

ESQUEMAS DE TELEPROTECCIÓN EN RELÉS DE DISTANCIA – Configuración y Pruebas

Expositor: Oscar Del Aguila



1. Objetivos
2. Conceptos de Protección de Distancia.
3. Temporización de alcances del relé de Distancia
4. Ajustes del relé de Distancia
5. Teleprotección
6. Comparación de Esquemas
7. Configuración y Pruebas

1. Objetivos
2. Conceptos de Protección de Distancia.
3. Temporización de alcances del relé de Distancia
4. Ajustes del relé de Distancia
5. Teleprotección
6. Comparación de Esquemas
7. Configuración y Pruebas

Introducción

RED

CARGA



1. Objetivos

- . Explicar la filosofía de los relés de distancia usados en líneas de transmisión.
- . Calcular los ajustes de un réle de distancia.
- . Explicar los esquemas teleprotección PUTT y POTT.
- . Explicar la configuración y pruebas de teleprotección con los esquemas PUTT y POTT.

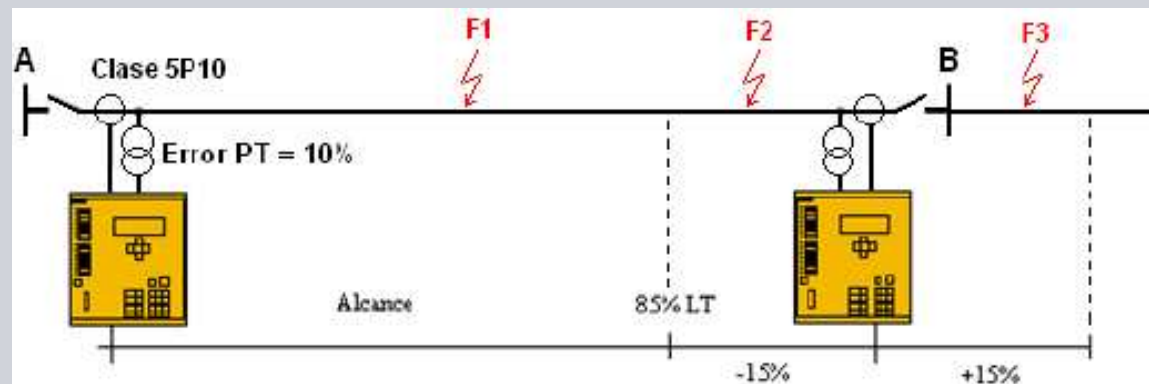
2. Conceptos de Protección de Distancia

El relé de distancia se diseña para operar solamente con fallas que ocurren entre la ubicación del relé y un punto seleccionado, diferenciando las fallas que pueden ocurrir en diferentes secciones de línea. El sistema de potencia se divide en zonas de protección para generadores, motores, transformadores, barras, circuitos de transmisión y distribución.

Un sistema de Potencia con diferentes zonas de protección proporciona alguna forma de protección respaldo para disparar los interruptores adyacentes o zonas aledañas al área en falla.

2. Conceptos de Protección de Distancia

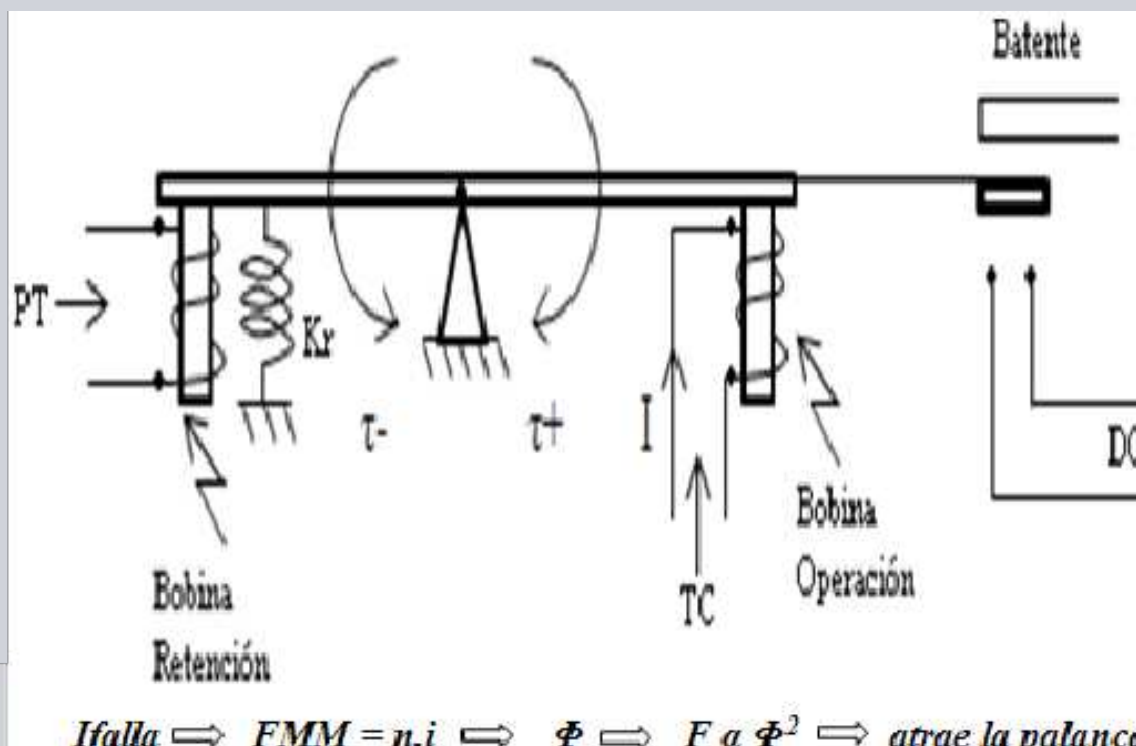
La protección de cada zona es sobrepuesta para eliminar la posibilidad de áreas no protegidas. Está sobre posición es llevada a cabo conectando los relés a los transformadores de corriente.



Cualquier disturbio entre los TC es visto por ambos relés y pueden operar disparando sus interruptores.

2. Conceptos de Protección de Distancia

La filosofía general para el uso de relés es dividir el sistema en zonas separadas que pueden ser individualmente protegidas y desconectadas ante la ocurrencia de las fallas, para permitir que el resto del sistema continúe en servicio.



2. Conceptos de Protección de Distancia

$$T_{\text{operación}} = K_1 I^2 - K_2 V^2 - K_r$$

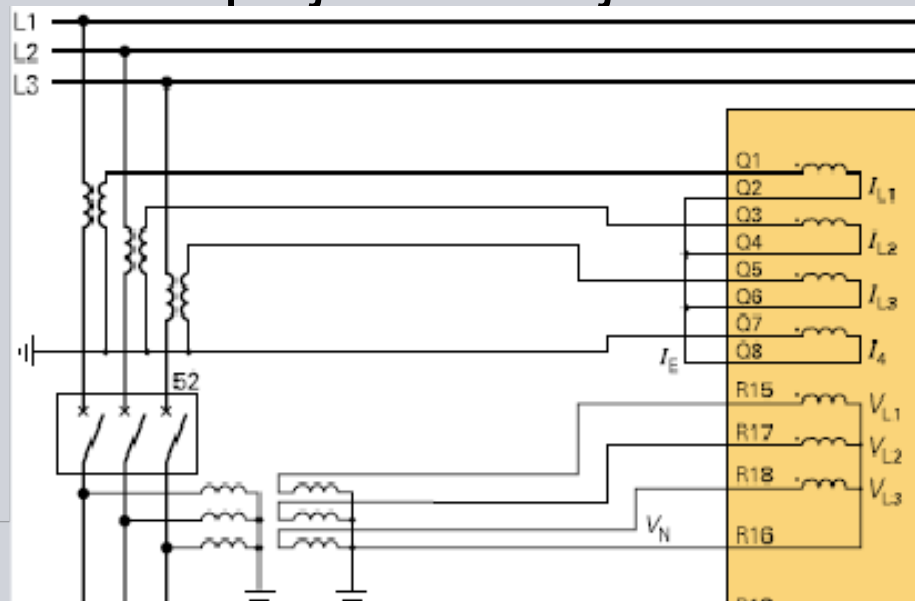
En el umbral de operación el torque es cero.

$$0 = K_1 I^2 - K_2 V^2 - K_r$$

$$(V/I)^2 = K_1/I^2 - K_r/K_2 I^2, \text{ luego } Z = \sqrt{\frac{K_1}{K_2} - \frac{K_r}{K_2 I^2}}$$

En falla $I \gg \gg$ entonces $Z = \sqrt{K_1/K_2} = K$

La impedancia compleja $\dot{Z} = R + jX$ con $Z^2 = R^2 + X^2 = K^2$

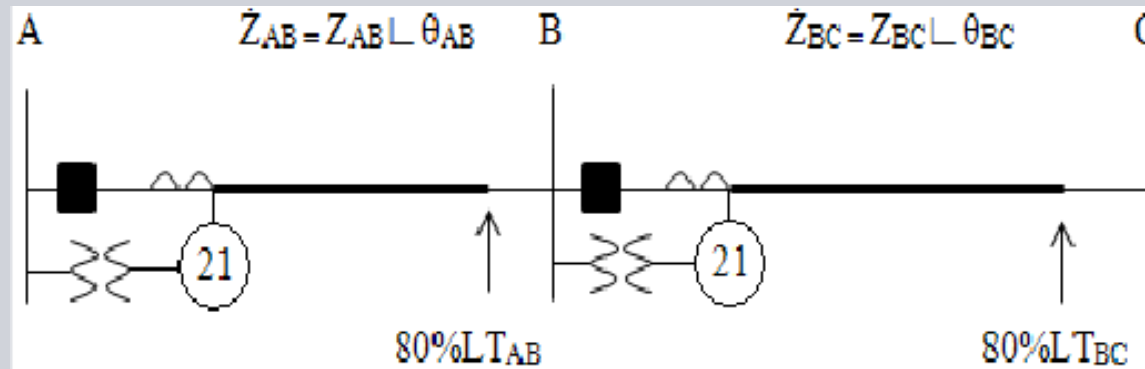


2. Conceptos de Protección de Distancia

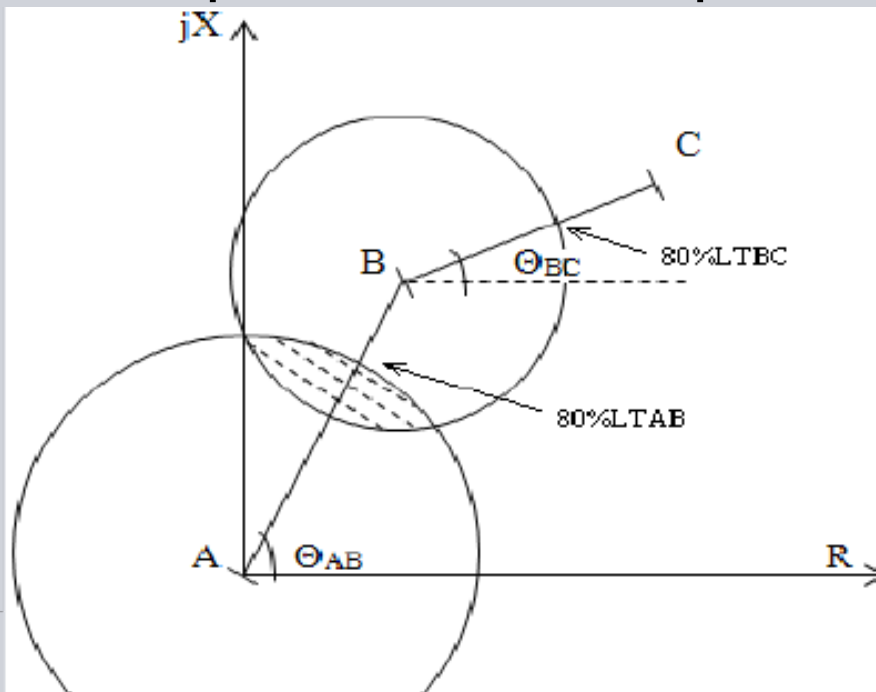
El relé sólo opera cuando $|Z_r| \leq |Z_{ar}|$, i.e si el torque producido por la lcc es superior a los torques de restricciones.



2. Conceptos de Protección de Distancia



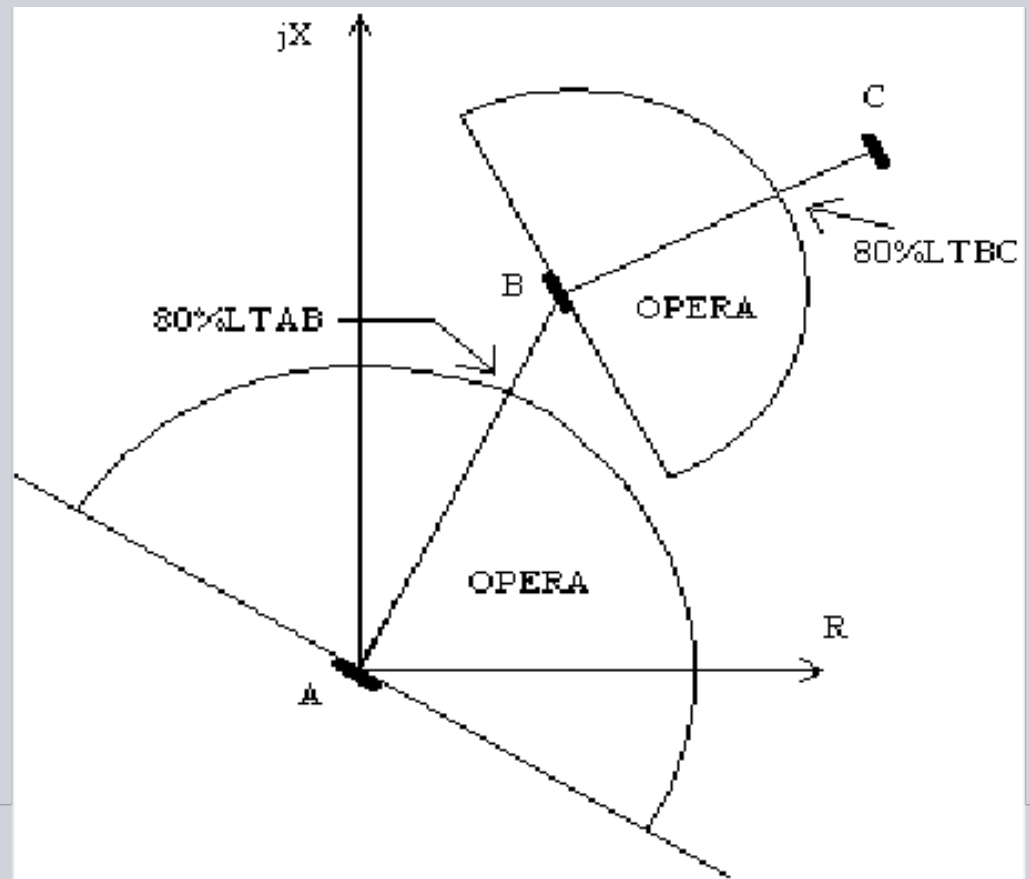
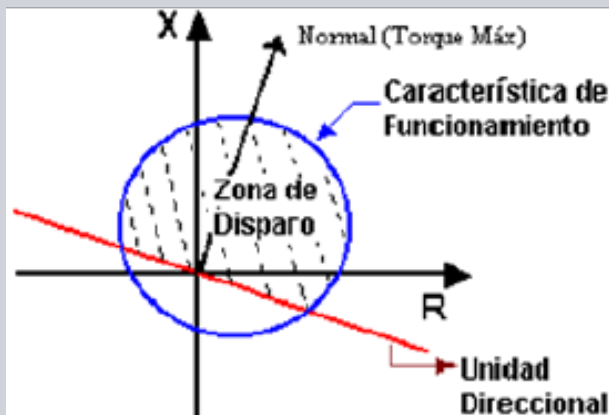
Las impedancias en el plano R vs jX serían:



Relé A: Actúa correctamente
Relé B: Actúa Incorrectamente

2. Conceptos de Protección de Distancia

Al Acoplar el elemento direccional al relé de impedancia se tendrán disparos para puntos dentro del círculo y arriba de la característica.



