

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN MEDIA TENSIÓN

Dr. Ernesto Vázquez Martínez
México

evazquezmtz@gmail.com

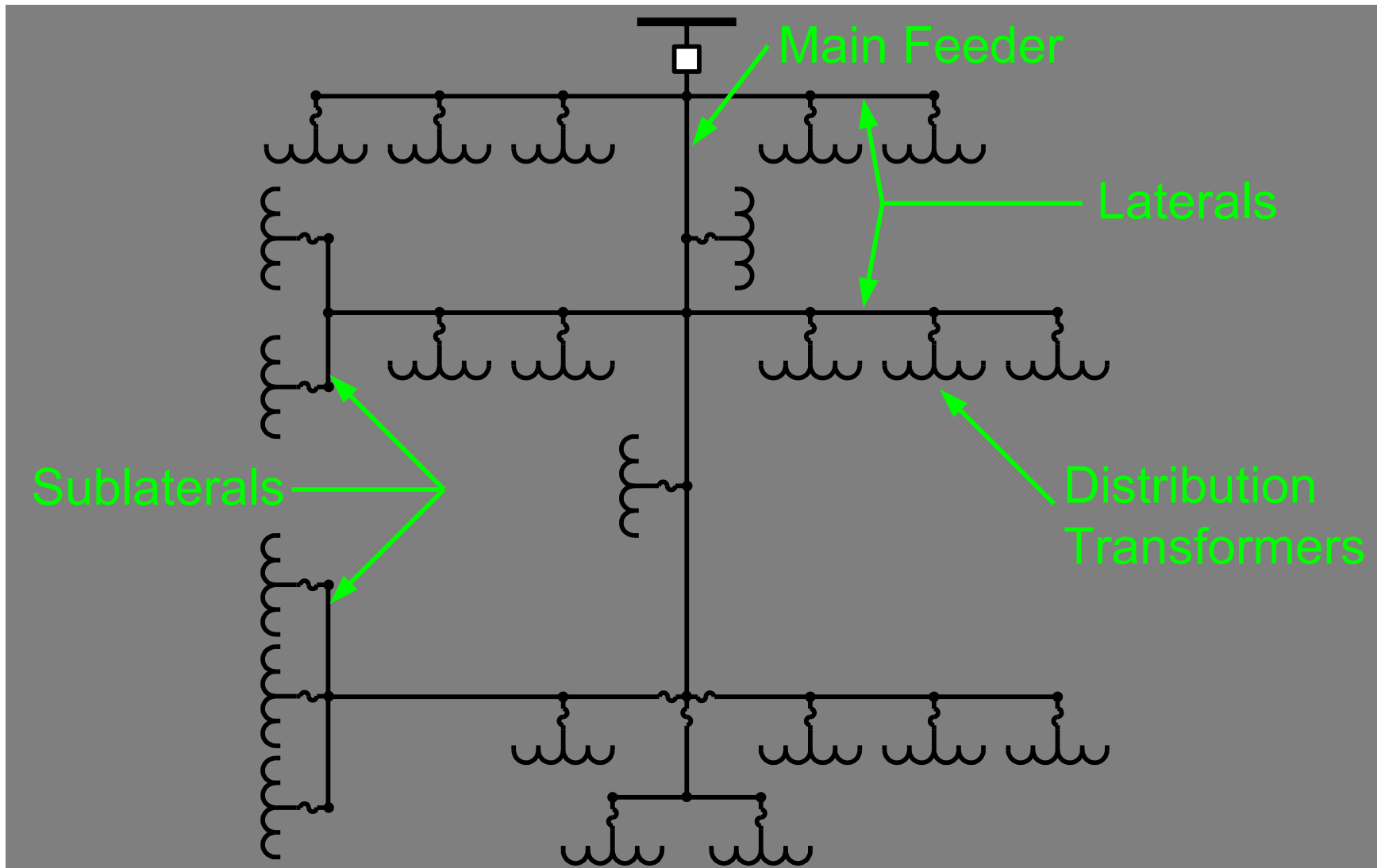
PROTECCIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

- Subestación
 - ◆ Transformador principal
 - ◆ Barra
- Alimentadores (circuitos)
- Transformadores de distribución
- Bancos de capacitores

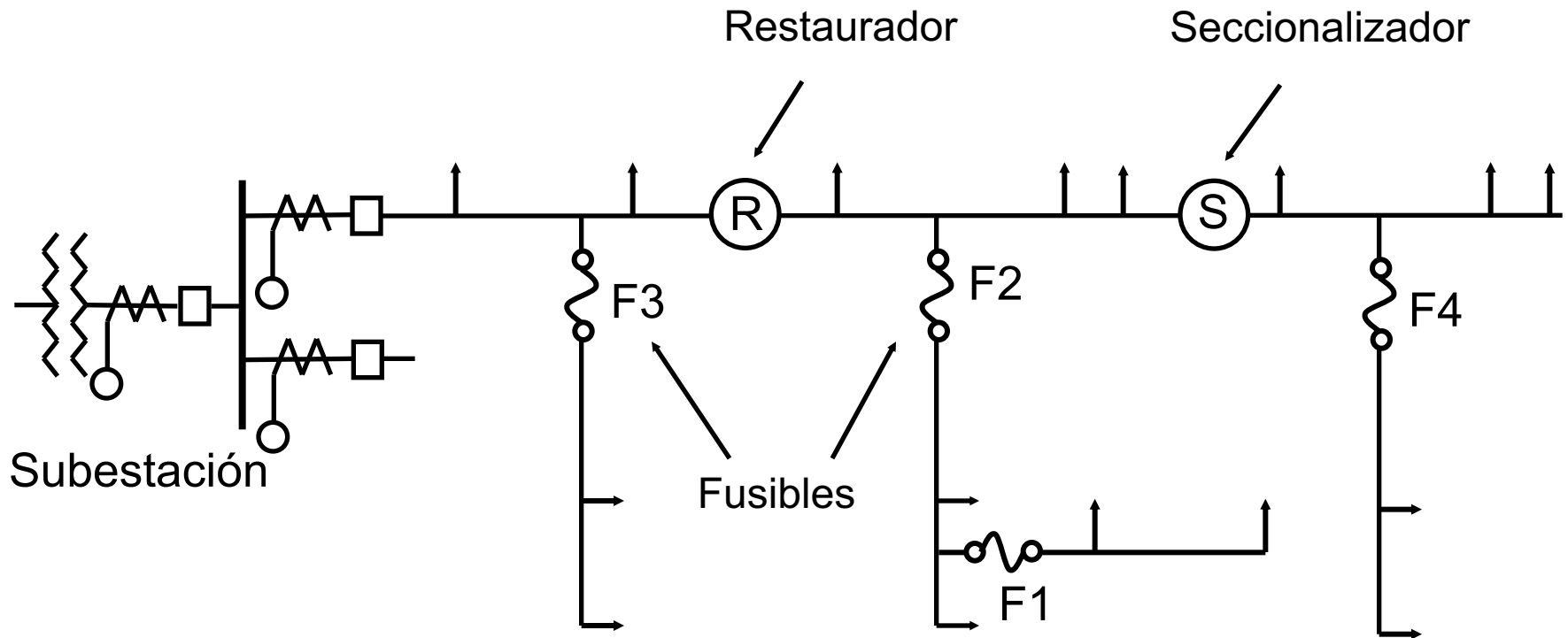
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

