INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
(UNA)

Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia

Capítulo II

Generalidades ï Protección de SEP

Ing. Edward Alvarez Vengoa

INDICE.

1 Introducción.

2 Transformadores de Corriente.

3 Transformadores de Tensión.

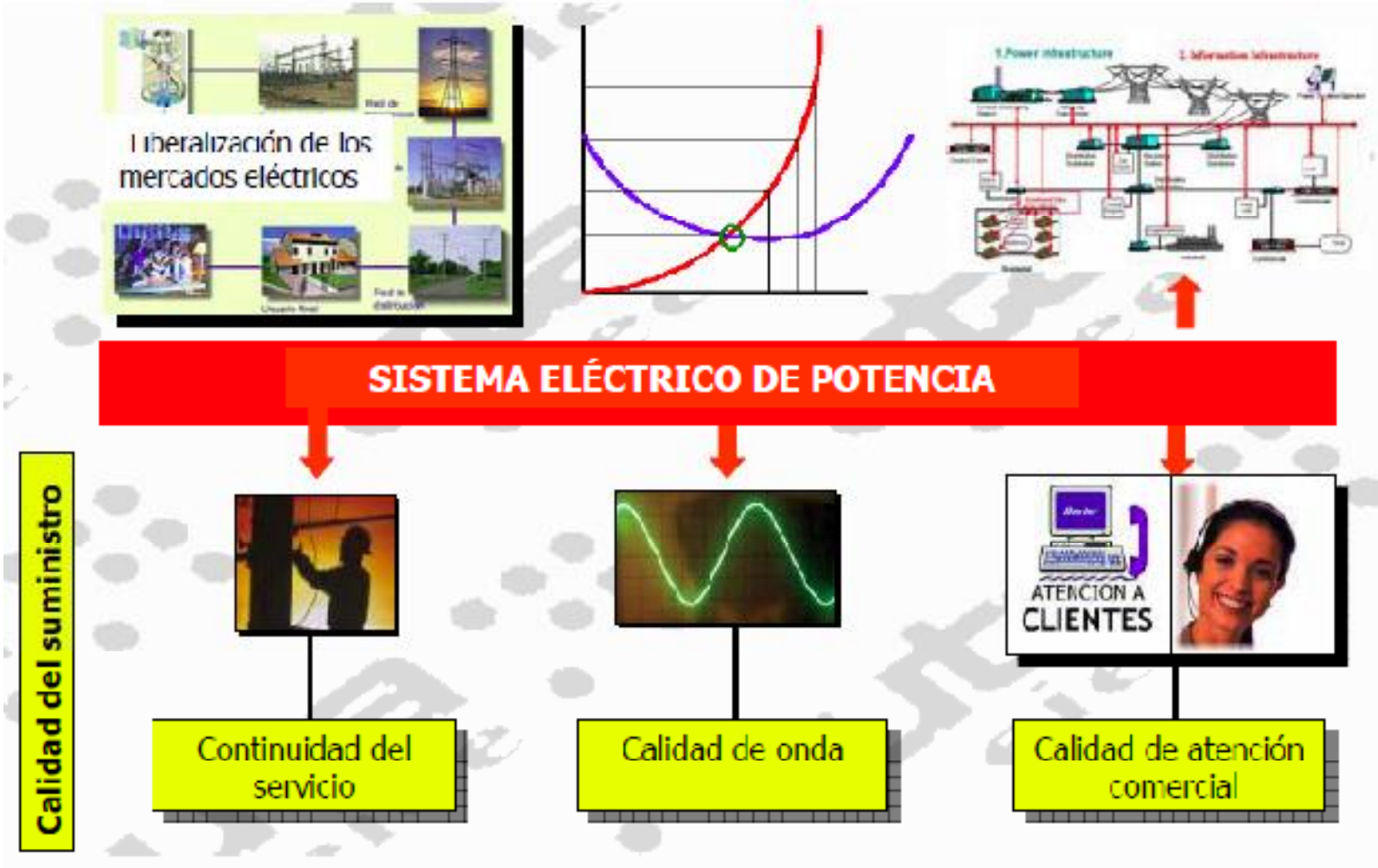
4 Interruptores de Potencia

5 Relés de Protección

Introducción

Introducción

Necesidad de um Sistema de Protección:



Introducción

Necesidad de um Sistema de Protección:

Sistema eléctrico diseñado para operar en condiciones normales

pero.....

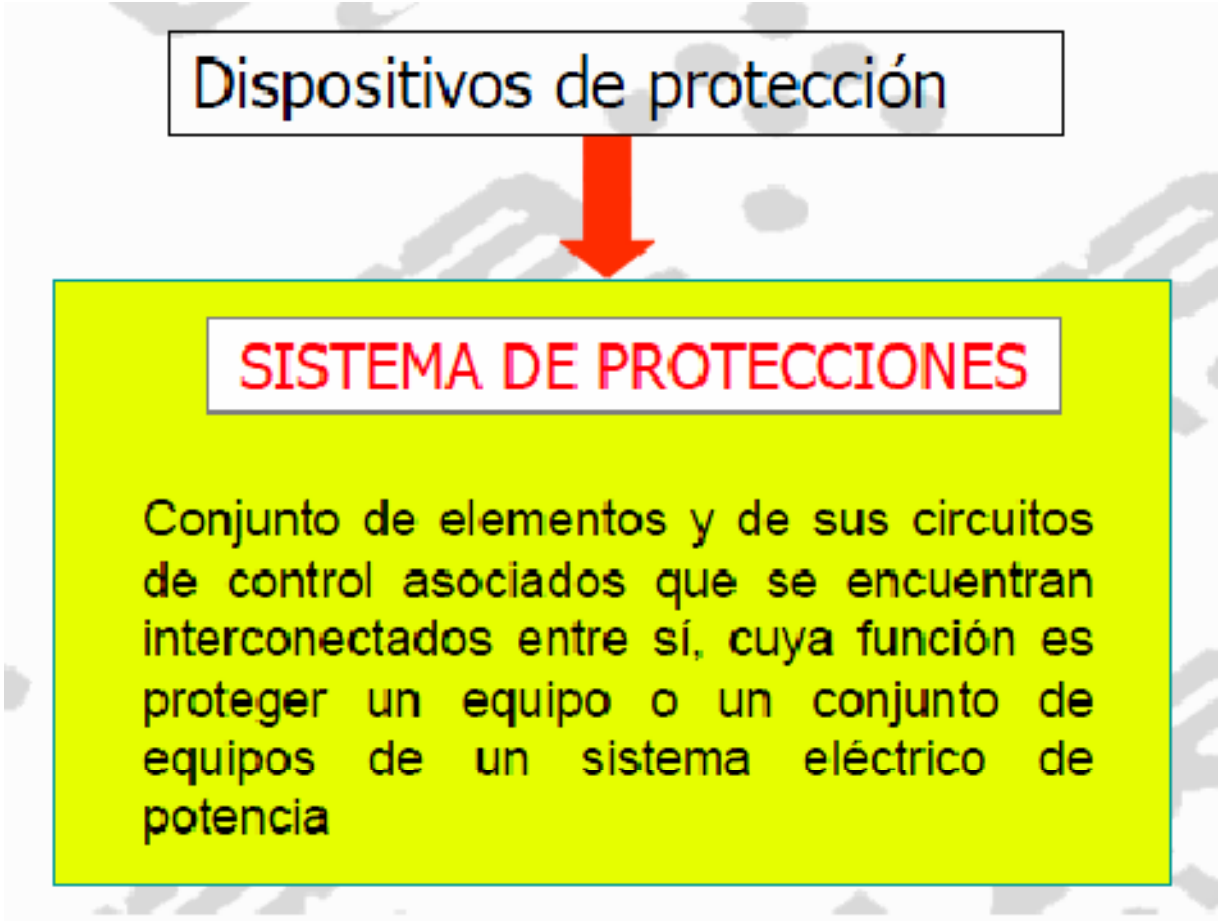
- Envejecimiento aislamiento
- Daño accidental
- Sobretemperatura

F A L L A

- Daños en equipos
- Pérdida de estabilidad
- Mala calidad del servicio

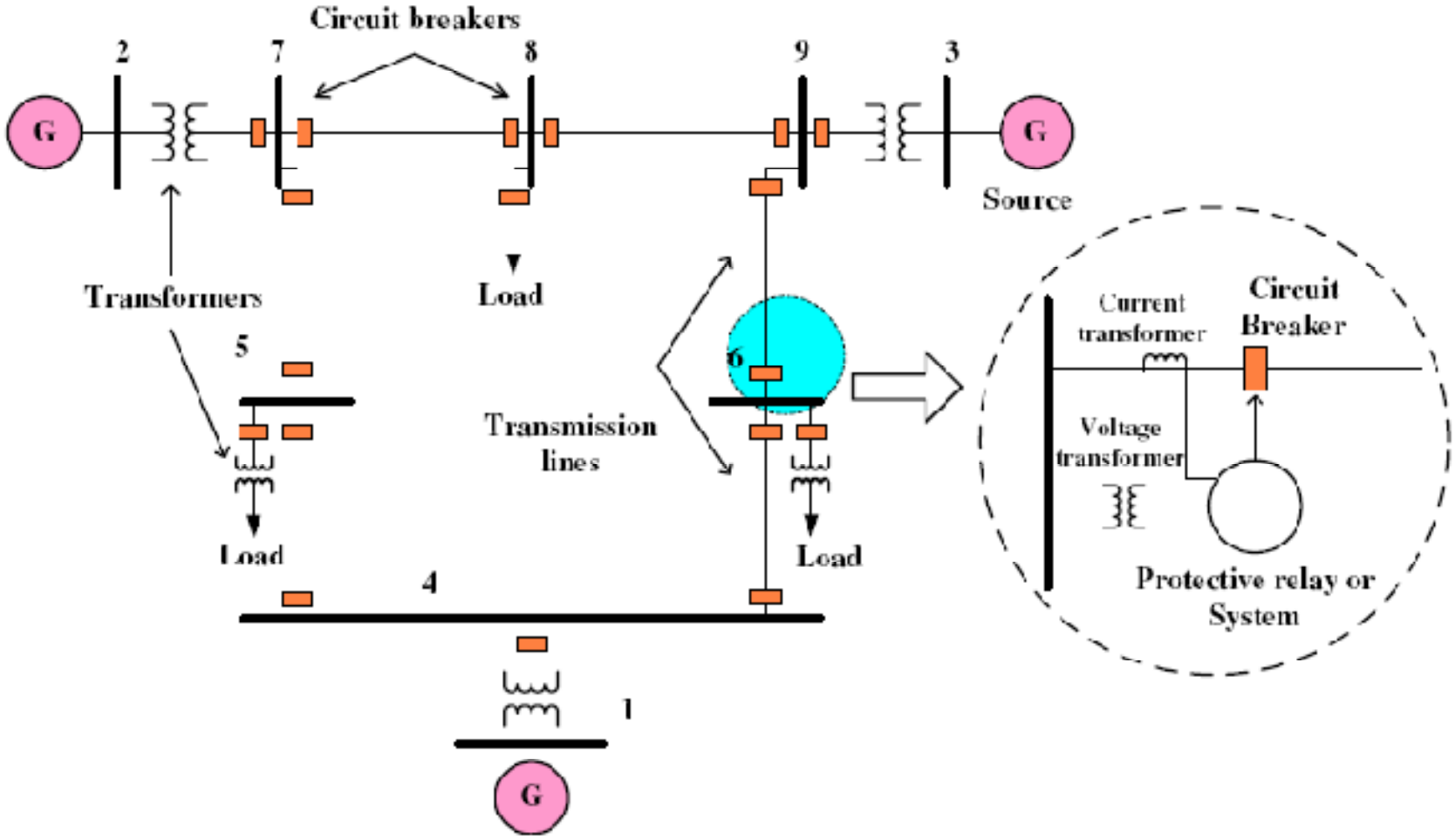
Introducción

Solución para Detectar Fallas:



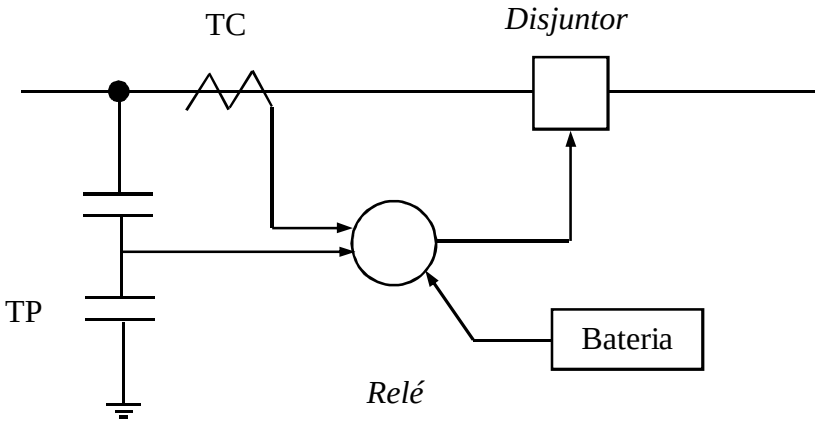
Introducción

Sistema de Protección en un SEP:



Introducción

Subsistemas del Sistema de Protección:



✓ **Circuito Interruptor:** aisla circuitos con falla interrumpiendo la corriente cuando esta esta próxima a cero. Es operado por un circuito de disparo energizado por la bateria, que a su vez es comandada por el relé.

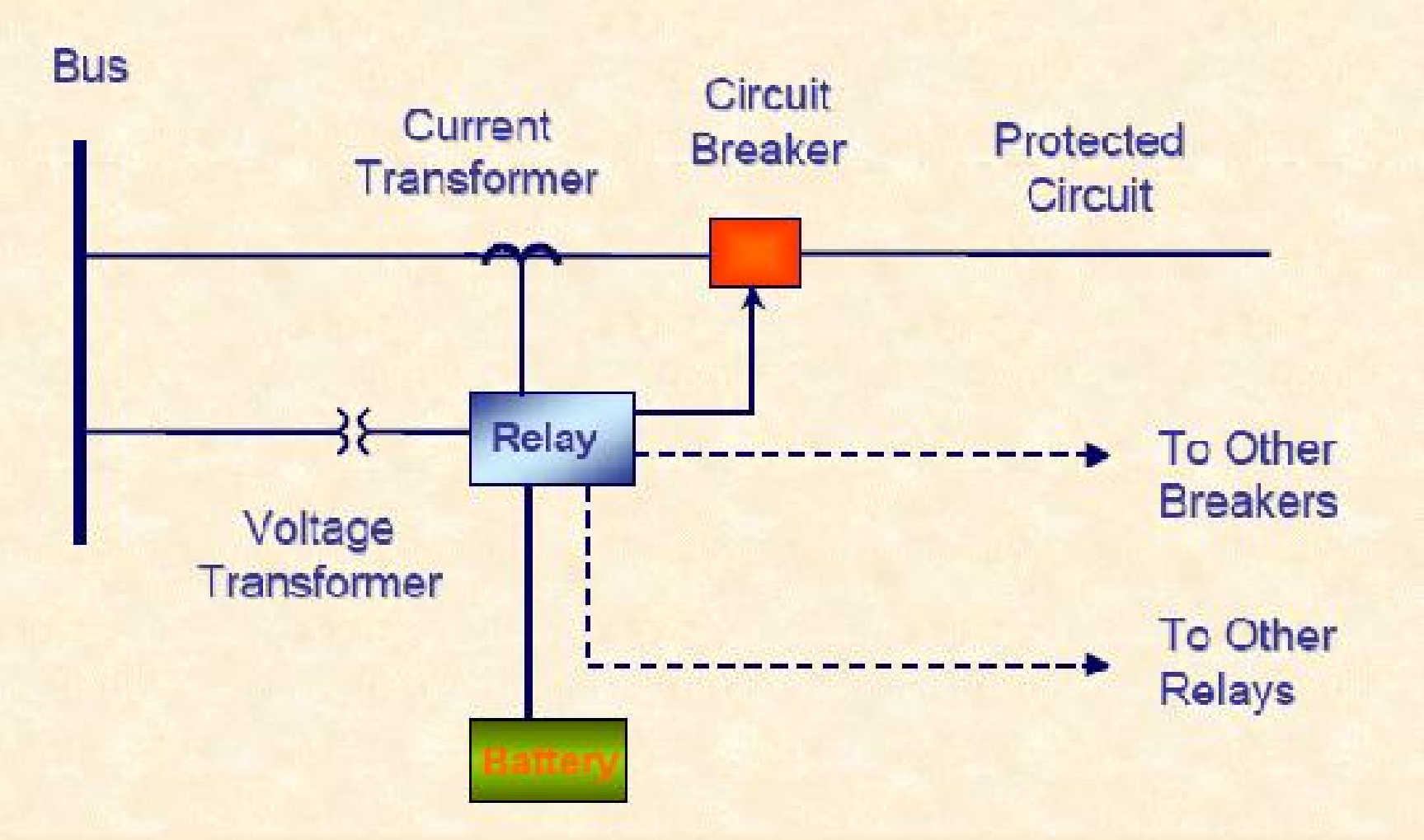
✓ **Transductores:** PTs e CTs ï reducen la magnitud de V e I. Dentro de ciertos límites, ellos reproducen fielmente V e I.

✓ **Relés:** son los elementos lógicos del sistema de protección. Normalmente responden a V e I y proveen la apertura o no de los intrruptores.

✓ **Bateria:** alimenta el sistema, que tiene que ser independente del sistema con falla.

Introducción

Subsistemas del Sistema de Protección:



Introducción

Unidades de Interrupción:

Componentes del SDP

Unidad de interrupción

Aíslan los equipos desconectándolos de la red eléctrica

DESPEJAN LA FALLA

Interruptor

fusible

Reconectador

Introducción

Sensores y Transductores:

Introducción

Baterias:

Componentes del SDP

Baterías

Garantizan la continuidad del suministro para el funcionamiento del sistema de protecciones

FUENTE DE ALIMENTACION PROPIA

Introducción

Relés:

Componentes del SDP

Relés

Reciben la información y discriminan entre las condiciones anormales y normales de la red eléctrica

OBSERVAN ESTADO

Introducción

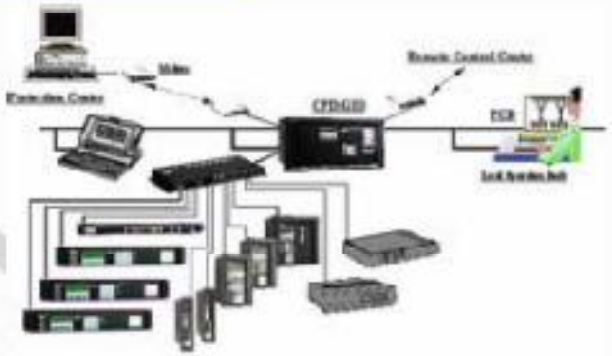
Circuitos de Control:

Componentes del SDP

Circuitos de control

Conjunto de dispositivos auxiliares que interconectan los componentes de un sistema de protecciones

OPERACIÓN COMANDADA

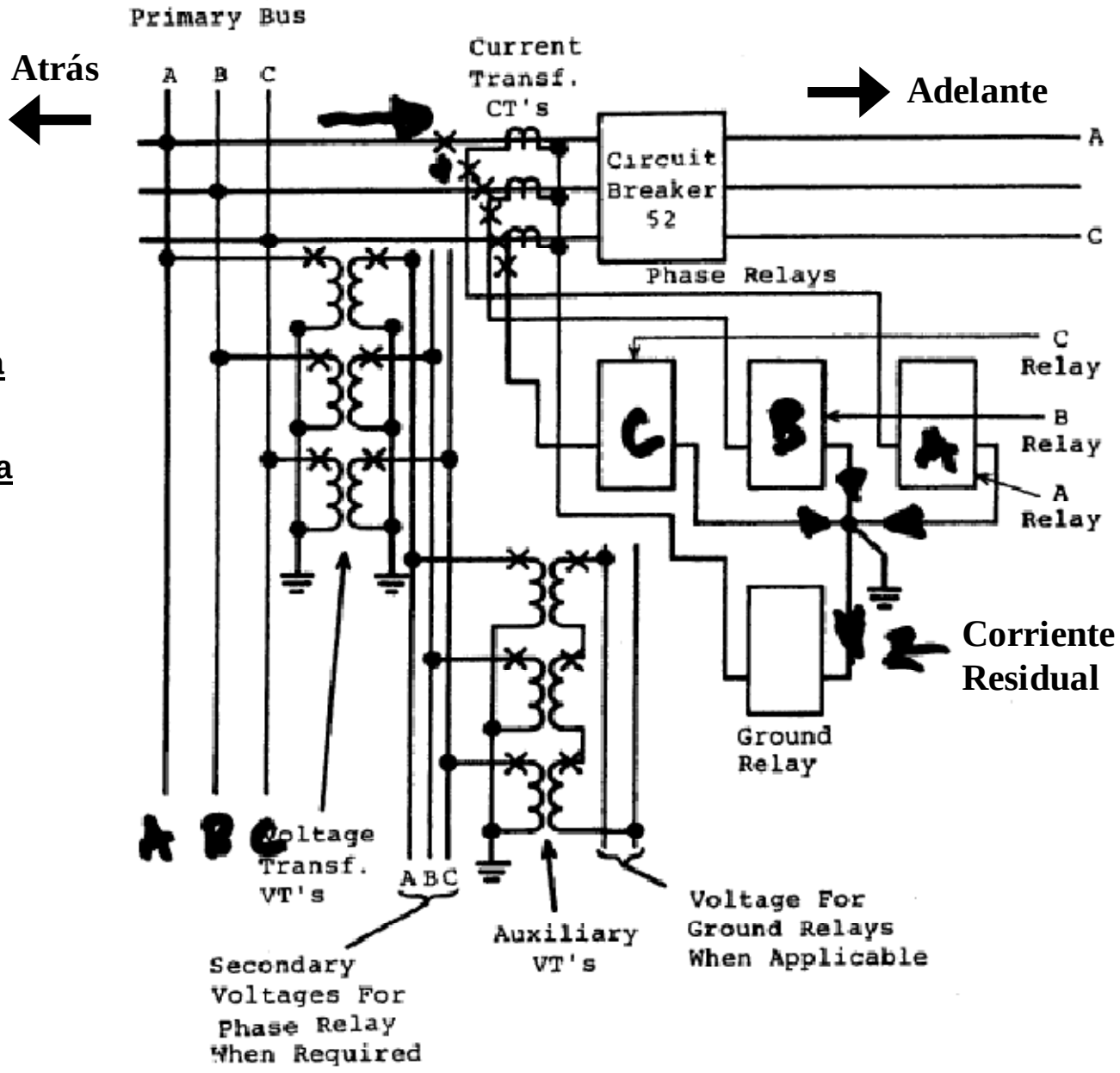


Introducción

Paneles de Señalización:

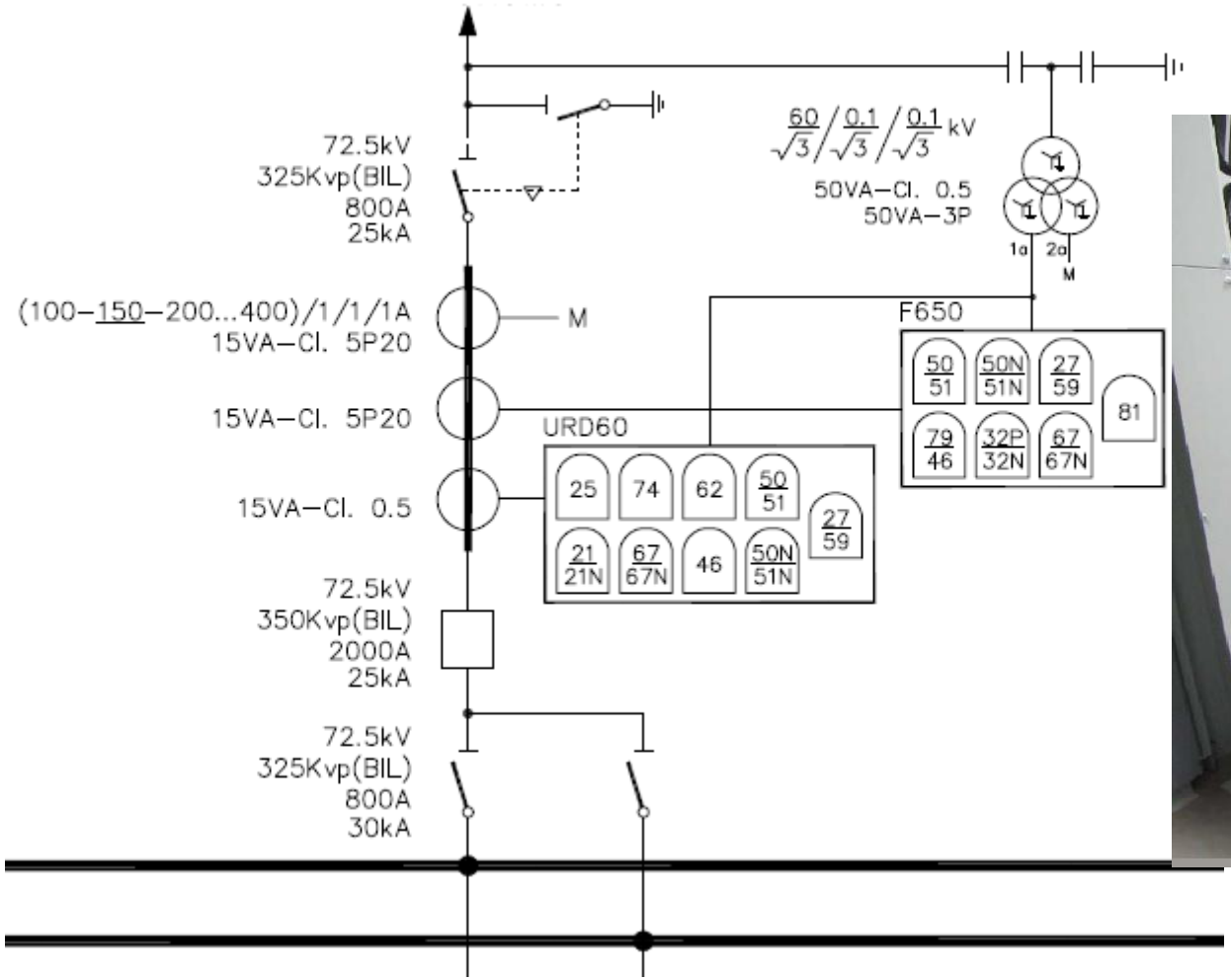
Introducción

Conexión Trifásica Típica de Relés de Fases y Tierra para Protecciones:



Introducción

Diagrama Unifilar de Conexión de CT y CVT y Relé:



Introducción

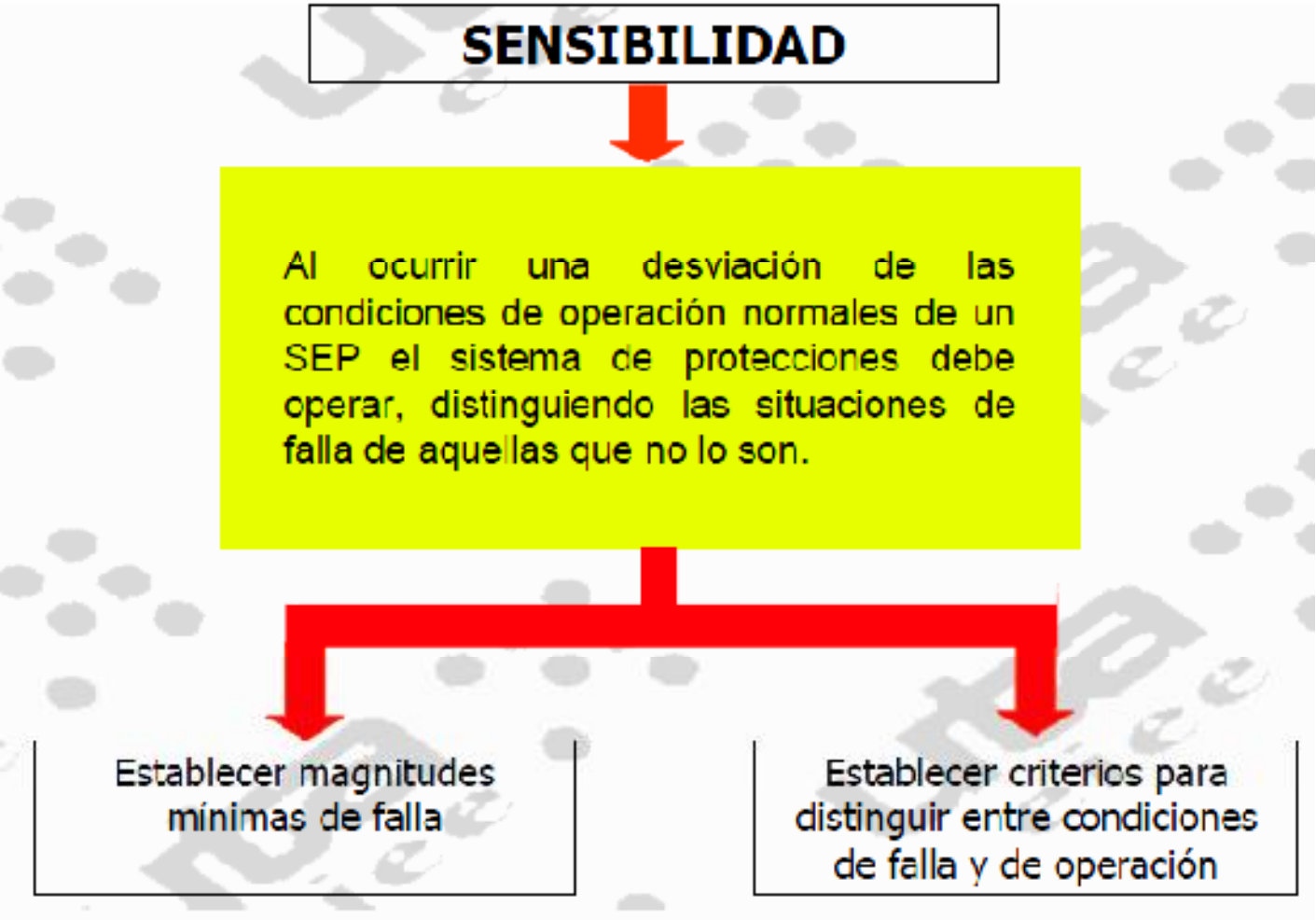
Características de los Sistemas de Protección:

Los relés deben poseer las siguientes características funcionales:

- ✓ **Sensibilidad y Simplicidad**: característica que considera la utilización mínima de equipamientos y circuitos en la acción de protección, retirando de la operación apenas la parte del sistema que se encuentra bajo condiciones de falla, dejando el resto del sistema operando normalmente
- ✓ **Seletividad:** Aislar completamente el elemento defectuoso y abrir la menor porción posible del sistema, operando los interruptores adecuados asociados a la falla.
- ✓ **Velocidad de Actuación:** minimiza los efectos de las fallas y el riesgo de inestabilidad. Es el tiempo entre la ocurrencia de la falla y el comando de apertura del interruptor dado por el relé.
- ✓ **Confiabilidad:** probabilidad de un componente, un equipamento o un sistema de satisfacer una función prevista, bajo circuinstancias dadas y evitar la operación inncesaria durante la operación normal del sistema o en la presencia de fallas fuera de su zona de protección.

Introducción

Características de los Sistemas de Protección:



Introducción

Características de los Sistemas de Protección:

SELECTIVIDAD

Al ocurrir una desviación de las condiciones de operación normales de un SEP, el sistema de protecciones debe detectar e identificar el lugar donde ocurrió la falla (zona de protección), de manera de aislar de la red sólo el equipo en falla.

Protección Unitaria

Sólo son sensibles a fallas dentro de su zona. Se realiza por comparación de cantidades en los extremos de la zona

Ej.: Protección diferencial, teleprotección

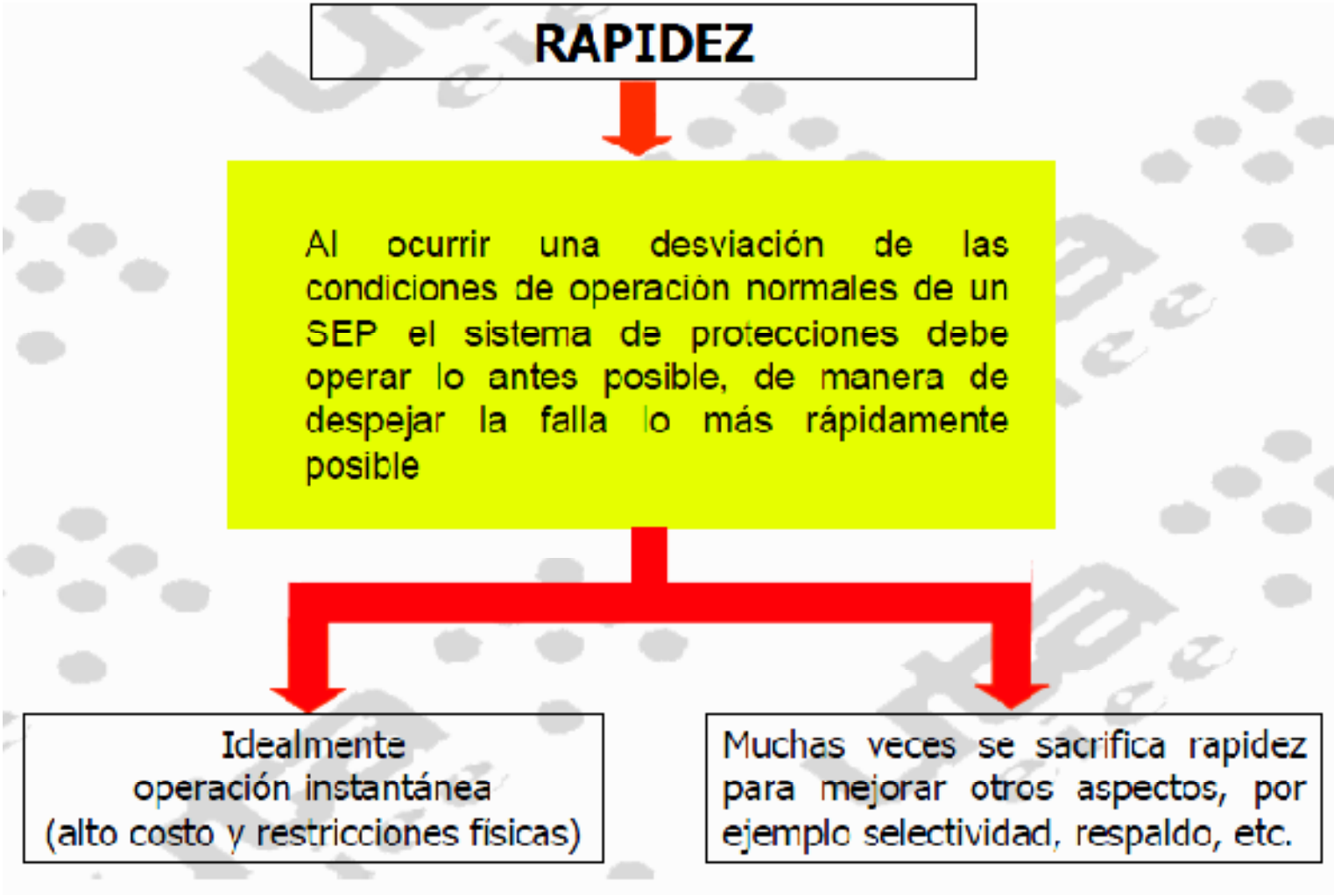
Protección No Unitaria

Son sensibles a fallas dentro y fuera de su zona. Usualmente operan con graduaciones de tiempo (coordinación).