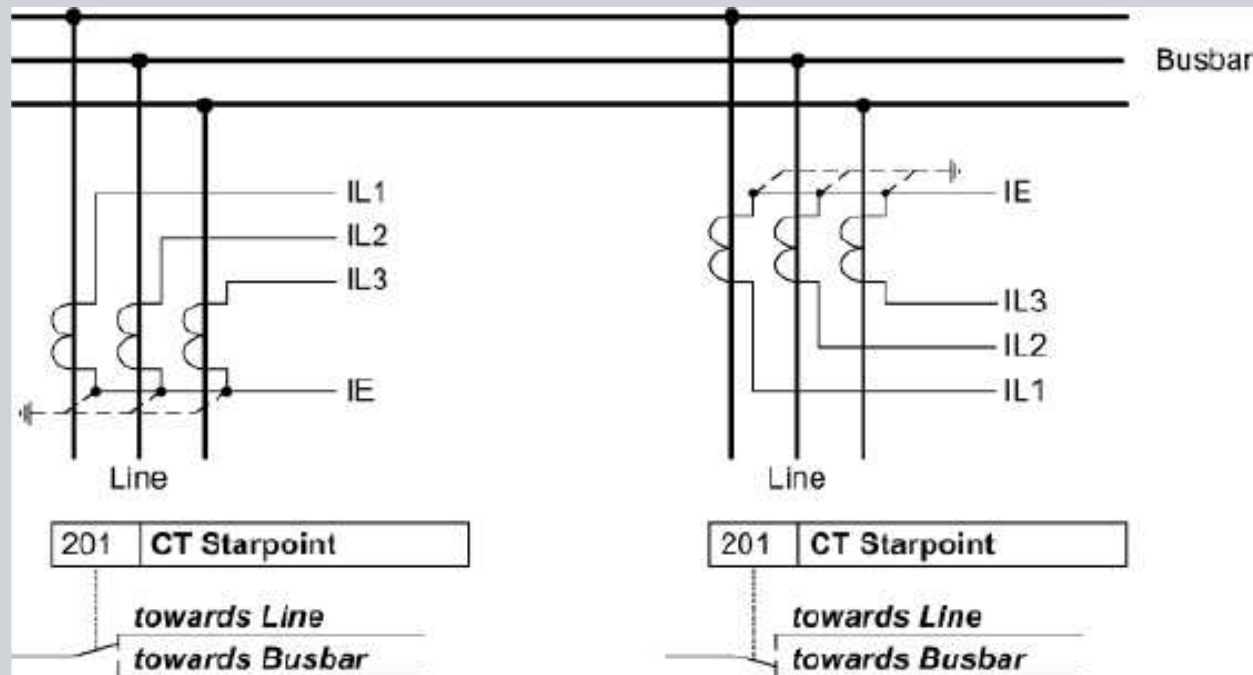
2. Conceptos de Protección de Distancia

SIEMENS

Direccionalidad



2. Conceptos de Protección de Distancia



Power System Data 1

Transformers | Power System | Breaker

Settings:

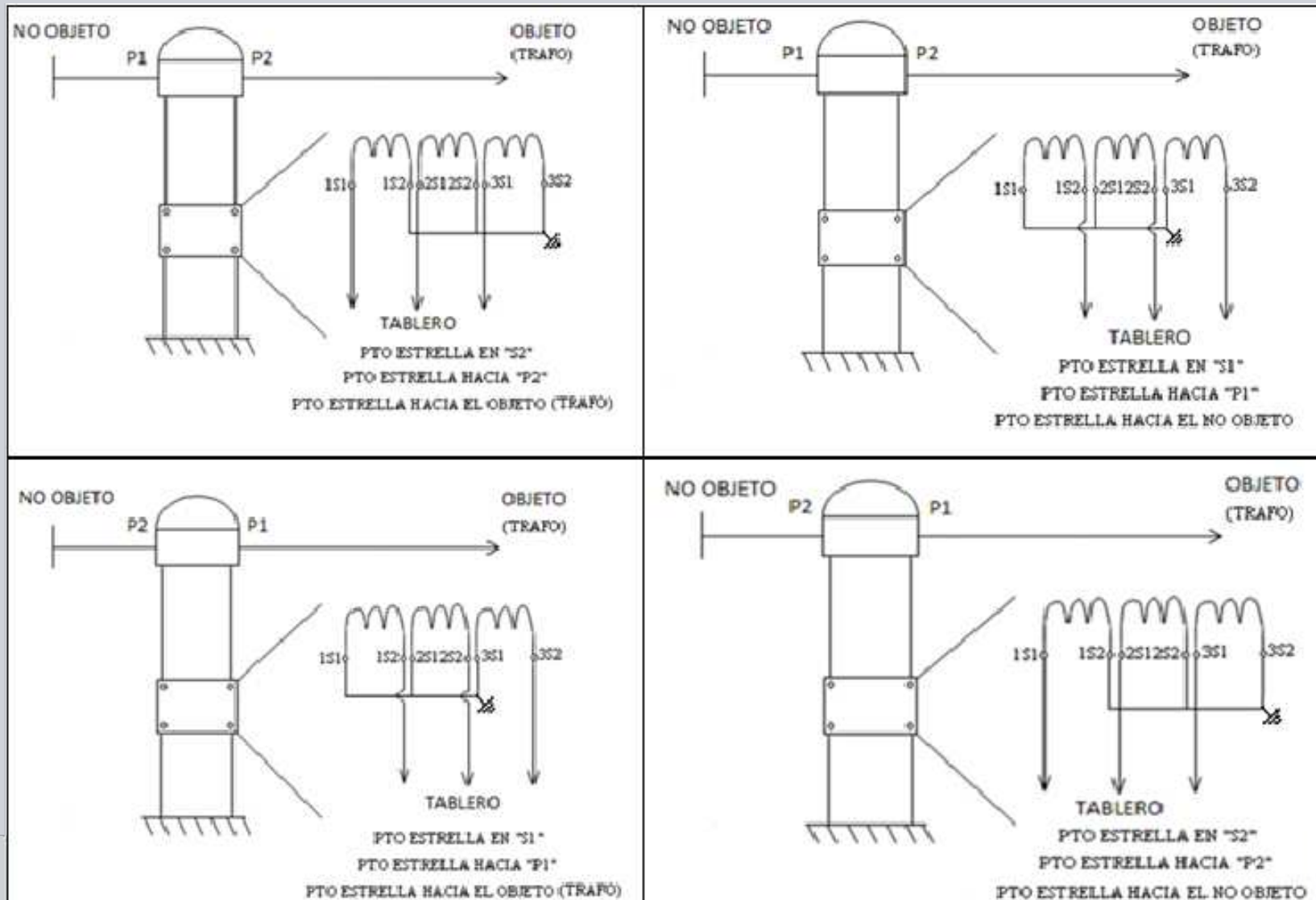
No.	Settings	Value
0201	CT Starpoint	towards Line ▼
0203	Rated Primary Voltage	115,0 kV
0204	Rated Secondary Voltage (Ph-Ph)	110 V
0205	CT Rated Primary Current	750 A
0206	CT Rated Secondary Current	1 A
0210	V4 voltage transformer is	Vsy2 transformer

2. Conceptos de Protección de Distancia

SIEMENS



2. Conceptos de Protección de Distancia



2. Conceptos de Protección de Distancia

El relé Mho (Y) es un círculo cuya circunferencia pasa a través del origen. El relé operara si la Z medida cae dentro del círculo. Este relé tiene característica propia direccional.

La condición de operación del relé de admitancia es que $Z_r \leq Z_{ar \text{ Máx.}} \cos(r-\theta)$

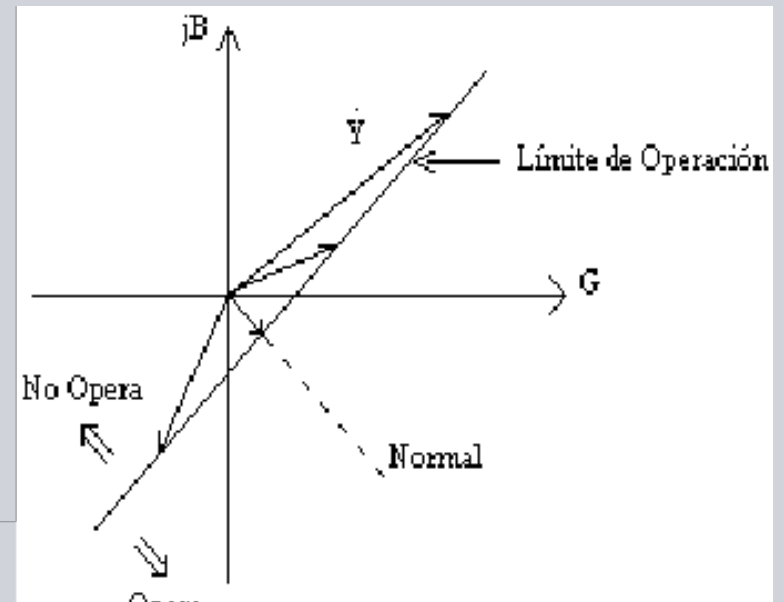
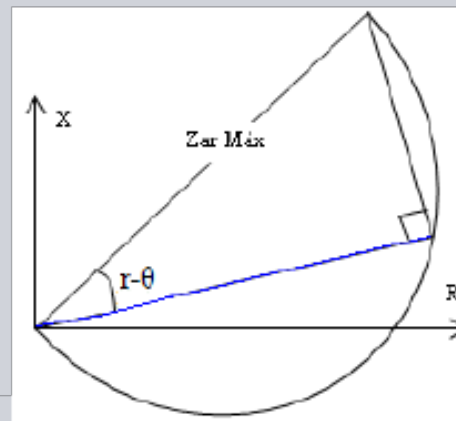
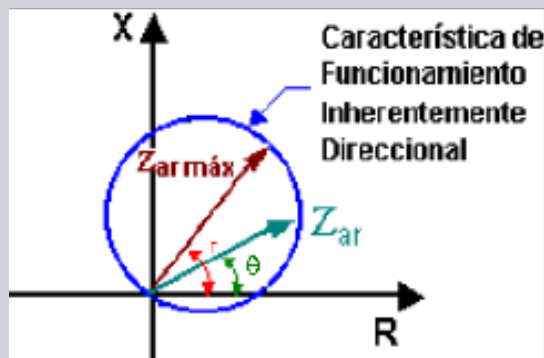
r : ángulo máx. torque del relé.

θ : ángulo desfase entre $\dot{E}$ e $\dot{I}$.

$T_{\text{motor de relé}} = K_d EI \cos(r-\theta) - K_v E^2 = 0$ (en el umbral de operación)

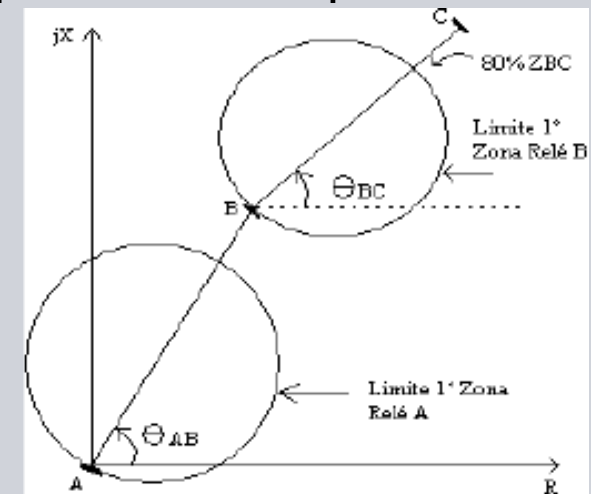
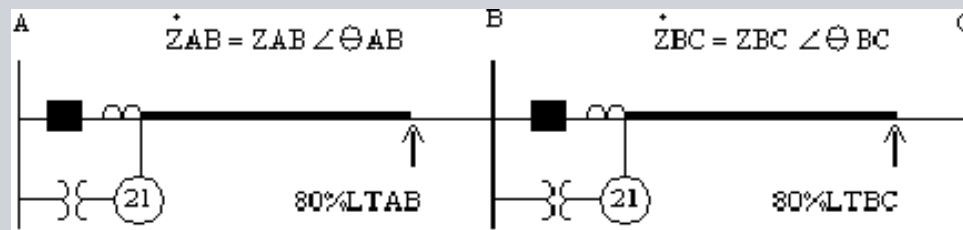
$Y = (K_v/K_d) * (1/\cos(r-\theta))$ es una recta en el plano $G \times jB$

Si: $\cos(r-\theta) = 1 \dots Y_{\min} = K_v/K_d$ ó $Z_{\max} = K_d/K_v$

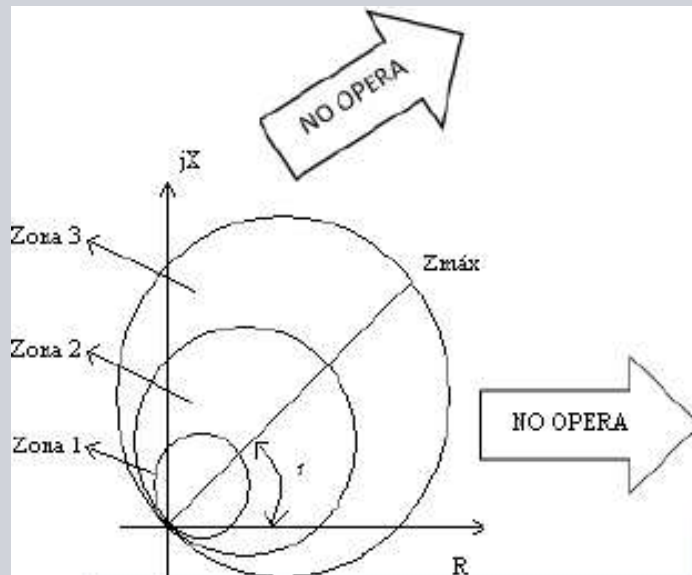


2. Conceptos de Protección de Distancia

Los sgtes. relés de admitancia han sido ajustados para actuar en primera zona hasta el 80% del valor de impedancia de la línea.



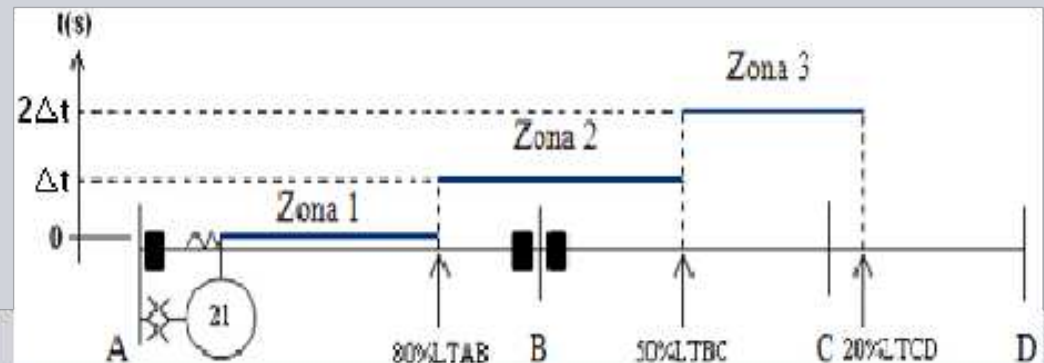
Tomemos el relé en A con 3 zonas:



$$Z1=80\%AB; t1 = 0$$

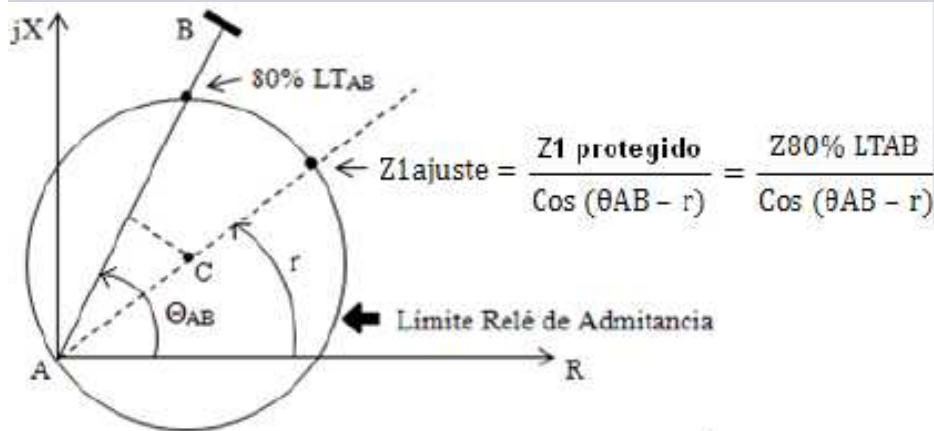
$$Z2=100\%AB + 50\%BC; t2 = \Delta t$$

$$Z3=100\%AB+100\%BC+30\%CD; t3=t2+\Delta t=2\Delta t$$



2. Conceptos de Protección de Distancia

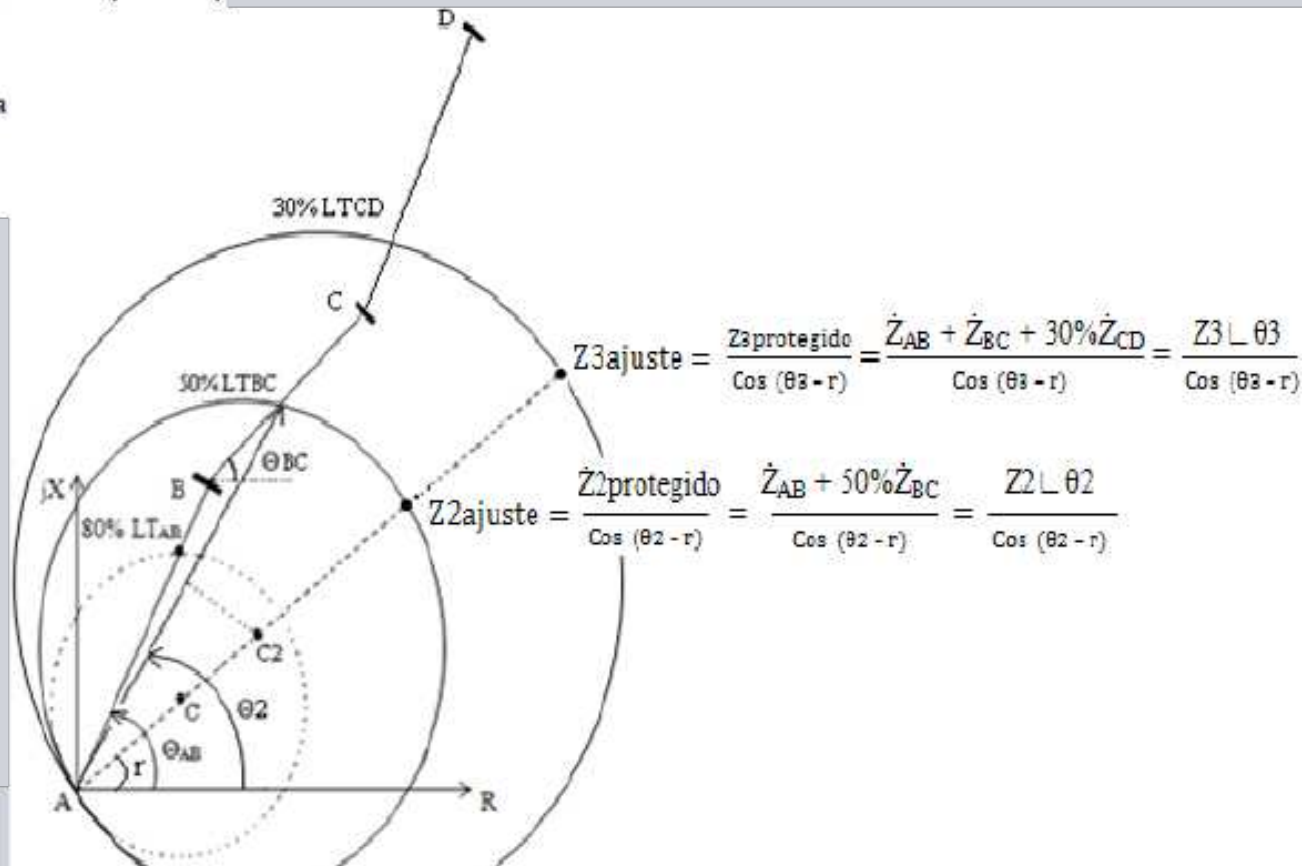
El ajuste del relé es hecho con su impedancia de ajuste posicionando la línea a su ángulo de máximo torque



Tomamos el ángulo de impedancia θ_2 en Z2 y θ_3 en Z3

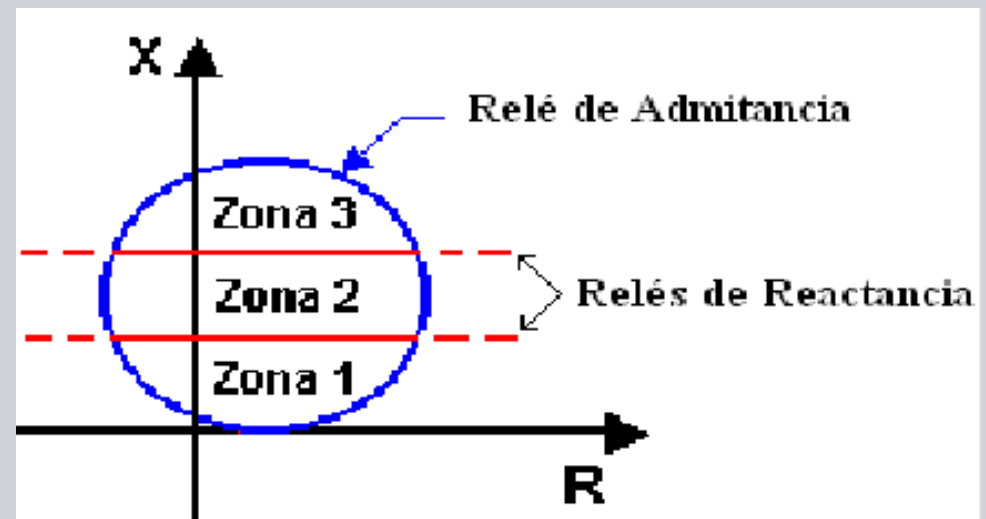
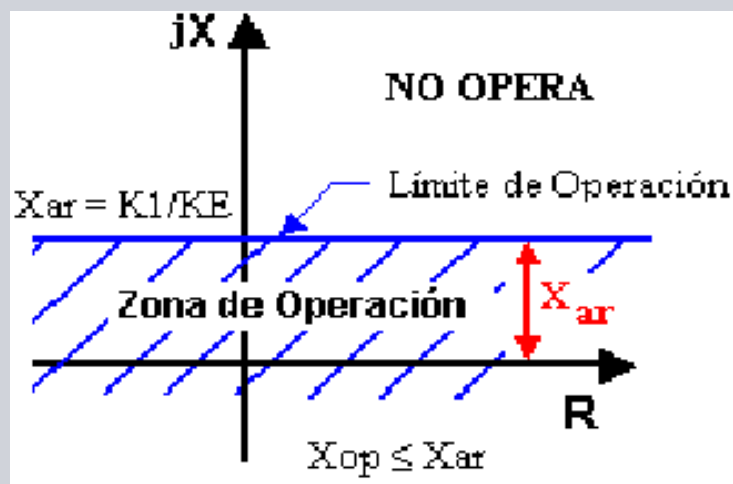
Para ajustar las Z2 y Z3 tomemos:

$$\dot{Z}_{AB} = Z_{AB} \perp \theta_{AB} \text{ y } \dot{Z}_{BC} = Z_{BC} \perp \theta_{BC}$$



2. Conceptos de Protección de Distancia

Relé de Reactancia: Es un tipo de relé de distancia, opera con la sensibilidad de la reactancia, tiene un elemento de 50/51 que produce un torque de operación y un elemento 67 que produce un torque de restricción. Es decir, el relé de reactancia es un relé de sobrecorriente con retención direccional.



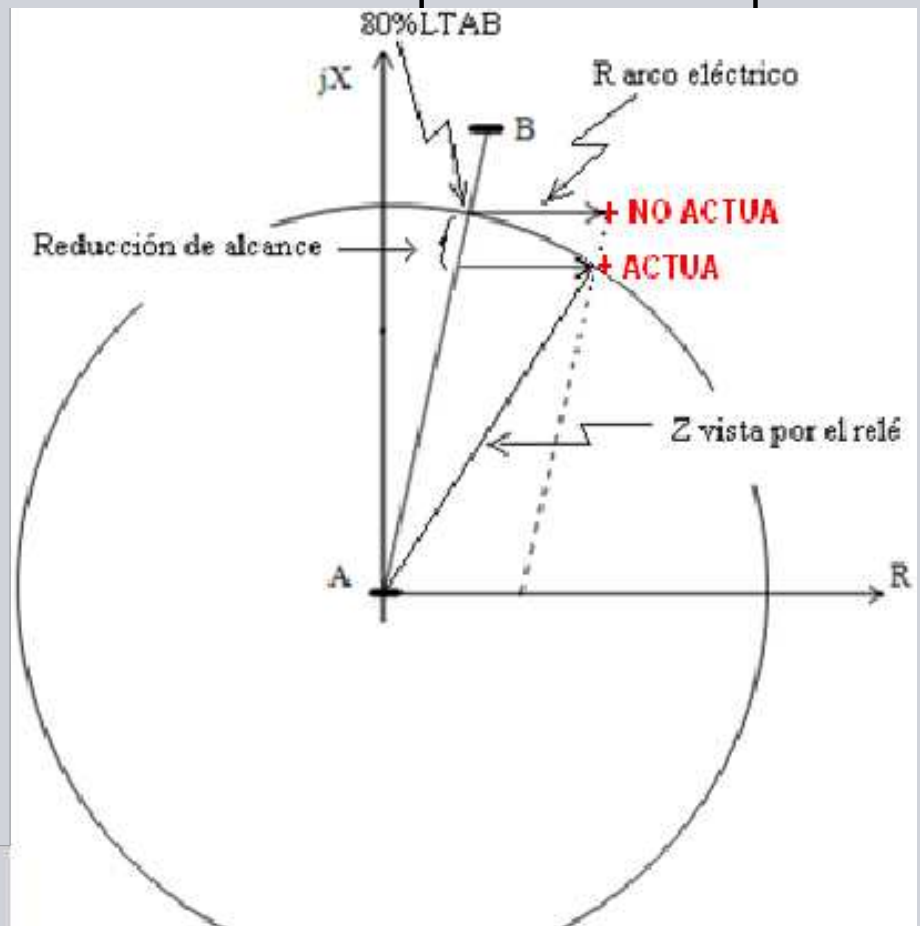
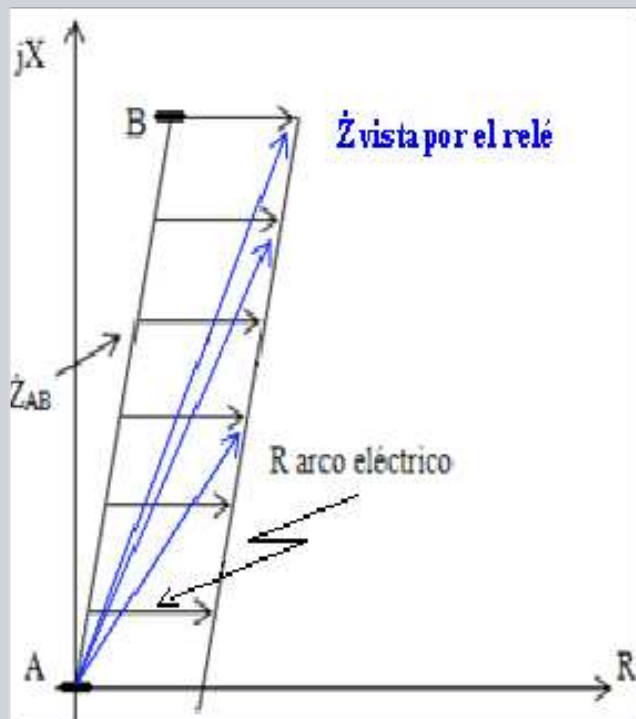
La aplicación de estos relés los combina con relés de Y para limitar su alcance en la zona resistiva logrando tres zonas de protección.

2. Conceptos de Protección de Distancia

Arco eléctrico en relés Z: La Z vista por el relé será la impedancia de línea en el punto hasta el punto de falla más la resistencia de arco eléctrico.

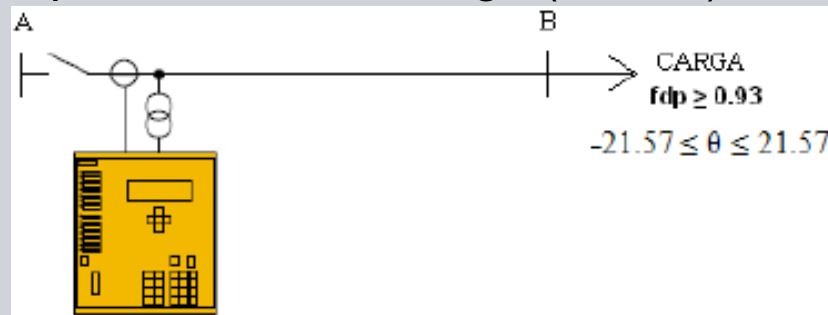
$$\dot{Z}_{\text{VISTO POR RELÉ}} = \dot{Z}_{\text{FALLA}} + R_{\text{ARCO ELÉCTRICO}}$$

Si colocamos la mayor R_{arco} en todo el tramo de la línea la impedancia vista por el relé será:



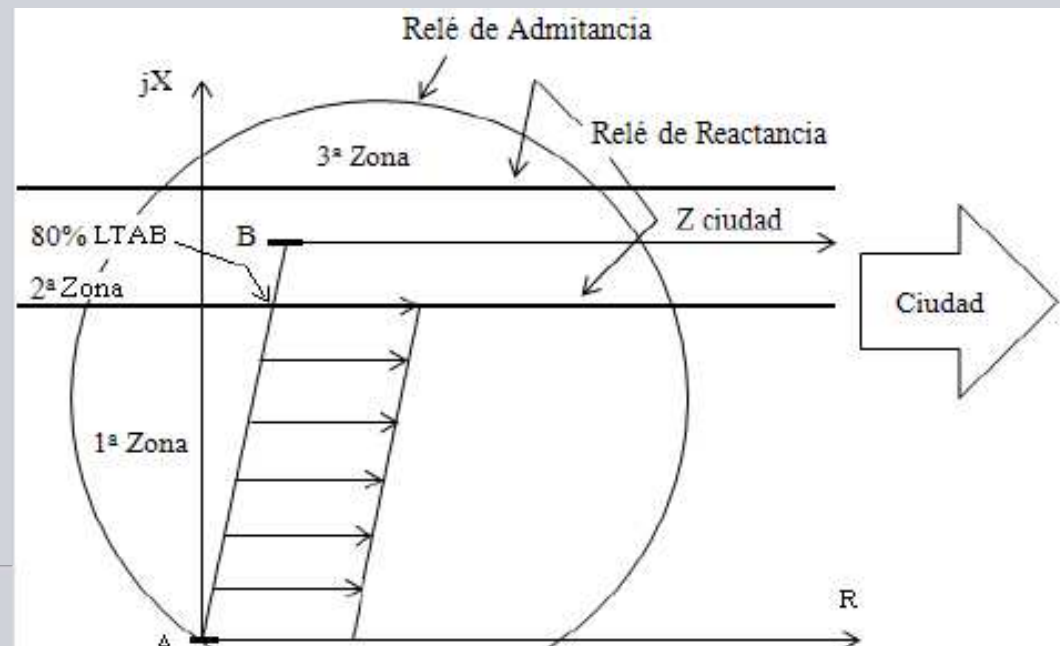
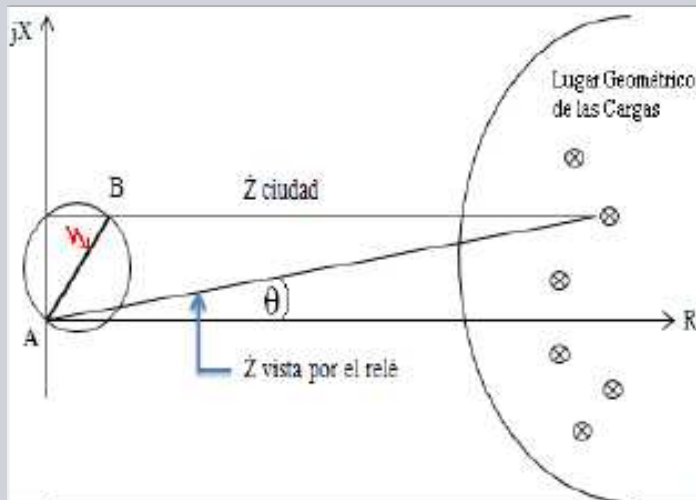
2. Conceptos de Protección de Distancia

Línea de transmisión que atiende una carga (ciudad).



