |
| Zone 4 | 51 | 16,583 | 16,583 | 0 | 2,5874 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,8754 |
| Zone 2 | 51 | 4,541 | 4,541 | 0 | 0,472 |
| Zone 1 | 51 | 2,115 | 2,115 | 0 | 0,0276 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 81 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5774 |
| Zone 3 | 81 | 8,999 | 8,999 | 0 | 0,8804 |
| Zone 2 | 81 | 3,716 | 3,573 | 4 | 0,4622 |
| Zone 1 | 81 | 1,664 | 1,664 | 0 | 0,0324 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 111 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 111 | 15,92 | 16,583 | -4 | 2,5782 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,8832 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,4592 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0338 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 11,207 | 13,342 | -16 | 0,8946 |
| Zone 3 | 141 | 11,207 | 13,342 | -16 | 0,878 |
| Zone 2 | 141 | 5,383 | 5,608 | -4 | 0,4674 |
| Zone 1 | 141 | 2,507 | 2,612 | -4 | 0,0318 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 6,589 | 9,689 | -32 | 2,584 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 4,067 | 7,036 | -42,2 | 2,5846 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 2,905 | 5,661 | -48,7 | 2,5814 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

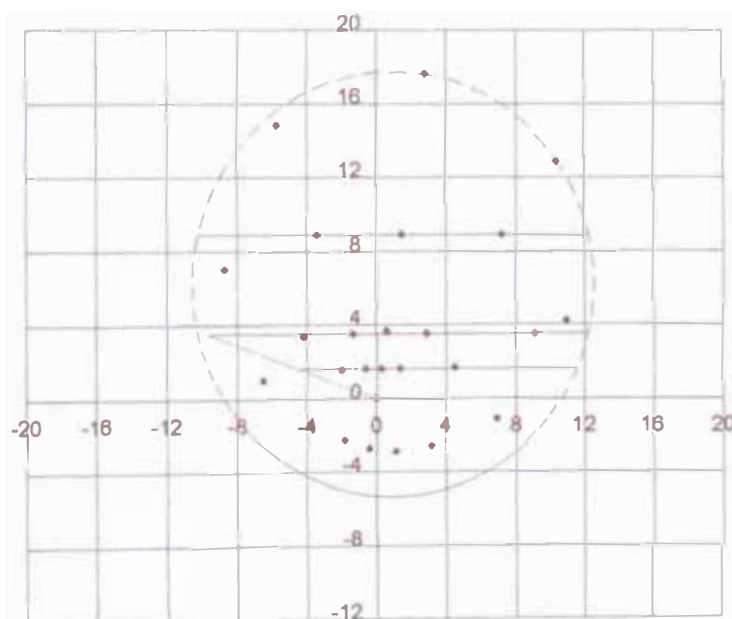
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 2,739 | 5,255 | -47,9 | 2,5836 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|

| | | | | | |
|----------|-----|-------|-------|-------|--------|
| ph 1 - N | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 3,071 | 5,661 | -45,8 | 2,5854 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 4,067 | 7,036 | -42,2 | 2,5856 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - N | 351 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 351 | 6,976 | 9,689 | -28 | 2,5788 |
| Zone 3 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 351 | 0 | 0 | | |



Falla RN

TEST RESULTS

| | |
|------------|-----------------|
| Plant Name | ETECEN |
| Line Name | L-245 |
| Relay type | PXLP3000 |
| Relay code | FALLA_SN |
| Location | S.E._VENTANILLA |
| Operator | JY&RO&RC |

Date (dd,mm,yyyy) 15-07-1999 Hour (hh,mm) 16-5

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|--|------------------------------|----------------------|----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 0 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 60 |
| Minimum current | 0,05 | Maximum current | 2 |
| Maximum time for the tests | 3,25 | | |
| Trip type | single phase on C1,2,3=R,Y,B | | |
| Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) | | | 2 |

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 21 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8804 |
| Zone 3 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8786 |
| Zone 2 | 21 | 9,848 | 9,848 | 0 | 0,4762 |
| Zone 1 | 21 | 4,587 | 4,587 | 0 | 0,0286 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 51 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 51 | 15,92 | 16,583 | -4 | 2,5852 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,8796 |
| Zone 2 | 51 | 4,723 | 4,541 | 4 | 0,4712 |
| Zone 1 | 51 | 2,199 | 2,115 | 4 | 0,0284 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 81 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5794 |
| Zone 3 | 81 | 9,359 | 8,999 | 4 | 0,8782 |
| Zone 2 | 81 | 3,716 | 3,573 | 4 | 0,4666 |
| Zone 1 | 81 | 1,73 | 1,664 | 4 | 0,0306 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 111 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 111 | 15,92 | 16,583 | -4 | 2,5802 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,8872 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,463 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0278 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8994 |
| Zone 3 | 141 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8882 |
| Zone 2 | 141 | 5,608 | 5,608 | 0 | 0,4644 |
| Zone 1 | 141 | 2,612 | 2,612 | 0 | 0,0364 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 6,589 | 9,689 | -32 | 2,5796 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 4,067 | 7,036 | -42,2 | 2,5824 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 2,905 | 5,661 | -48,7 | 2,5838 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

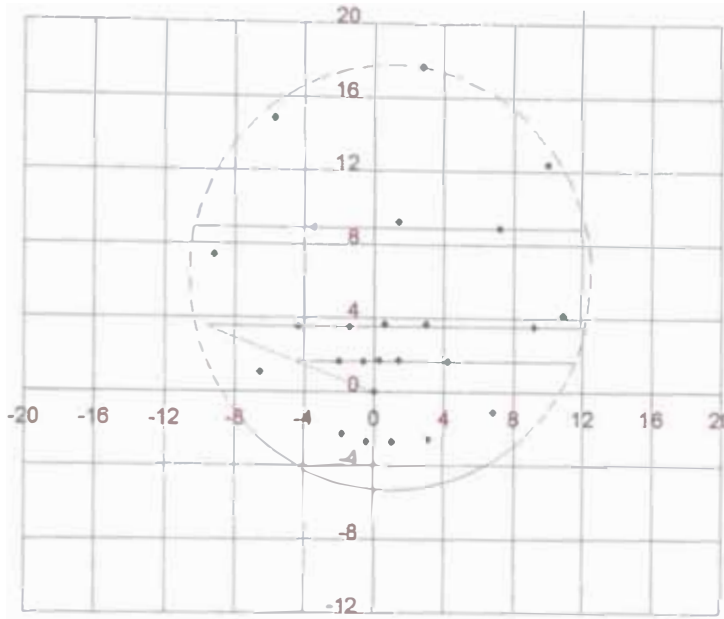
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 2,739 | 5,255 | -47,9 | 2,581 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 2,905 | 5,661 | -48,7 | 2,582 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - N | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 4,067 | 7,036 | -42,2 | 2,5826 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|

| | | | | | |
|----------|-----|-------|-------|-----|--------|
| ph 2 - N | 351 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 351 | 6,976 | 9,689 | -28 | 2,5854 |
| Zone 3 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 351 | 0 | 0 | | |



- X = Resistance
- Y = Reactance
- x Angle
- x Zone 1
- x Zone 2
- x Zone 3
- Blinder
- Blinder
- Value ph1-N
- Value ph2-N
- Value ph3-N
- x General start

Falla SN

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-245
 Relay type PXL3000
 Relay code FALLA TN
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RO&RC
 Date (dd,mm,yyyy) 15-07-1999 Hour (hh,mm) 16-25

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (50/60 Hz) 60 Auxiliary DC voltage 0
 Nominal voltage 57,8 Maximum voltage 60

Minimum current 0,05 Maximum current 2
 Maximum time for the tests 3,25
 Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
 Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) 2

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 21 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,887 |
| Zone 3 | 21 | 11,741 | 13,342 | -12 | 0,8744 |
| Zone 2 | 21 | 9,848 | 9,848 | 0 | 0,4646 |
| Zone 1 | 21 | 4,403 | 4,587 | -4 | 0,0266 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 51 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 51 | 15,92 | 16,583 | -4 | 2,5838 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,8746 |
| Zone 2 | 51 | 4,541 | 4,541 | 0 | 0,4738 |
| Zone 1 | 51 | 2,115 | 2,115 | 0 | 0,0264 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 81 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,582 |
| Zone 3 | 81 | 8,999 | 8,999 | 0 | 0,876 |
| Zone 2 | 81 | 3,573 | 3,573 | 0 | 0,4634 |
| Zone 1 | 81 | 1,664 | 1,664 | 0 | 0,0298 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 111 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 111 | 15,92 | 16,583 | -4 | 2,5792 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,8854 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,4662 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0318 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 11,207 | 13,342 | -16 | 0,892 |
| Zone 3 | 141 | 11,207 | 13,342 | -16 | 0,8914 |
| Zone 2 | 141 | 5,608 | 5,608 | 0 | 0,461 |
| Zone 1 | 141 | 2,507 | 2,612 | -4 | 0,0356 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 6,589 | 9,689 | -32 | 2,5814 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 201 | (ohm) | (ohm) | | |

| | | | | | |
|--------|-----|-------|-------|-------|--------|
| Zone 4 | 201 | 3,901 | 7,036 | -44,6 | 2,5816 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |

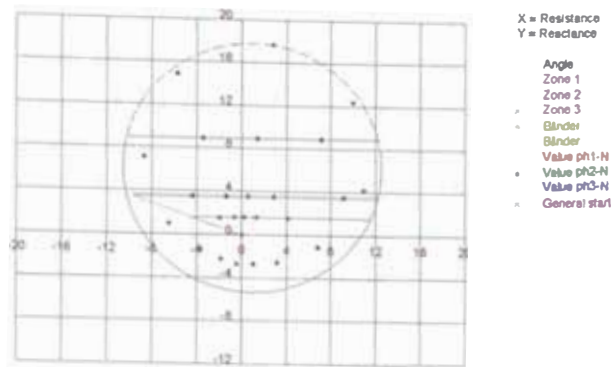
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 2,905 | 5,661 | -48,7 | 2,5808 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 2,739 | 5,255 | -47,9 | 2,5808 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 2,905 | 5,661 | -48,7 | 2,5852 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 4,067 | 7,036 | -42,2 | 2,5782 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|----------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 3 - N | 351 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 351 | 6,976 | 9,689 | -28 | 2,5858 |
| Zone 3 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 351 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 351 | 0 | 0 | | |



Falla TN

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-245
 Relay type PXL3000
 Relay code FALLA RS
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RO&RC
 Date (dd,mm,yyyy) 15-07-1999 Hour (hh,mm) 16-45

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (50/60 Hz) 60 Auxiliary DC voltage 0
 Nominal voltage 57,8 Maximum voltage 100
 Minimum current 0,05 Maximum current 2
 Maximum time for the tests 3,25
 Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
 Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) 2

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 21 | | | | |
| Zone 4 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,884 |
| Zone 3 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8772 |
| Zone 2 | 21 | 10,242 | 9,848 | 4 | 0,4838 |
| Zone 1 | 21 | 4,77 | 4,587 | 4 | 0,0346 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 51 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 51 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5934 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,89 |
| Zone 2 | 51 | 4,723 | 4,541 | 4 | 0,4756 |
| Zone 1 | 51 | 2,199 | 2,115 | 4 | 0,0344 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 81 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5902 |
| Zone 3 | 81 | 8,999 | 8,999 | 0 | 1,078 |
| Zone 2 | 81 | 3,716 | 3,573 | 4 | 0,4776 |
| Zone 1 | 81 | 1,664 | 1,664 | 0 | 0,0344 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 111 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 111 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5904 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,8938 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,4758 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0338 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8894 |
| Zone 3 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 141 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 8,933 | 8,933 | 0 | 2,594 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5928 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 4,85 | 4,85 | 0 | 2,5928 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

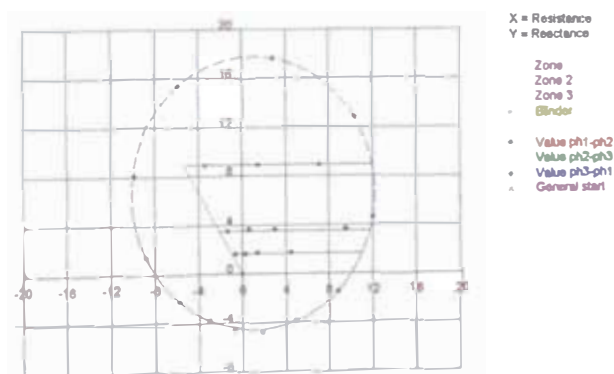
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|
|-------|-----------|---------|--------|-------|----------|

| | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|---|--------|
| ph 1 - ph 2 | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 4,645 | 4,466 | 4 | 2,5942 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 5,044 | 4,85 | 4 | 2,594 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5938 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 1 - ph 2 | 351 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,034 |
| Zone 3 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0338 |
| Zone 2 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,034 |
| Zone 1 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0322 |



Falla RS

TEST RESULTS

| | | |
|-------------------|------------------|--------------------|
| Plant Name | ETECEN | |
| Line Name | L-245 | |
| Relay type | PXL3000 | |
| Relay code | FALLA_ST | |
| Location | S. E. VENTANILLA | |
| Operator | JY&RO&RC | |
| Date (dd,mm,yyyy) | 15-07-1999 | Hour (hh,mm) 16-55 |

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|--|------------------------------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 0 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Minimum current | 0,05 | Maximum current | 2 |
| Maximum time for the tests | 3,25 | | |
| Trip type | single phase on C1,2,3=R,Y,B | | |
| Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) | | | 2 |

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 21 | | | | |
| Zone 4 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8848 |
| Zone 3 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8812 |
| Zone 2 | 21 | 9,848 | 9,848 | 0 | 0,4886 |
| Zone 1 | 21 | 4,587 | 4,587 | 0 | 0,033 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 51 | | | | |
| Zone 4 | 51 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5914 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,887 |
| Zone 2 | 51 | 4,723 | 4,541 | 4 | 0,478 |
| Zone 1 | 51 | 2,115 | 2,115 | 0 | 0,0348 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 81 | | | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5926 |
| Zone 3 | 81 | 8,999 | 8,999 | 0 | 0,8892 |
| Zone 2 | 81 | 3,716 | 3,573 | 4 | 0,4738 |
| Zone 1 | 81 | 1,664 | 1,664 | 0 | 0,0318 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 111 | | | | |
| Zone 4 | 111 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,594 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,893 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,48 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0344 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 141 | | | | |
| Zone 4 | 141 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8858 |

| | | | |
|--------|-----|---|---|
| Zone 3 | 141 | 0 | 0 |
| Zone 2 | 141 | 0 | 0 |
| Zone 1 | 141 | 0 | 0 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 8,933 | 8,933 | 0 | 2,5914 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,594 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 5,044 | 4,85 | 4 | 2,5944 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

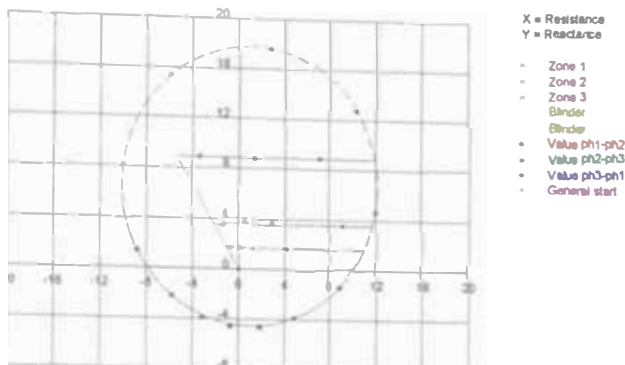
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 4,645 | 4,466 | 4 | 2,5944 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 5,044 | 4,85 | 4 | 2,5944 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5942 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 351 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0344 |
| Zone 3 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0344 |

| | | | | | |
|--------|-----|-------|-------|---|--------|
| Zone 2 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0346 |
| Zone 1 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0344 |



Falla ST

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-245
 Relay type PXL3000
 Relay code FALLA TR
 Location S.E._VENTANILLA
 Operator JY&RO&RC
 Date (dd,mm,yyyy) 15-07-1999 Hour (hh,mm) 16-55

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (50/60 Hz) 60 Auxiliary DC voltage 0
 Nominal voltage 57,8 Maximum voltage 100
 Minimum current 0,05 Maximum current 2
 Maximum time for the tests 3,25
 Trip type single phase on C1,2,3=R,Y,B
 Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) 2

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8804 |
| Zone 4 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8772 |
| Zone 3 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8772 |

| | | | | | |
|-------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| Zone 2 | 21 | 9,454 | 9,848 | -4 | 0,476 |
| Zone 1 | 21 | 4,587 | 4,587 | 0 | 0,0348 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 51 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 51 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5936 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,8886 |
| Zone 2 | 51 | 4,359 | 4,541 | -4 | 0,4708 |
| Zone 1 | 51 | 2,03 | 2,115 | -4 | 0,0348 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 81 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5924 |
| Zone 3 | 81 | 8,999 | 8,999 | 0 | 0,8964 |
| Zone 2 | 81 | 3,573 | 3,573 | 0 | 0,4734 |
| Zone 1 | 81 | 1,664 | 1,664 | 0 | 0,0348 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 111 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 111 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,594 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,8952 |
| Zone 2 | 111 | 3,931 | 3,78 | 4 | 0,4826 |
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,0348 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 12,375 | 12,891 | -4 | 0,891 |
| Zone 3 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 141 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 8,933 | 8,933 | 0 | 2,5942 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5912 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| ph 3 - ph 1 | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 4,85 | 4,85 | 0 | 2,5928 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |

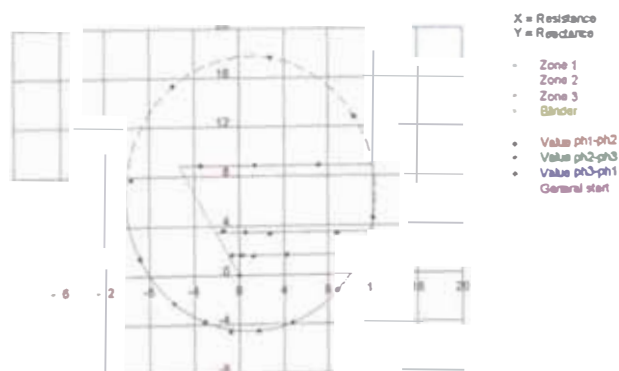
| | | | |
|--------|-----|---|---|
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 |
|--------|-----|---|---|

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 261 | 4,645 | 4,466 | 4 | 2,5944 |
| Zone 4 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 291 | 4,85 | 4,85 | 0 | 2,5942 |
| Zone 4 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 321 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5922 |
| Zone 4 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,034 |
| Zone 4 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0346 |
| Zone 3 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0342 |
| Zone 2 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0342 |
| Zone 1 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0314 |



Falla TR

TEST RESULTS

| | |
|------------|--------|
| Plant Name | ETECCN |
| Line Name | L-245 |

Relay type PXL3000
 Relay code FALLA RST
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RO&RC
 Date (dd,mm,YYYY) 15-07-1999 Hour (hh,mm) 17-5

LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase
 Source impedance ZS 0 90
 Homopolar source coefficient KoS 0 0
 Homopolar line coefficient KoL 0,7 0

PLANT PARAMETERS

| | Primary | Secondary |
|---------------------------|---------|-----------|
| Current transformer ratio | 1 A | 1 A |
| Power transformer ratio | 1 kV | 1 kV |
| Connection side of the CT | L | |
| Breaker delay (in ms) | 0 | |

GENERAL TEST PARAMETERS

| | | | |
|--|------------------------------|----------------------|-----|
| Nominal frequency (50/60 Hz) | 60 | Auxiliary DC voltage | 0 |
| Nominal voltage | 57,8 | Maximum voltage | 100 |
| Minimum current | 0,05 | Maximum current | 2 |
| Maximum time for the tests | 3,25 | | |
| Trip type | single phase on C1,2,3=R,Y,B | | |
| Faults calculation (2=I const 1=UN const 0=ZS const) | | | 2 |

Test results and comparison with settings

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 21 | | | | |
| Zone 4 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,874 |
| Zone 3 | 21 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8684 |
| Zone 2 | 21 | 10,242 | 9,848 | 4 | 0,4624 |
| Zone 1 | 21 | 4,587 | 4,587 | 0 | 0,0234 |

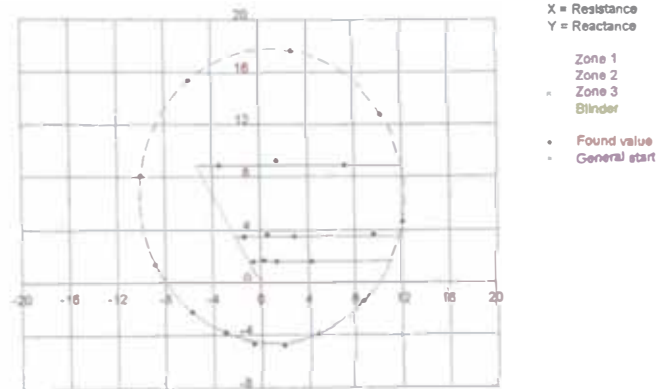
| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 51 | | | | |
| Zone 4 | 51 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5812 |
| Zone 3 | 51 | 11,437 | 11,437 | 0 | 0,8758 |
| Zone 2 | 51 | 4,541 | 4,541 | 0 | 0,4582 |
| Zone 1 | 51 | 2,115 | 2,115 | 0 | 0,0258 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 81 | | | | |
| Zone 4 | 81 | 17,867 | 17,867 | 0 | 2,5788 |
| Zone 3 | 81 | 9,359 | 8,999 | 4 | 0,8754 |
| Zone 2 | 81 | 3,716 | 3,573 | 4 | 0,4592 |
| Zone 1 | 81 | 1,73 | 1,664 | 4 | 0,028 |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|---------------|--------------|-------|----------|
| 3 Phase | 111 | | | | |
| Zone 4 | 111 | 16,455 | 16,455 | 0 | 2,5832 |
| Zone 3 | 111 | 9,521 | 9,521 | 0 | 0,878 |
| Zone 2 | 111 | 3,78 | 3,78 | 0 | 0,4594 |

| | | | | | |
|---------|-----------|---------|--------|-------|----------|
| Zone 1 | 111 | 1,76 | 1,76 | 0 | 0,029 |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 141 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 141 | 12,891 | 12,891 | 0 | 0,8726 |
| Zone 3 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 141 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 141 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 171 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 171 | 8,933 | 8,933 | 0 | 2,5808 |
| Zone 3 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 171 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 171 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 201 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 201 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5804 |
| Zone 3 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 201 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 201 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 231 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 231 | 4,85 | 4,85 | 0 | 2,582 |
| Zone 3 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 231 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 231 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 261 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 261 | 4,645 | 4,466 | 4 | 2,5816 |
| Zone 3 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 261 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 261 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 291 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 291 | 5,044 | 4,85 | 4 | 2,5834 |
| Zone 3 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 291 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 291 | 0 | 0 | | |
| Fault | Angle (°) | Found Z | Nom. Z | Err % | Time (s) |
| 3 Phase | 321 | (ohm) | (ohm) | | |
| Zone 4 | 321 | 6,19 | 6,19 | 0 | 2,5786 |
| Zone 3 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 2 | 321 | 0 | 0 | | |
| Zone 1 | 321 | 0 | 0 | | |

| Fault | Angle (°) | Found Z (ohm) | Nom. Z (ohm) | Err % | Time (s) |
|---------|-----------|------------------|-----------------|-------|----------|
| 3 Phase | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0304 |
| Zone 4 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0312 |
| Zone 3 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,03 |
| Zone 2 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0202 |
| Zone 1 | 351 | 8,933 | 8,933 | 0 | 0,0202 |



Falla RST

5.7 Relé Optimho

Este relé que trabaja en pareja con el PXL P es la protección secundaria en la línea L-245.

5.7.1 Datos generales

Los datos generales de la línea de este relé es la misma que el del relé PXL P

5.7.2 Ajustes y calibraciones

| | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------------|----------------|
| Contact Configuration | | 1 | |
| Scheme | Scheme Selection | PUR | |
| Distance | Type of Trip | 1 or 3 pole | |
| | Zone 1 Tripping | Enable | |
| | Time Delay Trip | Z1X (T) | Blocked |
| | | Z1Y (T) | Blocked |
| | | Z2 (T) | Enabled |
| | | TZ2 | 0,40 |
| | | Z3 (T) | Enabled |
| | | TZ3 | 2,50 |
| | Base Setting | All G | Enabled |
| | | KZPH | 0,263 |
| Theta Ph | | 80 | |
| KZN | | 0,175 | |
| Dist G characteristic | Theta N | 80 | |
| | KR | Quadrilateral 3,00 | |
| Z1 & Z2 Setting | KZ1 | 1,16 | |
| | KZ1X | 1,00 | |
| | KZ1Y | 1,28 | |
| | KZ2 | 3,60 | |
| Zone 3 Setting | | Offset | |
| | KZ3' | 0,30 | |
| | KZ3 | 13,00 | |
| Distance | Swch on to Fault | Blocked | |
| | Pwr Swg Detector | | Enable |
| | | | Timing Z6---Z2 |
| | | | To allow Z1 |
| | | | To allow Z1X |
| | | To allow Z1Y | |
| | To allow Z2 | | |
| | To allow Z3 | | |
| | TZ6 | 50 ms | |
| | KZ6 | 16,90 | |
| | KZ6' | 3,90 | |
| | Lent a/b | 1,00 | |
| Block Autoreclose | | Z1+AT 2&3ph/F | |
| VT Supervision | | To block trip | |
| Start Indication | | Enable | |

5.7.3 Fórmulas

- Zona 1, 2 y 3

$$Z_i = KZPh * KZ_i * 5$$

Donde:

| | | |
|--------|---|---|
| i | : | Subíndice que corresponde a zona 1, 2, o 3 |
| Z_i | : | Alcance de la zona correspondiente al subíndice "i" |
| $KZPh$ | : | Ajuste del relé |
| KZ_i | : | Ajuste que corresponde a cada zona |

- Zona Posterior (Z3')

$$Z3' = KZPh * KZ3' * 5$$

Donde:

| | | |
|--------|---|--|
| $Z3'$ | : | Es la zona hacia atrás del relé |
| $KZPh$ | : | Ajuste del relé |
| $KZ3'$ | : | Ajuste del relé para la zona posterior |

- $K0$

$$K0 = \frac{KZN}{KZPh}$$

Donde

| | | |
|--------|---|--------------------------|
| KZN | : | Ajuste del relé Optimho. |
| $KZPh$ | : | Ajuste del relé |

5.7.4 Resumen de alcances

| | % de línea | $Z_{sec} (\Omega)$ | $Z_{prim} (\Omega)$ | Tiempos (ms) | Dirección |
|---------|------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------|
| Zona 1 | 78,19% | 1,525 | 4,195 | - | Adelante |
| Zona 2 | 242,66% | 4,734 | 13,019 | 0,40 | Adelante |
| Zona 3 | 876,28% | 17,095 | 47,011 | 2,50 | Adelante |
| Zona 3' | 20,22% | 0,395 | 1,085 | 2,50 | Atrás |

5.7.5 Procedimiento

Para probar este relé debe tenerse en consideración los mismos cuidados que para el relé PXLP. Sus peines de pruebas son los mismos y para el conexionado lo más recomendable es referirse al plano de la subestación. En la figura V.12 se muestra un ejemplo del conexionado de este relé.

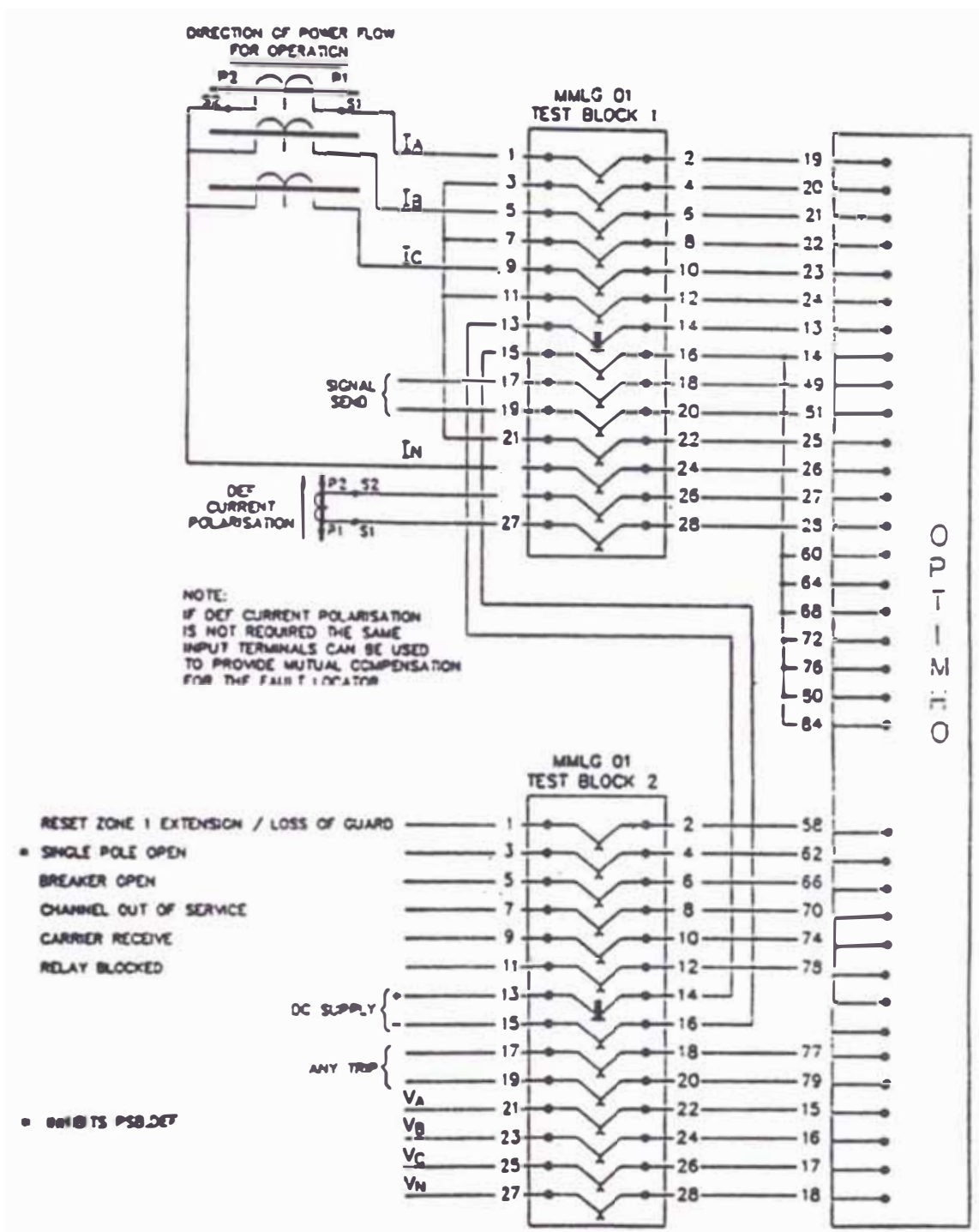


Figura V.12. Un ejemplo de cómo puede ser conexasión en un relé Optimho.

5.7.6 Pruebas

Para las pruebas de fallas a tierra se utilizó el programa automático para el relé Optimho, pero para las fallas fase-fase se optó por probar con el programa ZDESIGN porque se observó que los errores en el programa automático eran mas altos de lo que en realidad eran.

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA RN
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Nom. Freq. 60 Aux VDC (V) 0
 V nom (V) 57,8 I nom (A) 1

OPTIMHO RELAY SETTING

| | Z (ohm) | Delay (s) | Line Angle (°) |
|---------|---------|-----------|----------------|
| Zone 1 | 1,5254 | 0,05 | 80 |
| Zone 2 | 3,419 | 0,4 | |
| Zone 3 | 17,095 | 2,5 | |
| Zone 3R | 0,3945 | 2,5 | |

FAULT : R-gnd
 Angle 20°

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 3,874 | 4,967 | 28,2 | 0,024 |
| 2 | 8,685 | 11,186 | 28,8 | 0,428 |
| 3 | 17,057 | 17,569 | 3 | 2,531 |

FAULT : R-gnd
 Angle 50

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,895 | 2,362 | 24,6 | 0,015 |
| 2 | 4,249 | 5,268 | 24 | 0,417 |
| 3 | 21,245 | 26,217 | 23,4 | 2,522 |

FAULT : R-gnd
 Angle 80

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,525 | 1,864 | 22,2 | 0,014 |
| 2 | 3,419 | 4,178 | 22,2 | 0,423 |
| 3 | 17,094 | 20,684 | 21 | 2,517 |

FAULT : R-gnd
 Angle 110

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,644 | 1,97 | 19,8 | 0,017 |
| 2 | 3,686 | 4,416 | 19,8 | 0,416 |
| 3 | 18,432 | 21,861 | 18,6 | 2,526 |

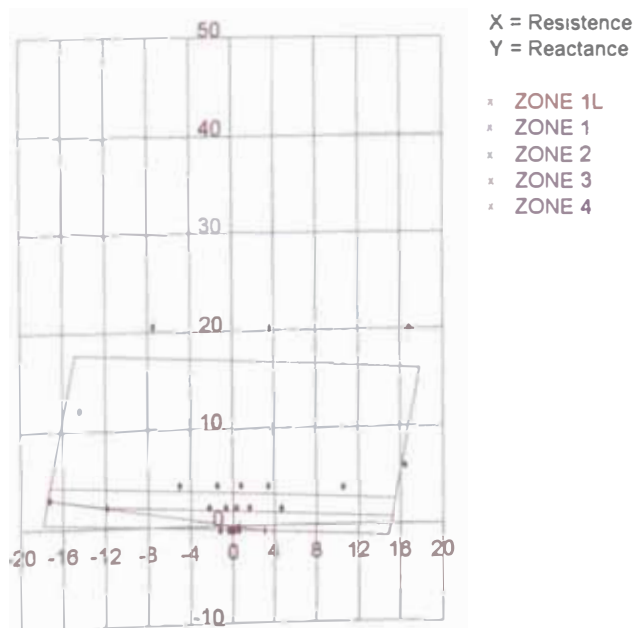
FAULT : R-gnd
 Angle 140

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 2,515 | 2,938 | 16,8 | 0,015 |
| 2 | 5,638 | 6,586 | 16,8 | 0,421 |
| 3 | 20,468 | 18,749 | -8,4 | 2,525 |

FAULT : R-gnd
 Angle 170

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 12,423 | 12,05 | -3 | 0,026 |
| 2 | 17,726 | 17,407 | -1,8 | 0,421 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 3 | 17,726 | 17,407 | -1,8 | 0,44 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 200 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 1,002 | 1,272 | 26,9 | 2,52 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 230 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,49 | 0,607 | 23,9 | 2,517 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 260 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,394 | 0,482 | 22,3 | 0,015 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 290 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,425 | 0,509 | 19,8 | 2,517 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 320 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,65 | 0,756 | 16,3 | 2,517 |
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 350 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 3,212 | Threshold not found | | |
| 2 | 3,212 | 0,514 | -84 | 0,013 |
| 3 | 3,212 | 3,135 | -2,4 | 2,534 |



Falla RN

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA SN
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Nom. Freq. 60 Aux VDC (V) 0
 V nom (V) 57,8 I nom (A) 1

OPTIMHO RELAY SETTING

Z (ohm) Delay (s) Line Angle (°)
 Zone 1 1,5254 0,05 80
 Zone 2 3,419 0,4
 Zone 3 17,095 2,5
 Zone 3R ZONES TEST RESULTS 0,3945 2,5

FAULT : Y-gnd
 Angle 20 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 3,874 | 4,99 | 28,8 | 0,019 |
| 2 | 8,685 | 11,29 | 30 | 0,43 |
| 3 | 17,057 | 17,569 | 3 | 2,529 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 50 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,895 | 2,373 | 25,2 | 0,017 |
| 2 | 4,249 | 5,319 | 25,2 | 0,415 |
| 3 | 21,245 | 26,472 | 24,6 | 2,523 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 80 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,525 | 1,873 | 22,8 | 0,013 |
| 2 | 3,419 | 4,178 | 22,2 | 0,417 |
| 3 | 17,094 | 20,787 | 21,6 | 2,52 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 110 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,644 | 1,98 | 20,4 | 0,016 |
| 2 | 3,686 | 4,438 | 20,4 | 0,428 |
| 3 | 18,432 | 21,972 | 19,2 | 2,526 |

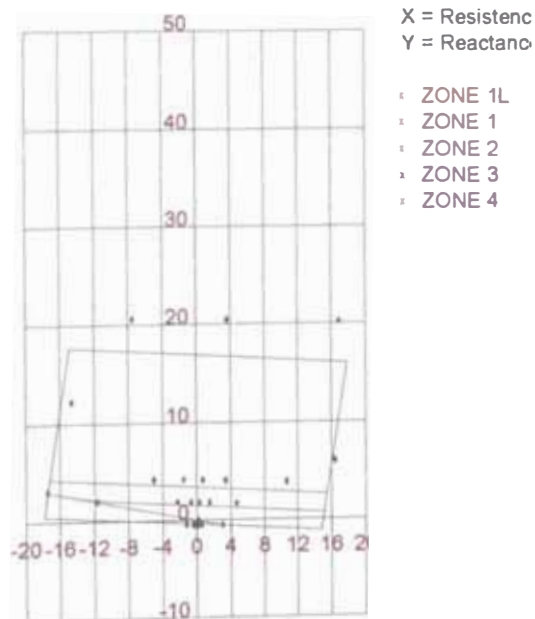
FAULT : Y-gnd
 Angle 140 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 2,515 | 2,938 | 16,8 | 0,016 |
| 2 | 5,638 | 6,552 | 16,2 | 0,42 |
| 3 | 20,468 | 18,995 | -7,2 | 2,526 |