Ej.: Protección de sobrecorriente en alimentadores industriales

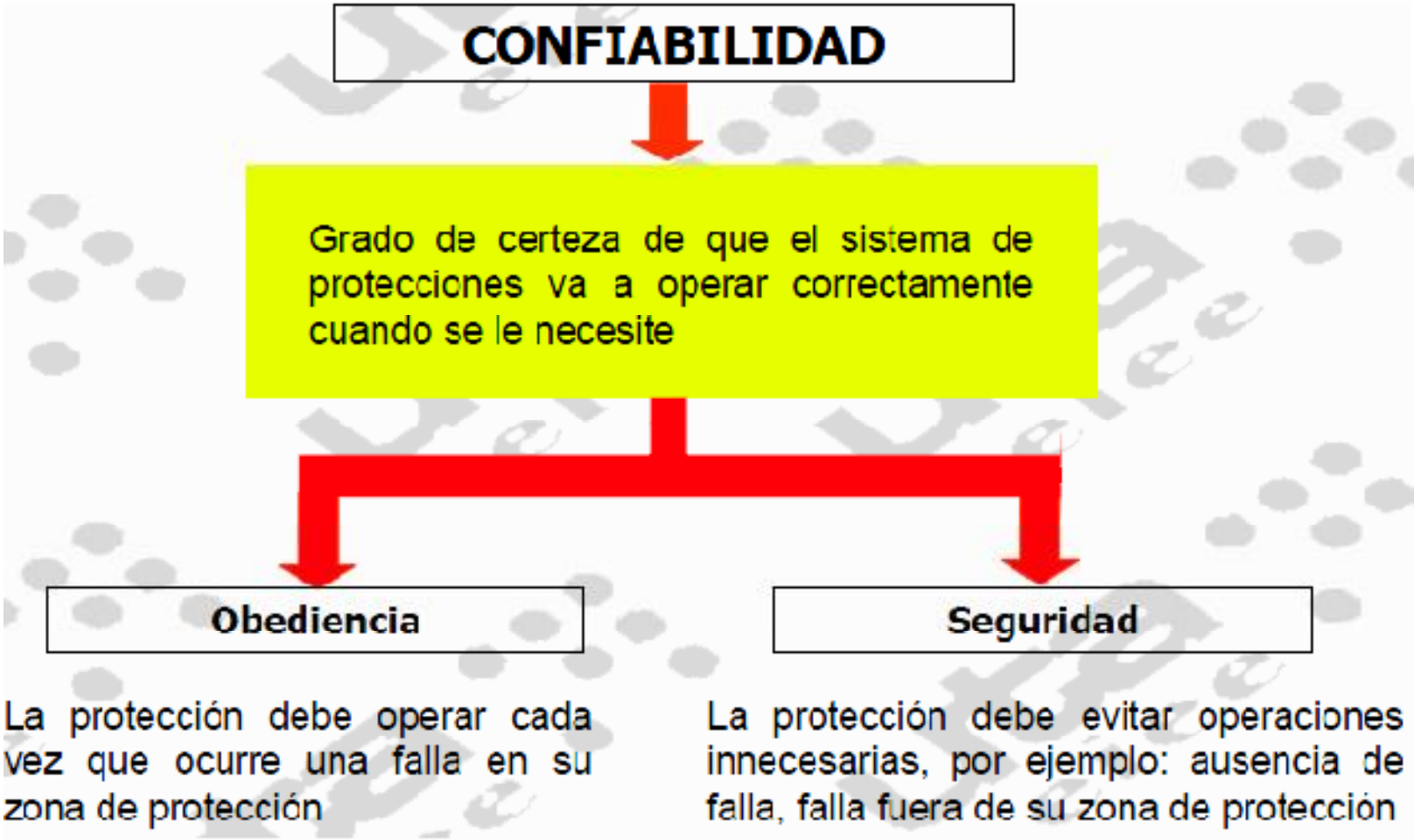
Introducción

Características de los Sistemas de Protección:



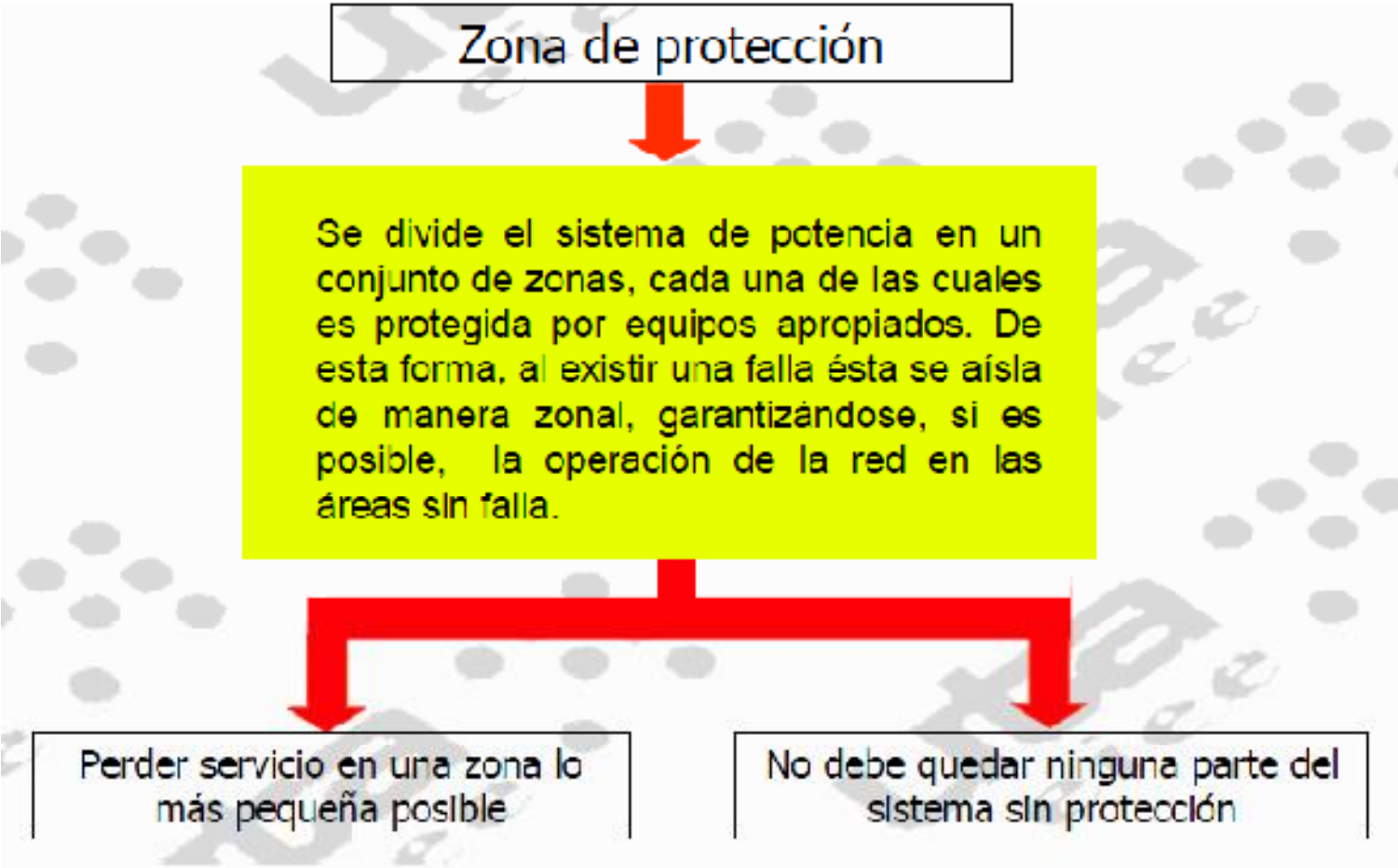
Introducción

Características de los Sistemas de Protección:



Introducción

Zonas de Protección:

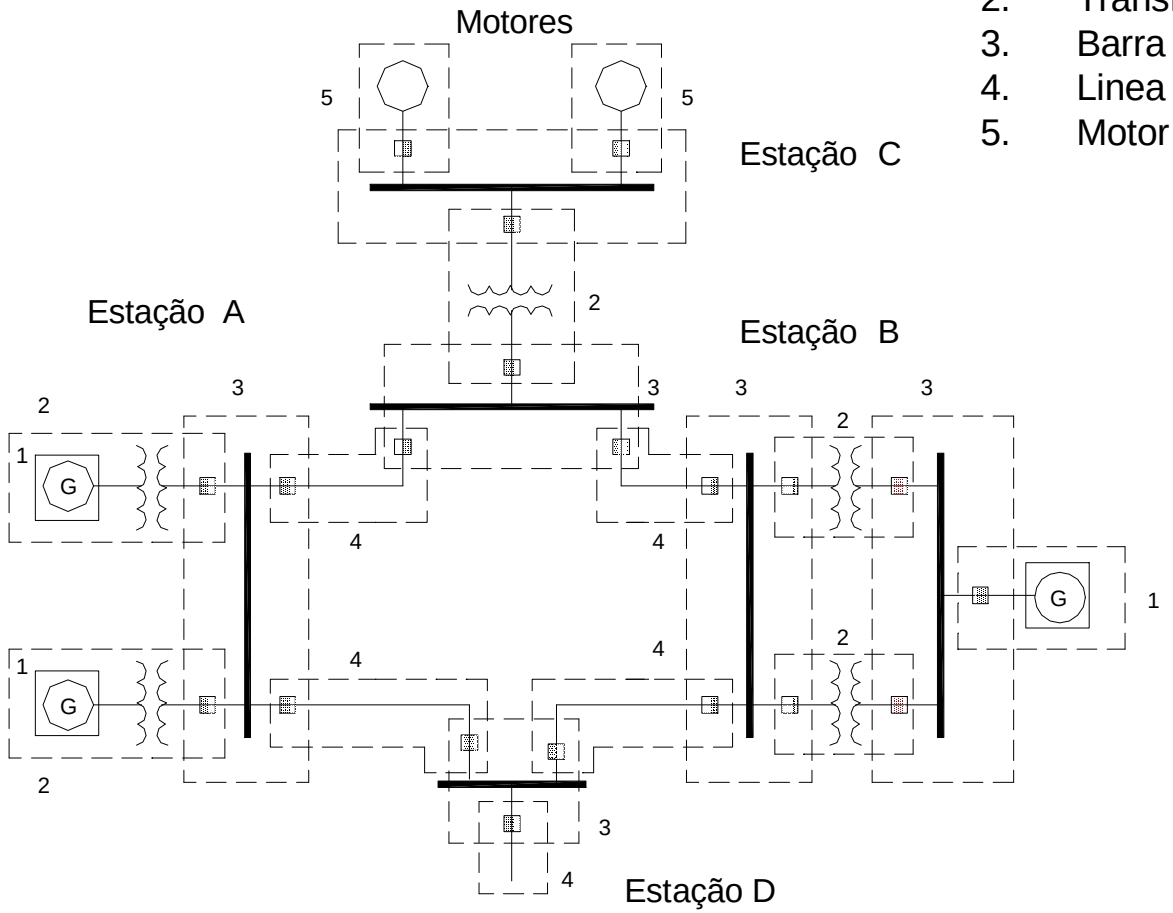


Introducción

Zonas de Protección:

La responsabilidad de protección de una porción de los SEP es definida por una linea partida llamanda zona de protección.

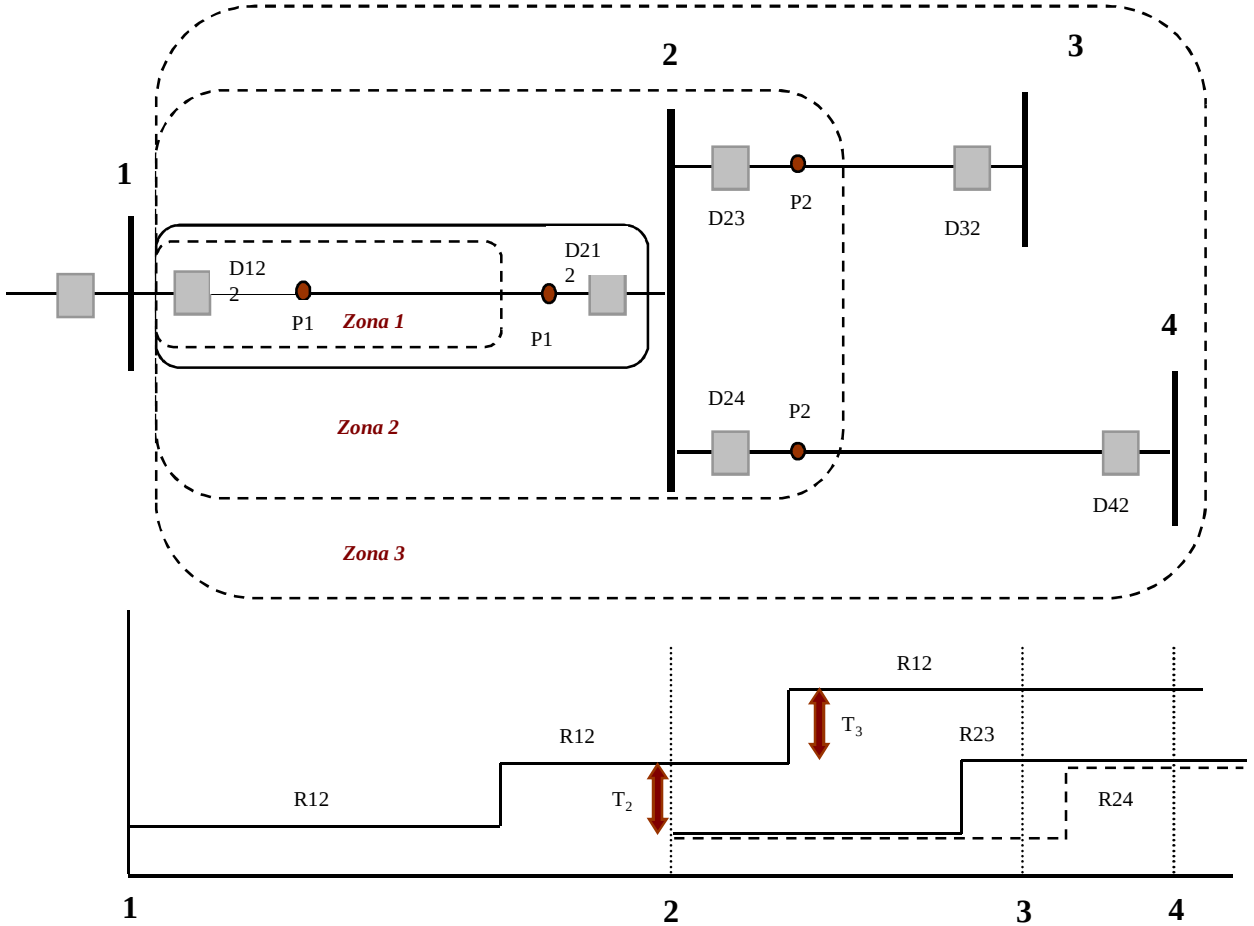
1. Generador
2. Transformador
3. Barra
4. Linea de Transmisión
5. Motor



Introducción

Zonas de Protección:

La filosofía general de las proteccines es delimitar al sistema por zonas de protección de modo que cuando ocure una falla, se den el mínimo de aperturas posible, preservando la continuidad del servicio.



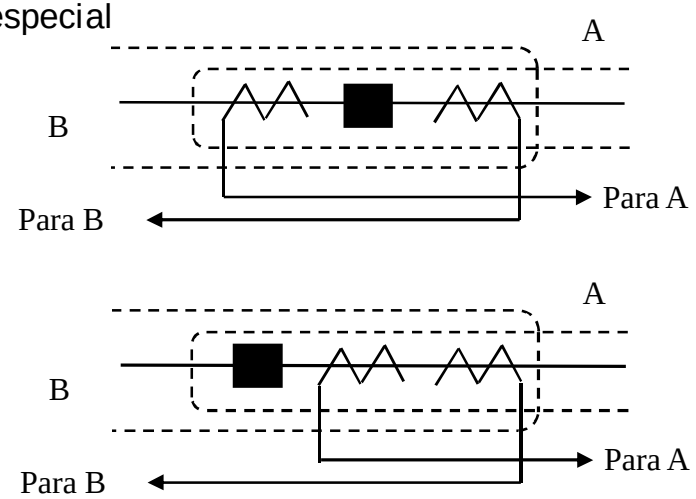
Introducción

Zonas de Protección:

Por lo general los CTs delimitan una zona de protección.

- ✓ El sistema de protección será responsable por las fallas que ocurren dentro de las zonas de protección. Los interruptores aislan la falla respetando la zona donde la falla ocurre.
- ✓ Usualmente, las **zonas primarias** son definidas por los interruptores. En casos especiales, el sistema abre un interruptor remoto.
- ✓ **Importante:** las zonas de protección se superponen ï esto es para garantizar que ninguna porción del sistema sea dejada sin protección principal de alta velocidad.

Apertura entre interruptores y CT merece atención especial



Se debe resaltar la exigencia de una protección de respaldo en caso la protección principal no responsa:

Opciones:

- ✓ **Duplicación** de algunos elementos del sistema como el secundario del CT, circuito de disparo del interruptor, otro esquema de protección, etc.
- ✓ Función de protección de **Respaldo Remota y Local** (retardo del tiempo de coordenacción).

Introducción

Zonas de Protección:

También se considera los interruptores las delimitaciones de las zonas de protección.

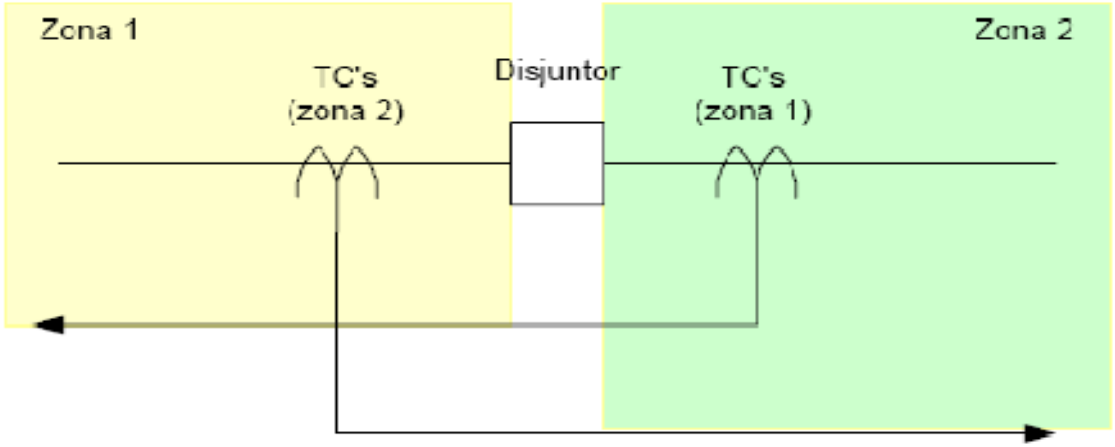


Figura 1.3 – Limites de Zona – Exemplo 1

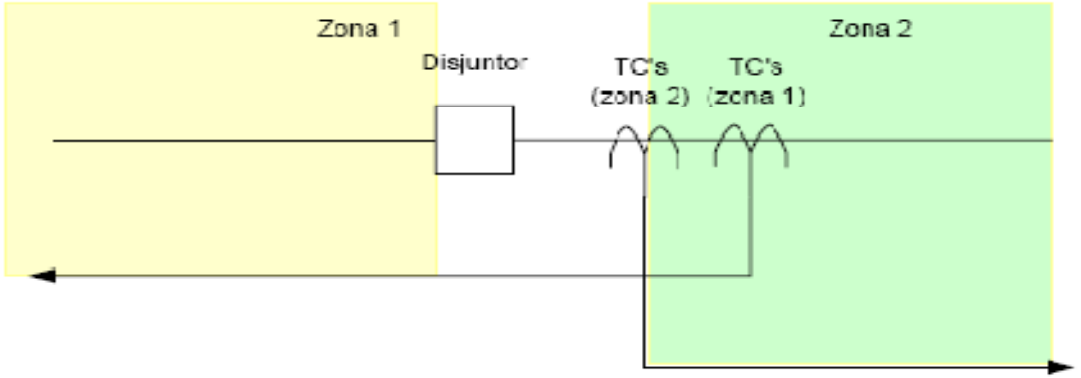
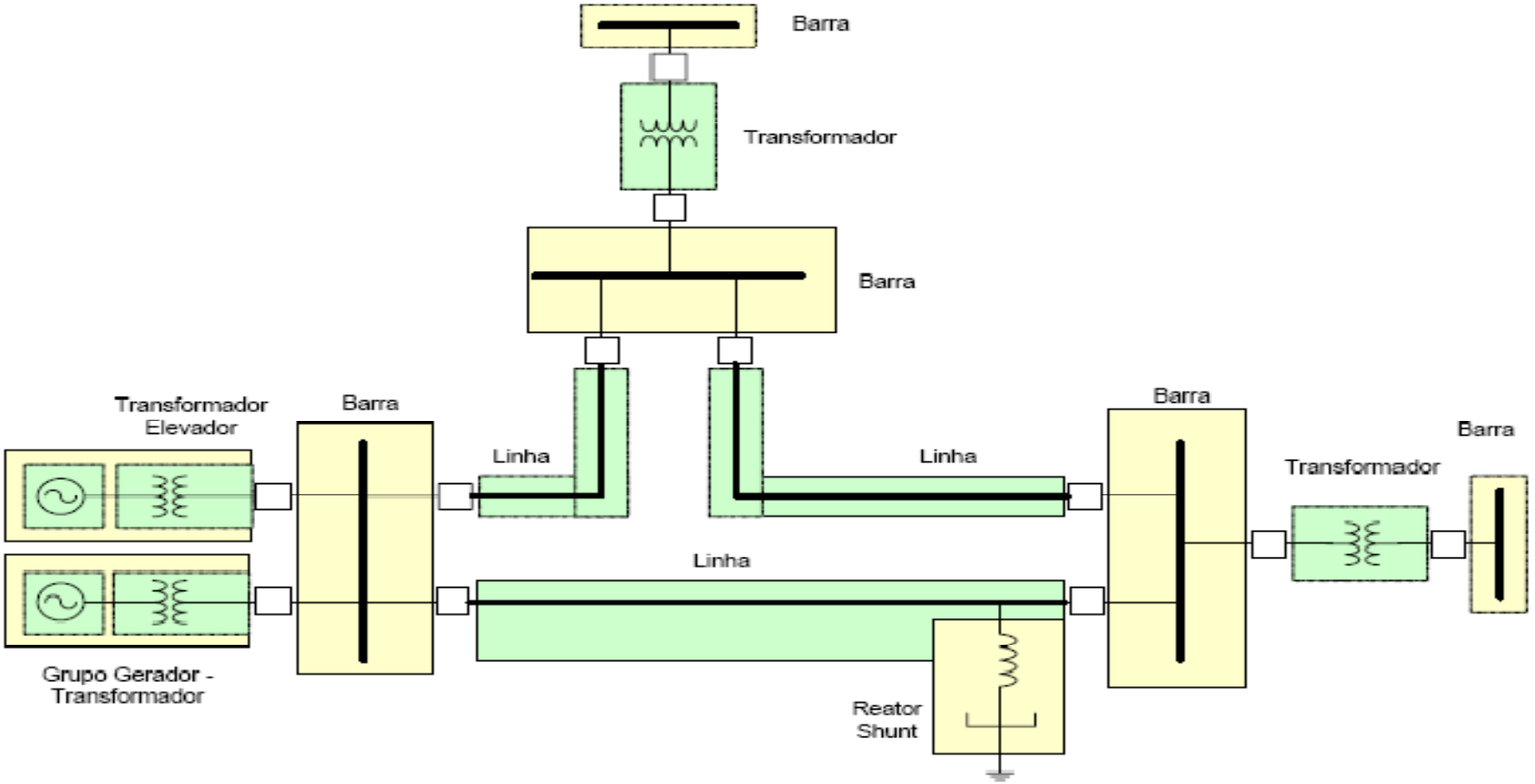


Figura 1.4 – Limites de Zona – Exemplo 2

Introducción

Zonas de Protección:



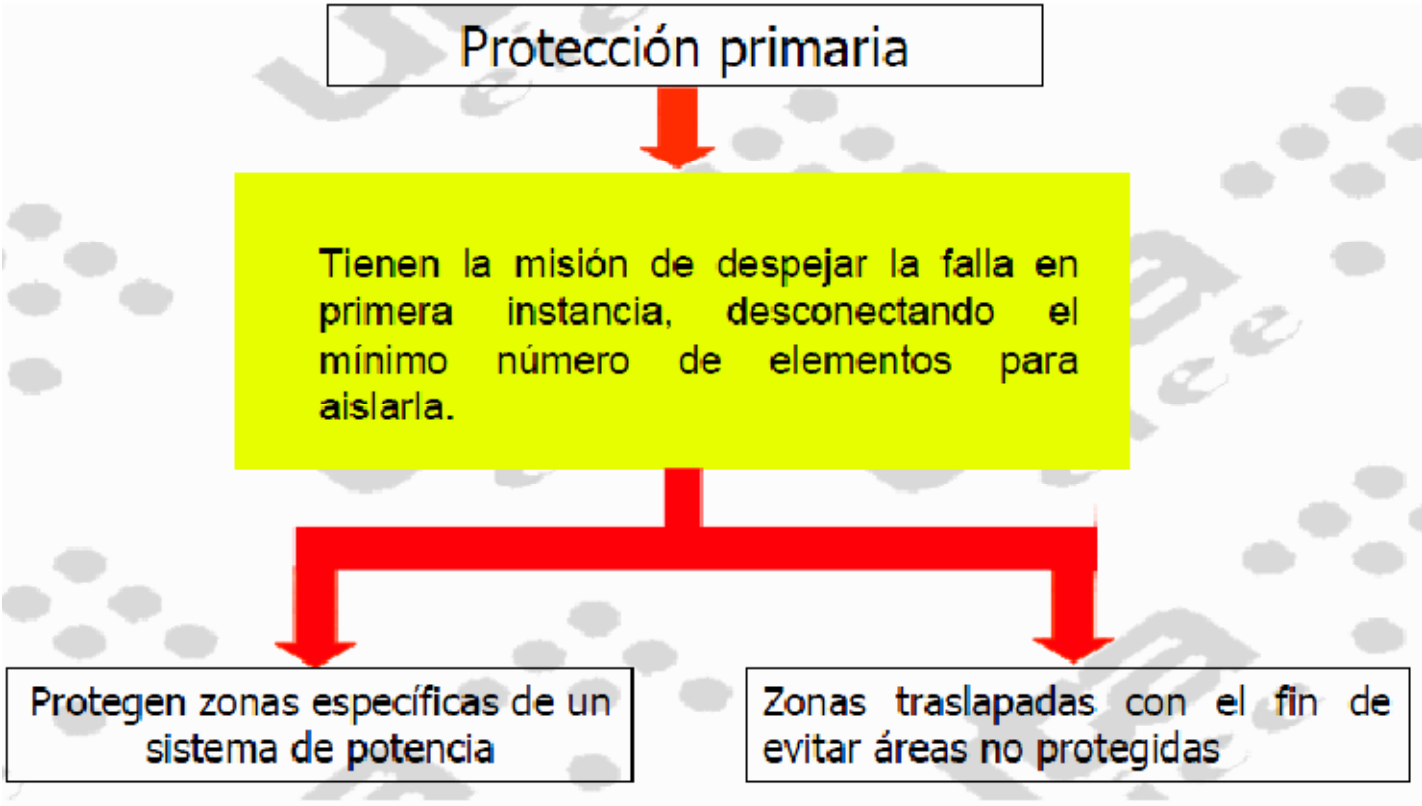
Introducción

Protección Principal y de Respaldo:

Para garantizar el requisito básico de confiabilidad, se utiliza en la mayoría de casos una protección adicional para la detección de la misma falla, de este aspecto resulta la protección principal y de respaldo.

Protección Principal:

Es aquella que por su especificación es elegida en el proyecto con capacidad de detectar una falla para la cual fue concebida, en el componente protegido, cumpliendo los criterios de selectividad, confiabilidad y velocidad .

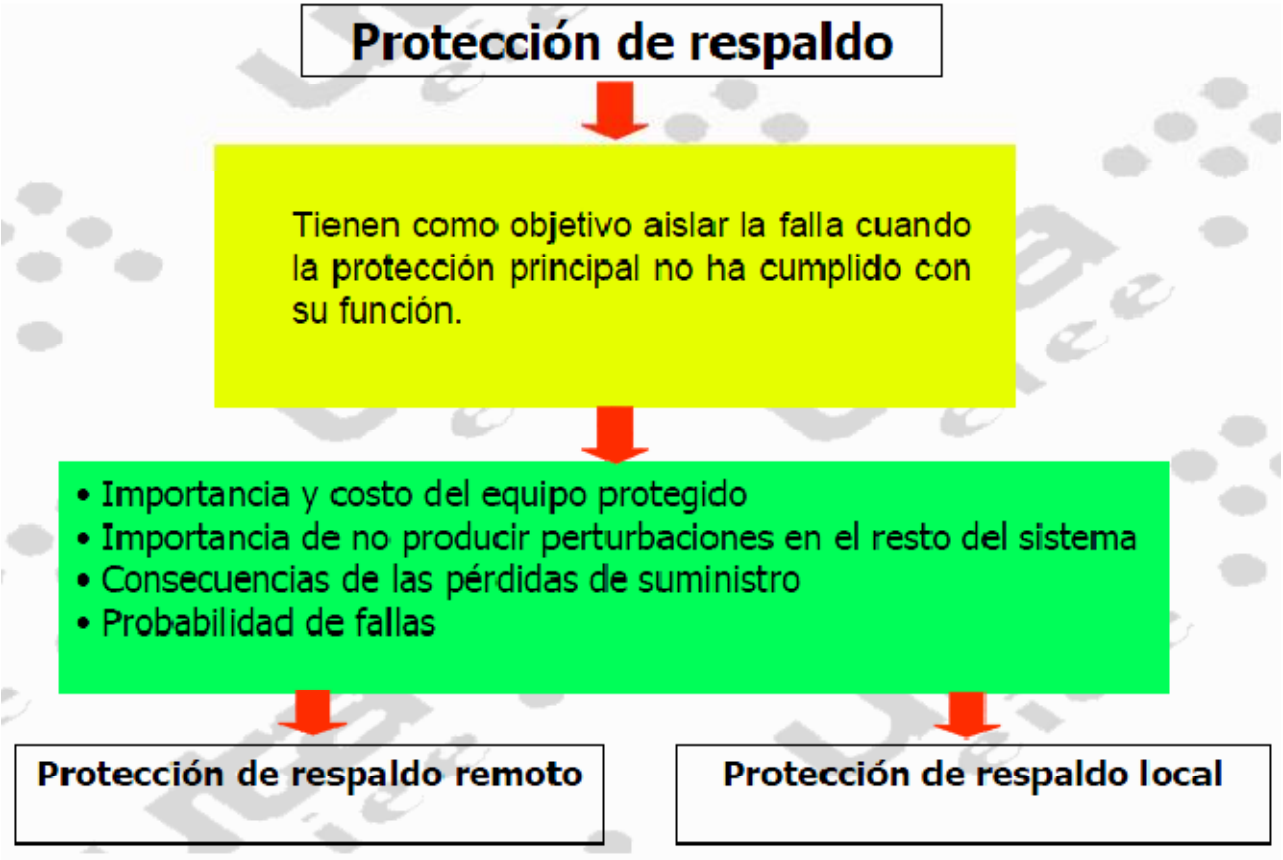


Introducción

Protección Principal y de Respaldo:

Protección de Respaldo:

Es aquella que también es elegida en el proyecto, tiene por finalidad de ser la segunda o tercera protección para identificar una misma falla en un determinado componente del sistema, actuando en el interruptor cuando la protección principal no cumplió su propósito.
Para garantizar la operatividad de la protección de respaldo, se utiliza una temporización intencional a fin de esperar antes la actuación de la protección principal.



Introducción

Protección Principal y de Respaldo:

Protección de Respaldo:

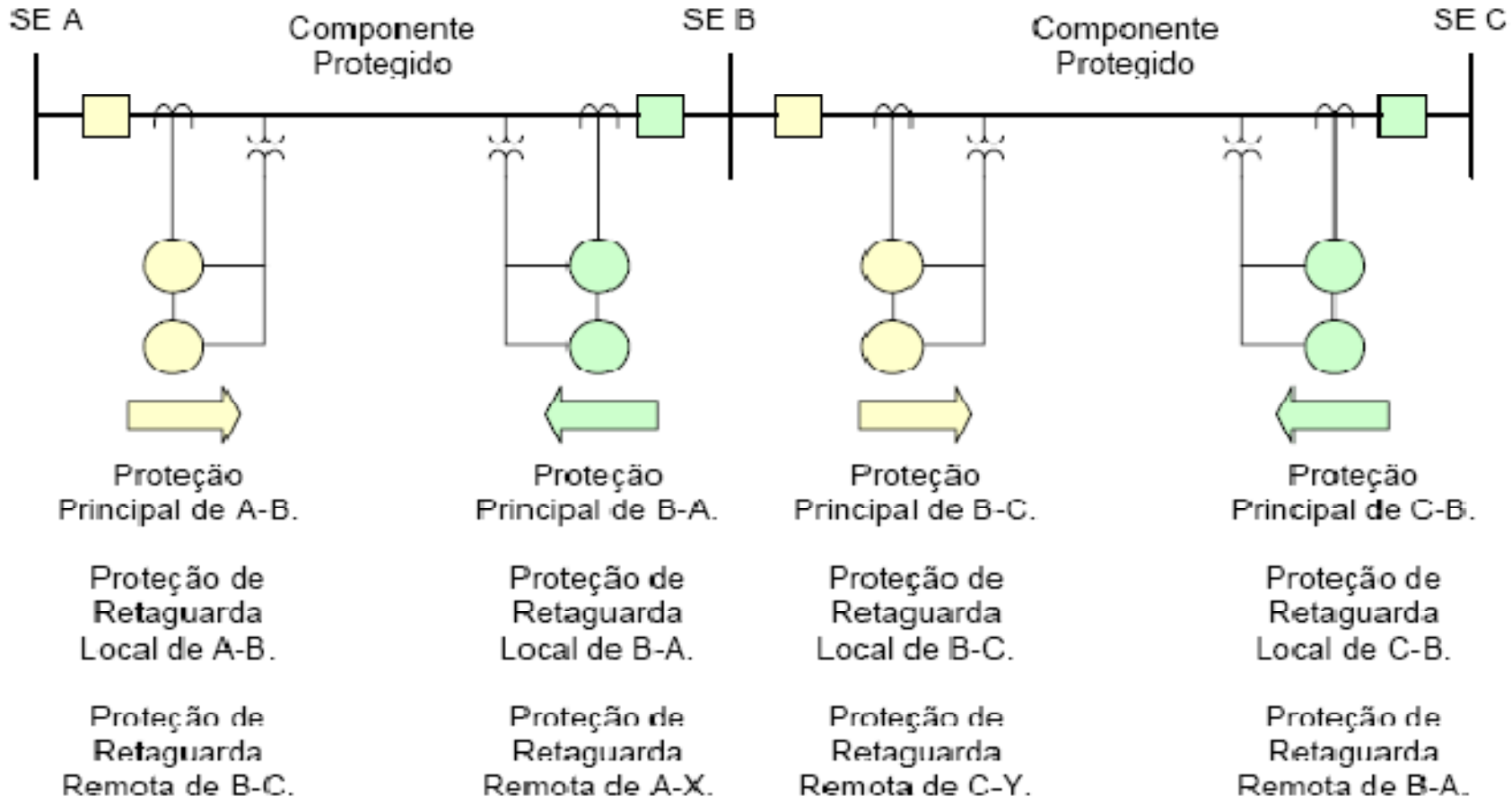
Introducción

Protección Principal y de Respaldo:

Protección de Respaldo:

Introducción

Protección Principal y de Respaldo:



Introducción

ANSI/IEEE Standard Device Numbers

In North America protective relays are generally referred to by standard device numbers. Letters are sometimes added to specify the application.