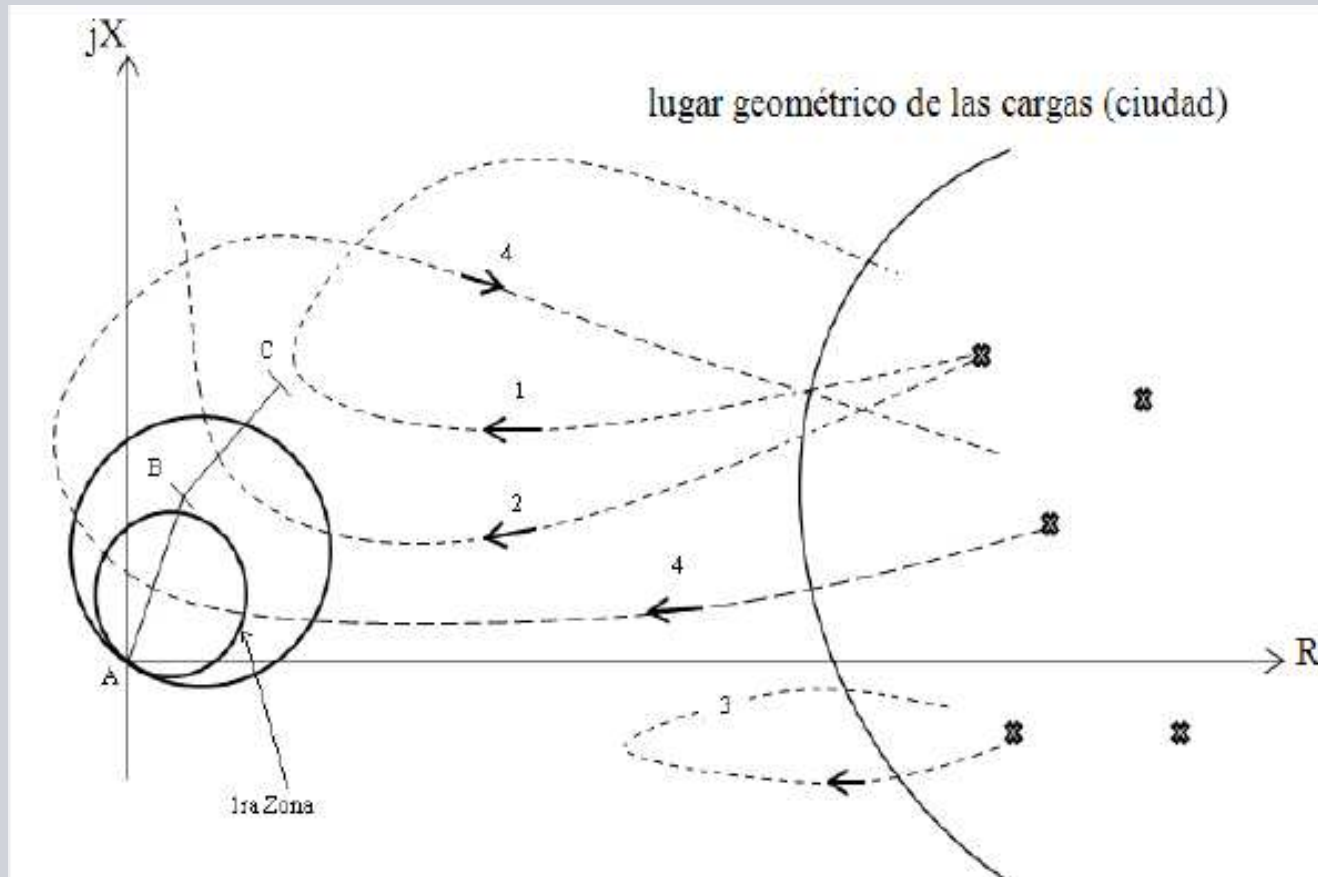
La impedancia vista por el relé en operación normal es:

$\dot{Z}_{\text{vista por el relé}} = \dot{Z}_{AB} + \dot{Z}_{\text{ciudad}}$ con $\dot{Z}_{\text{ciudad}} \gg \dot{Z}_{AB}$



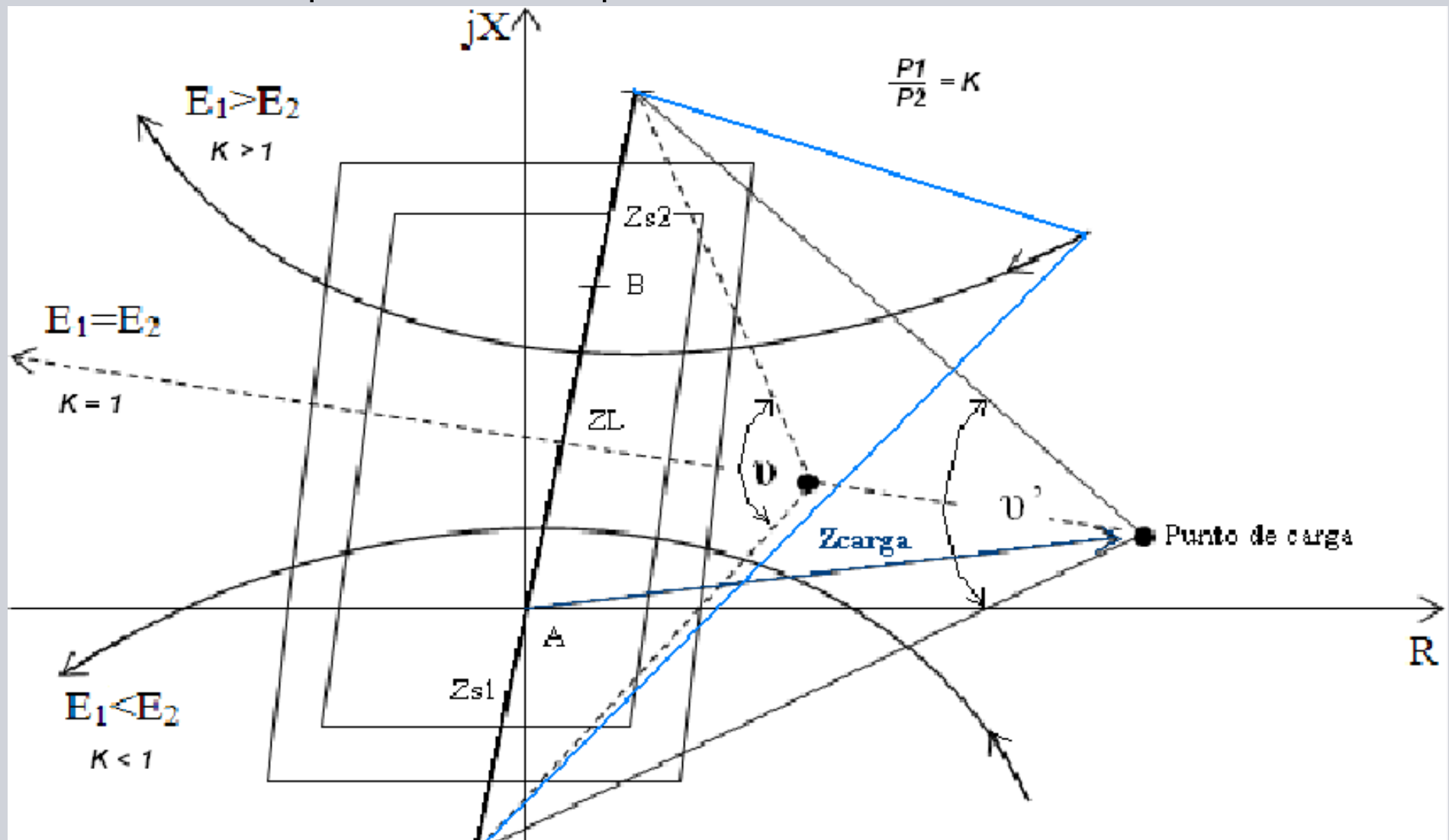
2. Conceptos de Protección de Distancia

Variaciones de impedancias vistas por el relé



2. Conceptos de Protección de Distancia

Variaciones de impedancias vistas por el relé



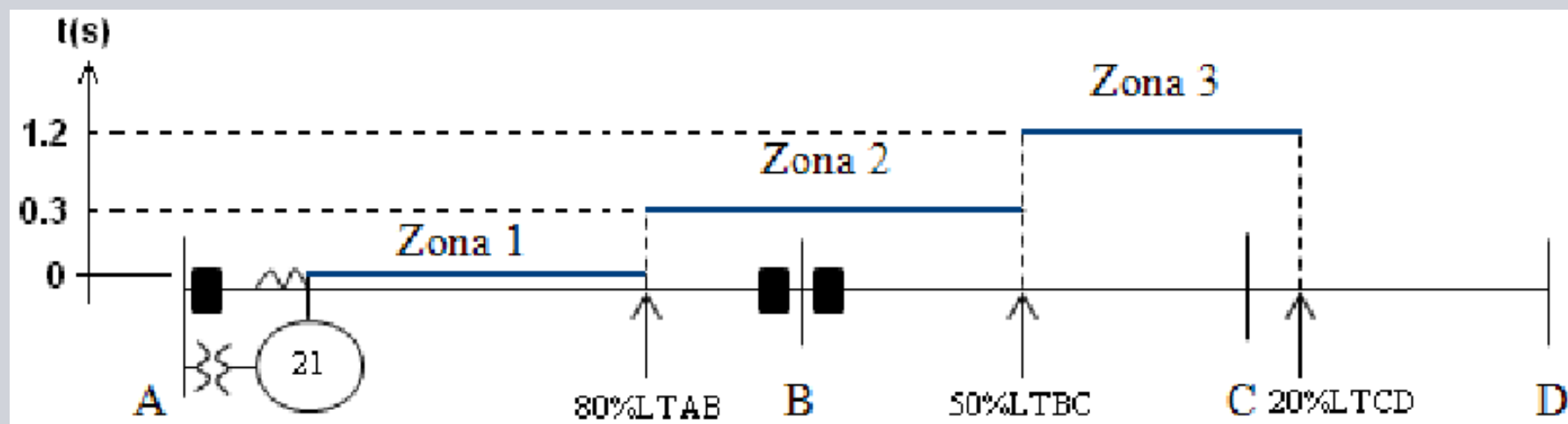
3. Temporización de alcances del relé de impedancia

Consideremos la línea comprendida por las subestaciones A, B, C y D.

Zona 1: 80% de AB hacia adelante; $t_0 = 0$

Zona 2: 100%AB + 50%BC; $t_2 = 300\text{ms}$

Zona 3: 100%AB + 100%BC + 20%CD; $t_3 = 1.2\text{s}$

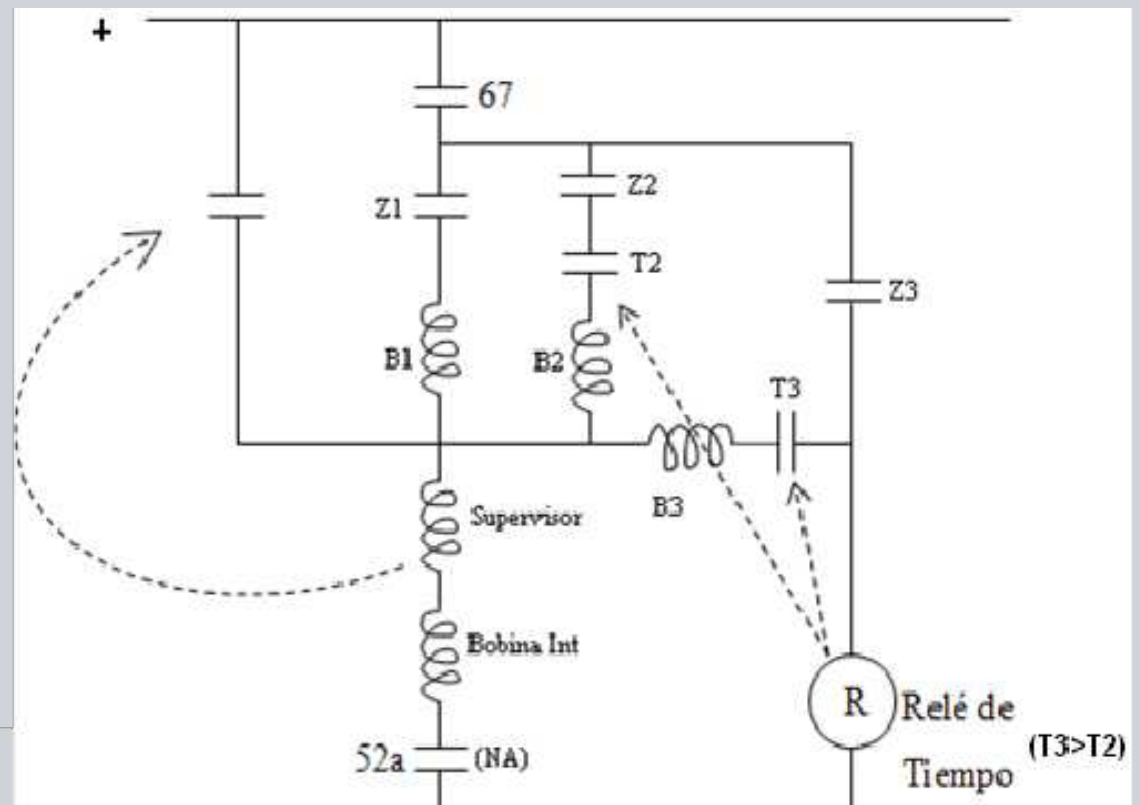
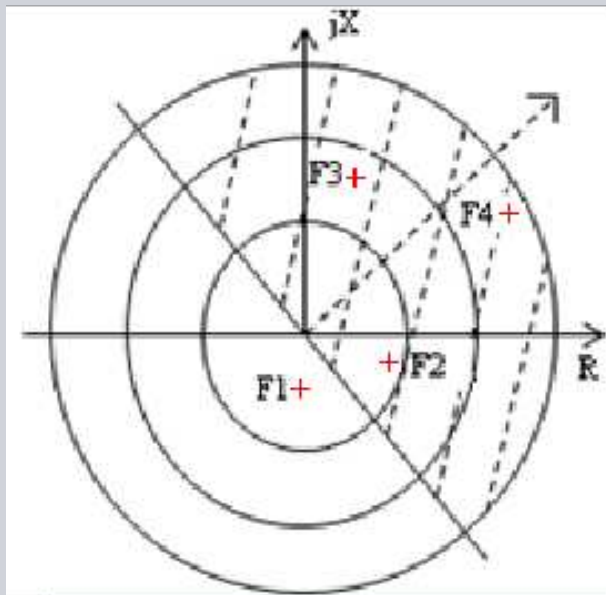


3. Temporización de alcances del relé de Distancia

Z1, Z2 y Z3: Contactos NA de cada zona.

B1, B2 y B3: Bobinas que al ser energizadas muestran su zona.

Bobina supervisora: Protege los demás contactos de elevadas corrientes de operación o de un mal funcionamiento de la bobina de disparo del interruptor.



4. Ajustes del relé de Distancia

Línea aérea de 115kV, 107.3km, 150mm², $R_1 = 0.125 \Omega/\text{km}$, $X_1 = 0.465 \Omega/\text{km}$

Cálculo de los ajustes básicos para un relé de distancia:

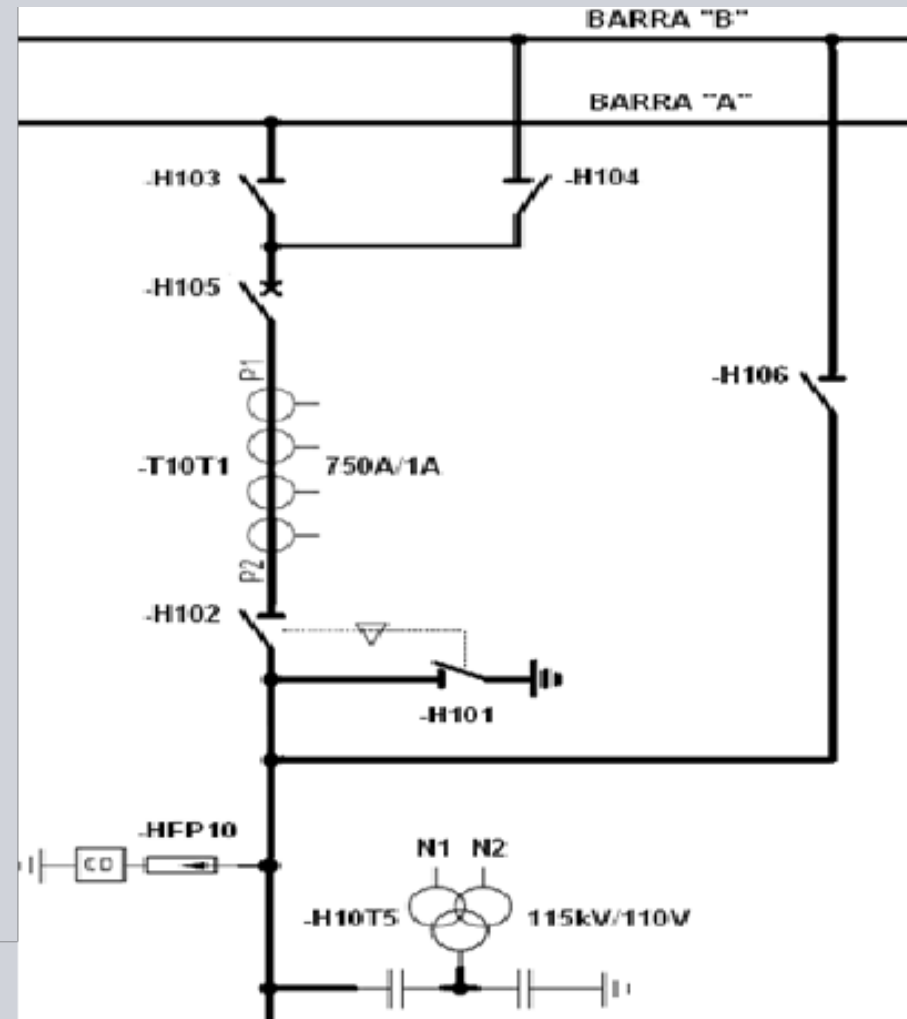
$\tan \varphi = X_L/R_L = X'_1/R'_1 = 0.465/0.125 = 3.72$,
entonces $\varphi = 75^\circ$

Siendo: $Z_{\text{prim}} = V_{\text{prim}} / I_{\text{prim}} \dots\dots\dots(1)$

$Z_{\text{sec}} = V_{\text{sec}} / I_{\text{sec}} \dots\dots\dots(2)$

(1)/(2): $Z_{\text{sec}} = (R_{\text{TC}}/R_{\text{TP}}) * Z_{\text{prim}}$

Reemplazando: $X'_{\text{sec}} = 0.3336 \Omega/\text{km}$



4. Ajustes del relé de Distancia

DIGSI - [PEZ / 115kV / Bamari 1 / Bamari 1 21P/7SA612]

File Edit Insert Device View Options Window Help

Offline

- Settings
- Annunciation
- Measurement
- Oscillographic Records

Select function

- Device Configuration
- Masking I/O (Configuration Matrix)
- CFC
- Power System Data 1
- Setting Group A

Valores Secundarios

Setting Group A

Functions:

No.	Function
0011	Power System Data 2

Power System Data 2 - Settings Group A

Power System | Line Status

Settings:

No.	Settings	Value
1103	Measurement: Full Scale Voltage (100%)	115,0 kV
1104	Measurement: Full Scale Current (100%)	750 A
1105	Line Angle	75 °
1211	Angle of inclination, distance charact.	75 °
1107	P,Q operational measured values sign	not reversed
1110	x' - Line Reactance per length unit	0,3336 Ohm / km
1111	Line Length	107,3 km
1120	Zero seq. comp. factor K0 for zone Z1	0,797
1121	Zero seq. comp. angle for zone Z1	0,00 °

4. Ajustes del relé de Distancia

Adaptación de impedancia a tierra de la línea para ubicar el punto de falla (LF).

