



upcomillas^{es}

upcomillas^{es}

Protecciones

Sistemas de protección

Luis Rouco Rodríguez
con la colaboración de
David López Cortón

Contenidos

- Definición de sistema de protección
- Características de los sistemas de protección
- Componentes de los sistemas de protección
- Relés de protección
- Protecciones principales y de reserva

Definición de sistema de protección

- Conjunto de equipos eléctricos cuya misión es
 - Identificar y localizar un defecto o anomalía (tipo y lugar)
 - Realizar las actuaciones (desconexiones) necesarias para despejar el defecto
 - dejando fuera de servicio la menor parte del sistema
 - en el menor tiempo posible
 - Señalar el defecto detectado y las actuaciones realizadas (proporciona información para el análisis de la incidencia)

Características de los sistemas de protección

- Sensibilidad
 - Viene determinada por el mínimo valor de la magnitud ante la que actúa la protección
- Selectividad
 - Discriminar cuando actuar, esperar o bloquearse, según localización y tipo de falta
- Rapidez
 - Actuar en el menor tiempo posible (para minimizar los daños en el equipo o en la instalación) en la secuencia

Características de un sistema de protección

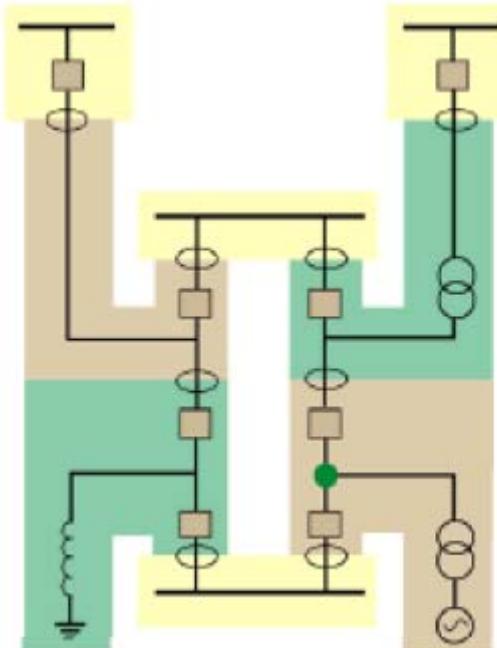
- Fiabilidad
 - Probabilidad del funcionamiento correcto
 - Seguridad
 - Probabilidad de no actuar cuando no debe
 - No actúa cuando no hay defecto, o no se cumplen las condiciones, o desaparece el defecto antes del tiempo t
 - Obediencia
 - Probabilidad de actuar cuando debe
- Robustez
 - Soportar permanentemente las condiciones ambientales y de trabajo
- Autonomía
 - De otros elementos de la instalación

Seguridad y obediencia son conceptos propios de protecciones

Fiabilidad, robustez y autonomía son conceptos generales aplicables a cualquier sistema

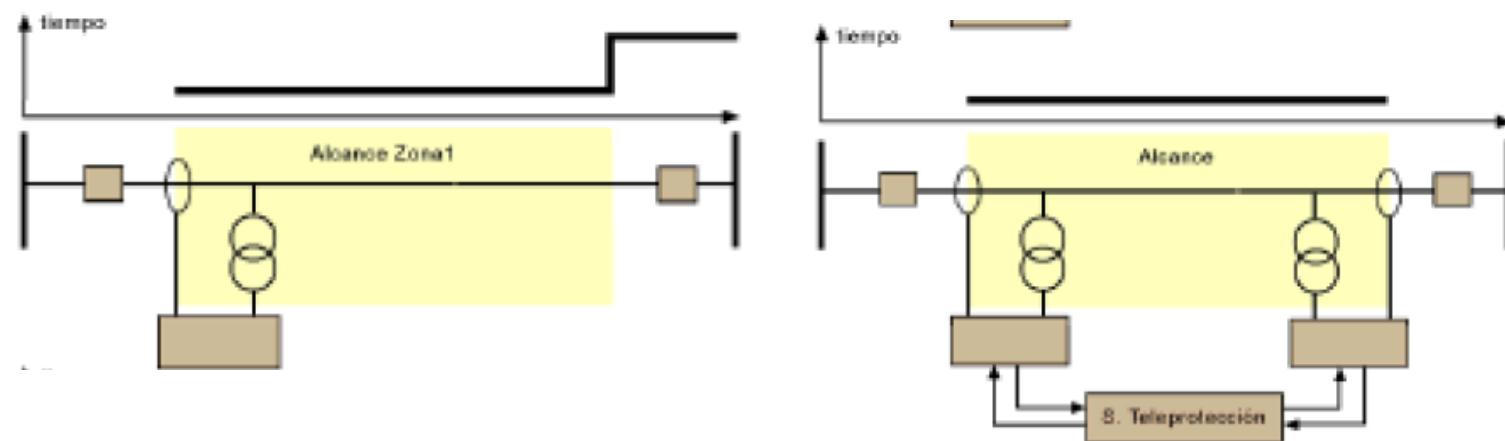
Características de los sistemas de protección

- Zona de protección
 - Parte del sistema de potencia, delimitada por interruptores, capaces de aislarla del resto del sistema. Normalmente coincidirá con un elemento: línea, embarrado, transformador...