1 - Master Element
2 - Time Delay Starting or Closing Relay
3 - Checking or Interlocking Relay
4 - Master Contactor
5 - Stopping Device
6 - Starting Circuit Breaker
7 - Anode Circuit Breaker
8 - Control Power Disconnecting Device
9 - Reversing Device
10 - Unit Sequence Switch
12 - Overspeed Device
13 - Synchronous-speed Device
14 - Underspeed Device
15 - Speed - or Frequency-Matching Device
20 - Elect. operated valve (solenoid valve)
21 - Distance Relay
23 - Temperature Control Device
25 - Synchronizing or Synchronism-Check Device
26 - Apparatus Thermal Device
27 - Undervoltage Relay
29 - Isolating Contactor
30 - Annunciator Relay
32 - Directional Power Relay
36 - Polarity or Polarizing Voltage Devices
37 - Undercurrent or Underpower Relay
38 - Bearing Protective Device
39 - Mechanical Conduction Monitor
40 – Loss of Field Relay
41 - Field Circuit Breaker
42 - Running Circuit Breaker
43 - Manual Transfer or Selector Device
46 - Reverse-phase or Phase-Balance Relay
47 - Phase-Sequence Voltage Relay
48 - Incomplete-Sequence Relay
49 - Machine or Transformer Thermal Relay
50 - Instantaneous Overcurrent
51 - AC Time Overcurrent Relay
52 - AC Circuit Breaker
53 - Exciter or DC Generator Relay
54 - High-Speed DC Circuit Breaker
55 - Power Factor Relay
56 - Field Application Relay
59 - Overvoltage Relay
60 - Voltage or Current Balance Relay
61 - Machine Split Phase Current Balance
62 - Time-Delay Stopping or Opening Relay
63 - Pressure Switch
64 - Ground Detector Relay

Introducción

ANSI/IEEE Standard Device Numbers

In North America protective relays are generally referred to by standard device numbers. Letters are sometimes added to specify the application.

65 - Governor
66 - Starts per Hour
67 - AC Directional Overcurrent Relay
68 - Blocking Relay
69 - Permissive Control Device
71 - Level Switch
72 - DC Circuit Breaker
74 - Alarm Relay
75 - Position Changing Mechanism
76 - DC Overcurrent Relay
78 - Phase-Angle Measuring or Out-of-Step Protective Relay
79 - AC-Reclosing Relay
81 - Frequency Relay
83 - Automatic Selective Control or Transfer Relay
84 - Operating Mechanism
85 - Carrier or Pilot-Wire Receiver Relay
86 - Lockout Relay
87 - Differential Protective Relay
89 - Line Switch
90 - Regulating Device
91 - Voltage Directional Relay
92 - Voltage and Power Directional Relay
94 - Tripping or Trip-Free Relay
95 - Reluctance Torque Synchrocheck
96 - Autoloading Relay

B – Bus
F - Field
G Ground or generator
N – Neutral
T – Transformer

Introducción

Description	ANSI	IEC 60617	Description	ANSI	IEC 60617
Overspeed relay	12	$\omega >$	Inverse time earth fault overcurrent relay	51G	I⏚$>$
Underspeed relay	14	$\omega <$	Definite time earth fault overcurrent relay	51N	I⏚$>$
Distance relay	21	$Z <$	Voltage restrained/controlled overcurrent relay	51V	$U/ I >$
Overtemperature relay	26	$\theta >$	Power factor relay	55	$\cos\varphi >$
Undervoltage relay	27	$U<$	Overvoltage relay	59	$U>$
Directional overpower relay	32	$P>$	Neutral point displacement relay	59N	$U_{rsd} >$
Underpower relay	37	$P <$	Earth-fault relay	64	I⏚$>$
Undercurrent relay	37	$I <$	Directional overcurrent relay	67	$I >$
Negative sequence relay	46	$I_2 >$	Directional earth fault relay	67N	I⏚$>$
Negative sequence voltage relay	47	$U_2 >$	Phase angle relay	78	$\varphi >$
Thermal relay	49		Autoreclose relay	79	$O \rightarrow I$
Instantaneous overcurrent relay	50	$I>>$	Underfrequency relay	81U	$f <$
Inverse time overcurrent relay	51	$I>$	Overfrequency relay	81O	$f >$
			Differential relay	87	$I_d >$

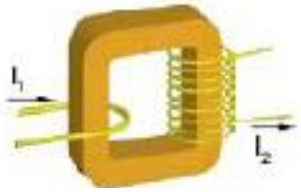
Transformadores de Corriente

Transformadores de Corriente

Objetivo

Adaptar el nivel de la corriente en el lado de la red (corriente primaria) de manera proporcional a la corriente en el lado del SDP (corriente secundaria)

TT/CC de medida

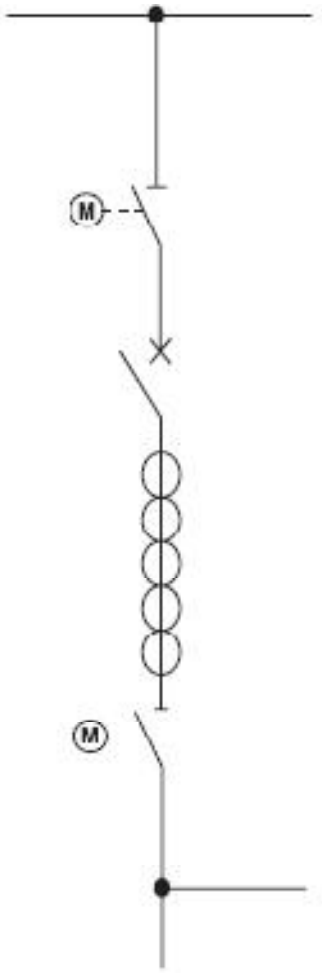


TT/CC de protección

Country	CT Standard
U.S.	IEEE C57.13
Canada	CAN-C13-M83
IEC	60044-1 (formerly 185)
U.K.	BS 3938
Australia	AS 1675
Japan	JIS C 1731

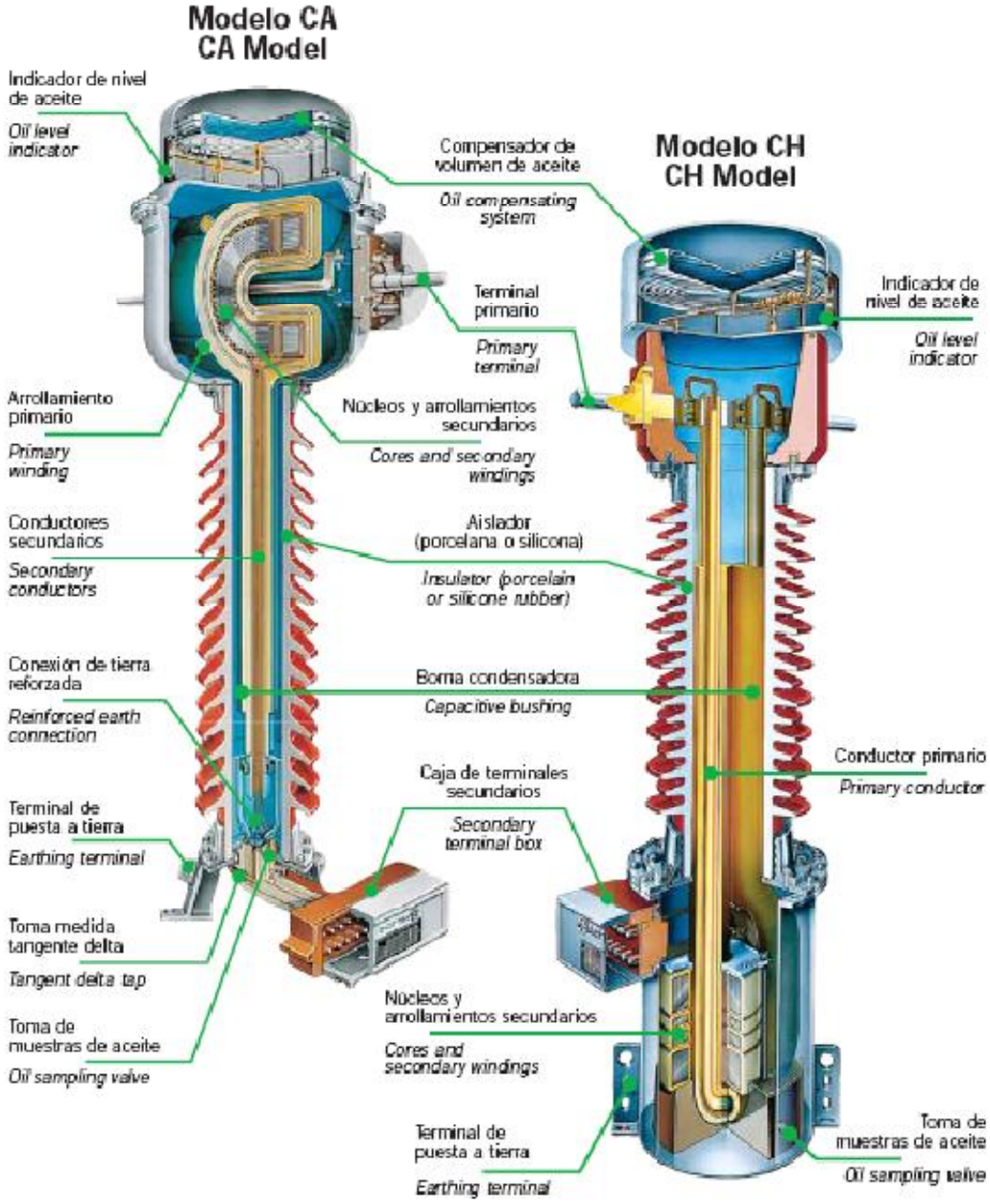
Transformadores de Corriente

CTs:

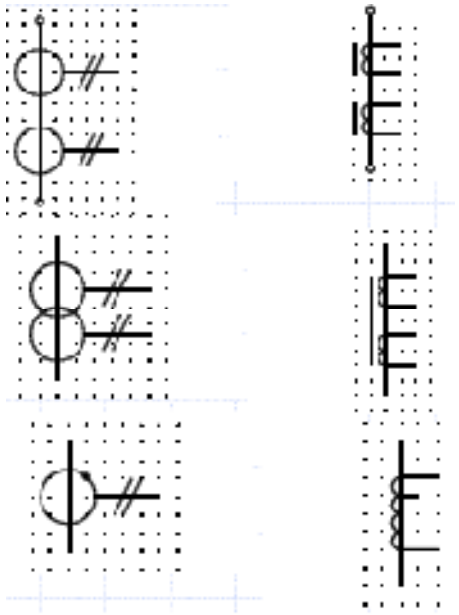


Transformadores de Corriente

CTs:



Simbología



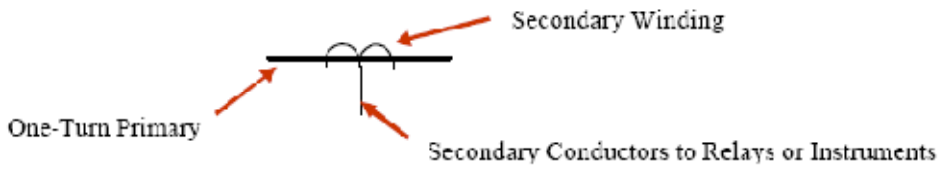
Especificación

Turns ratio : 1200:5

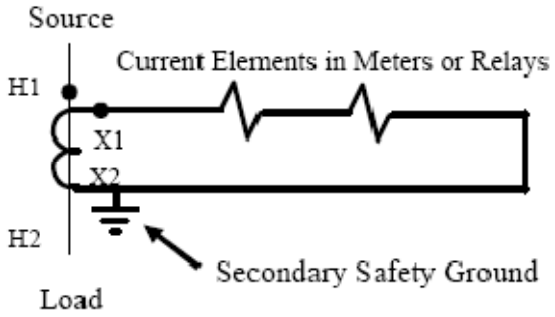
CT Class: 10C400

Transformadores de Corriente

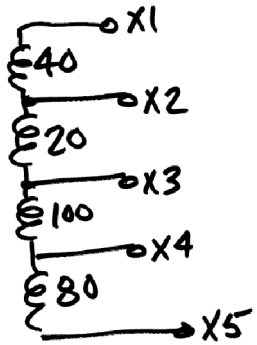
Esquemas del CTs:



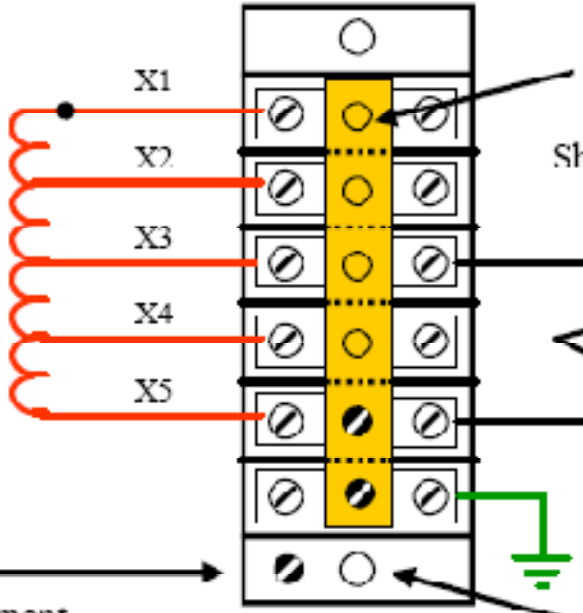
Unifilar



Funcional



Multi-Ratio CT



Shorting Bar

Shorting screw in any other locations shorts CT

Relay connected to CT tap which provides the desired ratio.
Lead X3 becomes polarity.

Shorting screw ties X5 CT lead to ground.

Safety Ground
Shorting screw ties shorting bar to ground.

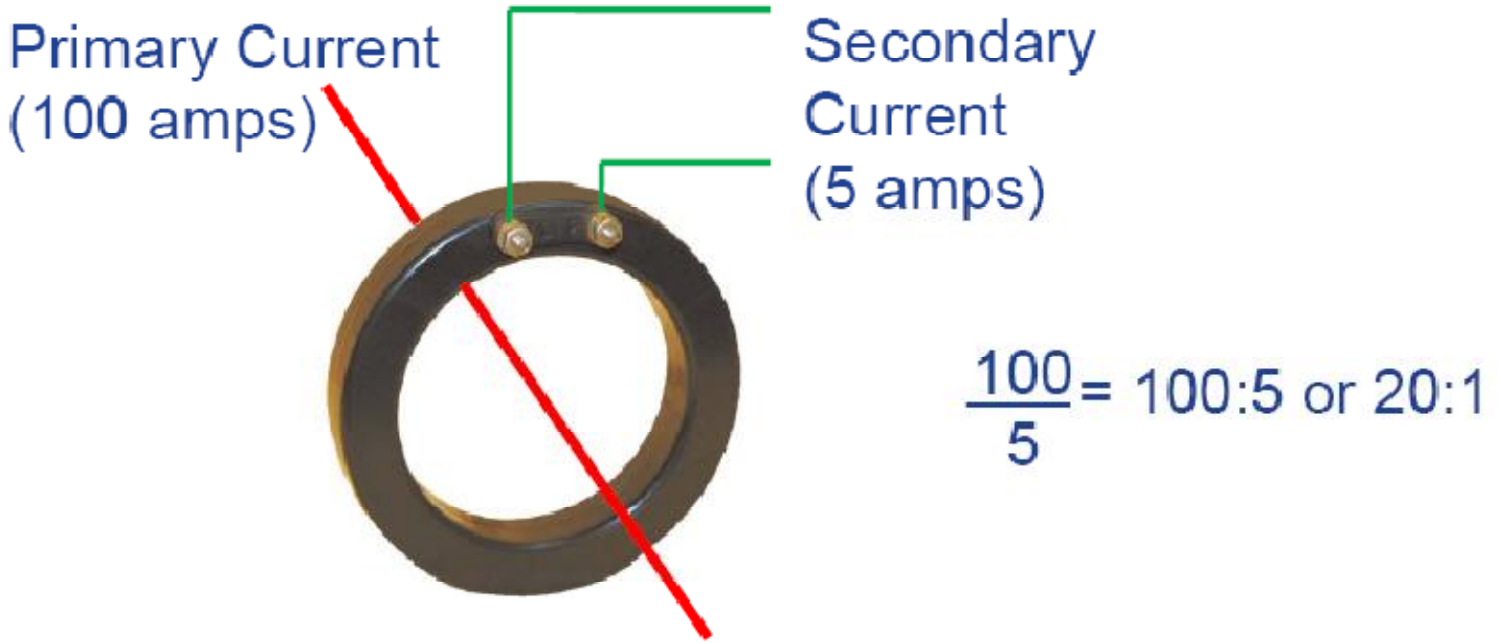
Spare Shorting Screw
Stored for future shorting requirement.

Terminal Strip Mounting Hole

Transformadores de Corriente

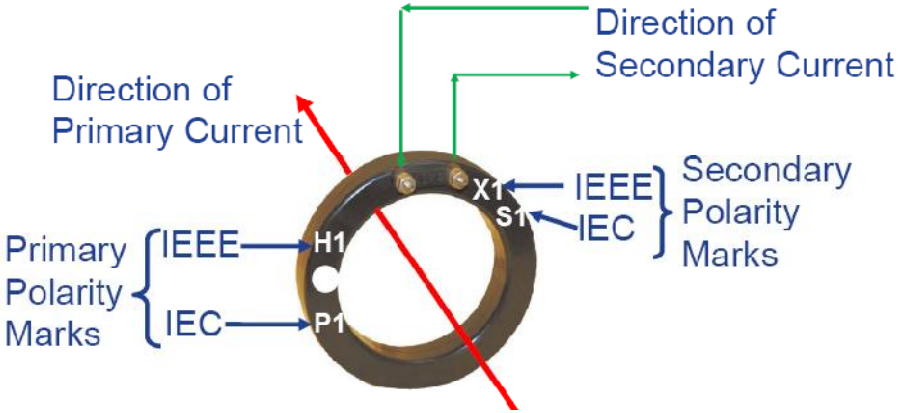
Relación de Transformación:

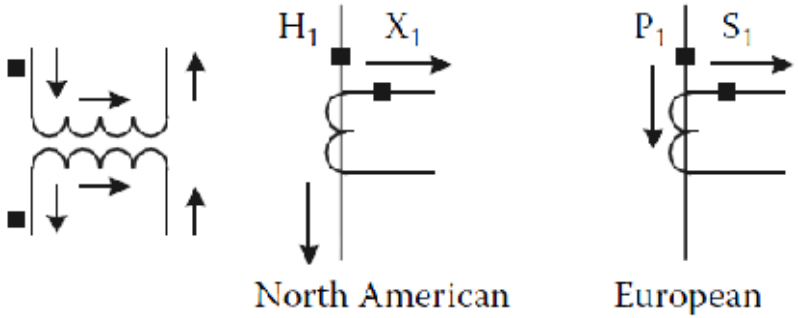
$$\text{Relación de Transformación} = \frac{\text{Corriente Primario}}{\text{Corriente Secundario}}$$

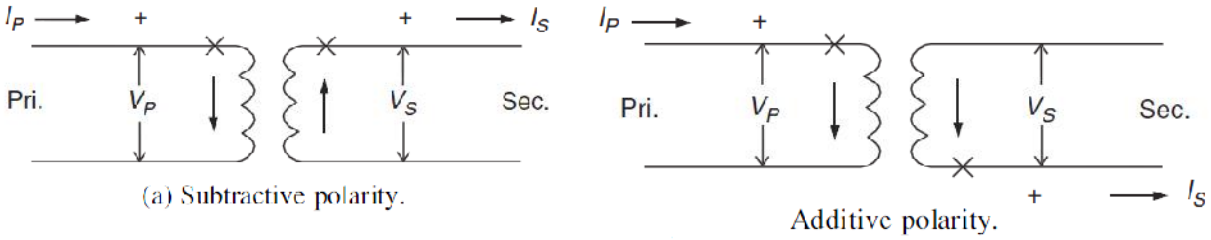


Transformadores de Corriente

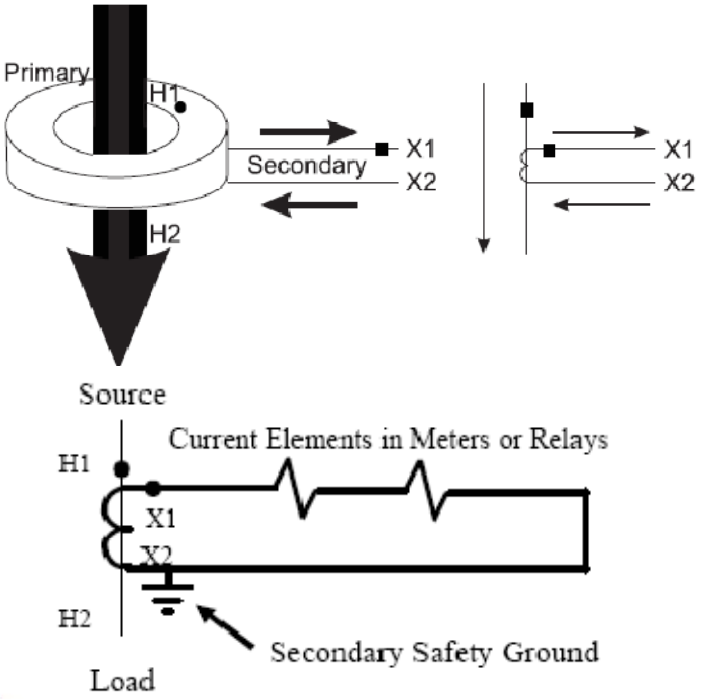
Polaridad:







Si la corriente en el primario entra a la polaridad, la corriente en el secundario sale de la polaridad.



Si la corriente en el primario entra no por la polaridad, la corriente en el secundario sale de la no polaridad.

Transformadores de Corriente

Precisión:

La precisión del CT se define como la diferencia porcentual entre la corriente actual que se mide en el secundario del CT y la corriente en el secundario obtenida a través de la relación de transforamción.

Clase de Presición	Aplicación
0.15	Medidores de Alta Precisión (Patrones).
0.15S	Medidores de Alta Precisión Especiales (Patrones).
0.3	Medidores para Ventas de Energía.
0.6	Indicación de Instrumentos
1.2	Indicación de Instrumentos

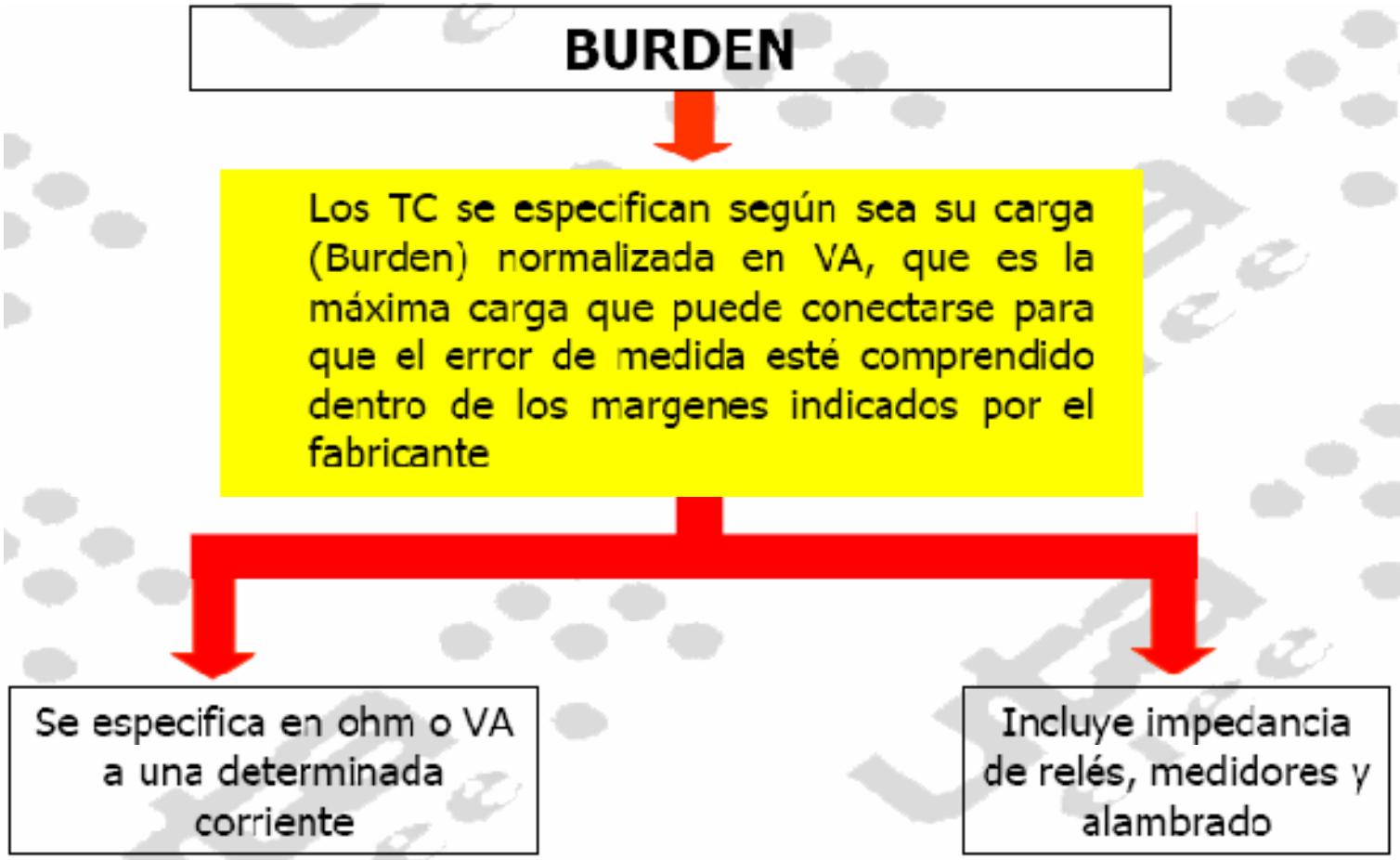
La clase de precisión es definida por la IEEE C57.13 o C57.13.6 (Incluye Relación de Transformación y Angulo).

Factores que influyen en la precisión: Frecuencia, Relación de Transforamción y el Burden.

- IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers C57.13
- IEEE Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes C37.110

Transformadores de Corriente

Burden:



Transformadores de Corriente

Burden:

La impedancia de la carga conectada que esta conectada al secundario del CT expresada en ohms, incluye equipos y carga conectada.

Valores Estandar: B0.1, B0.2, B0.5, B0.9, B1.8, E0.04, E0.2

El burden es definido por la IEEE C57.13 o C57.13.6 para 60 Hz solamente.

Standard IEEE CT Burdens (5 Amp)
(Per IEEE Std. C57.13-1993)

Application	Burden Designation	Impedance (Ohms)	VA @ 5 amps	Power Factor
Relaying	B1	1	25	0.5
	B2	2	50	0.5
	B4	4	100	0.5
	B8	8	200	0.5

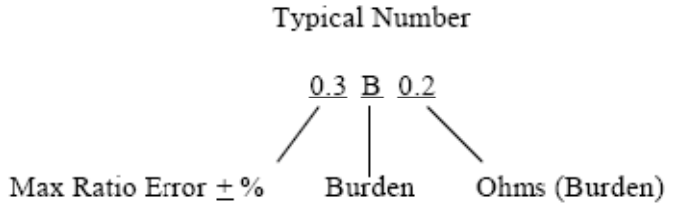
"Accuracy" expressed as:

Accuracy Class +	Burden (Ohms) =	Typical Examples
(0.3, 0.6, 1.2) (*)	(B0.1, B0.2, B0.5, B0.9, B1.8)	0.3B0.2 0.6B0.9 1.2B1.8
(0.15*, 0.15S^)	E0.2, E0.04)	0.15E0.2

* Accuracy class is stated at 100% rated current
* At 10% rated current, twice the error is allowed (5% for 0.15 class)
^ Accuracy class is stated at 100% to 5% rated current

C100 → B-1 : 1.0 ∠60° Ω
C200 → B-2 : 2.0 ∠60° Ω
C400 → B-4 : 4.0 ∠60° Ω
C800 → B-8 : 8.0 ∠60° Ω

PF = 0.5

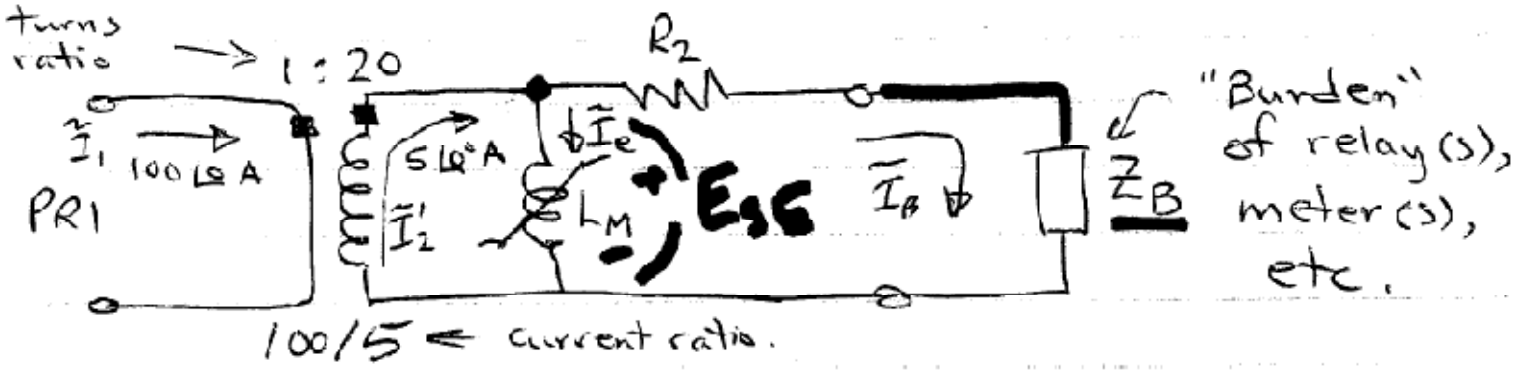


Transformadores de Corriente

Clase de Precisión Standar de CTs para Relés:

C or T100
C or T200
C or T400
C or T800

Clase (C o T___) designa la mínima tensión en el secundario (voltios) al 20% de la corriente nominal sin exceder el 10% del error de relación de transformación para una máxima carga especificada (burden).



10C800: $|I_B|$ estaría dentro del +/-10% de $|I_2|$ para una corriente en el secundario de 20*(Corriente Nominal del Secundario, casi siempre 5A); para una tensión en el secundario de 800V; por lo tanto el burden=800/(20*5)= 8 ohm.

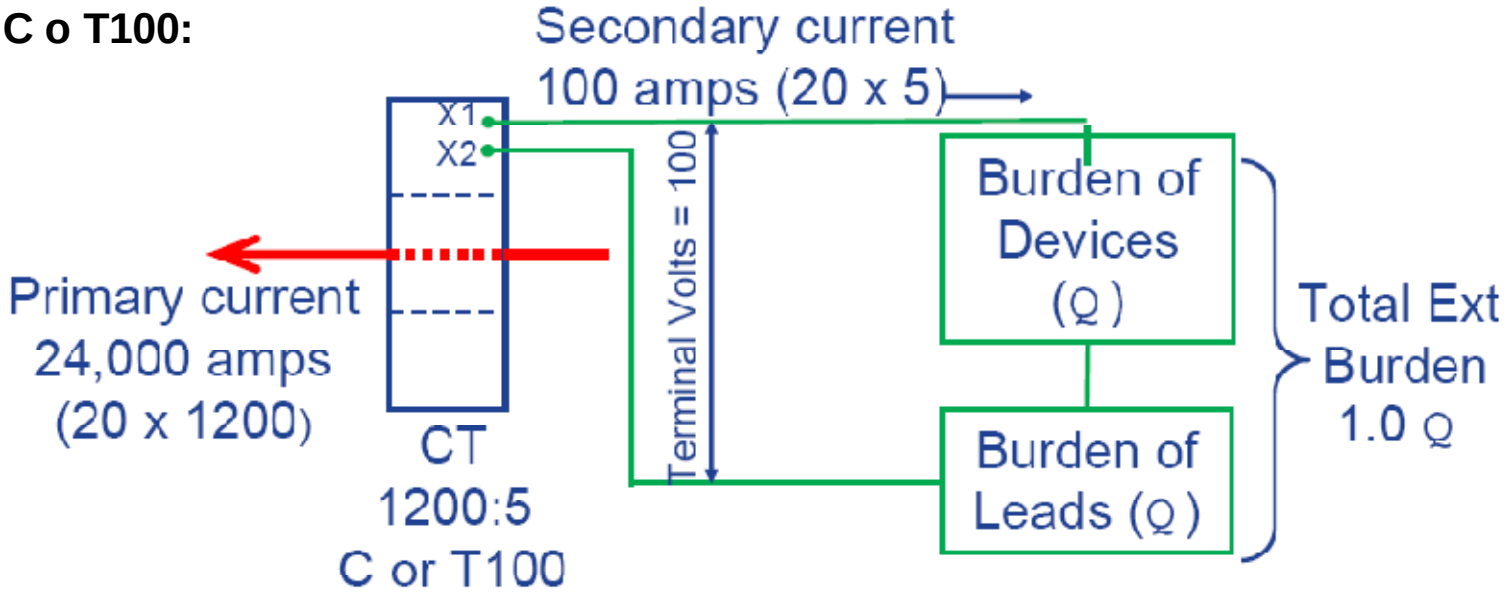
Transformadores de Corriente

Clase de Precisión Standar de CTs para Relés:

C or T100
C or T200
C or T400
C or T800

Clase (C o T___) designa la mínima tensión en el secundario (voltios) al 20% de la corriente nominal sin exceder el 10% del error de relación de transformación para una máxima carga especificada (burden).