4.1 Con relación de resistencia y reactancia efectiva (R_E/R_L , X_E/X_L)

4.2 Con factor complejo de impedancia a tierra K_0

DIGSI - [PEZ / 115kV / Bamari 1 / Bamari 1 21P/7SA612]

File Edit Insert Device View Options Window Help

Offline

- Settings
- Annunciation
- Measurement
- Oscillographic Records

Select function

- Device Configuration
- Masking I/O (Configuration Matrix)
- CFC
- Power System Data 1

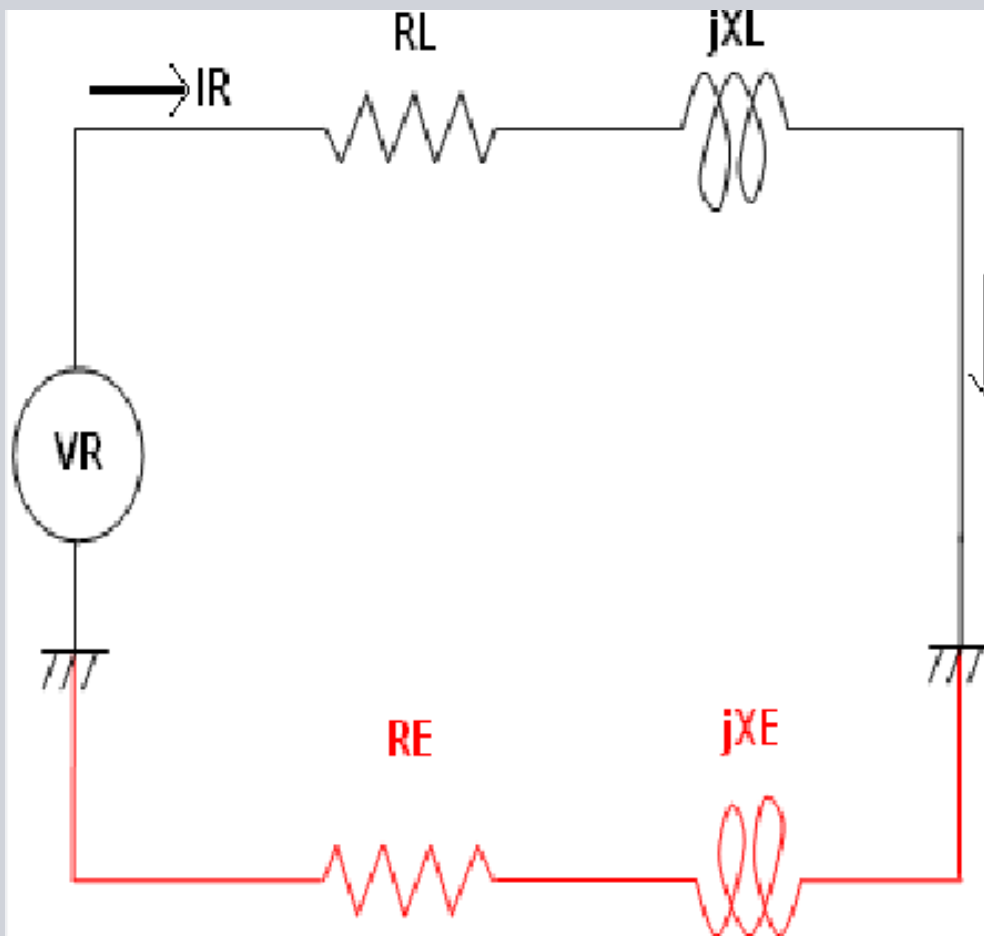
Power System Data 1

Transformers Power System Breaker

Settings:

No.	Settings	Value
0207	System Starpoint is	Solid Grounded
0230	Rated Frequency	60 Hz
0235	Phase Sequence	A B C
0236	Distance measurement unit	km
0237	Setting format for zero seq.comp. format	Zero seq. comp. factor K_0 and angle(K_0)
		Zero seq. comp. factors R_0/R_L and X_0/X_L
		Zero seq. comp. factor K_0 and angle(K_0)

4. Ajustes del relé de Distancia



$$\text{Siendo: } Z_E = K_0 \cdot Z_L$$

$$R_E + jX_E = K_0(R_L + jX_L)$$

$$V_R = I_R(R_L + jX_L) + 3I_0 \cdot (R_E + jX_E)$$

$$V_R = I_R(R_L + jX_L) + 3I_0 \cdot K_0(R_L + jX_L)$$

$$V_R = (R_L + jX_L) \cdot (I_R + K_0 3I_0)$$

$$R_L + jX_L = \frac{V_R}{I_R + K_0 3I_0}$$

4. Ajustes del relé de Distancia

4.1 Escogiendo Adaptación de impedancia a tierra con factores escalares

R_E/R_L y X_E/X_L : Línea 1, 115kV, 150mm²

R_0 : Resistencia homopolar de la línea = 0.53Ω/km

X_0 : Reactancia homopolar de la línea = 1.19Ω/km

R_1 : Resistencia de secuencia positiva de la línea = 0.19Ω/km

X_1 : Reactancia de secuencia positiva de la línea = 0.42Ω/km

Relación de resistencia:	Relación de reactancia:
$\frac{R_E}{R_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{R_0}{R_1} - 1 \right) = 1/3 \cdot (0.53/0.19 - 1) = 0.6$	$\frac{X_E}{X_L} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{X_0}{X_1} - 1 \right) = 1/3 \cdot (1.19/0.42 - 1) = 0.61$

1103	Measurement: Full Scale Voltage (100%)	115,0 kV
1104	Measurement: Full Scale Current (100%)	750 A
1105	Line Angle	75 °
1211	Angle of inclination, distance charact.	75 °
1107	P,Q operational measured values: sign	not reversed
1110	x' - Line Reactance per length unit	0,3336 Ohm / km
1111	Line Length	107,3 km
1116	Zero seq. comp. factor RG/RL for Z1	0,60
1117	Zero seq. comp. factor XG/XL for Z1	0,61

4.2 Adaptación impedancia a tierra con factor complejo K_0

$\bar{Z}_0$: Imp homopolar de línea = $0.53 + j1.19 \Omega/\text{km} = 1.303 e^{j65.993^\circ}$

$\bar{Z}_1$: Imp secuencia positiva = $0.19 + j0.42 \Omega/\text{km} = 0.461 e^{j65.659^\circ}$

Variaciones en el valor de la resistividad del terreno dan lugar a variaciones en el valor de K_N del sistema y, por tanto a errores en el factor de compensación de la protección y, por lo tanto, de medida.

$$\begin{aligned}\bar{K}_0 &= \frac{\bar{Z}_E}{\bar{Z}_1} = \frac{1}{3} * \left(\frac{\bar{Z}_0}{\bar{Z}_1} - 1 \right) \\ \bar{K}_0 &= 1/3 * (1.303 e^{j65.993^\circ} / 0.461 e^{j65.659^\circ} - 1) \\ \bar{K}_0 &= 1/3 * (2.82 * e^{j0^\circ} - 1) = 0.6 e^{j0^\circ} \\ \bar{K}_0 &= 0.6 e^{j0^\circ}\end{aligned}$$

No.	Settings	Value
1103	Measurement: Full Scale Voltage (100%)	115,0 kV
1104	Measurement: Full Scale Current (100%)	750 A
1105	Line Angle	75 °
1211	Angle of inclination, distance charact.	75 °
1107	P,Q operational measured values sign	not reversed
1110	x' - Line Reactance per length unit	0,3336 Ohm / km
1111	Line Length	107,3 km
1120	Zero seq. comp. factor K0 for zone Z1	0,600
1121	Zero seq. comp. angle for zone Z1	0,00 °
1122	Zero seq.comp.factor K0/higher zones >Z1	0,600
1123	Zero seq. comp. angle, higher zones >Z1	0,00 °

4. Ajustes del relé de Distancia

Los tiempos de disparo por zonas según ECP

The screenshot displays the DIGSI software interface for a Siemens relay configuration. The main window title is "DIGSI - [PEZ / 115kV / Bamari 1 / Bamari 1 21P/7SA612]". The left sidebar shows a tree view with "Offline" expanded, containing "Settings", "Annunciation", "Measurement", and "Oscillographic Records". The main area shows a "Select function" list with "Device Configuration", "Masking I/O (Configuration Matrix)", "CFC", "Power System Data 1", and "Setting Group A". A "Setting Group A" dialog box is open, showing a list of functions: "0011 Power System Data 2" and "0012 21 Distance protection, general settings". Below this, the "21 Distance protection, general settings - Settings Group A" window is open, showing tabs for "General", "Ground faults", and "Time Delays". The "Time Delays" tab is active, displaying a table of settings.

No.	Settings	Value
1210	21 Condition for zone timer start	with distance pickup ▼
1305	T1-1phase, delay for single phase faults	0,00 sec
1306	T1multi-ph, delay for multi phase faults	0,00 sec
1315	T2-1phase, delay for single phase faults	0,30 sec
1316	T2multi-ph, delay for multi phase faults	0,30 sec
1325	T3 delay	1,20 sec
1335	T4 delay	2,00 sec
1345	T5 delay	3,00 sec
1355	T1B-1phase, delay for single ph. faults	0,00 sec

4. Ajustes del relé de Distancia

Los valores de direccionalidad de las Z1, Z1B y Z2 son siempre hacia adelante pudiendo ser ajustadas las demás en zona reversa.

Calculemos la R1 y X1 ($t_1 = 0$):

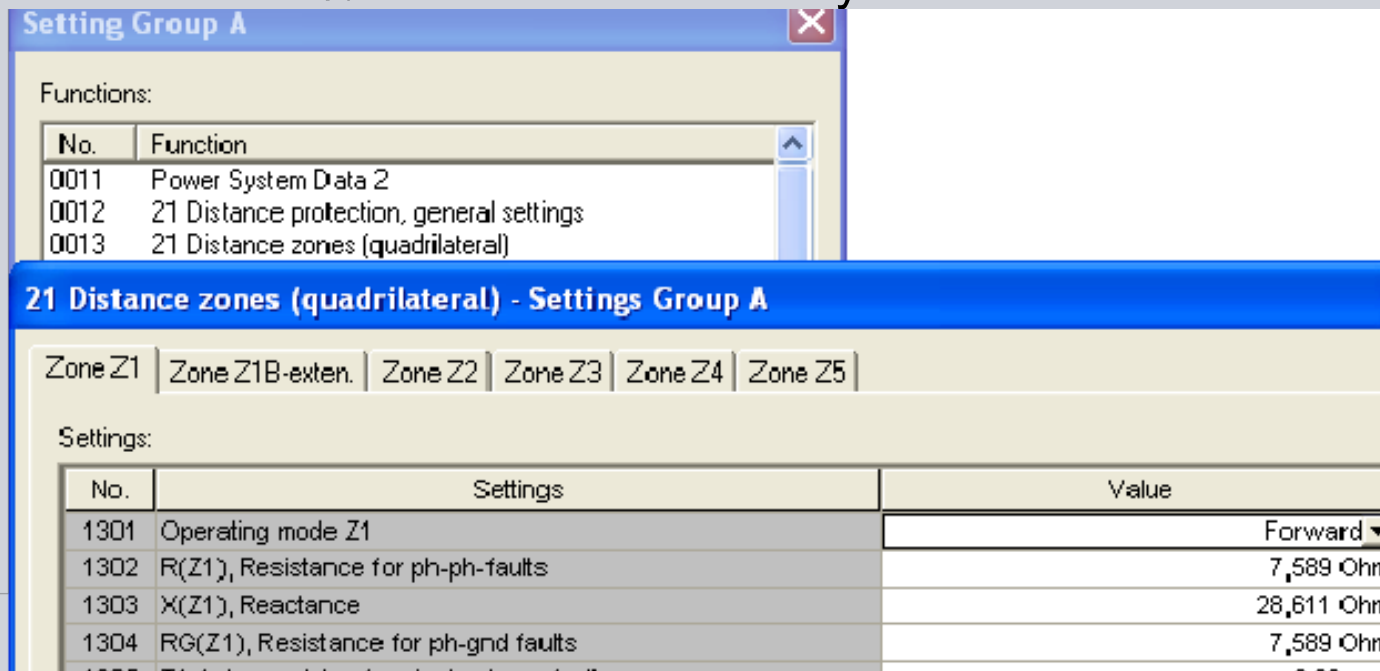
Si: $X'_{sec} = 0.3336 \Omega/km$ ➔ $R'_{sec} = X'_{sec} / \tan 75^\circ = 0.3336 / 3.77 = 0.0885$

Con la longitud de la línea $L = 107.3 km$

$R = R'_{sec} * L = 9.49 \Omega$

$X = X'_{sec} * L = 35.79 \Omega$

Para un alcance del 80%: $R1 = 0.8 * R = 7.6 \Omega$ y $X1 = 0.8 * X = 28.6 \Omega$



4. Ajustes del relé de Distancia

Z1B: Hacia adelante, $t_{1B} = 0\text{ms}$

Z1 Distance zones (quadrilateral) - Settings Group A

Zone Z1 Zone Z1B-exten. Zone Z2 Zone Z3 Zone Z4 Zone Z5

Settings:

No.	Settings	Value
1351	Operating mode Z1B (overreach zone)	Forward ▾
1352	R(Z1B), Resistance for ph-ph-faults	9,486 Ohm
1353	X(Z1B), Reactance	35,764 Ohm
1354	R _G (Z1B), Resistance for ph-gnd faults	9,486 Ohm
1355	T1B-1 phase, delay for single ph. faults	0,00 sec
1356	T1B-multi-ph, delay for multi ph. faults	0,00 sec

Z2: Hacia adelante, $t_2 = 300\text{ms}$

Z1 Distance zones (quadrilateral) - Settings Group A

Zone Z1 Zone Z1B-exten. Zone Z2 Zone Z3 Zone Z4 Zone Z5

Settings:

No.	Settings	Value
1311	Operating mode Z2	Forward ▾
1312	R(Z2), Resistance for ph-ph-faults	9,486 Ohm
1313	X(Z2), Reactance	35,764 Ohm
1314	R _G (Z2), Resistance for ph-gnd faults	9,486 Ohm
1315	T2-1 phase, delay for single phase faults	0,30 sec

4. Ajustes del relé de Distancia

Z3: Hacia adelante, $t_3 = 1.2s$

21 Distance zones (quadrilateral) - Settings Group A

Zone Z1 | Zone Z1B-exten. | Zone Z2 | Zone Z3 | Zone Z4 | Zone Z5

Settings:

No.	Settings	Value
1321	Operating mode Z3	Forward ▾
1322	R(Z3), Resistance for ph-ph-faults	10,909 Ohm
1323	X(Z3), Reactance	41,128 Ohm
1324	RG(Z3), Resistance for ph-gnd faults	10,909 Ohm
1325	T3 delay	1,20 sec

Z4: No direccional, $t_4 = 2s$

21 Distance zones (quadrilateral) - Settings Group A

Zone Z1 | Zone Z1B-exten. | Zone Z2 | Zone Z3 | Zone Z4 | Zone Z5

Settings:

No.	Settings	Value
1331	Operating mode Z4	Non-Directional ▾
1332	R(Z4), Resistance for ph-ph-faults	14,181 Ohm
1333	X(Z4), Reactance	53,466 Ohm
1334	RG(Z4), Resistance for ph-gnd faults	14,181 Ohm
1335	T4 delay	2,00 sec

5. Esquemas deTeleprotección

Los cortocircuitos que aparecen fuera de la primera zona de distancia (Z1) pero dentro del tramo protegido serán eliminados selectivamente por la protección de distancia después de un tiempo de reserva. Se utiliza para lograr una desconexión selectiva y sin retardo para cualquier falla al 100% de la línea. Esto se puede realizar mediante vías de comunicación (xF.O con un canal de transmisión en cada dirección) con relés de transmisión y recepción.