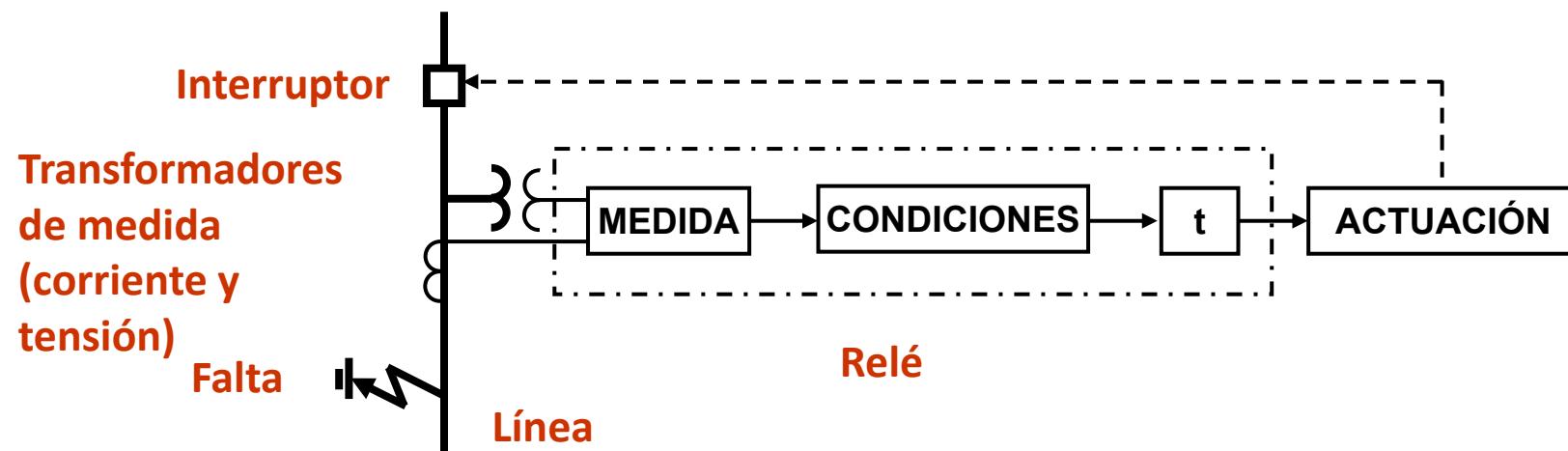


Características de los sistemas de protección

- Alcance del sistema de protección
 - Parte del sistema de eléctrico en la que el sistema de protección es capaz de detectar una perturbación. En general está determinada por la ubicación de los transformadores de intensidad que informan a la protección:
 - Alcance abierto: Tienen un alcance función de su ajuste pero sus límites no están asociados a un punto físico concreto de la red.
 - Alcance cerrado: Su alcance se encuentra limitado a una zona concreta del sistema.



Componentes de los sistemas de protección



En este esquema faltan los cableados

Dentro del bloque de actuación están las bobinas de disparo

Podría haber además equipos de comunicación

Componentes de los sistemas de protección

- Transformadores de medida
 - Intensidad
 - Medida (clases -límite de error- 0.1, 0.2, 0.5, 1, 3; satura cuando $I>K*I_{nom}$ siendo K el factor de seguridad que está entre 1 y 5)
 - Protección (clases 5PXX, 10PXX; 5P20 significa error 5% con 20I_{nom})
 - Tensión
 - Medida (clases -límite de error- 0.1, 0.2, 0.5, 1, 3 cuando la tensión está entre 0.8-1.2U_n)
 - Protección (clases 3P, 6P; 3P significa error 3% entre 0.05 y 1.2U_n)
 - La clase de precisión de los transformadores de medida se cumple cuando están cargados con la carga de precisión (medida en VA)

Componentes de los sistemas de protección

- Relés de protección
 - Magnitud simple (U , I) o compuesta (Z , P , Q)
 - Valor máximo o mínimo
 - Fase o neutro

Componentes de los sistemas de protección

- Unidades de disparo
 - Transforman la actuación de un relé en varias actuaciones
 - Agrupan actuaciones de varios relés en mismo grupo de actuaciones
 - Tipos
 - Relés maestros
 - Matrices de disparo (típicamente en generadores)

Componentes de los sistemas de protección

- Baterías de alimentación
 - Proporcionan alimentación independiente de la red a
 - Protecciones
 - Control
 - Automatización
 - Deben proporcionar suficiente autonomía
- Sistemas de señalización, registro y oscilografía
 - Señalización: indicación de la actuación del relé
 - Sistema de control
 - Paneles locales: cada vez menos usados
 - Registro: valor de la magnitud vigilada e instante de tiempo del arranque y actuación del relé
 - Oscilografía: ondas de corrientes y tensiones varios ciclos antes y después de la falta
 - Ficheros en formato COMTRADE
- Sistemas de comunicación
 - Fibra óptica
 - Radio
 - Onda portadora (con uso decreciente)