Ejemplo: C o T100:



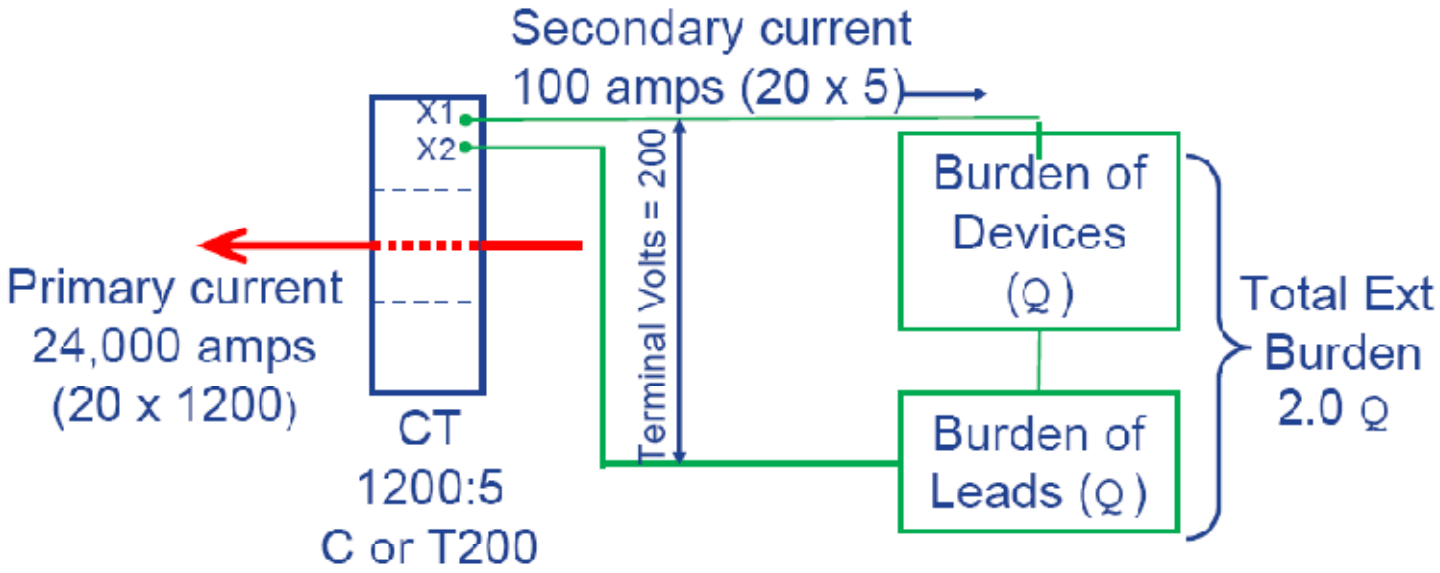
Terminal Volts = (20 times rated) (Total external burden)

100 Volts = (100 amps) (1.0 Ω)

Transformadores de Corriente

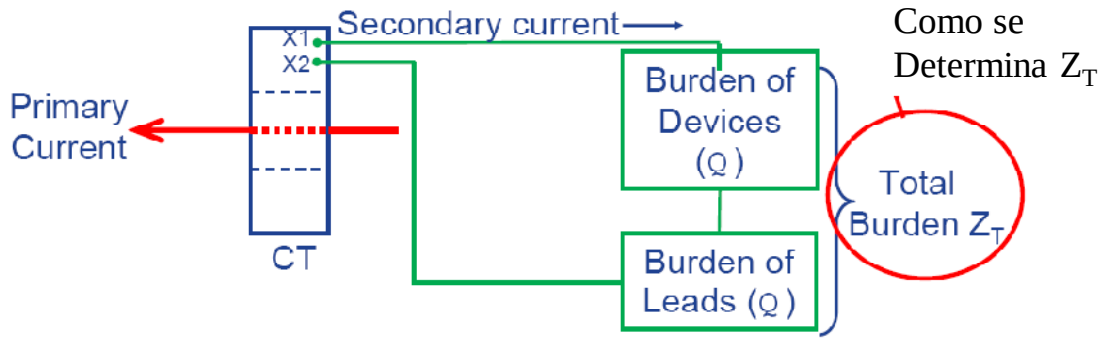
Clase de Precisión Standar de CTs para Relés:

Ejemplo: C o T200:



Terminal volts = (20 times rated) (Total external burden)

200 Volts = (100 amps) (2.0 Ω)



Transformadores de Corriente

Clase de Precisión Standar de CTs para Relés:

$$Z_T = R_{CT} + R_L + Z_B$$

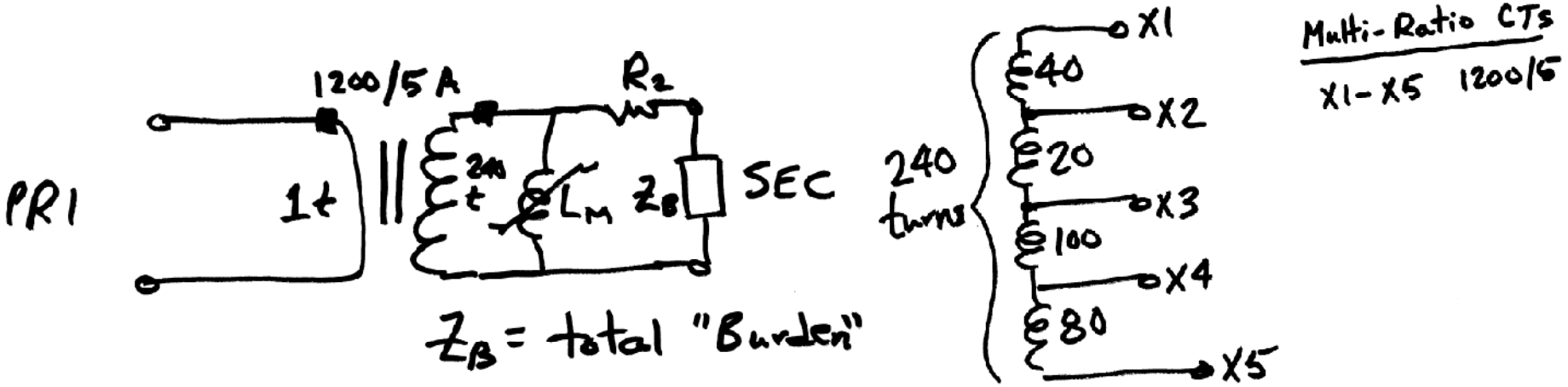
Z_T = Total burden in ohms (vector summation of resistance and inductance components)

R_{CT} = CT secondary resistance in ohms @75 deg C (DCR)

R_L = Resistance of leads in ohms (Total loop distance)

Z_B = Device impedance in ohms

Assumption: 3 phase CTs are "Y" connected



Transformadores de Corriente

Clase de Precisión Standar de CTs para Relés (Forma de Especificar):

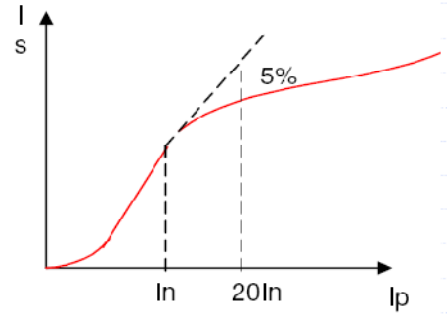
(Per IEC 60044-1)

Protection Class

__VA class __P__

Standard IEC Burdens (VA) 50/60 Hz	Standard Accuracy Class (% Composite Error)	Standard Accuracy Limit Factor (# of Times Rated Current)
2.5	5P	5
5	10P	10
10		15
15		20
30		30
40		

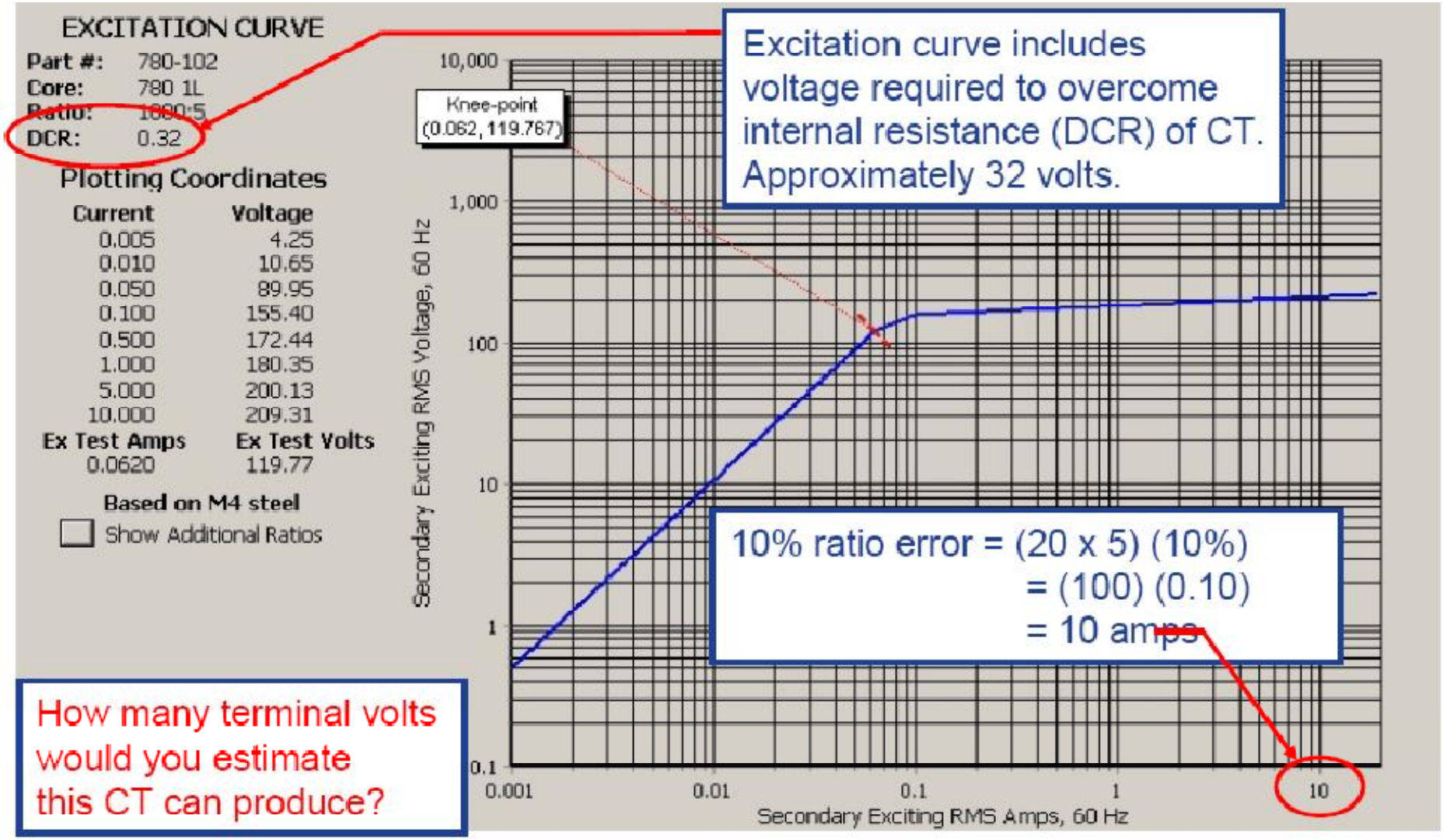
Examples: 20VA class 10P20
15VA class 5P10



Ej.. 5P20 significa 5% de error a 20In

Transformadores de Corriente

Clase de Precisión de CTs para Relés:

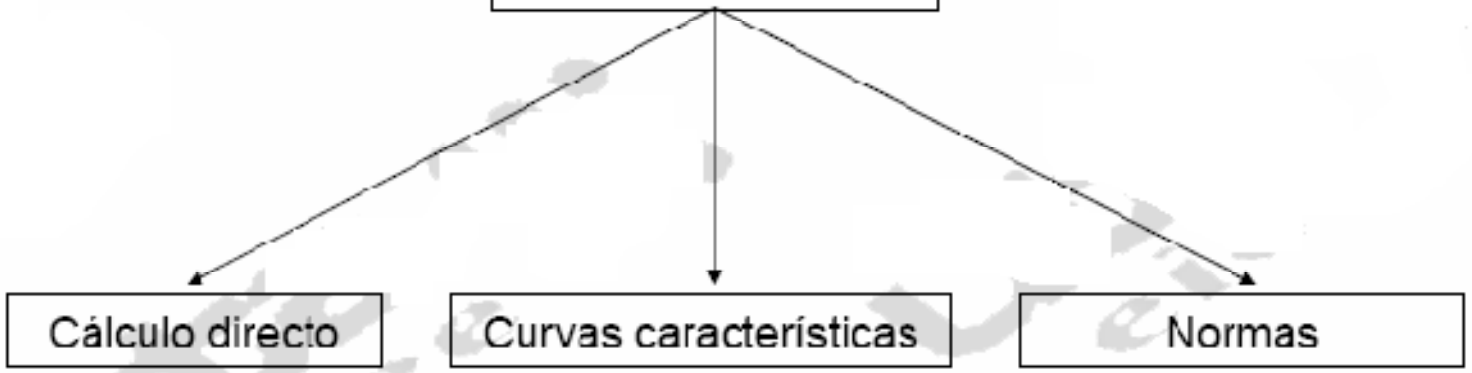


Transformadores de Corriente

Selección de TC

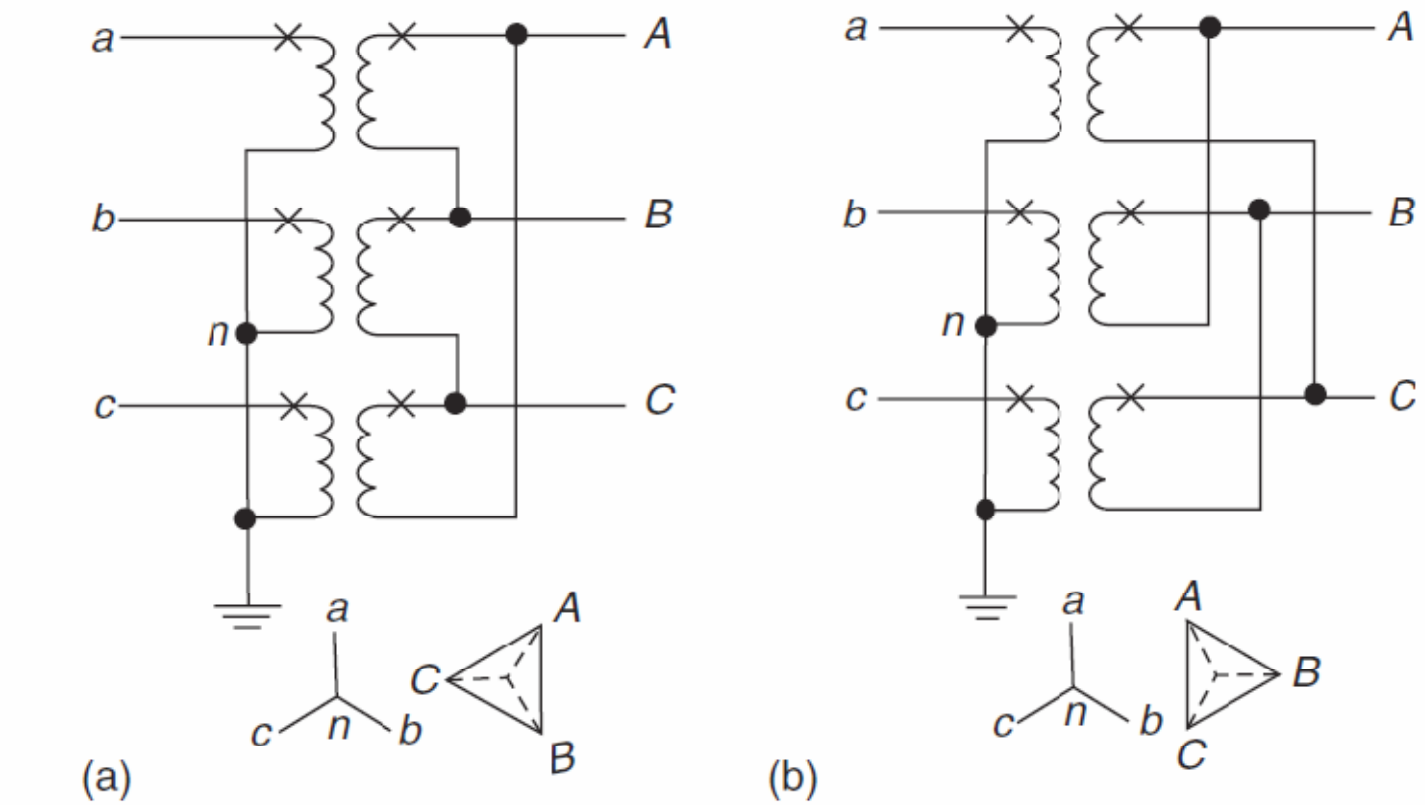
Cuando se selecciona un TC, es muy importante asegurarse que en condiciones normales de carga y en falla el núcleo no se sature y que los errores no excedan los límites aceptables. Estos factores se pueden evaluar utilizando cálculo directo, curvas de magnetización o clases de precisión. Los tres métodos requieren que se determine el voltaje de la rama de excitación:

$$E_0 = (Z_2 + Z_b)I_2$$



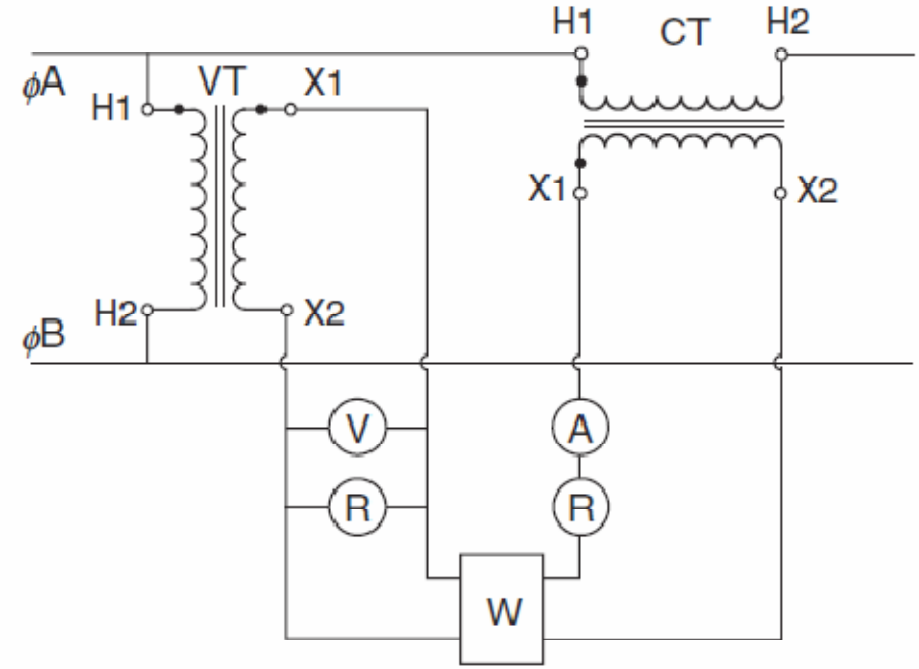
Transformadores de Corriente

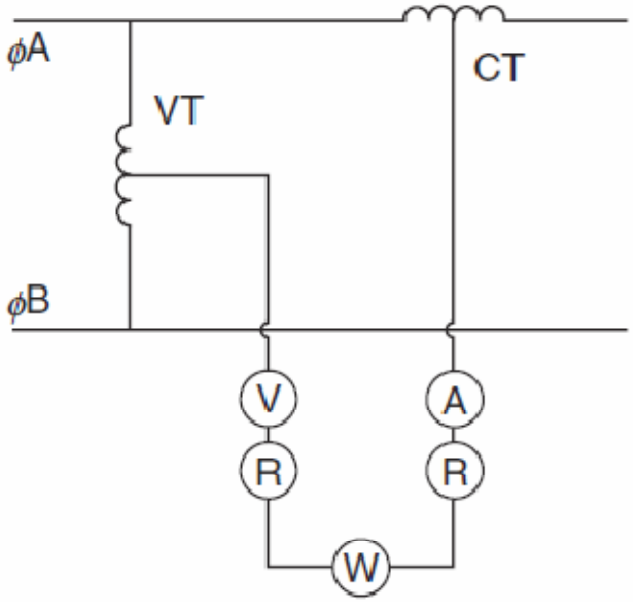
Conexiones de CTs:



Transformadores de Corriente

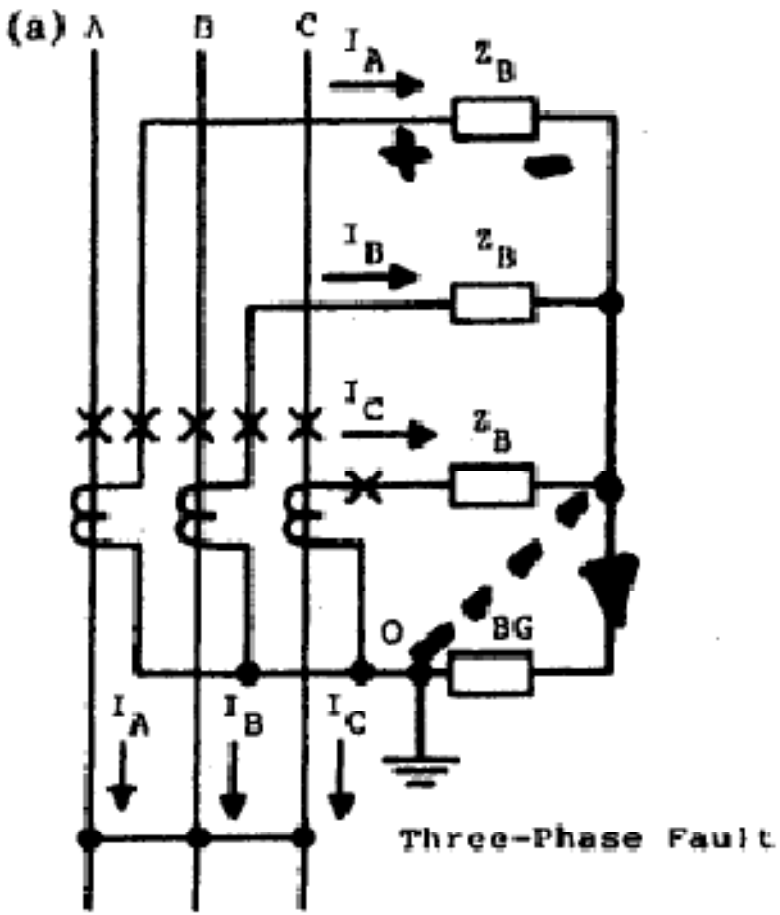
Conexiones de CTs y VTs:



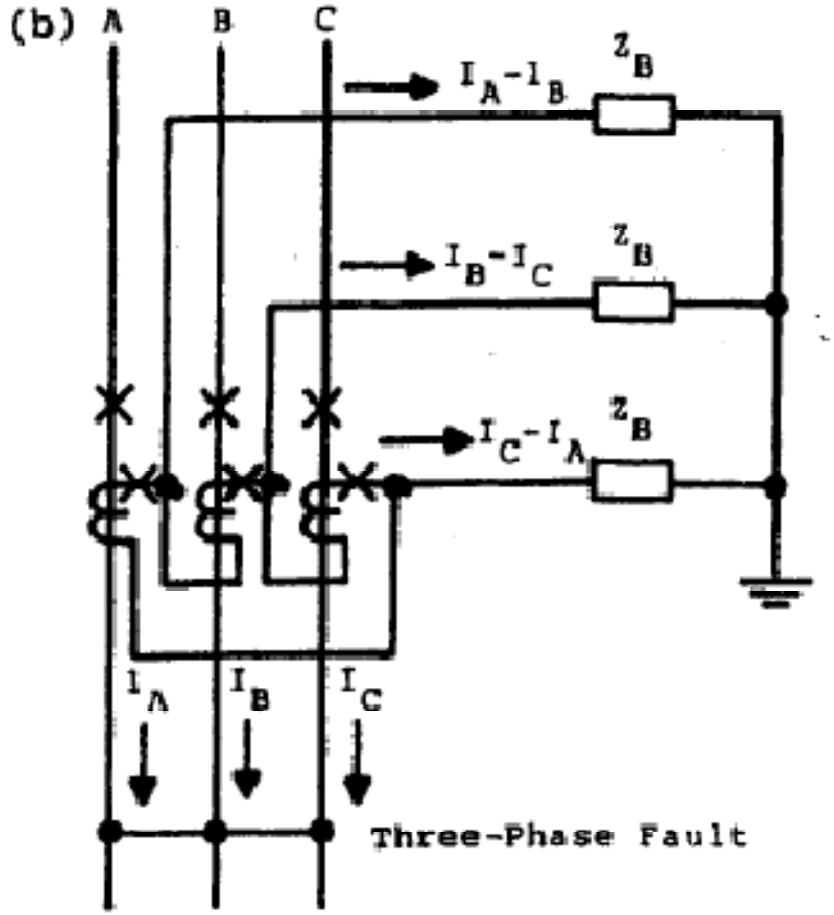


Transformadores de Corriente

Conexiones de CTs durante fallas:



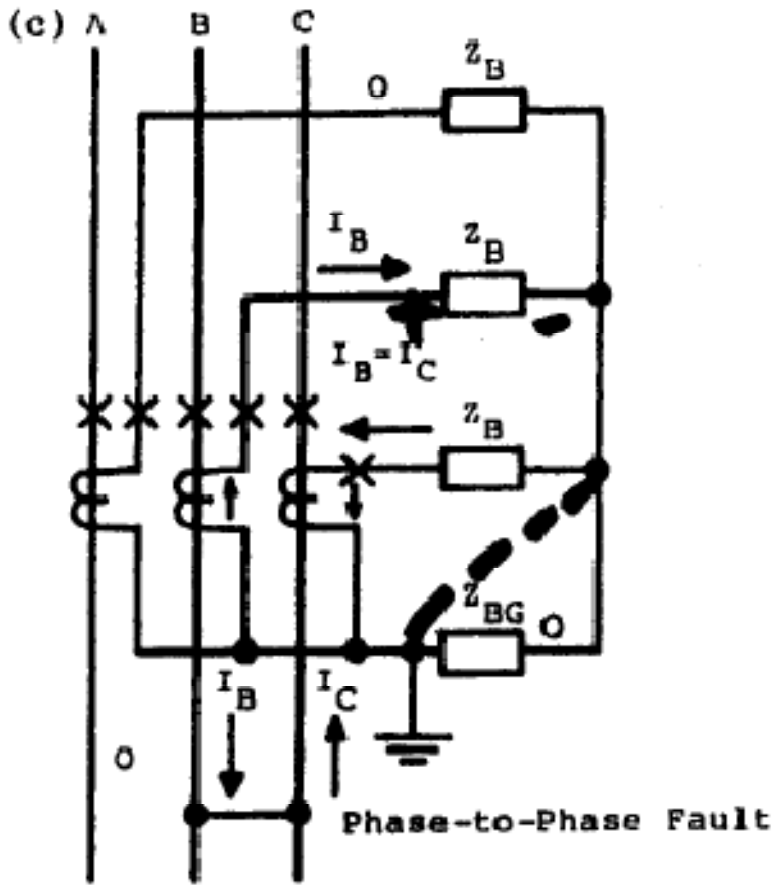
Util cuando se requiere sesar la corriente de secuencia cero.

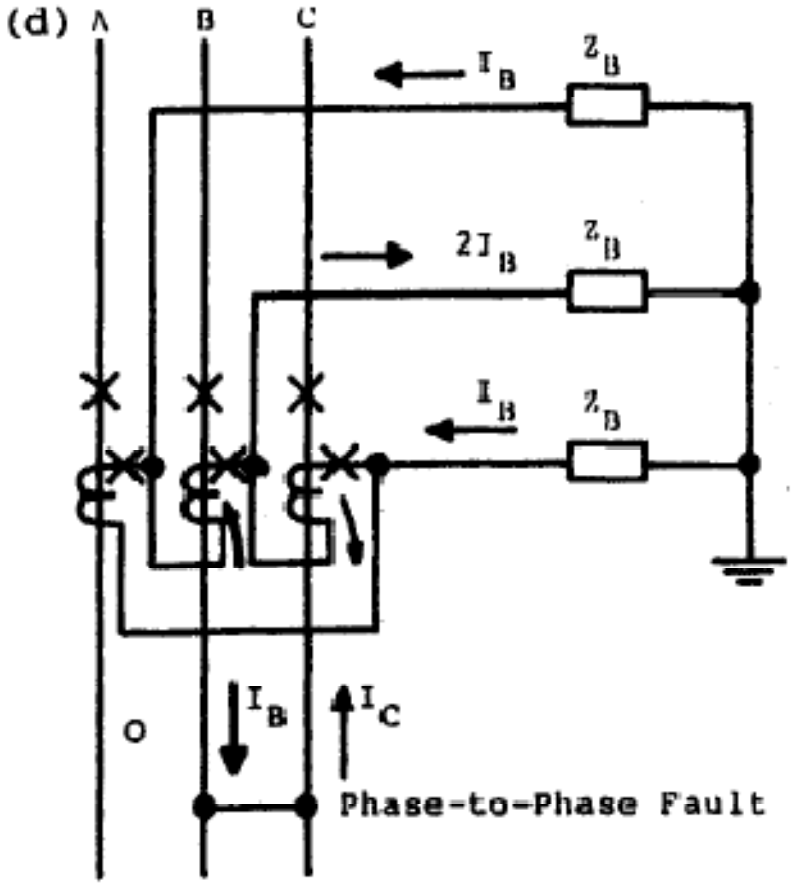


Util cuando se requiere sesar corriente sin secuencia cero (Protección de Distancia).