FAULT : Y-gnd
 Angle 170 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 12,423 | 11,752 | -5,4 | 0,02 |
| 2 | 17,726 | 17,832 | 0,6 | 0,426 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 3 | 17,726 | 17,832 | 0,6 | 0,44 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 200 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 1,002 | 1,302 | 29,9 | 2,518 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 230 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,49 | 0,607 | 23,9 | 2,515 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 260 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err | Delay (s) |
| 3 | 0,394 | 0,482 | 22,3 | 2,515 |
| FAULT | Y-gnd | | | |
| Angle | 290 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,425 | 0,509 | 19,8 | 2,514 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 320 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,65 | 0,759 | 16,8 | 2,519 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 350 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 3,212 | Threshold not found | | |
| 2 | 3,212 | 0,186 | -94,2 | 0,013 |
| 3 | 3,212 | 3,058 | -4,8 | 2,533 |



Falla SN

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA TN
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Nom. Freq. 60 Aux VDC (V) 0
 V nom (V) 57,8 I nom (A) 1

OPTIMHO RELAY SETTING

Z (ohm) Delay (s) Line Angle (°)
 Zone 1 1,5254 0,05 80
 Zone 2 3,419 0,4
 Zone 3 17,095 2,5
 Zone 3R ZONES TEST RESULTS 0,3945 2,5

FAULT B-gnd
 Angle 20 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 3,874 | 5,037 | 30 | 0,018 |
| 2 | 8,685 | 11,134 | 28,2 | 0,428 |
| 3 | 17,057 | 17,466 | 2,4 | 2,527 |

FAULT B-gnd
 Angle 50 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,895 | 2,362 | 24,6 | 0,013 |
| 2 | 4,249 | 5,268 | 24 | 0,419 |
| 3 | 21,245 | 26,217 | 23,4 | 2,522 |

FAULT : B-gnd
 Angle 80 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,525 | 1,854 | 21,6 | 0,016 |
| 2 | 3,419 | 4,157 | 21,6 | 0,417 |
| 3 | 17,094 | 20,684 | 21 | 2,522 |

FAULT : B-gnd
 Angle 110 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,644 | 1,97 | 19,8 | 0,014 |
| 2 | 3,686 | 4,416 | 19,8 | 0,439 |
| 3 | 18,432 | 21,861 | 18,6 | 2,524 |

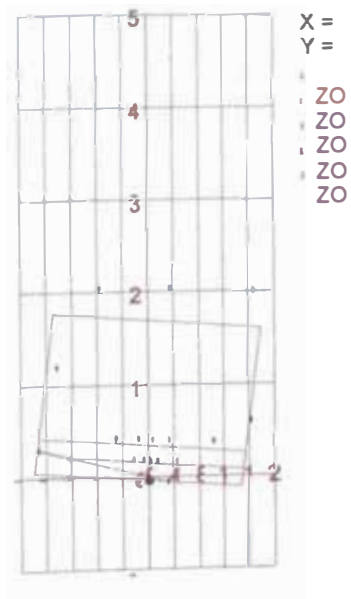
FAULT : B-gnd
 Angle 140 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 2,515 | 2,953 | 17,4 | 0,026 |
| 2 | 5,638 | 6,619 | 17,4 | 0,424 |
| 3 | 20,468 | 18,626 | -9 | 2,528 |

FAULT B-gnd
 Angle 170 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 12,423 | 12,274 | -1,2 | 0,029 |
| 2 | 17,726 | 17,407 | -1,8 | 0,43 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 3 | 17,726 | 17,513 | -1,2 | 0,441 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 200 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 1,002 | 1,272 | 26,9 | 2,523 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 230 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,49 | 0,602 | 22,9 | 2,517 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 260 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,394 | 0,479 | 21,6 | 2,518 |
| FAULT | B-gnd | | | |
| Angle | 290 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,425 | 0,507 | 19,3 | 2,518 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 320 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,65 | 0,759 | 16,8 | 2,518 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 350 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 3,212 | 0,051 | -98,4 | 0,014 |
| 2 | 3,212 | Threshold not found | | |
| 3 | 3,212 | 3,116 | -3 | 2,521 |



Falla TN

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA RS
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y
 Angle 20 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 0,774 | 0,5 | 0,022 |
| 2 | 1,71 | 1,946 | 13,8 | 0,42 |
| 3 | 9,088 | 12,415 | 36,6 | 2,522 |

FAULT : R-Y
 Angle 50 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,653 | 24 | 0,024 |
| 2 | 2,961 | 3,779 | 27,6 | 0,423 |
| 3 | 14,918 | 20,109 | 34,8 | 2,53 |

FAULT R-Y
 Angle 80 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,539 | 2,038 | 32,4 | 0,014 |
| 2 | 3,419 | 4,589 | 34,2 | 0,416 |
| 3 | 17,099 | 22,948 | 34,2 | 2,523 |

FAULT : R-Y
 Angle 110 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,765 | 32,4 | 0,016 |
| 2 | 2,961 | 4,134 | 39,6 | 0,417 |
| 3 | 14,918 | 19,751 | 32,4 | 2,529 |

FAULT R-Y
 Angle 140 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 1,255 | 63 | 0,017 |
| 2 | 1,71 | 2,602 | 52,2 | 0,424 |
| 3 | 9,088 | 11,706 | 28,8 | 2,534 |

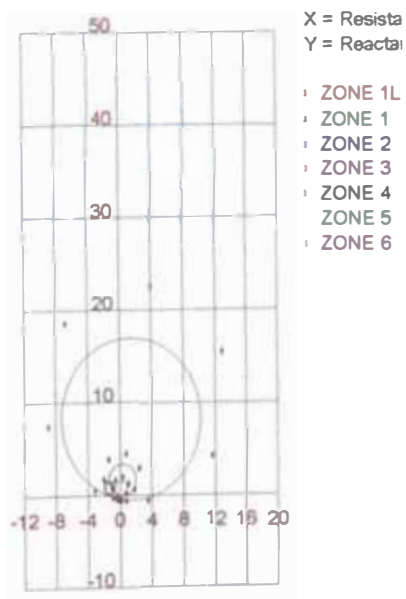
FAULT : R-Y
 Angle 170 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 1 | 0,008 | Threshold not found | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found | | |
| 3 | 2,582 | 3,171 | 22,8 | 2,536 |

FAULT R-Y
 Angle 200 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 3 | 0,733 | 0,927 | 26,5 | 2,526 |

| | | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|--|
| FAULT : | R-Y | | | | |
| Angle | 230 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,602 | 34,7 | 2,527 | |
| | | | | | |
| FAULT : | R-Y | | | | |
| Angle | 260 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,39 | 0,532 | 36,4 | 2,537 | |
| | | | | | |
| FAULT : | R-Y | | | | |
| Angle | 290 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,608 | 36 | 2,521 | |
| | | | | | |
| FAULT : | R-Y | | | | |
| Angle | 320 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,733 | 0,998 | 36,2 | 2,525 | |
| | | | | | |
| FAULT : | R-Y | | | | |
| Angle | 350 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 1 | 0,008 | Threshold not found | | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found | | | |
| 3 | 2,582 | 3,589 | 39 | 2,526 | |



Falla RS

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA ST
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-B
 Angle 20 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 0,779 | 1,2 | 0,018 |
| 2 | 1,71 | 1,956 | 14,4 | 0,421 |
| 3 | 9,088 | 12,36 | 36 | 2,531 |

FAULT : Y-B
 Angle 50 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,629 | 22,2 | 0,018 |
| 2 | 2,961 | 3,832 | 29,4 | 0,413 |
| 3 | 14,918 | 20,288 | 36 | 2,529 |

FAULT : Y-B
 Angle 80 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,539 | 2,085 | 35,5 | 0,013 |
| 2 | 3,419 | 4,651 | 36 | 0,415 |
| 3 | 17,099 | 22,948 | 34,2 | 2,524 |

FAULT : Y-B
 Angle 110 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,797 | 34,8 | 0,017 |
| 2 | 2,961 | 4,17 | 40,8 | 0,424 |
| 3 | 14,918 | 19,841 | 33 | 2,532 |

FAULT : Y-B
 Angle 140 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 1,19 | 54,5 | 0,018 |
| 2 | 1,71 | 2,623 | 53,4 | 0,424 |
| 3 | 9,088 | 11,706 | 28,8 | 2,537 |

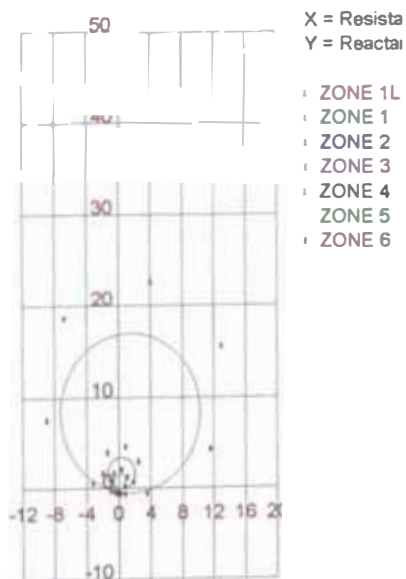
FAULT : Y-B
 Angle 170 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 1 | 0,008 | Threshold not found | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found | | |
| 3 | 2,582 | 3,295 | 27,6 | 2,535 |

FAULT : Y-B
 Angle 200 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 3 | 0,733 | 0,993 | 35,5 | 2,527 |

| | | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|--|
| FAULT : | Y-B | | | | |
| Angle | 230 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,642 | 43,6 | 2,526 | |
| | | | | | |
| FAULT | Y-B | | | | |
| Angle | 260 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,39 | 0,57 | 46,2 | 2,535 | |
| | | | | | |
| FAULT : | Y-B | | | | |
| Angle | 290 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,64 | 43,2 | 2,528 | |
| | | | | | |
| FAULT : | Y-B | | | | |
| Angle | 320 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,733 | 1,006 | 37,2 | 2,526 | |
| | | | | | |
| FAULT : | Y-B | | | | |
| Angle | 350 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 1 | 0,008 | Threshold not found | | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found | | | |
| 3 | 2,582 | 3,589 | 39 | 2,523 | |



Falla ST

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA TR
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-R
 Angle 20 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 0,765 | -0,6 | 0,017 |
| 2 | 1,71 | 1,904 | 11,3 | 0,415 |
| 3 | 9,088 | 12,36 | 36 | 2,522 |

FAULT : B-R
 Angle 50 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,565 | 17,4 | 0,022 |
| 2 | 2,961 | 3,743 | 26,4 | 0,42 |
| 3 | 14,918 | 20,199 | 35,4 | 2,523 |

FAULT : B-R
 Angle 80 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err | Delay (s) |
|------|---------|-----------|------|-----------|
| 1 | 1,539 | 2,048 | 33,1 | 0,014 |
| 2 | 3,419 | 4,589 | 34,2 | 0,414 |
| 3 | 17,099 | 22,948 | 34,2 | 2,52 |

FAULT : B-R
 Angle 110 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 1,333 | 1,821 | 36,6 | 0,017 |
| 2 | 2,961 | 4,152 | 40,2 | 0,426 |
| 3 | 14,918 | 19,662 | 31,8 | 2,532 |

FAULT B-R
 Angle 140 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,77 | 1,195 | 55,2 | 0,017 |
| 2 | 1,71 | 2,643 | 54,6 | 0,423 |
| 3 | 9,088 | 11,706 | 28,8 | 2,538 |

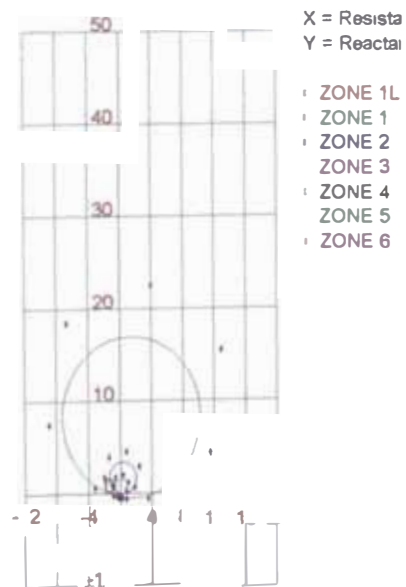
FAULT B-R
 Angle 170 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------------------|-------|-----------|
| 1 | 0,008 | Threshold not found ! | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found ! | | |
| 3 | 2,582 | 3,233 | 25,2 | 2,531 |

FAULT B-R
 Angle 200 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 3 | 0,733 | 0,927 | 26,5 | 2,528 |

| | | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|--|
| FAULT : | B-R | | | | |
| Angle | 230 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,57 | 27,5 | 2,526 | |
| | | | | | |
| FAULT : | B-R | | | | |
| Angle | 260 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,39 | 0,497 | 27,4 | 2,526 | |
| | | | | | |
| FAULT : | B-R | | | | |
| Angle | 290 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,447 | 0,57 | 27,5 | 2,522 | |
| | | | | | |
| FAULT | B-R | | | | |
| Angle | 320 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 3 | 0,733 | 0,976 | 33,2 | 2,523 | |
| | | | | | |
| FAULT : | B-R | | | | |
| Angle | 350 | ° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) | |
| 1 | 0,008 | Threshold not found | | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found | | | |
| 3 | 2,582 | 3,589 | 39 | 2,523 | |



Falla TR

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-245
 Type GEC-ALSTHOM-OPTIMHO
 Code FALLA RST
 Serial Number 763784D
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator JY&RC&RO
 Date 16/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT R-Y-B
 Angle 20 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,77 0,779 1,2 0,018
 2 1,71 1,771 3,6 0,416
 3 9,088 12,524 37,8 2,526

FAULT : R-Y-B
 Angle 50 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,333 1,621 21,6 0,018
 2 2,961 3,761 27 0,415
 3 14,918 20,288 36 2,527

FAULT R-Y-B
 Angle 80 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,539 2,057 33,7 0,014
 2 3,419 4,61 34,8 0,416
 3 17,099 23,05 34,8 2,522

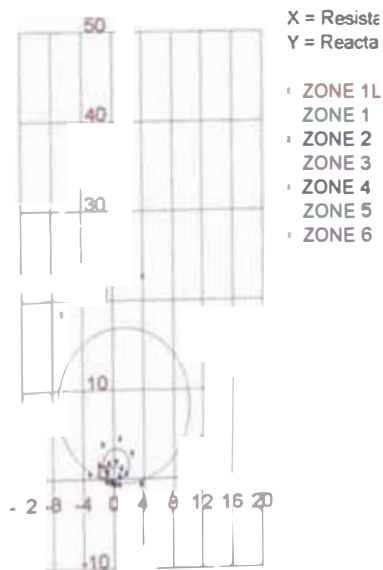
FAULT : R-Y-B
 Angle 110 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,333 1,861 39,6 0,014
 2 2,961 4,152 40,2 0,416
 3 14,918 19,751 32,4 2,53

FAULT R-Y-B
 Angle 140 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,77 1,218 58,2 0,016
 2 1,71 2,541 48,6 0,418
 3 9,088 11,815 30 2,532

FAULT : R-Y-B
 Angle 170 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,008 Threshold not found '
 2 0,013 Threshold not found '
 3 2,582 3,248 25,8 2,53

FAULT R-Y-B
 Angle 200 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 3 0,733 0,971 32,5 2,526

| | | | | |
|---------|---------|-----------------------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 230 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,447 | 0,602 | 34,7 | 2,525 |
| | | | | |
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 260 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,39 | 0,53 | 35,9 | 2,524 |
| | | | | |
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 290 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,447 | 0,608 | 36 | 2,525 |
| | | | | |
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 320 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 3 | 0,733 | 1,006 | 37,2 | 2,52 |
| | | | | |
| FAULT | R-Y-B | | | |
| Angle | 350 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,008 | Threshold not found ! | | |
| 2 | 0,013 | Threshold not found ! | | |
| 3 | 2,582 | 3,636 | 40,8 | 2,525 |



Falla RST

5.8 Relé LZ96

El relé que se eligió es el LZ96 que protege la línea L-218, que va desde la S.E. Pachachaca a la S.E. Campo Armiño.

5.8.1 Datos generales

| | | | |
|-------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | Pachachaca | R0 | 48,78 Ω |
| Línea | L-218 | X0 | 452,70 Ω |
| Destino | S.E. Campo Armiño | Z+ | 107,96 Ω |
| Tensión | 220 kV | $\Theta+$ | 83,77 ° |
| Longitud | 195,13 km | Z0 | 455,32 Ω |
| R'+ | 0,06 Ω/km | $\Theta 0$ | 83,85 ° |
| X'+ | 0,55 Ω/km | K0 | 1,07 |
| R'0 | 0,25 Ω/km | CT _{prim} | 750 A |
| X'0 | 2,32 Ω/km | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 11,71 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 107,32 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.8.2 Ajustes y calibraciones

| Modulo | Identificación | Función | Posición | Opciones | Ajuste |
|--------|----------------|--|----------|----------------------------|--------|
| AV91 | W12 | Contactos normalmente abierto. Protección sin Vdc | Interna | Con puente o sin puente | 1-3 |
| | W13 | Contactos normalmente cerrados | Interna | | 1-2 |
| | W14 | Contactos normalmente cerrados | Interna | | 1-3 |
| XV92 | A | Ajuste para unidad de diagnostico | Frontal | 0-9 | 0 |
| | B | | Frontal | 0-9 | 0 |
| | S11-1 | 1 s | Interna | OFF/ON | OFF |
| | S11-2 | 2 s | | OFF/ON | ON |
| | S11-3 | 4 s | | OFF/ON | OFF |
| | S11-4 | 8 s | | OFF/ON | OFF |
| | S11-5 | 10 s | | OFF/ON | ON |
| | S11-6 | 20 s | | OFF/ON | OFF |
| | S11-7 | 40 s | | OFF/ON | OFF |
| S11-8 | 80 s | OFF/ON | | OFF | |