- Fusibles
- Restauradores automáticos
- Seccionadores
- Interruptores de bajo voltaje
- Relevadores de protección

ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



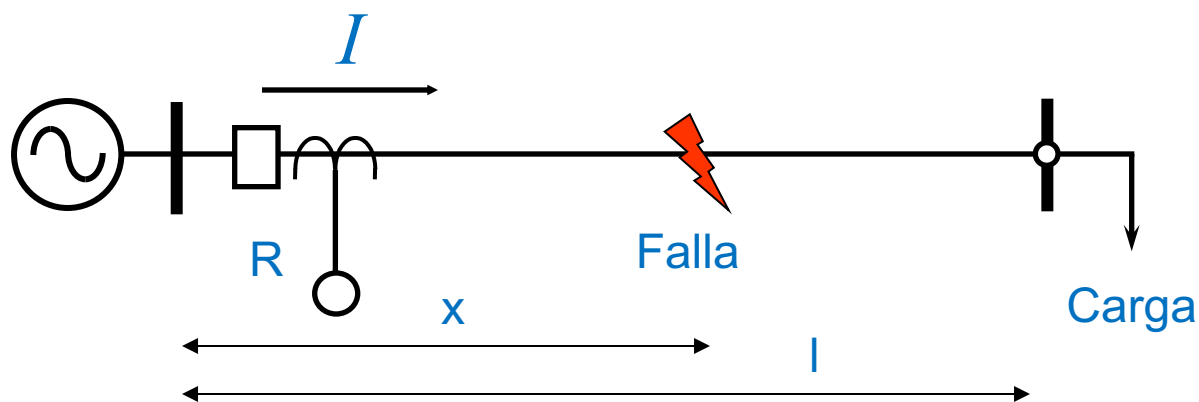
DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN



CARACTERÍSTICAS DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

- Sencilla y económica,
- Protección de selectividad relativa,
- Difícil de aplicar (requiere reajustes continuos),
- Áreas de aplicación:
 - Circuitos radiales industriales (bajo y medio voltaje),
 - Redes de distribución (13.8 y 34.5 kV),
 - Protección primaria y/o de respaldo en redes de alto voltaje,
 - Protección de respaldo en generadores y transformadores.