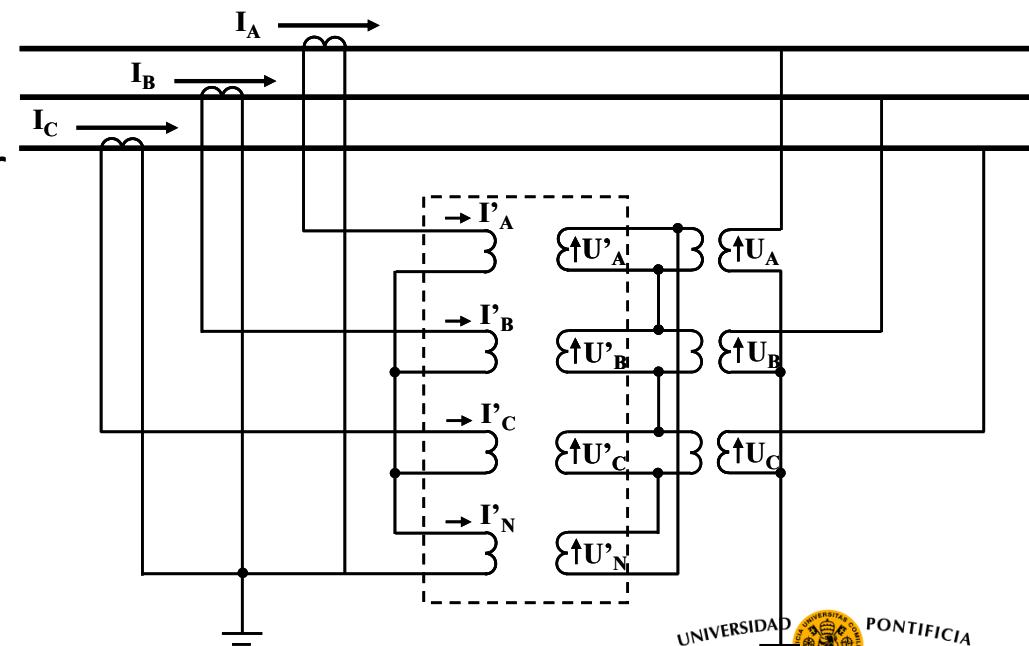
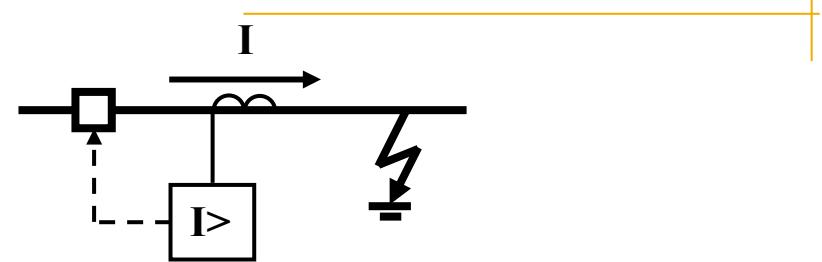
Relés de protección

- Características
 - Magnitud vigilada
 - Temporización
 - Entradas lógicas

Relés de protección

- Magnitud vigilada
 - Simple: I , U , f , velocidad
 - Compuesta:
 - Calculada: Z (relés de distancia), P , Q (relés vatimétricos)
 - Desfase: relés direccionales
 - Comparación: corrientes (relés diferenciales), tensiones
 - Armónicos
 - Secuencias
 - Máximo o mínimo valor
 - Monofásica o trifásica
 - Línea o neutro

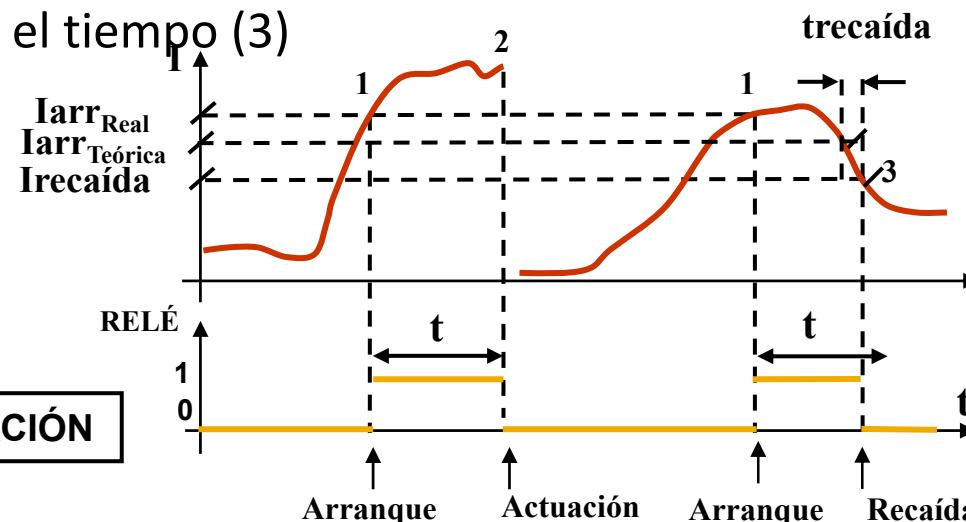
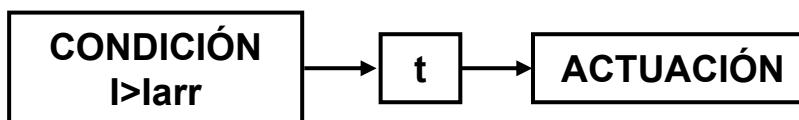
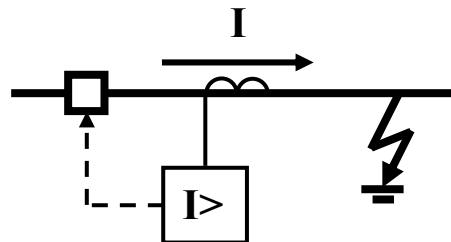
Relé trifásico cuya magnitud vigilada es compuesta