| | | | | | |
|-------|----------------------|---|---------|-----------|-----|
| AL92 | S281-1 | 10 ms | Interna | OFF/ON | OFF |
| | S281-2 | 20 ms | | OFF/ON | OFF |
| | S281-3 | 40 ms | | OFF/ON | ON |
| | S281-4 | 80 ms | | OFF/ON | OFF |
| | S281-5 | 160 ms | | OFF/ON | ON |
| | S281-6 | 320 ms | | OFF/ON | OFF |
| | S281-7 | 640 ms | | OFF/ON | OFF |
| | S281-8 | 1280 ms | | OFF/ON | OFF |
| | S280-1 | Disparo no direccional tras t4 Ningun disparo | Interna | OFF ON | X |
| | S280-2 | 1 escalón temporizado mediante tR1 sobre TT91 cuando esté colocado W10 | Interna | OFF | X |
| | | 1 escalón sin temporización | | ON | |
| | S280-3 | M2 sin memorización Memorización de la respuesta del sistema de medición M2 cuando existe la excitación | Interna | OFF ON | X |
| | S280-4 | Se produce un disparo al pulsar la tecla M Despues de pulsar la tecla M aparece una señal logica "1" en el borne EB1 | Interna | OFF ON | X |
| | S280-5 | Indicación de fase igualmente sin disparo | Interna | OFF | X |
| | | Indicación de fase solamente en caso de disparo | | ON | |
| TT91 | t2*10 ms | Selector para ajuste de zona 2 | Frontal | 40 | 0,4 |
| | t3*kt | Selector para ajuste de zona 3 | Frontal | 15 | 1,5 |
| | t4*0,1 s | Selector para ajuste de zona 4 | Frontal | 25 | 2,5 |
| | TR1-1 | Temporización para el primer escalón | Interna | OFF/ON | OFF |
| | TR1-2 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-3 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-4 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-5 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-6 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-7 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR1-8 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR2-1 | Reserva | Interna | OFF/ON | OFF |
| | TR2-2 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR2-3 | | | OFF/ON | OFF |
| | TR2-4 | | | OFF/ON | OFF |
| TR2-5 | OFF/ON | | | OFF | |
| TR2-6 | OFF/ON | | | OFF | |
| TR2-7 | OFF/ON | | | OFF | |
| TR2-8 | OFF/ON | | | OFF | |
| kt | T3*10 ms T3*0,1 s | Interna | 1 2 | X | |

| | | | | | |
|-------|------------------|---|---------|------------------------|-----|
| KA91 | S85 | Ajuste del tipo de arranque característico | Interna | Circular Lenticular | X |
| EA91 | NA (%) | Ajuste par determinar el alcance de la zona de arranque | Frontal | 7 | 8 |
| | KB | Factor para determinar la zona hacia atrás | Frontal | I | 0,1 |
| IW91 | Øm | Ajuste del ángulo de línea | Frontal | V | 83 |
| | ko*0.1 | Factor de compensación de secuencia cero | Frontal | 7 | 1,0 |
| | Dirección | Valor para determinar el sentido de medición del relé | Frontal | - | - |
| | 1 | Giro angular | Interna | 0° | X |
| | 2 | | | -36° | |
| | 3 | | | -69° | |
| | 4 | | | -100° | |
| | 5 | | | -129° | |
| | 6 | | | -155° | |
| | 7 | | | -180° | |
| 8 | No tiene función | | OFF | | |
| 9 | | | OFF | | |
| 0 | | | OFF | | |
| EB91a | W10 | Unidad de optoacopladores | Interna | 0/1 | 1 |
| | W11 | | Interna | 0/1 | 1 |
| EM92 | N1 (%) | Ajuste para determinar el alcance de zona 1 | Frontal | 0,5-99,5 | 41 |
| | N2 (%) | Ajuste para determinar el alcance de zona 2 | Frontal | 0-99 | 27 |
| | N3 (%) | Ajuste para determinar el alcance de zona 3 | Frontal | 0-99 | 21 |
| | m1 | Factor multiplicador para alcance de zona 1 | Frontal | III | 100 |
| | m2 | Factor multiplicador para alcance de zona 2 | Frontal | III | 100 |
| | m3 | Factor multiplicador para alcance de zona 3 | Frontal | III | 100 |
| | S8 | Filtros | Interna | RC/T | T |
| | S9 | | | RC/T | T |
| | S10 | | | RC/T | T |
| | | | | | |
| IL91 | S | Nivel de respuesta de corriente IΣ | Interna | 0,125*In 0,33*In | X |
| UP91 | tw*0.1s*kw | Protección contra oscilación de potencia | Frontal | 0-9 | 9 |

| | | | | | |
|------|--------|-------------------------------------|---------|------------------------------|------------------|
| UL91 | 1 | 0,1 s | Interna | OFF/ON | OFF |
| | 2 | 0,2 s | | OFF/ON | OFF |
| | 3 | 0,4 s | | OFF/ON | OFF |
| | 4 | 0,8 s | | OFF/ON | OFF |
| | 5 | 1 s | | OFF/ON | ON |
| | 6 | 2 s | | OFF/ON | OFF |
| | 7 | 4 s | | OFF/ON | ON |
| | 8 | 8 s | | OFF/ON | OFF |
| | W12 | Determina si arranca el temporizado | | Interna | Con o sin puente |
| EL91 | S180-1 | | Interna | OFF/ON | OFF |
| | S180-2 | | | OFF/ON | OFF |
| | S180-3 | | | OFF/ON | OFF |
| | S180-4 | | | OFF/ON | OFF |
| | S181-1 | | | OFF/ON | OFF |
| | S181-2 | | | OFF/ON | ON |
| | S181-3 | | | OFF/ON | ON |
| | S181-4 | | | OFF/ON | ON |
| | S182 | | | Esquema PUTT Esquema POTT | Interna |

5.8.3 Fórmulas

- Zona de Arranque

$$Z_A = 50 * Z_M * \frac{100}{N_A}$$

$$Z_B = k_B * Z_A$$

$$Z'_B = \frac{Z_B}{1 + K_0}$$

Donde:

- Z_A : Zona de arranque en dirección hacia delante.
- Z_B : Zona de arranque en dirección hacia atrás (Para fallas multifásicas)
- Z_M : Constante igual a 0.12
- N_A : Ajuste del relé
- Z'_B : Zona de arranque en dirección hacia atrás (Para fallas 1Ø)

K0 : Ajuste de compensación de secuencia cero

- **Zona 1, 2 y 3**

$$Z_i = Z_M * m_i * N_i$$

Donde:

i : Subíndice de zonas: 1, 2, 3
 m_i : Factor multiplicador para cada zona
 N_i : Ajuste para cada zona.

5.8.4 Resumen de alcances

| | % de línea | Z _{sec} (Ω) | Z _{prim} (Ω) | Tiempos (s) | Dirección |
|----------|------------|----------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Zona 1 | 79,52% | 29,27 | 85,85 | - | Adelante |
| Zona 2 | 120,76% | 44,44 | 130,37 | 0,40 | Adelante |
| Zona 3 | 155,26% | 57,14 | 167,62 | 1,50 | Adelante |
| Zona A | 203,78% | 75,00 | 220,00 | 2,50 | Adelante |
| Zona B | 20,38% | 7,50 | 22,00 | 2,50 | Atrás |
| Z'B (1Ø) | 10,19% | 3,75 | 11,00 | 2,50 | Atrás |

5.8.5 Procedimiento

- Estos relés tienen entradas para unos plugs de pruebas pero solo trabajan con equipos de pruebas ABB, por lo que la conexión debe de hacerse desde borneras. (Figura V.13)
- Primero deben de retirarse los cables de disparo y apagar el relé.
- Luego debe de cortocircuitarse las borneras de corrientes, que están preparadas para este fin.
- Se retiran también los cables de tensión
- También deben de retirarse los cables de transmisión de la teleprotección, arranque del relé falla interruptor y arranque del recierre. Generalmente estos bornes coinciden con el esquema propuesto por BBC. (Ver figura V.14)

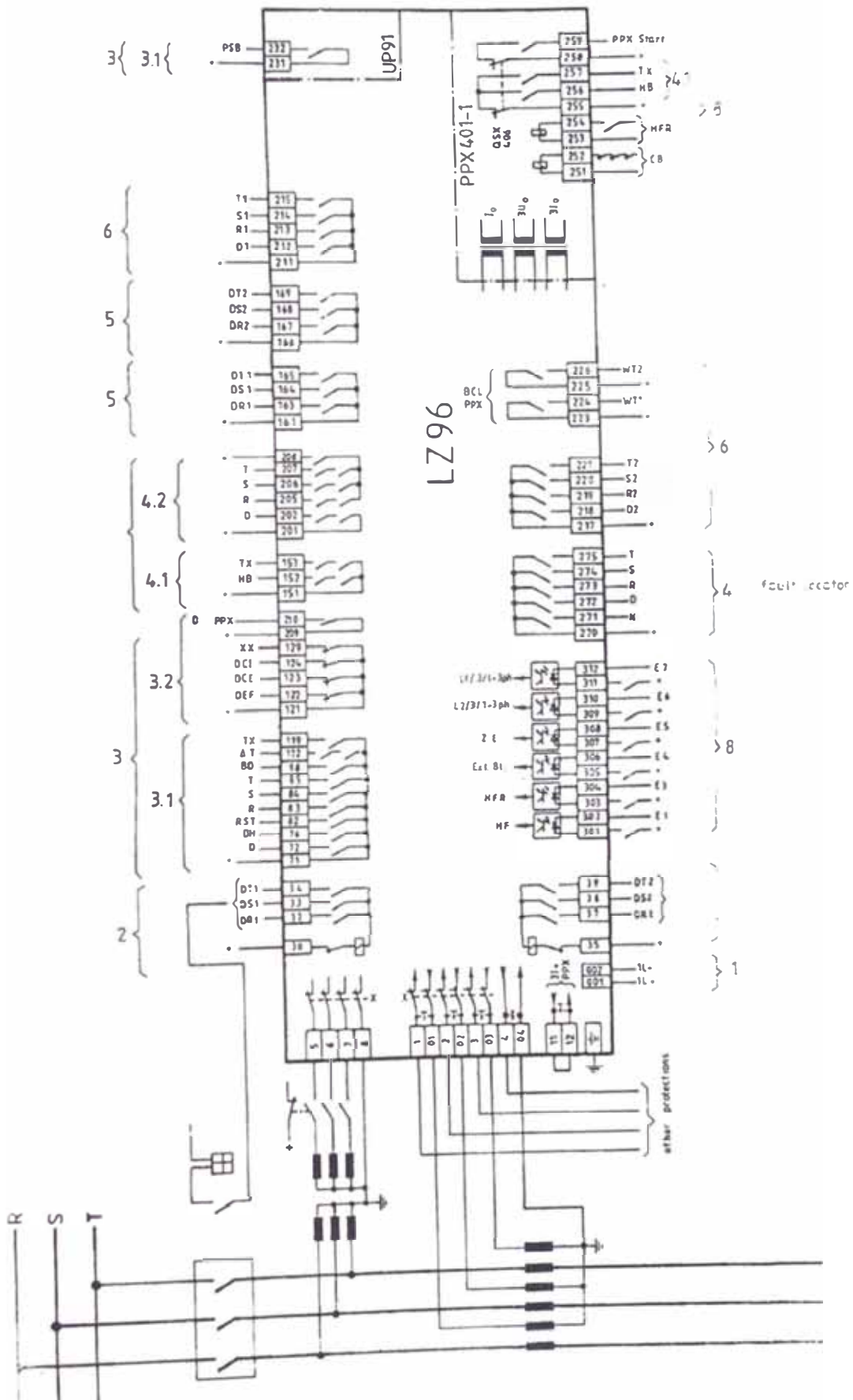


Figura V.14

- Una vez aislado el relé se procede a conectar el equipo. En algunos casos las borneras están preparadas para que puedan ser incertadas unos conectores tipo banana, pero en otros deberá conectarse por la misma bornera.
- Luego se procede a probar el relé observando siempre que dispare y señalice correctamente.
- Una vez culminado se procedera en orden inverso para reponer el relé.

5.8.6 Pruebas

Las pruebas se realizaron siguiendo el mismo criterio que los anteriores.

TEST DATA

```
Plant Name      ETECEN
Cubicle         L-218
Type           BBC-LZ96
Code           RELÉ DE DISTANCIA
Serial Number   FALLA RN-RS
Location       S.E. PACHACHACA
Operator        RC/EA/EV/JY
Date           18/08/99
```

GENERAL TEST PARAMETERS

```
Freq. Nom.      60      Aux Vdc [ V ]      0
V nom. (V)      57,8    I nom (A)          1
```

ZONES TEST RESULTS

```
FAULT :      R-gnd
Angle        23°
ZONE         Z (Nom)  Z (Found)  Err %      Delay (s)
1            14,635    9,366      -36         0,018
2            22,22     9,421     -57,6       0,031
3            28,57     9,37       -67,2       0,028
4            10,717    11,425     6,6         0,063
```

```
FAULT        R-gnd
Angle        53°
ZONE         Z (Nom)  Z (Found)  Err %      Delay (s)
1            25,348    29,302     15,6        0,017
2            38,486    37,331      -3          0,428
3            49,484    37,608     -24         1,268
4            39,325    37,673     -4,2        0,442
```

```
FAULT        R-gnd
Angle        83°
ZONE         Z (Nom)  Z (Found)  Err %      Delay (s)
1            29,269    29,445      0,6         0,016
2            44,439    44,706      0,6         0,428
3            57,139    56,797     -0,6        1,533
4            75         75,45       0,6         2,526
```

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 113° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 25,348 | 23,067 | -9 | 0,018 |
| 2 | 38,486 | 35,022 | -9 | 0,441 |
| 3 | 49,484 | 41,171 | -16,8 | 1,53 |
| 4 | 39,325 | 41,448 | 5,4 | 1,534 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 143° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,635 | 11,122 | -24 | 0,024 |
| 2 | 22,22 | 11,687 | -47,4 | 0,434 |
| 3 | 28,57 | 11,77 | -58,8 | 0,026 |
| 4 | 10,717 | 11,81 | 10,2 | 0,027 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 233° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 2,985 | 3,217 | 7,8 | 2,521 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 263° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 3,75 | 3,885 | 3,6 | 2,519 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-gnd | | | |
| Angle | 293° | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 2,985 | 2,949 | -1,2 | 2,522 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | R-Y | ° | | |
| Angle | 23 | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,63 | 25,163 | 72 | 0,018 |
| 2 | 22,22 | 38,485 | 73,2 | 0,425 |
| 3 | 28,57 | 38,512 | 34,8 | 0,428 |
| 4 | 45,982 | 38,809 | -15,6 | 0,71 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y | | | |
| Angle | 53 | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 25,339 | 25,795 | 1,8 | 0,018 |
| 2 | 38,486 | 38,947 | 1,2 | 0,427 |
| 3 | 49,484 | 49,781 | 0,6 | 1,529 |
| 4 | 66,868 | 66,066 | -1,2 | 2,526 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT · | R-Y | ° | | |
| Angle | 83 | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 29,259 | 29,786 | 1,8 | 0,016 |
| 2 | 44,439 | 44,973 | 1,2 | 0,433 |
| 3 | 57,139 | 57,825 | 1,2 | 1,538 |
| 4 | 74,999 | 77,249 | 3 | 2,525 |

| | | | | |
|---------|-----|---|--|--|
| FAULT · | R-Y | ° | | |
| Angle | 113 | | | |

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 25,339 | 26,1 | 3 | 0,015 |
| 2 | 38,486 | 39,178 | 1,8 | 0,437 |
| | 49,484 | 50,375 | 1,8 | 1,533 |
| 4 | 66,868 | 67,269 | 0,6 | 2,523 |

| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 143 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,63 | 19,984 | 36,6 | 0,016 |
| 2 | 22,22 | 30,619 | 37,8 | 0,433 |
| 3 | 28,57 | 38,683 | 35,4 | 1,537 |
| 4 | 45,982 | 39,913 | -13,2 | 2,535 |

ZONES TEST RESULTS

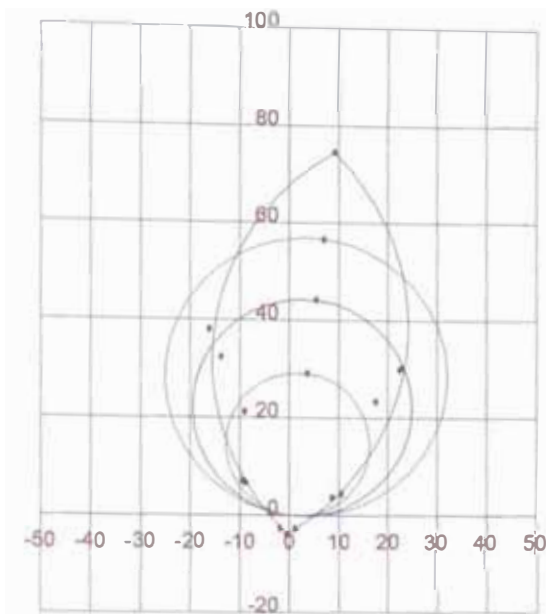
| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 203 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 12,232 | 8,416 | -31,2 | 2,522 |

| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 233 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,412 | 2,86 | -66 | 2,526 |

| FAULT | R-Y | | | |
|-------|---------|---------------------|-------|-----------|
| Angle | 263 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 7,5 | Threshold not found | | |

| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 293 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,412 | 1,194 | -85,8 | 2,523 |

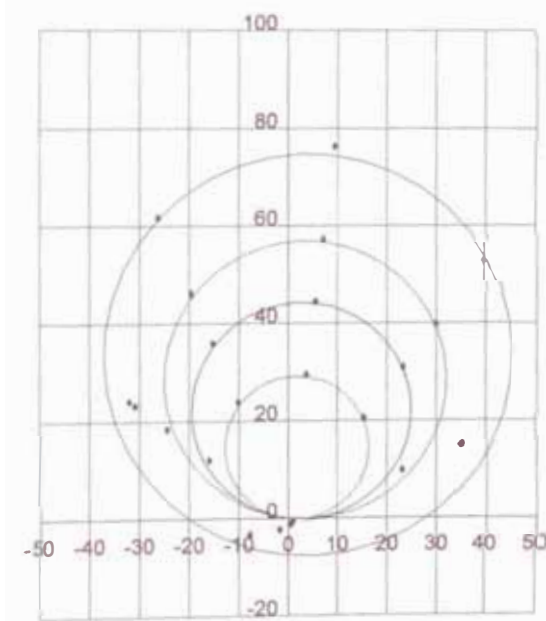
| FAULT | R-Y | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 323 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 12,232 | 1,003 | -91,8 | 0,048 |



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla RN



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- x ZONE 6

Falla RS

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-218
 Type BBC-LZ96
 Code RELÉ_DE_DISTANCIA
 Serial Number FALLA SN-ST
 Location S.E. PACHACHACA
 Operator RC/EA/EV/JY
 Date 18/08/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-gnd
 Angle 43 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 22,422 24,305 8,4 0,021
 2 34,043 24,034 -29,4 0,024
 3 43,771 24,074 -45 0,03
 4 27,023 24,267 -10,2 2,312

FAULT : Y-gnd
 Angle 63 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 27,504 30,475 10,8 0,02
 2 41,759 46,771 12 0,428
 3 53,693 51,116 -4,8 1,532
 4 52,146 51,207 -1,8 0,43

FAULT : Y-gnd
 Angle 83 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 29,269 29,972 2,4 0,02
 2 44,439 45,506 2,4 0,429
 3 57,139 58,168 1,8 1,533
 4 75 75,899 1,2 2,528

FAULT : Y-gnd
 Angle 103 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 27,504 26,019 -5,4 0,016
 2 41,759 40,005 -4,2 0,425
 3 53,693 50,794 -5,4 1,541
 4 52,146 54,023 3,6 2,524

FAULT : Y-gnd
 Angle 123 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 22,422 20 -10,8 0,016
 2 34,043 29,957 -12 0,435
 3 43,771 29,852 -31,8 0,44
 4 27,023 30,104 11,4 0,442