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

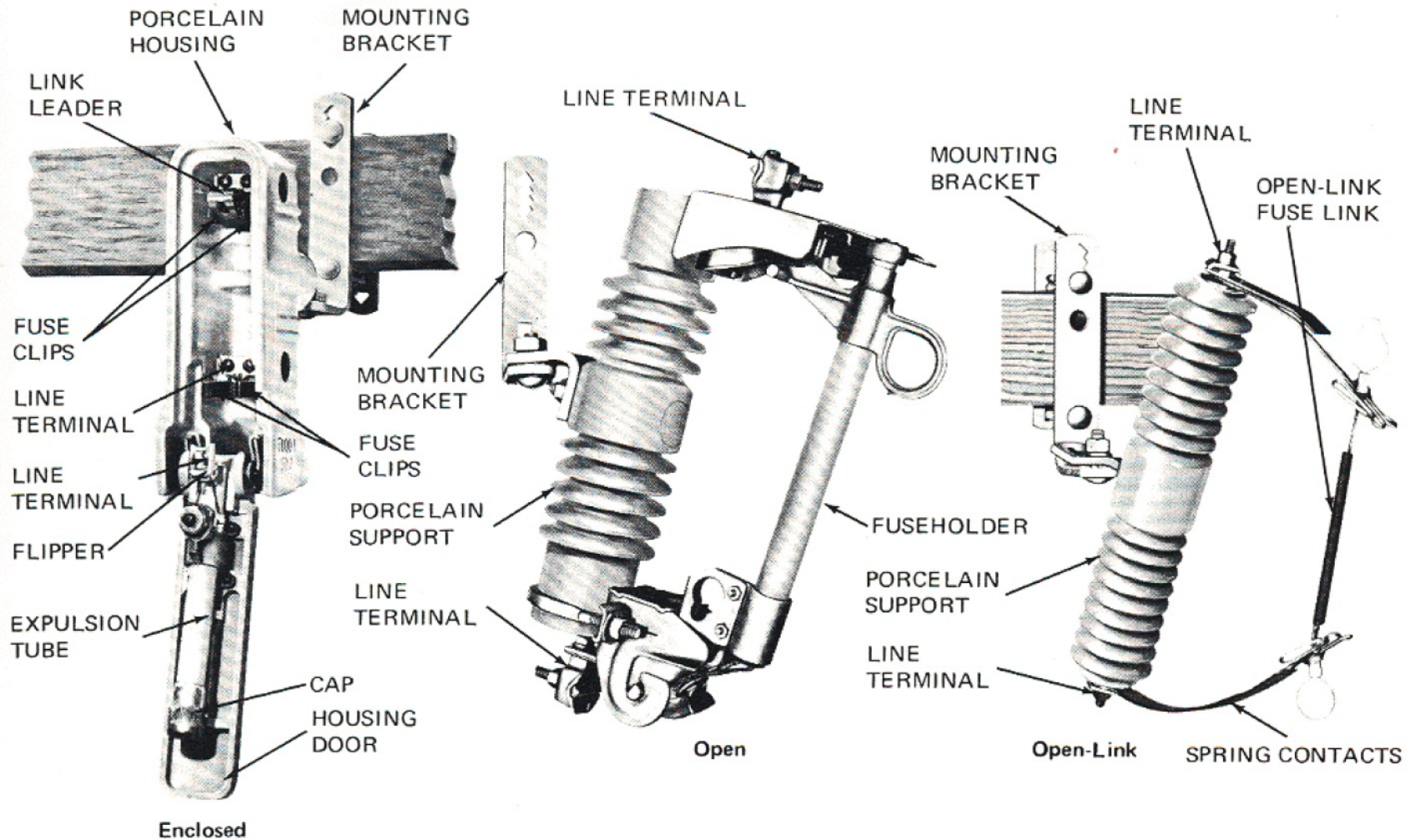


$$I_{CARGA} = \frac{E}{Z_G + Z_L + Z_{CARGA}}$$

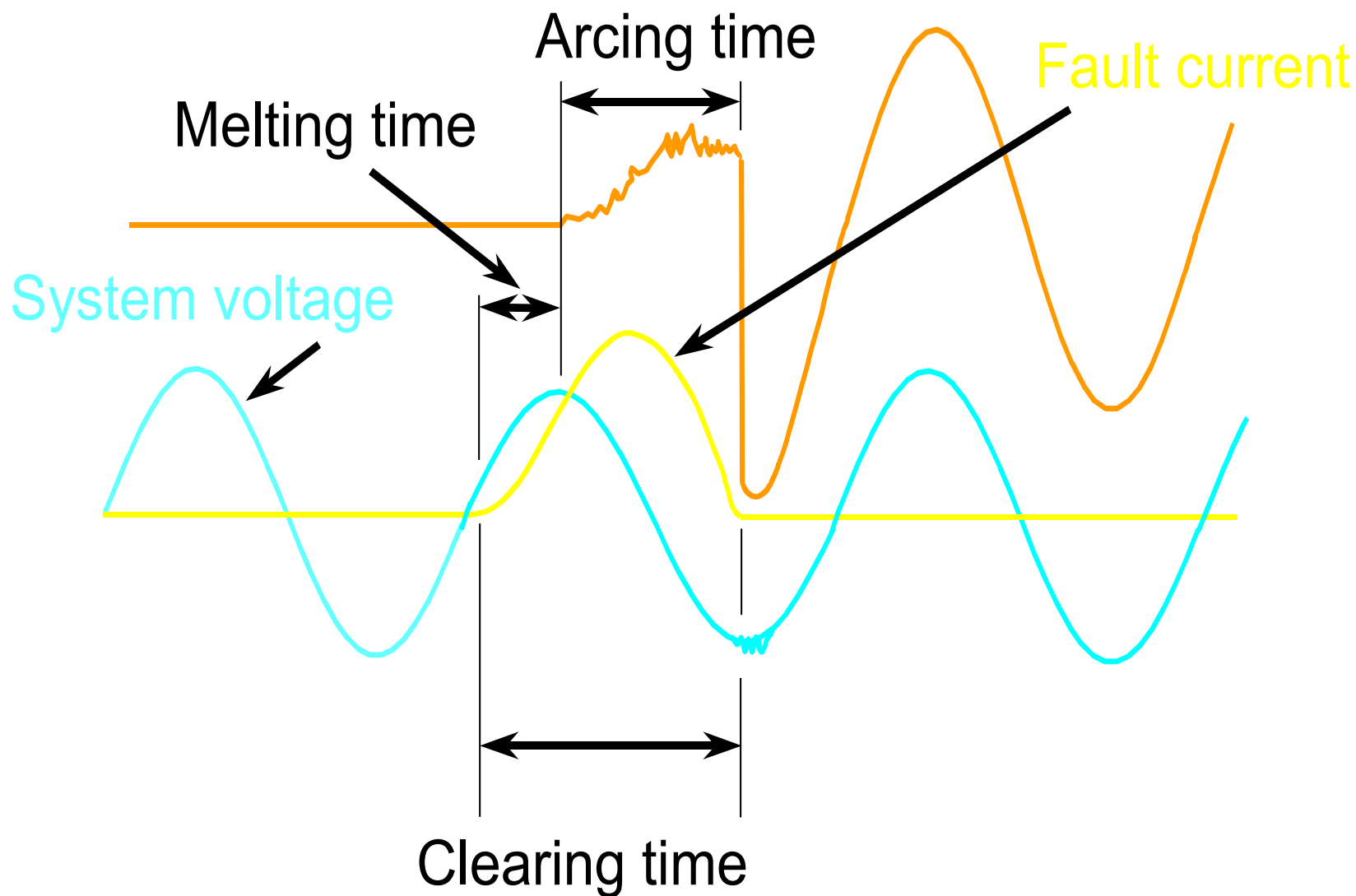
$$I_{FALLA\ 3\phi} = \frac{E}{Z_G + (x/l)Z_L}$$