Relés de protección

- Temporización
 - Definiciones

- Arranque del relé: valor de la magnitud del relé a partir de la cual se produce el inicio de la cuenta de tiempo (1)
- Actuación del relé: cuando llega al final del tiempo (2) –se considera que el tiempo de actuación está definido por la corriente de arranque–
- Recaída del relé: valor de la magnitud del relé a partir de la cual deja de contar el tiempo (3)



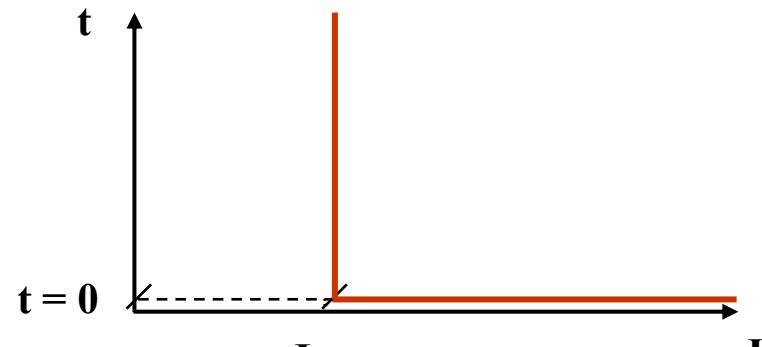
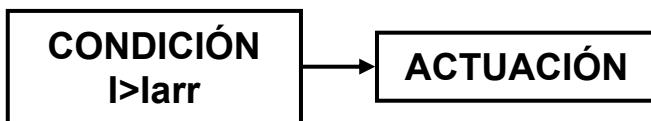
Típico en relés electromecánicos

Relés de protección

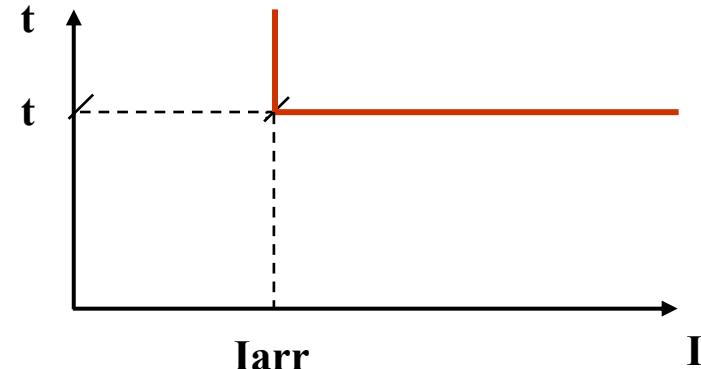
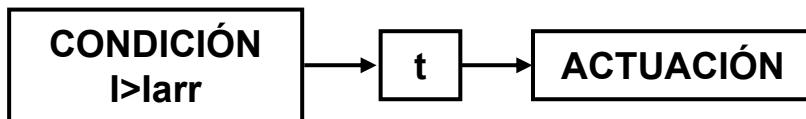
- Temporización
 - Clasificación
 - Relé instantáneo
 - Relé temporizado
 - Tiempo fijo o independiente
 - Tiempo inverso o dependiente

Relés de protección

- Temporización
 - Relé instantáneo
 - Retardo nulo

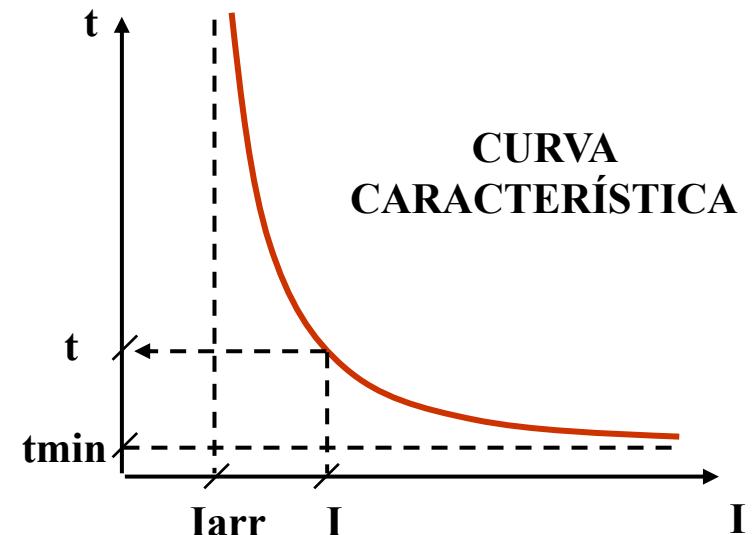
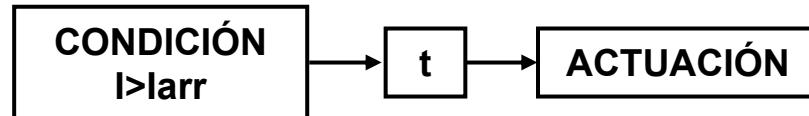