ZONES TEST RESULTS

FAULT : Y-gnd
 Angle 233 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 2,985 | 3,235 | 8,4 | 2,523 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 263 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 3,75 | 3,907 | 4,2 | 2,522 |
| FAULT : | Y-gnd | | | |
| Angle | 293 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 2,985 | 2,877 | -3,6 | 2,523 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | Y-B | | | |
| Angle | 23 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,63 | 24,285 | 66 | 0,018 |
| 2 | 22,22 | 36,885 | 66 | 0,424 |
| 3 | 28,57 | 39,026 | 36,6 | 0,429 |
| 4 | 45,982 | 38,809 | -15,6 | 0,431 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 53 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 25,339 | 25,187 | -0,6 | 0,017 |
| 2 | 38,486 | 38,024 | -1,2 | 0,428 |
| 3 | 49,484 | 48,593 | -1,8 | 1,528 |
| 4 | 66,868 | 65,263 | -2,4 | 2,519 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 83 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 29,259 | 29,611 | 1,2 | 0,018 |
| 2 | 44,439 | 44,706 | 0,6 | 0,428 |
| 3 | 57,139 | 57,482 | 0,6 | 1,536 |
| 4 | 74,999 | 76,799 | 2,4 | 2,525 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 113 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 25,339 | 26,1 | 3 | 0,018 |
| 2 | 38,486 | 39,64 | 3 | 0,429 |
| 3 | 49,484 | 50,969 | 3 | 1,531 |
| 4 | 66,868 | 67,671 | 1,2 | 2,522 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 143 | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,63 | 20,335 | 39 | 0,019 |
| 2 | 22,22 | 31,152 | 40,2 | 0,432 |
| 3 | 28,57 | 39,198 | 37,2 | 1,532 |
| 4 | 45,982 | 40,74 | -11,4 | 2,534 |

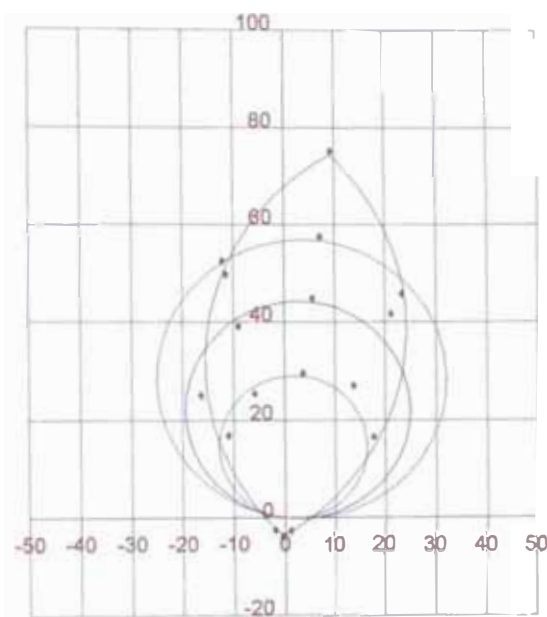
ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | Y-B | | | |
| Angle | 233 | | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 8,412 | 2,91 | -65,4 | 2,526 |

FAULT : Y-B

Angle 263 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 7,5Threshold not found '

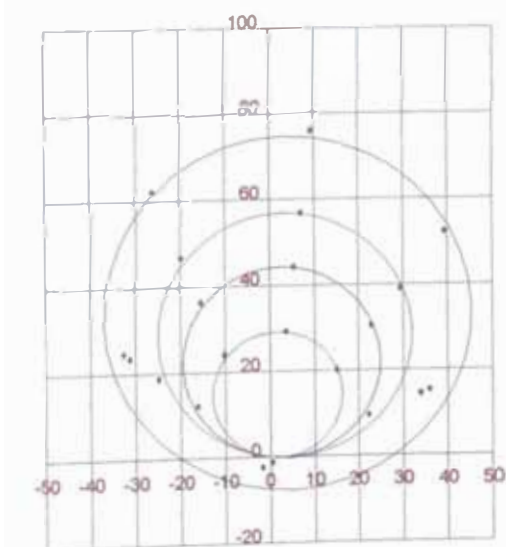
FAULT : Y-B
 Angle 293 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 4 8,412 1,295 -84,6 2,528



X = Resistance
 Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla SN



X = Resistance
 Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- x ZONE 6

Falla ST

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-218
 Type BBC-L296
 Code RELÉ DE DISTANCIA
 Serial Number FALLA TN-TR
 Location S.E. PACHACHACA
 Operator RC/EA/EV/JY
 Date 18/08/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-gnd
 Angle 43 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 22,422 24,709 10,2 0,018
 2 34,043 24,851 -27 0,263
 3 43,771 24,862 -43,2 0,025
 4 27,023 24,915 -7,8 0,04

FAULT : B-gnd
 Angle 63 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 27,504 29,98 9 0,018
 2 41,759 46,019 10,2 0,425
 3 53,693 51,116 -4,8 1,527
 4 52,146 51,207 -1,8 1,533

FAULT : B-gnd
 Angle 83 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 29,269 29,445 0,6 0,015
 2 44,439 44,173 -0,6 0,428
 3 57,139 57,482 0,6 1,532
 4 75 75,45 0,6 2,525

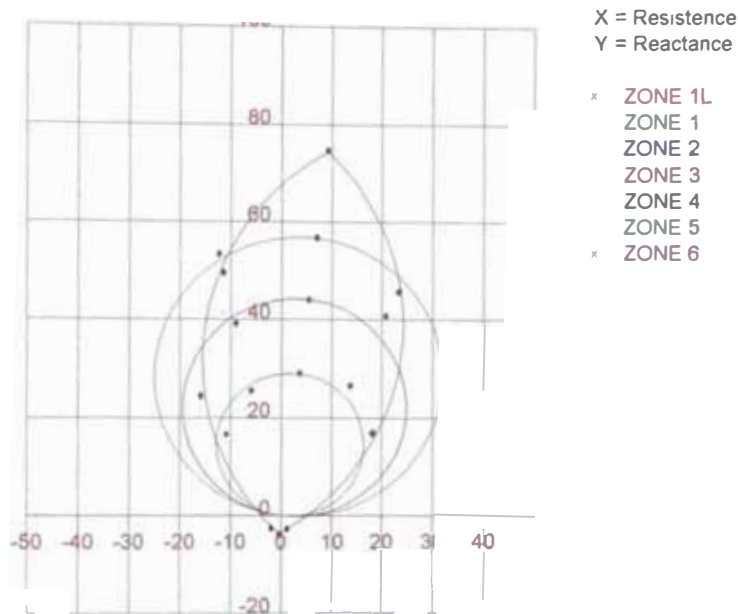
FAULT : B-gnd
 Angle 103 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 27,504 26,184 -4,8 0,02
 2 41,759 40,005 -4,2 0,43
 3 53,693 50,794 -5,4 1,539
 4 52,146 54,962 5,4 2,526

FAULT : B-gnd
 Angle 123 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 22,422 19,865 -11,4 0,02
 2 34,043 29,14 -14,4 0,433
 3 43,771 29,064 -33,6 0,443
 4 27,023 29,293 8,4 0,444

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-gnd
 Angle 233 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 2,985 | 3,289 | 10,2 | 2,523 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 263 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| | 3,75 | 3,862 | 3 | 2,523 |
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 293 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 2,985 | 2,967 | -0,6 | 2,523 |



Falla TN

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 23 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 14,63 | 24,285 | 66 | 0,017 |
| 2 | 22,22 | 37,018 | 66,6 | 0,421 |
| 3 | 28,57 | 38,341 | 34,2 | 1,52 |
| 4 | 45,982 | 38,533 | -16,2 | 1,52 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 53 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 25,339 | 24,883 | -1,8 | 0,018 |
| 2 | 38,486 | 37,793 | -1,8 | 0,428 |
| 3 | 49,484 | 48,297 | -2,4 | 1,529 |
| 4 | 66,868 | 64,862 | -3 | 2,52 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 83 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |

| | | | | |
|---|--------|--------|------|-------|
| 1 | 29,259 | 28,908 | -1,2 | 0,015 |
| 2 | 44,439 | 43,64 | -1,8 | 0,434 |
| 3 | 57,139 | 56,111 | -1,8 | 1,536 |
| 4 | 74,999 | 75,899 | 1,2 | 2,523 |

FAULT : B-R
 Angle 113 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 25,339 | 25,491 | 0,6 | 0,018 |
| 2 | 38,486 | 38,255 | -0,6 | 0,433 |
| 3 | 49,484 | 49,187 | -0,6 | 1,535 |
| 4 | 66,868 | 65,665 | -1,8 | 2,526 |

FAULT : B-R
 Angle 143 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 14,63 | 20,335 | 39 | 0,017 |
| 2 | 22,22 | 31,152 | 40,2 | 0,432 |
| 3 | 28,57 | 38,683 | 35,4 | 1,541 |
| 4 | 45,982 | 39,361 | -14,4 | 1,542 |

ZONES TEST RESULTS

FAULT : B-R
 Angle 233 °

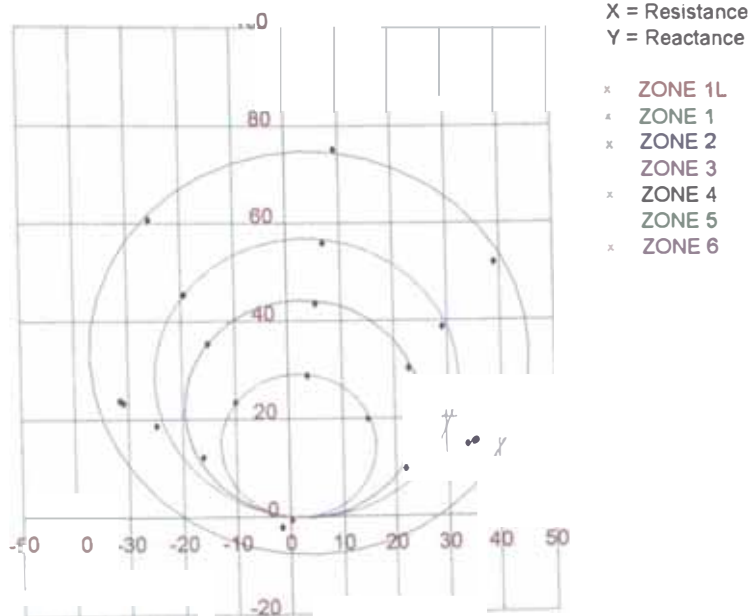
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 8,412 | 2,708 | -67,8 | 2,527 |

FAULT : B-R
 Angle 263 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 4 | 7,5 | Threshold not found | | |

FAULT : B-R
 Angle 293 °

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 4 | 8,412 | 0,639 | -92,4 | 2,526 |



Falla TR

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-218
 Type BBC-LZ96
 Code RELÉ DE DISTANCIA
 Serial Number FALLA RST
 Location S.E. PACHACHACA
 Operator RC/EA/EV/JY
 Date 18/08/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

| FAULT Angle | R-Y-B | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|-------------|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| 43 | o | | | | |
| 1 | | 22,414 | 27,928 | 24,6 | 0,021 |
| 2 | | 34,043 | 29,14 | -14,4 | 0,431 |
| 3 | | 43,771 | 29,327 | -33 | 0,024 |
| 4 | | 30,424 | 29,329 | -3,6 | 0,524 |

| FAULT Angle | R-Y-B | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|-------------|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| 63 | o | | | | |
| 1 | | 27,495 | 31,124 | 13,2 | 0,015 |
| 2 | | 41,759 | 48,524 | 16,2 | 0,424 |
| 3 | | 53,693 | 55,304 | 3 | 1,525 |
| 4 | | 52,9 | 55,439 | 4,8 | 1,519 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 83 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 29,259 | 30,488 | 4,2 | 0,017 |
| 2 | 44,439 | 46,039 | 3,6 | 0,425 |
| 3 | 57,139 | 59,196 | 3,6 | 1,527 |
| 4 | 75 | 78,15 | 4,2 | 2,521 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | R-Y-B | | | |
| Angle | 103 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 27,495 | 26,67 | -3 | 0,018 |
| 2 | 41,759 | 40,757 | -2,4 | 0,426 |
| 3 | 53,693 | 52,083 | -3 | 1,534 |
| 4 | 52,9 | 56,391 | 6,6 | 2,524 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 123 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 22,414 | 20,397 | -9 | 0,016 |
| 2 | 34,043 | 30,57 | -10,2 | 0,43 |
| 3 | 43,771 | 33,266 | -24 | 1,532 |
| 4 | 30,424 | 33,345 | 9,6 | 0,443 |

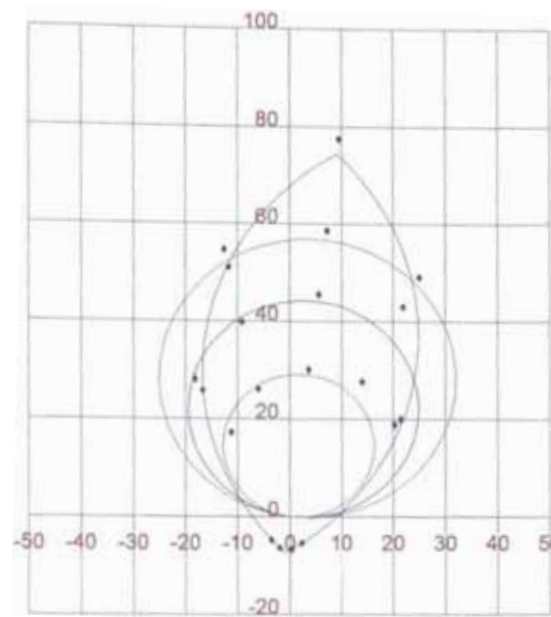
ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 233 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5,902 | 6,008 | 1,8 | 2,516 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | R-Y-B | | | |
| Angle | 253 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 6,702 | 6,742 | 0,6 | 2,518 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 273 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 6,702 | 6,662 | -0,6 | 2,52 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | R-Y-B | | | |
| Angle | 293 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 4 | 5,902 | 5,867 | -0,6 | 2,521 |



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- x ZONE 6

Falla RST

5.9 Relé L8b

El relé L8b que se mostrará sus pruebas es el que protege la línea L-222 de la S.E.

Callahuanca y que va a la S.E. Pachachaca

5.9.1 Datos generales

| | | | |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Subestación | Callahuanca | R0 | 17,47 Ω |
| Línea | L-222 | X0 | 106,29 Ω |
| Destino | S.E. Pachachaca | Z+ | 38,11 Ω |
| Tensión | 220 kV | $\Theta+$ | 83,42 ° |
| Longitud | 72,8 km | Z0 | 107,71 Ω |
| R'+ | 0,06 Ω /km. | $\Theta0$ | 80,67 ° |
| X'+ | 0,52 Ω /km. | K0 | 0,61 |
| R'0 | 0,24 Ω /km. | CT _{prim} | 600 A |
| X'0 | 1,46 Ω /km. | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 4,37 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 37,86 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.9.2 Ajustes y calibraciones

(Ver siguiente página)

| Designación | Función | Ajuste | |
|-----------------------|---|----------------------------|---------------|
| CUO | Relé que efectúa el producto, para selección de fase y arranque o excitación del canal AF. | 47 | |
| $X_{R,S,T}$ | Ajuste para el desplazamiento de la característica del relé CUO en relación con el nivel de la corriente de fase. | 10 | |
| $\text{Cos}\phi$ | Ajuste del coseno | 0,02 | |
| X_0 | Ajuste para el desplazamiento de la característica del relé CUO en relación con el nivel de la corriente de secuencia cero. | 5 | |
| $\text{Cos}\phi$ | Ajuste del coseno | 0,02 | |
| $I3f_{R,S,T}$ | Unidad de sobrecorriente para arranque del relé de inducción CM3. | 0,4 | |
| PTa5 | Contactador temporizado para evitar la excitación del canal AF por los relés CUO cuando la línea no está energizada | 5 | |
| SSX 101-1 | Relé escalonado de temporización. Tarjeta conteniendo el contactador RTH para incrementar la potencia del canal AF, el contactador de Temporizador de reenganche. | 0,6 | |
| PTrW | | 5 | |
| PTrH | Contactador temporizado para bloqueo del canal de transferencia AF. | 0,2 | |
| PTaW | Contactador para temporización del bloqueo. | 0,3 | |
| PTaH | Temporizador para ajustar la duración mínima de la señal de disparo | 0,1 | |
| CM3 | Unidad de inducción para medida simultánea de la distancia y dirección de fallas mono y trifásicas. | $\text{Cos}\phi$ K C | 0,1 1 1 |
| | Inductancia réplica de la impedancia de la línea para la unidad CM3 | S31 | 6 |
| CM4 | Unidad de secuencia negativa, idéntica al relé CM3 pero para fallas bifásicas. | $\text{Cos}\phi$ K C | 0,1 2 2 |
| | Inductancia réplica de la impedancia de la línea para la unidad CM4 | S32 | 3,9 |
| S41 | Transformador de corriente para balancear las corrientes de secuencia cero | s | 0-1 |
| | | K0 | 0,6 |
| HG32 _{R,S,T} | Transformador de ajuste. | AI (%) | 71 |
| | | AII (%) | 37 |
| | | F | F1 |
| | | BI (%) | 47 |
| | | BII (%) | 25 |
| W | Conmutador de selección del programa de reenganche. | | 3 |
| YW/L3 | Tranformador de ajuste | HG3 _{R,S,T} | 75 |
| | Relé escalonado de temporización. | SSX 110 | 0,9 |
| Pum2g0 | Relé CUO | CUO | 48 |
| | Ajuste para el desplazamiento de la característica del relé CUO | XD | 19 |

5.9.3 Fórmulas

- **Para Fallas Monofásicas y trifásicas**

$$Z = \frac{(Z_M * k\phi)}{C_{CM3} * \frac{N_i}{100}}$$

Donde:

| | | |
|-----------|---|---|
| i | : | Subíndice para designar a zona 1 o 2 |
| N_i | : | Ajuste del relé ($N_1=AI$, $N_2=AII$) |
| Z_M | : | Valor de CM3/S31 |
| $k\phi$ | : | Valor según gráfico |
| C_{CM3} | : | Cociente que resulta entre los valores de K/c |

- **Para Fallas Bifásicas**

$$Z = \frac{(Z_M * k\phi)}{C_{CM4} * \frac{N_i}{100}}$$

Donde:

| | | |
|-----------|---|---|
| i | : | Subíndice para designar a zona 1 o 2 |
| N_i | : | Ajuste del relé ($N_1=BI$, $N_2=BII$) |
| Z_M | : | Valor de CM4/S41 |
| $k\phi$ | : | Valor según gráfico |
| C_{CM4} | : | Cociente que resulta entre los valores de K/c |