$$I_{FALLA} \gg I_{CARGA}$$

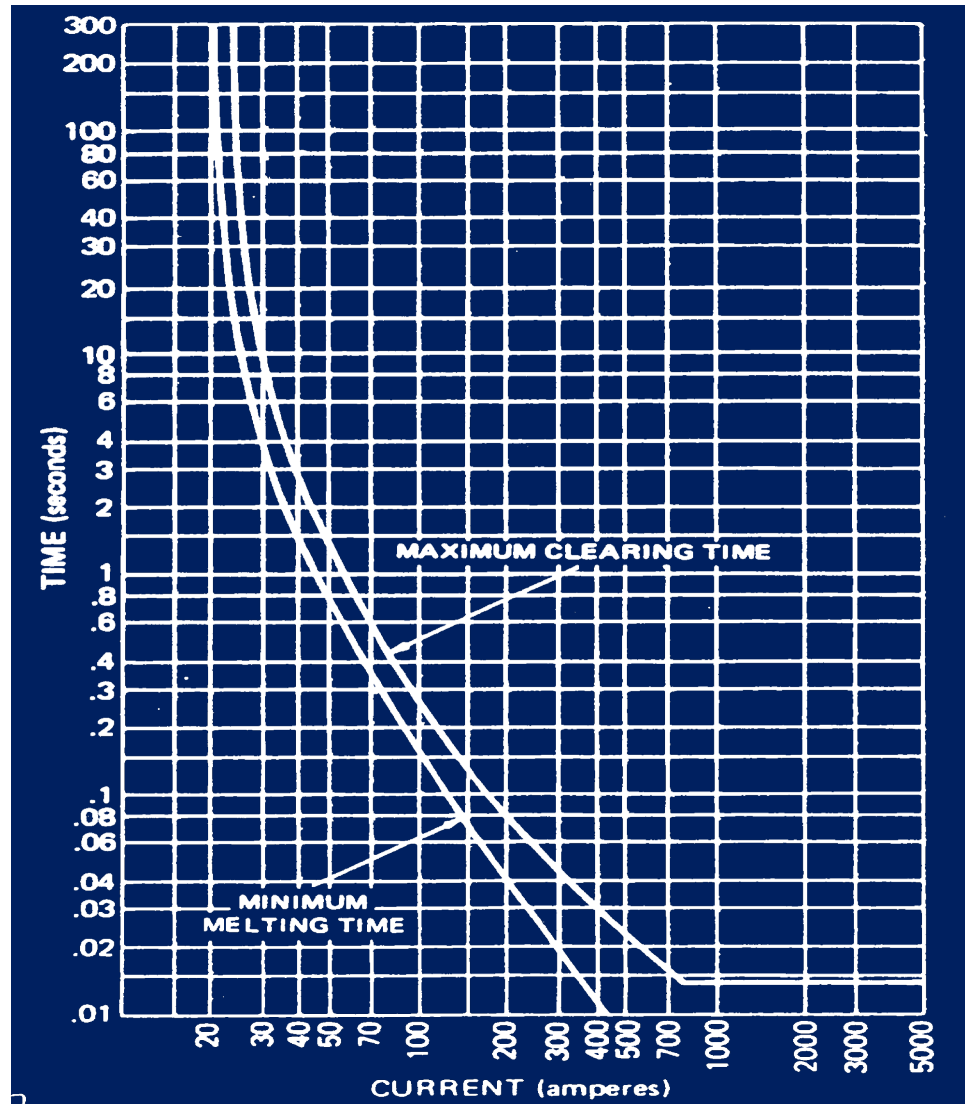
FUSIBLES



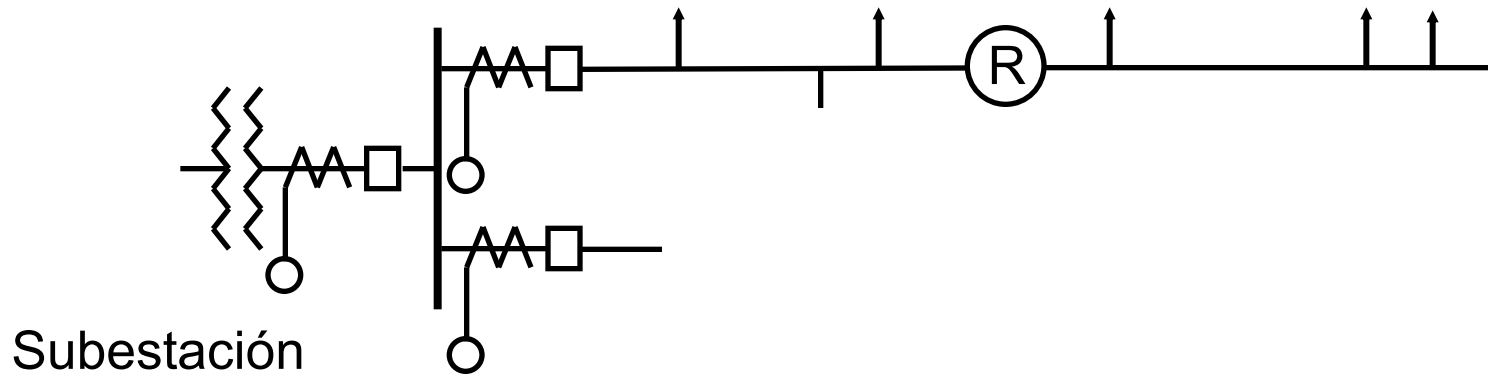
OPERACIÓN DE FUSIBLES



CURVAS CARACTERÍSTICAS DE FUSIBLES



RESTAURADOR



Restaurador

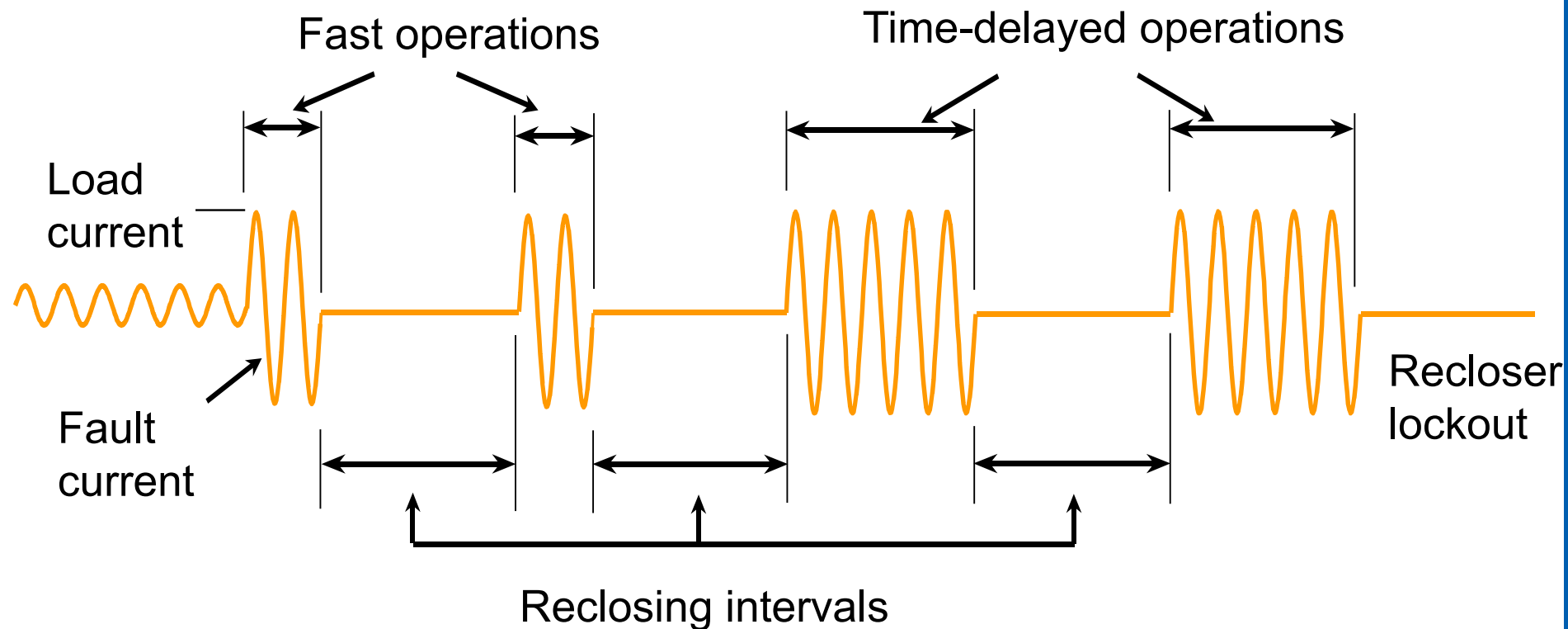
Control hidráulico

Control estático

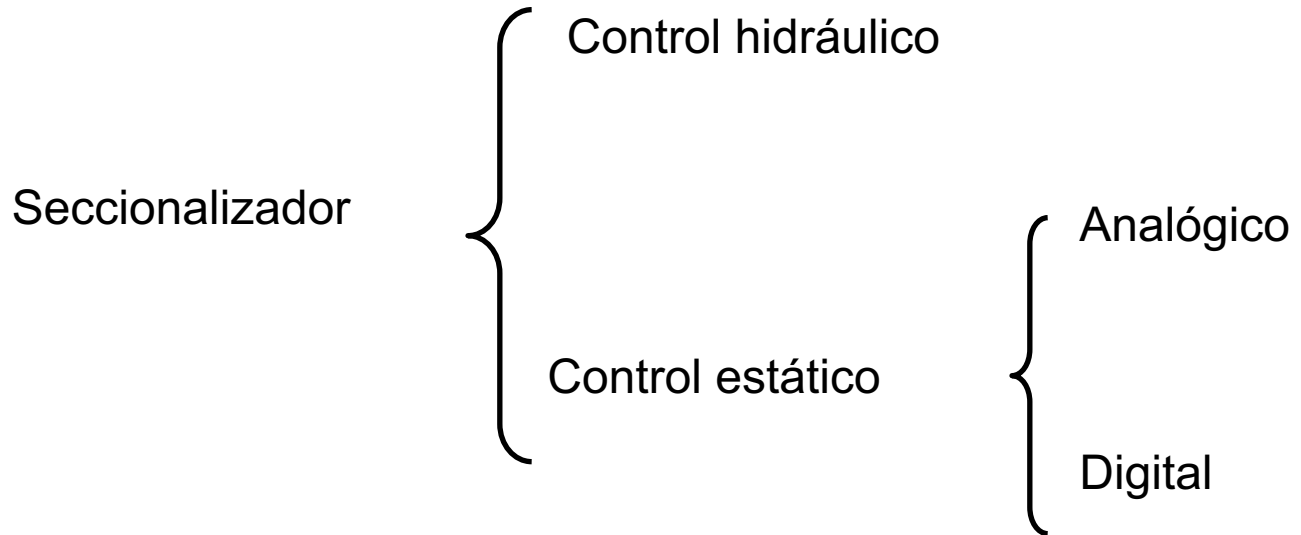
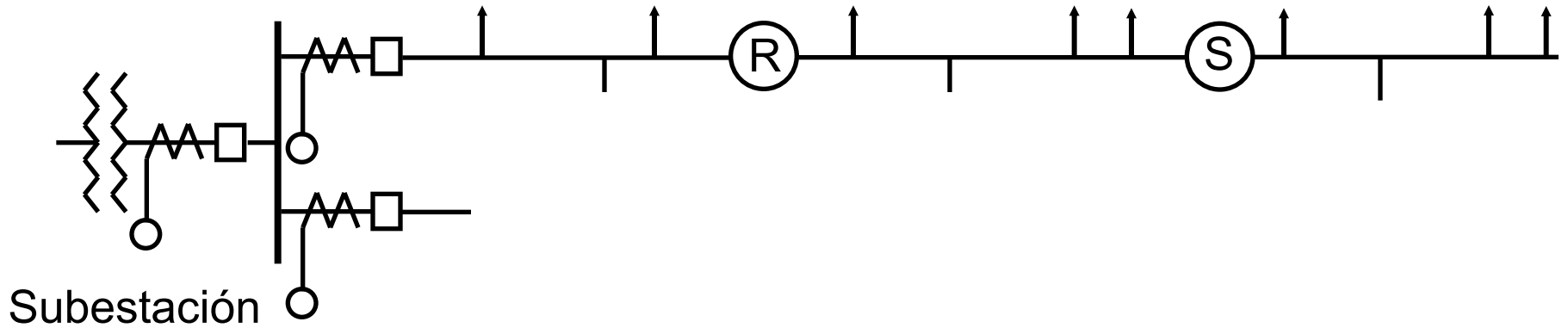
Analógico