- Relé temporizado de tiempo definido
 - Retardo fijo e independiente de la magnitud vigilada



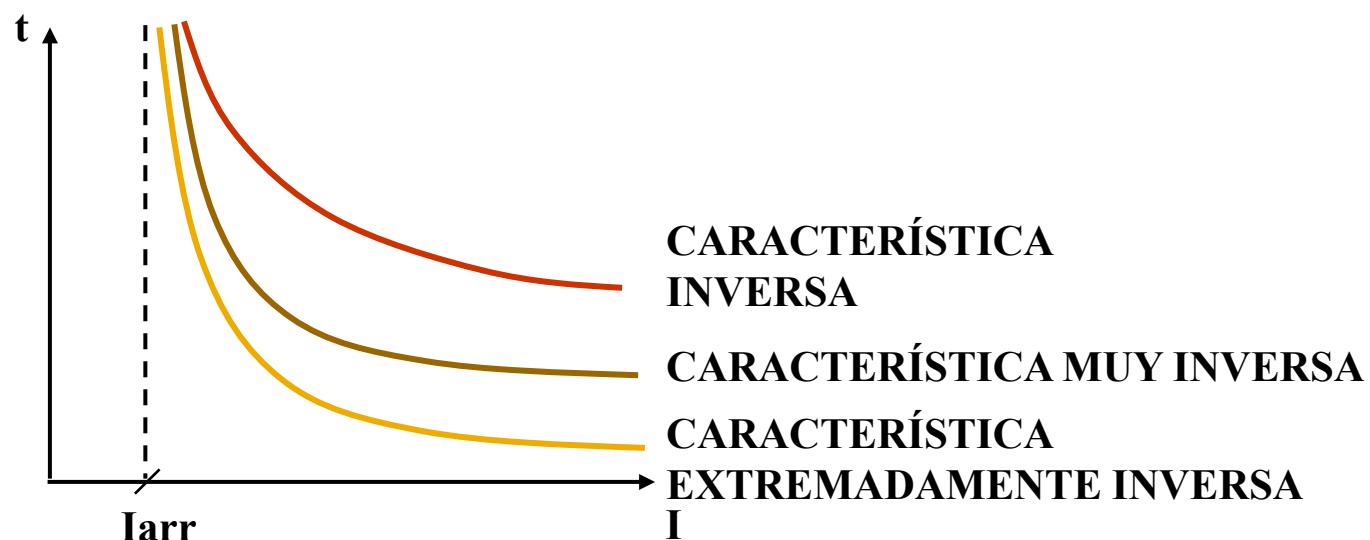
Relés de protección

- Temporización
 - Relé de tiempo inverso
 - Temporización dependiente de la magnitud vigilada de acuerdo con una curva característica
 - Mayor valor magnitud de la magnitud vigilada menor tiempo de actuación (menor tiempo de actuación en caso de faltas severas)



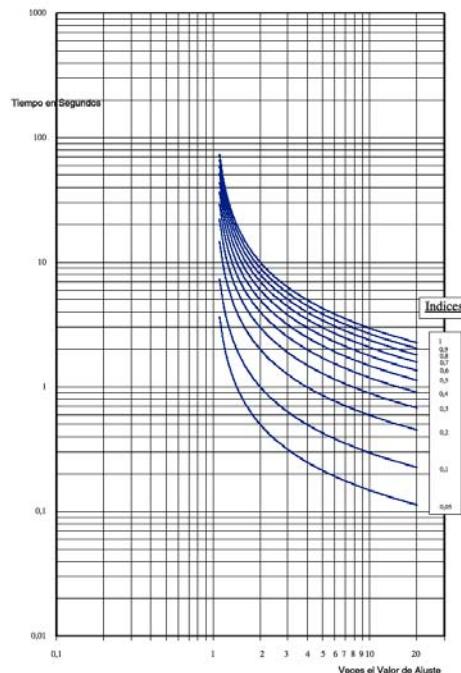
Relés de protección

- Temporización
 - Relé de tiempo inverso
 - Existen varios tipos de curvas: unas más rápidas que otras (menor tiempo de actuación para igual valor de la magnitud vigilada)
 - Curvas características normalizadas