- **Zona 3**

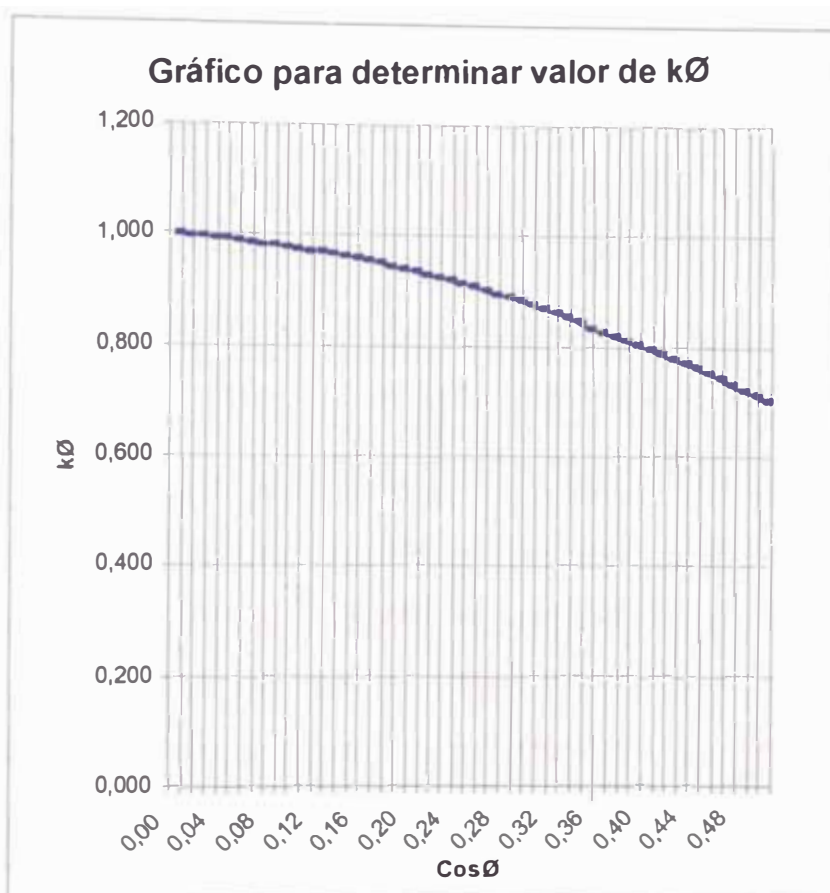
El alcance de tercera zona esta dado por el módulo adicional YW/L3

$$Z3 = \frac{Z2}{HG3} * 100$$

Donde:

| | |
|-----|---|
| Z2 | Alcance de zona 2 |
| HG3 | Valor en % del ajustes en el relé YW/L3 |

- Gráfico de para determinar el valor de $k\theta$



5.9.4 Resumen de alcances

| | % de línea | Zsec (Ω) | Zprim (Ω) | % de línea | Zsec (Ω) | Zprim (Ω) | Tiempos (s) |
|--------|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|-------------|
| Zona 1 | 79,69% | 8,28 | 30,37 | 78,25% | 8,13 | 29,82 | - |
| Zona 2 | 152,91% | 15,89 | 58,27 | 147,10% | 15,29 | 56,06 | 0,60 |
| Zona 3 | 203,88% | 21,19 | 77,69 | 196,13% | 20,38 | 74,74 | 1,50 |
| | | 10,30 | | | 20 | | |

5.9.5 Procedimiento

Este relé es el relé de respaldo del LZ96, por lo que es posible probarlo siguiendo los mismo procedimientos que el LZ96, sin embargo este relé tiene la facilidad que también es posible probarlo inyectando los valores de corriente y tensión por sus borneras de pruebas. Entonces describiremos aquí la otra alternativa para probar los relés L8b.

- Se abren los bornes 12 y 13 del relé para quitar el disparo.
- Se apaga el relé
- Se cortocircuitan las entradas de corriente con la barra cortocircuitadora exterior
- Se abren todos los conmutadores para aislar el relé.
- Con la barra cortocircuitadora interior se puentean los bornes 01, 02, 03 y 04.
- Se conectan las corrientes en los bornes 1, 2, 3 y 4 que corresponden a las fases: N, R, S y T.
- Se conectan las tensiones en los bornes 5, 6, 7 y 8 que corresponden a las fases: N, R, S y T.
- Los contactos de paradas son los bornes 12 y 13, pero este es un contacto general; por lo que no se puede saber con exactitud cual de las fases está disparando.

Para probar este relé por ser electromecánico la mejor opción es el programa ZTEST, porque este relé necesita cierto nivel de corriente sino el error sale muy alto y el ZTEST tiene la opción de poder hacer la prueba con un valor de corriente constante. Se debe tener cuidado de que el valor de corriente sea tal que el equipo de pruebas no tenga problemas con los valores de tensión de inyección, ya que este relé tiene un alto consumo en su circuitos de tensión.

5.9.6 Pruebas

TEST RESULTS

```
Plant Name      ETECEN
Line Name       L-222
Relay type      BBC-L8b
Relay code      FALLA rn
Location        S.E._CALLAHUANCA
Operator        RC/FB/JY
Date (dd,mm,YYYY) 8-9-1999      Hour (hh,mm) 15-55
```

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

```
Module (Ohm) Phase (°)
```


Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 /
 PT ratio 1 /
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

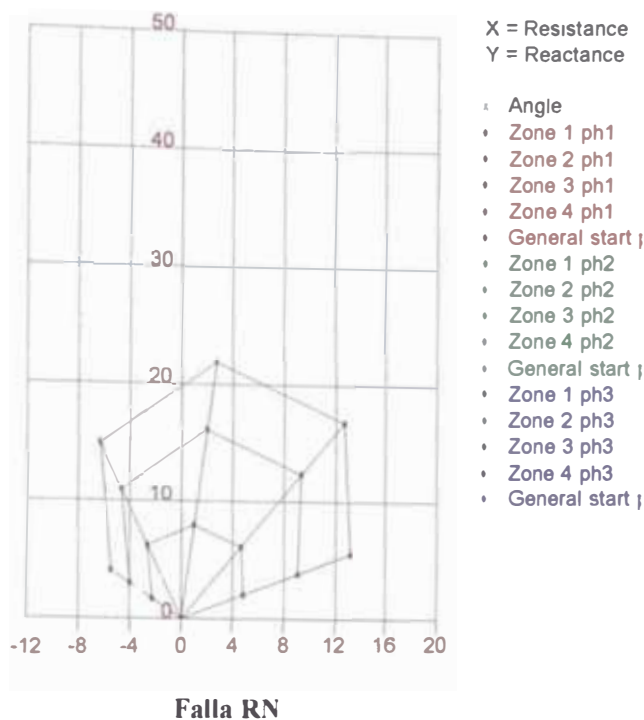
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 14,271 | 1,4864 |
| Zone 2 | 23 | 9,811 | 0,5604 |
| Zone 1 | 23 | 5,212 | 0,0522 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 20,979 | 1,4724 |
| Zone 2 | 53 | 15,453 | 0,557 |
| Zone 1 | 53 | 7,662 | 0,043 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 22,028 | 1,48 |
| Zone 2 | 83 | 16,226 | 0,5562 |
| Zone 1 | 83 | 8,045 | 0,0434 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 16,191 | 1,476 |
| Zone 2 | 113 | 11,926 | 0,5598 |
| Zone 1 | 113 | 6,758 | 0,1406 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - N | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 6,8 | 1,4792 |
| Zone 2 | 143 | 5,009 | 0,5636 |
| Zone 1 | 143 | 2,838 | 0,0814 |



TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA SN
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 15-55

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS
 Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) · T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

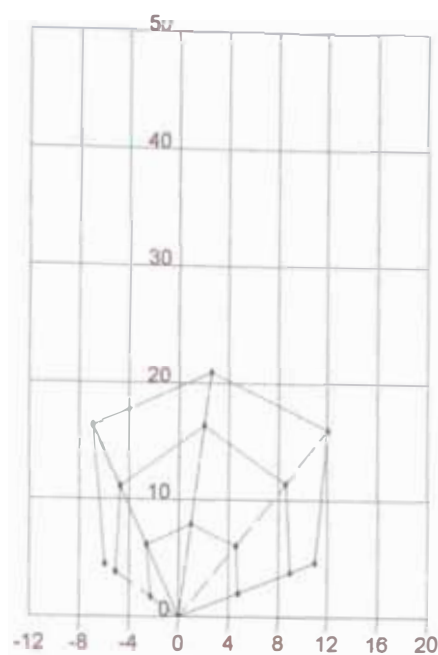
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 11,94 | 1,4924 |
| Zone 2 | 23 | 9,701 | 0,5694 |
| Zone 1 | 23 | 5,153 | 0,0758 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 20,059 | 1,4966 |
| Zone 2 | 53 | 14,261 | 0,556 |
| Zone 1 | 53 | 7,576 | 0,0592 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 21,062 | 1,4924 |
| Zone 2 | 83 | 16,471 | 0,5584 |
| Zone 1 | 83 | 7,955 | 0,0442 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 17,692 | 1,4962 |
| Zone 2 | 113 | 12,106 | 0,5636 |
| Zone 1 | 113 | 6,682 | 0,07 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - N | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 7,43 | 1,5168 |
| Zone 2 | 143 | 6,356 | 0,5688 |
| Zone 1 | 143 | 2,806 | 0,0576 |



X = Resistance
Y = Reactance

- Angle
- Zone 1 ph1
- Zone 2 ph1
- Zone 3 ph1
- Zone 4 ph1
- General start
- Zone 1 ph2
- Zone 2 ph2
- Zone 3 ph2
- Zone 4 ph2
- General start
- Zone 1 ph3
- Zone 2 ph3
- Zone 3 ph3
- Zone 4 ph3
- General start

Falla SN

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA TN
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 16-5

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05 T2 - 0,6 T3 - 1,5

Time delays (general start (forward T5 and backward T6) T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

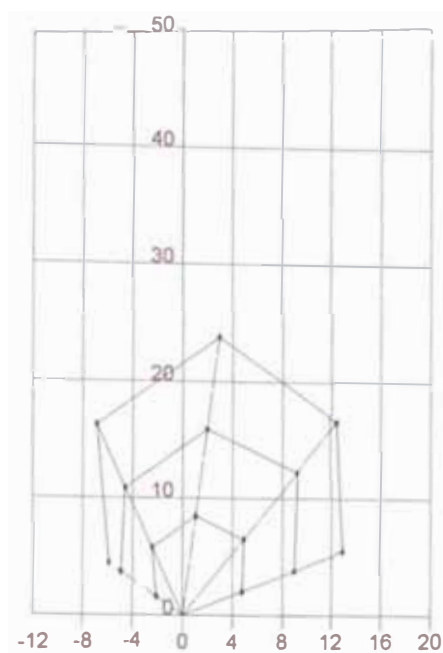
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 14,111 | 1,472 |
| Zone 2 | 23 | 9,701 | 0,5516 |
| Zone 1 | 23 | 5,153 | 0,0414 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 20,743 | 1,4712 |
| Zone 2 | 53 | 15,279 | 0,5552 |
| Zone 1 | 53 | 8,117 | 0,0524 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 23,958 | 1,4744 |
| Zone 2 | 83 | 16,043 | 0,5538 |
| Zone 1 | 83 | 8,523 | 0,0622 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 17,609 | 1,474 |
| Zone 2 | 113 | 11,792 | 0,5544 |
| Zone 1 | 113 | 6,264 | 0,0422 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|----------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - N | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 7,396 | 1,5046 |
| Zone 2 | 143 | 6,19 | 0,5572 |
| Zone 1 | 143 | 2,631 | 0,0638 |



X = Resistance
Y = Reactance

- Angle
- Zone 1 ph1
- Zone 2 ph1
- Zone 3 ph1
- Zone 4 ph1
- General start
- Zone 1 ph2
- Zone 2 ph2
- Zone 3 ph2
- Zone 4 ph2
- General start
- Zone 1 ph3
- Zone 2 ph3
- Zone 3 ph3
- Zone 4 ph3
- General start

Falla TN

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA RS
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 16-10

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

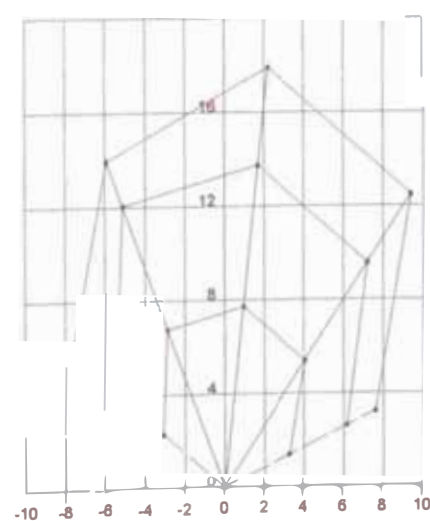
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 8,262 | 1,6396 |
| Zone 2 | 23 | 6,713 | 0,6016 |
| Zone 1 | 23 | 3,566 | 0,128 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 15,616 | 1,5358 |
| Zone 2 | 53 | 11,983 | 0,584 |
| Zone 1 | 53 | 6,74 | 0,1138 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 18,037 | 1,5208 |
| Zone 2 | 83 | 13,84 | 0,5738 |
| Zone 1 | 83 | 7,785 | 0,0654 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 15,151 | 1,5306 |
| Zone 2 | 113 | 13,079 | 0,583 |
| Zone 1 | 113 | 7,357 | 0,1784 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 1 - ph 2 | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 9,545 | 1,4986 |
| Zone 2 | 143 | 6,866 | 0,561 |
| Zone 1 | 143 | 3,862 | 0,0572 |



X = Resistance
Y = Reactance

- Angle
- Zone 1 ph1
- Zone 2 ph1
- Zone 3 ph1
- Zone 4 ph1
- General start ph1
- Zone 1 ph2
- Zone 2 ph2
- Zone 3 ph2
- Zone 4 ph2
- General start ph2
- Zone 1 ph3
- Zone 2 ph3
- Zone 3 ph3
- Zone 4 ph3
- General start ph3

Falla RS

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA ST
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,YYYY) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 16-5

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 - 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

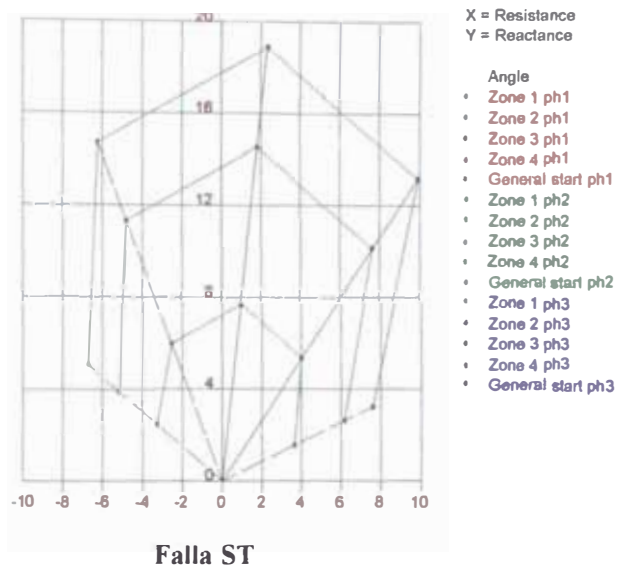
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 8,262 | 1,5026 |
| Zone 2 | 23 | 6,713 | 0,5952 |
| Zone 1 | 23 | 3,986 | 0,3132 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 16,484 | 1,5202 |
| Zone 2 | 53 | 12,688 | 0,5786 |
| Zone 1 | 53 | 6,696 | 0,0758 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 19,039 | 1,5178 |
| Zone 2 | 83 | 14,655 | 0,5792 |
| Zone 1 | 83 | 7,734 | 0,0562 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 15,992 | 1,5268 |
| Zone 2 | 113 | 12,31 | 0,5806 |
| Zone 1 | 113 | 6,497 | 0,0468 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 2 - ph 3 | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 8,396 | 1,5414 |
| Zone 2 | 143 | 6,462 | 0,6004 |
| Zone 1 | 143 | 4,093 | 0,0978 |



TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA TR
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 16-25

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1

Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

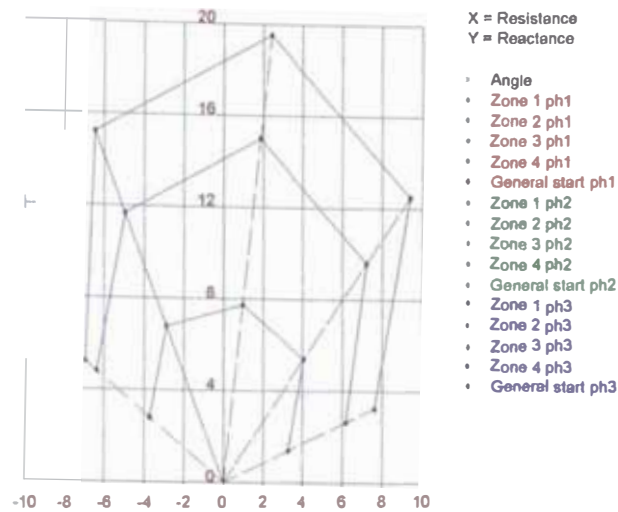
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 8,262 | 1,5434 |
| Zone 2 | 23 | 6,713 | 0,5768 |
| Zone 1 | 23 | 3,566 | 0,062 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 15,616 | 1,5002 |
| Zone 2 | 53 | 11,983 | 0,5714 |
| Zone 1 | 53 | 6,74 | 0,0814 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 19,676 | 1,5252 |
| Zone 2 | 83 | 15,099 | 0,5708 |
| Zone 1 | 83 | 7,785 | 0,0534 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 16,528 | 1,5188 |
| Zone 2 | 113 | 12,683 | 0,5728 |
| Zone 1 | 113 | 7,357 | 0,0678 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|-------------|-----------|---------|----------|
| ph 3 - ph 1 | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 8,677 | 1,507 |
| Zone 2 | 143 | 7,99 | 0,5894 |
| Zone 1 | 143 | 4,635 | 0,0838 |



Falla TR

TEST RESULTS

Plant Name ETECEN
 Line Name L-222
 Relay type BBC-L8b
 Relay code FALLA RST
 Location S.E. CALLAHUANCA
 Operator RC/FB/JY
 Date (dd,mm,yyyy) 8-9-1999 Hour (hh,mm) 16-35

SOURCE & LINE CHARACTERISTICS

Module (Ohm) Phase (°)

Homopolar line coefficient KoL 0,6 0

PLANT PARAMETERS

CT ratio 1 / 1
 PT ratio 1 / 1
 CT side Bus Bars

GENERAL TEST PARAMETERS

Nominal frequency (Hz) 60 Auxiliary DC supply (V) 0
 Nominal voltage (V) 57,8
 I test (A) 1,3
 Max. time for the tests (s) 2,5
 Trip type 3-phase on C1
 Trip input(s) level NO
 Faults calculation I défaut constant
 Time delays (forward) : T1 = 0,05 T2 = 0,6 T3 = 1,5
 Time delays (general start (forward T5 and backward T6) : T5 = 2
 T6 = 2