Digital

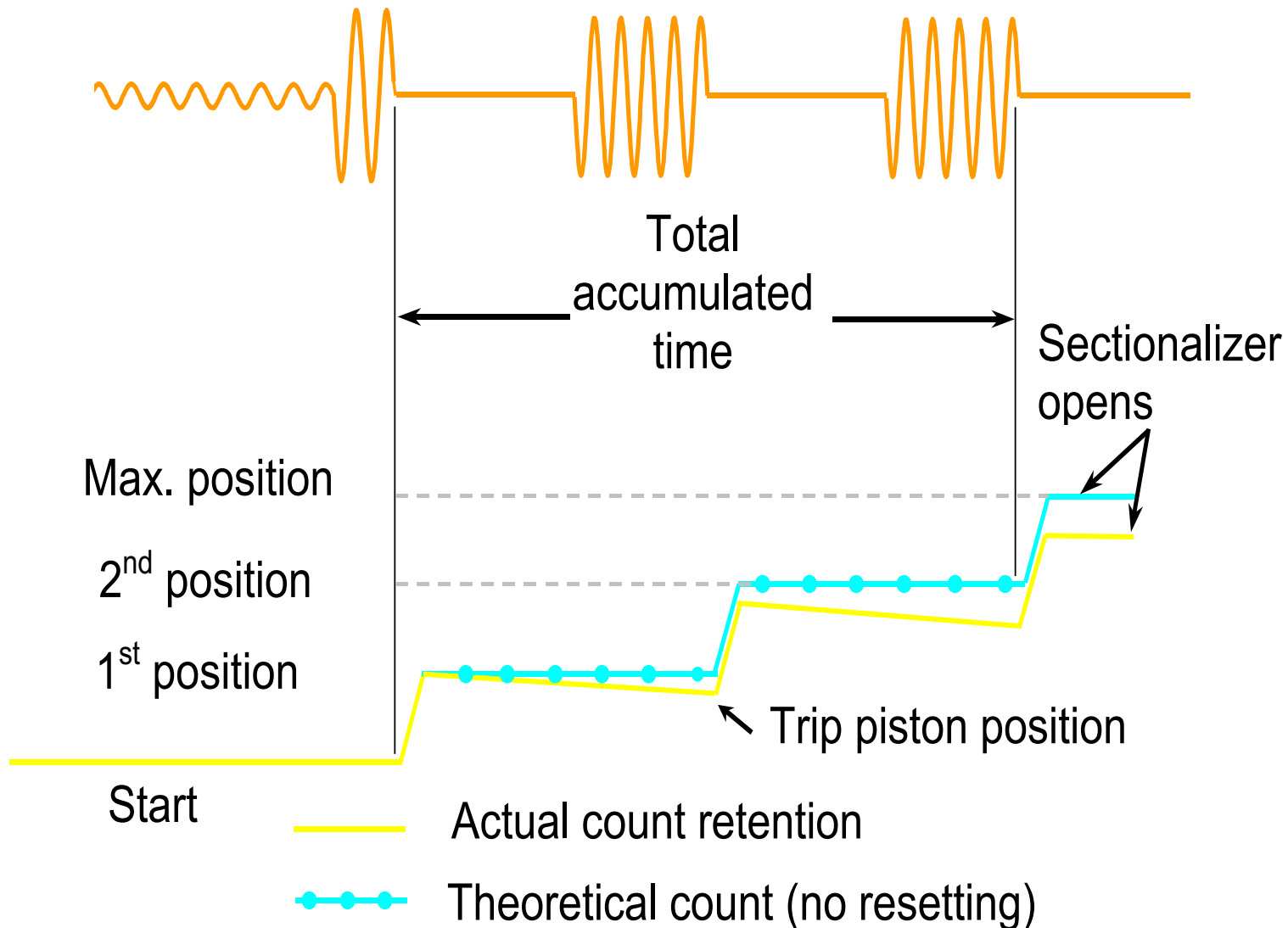
SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN RESTAURADOR