Transformadores de Corriente

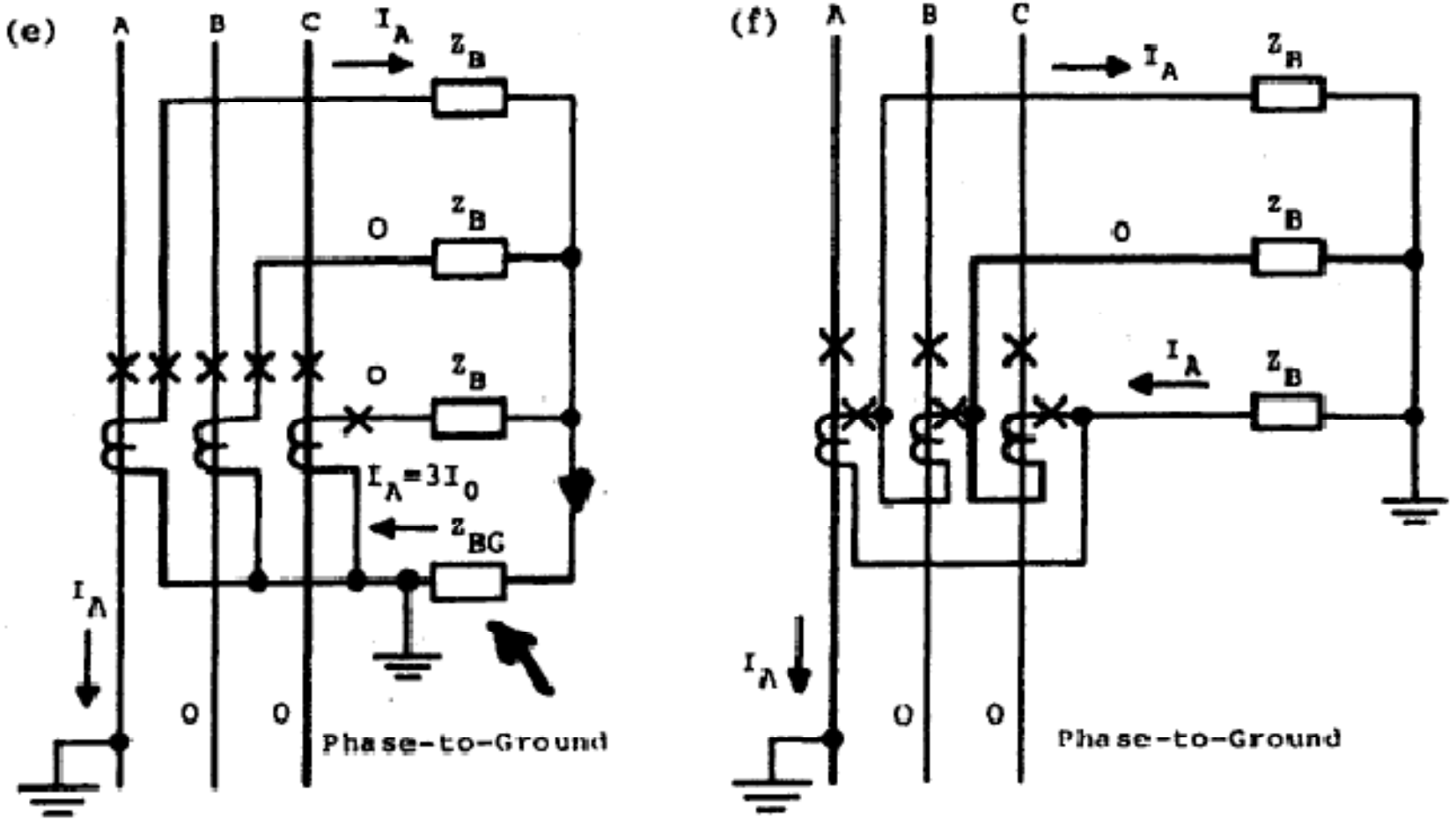
Conexiones de CTs durante fallas:





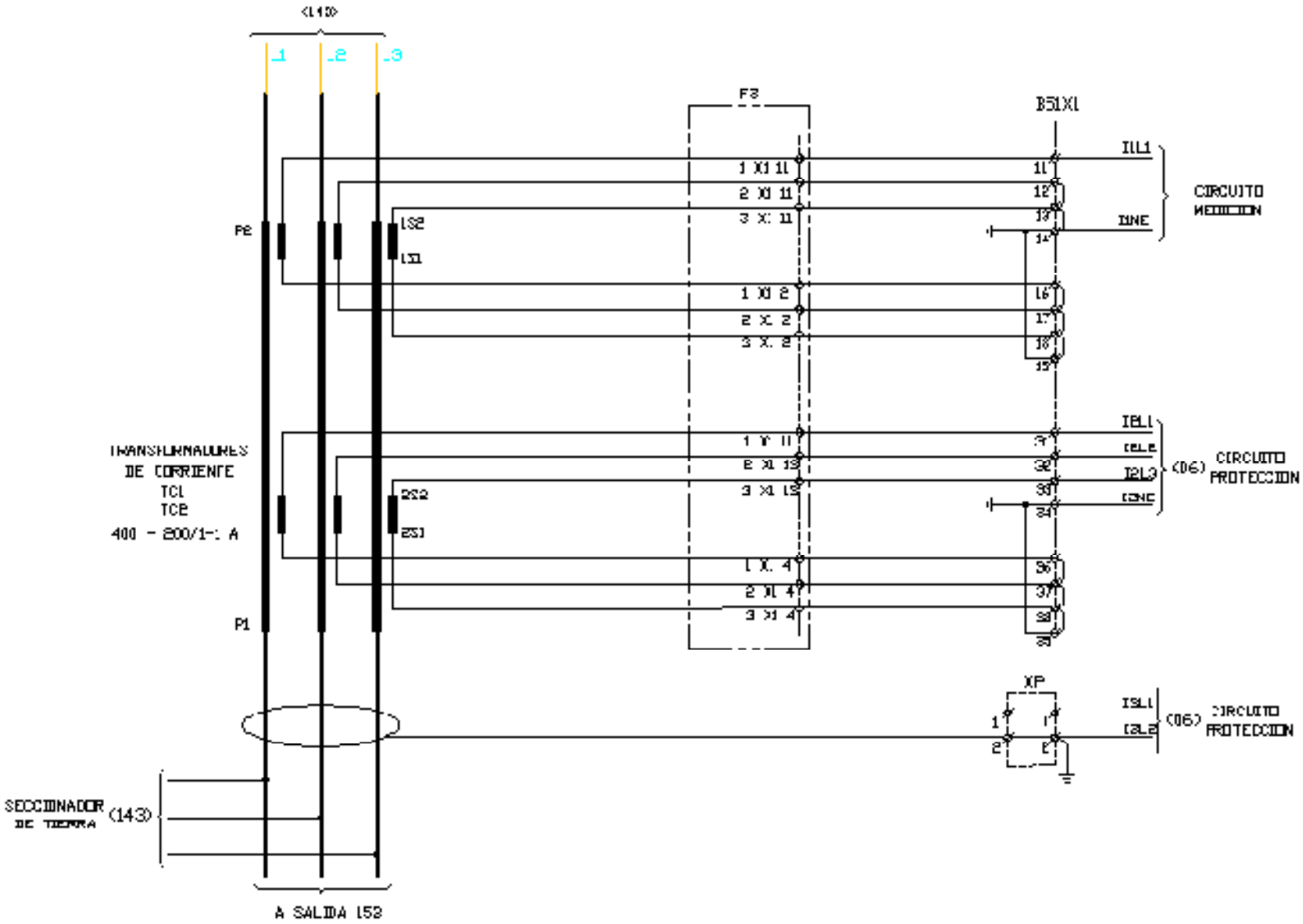
Transformadores de Corriente

Conexiones de CTs durante fallas:



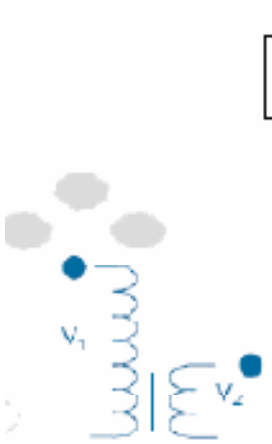
Transformadores de Corriente

Esquema Funcional:



Transformadores de Tensión

Transformadores de Tensión



Objetivo

Reducir las tensiones primarias del Sep a tensiones secundarias normalizadas

Vp < 145 kV

Vp >145 kV

TT/PP

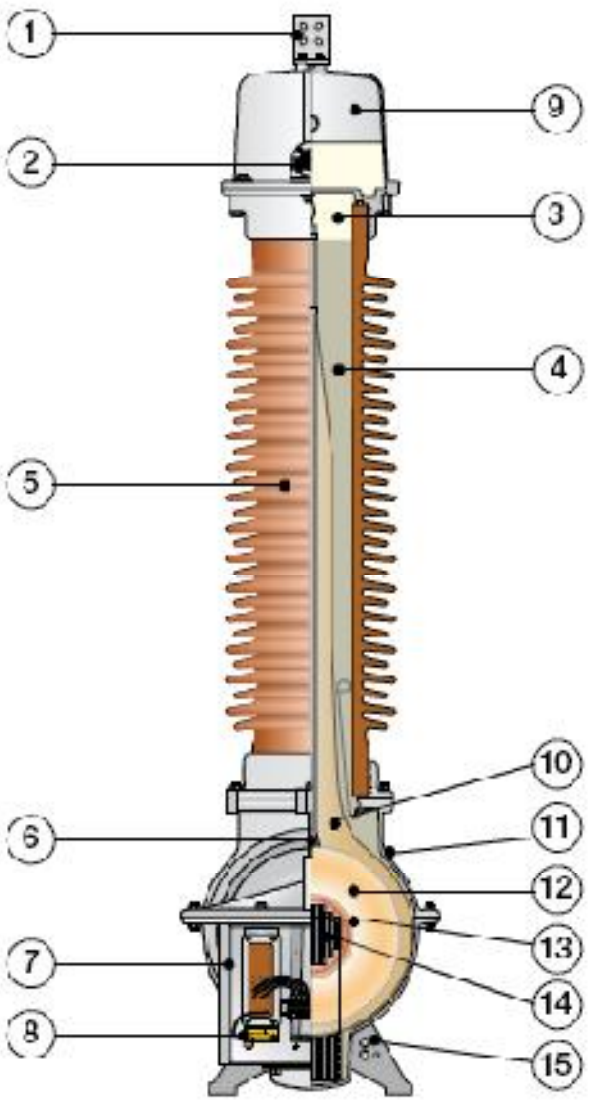
Transformador de potencial inductivo

DCP

Dispositivo capacitivo de potencial

Country	VT Standard
U.S.	IEEE C57.13
Canada	CAN-C13-M83
IEC	60044-2 (formerly 186)
U.K.	BS 3941
Australia	AS 1243
Japan	JIS C 1731

Transformadores de Tensión

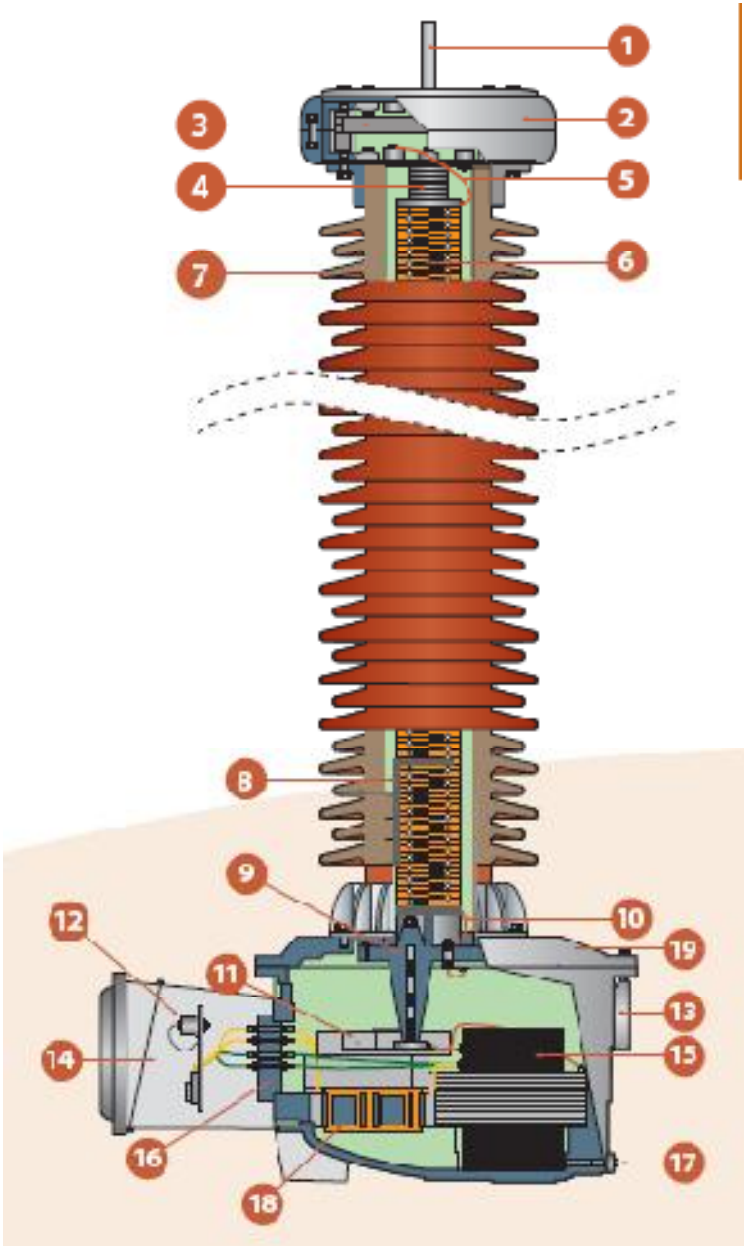


Voltage transformer EMF 145

1. Primary terminal
2. Oil level sight glass
3. Oil
4. Quartz filling
5. Insulator
6. Lifting lug
7. Secondary terminal box
8. Neutral end terminal
9. Expansion system
10. Paper insulation
11. Tank
12. Primary winding
13. Secondary windings
14. Core
15. Ground connection

Simbología

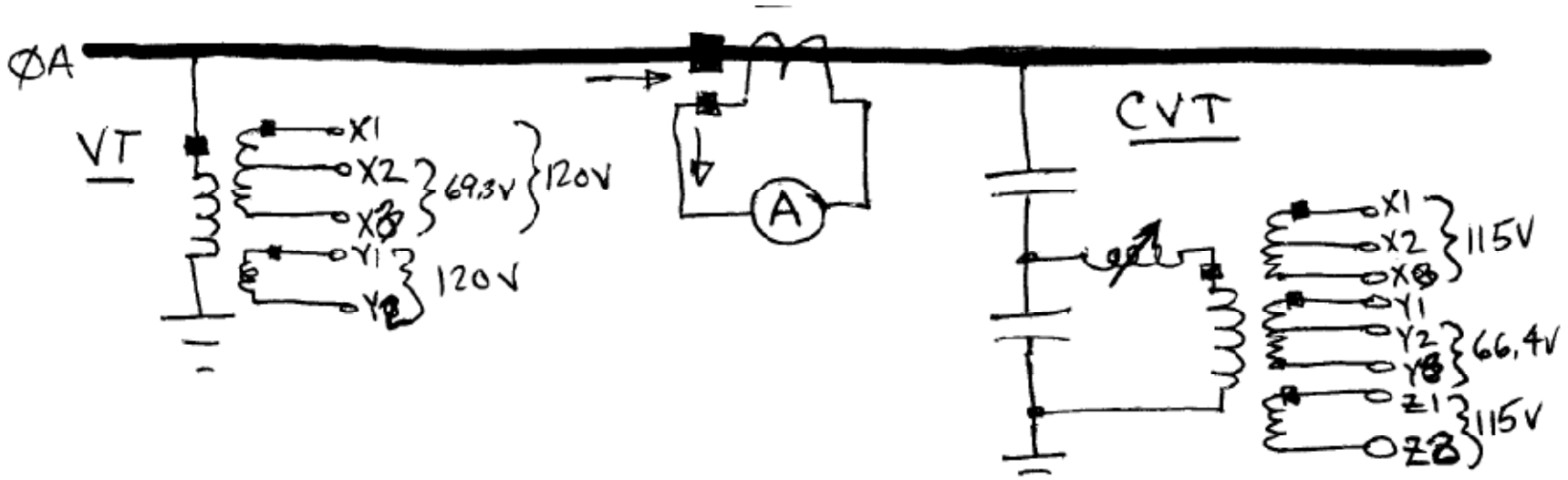
Transformadores de Tensión



1 - Primary terminal
2 - Cast aluminum bellow housing
3 - Stainless steel expansion bellow
4 - Compression spring
5 - Insulated voltage connection
6 - Capacitor elements
7 - Insulator (porcelain or composite)
8 - Voltage divider tap connection
9 - Cast-epoxy bushing
10 - HF terminal connection
11 - Ferro-resonance suppression device
12 - Secondary terminals
13 - Oil level sight-glass
14 - Aluminum terminal box
15 - Intermediate transformer
16 - Oil/air block
17 - Oil sampling device
18 - Compensating reactor
19 - Aluminum cover plate

Transformadores de Tensión

Relación de Transformación:

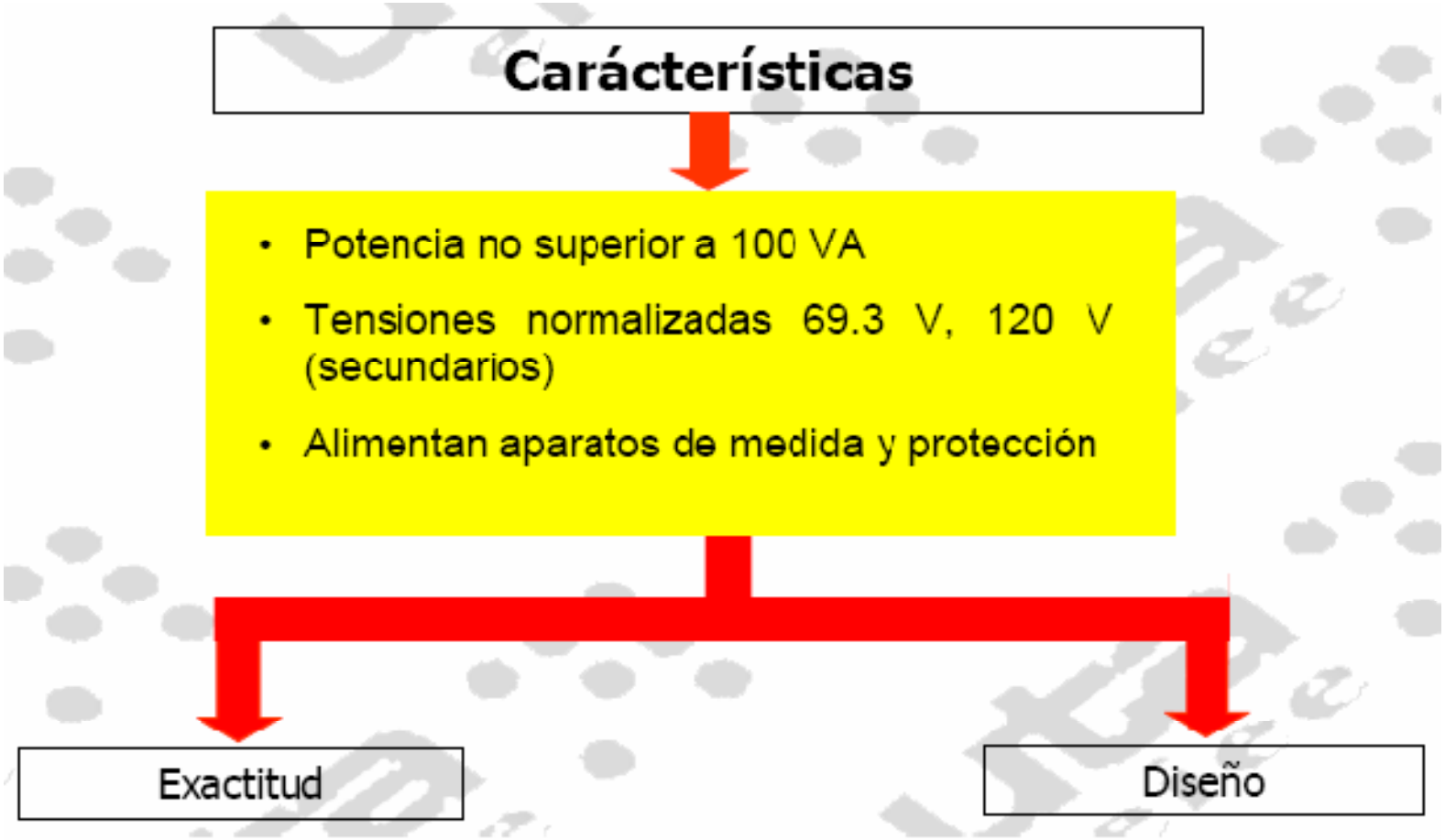


Voltage : X1-X3 : 0-120V
X2-X3 : 0-69.3V
} Voltage Tranformer (VT)

X1-X3 : 0-115V
X2-X3 : 0-66.4V
} CVT or CCVT

Los CVT (Capacitor Voltage Transformer) o CCVT (Capacitor Coupled Voltage Transformer) son usados para tensiones por encima de 69 kV y los VT para tensiones por debajo de 69 kV.

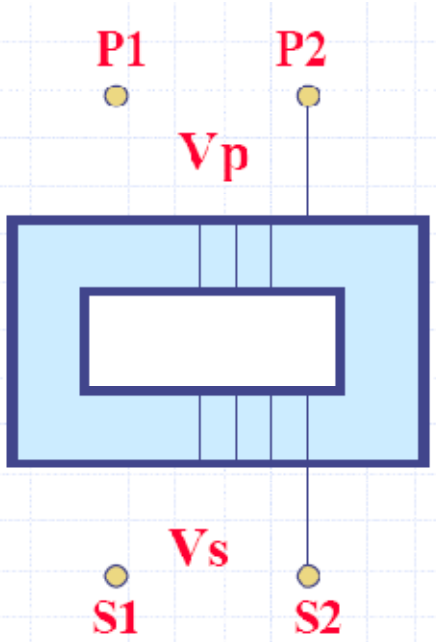
Transformadores de Tensión



Transformadores de Tensión

Relaciones de Diseño:

Vp y Vs son valores medidos



Errores de tensión

$E\% = \{(KVs - Vp)/Vp\} \times 100$

Relación de transformación

$Vp/Vs = Np/Ns = K$

Tensión inducida

$Vs = 2{,}22 NsxBxSx10^{-6}\ V$

Para una tensión entre 80% y 120% de Vn, con una carga comprendida entre 25% y 100%

Clase 0,1	Laboratorio
Clase 0,2	Patrones portátiles, relés digitales
Clase 0,5	Relés, aparatos de medida
Clase 1,0	Aparatos de cuadro, electromagnéticos
Clase 2,0	Para uso en general

Transformadores de Tensión

Consideraciones para la elección de un TT

Tipo de instalación:	Interior o exterior
Nivel de aislamiento y frecuencia nominal	
Relación de transformación:	Esta debe ser normalizada
Clase de precisión:	Se elige en base a la utilización que se le da al transformador.
Número de secundarios:	si se desea varios niveles de tensión en el secundario, o si se desea realizar protección y medida
Detalles constructivos:	Montaje ,conexión entre fases o tierra

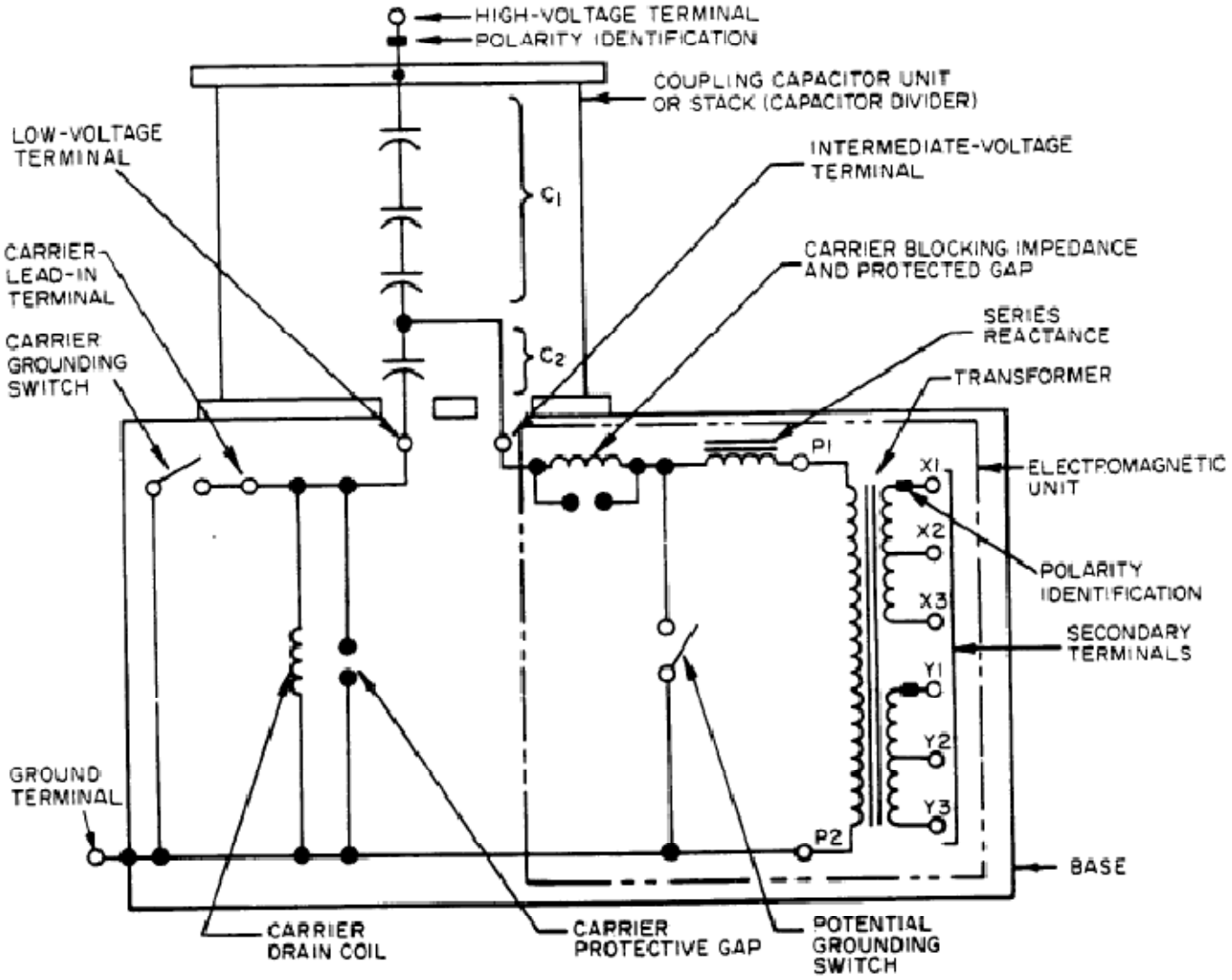
Transformadores de Tensión

Burden Estandar:

Characteristics on standard burdens*			Characteristics on 120 V basis			Characteristics on 69.3 V basis		
Designation	*VA*	*Power factor*	*Resistance (Ω)*	*Inductance*	*Impedance (Ω)*	*Resistance (Ω)*	*Inductance*	*Impedance (Ω)*
W	12.5	0.10	115.2	3.0400	1152	38.4	1.0100	384
X	25.0	0.70	403.2	1.0900	576	134.4	0.3640	192
M	35.0	0.20	82.3	1.0700	411	27.4	0.3560	137
Y	75.0	0.85	163.2	0.2680	192	54.4	0.0894	64
Z	200.0	0.85	61.2	0.1010	72	20.4	0.0335	24
ZZ	400.0	0.85	30.6	0.0503	36	10.2	0.0168	12

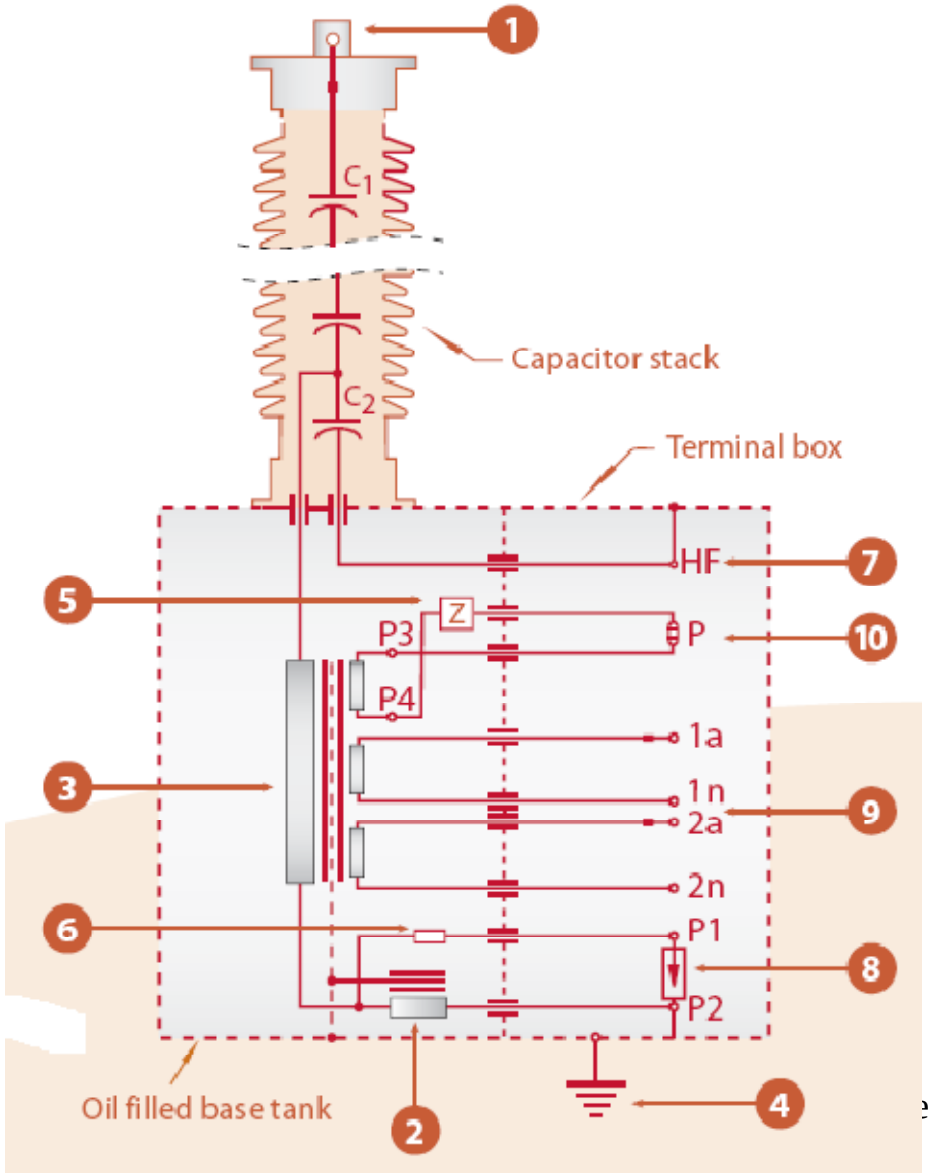
Transformadores de Tensión

Esquema físico:



Transformadores de Tensión

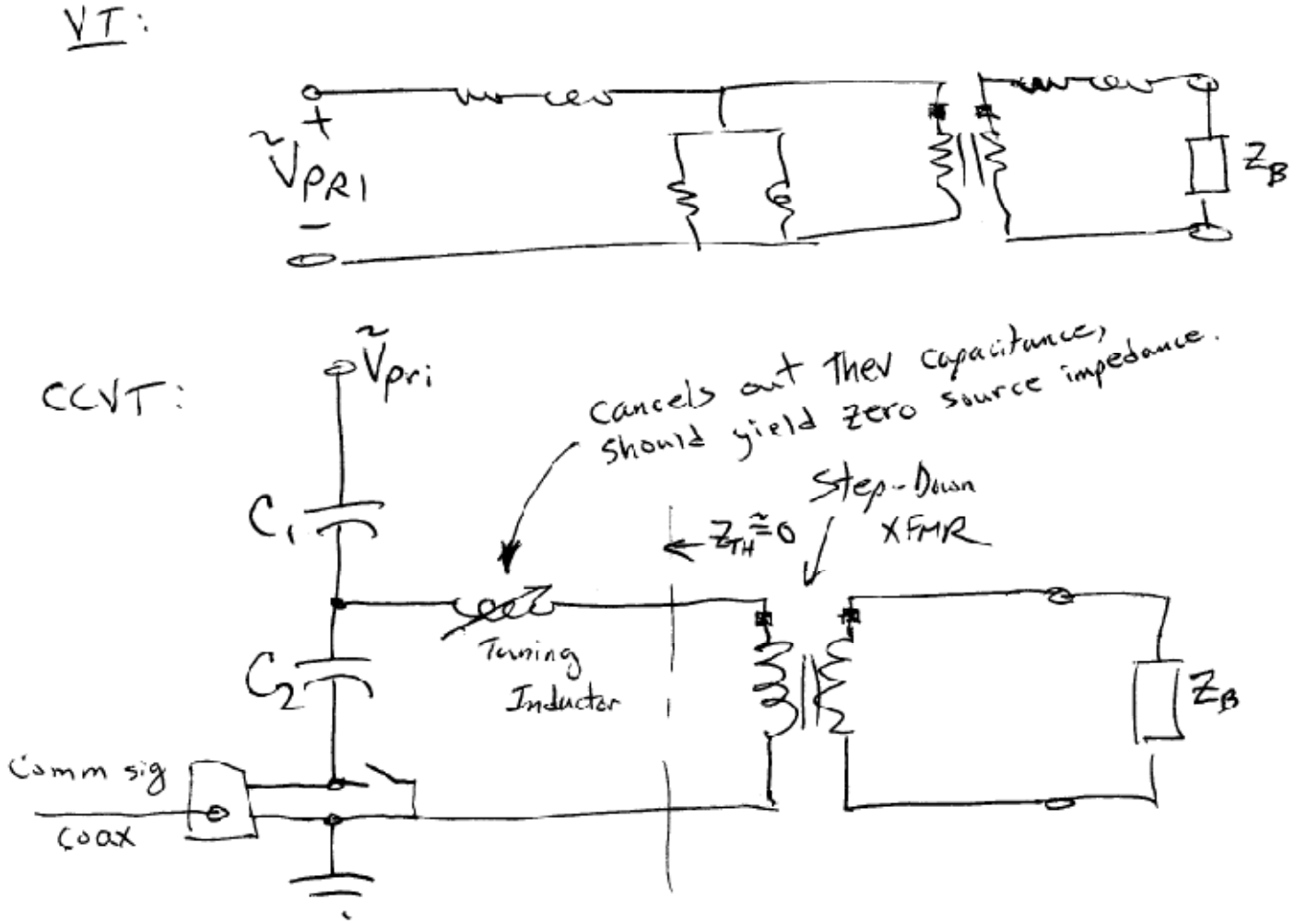
Esquema del Diagrama:



1. High Voltage terminal
2. Compensation reactor
3. Intermediate voltage transformer
4. Ground terminal
5. Ferro-resonance suppression device
6. Damping resistor
7. Carrier (HF) terminal (optional)
8. Overvoltage protective device
9. Secondary terminals
10. Link, to be opened for test purposes

Transformadores de Tensión

Circuitos del CVT:



Clase de Presición de 1.2R para Protección.