5.1 ESQUEMA PUTT CON ARRANQUE

5.2 ESQUEMA PUTT CON ACELERACIÓN Z1B

5.3 ESQUEMA DISPARO DIRECTO DUTT

5.4 ESQUEMA POTT Z1B

5.5 ESQUEMA DE COMPARACIÓN DIRECCIONAL DE BLOQUEO

5. Esquemas de Teleprotección

5.1 ESQUEMA PUTT CON ARRANQUE

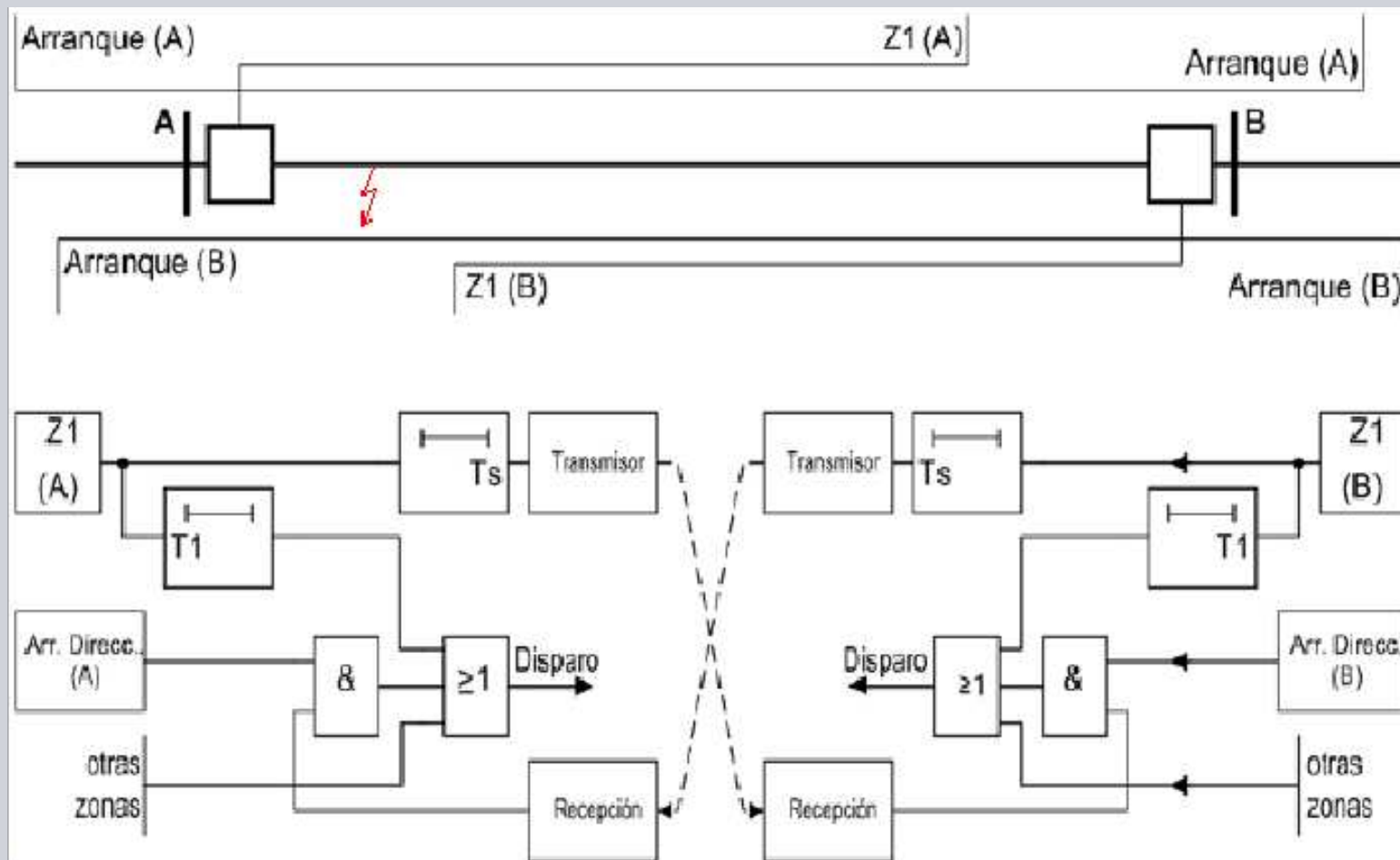
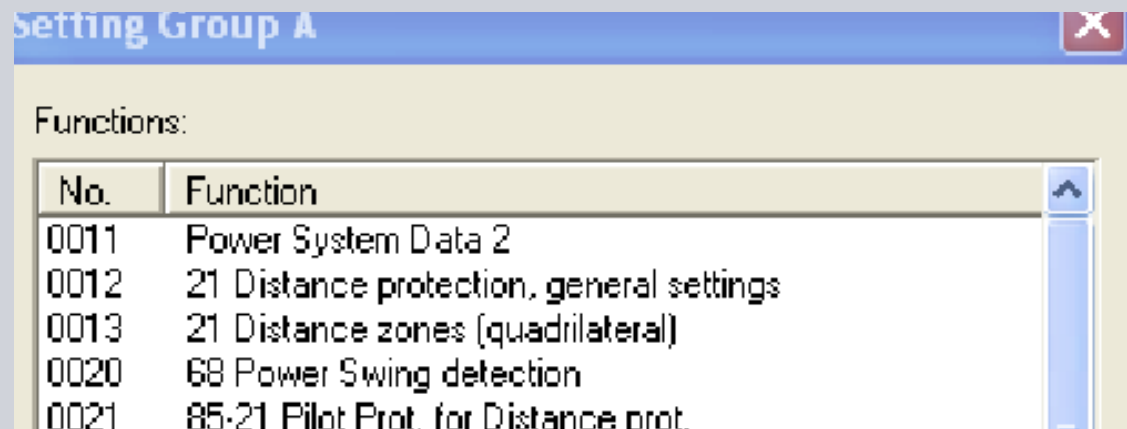


Figura 3.7.6 Esquema de transferencia de disparo permisivo por subalcançe (PUTT) con arranque

5. Esquemas de Teleprotección

5.1 ESQUEMA PUTT CON ARRANQUE



85-21 Pilot Prot. for Distance prot. - Settings Group A

Settings:		
No.	Settings	Value
2101	85-21 Pilot Prot. for Distance prot.	ON ▾
2102	Type of Line	Two Terminals
2103A	Time for send signal prolongation	0,05 sec
2112A	DIS transient block by EF	YES

5. Esquemas de Teleprotección

5.2 ESQUEMA PUTT CON ACELERACIÓN Z1B ($t_1=0s$; forward)

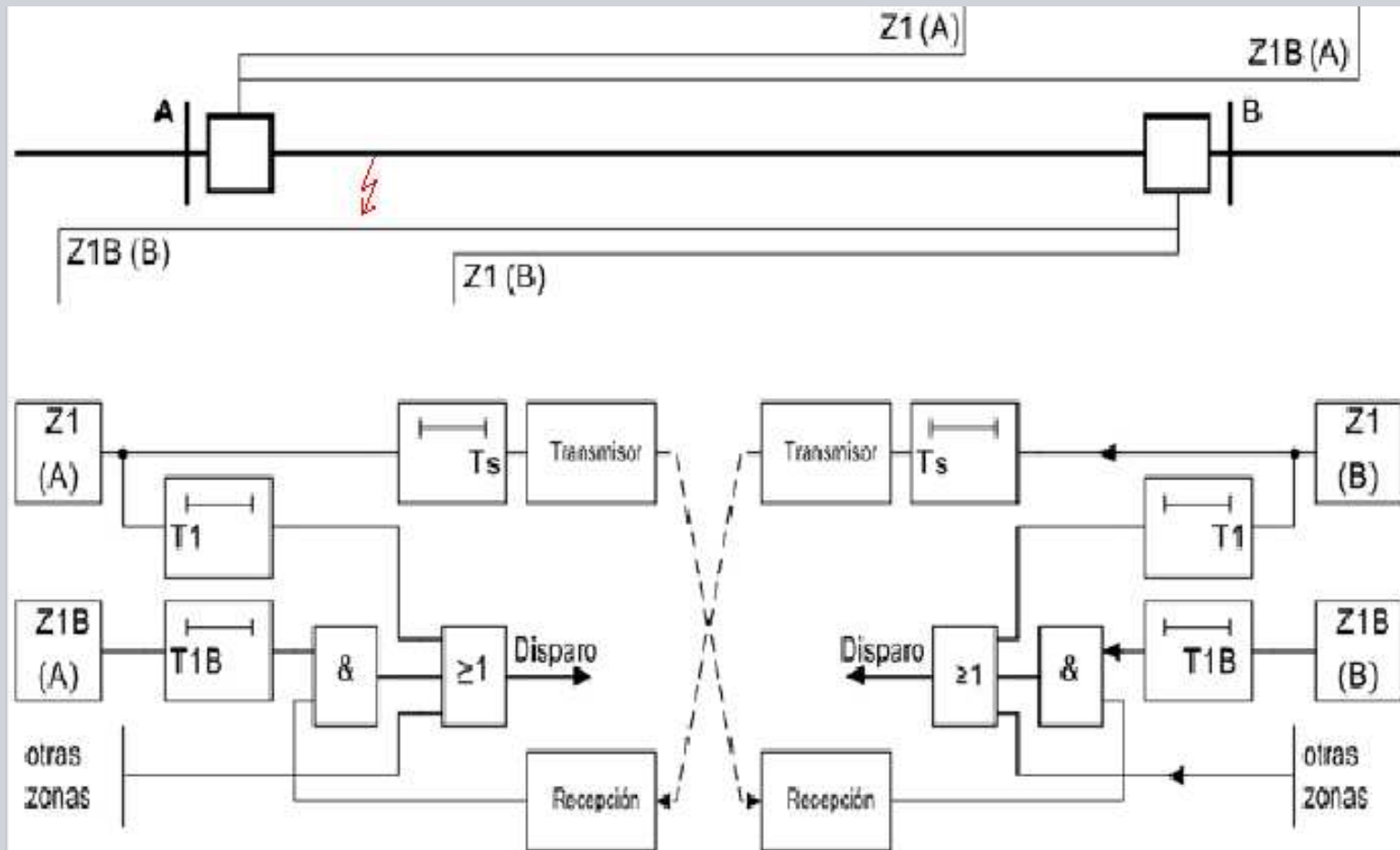


Figura 3.7.7 Esquema PUTT con aceleración Z1B

5. Esquemas de Teleprotección

5.2 ESQUEMA DUTT

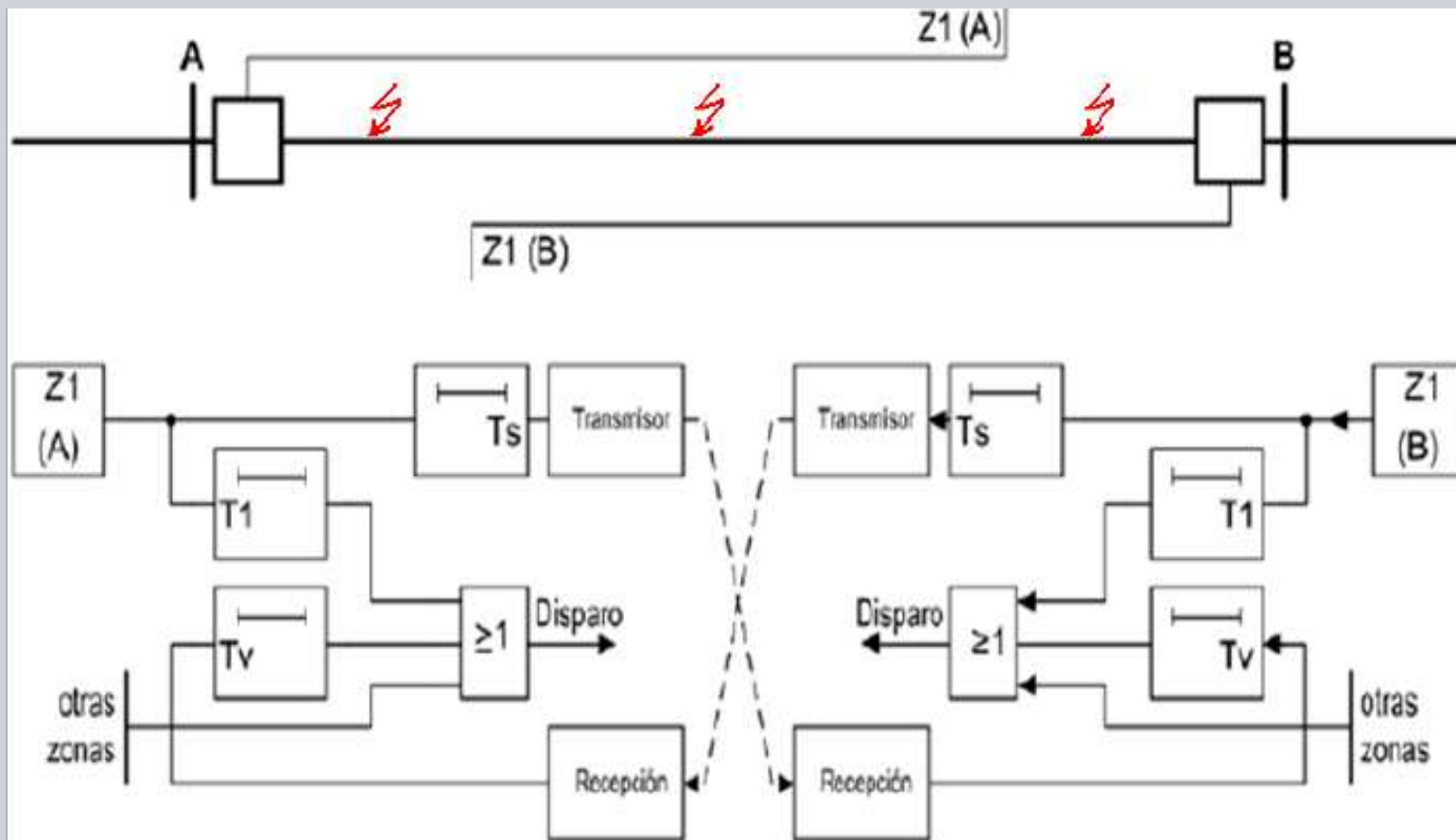
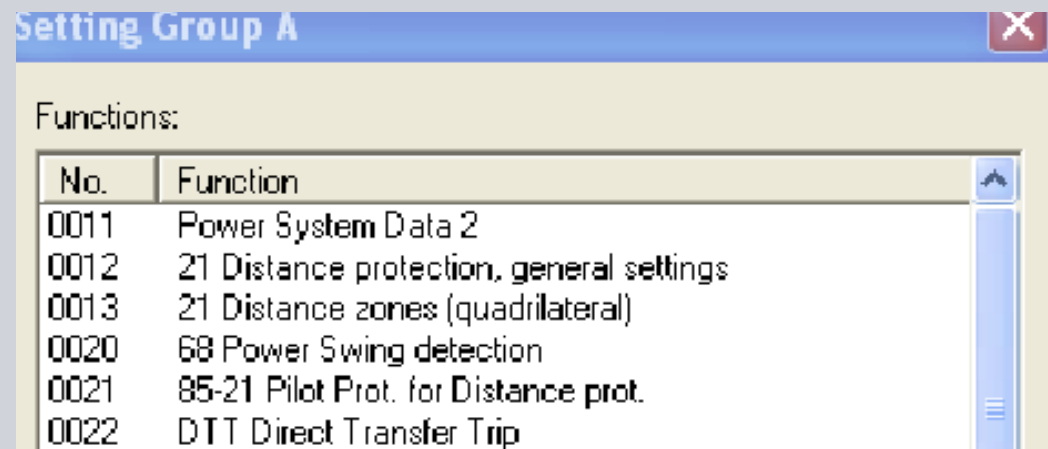