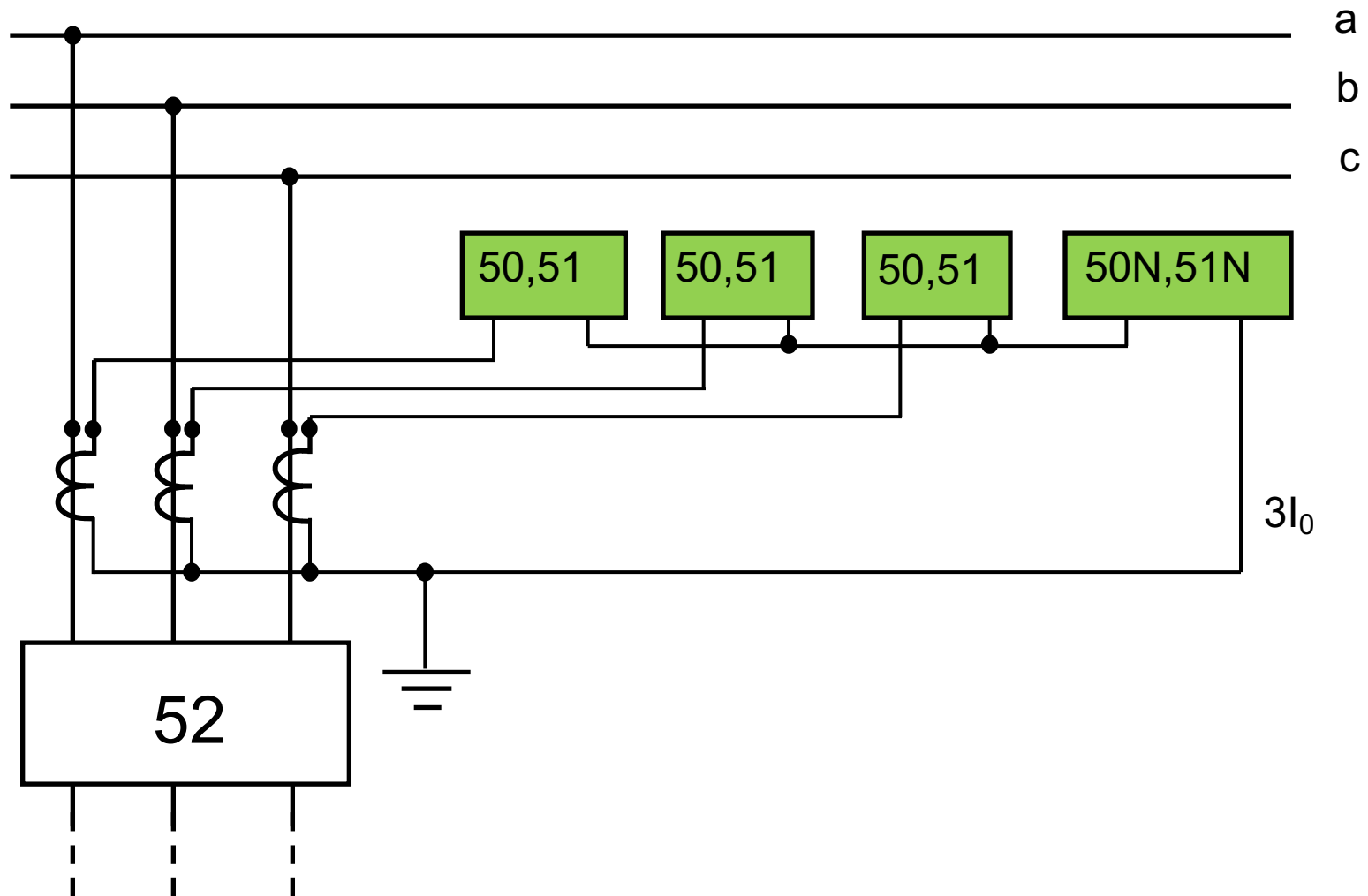
SECCIONALIZADOR



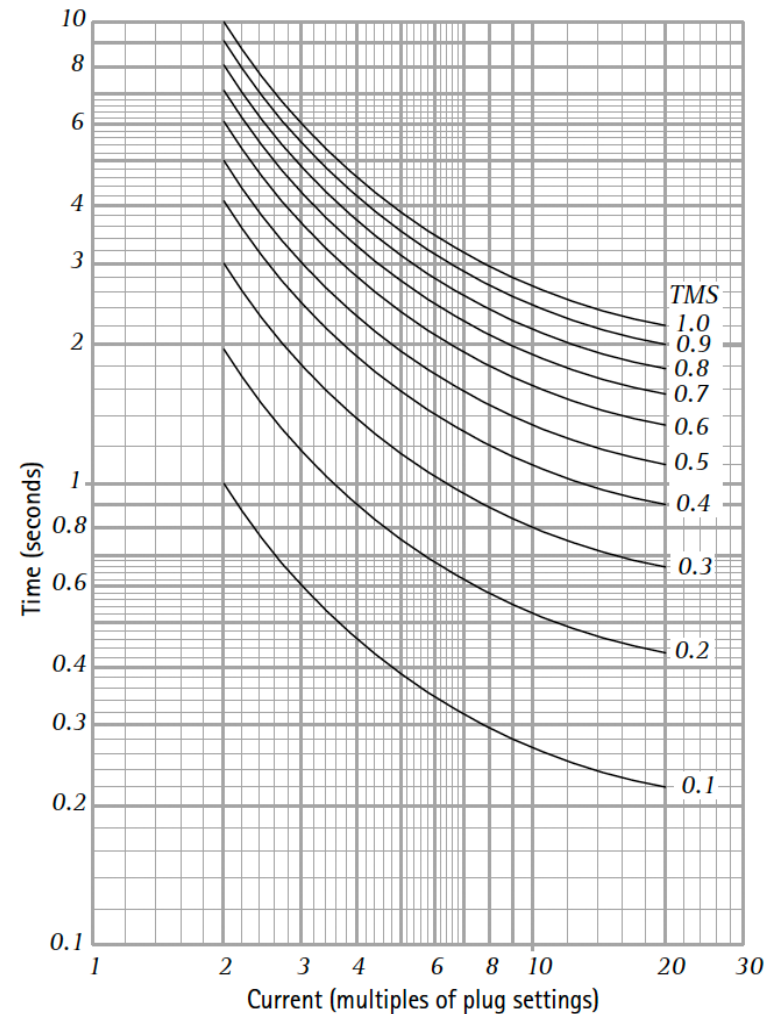
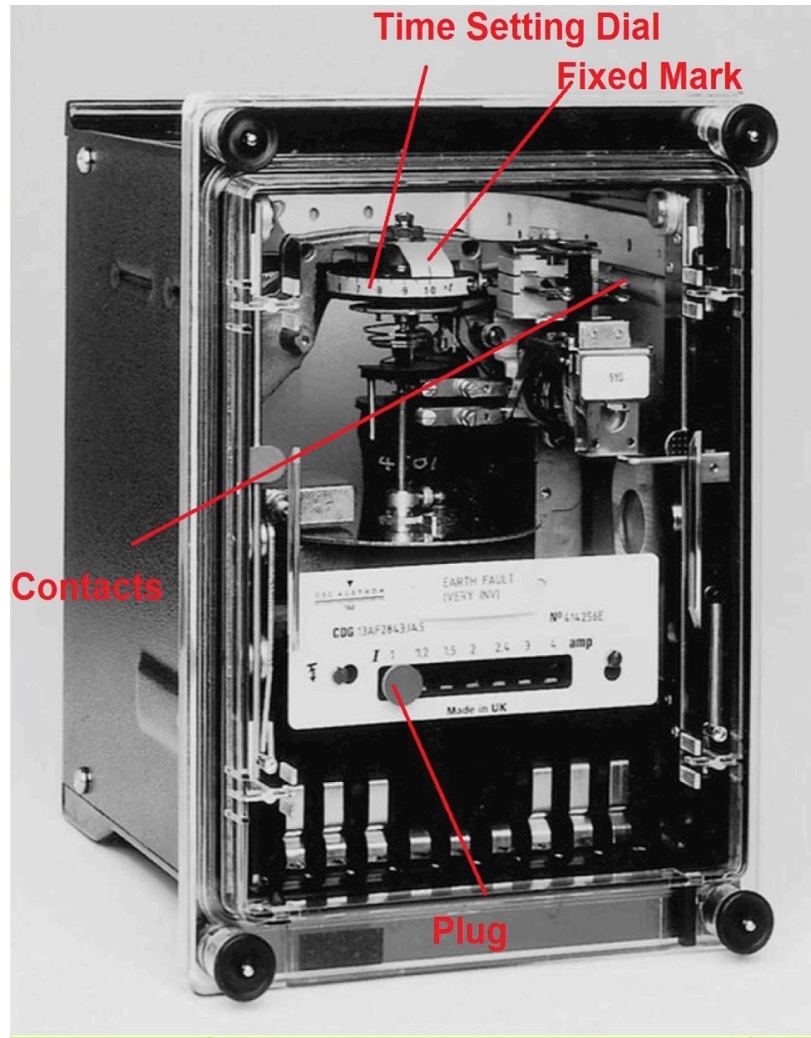
SECUENCIA DE OPERACIÓN DE UN SECCIONALIZADOR



CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE



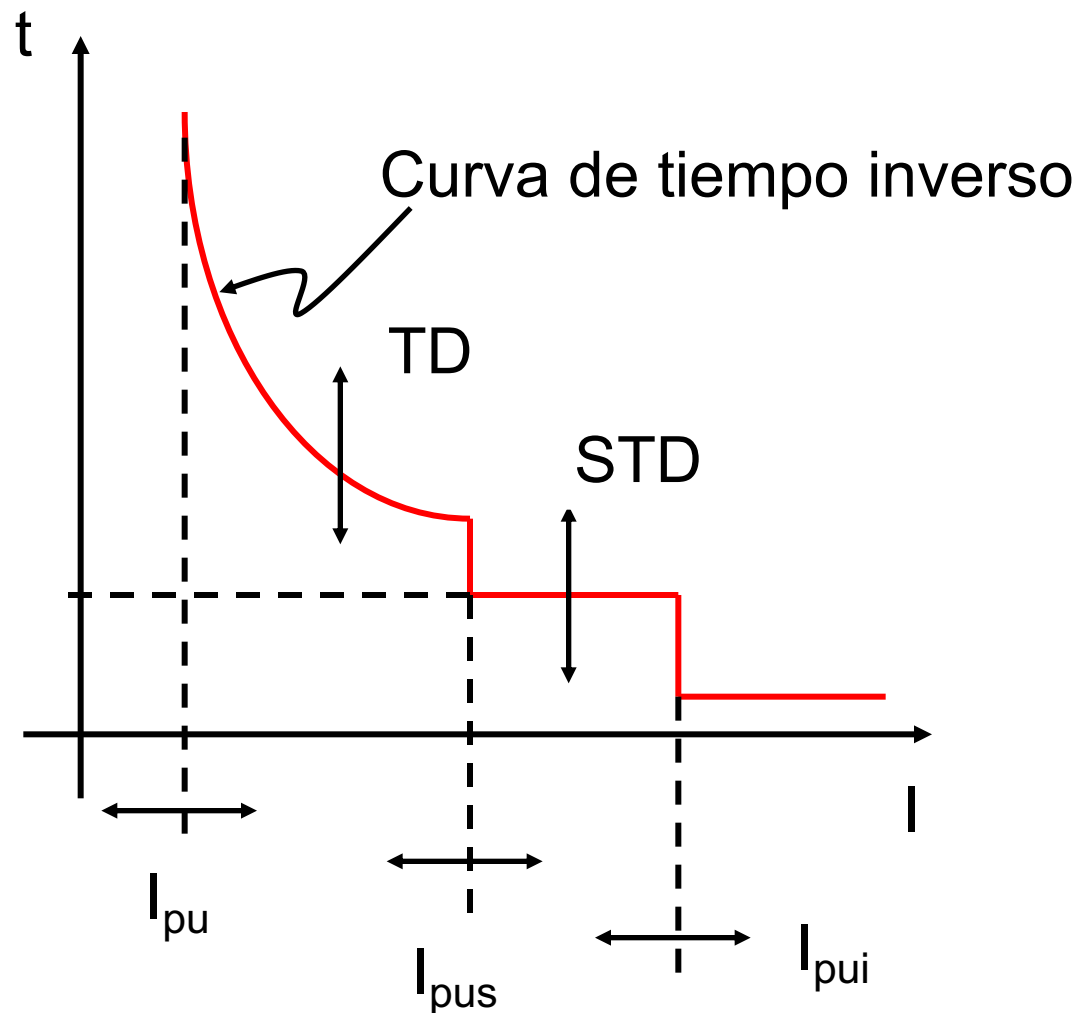
FAMILIA DE CURVAS DE UN RELEVADOR



OBJETIVOS DE LA COORDINACIÓN

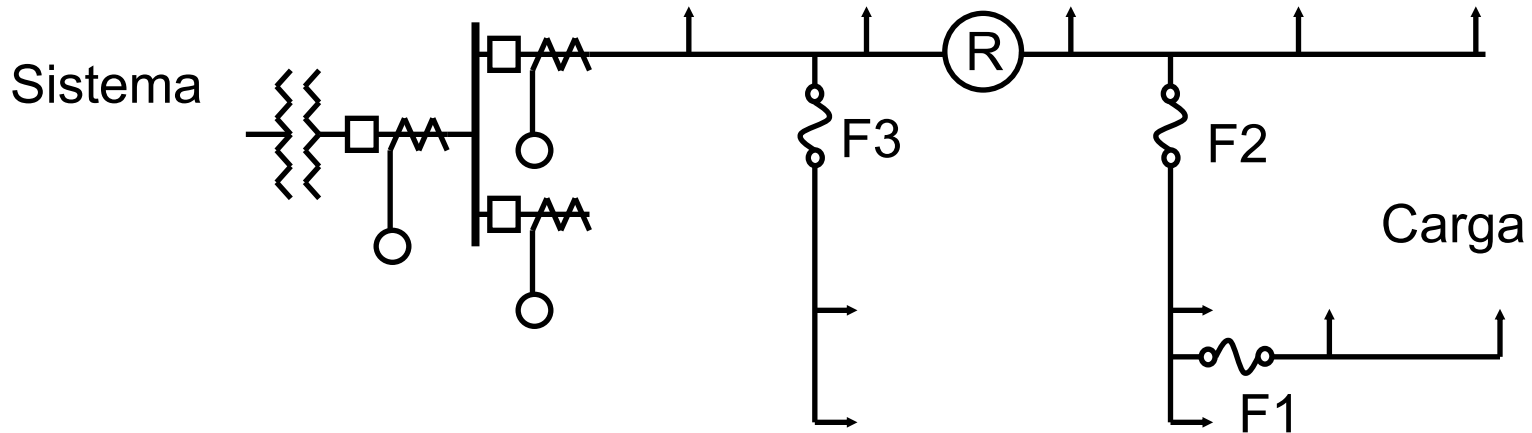
- Determinar las características y ajustes de los dispositivos de protección para cumplir con los siguientes lineamientos:
 - Máxima sensibilidad.
 - Máxima velocidad de operación.
 - Máxima seguridad y confiabilidad.
 - Máxima selectividad.