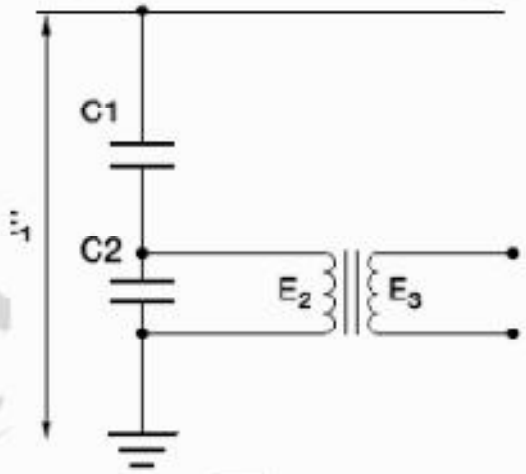
Transformadores de Tensión

CVT:

Objetivo

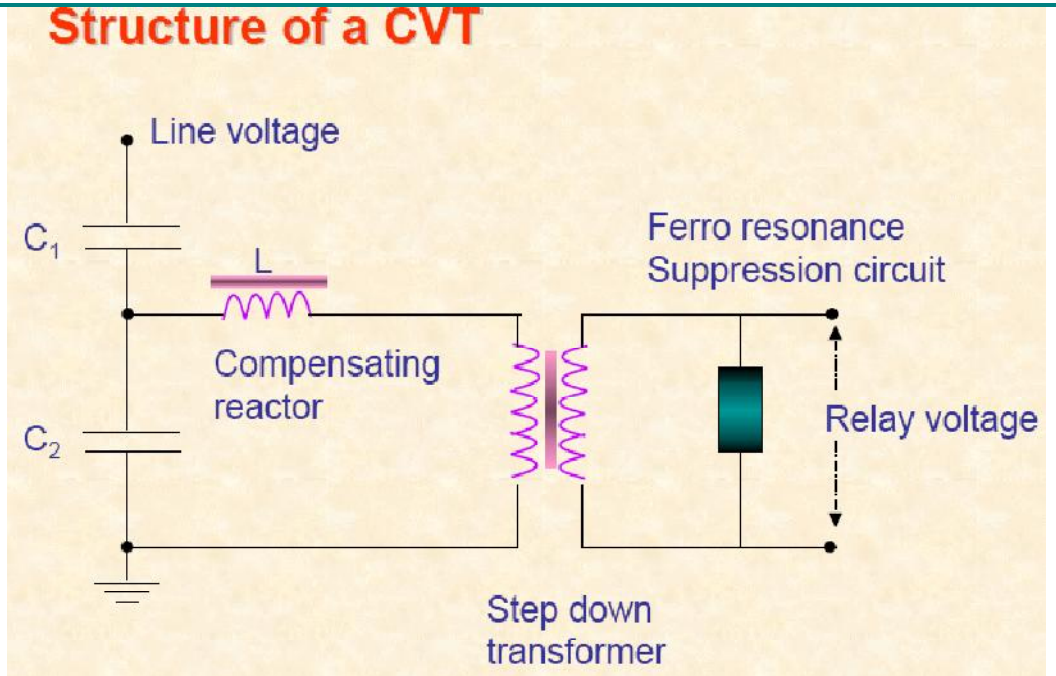
Reducir las tensiones primarias sobre 145 kV a tensiones secundarias normalizadas

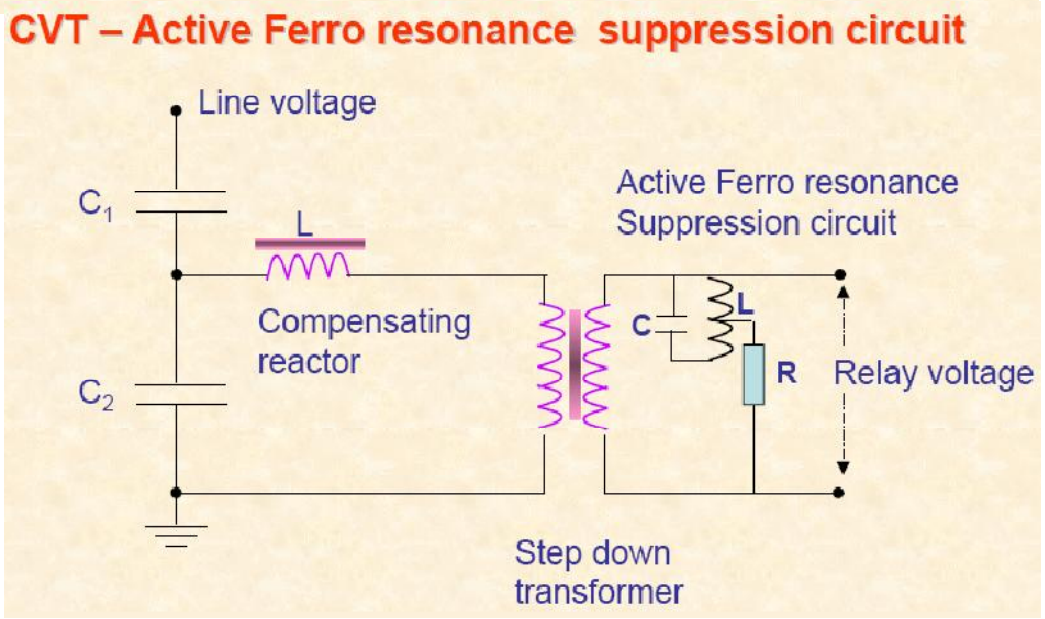
Más económico en AT



Transformadores de Tensión

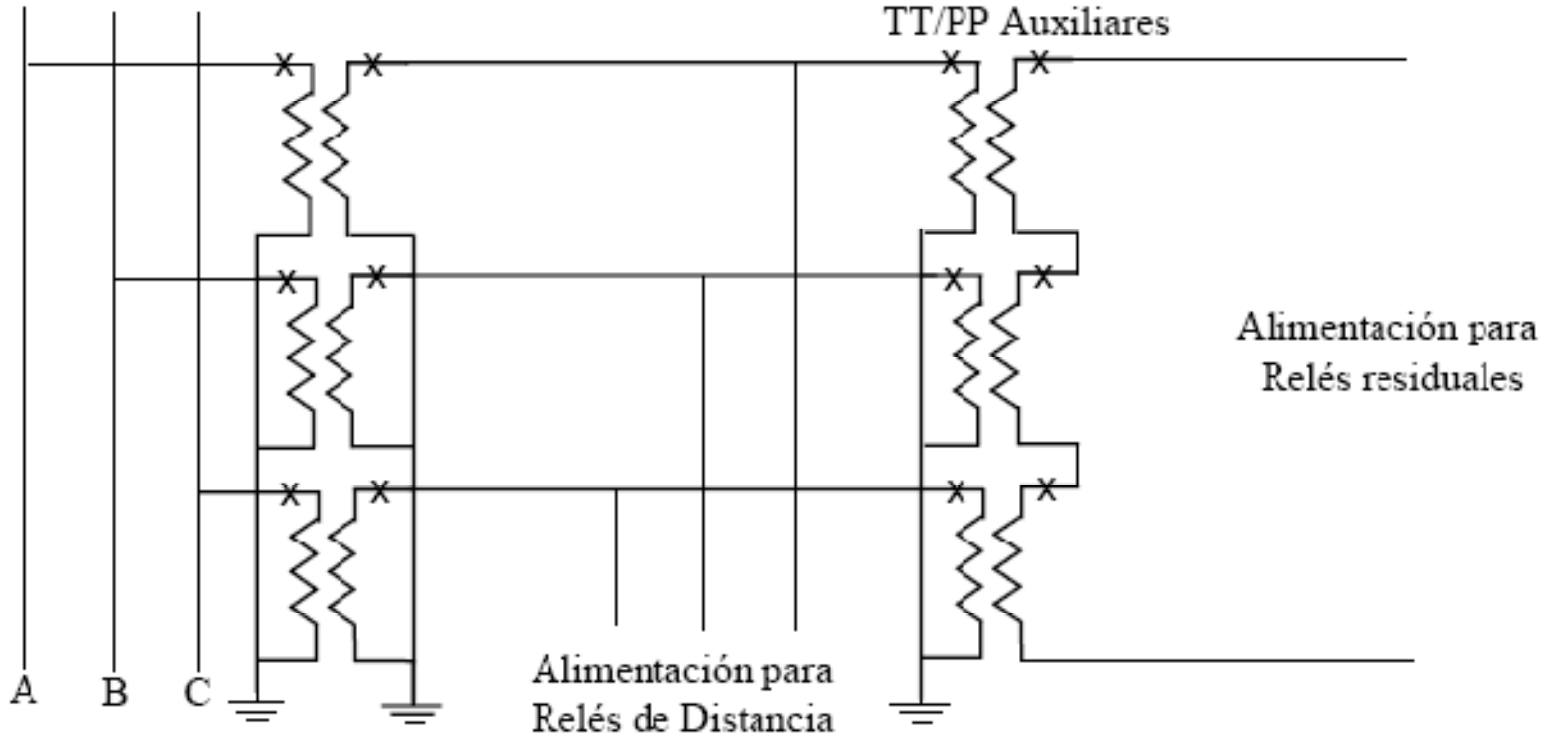
Circuitos del CVT:





Transformadores de Tensión

Conexiones del CVT:

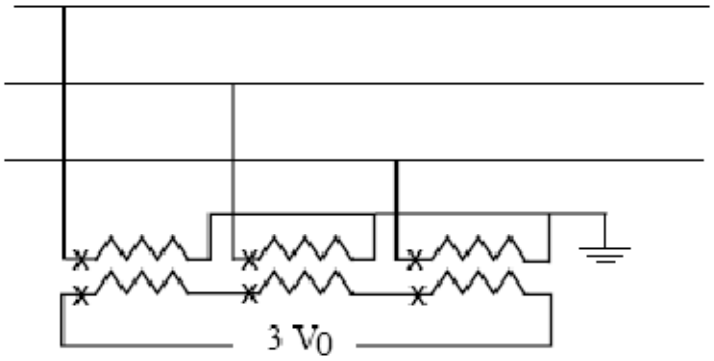


Conexión Y/Y de transformadores de potencial

Requiere tensiones de línea.

Transformadores de Tensión

Conexiones del CVT:



Estrella-Delta Abierta para polarizar relés direccionales de tierra.

Estas conexiones se muestran en las Figuras 2.8 a) y b) y se utilizan cuando sólo se requieren tensiones entre fases. La conexión V/V es bastante utilizada con propósitos de medida, pues se obtiene un sistema de tensiones trifásico con dos TT/PP solamente, lo que la hace más económica.

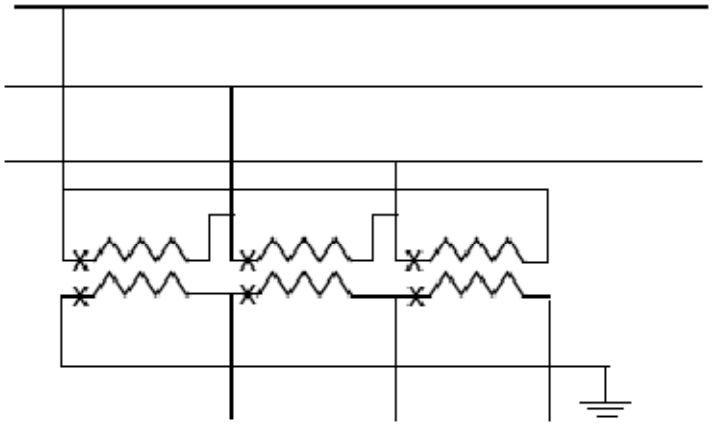


Figura 2.8 a) TT/PP conectados en Δ/Δ

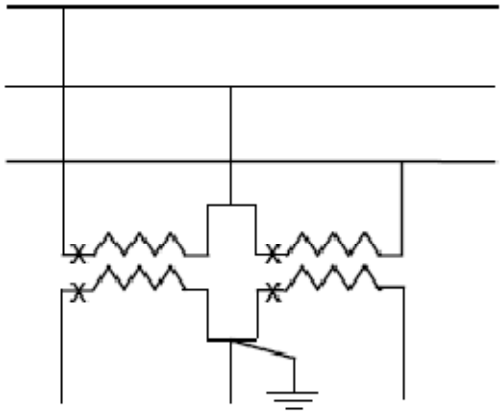
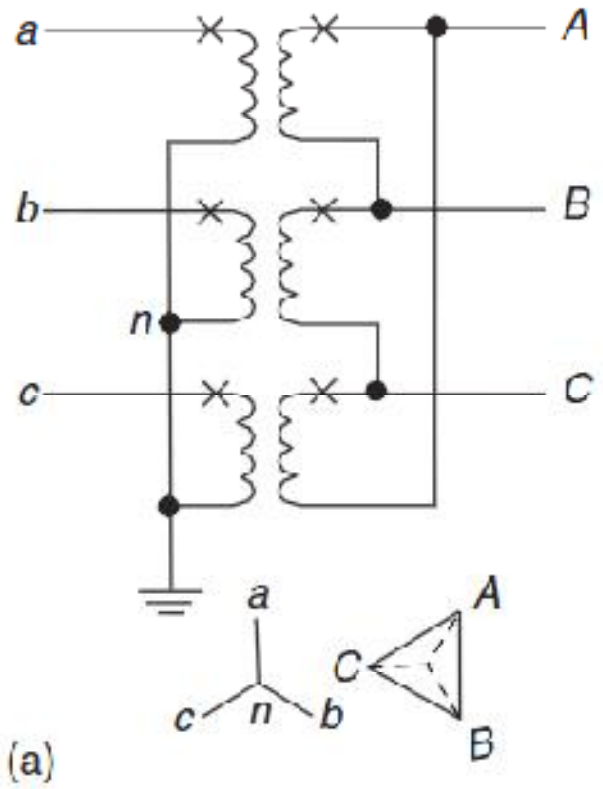


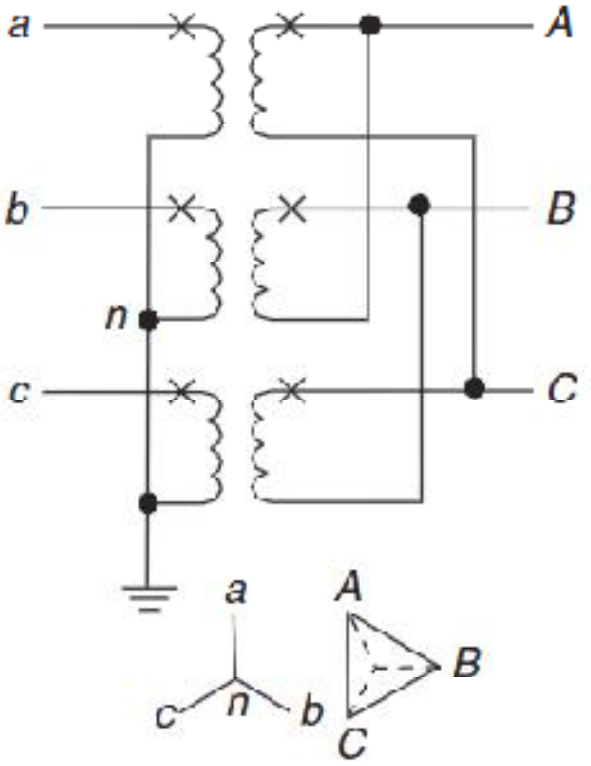
Figura 2.8 b) TT/PP conectados en V/V

Transformadores de Tensión

Conexiones del CVT:



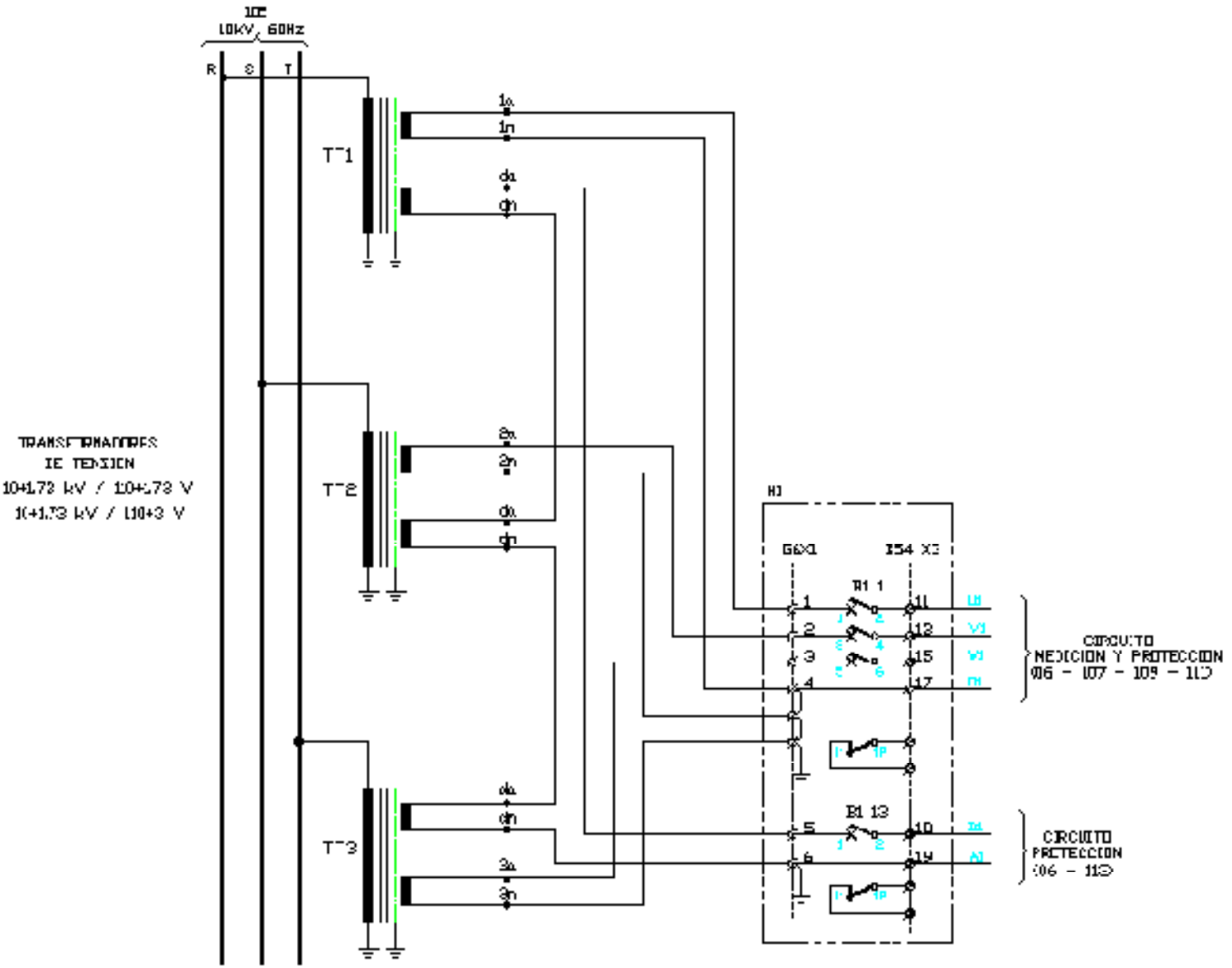
(a)



(b)

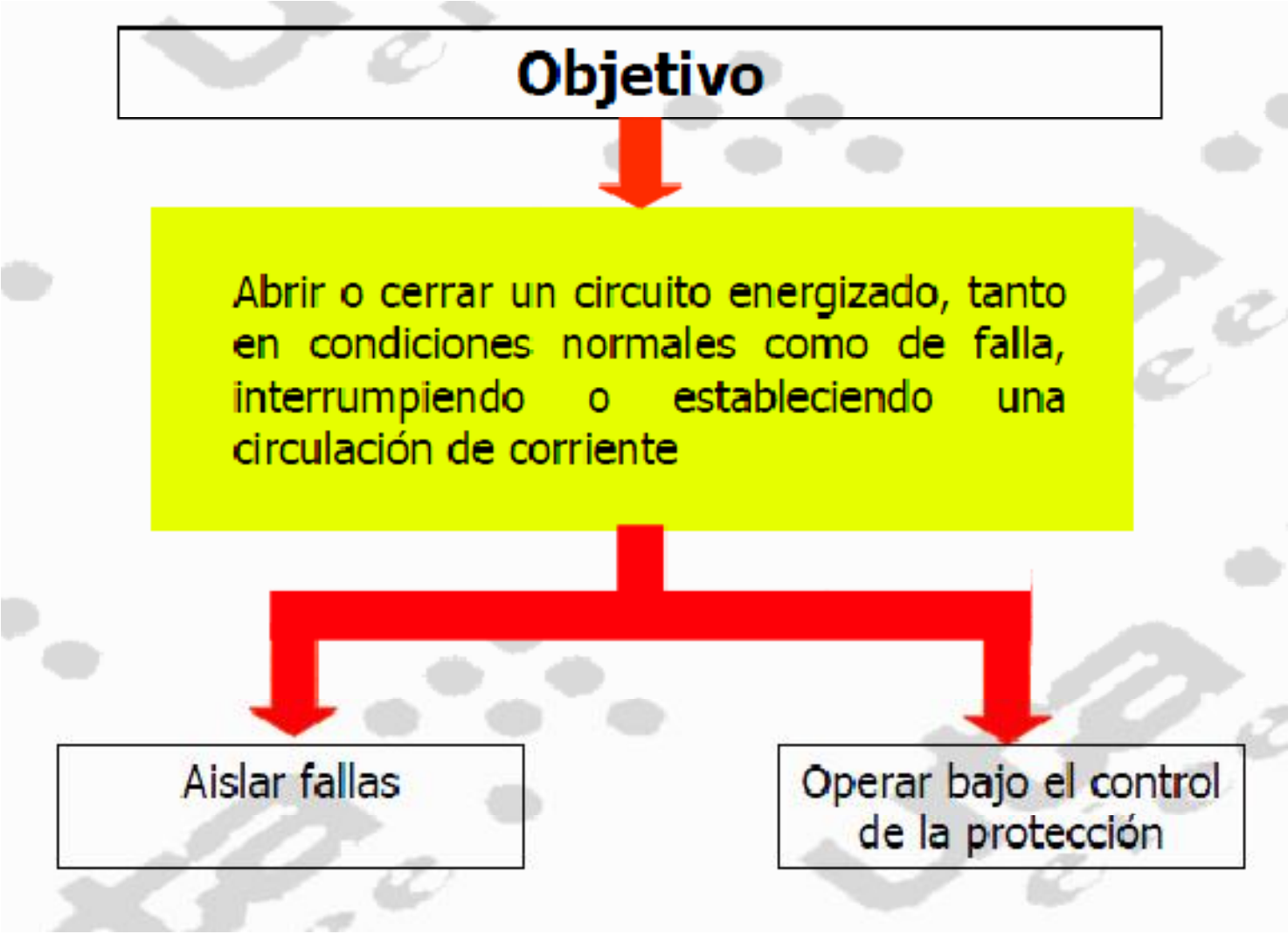
Transformadores de Tensión

Esquema Funcional:

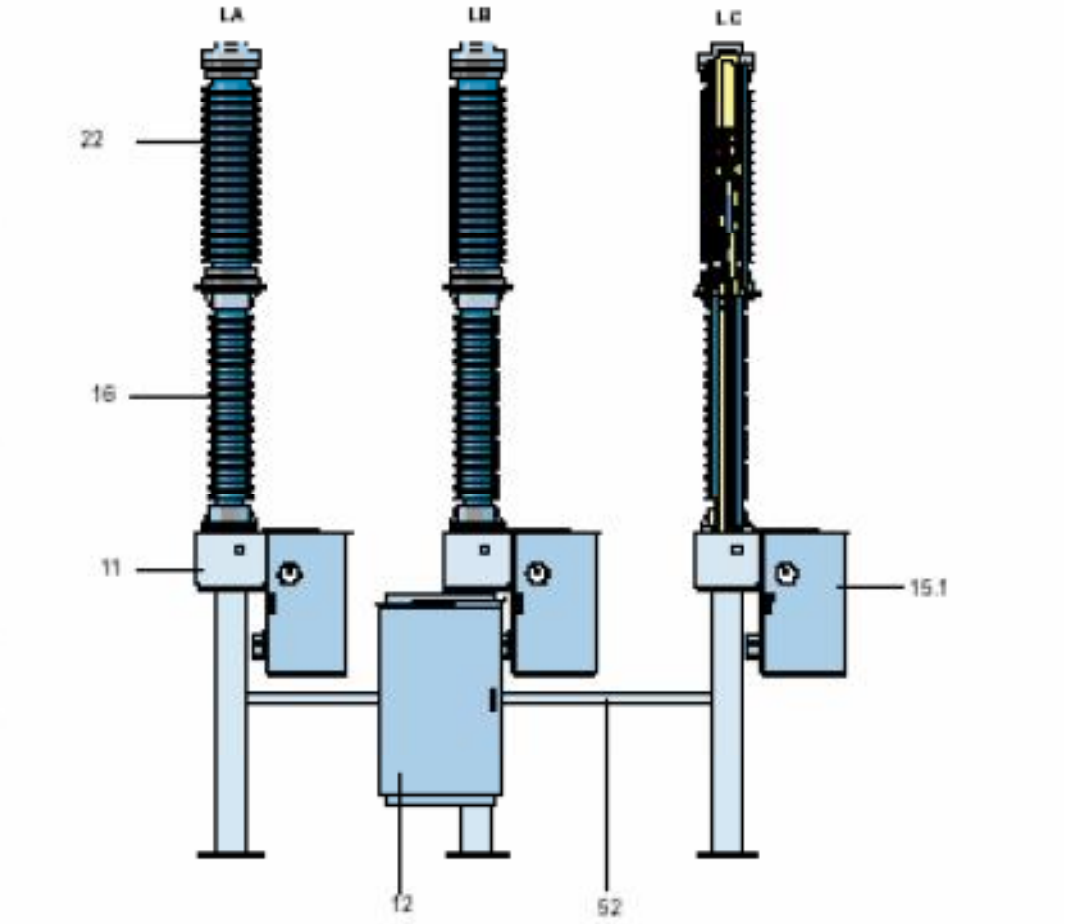


Interruptores de Potencia

Interruptores de Potencia



Interruptores de Potencia



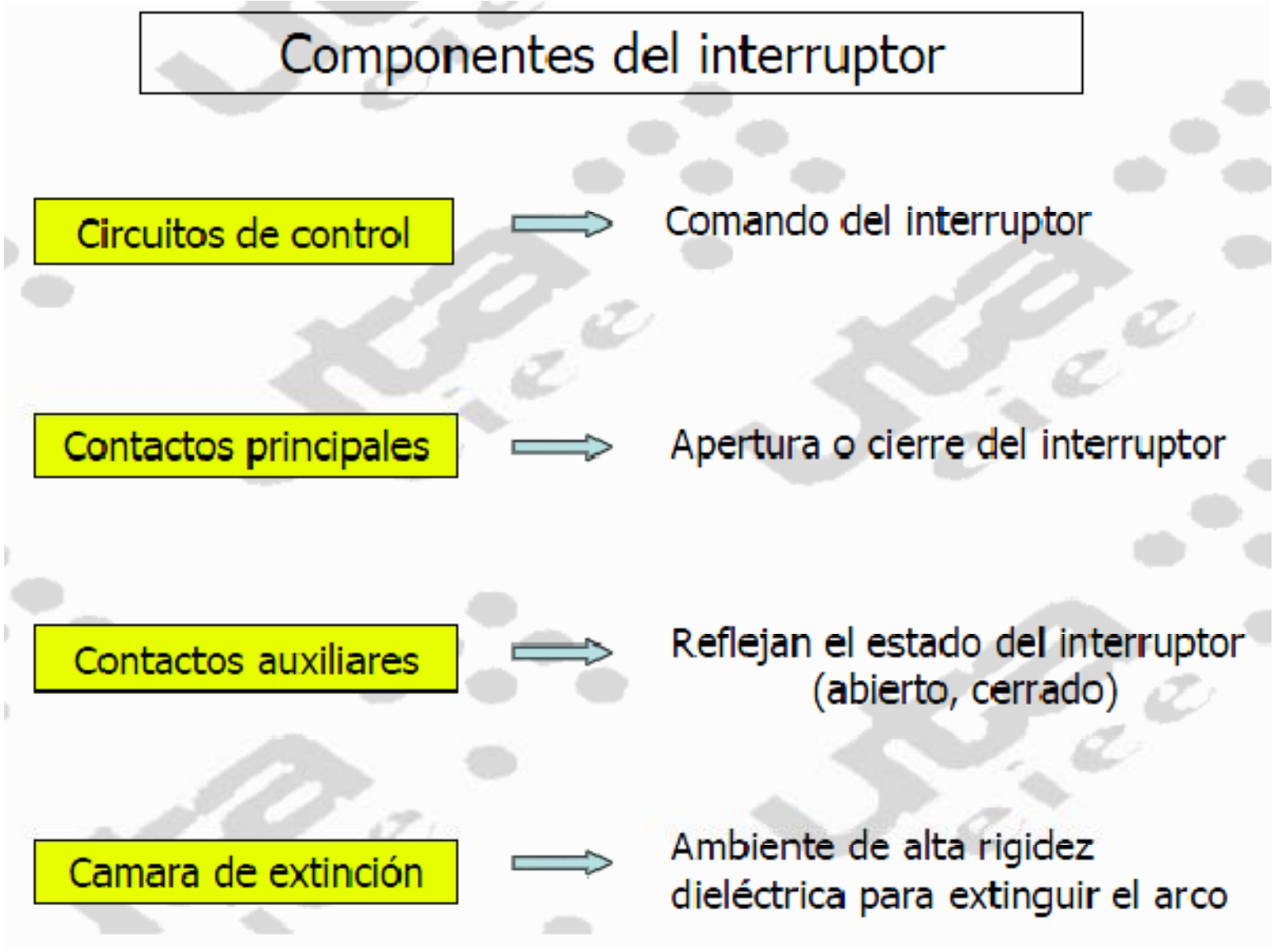
11	Träger
12	Steuermechanik
15.1	Antriebsmechanik
16	Stützer
22	Unterbrechereinheit
52	Kabeleinführung

Fig. 1 Aufbau des Leistungsschalters 3AP1 FI

11	Soporte
12	Armario de mando
15.1	Armario del mecanismo de accionamiento
16	Aislador de apoyo
22	Unidad ruptora
52	Terminal de cables

Fig. 1 Constitución del interruptor de potencia 3AP1 FI

Interruptores de Potencia



Interruptores de Potencia

Características fundamentales del interruptor

Rapidez de separación de los contactos principales →

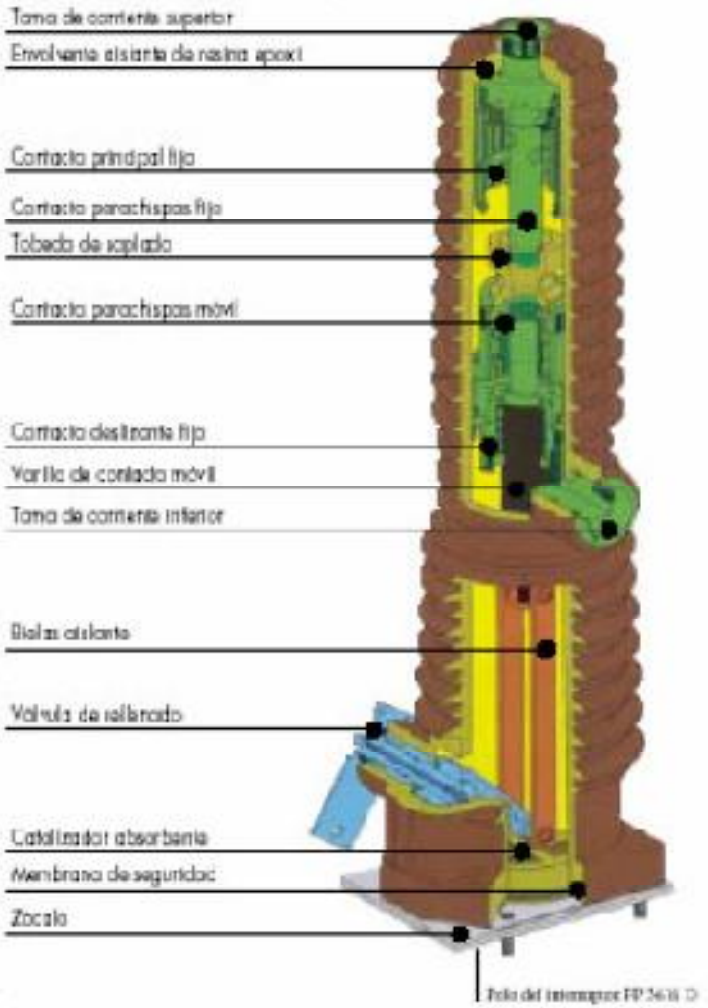
- Minimizar tiempo de apertura
- El tiempo se expresa en ciclos

Capacidad de interrupción →

- Garantizar la interrupción de la máxima corriente de cortocircuito

Interruptores de Potencia

Interruptores MT SF6 (interior)



Interruptores de Potencia

Interruptores de vacio (interior)

Ventajas del vacio

- Excelente estabilidad de las características eléctricas y mecánicas.
- Mayor fiabilidad.
- Elevada longevidad.
- No contaminante.

Interruptores de Potencia

Reclosers

- Environmentally friendly, oil free and gas free
- Compact, light weight, easy for transportation
- Reliable single moving part with magnetic actuator.
- Vacuum interruption with no hazardous arcing products.
- DNP 3.0 communications protocol and SCADA capability
- RTU and control mounted in one control cabinet with space for modem, etc.
- Voltage, current, power metering and underfrequency load shedding
- Record of operation, fault and waveform data for power line and load profile data
- Microsoft Windows-based EVRC2A interface software
- Microprocessor based protection.

Interruptores de Potencia

Definición.

Dispositivo destinado a la conexión y desconexión de un circuito eléctrico en condiciones de operación normal de carga, en vació y en condiciones de falla (sobrecorrientes y cortocircuitos) tan rápido como sea posible, de tal forma que se limite al mínimo los posibles daños a los equipos.

Partes Constructivas.

- Parte Activa: Constituida por la cámara de extinción de arcos, los contactos fijos y los contactos móviles con sus respectivos mecanismos de operación.
- Parte Pasiva: Constituida por la estructura que soporta la parte activa.
- Accesorios: formado por los bushings, válvulas, conectores de tierra, placa de medición y otros accesorios..

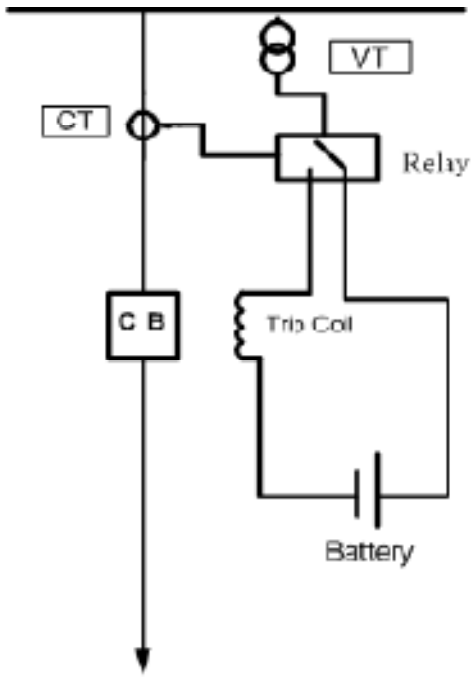
Clasificación.

- Sistema de Tensiones: monopolar y tripolar.
- Mecanismo de Accionamiento: Hidráulicos, neumáticos, energía almacenada en resortes y mixto.
- Medio en el que se encuentran los contactos: Inmersos en aceite, hexafloruro de azufre, aire y vacío.
- Método de Extinción del Arco: Gran volumen de aceite, pequeño volumen de aceite, aire comprimido, hexafloruro de azufre, vacío y soplado magnético.
- Tipo de Operación: Interruptor y reconectador.

Interruptores de Potencia

Tipos de interruptores de poder

- Interruptores en aire
- Interruptores en vacío
- Interruptores en aceite
- Interruptores en gas



CB = 52 : Interruptor de poder

Interruptores de Potencia

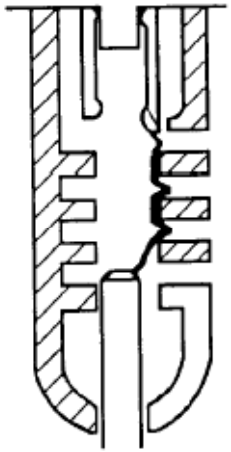
Interruptores en Aceite.

Los dispositivos de interrupción son inmersos en aceite aislante.

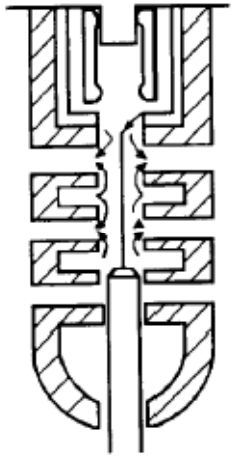
La extinción del arco se da a través de la generación de gases, principalmente hidrógeno por la descomposición de las moléculas del aceite por las altas temperaturas dadas en la región que se presenta el arco eléctrico.

Existen dos tipos de cámaras de extinción de arco:

- Cámaras de soplo transversal



- Cámaras de soplo Axial



-Existen dos categorías de interruptores en aceite: los de gran volumen de aceite y los interruptores de pequeño volumen de aceite.

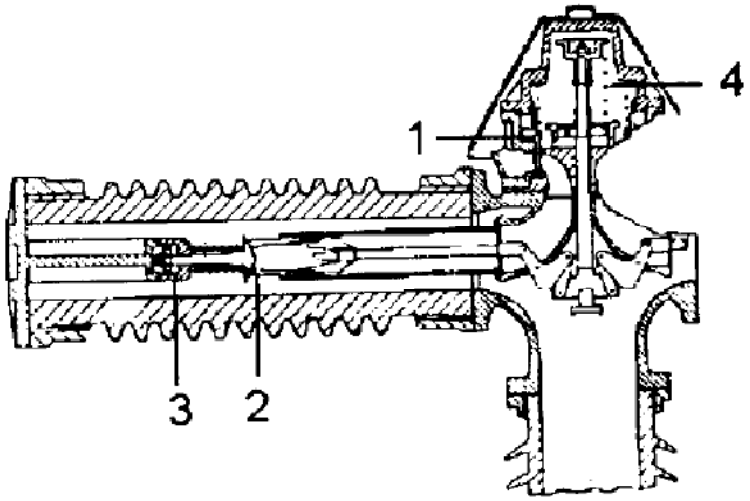
Interruptores de Potencia

Interruptores de Aire Comprimido.