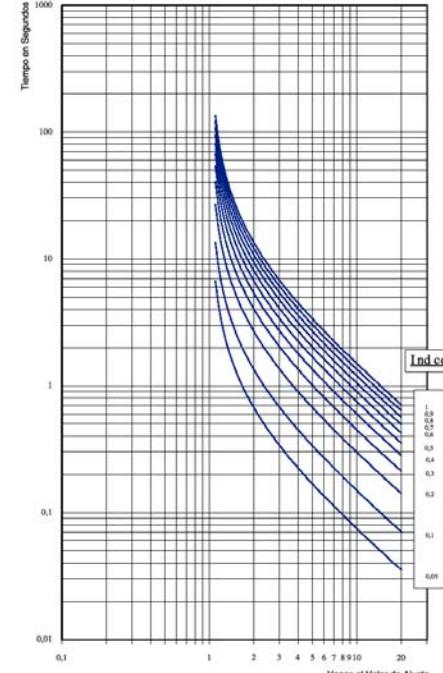


Relés de protección

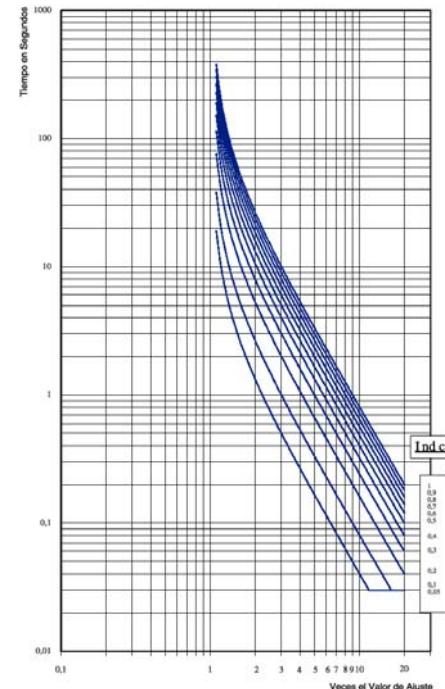
- Temporización
 - Relé de tiempo inverso
 - Curvas características normalizadas



CARACTERÍSTICA
INVERSA



CARACTERÍSTICA
MUY INVERSA



CARACTERÍSTICA
EXTREMADAMENTE
INVERSA

Relés de protección

- Temporización
 - Relé de tiempo inverso
 - Curvas características normalizadas. Expresiones analíticas

$$t = \frac{a \cdot T}{\left(\frac{I}{I_>}\right)^b - 1}$$

$I_>$ es la corriente de arranque.

T es el dial.

a y b son parámetros que dependen del tipo de característica.

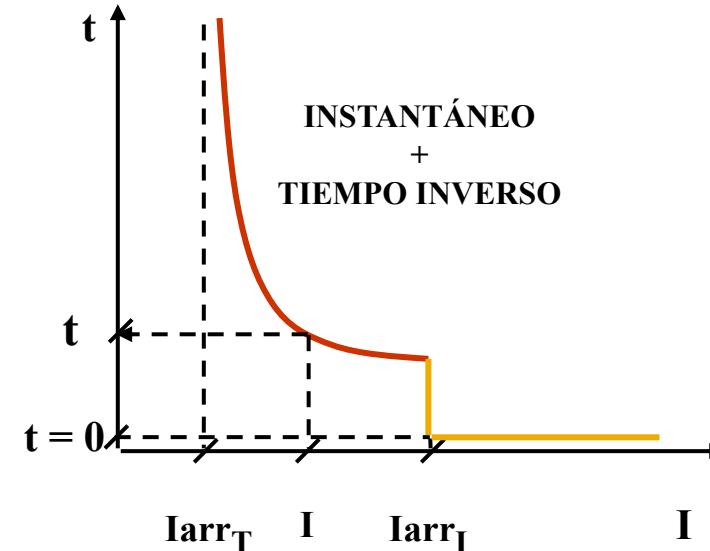
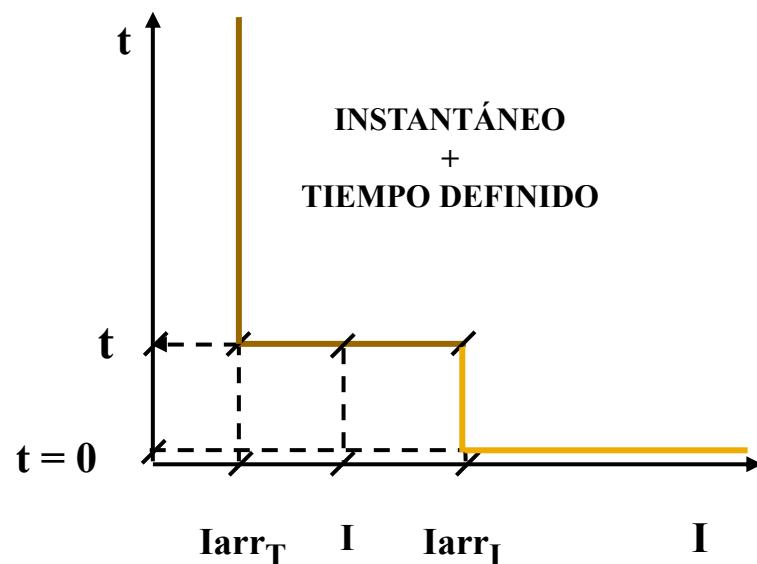
Tipo de característica	a	b
Inversa	0.13	0.02
Muy inversa	16	1
Extremadamente inversa	96	2