Figura 3.7.8 Esquema funcional disparo directo transferido por subalcance DUTT

5. Esquemas deTeleprotección

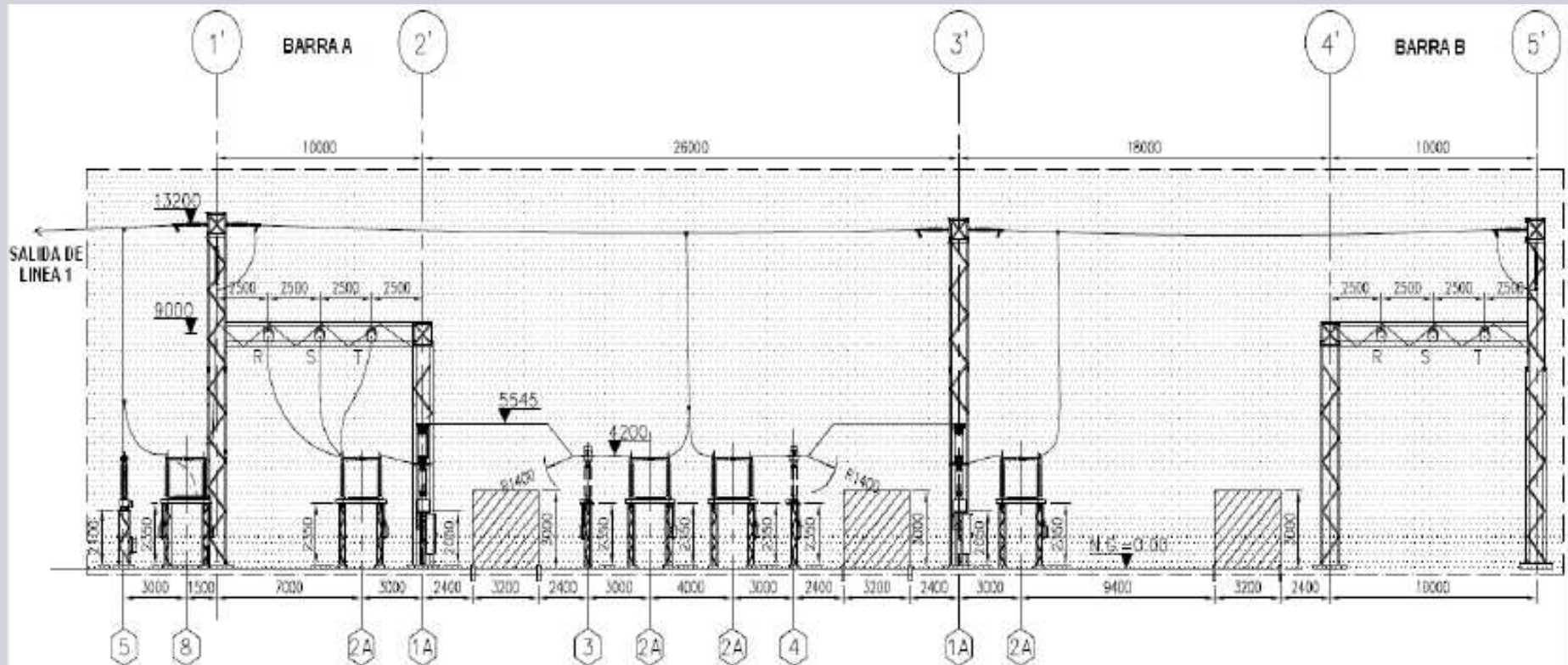
5.2 ESQUEMA DUTT



DTT Direct Transfer Trip - Settings Group A

Settings:		
No.	Settings	Value
2201	Direct Transfer Trip (DTT)	ON ▼
2202	Trip Time Delay	0,01 sec

5. Esquemas de Teleprotección



CONVENCIONES:

- ①A INTERRUPTOR DE POTENCIA UNI-TRIPOLAR
- ②A SECCIONADOR DE BARRA
- ③ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 4 DEVANADOS
- ④ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 6 DEVANADOS
- ⑤ TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
- ⑧ SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA

5. Esquemas de Teleprotección

SIEMENS



5. Esquemas de Teleprotección

SIEMENS



5. Esquemas de Teleprotección

SIEMENS



5. Esquemas de Teleprotección

SIEMENS



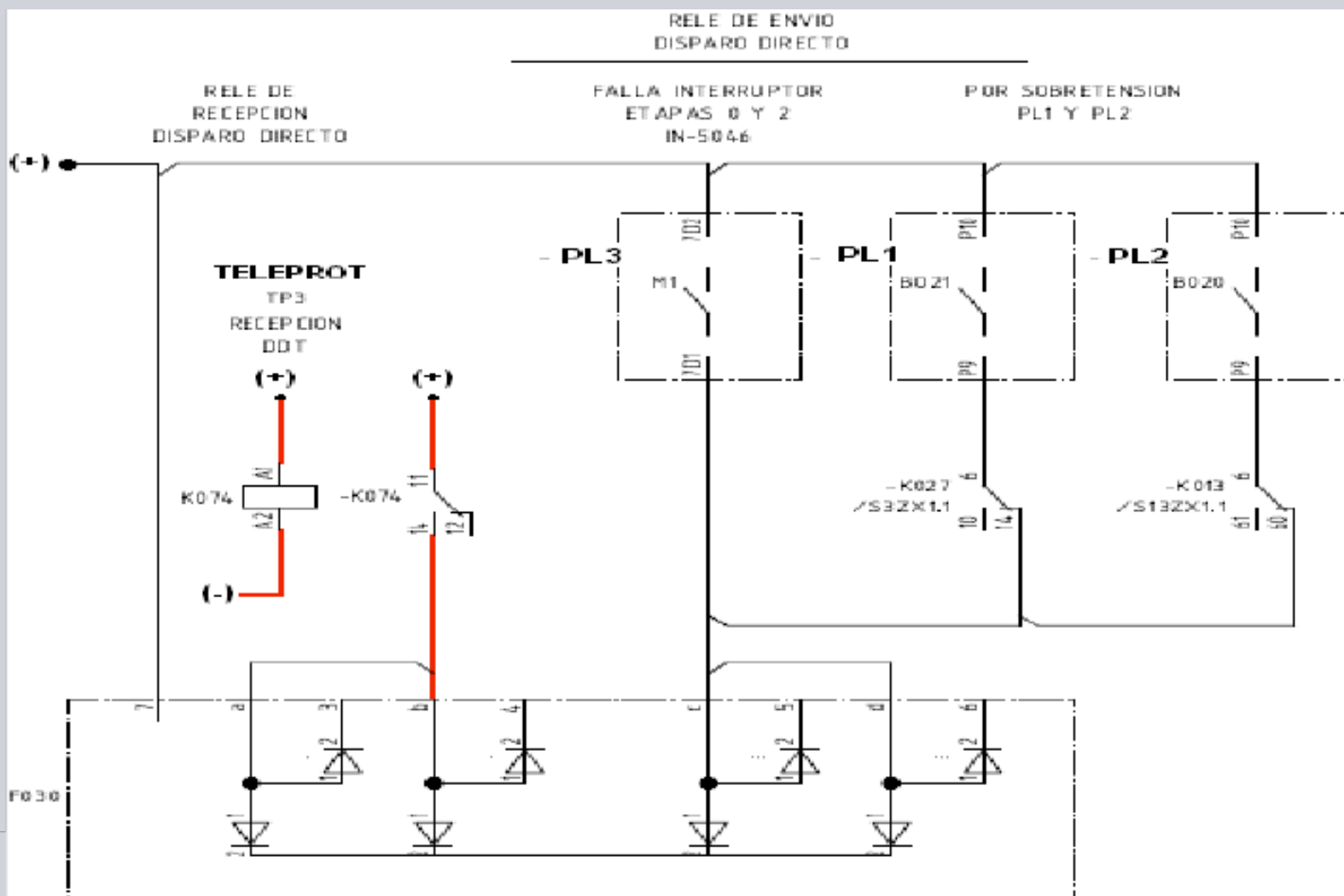
5. Esquemas de Teleprotección

SIEMENS



5. Esquemas de Teleprotección

5.3 ESQUEMA DUTT



5. Esquemas de Teleprotección

5.4 ESQUEMA POTT $Z1B = 120\%AB$ (líneas cortas $t1=250ms$, $t2=600ms$)

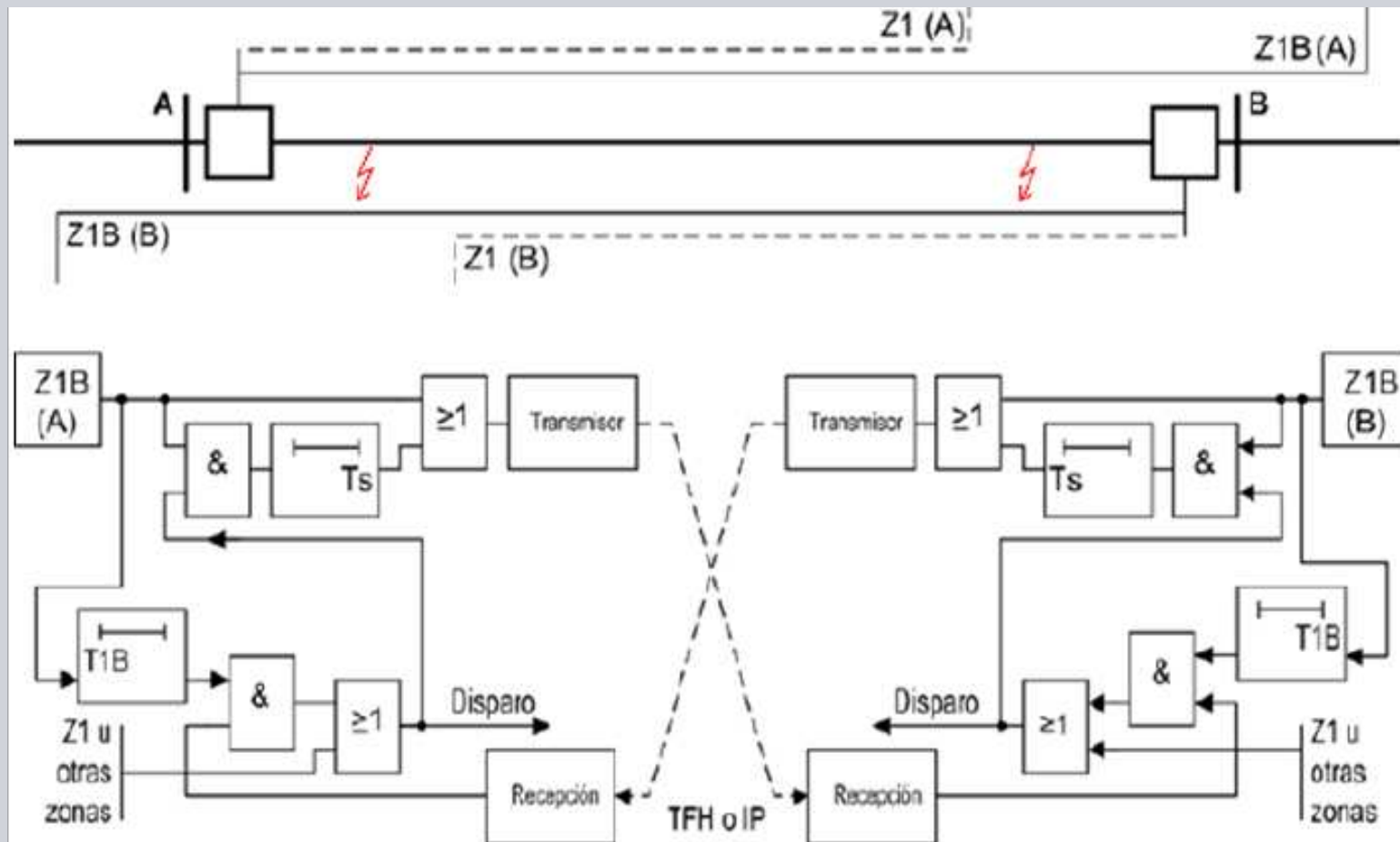


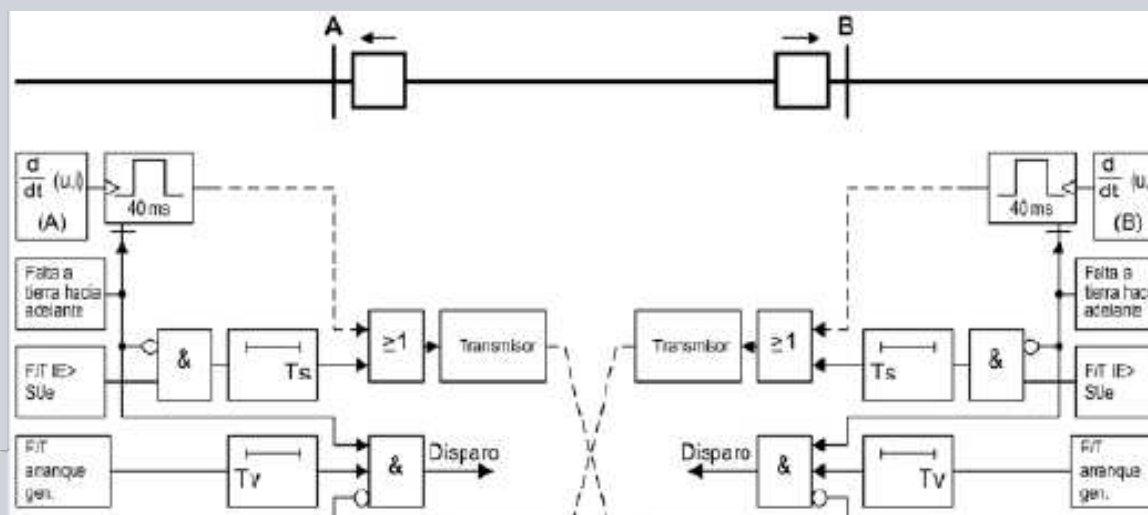
Figura 3.7.9 Esquema de transferencia de disparo permisivo con sobrealcance $Z1B$

5.5 ESQUEMA DE COMPARACIÓN DIRECCIONAL DE BLOQUEO

Usa relés direccionales para determinar la posición de la falla relativo a la línea protegida y comunicar la información al terminal remoto.

“Transmiten señal de bloqueo cuando se detecta una falla en dirección hacia atrás”

Se detiene y permite el disparo sin esperar confirmación del extremo en cuanto la protección de falla a tierra detecta una falla hacia adelante. Se usa especialmente en líneas de gran longitud cuando la señal debe ser transmitida a través de la línea a proteger mediante onda portadora de alta frecuencia y la atenuación de la señal en el lugar de la falta resulta tan alta que no se puede garantizar la recepción en el otro extremo de la línea.



6. COMPARACIONES DE ESQUEMAS

DUTT:

Ventajas

Seguro con canales de comunicación buenos.

Desventajas

No protege toda la línea si uno de los terminales se encuentra abierto.

Requiere comunicación dual o un “buen” canal para una buena seguridad.

Requiere relés de distancia para fallas a tierra para un alcance preciso.

PUTT:

Ventajas

Mas seguro que el esquema DUTT.

Desventajas

No protege toda la línea si un terminal se encuentra abierto.

Requiere relés de distancia para fallas a tierra para un alcance preciso.

POTT:

Ventajas

Puede usar relés de distancia o de sobrecorriente, particularmente para fallas a tierra.

Seguro.

Desventajas

Requieren esquemas especiales para situaciones de weak infeed y 52b en un extremo de la línea protegida.

6. COMPARACIÓN DE ESQUEMAS

CDB:

Ventajas

- Muy dependiente de la comunicacion

- Puede usarse relés de distancia o sobrecorriente

- Puede usar onda portadora del tipo on-off

- Problemas weak infeed y 52b son manejables

Desventajas

- Menos seguro, tiende operar con fallas en zonas de sobrealcance

7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

Configuración: Primeramente el alcance de la zona Z1B debe ser menor al tramo protegido.

La reactancia total de la línea en valores secundarios es:

$$X_{\text{línea}} = 0.3336 \, \Omega / \text{km} \times 107.3 \, \text{km} = 35.79 \, \Omega$$

Como $X(Z1B) < 35.79$, escogemos $X(Z1B) = 35.76 \, \Omega$

Elegimos el esquema en el digsi:

Functional Scope		
Available functions:		
No.	Function	Scope
0103	Setting Group Change Option	Enabled
0114	21 Distance protection pickup program	Z< (quadrilateral)
0120	68 Power Swing detection	Enabled
0121	85-21 Pilot Protection for Distance prot	PUTT (Z1B)
0122	DTT Direct Transfer Trip	PUTT (Z1B)
0124	50HS Instantaneous SOTF	PUTT (acceleration with Pickup)
0125	Weak Infeed (Trip and/or Echo)	POTT
0126	50(N)/51(N) Backup OverCurrent	Directional Comparison Pickup
0131	50N/51N Ground OverCurrent	Unblocking
0132	85-67N Pilot Protection Gnd. OverCurrent	Blocking
0133	79 Auto-Reclose Function	Reverse Interlocking
0134	Auto-Reclose control mode	Pilot wire comparison
		Disabled

7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

Mapeo de entradas y salidas binarias en el relé

Se asignan entradas binarias correspondientes a la función 85 para:

- . Equipo de teleprotección en falla por BI21.
- . Recepción de señal de teleprotección por distancia (85-21) por BI12.

Se asignan salidas binarias correspondientes a la función de teleprotección para:

- . Envío de señal de teleprotección hacia el extremo opuesto de la línea por BO4.
- . Envío de señal de teleprotección para el arranque del registrador de fallas BO10.