Utilizan el aire comprimido como medio de extinción del arco.

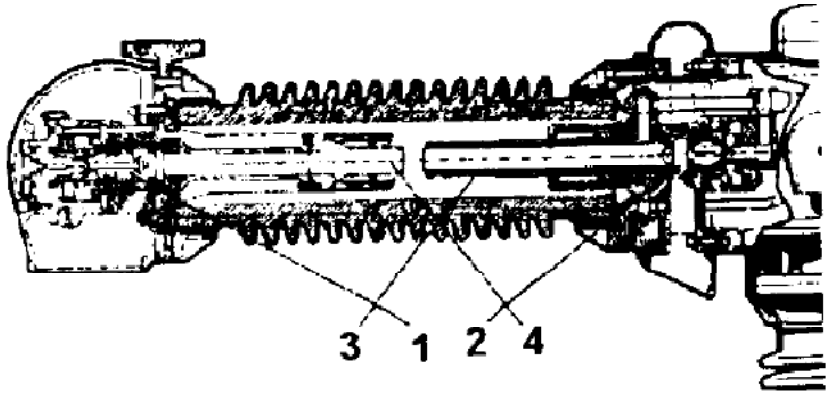
Existen dos tipos de cámaras de extinción del arco:

- Soplo axial en una dirección



1 Válvula de admisión.
2 Contactos principales.
3 Montaje de contactos.
4 Eje de Cierre

- Soplo Axial en dos direcciones



1 Válvula de soplo VS2.
2 Válvula de soplo VS1.
3 Contacto móvil principal.
4 Contacto fijo principal.

Interruptores de Potencia

Interruptores en SF6.

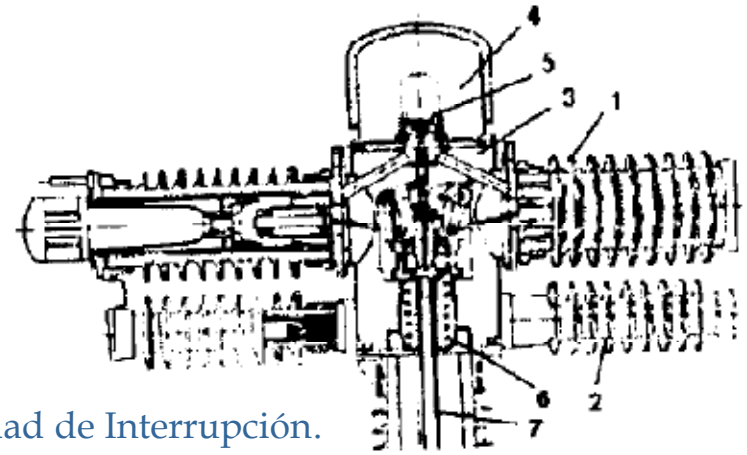
SF6 (Exafloruro de Azufre) es un gas inodoro, incoloro y no combustible, en condiciones normales es químicamente estable e inerte y que las razones principales de su uso en alta tensión son:

-Constituye un excelente medio aislante.

-Posee características favorables para la interrupción de la corriente eléctrica.

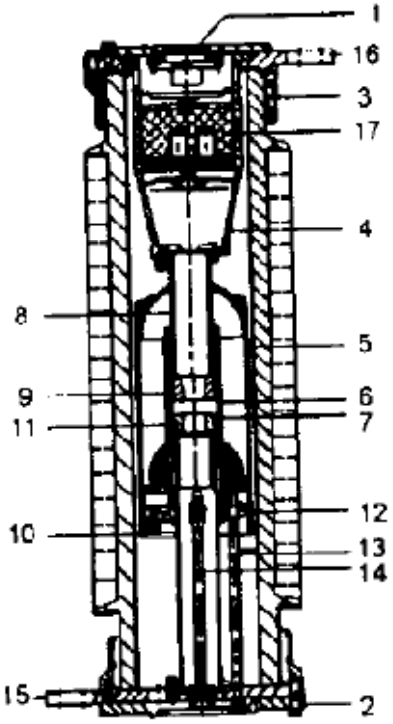
Los interruptores en SF6 pueden ser considerados de dos formas:

Interruptores de doble presión.



1 Unidad de Interrupción.
2 Capacitor de equilibrio.
3 Cabeza de distribución.
4 Reservorio de SF6 de alta presión.
5 Válvula de soplo.
6 Mola de apertura.
7 Barra aislante.

Interruptores de única presión.



1 Diafragma de ruptura.
4 Soporte de Contacto fijo.
5 Cilindro insuflador.
7 Dedo de contacto.
8 Tubo de contacto.
9 Bocal de extinción.
12 Pistón insuflador.

Interruptores de Potencia

Partes de un Interruptor en SF6.

Se considera operación monopolar (comando independiente para cada fase).

Cada polo posee una columna aislante montada sobre una base (6).

Una cámara de interrupción (1) con doble accionamiento.

La presión de gas es controlado por un densímetro o un preóstato (14).

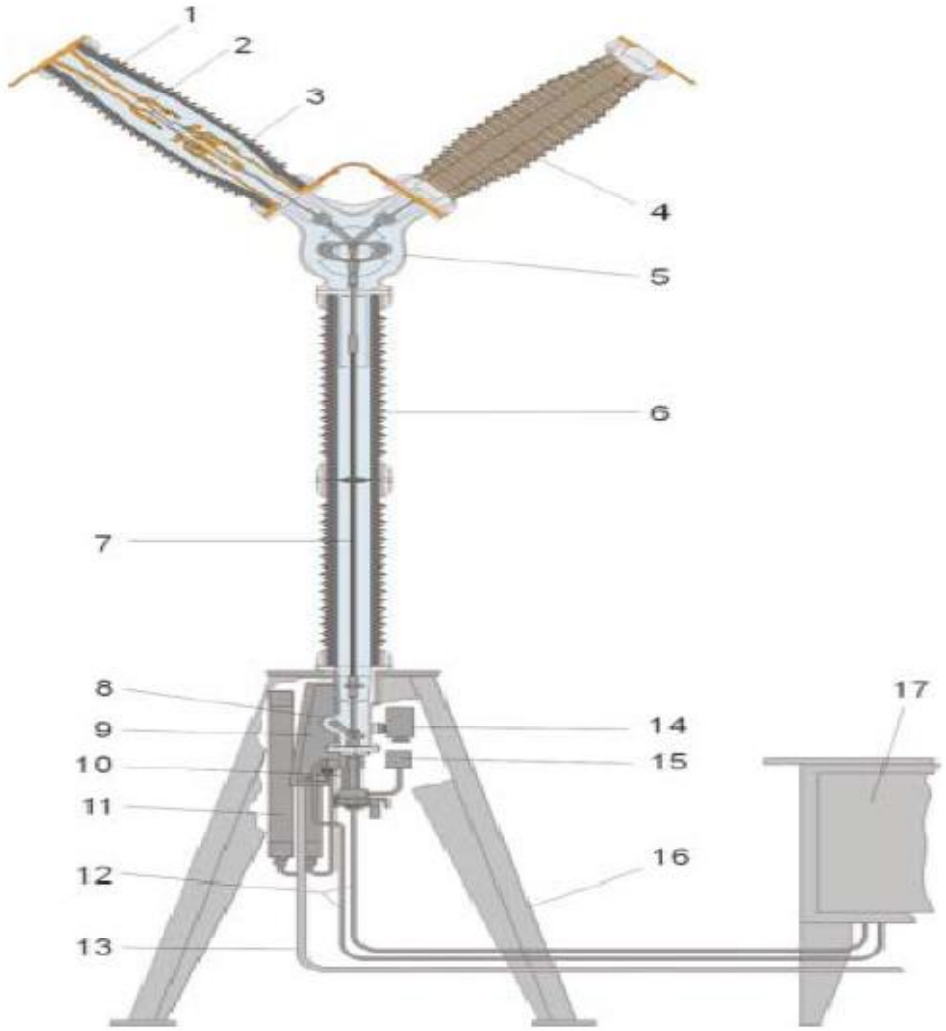
Carter de transmisión (5) transforma el movimiento vertical del mástil de maniobra (7) en un movimiento horizontal del contacto móvil (3) que se conecta al contacto fijo (2).

El capacitor (4) nivela la tensión a través de la cámara cuando el interruptor esta abierto.

El mástil de maniobra (7) es accionado por el mecanismo de acoplamiento electro-hidráulico (8).

La energía del accionador hidráulico (10) es producida por gas de nitrógeno comprimido en el acumulador de aceite (11). Los tubos (12) conducen aceite a presión al mecanismo de acoplamiento en cada columna aislante y al panel de comando (17).

Contactos auxiliares (9) normalmente cerrados (NF) y normalmente abiertos (NA) cambian de estado con el accionamiento del mástil.



Interruptores de Potencia

Partes de un Intrruptor en SF6.

1 Cámara de interrupción (una cámara para tensiones menores a 300 kV y dos cámaras para tensiones mayores).

2 Columna de aislamiento.

3 Mecanismo de Operación.

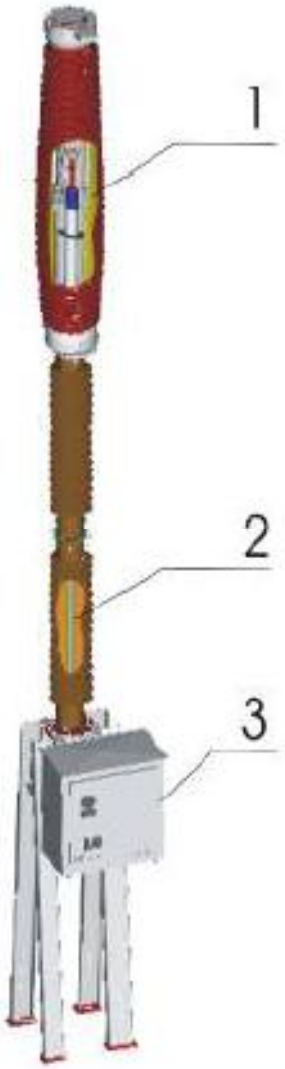
4 Resistencia de pre-inserción.

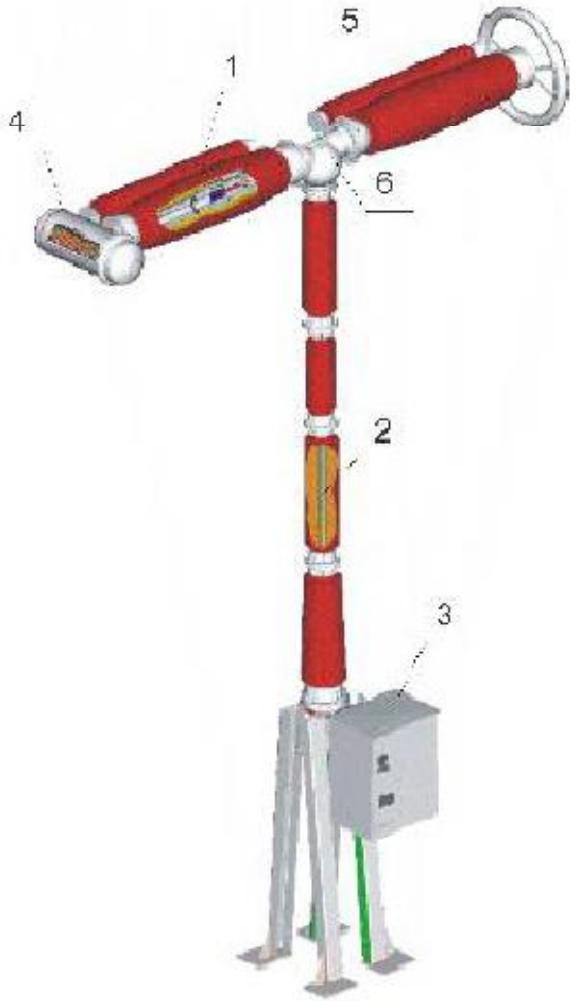
5 Capacitores.

6 Cámara central.

El principio de funcionamiento se basa en autosoplado térmico con energía optimizada.

Datos técnicos				
Tipo		GL 311	GL 312	GL 313
Tensión nominal	kV	123	145	170
Frecuencia nominal	Hz	50/60	50/60	50
Tensión soportada a frecuencia industrial	kV	230	275	325
Tensión soportada al impulso tipo rayo	kV	550	650	750
Intensidad de corriente nominal	A	3150	3150	3150
Corriente nominal de corte en cortocircuito	kA	40	40	40
Corriente nominal de cierre en cortocircuito	kA	100	100	100
Duración nominal admisible del cortocircuito	s	3	3	3
Tiempo de apertura	ms	38	38	38
Tiempo de corte total	ms	60	60	60
Tiempo de cierre	ms	<=70	<=70	85





Interruptores de Potencia

Operación de un Intrruptor en SF6.

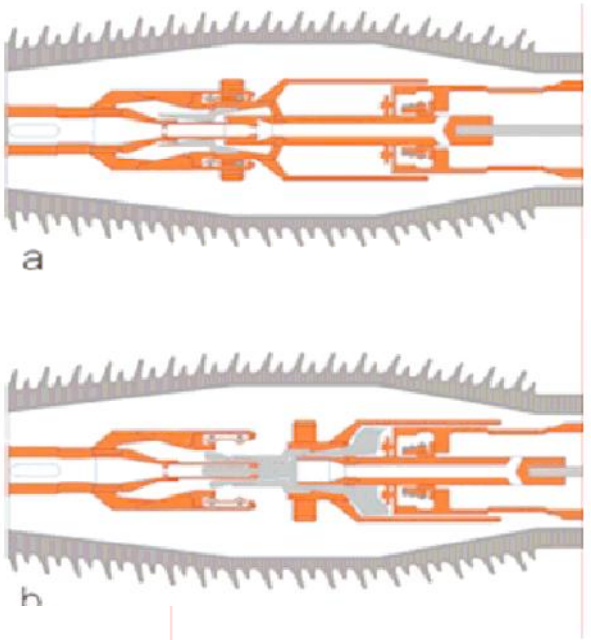
Se separa el contacto móvil (5) comprimiendo el gas SF6 comprendido ente el cilindro y el pistón fijo (9).

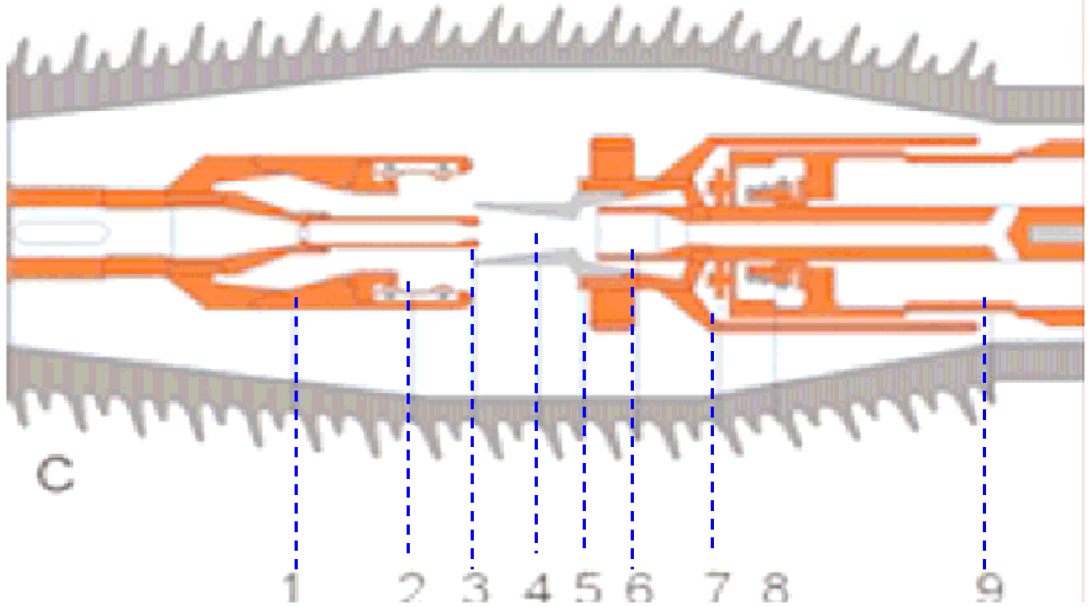
El contacto móvil se separa del contacto fijo (1) y de las pinzas (2) que asegura el paso de la corriente en posición cerrado.

La corriente es conducida por los contactos de arco (3) y (6), la secuencia se da en la separación del contacto de arco móvil (6).

El cilindro (5) al separarse donde el gas SF6 es comprimido escapando por el orificio (4) soplando el gas sobre el arco eléctrico.

Al momento de cerrar, la válvula (7) se abre evitando descompresiones en el interior del cilindro.





Interruptores de Potencia

Circuitos de Comando del Intrruptor.

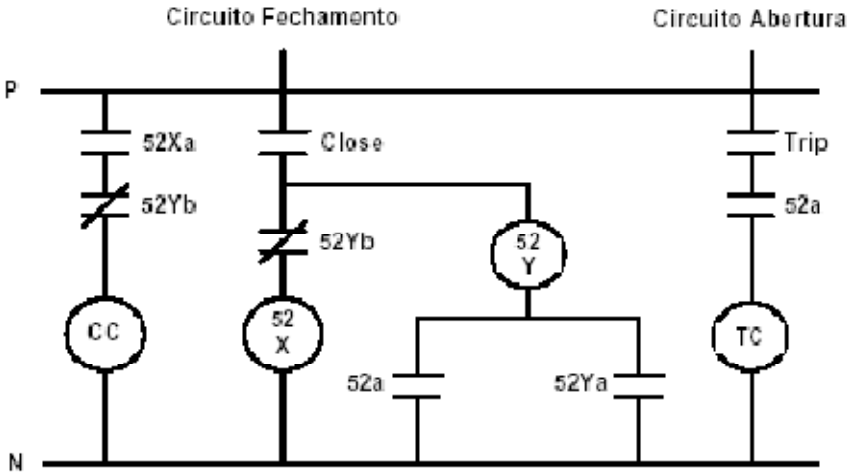
Comprende dos circuitos, uno de apertura y otro de cierre con sus respectivas bobinas (TC y CC), contactos principales trip y close y contactos auxiliares 52a.

De acuerdo al tipo de interruptor, este podría estar en estado normalmente abierto (NA) o normalmente cerrado (NC).

En caso el interruptor este cerrado, el contacto auxiliar 52a del circuito de cierre estará cerrado y el contacto auxiliar 52a del circuito de apertura estará cerrado.

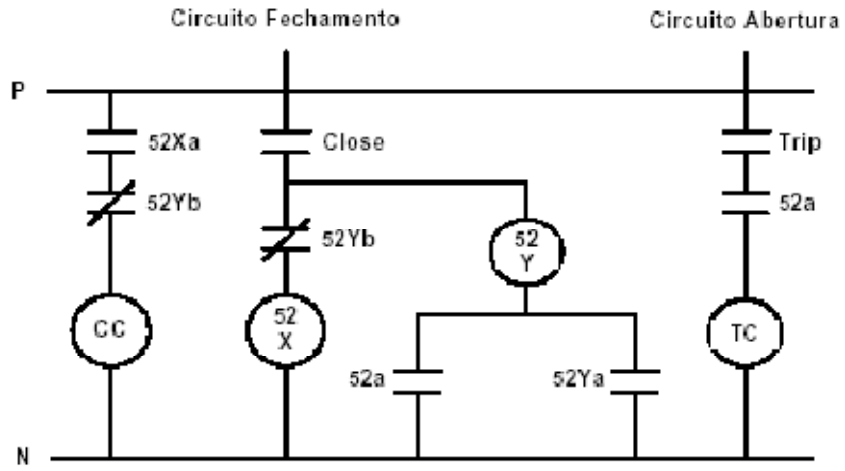
La operación del interruptor se inicia cuando es energizado el circuito de apertura por la acción del operador, de un relé de protección o a través de un dispositivo de control. Esta señal (trip) energiza la bobina de apertura TC el cual posee un mecanismo que activa un solenoide cuando la misma esta totalmente energizada liberando de esa manera la energía almacenada en un compreso hidráulico o resortes, permitiendo la apertura.

La operación de cierre comienza cuando se da una señal (close) que alimenta el circuito de cierre, siendo primero energizado la bobina 52X e inmediatamente después es alimentada la bobina de cierre CC que posee un mecanismo parecido al de la bobina de apertura, permitiendo el cierre del interruptor. Los contactos 52Yb trabajan en conjunto con la bobina 52Y y permiten temporizar la operación de cierre generando un pequeño retraso.



Interruptores de Potencia

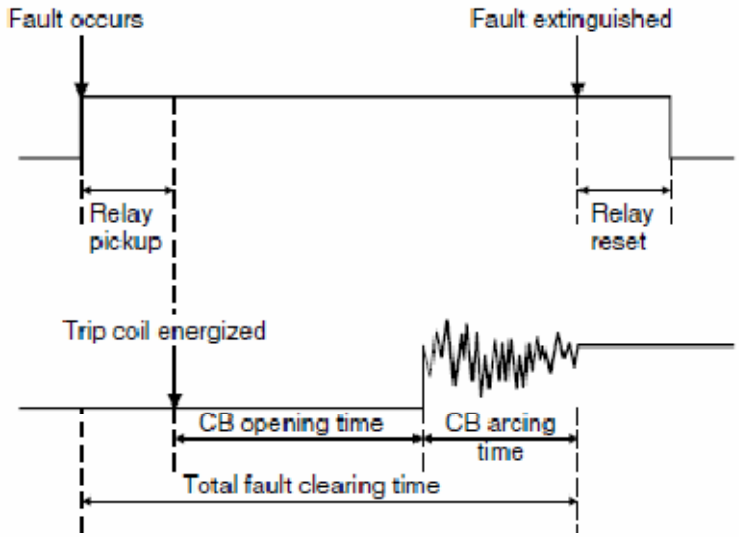
Circuitos de Comando del Intrruptor.



TIPO DE SINAL	FORMAS DE ONDA	
	OPERAÇÃO DE ABERTURA	OPERAÇÃO DE FECHAMENTO
Contatos Trip e Close	Trip	Close
Contatos Auxiliares	52a	52a
Corrente Bobinas	TC	CC
Corrente em X e Y	NENHUMA	X 52Xa Y 52Ya
Corrente Fases		
Tensão CC circuito		

Interruptores de Potencia

Operación del Interruptor Y Comparaciones

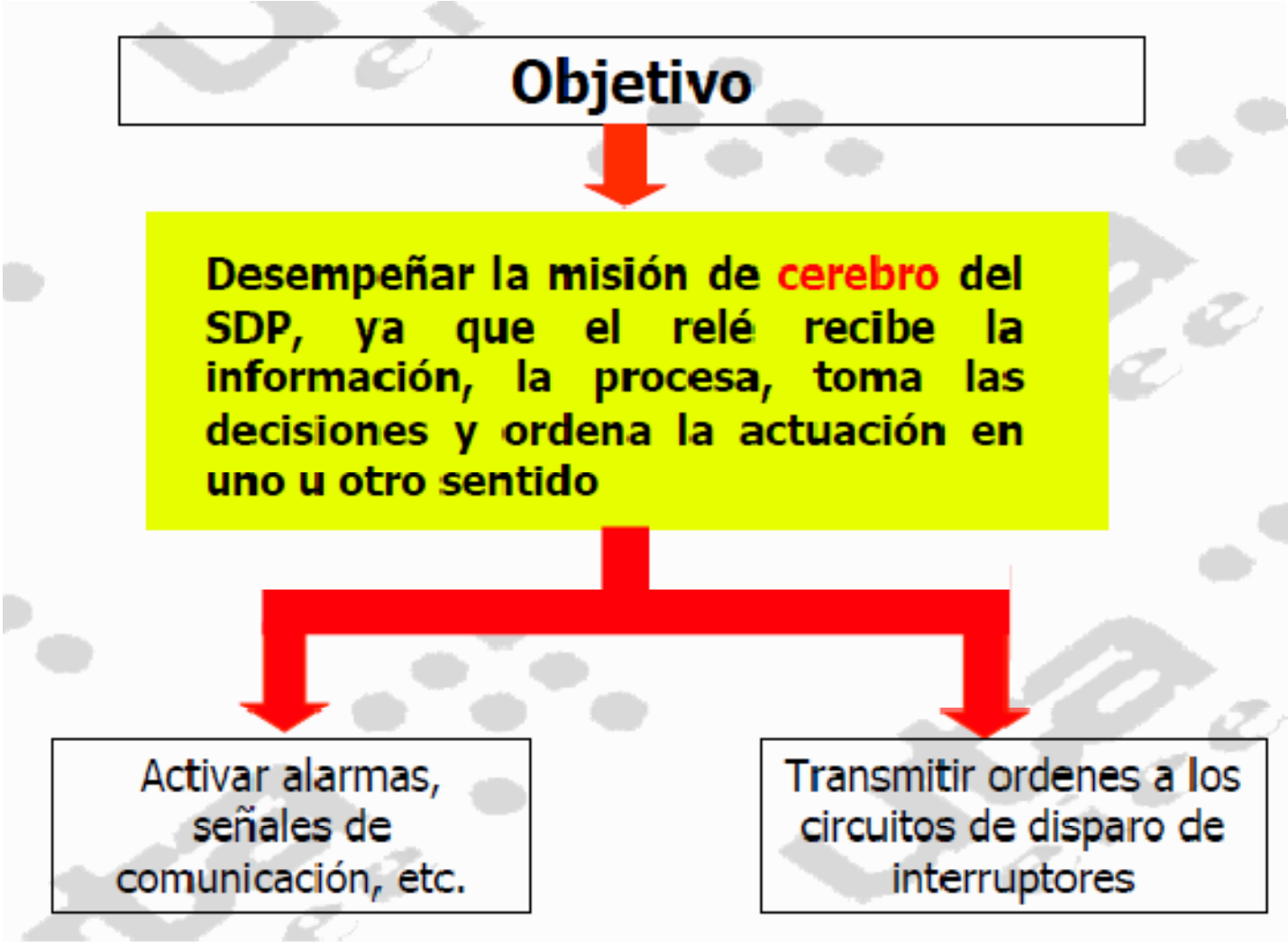


Property	Air	Oil	SF6	Vacuum
Number of operations	Medium	Low	Medium	High
'Soft' break ability	Good	Good	Good	Fair
Monitoring of medium	N/A	Manual test	Automatic	Not possible
Fire hazard risk	None	High	None	None
Health hazard risk	None	Low	Low	None
Economical voltage range	Up to 1 kV	3.3–22 kV	3.3–800 kV	3.3–36 kV

Factor	Oil Breakers	Air Breakers	Vacuum/SF6
Safety	Risk of explosion and fire due to increase in pressure during multiple operations	Emission of hot air and ionized gas to the surroundings	No risk of explosion
Size	Quite large	Medium	Smaller
Maintenance	Regular oil replacement	Replacement of arcing contacts	Minimum lubrication for control devices
Environmental factors	Humidity and dust in the atmosphere can change the internal properties and affect the dielectric		Since sealed, no effect due to environment
Endurance	Below average	Average	Excellent

Relés de Protección

Relés de Protección



Relés de Protección

✓ La operatividad de los relés se basa en:

Entrada: V e I (fasores) → **Salida:** on-off (cambio de estado)

História:

✓ Los primeros relés fueron eletromecánicos: robustos mecanicamente, lentos (necesitan de mas energía para trabajar).

✓Relés de estado sólido (finales de los anos 50): componentes eletrónicos, no necesitam mantenimiento e son mas flexibles, mayor velocidad de actuación.

✓ Relés digitales o numéricos.

* En los SEP: actualmente hay una combinación de relés eletromecánicos + estado sólido + digitales

Función:

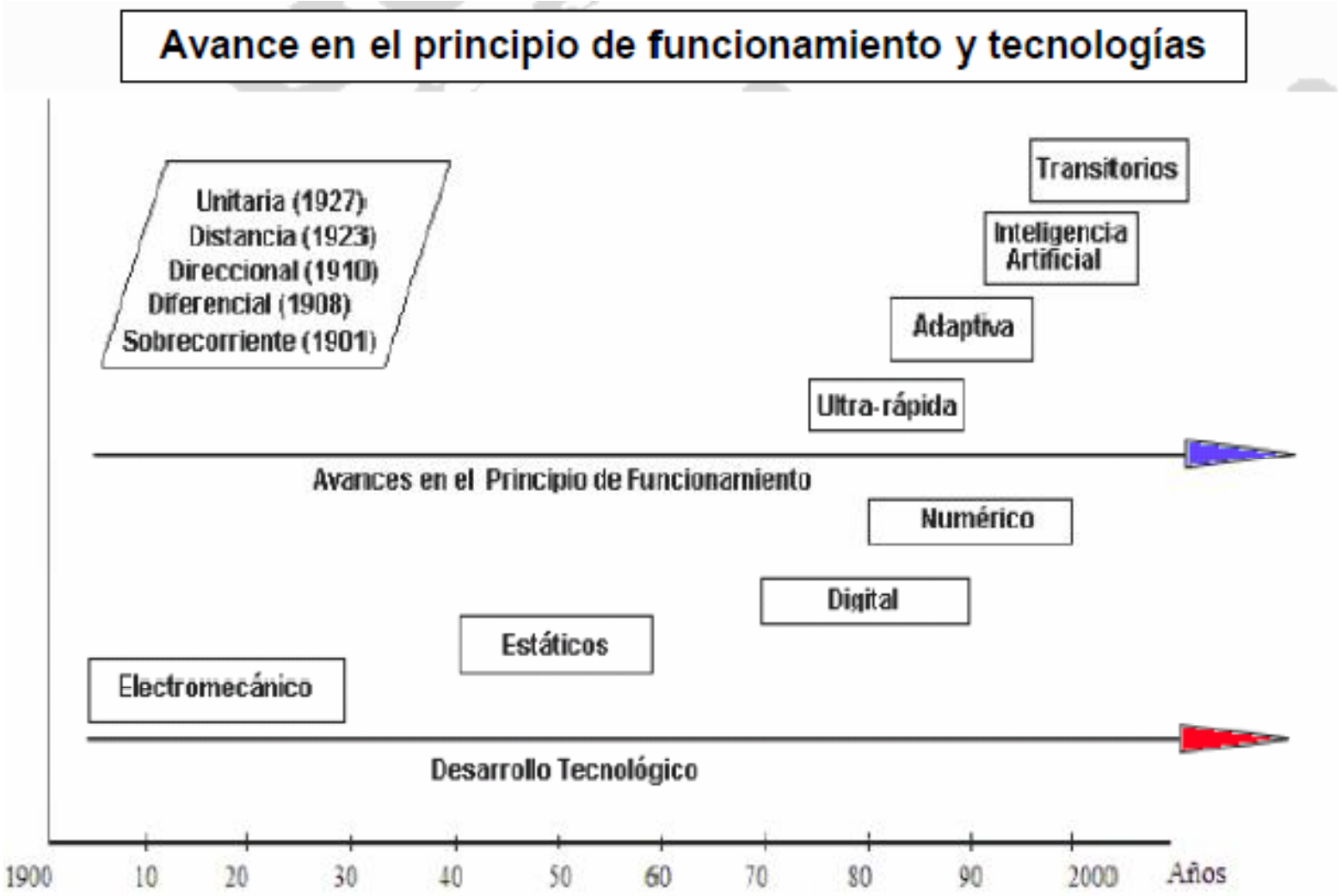
✓Proteger los SEP de los efectos daninos de una falla:

✓ Atributos cada vez mas exigigentes → crecimiento de la complejidad e interconecciones de los SEP.