Relés de protección

- Temporización

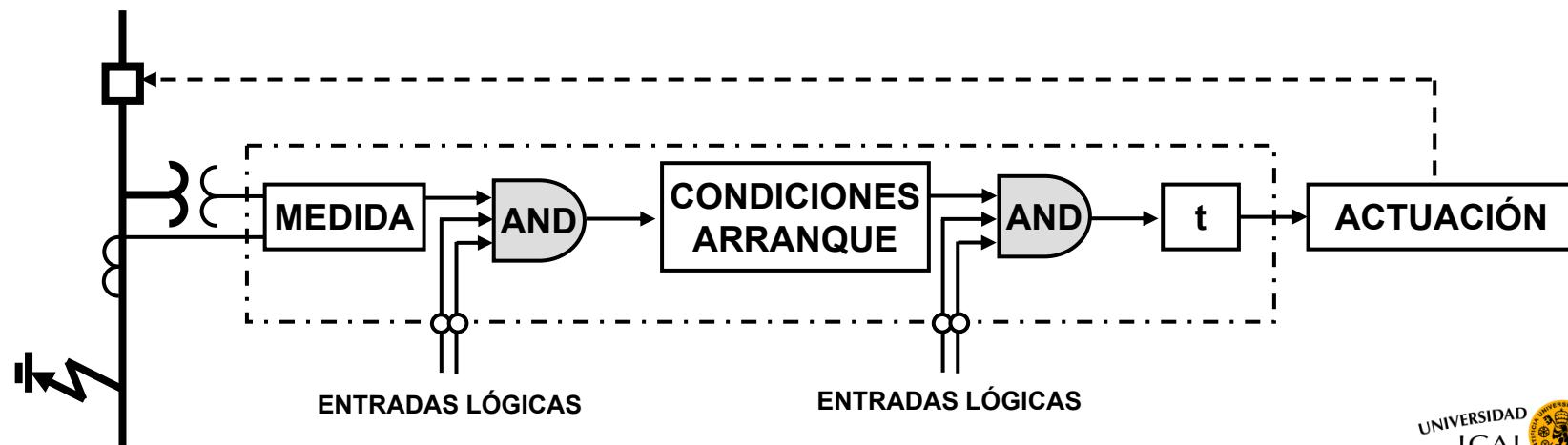
Un mismo relé puede tener unidades

- Instantánea
- Temporizada de tiempo definido
- Temporizada de tiempo inverso



Relés de protección

- Entradas lógicas
 - La actuación del relé (orden de disparo) puede depender de las condiciones de la red
 - El relé puede tener entradas lógica como
 - Posición de aparellaje (interruptores, seccionadores)
 - Variables de máquinas (velocidad de generador o motor) o de plantas (turbina, cadera)
 - Arranque o actuación de otras protecciones (locales o remotas)