OBJETIVOS DE LA COORDINACIÓN



ESTRATÉGIA DE COORDINACIÓN

Subestación



- Definir pares de coordinación.
- Por estudio de flujos, determinar la máxima corriente de carga y las corrientes de arranque de elementos de sobrecorriente.
- Por un estudio de cortocircuito, determinar las corrientes de arranque de elementos instantáneos.
- Coordinar los dispositivos de protección, desde la carga hasta el punto de conexión al sistema.

COORDINACIÓN AUTOMÁTICA

$$\min Z = \sum_{i=1}^N t_i$$

$$I_{\text{pickup}_{\min}} \leq I_{\text{pickup}} \leq I_{\text{pickup}_{\max}}$$

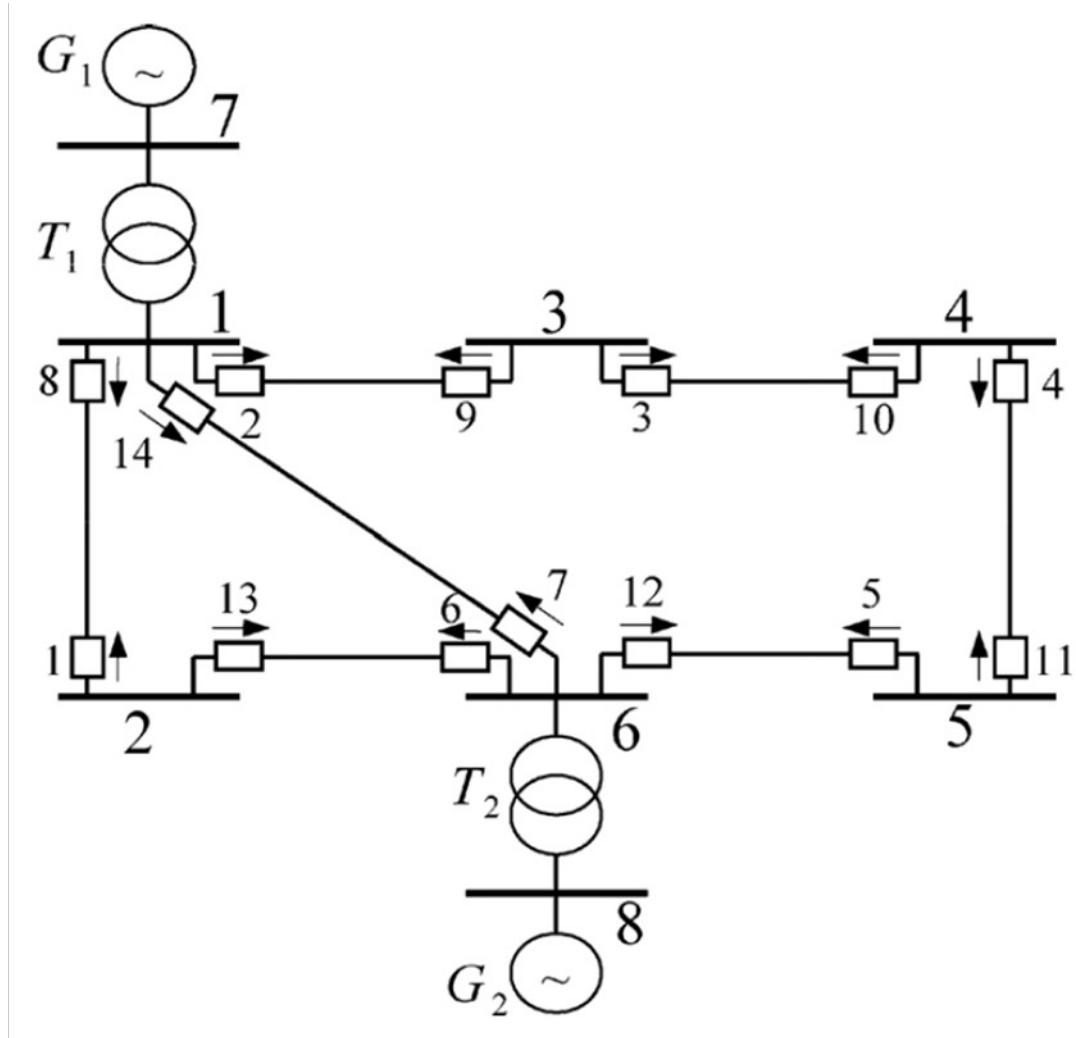
$$\text{dial}_{\min} \leq \text{dial} \leq \text{dial}_{\max}$$

$$\text{CTI}_L = t_{\text{backup}} - t_{\text{primary}}$$

$$t_{i \min} \leq t_i \leq t_{i \max}$$

$$t = \left[\frac{A}{(I_{\text{sc}3\phi \max} / I_{\text{pickup}})^n - 1} + B \right] \times \text{dial}$$

SISTEMA DE 8 NODOS



RESULTADO DE LA COORDINACIÓN

Relay number	Linear method		Nonlinear method		New method		
	I_p	TMS	I_p	TMS	I_p	TMS	OC
1	80	0.4353	160	0.2181	160	0.25	NI
2	600	0.3169	881.012	0.1657	900	0.19	NI
3	200	0.4020	400	0.1736	400	0.21	VI
4	80	0.4131	240	0.1291	240	0.17	NI
5	80	0.2890	274.675	0.0500	200	0.10	NI
6	150	0.4819	464.824	0.2102	600	0.20	NI
7	120	0.4813	420	0.1741	420	0.20	NI
8	150	0.4837	474.377	0.1993	600	0.17	NI
9	80	0.2897	271.3	0.0500	200	0.09	NI
10	80	0.4166	240	0.1314	240	0.16	NI
11	200	0.4079	400	0.1778	400	0.20	VI
12	600	0.3248	750	0.1920	750	0.26	VI
13	80	0.4437	200	0.1956	200	0.18	NI
14	120	0.4906	451.504	0.1713	480	0.16	NI
OF	12.4294		6.9258		7.63		

COORDINACIÓN AUTOMÁTICA CON DG

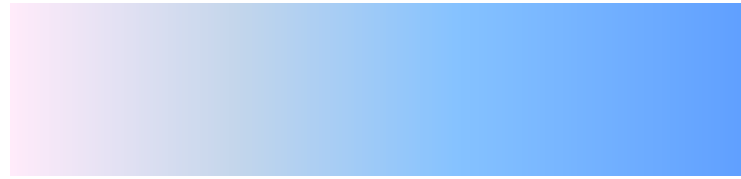
- Problema de aleatoriedad e intermitencia de las fuentes de generación no convencionales.



SISTEMA DE COORDINACIÓN EN TIEMPO REAL

- Sistemas de comunicación
- Algoritmos de identificación de escenarios.
- Algoritmos de coordinación automática.





COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN MEDIA TENSIÓN

Dr. Ernesto Vázquez Martínez
México

evazquezmtz@gmail.com