TEST TYPE: characteristic curve search

Results of the search of the curve

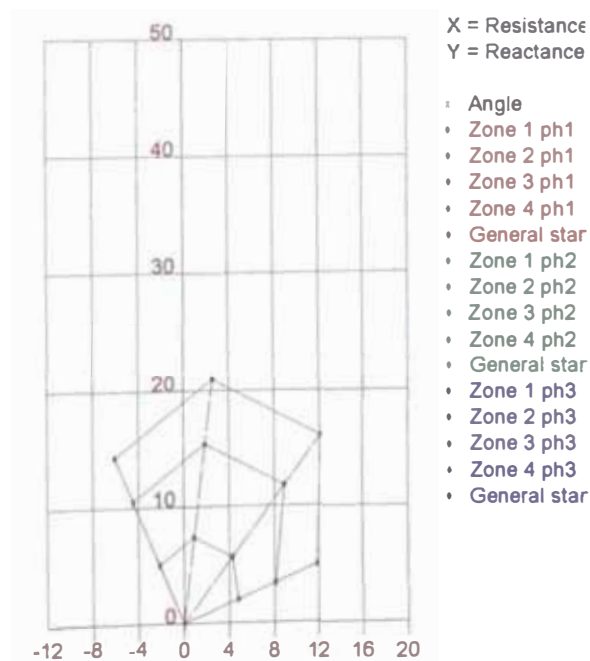
| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|---------|-----------|---------|----------|
| 3 Phase | 23 | | |
| Zone 3 | 23 | 12,769 | 1,5034 |
| Zone 2 | 23 | 8,779 | 0,6014 |
| Zone 1 | 23 | 5,212 | 0,0688 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|---------|-----------|---------|----------|
| 3 Phase | 53 | | |
| Zone 3 | 53 | 20,112 | 1,4908 |
| Zone 2 | 53 | 14,748 | 0,5738 |
| Zone 1 | 53 | 7,115 | 0,0606 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|---------|-----------|---------|----------|
| 3 Phase | 83 | | |
| Zone 3 | 83 | 21,117 | 1,49 |
| Zone 2 | 83 | 15,486 | 0,5758 |
| Zone 1 | 83 | 7,47 | 0,0596 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|---------|-----------|---------|----------|
| 3 Phase | 113 | | |
| Zone 3 | 113 | 15,521 | 1,5118 |
| Zone 2 | 113 | 11,382 | 0,6024 |
| Zone 1 | 113 | 5,491 | 0,0926 |

| Fault | Angle (°) | Found Z | Time (s) |
|---------|-----------|---------|----------|
| 3 Phase | 143 | | |
| Zone 3 | 143 | 0,001 | 0,061 |
| Zone 2 | 143 | 0,001 | TIMEOUT |
| Zone 1 | 143 | 0,001 | TIMEOUT |



Falla RST

5.10 Relé MLS

El relé que se probó es el que protege la línea de la S.E. Ventanilla a la S.E. Chavarría (L-244)

5.10.1 Datos generales

| | | | |
|--------------|---------------------|--------------------|----------------|
| Subestación | Ventanilla | R0 | 2,85 Ω |
| Línea | L-244 | X0 | 17,42 Ω |
| S.E. Destino | Chavarría | Z+ | 5,36 Ω |
| Tension | 220 kV | Θ + | 80,02 ° |
| Longitud | 10,56 km | Z0 | 17,66 Ω |
| R'+ | 0,088 Ω /km. | Θ 0 | 80,71 ° |
| X'+ | 0,5 Ω /km. | K0 | 0,76 |
| R'0 | 0,27 Ω /km. | CT _{prim} | 800 A |
| X'0 | 1,65 Ω /km. | CT _{sec} | 1 A |
| R+ | 0,93 Ω | VT _{prim} | 220 kV |
| X+ | 5,28 Ω | VT _{sec} | 0,1 kV |

5.10.2 Ajustes y calibraciones

| Modulo | Identificación | Función | Localización | Ajuste | Valor Real |
|---------|-----------------|---|--------------|----------|------------|
| DSM 056 | Zp | Alcance de zona IV. $Zp=\{4+(\)\} * 5/In$ | Frontal | 0 | 20 |
| | ZIV | Tiempo de disparo 3 \emptyset en zona IV (s). $ZIV=0.05+(\)$ | Frontal | 2,7 | 2,75 |
| | ZIV Trip | Disparo por cuarta zona | Frontal | ON | ON |
| | Puente selector | Característica de la curva mho | Interna | Circular | Circular |
| | Switch | Selección de la Frecuencia | Interna | 60 Hz | 60 Hz |
| DFM 056 | $\emptyset Z1$ | Angulo de Z+, Z- | Frontal | 80° | 80° |
| | $\emptyset Z0$ | Angulo de Z0 | Frontal | 80° | 80° |
| DRM 056 | A | Factor Multiplicador | Frontal | 5 | 5 |
| | I | Suma de los indices de los interruptores. $I=0.02+(\)$ | Frontal | 0,046 | 0,066 |
| | Ix | Alcance de la extensión de Zona I | Frontal | 0,00 | 0 |
| | II | Suma para determinar el alcance de Zona II. | Frontal | 1,15 | 1,15 |
| | III | Suma para determinar el alcance de Zona III. | Frontal | 4,30 | 4,30 |
| | Ko | Factor de compensación de secuencia homopolar. $2+(\)$ | Frontal | 1,1 | 3,1 |
| | Puente selector | Ajuste de característica para fallas 1 \emptyset a tierra. X/Y | Interna | X | Reactancia |

| | | | | | |
|---------|--|---|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| DLM 055 | II | Tiempo de Segunda Zona (s) | Frontal | 0,4 | 0,4 |
| | III | Tiempo de Tercera Zona (s) | Frontal | 0,8 | 0,8 |
| | NCT | Bloqueo de disparos por canal | Frontal | OFF | OFF |
| | ZI | Microinterruptor para que dispare solo la zona I | Frontal | OFF | OFF |
| | ZII | Microinterruptor para que dispare solo la zona II | Frontal | OFF | OFF |
| | SW1-1: 10 ms SW1-2: 20 ms SW1-3: 40 ms SW1-4: 80 ms SW1-5: 160 ms SW1-6: 320 ms | Tiempo de disparo secuencial | Interna | ON OFF OFF OFF OFF OFF | 10 |
| | SW1-7 | Bloqueo por falla fusible | Interna | ON | ON |
| | SW1-8 | Selector de tipo de transformador de tensión | Interna | CVT | CVT |
| | SW2-1: 5° SW2-2: 10° SW2-3: 20° SW2-4: 40° | Ajuste del ángulo característico. 90°+() | Interna | ON ON ON OFF | 125 |
| | SW2-5 | Ajuste de frecuencia | Interna | 60 Hz | 60 Hz |
| | SW2-6 SW2-7 SW2-8 | Selección de esquema de Protección. La combinación de los switches da el esquema deseado. | Interna | OFF OFF ON | PUTT |
| | SW3-1 SW3-2 SW3-3 SW3-4 SW3-5 SW3-6 | Ajuste del tiempo de coordinación con el canal en esquema POTT. | Interna | OFF OFF OFF OFF OFF | No se utiliza en este caso |
| | SW3-7 SW3-8 | Lógica de la señal de envío de canal Lógica de la señal de recepción | Interna Interna | OFF OFF | Normal Normal |
| | SW4-1 SW4-2 SW4-3 | Temporizador de Week infeed. Solo se usa en esquema híbrido. 0,5+(*) | Interna | OFF OFF OFF | 0,5 |
| | SW4-4 SW4-5 SW4-6 | No se usa Modo de señalización Lógica de la señal de parada de la teleprotección. | Interna Interna Interna | OFF FAULT NORM | OFF FAULT NORM |
| | SW5-1: 1 ms SW5-2: 2 ms SW5-3: 4 ms SW5-4: 8 ms SW5-5: 16 ms | Temporizador de oscilación de potencia. 16+(*) | Interna | OFF OFF OFF OFF ON | 32 |
| | SW5-6 | Bloqueo de oscilaciones de potencia | Interna | OSB BLK | OSB BLK |
| | SW6-1 | Selección del tipo de disparo | Interna | NORM | NORM |
| | SW6-2: 0,5 Hz SW6-3: 1,0 Hz SW6-4: 2,0 Hz | Tiempo de activación de los indicadores | Interna | ON ON OFF | 1,75 |

| | | | | | |
|---------|----------------------------------|------------------------------|---------|--------------------------|-------|
| TAM 101 | SW4-1 SW4-2 SW4-3 SW4-4 | Dirección de Monitoreo | Interna | OFF OFF OFF OFF | 0 |
| MGM 073 | FF OFF/BLOCK | Bloqueo por fallo de fusible | Interna | Block | Block |

5.10.3 Fórmulas

- **Zona 1**

$$ZI = A * I * \frac{5}{I_N}$$

Donde:

- A : Factor multiplicador (Tarjeta DRM 056)
- I : Ajuste del relé (Tarjeta DRM 056)
- I_N : Corriente nominal 1 A
- ZI : Alcance de zona 1

- **Zona 2**

$$ZII = (1 + II) * ZI$$

Donde:

- II : Ajuste del relé (Tarjeta DRM 056)
- ZI : Alcance de la zona 1
- ZII : Alcance de zona 2

- **Zona 3**

$$ZIII = (1 + III) * ZI$$

Donde:

- III : Ajuste del relé (Tarjeta DRM 056)

ZI : Alcance de la zona 1

ZIII : Alcance de zona 3

- **Zona 4**

$$Zp = (4 + IV) * \frac{5}{I_N}$$

Donde:

IV : Suma de switches en tarje DSM

Zp : Alcance de zona 4

- **K0**

$$K0 = \frac{Z0}{Z_L}$$

Donde:

K0 : Factor de compensación de secuencia cero

Z0 : Impedancia de secuencia cero

Z_L : Impedancia de línea o secuencia positiva

5.10.4 Resumen de alcances

| | % de línea | Zsec (W) | Zprim (W) | Tiempos (s) |
|--------|------------|----------|-----------|-------------|
| Zona 1 | 84,64% | 1,65 | 4,54 | - |
| Zona 2 | 181,97% | 3,55 | 9,76 | 0,40 |
| Zona 3 | 448,57% | 8,75 | 24,05 | 0,80 |
| Zona 4 | 1025,90% | 20,0 | 55,00 | 2,75 |

5.10.5 Procedimiento

Este relé GE de fabricación española tiene el mismo procedimiento que el relé TLS y DLP. Al igual que los anteriores usa el peine GE para realizar las pruebas las conexiones de tensión y corriente se muestran en las figura V.15. Las conexiones para el contacto de parada en la figura V 16.

5.10.6 Pruebas

Las pruebas se realizaron con el programa ZDESIGN, pero también se verificaron con los programas manuales debido a que se obtuvo errores un poca altos. La secuencia de la pruebas son iguales a los de los relés TLS y DLP.

TEST DATA

```
Plant Name      ETCEN
Cubicle        L-244
Type           GE-MLS
Code           2161B31000B
Serial Number   FALLA R-N&R-S
Location        S.E. VENTANILLA
Operator        RO/RC/JY
Date           14/07/99
```

GENERAL TEST PARAMETERS

```
Freq. Nom.      60      Aux Vdc [ V ]      0
V nom. (V)      57,8    I nom (A)          1
```

ZONES TEST RESULTS

```
FAULT          R-gnd
Angle          20
ZONE           Z (Nom)   Z (Found)   Err %      Delay (s)
1              0,825      0,76        -7,9       0,047
2              1,77       1,631      -7,9       0,452
3              4,37       4,029      -7,8       0,855
4              10         14,08       40,7       2,776
```

```
FAULT :        R-gnd
Angle          50
ZONE           Z (Nom)   Z (Found)   Err %      Delay (s)
1              1,428      1,394      -2,4       0,037
2              3,065      3,01       -1,8       0,442
3              7,569      7,432      -1,8       0,842
4              17,32      24,075     39         2,796
```

```
FAULT :        R-gnd
Angle          80
ZONE           Z (Nom)   Z (Found)   Err %      Delay (s)
1              1,649      1,659      0,6        0,035
2              3,539      3,603      1,8        0,429
3              8,739      8,844      1,2        0,832
4              19,999     27,319     36,6       2,797
```

```
FAULT :        R-gnd
Angle          110
ZONE           Z (Nom)   Z (Found)   Err %      Delay (s)
1              1,428      1,42       -0,6       0,047
2              3,065      3,01       -1,8       0,439
3              7,569      7,387     -2,4       0,844
4              17,32      23,867     37,8       2,8
```

```
FAULT :        R-gnd
Angle          140
```

| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|------|---------|-----------|-------|-----------|
| 1 | 0,825 | 0,79 | -4,2 | 0,048 |
| 2 | 1,77 | 1,6 | -9,6 | 0,46 |
| 3 | 4,37 | 3,924 | -10,2 | 0,855 |
| 4 | 10 | 13,54 | 35,4 | 2,776 |

ZONES TEST RESULTS

| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------------------|-------|-----------|
| Angle | 20 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,625 | Threshold not found ! | | |
| 2 | 1,77 | Threshold not found ! | | |
| 3 | 4,375 | 0,883 | -79,8 | 0,891 |
| 4 | 10 | 20,2 | 102 | 2,772 |

| FAULT : | R-Y | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 50 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,082 | 1,472 | 36 | 0,036 |
| 2 | 3,065 | 3,176 | 3,6 | 0,44 |
| 3 | 7,577 | 5,395 | -28,8 | 0,828 |
| 4 | 17,32 | 22,828 | 31,8 | 2,772 |

| FAULT | R-Y | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 80 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,249 | 1,684 | 34,8 | 0,032 |
| 2 | 3,539 | 3,603 | 1,8 | 0,433 |
| 3 | 8,749 | 8,539 | -2,4 | 0,833 |
| 4 | 19,999 | 20,239 | 1,2 | 2,77 |

| FAULT | R-Y | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 110 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,082 | 1,394 | 28,8 | 0,04 |
| 2 | 3,065 | 3,01 | -1,8 | 0,443 |
| 3 | 7,577 | 5,349 | -29,4 | 0,832 |
| 4 | 17,32 | 22,516 | 30 | 2,772 |

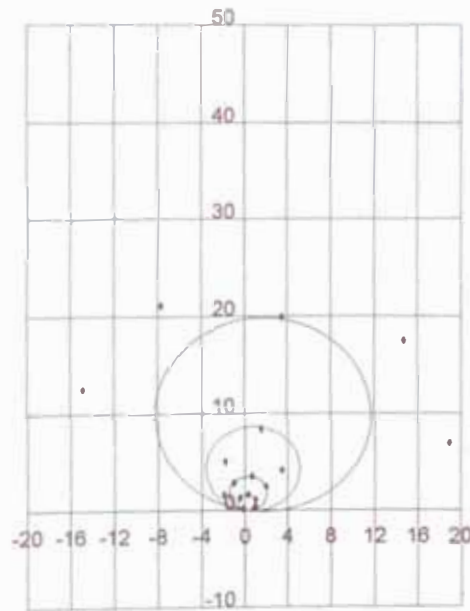
| FAULT | R-Y | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| Angle | 140 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,625 | 0,216 | -65,4 | 0,034 |
| 2 | 1,77 | 0,208 | -88,2 | 0,043 |
| 3 | 4,375 | 2,511 | -42,6 | 0,863 |
| 4 | 10 | 19,6 | 96 | 2,772 |



X = Resistance
Y = Reactance

- ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla RN



X = Resistance
Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- ZONE 4
- ZONE 5
- ZONE 6

Falla RS

TEST DATA

Plant Name

ETECEN

Cubicle L-244
 Type GE-MLS
 Code 2161B31000B
 Serial Number FALLA SN&ST
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator RO/RĀ/JY
 Date 14/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT Y-gnd
 Angle 20 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,825 0,815 -1,2 0,044
 2 1,775 1,657 -6,6 0,453
 3 4,375 4,112 -6 0,855
 4 10 14,32 43,2 2,8

FAULT : Y-gnd
 Angle 50 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,428 1,42 -0,6 0,035
 2 3,074 3,037 -1,2 0,444
 3 7,577 7,486 -1,2 0,843
 4 17,32 24,595 42 2,796

FAULT : Y-gnd
 Angle 80 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,649 1,679 1,8 0,034
 2 3,549 3,635 2,4 0,429
 3 8,749 8,959 2,4 0,833
 4 19,999 27,919 39,6 2,797

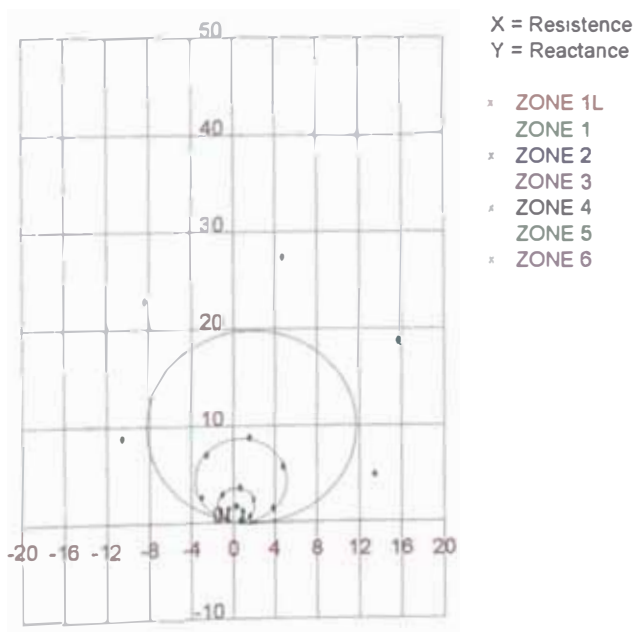
FAULT : Y-gnd
 Angle 110 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,428 1,403 -1,8 0,037
 2 3,074 3,019 -1,8 0,445
 3 7,577 7,441 -1,8 0,841
 4 17,32 24,387 40,8 2,798

FAULT Y-gnd
 Angle 140 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,825 0,78 -5,5 0,048
 2 1,775 1,604 -9,6 0,465
 3 4,375 3,928 -10,2 0,855
 4 10 13,78 37,8 2,775

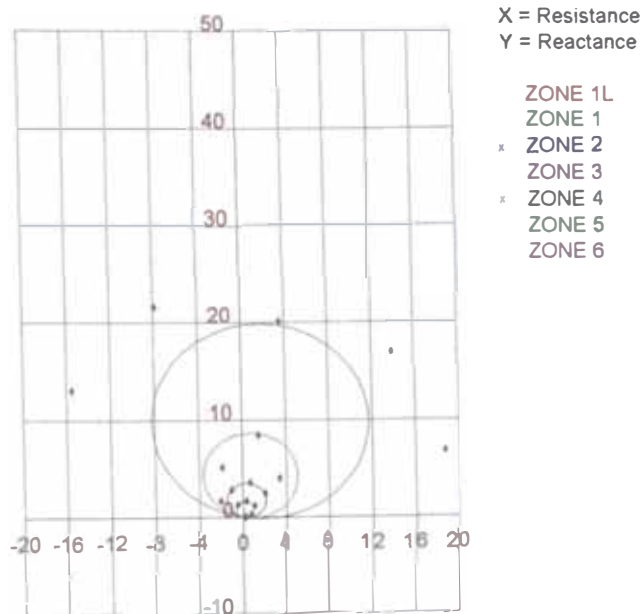
ZONES TEST RESULTS

FAULT Y-B
 Angle 20 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,825 0,196 -76,2 0,032
 2 1,775 Threshold not found '
 3 4,375 0,726 -83,4 0,895