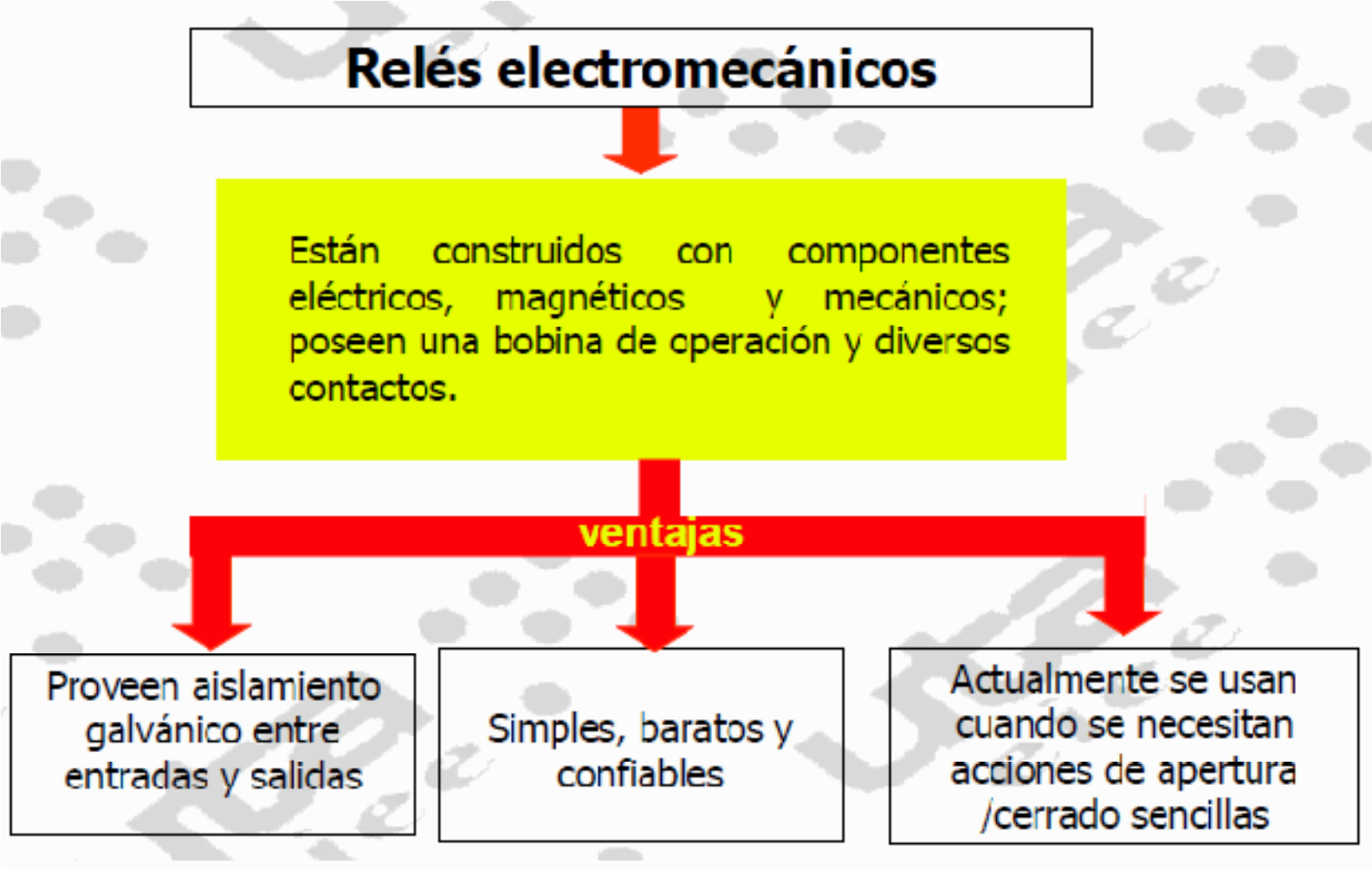
Relés de protección deben provocar, sin interrupciones, el aislamiento total del elemento defectuoso

Relés de Protección

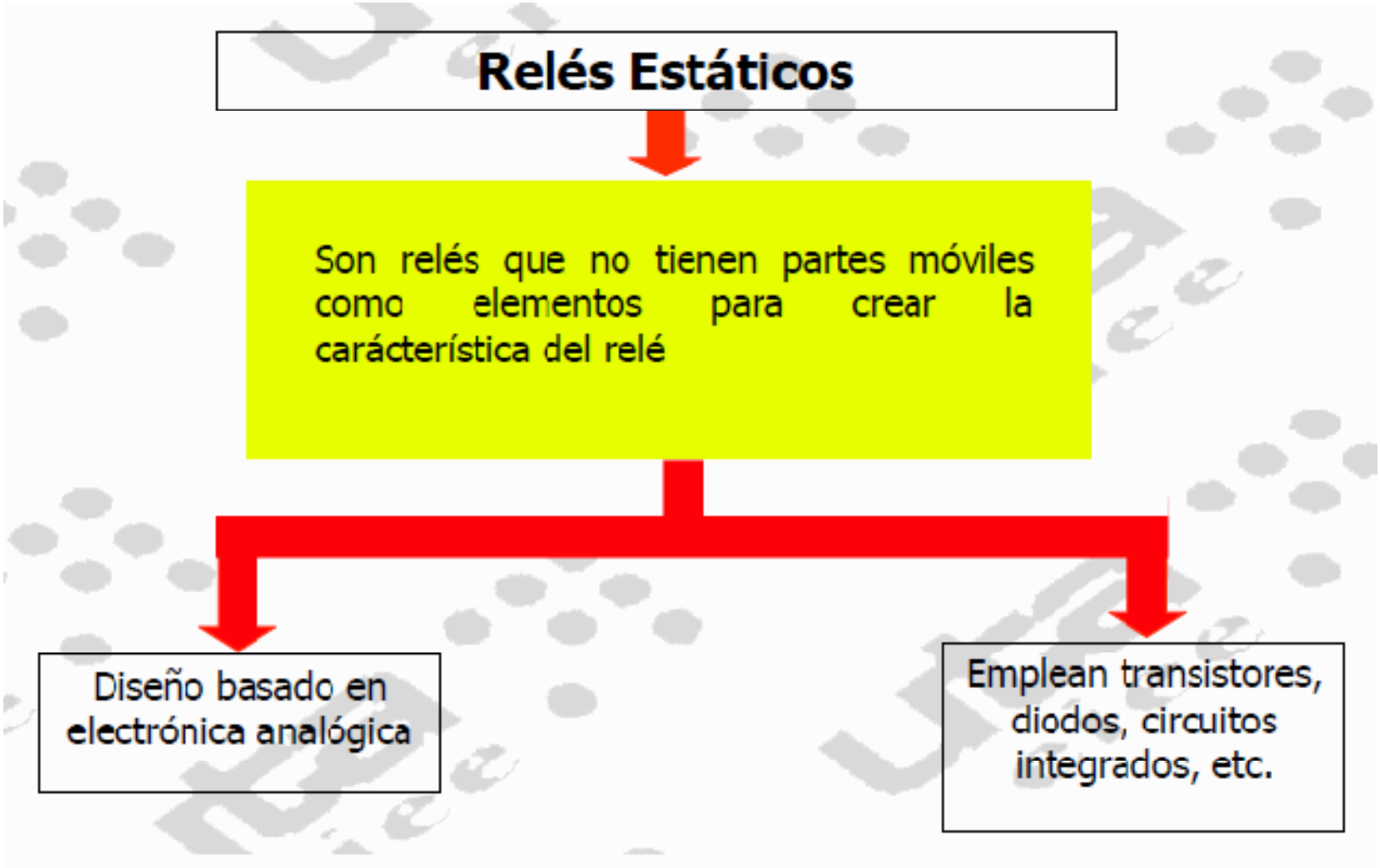
Relés de Protección



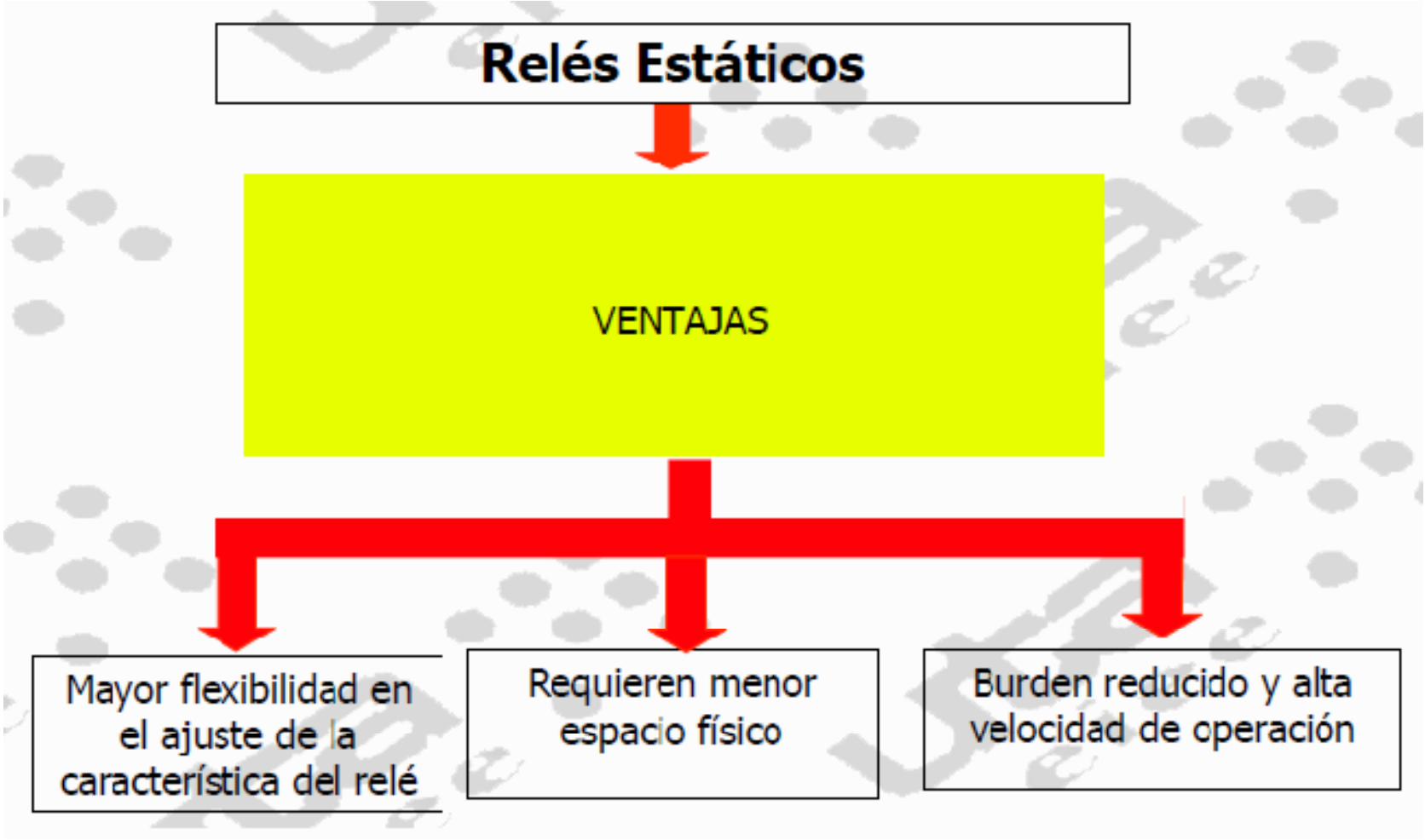
Relés de Protección



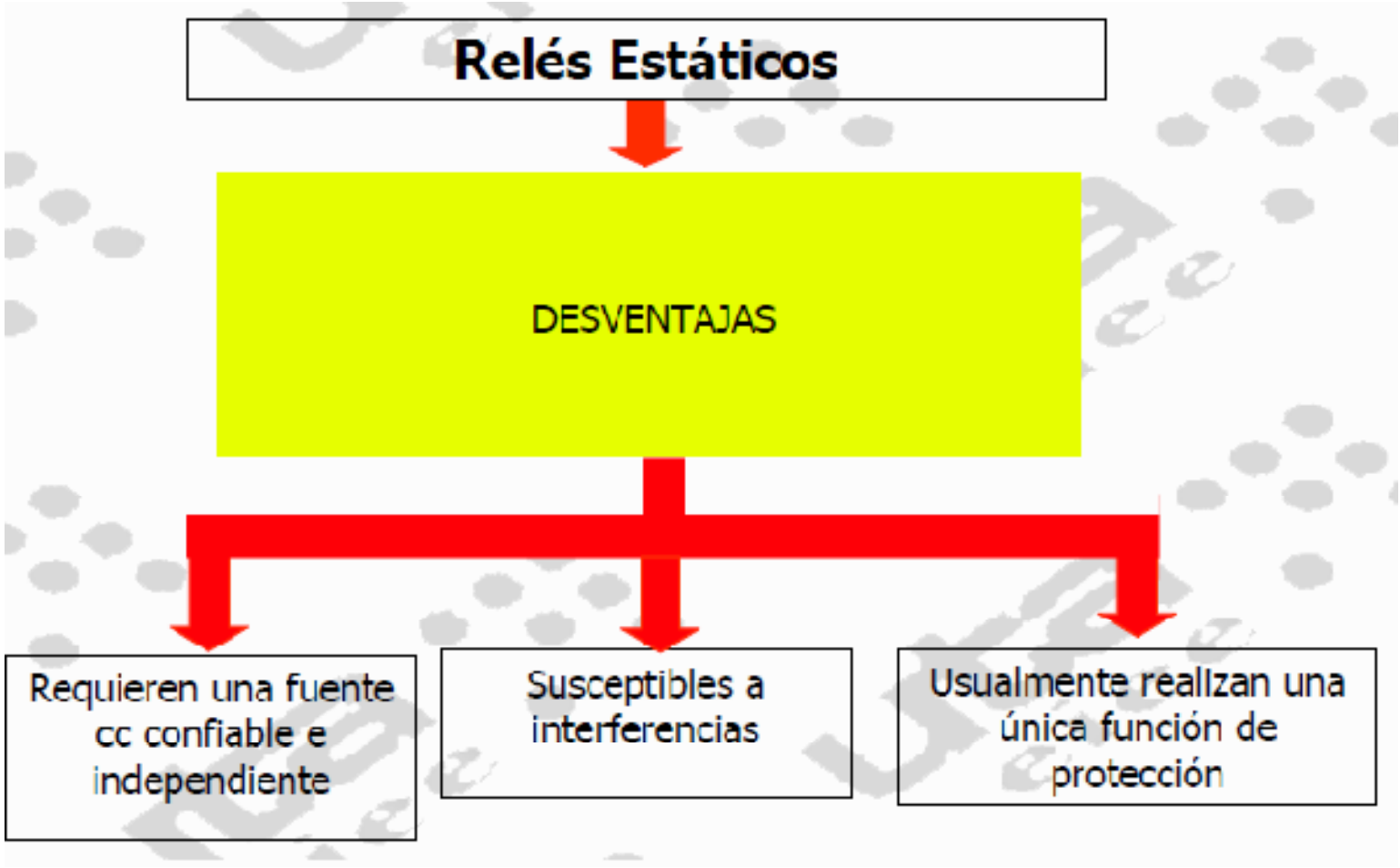
Relés de Protección



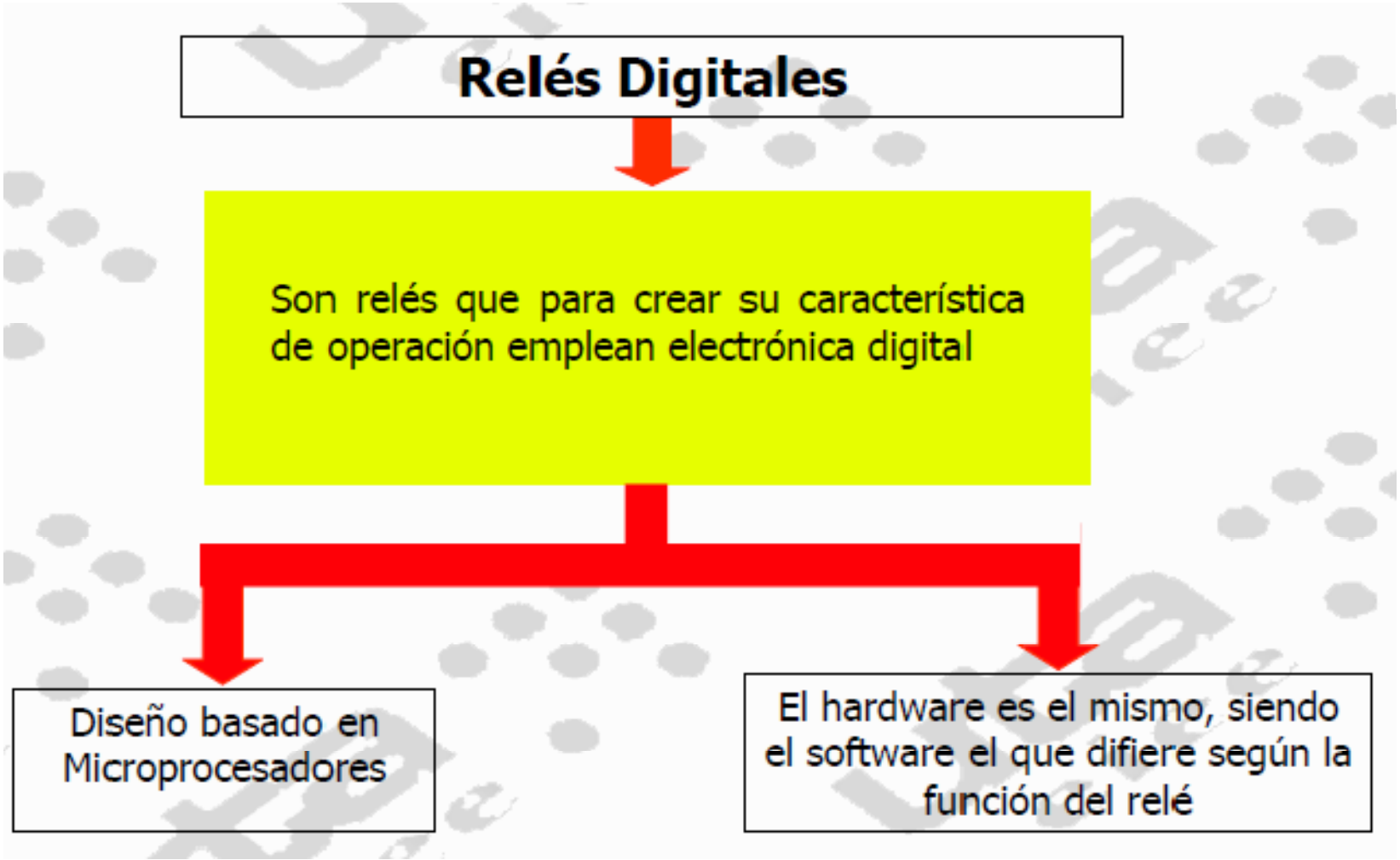
Relés de Protección



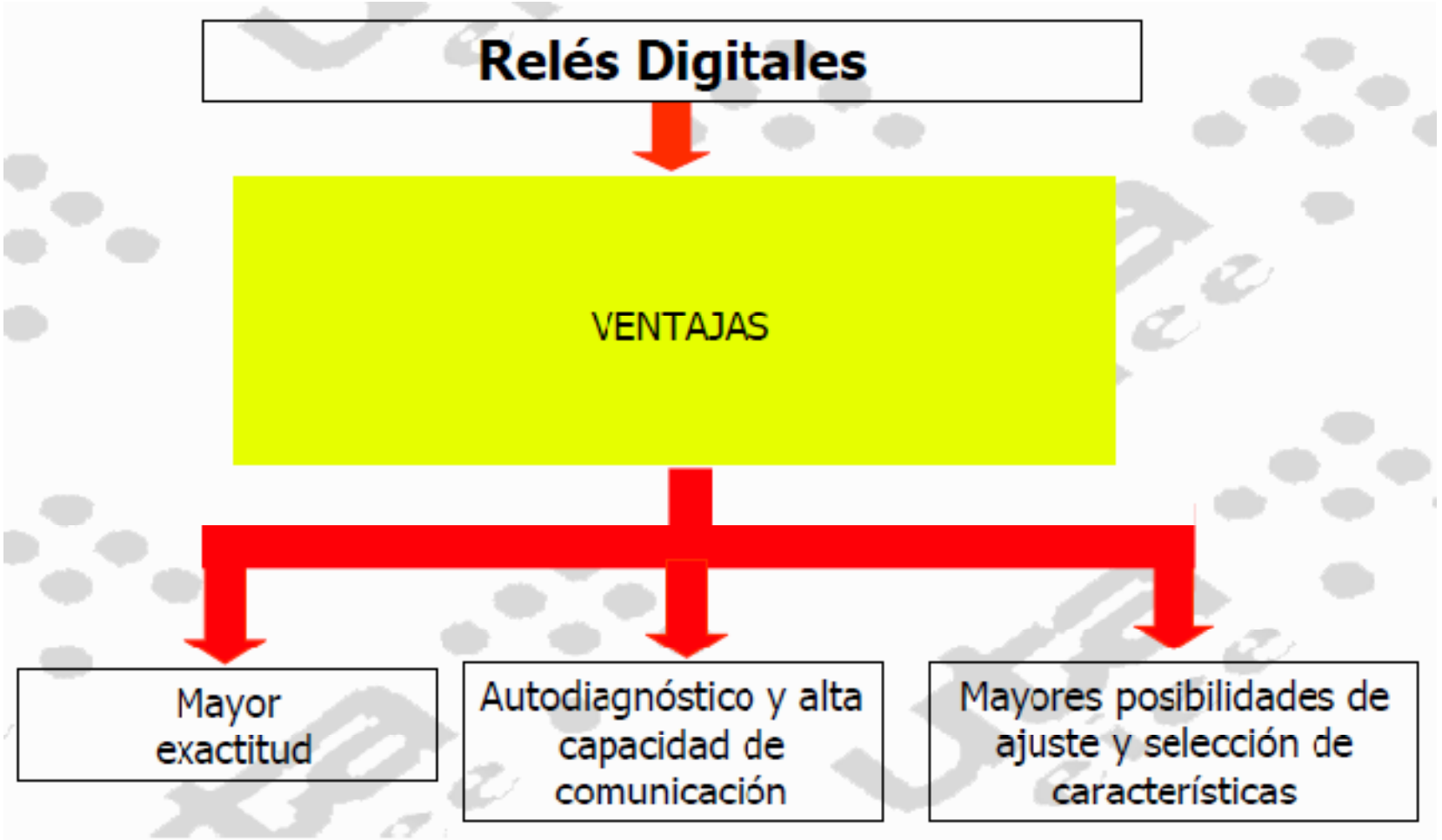
Relés de Protección



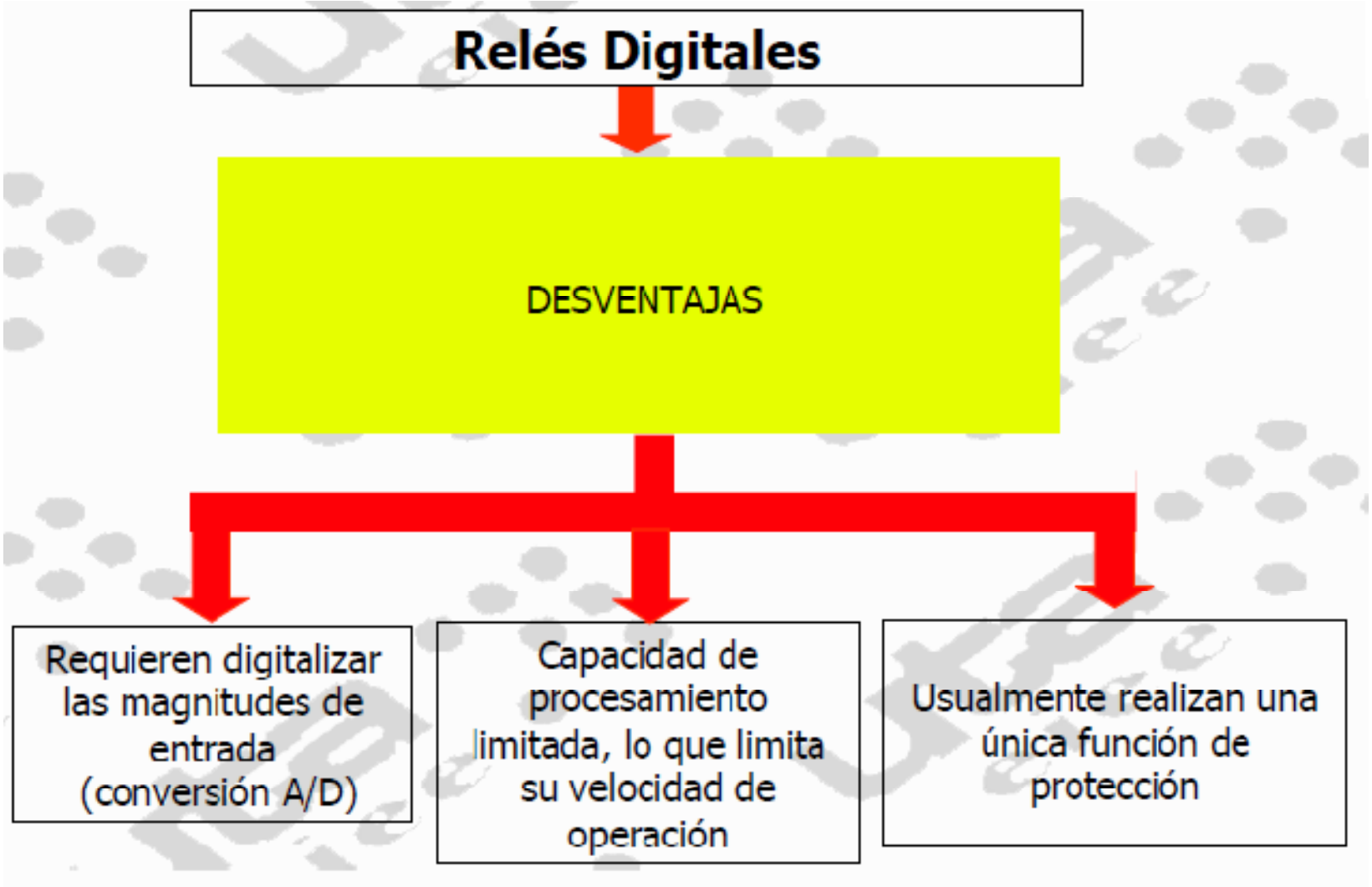
Relés de Protección



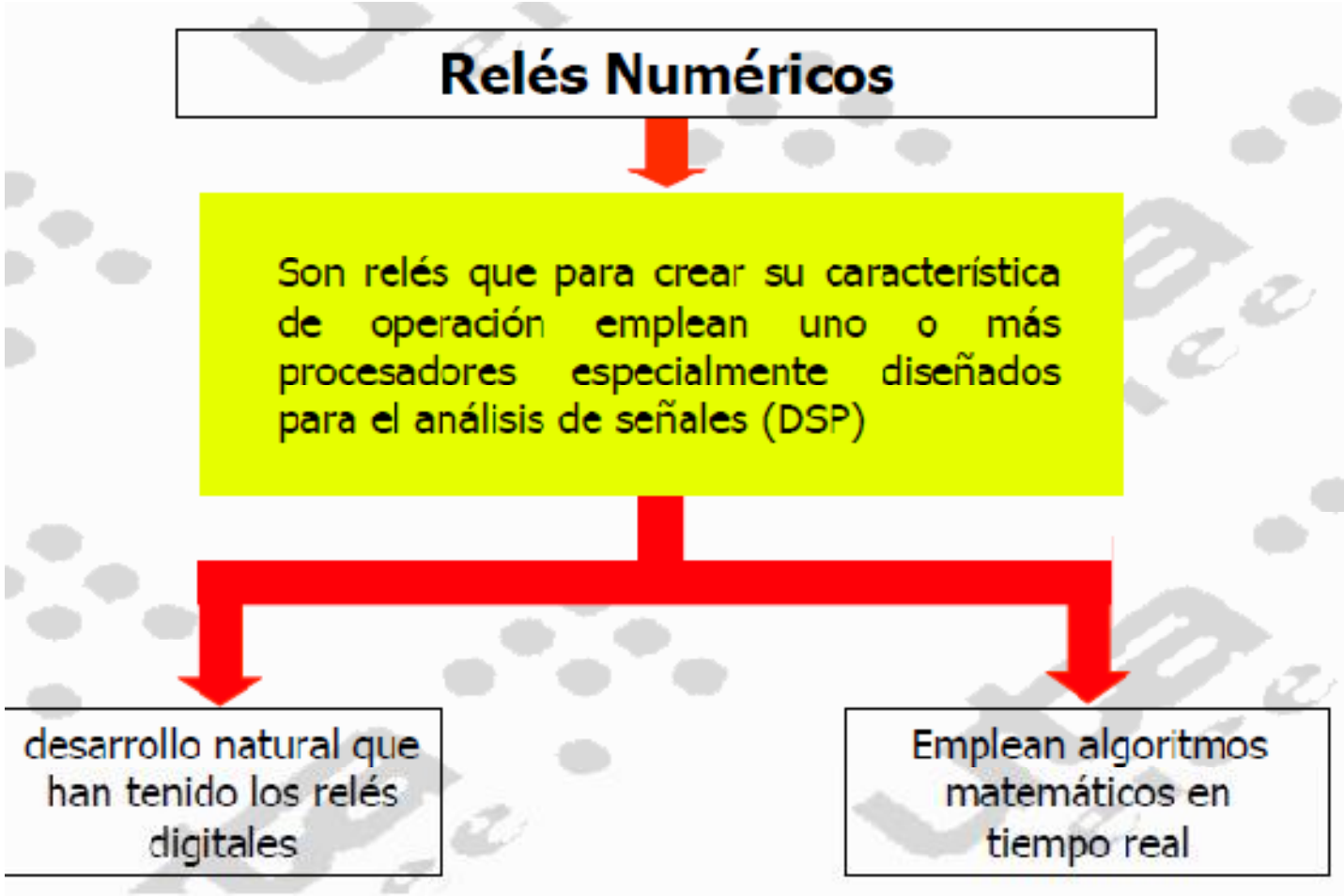
Relés de Protección



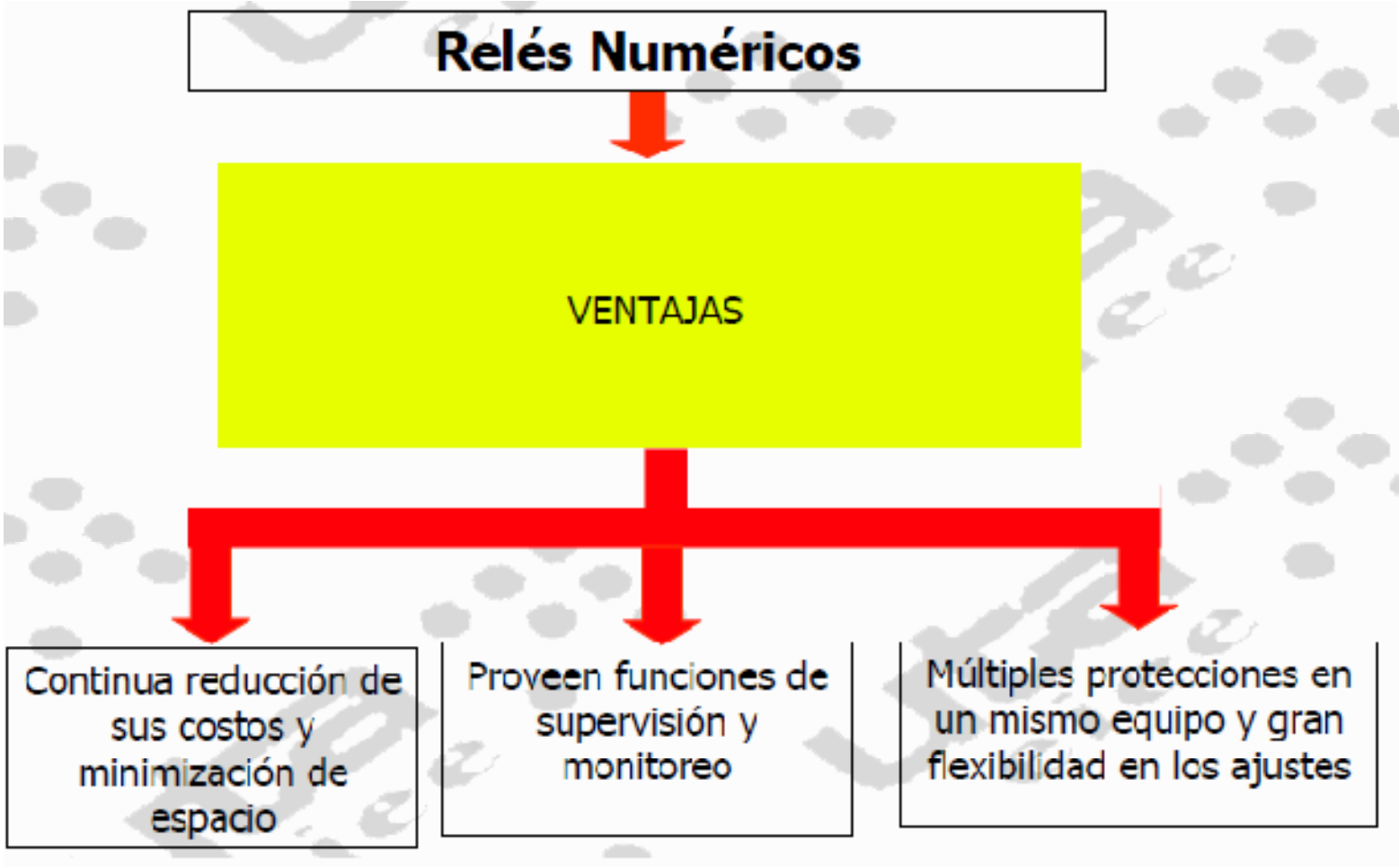
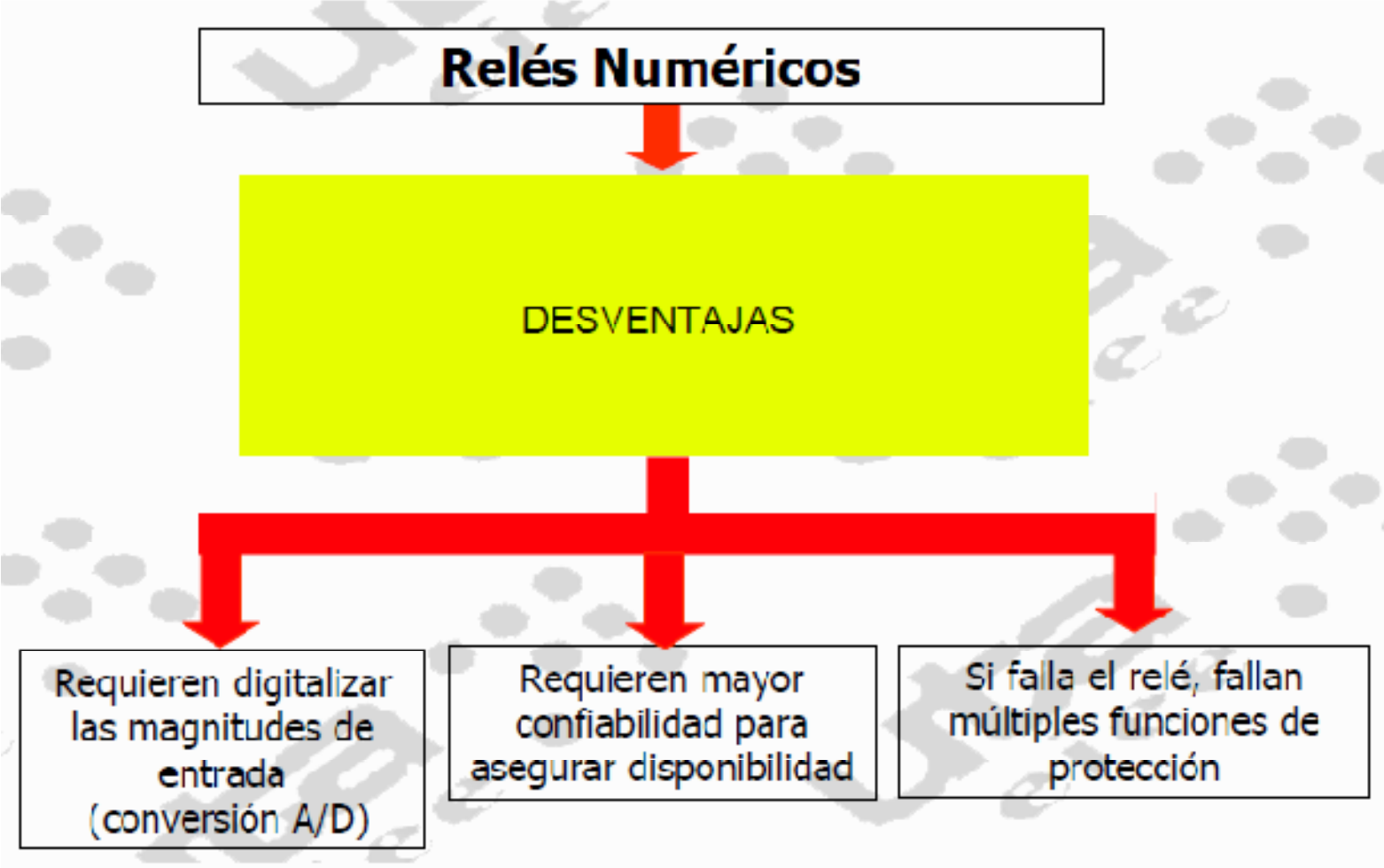
Relés de Protección



Relés de Protección



Relés de Protección



Relés de Protección