DIGSI - [Settings - Masking I/O (Configuration Matrix) - PEZ / 115kV / Bamari 1 / Bamari 1 21P/7SA612]

File Edit Insert Device View Options Window Help

7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

Prueba envío 85-21 por PUTT: Escogeremos un punto de prueba en la zona Z1 (17.47 $\angle$ 70°) para una falla 1 Φ de la fase A en la línea 1 de 115kV, 107.3km
La temporización para todas las fallas en la zona Z1 es instantánea T1 = 0 seg

Shot Test | Check Test | Search Test | Settings | Trigger

Test Point

|Z|: 17.47 Ω R: 5.976 Ω
Phi: 70.00 ° X: 16.42 Ω
☐ Follow line angle change
%: 48.61 % of: Line length
☐ |Z| relative

Fault Type

☒ L1-E
☐ L2-E
☐ L3-E
☐ L1-L2
☐ L2-L3
☐ L3-L1
☐ L1-L2-L3

Add
Remove
Add To...
Remove All...

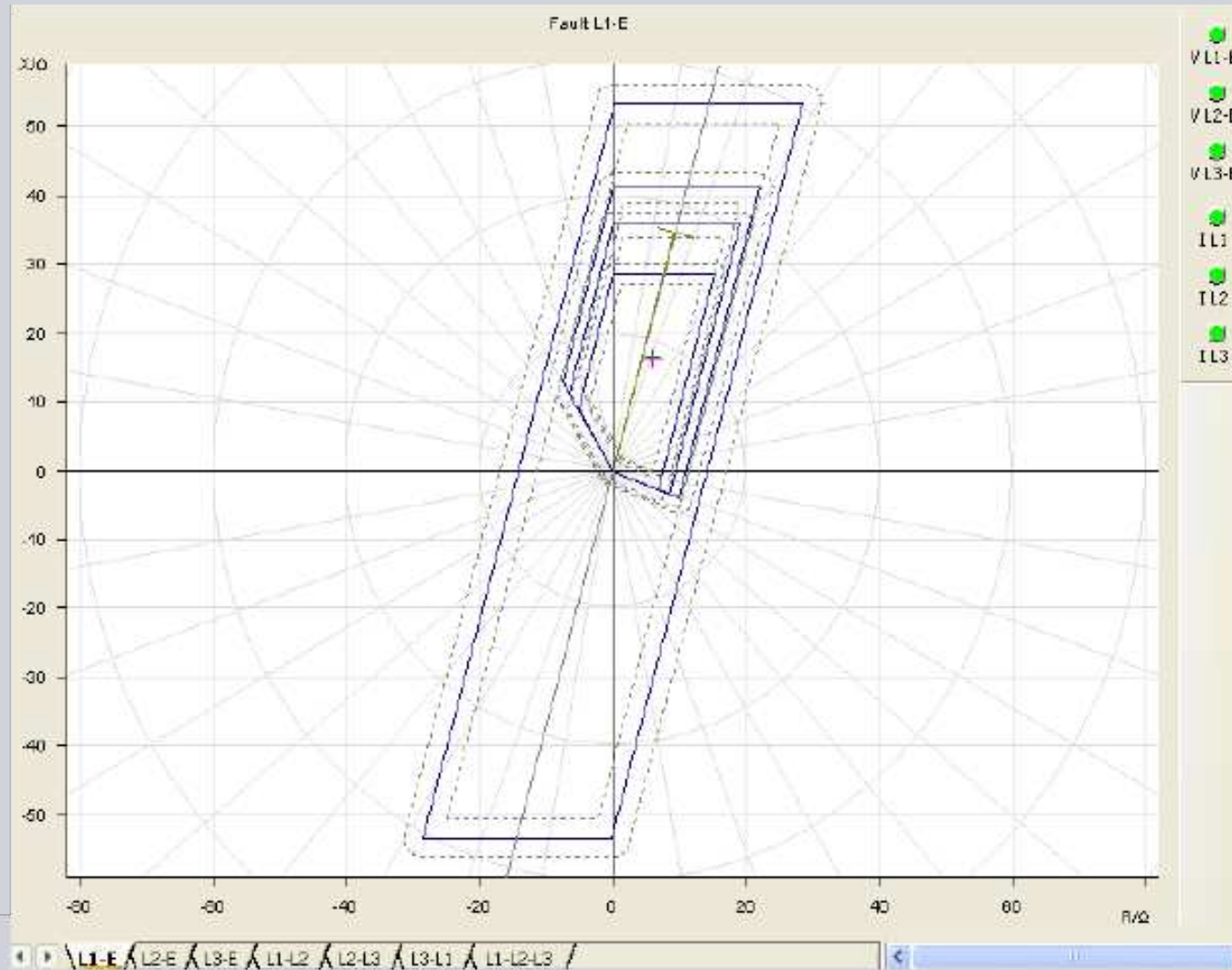
Result

t act.: n/a Assessment: Not tested

	State	Z	Phi	R	X	%	% of	t nom	t act.	Dev.	t min	t max	VTest
1	+	17.47 Ω	70.00 °	5.976 Ω	16.42 Ω	n/a		0.000 s	15.10 ms	15.10 ms	-100.0 ms	100.0 ms	10.00 V

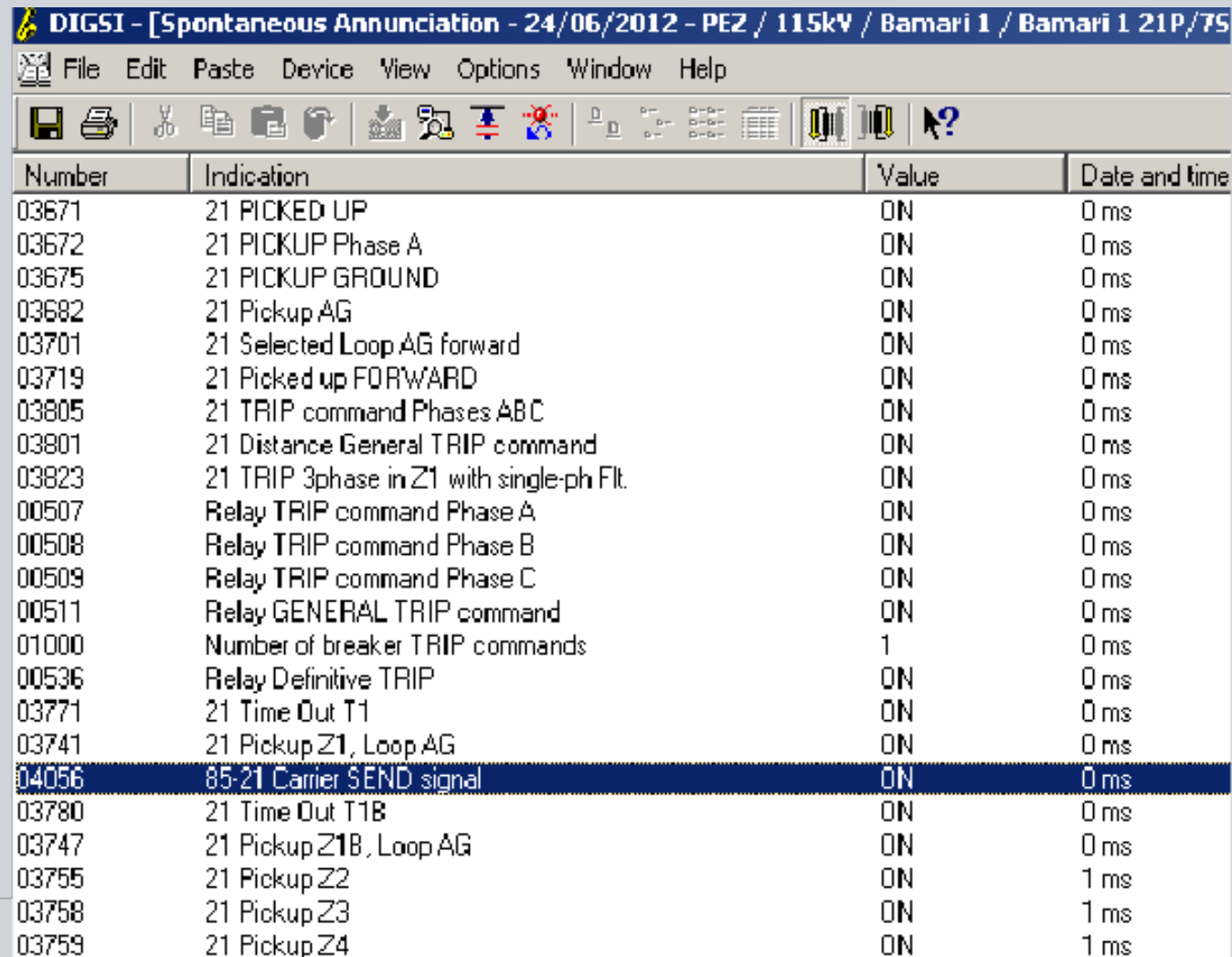
7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

Punto de prueba escogido



7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

La visualización del envío de la señal de teleprotección al extremo opuesto se muestra en los espontáneos del relé:



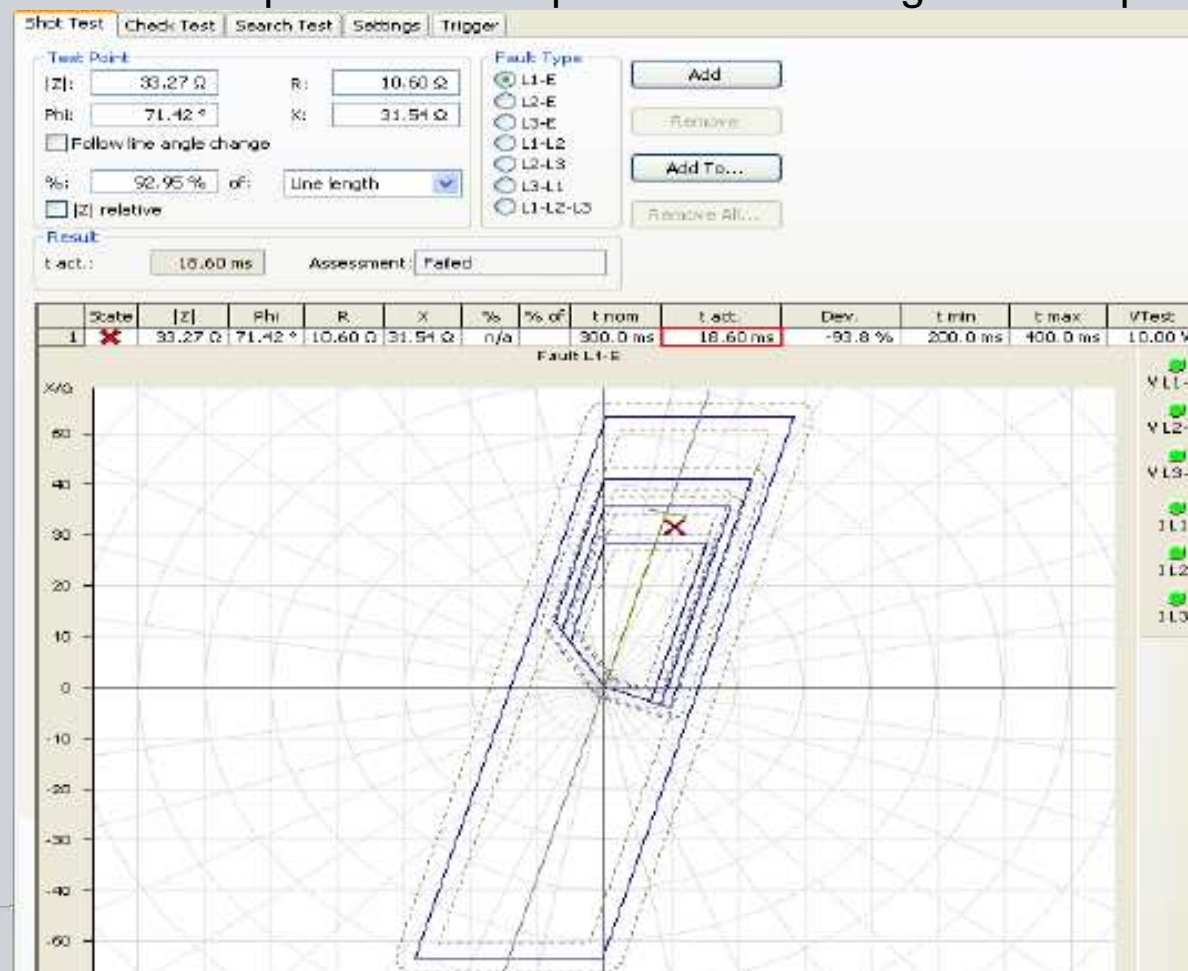
Number	Indication	Value	Date and time
03671	21 PICKED UP	ON	0 ms
03672	21 PICKUP Phase A	ON	0 ms
03675	21 PICKUP GROUND	ON	0 ms
03682	21 Pickup AG	ON	0 ms
03701	21 Selected Loop AG forward	ON	0 ms
03719	21 Picked up FORWARD	ON	0 ms
03805	21 TRIP command Phases ABC	ON	0 ms
03801	21 Distance General TRIP command	ON	0 ms
03823	21 TRIP 3phase in Z1 with single-ph Flt.	ON	0 ms
00507	Relay TRIP command Phase A	ON	0 ms
00508	Relay TRIP command Phase B	ON	0 ms
00509	Relay TRIP command Phase C	ON	0 ms
00511	Relay GENERAL TRIP command	ON	0 ms
01000	Number of breaker TRIP commands	1	0 ms
00536	Relay Definitive TRIP	ON	0 ms
03771	21 Time Out T1	ON	0 ms
03741	21 Pickup Z1, Loop AG	ON	0 ms
04056	85-21 Carrier SEND signal	ON	0 ms
03780	21 Time Out T1B	ON	0 ms
03747	21 Pickup Z1B, Loop AG	ON	0 ms
03755	21 Pickup Z2	ON	1 ms
03758	21 Pickup Z3	ON	1 ms
03759	21 Pickup Z4	ON	1 ms

7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

Prueba PUTT con aceleración Z1B: Escogeremos un punto de prueba en la zona Z2 ($33.27 \angle 71.42^\circ$) para una falla 1 Φ de la fase A en la línea 1.

La temporización para todas las fallas en la zona Z2 es $T2 = 300$ mseg.

Condicionaremos al relé la condición de recepción de la teleprotección por la entrada binaria BI12 para ver la respuesta del relé según el tiempo ajustado.



El tiempo de actuación ha sido acelerado de 300ms a instantáneo por la activación de esta BI12 (actuación = 18.6ms) la cual corresponde a la zona Z1B.

7. CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS PUTT acel Z1B

La visualización de la recepción de la señal de teleprotección del extremo opuesto así como el tiempo de actuación del disparo en la zona Z1B acelerada se muestra en los espontáneos del relé:

DIGSI - [Spontaneous Annunciation - 24/06/2012 - PEZ / 115kV / Bamari 1 / Bamari 1 21P/75A612 V04.0			
File Edit Paste Device View Options Window Help			
Number	Indication	Value	Date and time
04054	85-21 Carrier signal received	ON	24.06.2012 13:18:32.709
00590	Line closure detected	ON	24.06.2012 13:18:41.982
00131	Load angle Phi(PQ) blocked	OFF	24.06.2012 13:18:41.983
	Reset LED	OFF	24.06.2012 13:18:41.988
00301	Power System fault	3 - ON	24.06.2012 13:18:41.988
00302	Fault Event	3 - ON	24.06.2012 13:18:41.988
00501	Relay PICKUP	ON	0 ms
00503	Relay PICKUP Phase A	ON	0 ms
00506	Relay PICKUP GROUND	ON	0 ms
03671	21 PICKED UP	ON	0 ms
03672	21 PICKUP Phase A	ON	0 ms
03675	21 PICKUP GROUND	ON	0 ms
03682	21 Pickup AG	ON	0 ms
03701	21 Selected Loop AG forward	ON	0 ms
03719	21 Picked up FORWARD	ON	0 ms
03771	21 Time Out T1	ON	0 ms
03850	21 TRIP Z1B with Pilot Protection scheme	ON	1 ms
03805	21 TRIP command Phases ABC	ON	1 ms
03801	21 Distance General TRIP command	ON	1 ms
03825	21 TRIP 3phase in Z1B with single ph Flt	ON	1 ms
00507	Relay TRIP command Phase A	ON	1 ms
00508	Relay TRIP command Phase B	ON	1 ms
00509	Relay TRIP command Phase C	ON	1 ms
00511	Relay GENERAL TRIP command	ON	1 ms
01000	Number of breaker TRIP commands	3	1 ms
00536	Relay Definitive TRIP	ON	1 ms
03780	21 Time Out T1B	ON	1 ms
03747	21 Pickup Z1B, Loop AG	ON	1 ms
03755	21 Pickup Z2	ON	1 ms