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| 4 | 10 | 19,9 | 99 | 2,771 |
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 50 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,428 | 1,634 | 14,4 | 0,037 |
| 2 | 3,074 | 3,203 | 4,2 | 0,442 |
| 3 | 7,577 | 5,258 | -30,6 | 0,827 |
| 4 | 17,32 | 22,1 | 27,6 | 2,773 |
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 80 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,649 | 1,719 | 4,2 | 0,032 |
| 2 | 3,549 | 3,677 | 3,6 | 0,434 |
| 3 | 8,749 | 8,592 | -1,8 | 0,83 |
| 4 | 19,999 | 20,479 | 2,4 | 2,77 |
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 110 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,428 | 1,42 | -0,6 | 0,037 |
| 2 | 3,074 | 3,019 | -1,8 | 0,442 |
| 3 | 7,577 | 5,44 | -28,2 | 0,837 |
| 4 | 17,32 | 23,036 | 33 | 2,774 |
| FAULT : | Y-B | | | |
| Angle | 140 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,825 | Threshold not found | | |
| 2 | 1,775 | Threshold not found | | |
| 3 | 4,375 | 2,642 | -39,6 | 0,864 |
| 4 | 10 | 20,26 | 102,6 | 2,776 |



Falla SN



Falla ST

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-244
 Type GE-MLS
 Code 2161B31000B
 Serial Number FALLA TN&TR
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator RO/RC/JY
 Date 15/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

| FAULT Angle | B-gnd | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|-------------|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| 20 | o | | | | |
| ZONE 1 | | 0,825 | 0,81 | -1,8 | 0,051 |
| 2 | | 1,775 | 1,711 | -3,6 | 0,453 |
| 3 | | 4,375 | 4,217 | -3,6 | 0,855 |
| 4 | | 10 | 14,56 | 45,6 | 2,796 |

| FAULT Angle | B-gnd | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
|-------------|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| 50 | o | | | | |
| ZONE 1 | | 1,428 | 1,411 | -1,2 | 0,038 |
| 2 | | 3,074 | 3,055 | -0,6 | 0,44 |
| 3 | | 7,577 | 7,532 | -0,6 | 0,844 |
| 4 | | 17,32 | 24,283 | 40,2 | 2,799 |

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-gnd | | | |
| Angle | 80 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,649 | 1,669 | 1,2 | 0,04 |
| 2 | 3,549 | 3,592 | 1,2 | 0,433 |
| 3 | 8,749 | 8,854 | 1,2 | 0,832 |
| 4 | 19,999 | 27,199 | 36 | 2,798 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | B-gnd | | | |
| Angle | 110 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,428 | 1,377 | -3,6 | 0,046 |
| 2 | 3,074 | 2,963 | -3,6 | 0,449 |
| 3 | 7,577 | 7,304 | -3,6 | 0,845 |
| 4 | 17,32 | 23,763 | 37,2 | 2,8 |

| | | | | |
|-------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT | B-gnd | | | |
| Angle | 140 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,825 | 0,711 | -13,8 | 0,056 |
| 2 | 1,775 | 1,519 | -14,4 | 0,461 |
| 3 | 4,375 | 3,745 | -14,4 | 0,854 |
| 4 | 10 | 13,36 | 33,5 | 2,796 |

ZONES TEST RESULTS

| | | | | |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 20 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,825 | 0,196 | -76,2 | 0,034 |
| 2 | 1,775 | 0,188 | -89,4 | 0,034 |
| 3 | 4,375 | 0,91 | -79,2 | 0,888 |
| 4 | 10 | 19,96 | 99,6 | 2,776 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 50 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,428 | 1,463 | 2,5 | 0,038 |
| 2 | 3,074 | Threshold not found | | |
| 3 | 7,577 | 5,44 | -28,2 | 0,455 |
| 4 | 17,32 | 22,412 | 29,4 | 2,775 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| FAULT : | B-R | | | |
| Angle | 80 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,649 | 1,64 | -0,5 | 0,038 |
| 2 | 3,549 | Threshold not found | | |
| 3 | 8,749 | 8,539 | -2,4 | 0,818 |
| 4 | 19,999 | 19,879 | -0,6 | 2,771 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| FAULT · | B-R | | | |
| Angle | 110 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 1,428 | 1,351 | -5,4 | 0,039 |
| 2 | 3,074 | Threshold not found | | |
| 3 | 7,577 | 4,986 | -34,2 | 0,459 |
| 4 | 17,32 | 22,516 | 30 | 2,774 |

| | | | | |
|---------|---------|---------------------|-------|-----------|
| FAULT · | B-R | | | |
| Angle | 140 | ° | | |
| ZONE | Z (Nom) | Z (Found) | Err % | Delay (s) |
| 1 | 0,825 | Threshold not found | | |

2
3
4

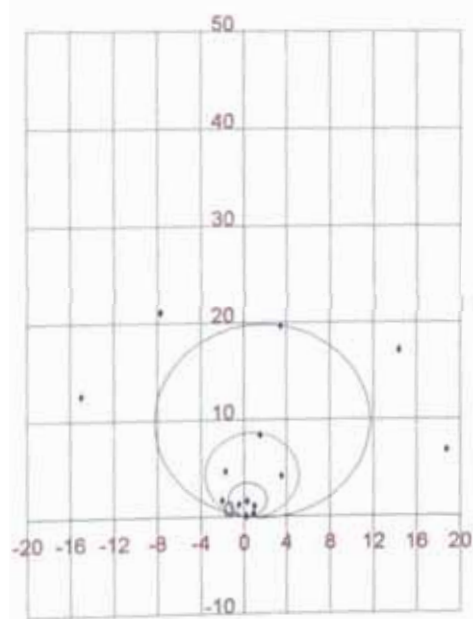
1,775Threshold not found !
 4,375 2,616 -40,2 0,864
 10 19,6 96 2,772



X = Resistance
 Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- x ZONE 6

Falla TN



X = Resistance
 Y = Reactance

- x ZONE 1L
- ZONE 1
- x ZONE 2
- ZONE 3
- x ZONE 4
- ZONE 5
- x ZONE 6

Falla TR

TEST DATA

Plant Name ETECEN
 Cubicle L-244
 Type GE-MLS
 Code 2161B31000B
 Serial Number FALLA RST
 Location S.E. VENTANILLA
 Operator RO/RC/JY
 Date 15/07/99

GENERAL TEST PARAMETERS

Freq. Nom. 60 Aux Vdc [V] 0
 V nom. (V) 57,8 I nom (A) 1

ZONES TEST RESULTS

FAULT : R-Y-B
 Angle 20 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,825 0,706 -14,4 0,077
 2 1,775 0,699 -60,6 0,094
 3 4,375 0,7 -84 0,076
 4 10 13,84 38,4 2,77

FAULT : R-Y-B
 Angle 50 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,428 1,471 3 0,041
 2 3,074 3,203 4,2 0,44
 3 7,577 5,349 -29,4 0,831
 4 17,32 23,971 38,4 2,771

FAULT : R-Y-B
 Angle 80 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,649 1,679 1,8 0,032
 2 3,549 3,635 2,4 0,428
 3 8,749 8,907 1,8 0,829
 4 19,999 27,199 36 2,77

FAULT : R-Y-B
 Angle 110 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 1,428 1,368 -4,2 0,042
 2 3,074 2,982 -3 0,439
 3 7,577 4,895 -35,4 0,83
 4 17,32 23,763 37,2 2,771

FAULT : R-Y-B
 Angle 140 °
 ZONE Z (Nom) Z (Found) Err % Delay (s)
 1 0,825 0,78 -5,5 0,052
 2 1,775 0,773 -56,5 0,07
 3 4,375 0,778 -82,2 0,056
 4 10 13,42 34,2 2,773



X = Resistance
Y = Reactance

ZONE 1L
ZONE 1
x ZONE 2
ZONE 3
x ZONE 4
ZONE 5
ZONE 6

Falla RST

CAPITULO VI ANÁLISIS ECONÓMICO

Para ETECEN económicamente el realizar pruebas se justifica debido a que proteger la línea implica también proteger todos los equipos que conforman esta. El costo de hacer pruebas a un relé de distancia es de aproximadamente \$500 00 a continuación mostraremos un cuadro donde se mostrará las valorizaciones aproximadas de algunas líneas de transmisión comparadas con el costo de mantenimiento que implica realizar las pruebas anualmente durante 20 años que se considera la vida útil de una línea

| Denominación | Línea | Longitud | Valorización | (*) Costo Pruebas de Relés (\$/año) | (**) Costo Total | % del Valor de la Línea |
|---------------|------------------------------|----------|-----------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------|
| L-238 | Piura Oeste-Chiclayo | 211,2 | \$19.833.650,00 | \$1.200,00 | \$24.000,00 | 0,121% |
| L-236 | Oeste Chiclayo Oeste- | 83,74 | \$9.255.820,00 | \$1.200,00 | \$24.000,00 | 0,259% |
| L-234 | Guadalupe Guadalupe- | 103,35 | \$11.161.480,00 | \$1.100,00 | \$22.000,00 | 0,197% |
| L-232 | Trujillo Norte Trujillo | 133,75 | \$12.975.430,00 | \$1.100,00 | \$22.000,00 | 0,170% |
| L-215 | Nuevo Olinda Paramonga | 221,17 | \$16.962.250,00 | \$1.050,00 | \$21.000,00 | 0,124% |
| L-213 | Nueva Paramonga Nueva- | 161,7 | \$13.871.800,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 0,144% |
| L-242 | Zapallal Zapallal-Ventanilla | 18,02 | \$1.816.170,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 1,101% |
| L-244 | Ventanilla-Chavarria | 10,58 | \$1.052.210,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 1,901% |
| L-246 | Ventanilla-Chavarria | 11,2 | \$2.551.420,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 0,784% |
| L-2003/L-2004 | Chavarria-Santa Rosa | 8,46 | \$585.510,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 3,416% |
| L-2010/L-2011 | Santa Rosa-San Juan | 26,37 | \$2.556.780,00 | \$1.000,00 | \$20.000,00 | 0,782% |

* Se está considerando el costo de probar la protección principal y la secundaria. Para el costo de pruebas de relés se ha considerado otros costos como desplazamiento, alojamiento, alimentación, etc.

** En el costo total se considera una vida útil de 20 años.

Se observa en la tabla que el caso mas caro sería el de la línea que va de Santa Rosa a San Juan, una línea corta, pero este costo solo representa el 3.416 % de la línea que es un porcentaje relativamente bajo por un mantenimiento.

Otro factor que se debe de considerar son las salidas fuera de servicio. Según las normas existentes ETECEN debe de pagar 0.95 \$/kwh en compensación por la energía que se deja de transmitir y que afecte

los suministros. Entonces si esto se produjera en hora punta en una línea importante como puede ser la L-213 que transmite 200 MW a esa hora, dejar de transmitir por una mala operación del relé durante mínimo 10 minutos que toma reponer el servicio significaría en dinero aproximadamente \$30,000.00 es decir más de la que cuesta el mantenimiento de sus relés durante toda su vida útil. Esto sin considerar que una salida de una línea importante en hora punta puede ocasionar el colapso del sistema con lo cual el pago que debe hacer se incrementaría exponencialmente.

Otro problema que suele presentarse es que durante los mantenimientos con líneas en servicio se produzca un disparo involuntario por: error humano, error de cableado, plano desactualizado, etc. Para minimizar el riesgo/costo de una salida fuera de servicio por mantenimiento se acostumbra trabajar en horas no punta, ya que una salida en esas horas no debe producir ninguna restricción en los suministros en vista que el sistema lo puede soportar.

CONCLUSIONES

- A pesar de que los fabricantes de los nuevos relés consideran que estos no necesitan mantenimiento, consideramos que estos deben de hacer por lo menos cada 2 años.
- Durante las pruebas hemos encontrado en relés de estado sólido de diferentes marcas que tenían una tarjeta o módulo averiadas, lo que ocasionaba que el relé no operara correctamente, como por ejemplo disparos sin motivos, zona que no operaban, relés que no mandaban disparos, etc. Solo una prueba de la protección puede detectar esta clase de problemas
- Estos relés con problemas internos son relés que han estado servicio unos 10 años, pero hay otros que son relativamente nuevos, con 5 años en servicio, por lo que considero que un relé nuevo no es motivo para dejar de hacerle pruebas a la protección.
- Una prueba de relés puede determinar si un relé tiene algún problema, pero una prueba que resulta satisfactoria no implica que el relé en caso de una falla opere bien. La razón es muy simple cuando uno inyecta con una maleta de pruebas esta inyecta señales senoidales perfectas, pero cuando ocurre una falla se producen muchas veces deformaciones de la onda, deformaciones que el relé no llega a interpretar bien haciendo que opere erróneamente.
- Existen relés que en las pruebas realizadas tienen un comportamiento optimo con errores menores al 3%, sin embargo han operado erróneamente estando en servicio.
- En el caso de los relés electromecánicos muchas veces no es posible realizar las pruebas o hay que tomar consideraciones extras debido a la potencia que requieren.
- El tener un equipo de pruebas con un programa automático no significa que cualquiera puede realizar estos trabajos. Muchas veces los valores obtenidos son erróneos así que la persona que esta a cargo de

estos mantenimientos debe ser una persona que conozca los equipos y que puede interpretar bien los resultados.

- Cuando existen dudas sobre los resultados la mejor manera de salir de estas es realizando la prueba en modo manual, así quedará despejada cualquier duda que se tenga.
- Cuando se empezó a realizar estas pruebas no se conocía bien el equipo, con el uso se fue definiendo que programas eran los mas adecuado para cada rele y como realizar las pruebas.
- Hay programa que trabajan mejor con unos relés que con otros. Por ejemplo el programa ZDESIGN trabaja bien con algunos relés electrónicos pero no trabaja bien con los electromecánicos. Para relés electromecánicos el ideal es el programa ZTEST. No hay regla al respecto, solo la experiencia puede enseñar a elegir la mejor opción.
- Cuando se trabaja con línea en servicio siempre existe la posibilidad de una salida en servicio, sobre todo con celdas donde nunca se le ha hecho este tipo de mantenimiento.
- Cuando son líneas cortas la precisión de la prueba disminuye esto se debe a los valores pequeños de impedancia que obligan al equipo o a inyectar mas corriente o a disminuir el voltaje a valores cercanos a cero.
- Cuando se elige un relé el principal criterio para su elección debe ser el técnico, una vez elegidos relés técnicamente similares debe recien analizarse el factor económico, esto a la larga va a resultar mas económico a cualquier empresa. Como se analizó en el capítulo VII una salida en servicio por mala operación puede costar mucho mas que un excelente relé.
- El realizar pruebas a un relé significan un esfuerzo para estos Hay relés que en toda su vida quizás nunca han operado, sin embargo cuando se les prueban se le hace operar múltiple veces estos sirve también en caso de que tenga algún problema, con las pruebas se manifieste.
- Por seguridad del personal que trabaja debe tenerse mucho cuidado sobre todo con abrir los circuitos de corriente, es la principal regla que deben tener en cuenta.
- Todos los relés deben tener su interruptor termomagnético para evitar transitorios cuando uno desea quitar la alimentación auxiliar al relé.

- Para simular fallas monofásicas un parámetro bien importante a considerar es el ajuste del K0. Siempre debe ajustarse en la maleta de pruebas el K0 ajustado en el relé, cualquier error que se cometa en este parámetro se reflejará en el porcentaje de error.
- Tanto los relés Razfe como Razona de la marca ASEA aun están operando correctamente, pero debido a que tienen mas de 10 años de servicio se han presentado algunos problemas con desperfectos en las tarjetas
- Los relés de General Electric TLS y DLP no han dejado una buena impresión dentro de ETECEN. Los relés DLP aunque en pruebas tiene un comportamiento casi perfecto, ha tenido en la practica muchos disparos por mala operación. El TLS tiene un comportamiento mucho mas confiable, sin embargo sus tarjetas internas presentan problemas constantemente El MLS en pruebas para la zona 4 da un error bastante alto, sin embargo no presenta problemas de mala operación.
- De los relés Alstom, solo podemos comentar por su comportamiento en la única línea protegida con estos relés El PXLPL ha tenido problemas por causas desconocidas que afectó a dos tarjetas. El Optimho no ha presentado problemas hasta el momento, sin embargo en esta línea se han producido disparos sin motivo, sin poder determinar las causas
- En cuanto a los relés Brown Boveri en general la impresión que deja es buena. Estos relés que tienen casi 15 años en servicio aun la mayoría de ellos están funcionando correctamente. El LZ96 ha tenido 3 o 4 problemas con las tarjetas pero considerando su tiempo de servicio no puede considerarse como algo grave El L8b al tener muchas partes que se accionan mecánicamente comienza a mostrar ciertos problemas con su precisión, además el esfuerzo que se le aplica al realizar una prueba completa como el que se realizó puede mostrar algún tipo de problema en el relé. Otro dificultad del L8b para sus pruebas es la potencia que consume.
- Los relés Toshiba tienen un sistema bien seguro, es muy difícil que se produzca un disparo por mala operación Sin embargo debido al gran consumo que tienen no es posible realizar las pruebas como un todo

- El valor mas importante a tener en cuenta es el error hallado para el ángulo de línea, se acepta que el relé tenga errores mayores al 5% para ángulos diferentes al de línea. Sin embargo en el ángulo de línea o cercanos a ella deben ser menores al 5%.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Estudio de Coordinación General de la Protección del Sistema Interconectado Centro Norte (SICN)" Informes realizados por FICHTNER para ETECEN.
2. "Protective Relaying Theory And Applications" Walter A Elmore. Publicación de ABB.
3. "Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión". Carlos Felipe Ramirez.
4. "Protección de Sistemas de Potencia". Carlos Arroyo A
5. "Análisis de Sistemas de Potencia" William D. Stevenson
6. "Ajuste de los Relés de Distancia Mediante el Método Gráfico Interactivo en el Sistema Interconectado Centro Norte de Electroperú". Tesis. Bernardino Rojas Vera
7. "The Art & Science of Protective Relaying" Russell Mason.
8. "Manual Relé Razona" Edición 5-Julio 1991.
9. "Manual Relé Razfe". Edición 3-Enero 1987.
10. "Manual Relé TLS" Edición Noviembre 1992.
11. "Manual DLP" Edición Octubre 1993.
12. "Manual de Relés Toshiba CXG3D y CXS3D".
13. "Manual Relé PXL3000". Edición Agosto 1992.
14. "Manual Relé Optimho". Edición Agosto 1990.
15. "Manual Relé LZ96".
16. "Manual Relé L8b". Edición Abril 1981.
17. "Manual Relé MLS 2000"