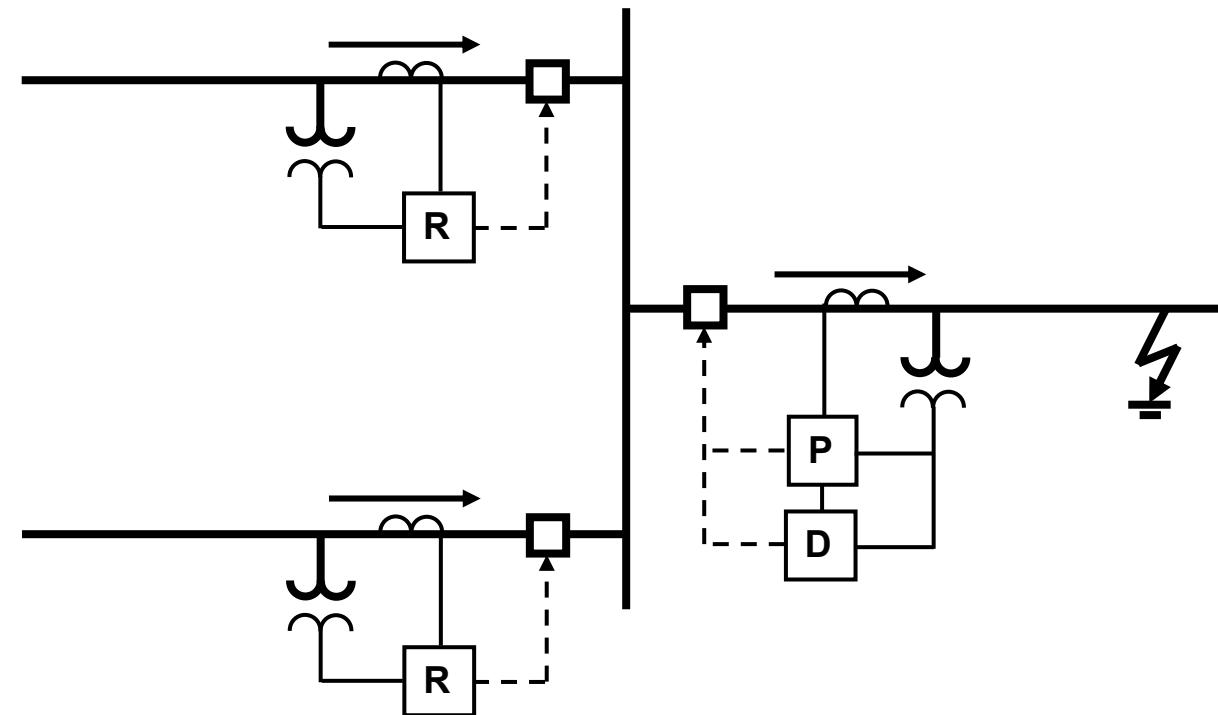


Protecciones principales y de reserva

- Protección principal (P): detecta el defecto o la anomalía
- Protección redundante o duplicada (D)
 - Una misma función
 - Modelo de relé distinto
 - Mismo ajuste de tiempo
 - Incluso mismos transformadores de medida y mismos circuitos de disparo
- Protección de reserva o de respaldo (R)
 - Con una función diferente que detecta un mismo defecto o anomalía
 - Por ejemplo, una protección de sobreintensidad como respaldo de una protección de distancia –Z–)
 - Temporizada
 - Local o remota

Protecciones principales y de reserva

Las líneas adyacentes a la línea en falta aportan corriente a la falta



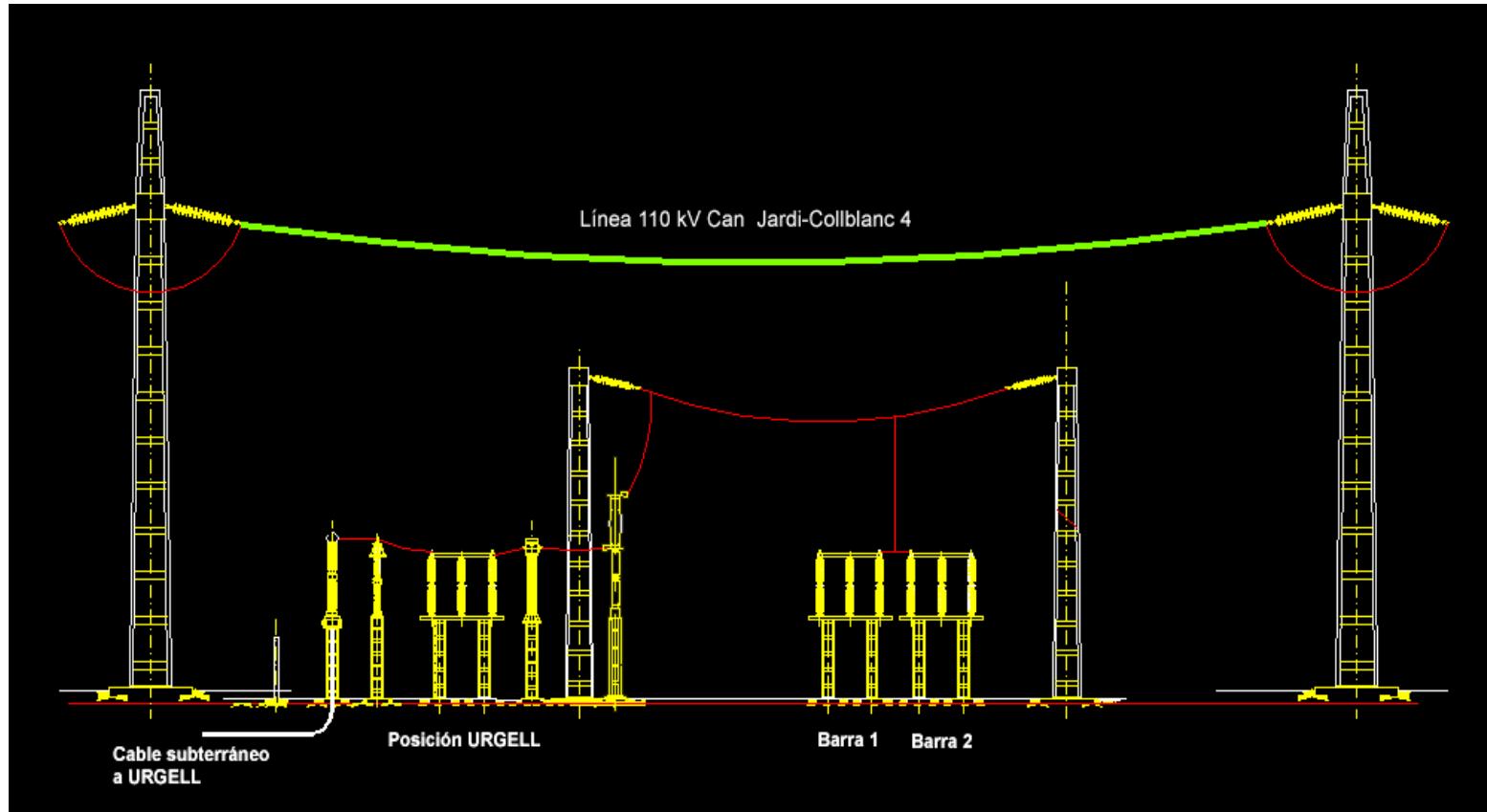
Protecciones de reserva remotas



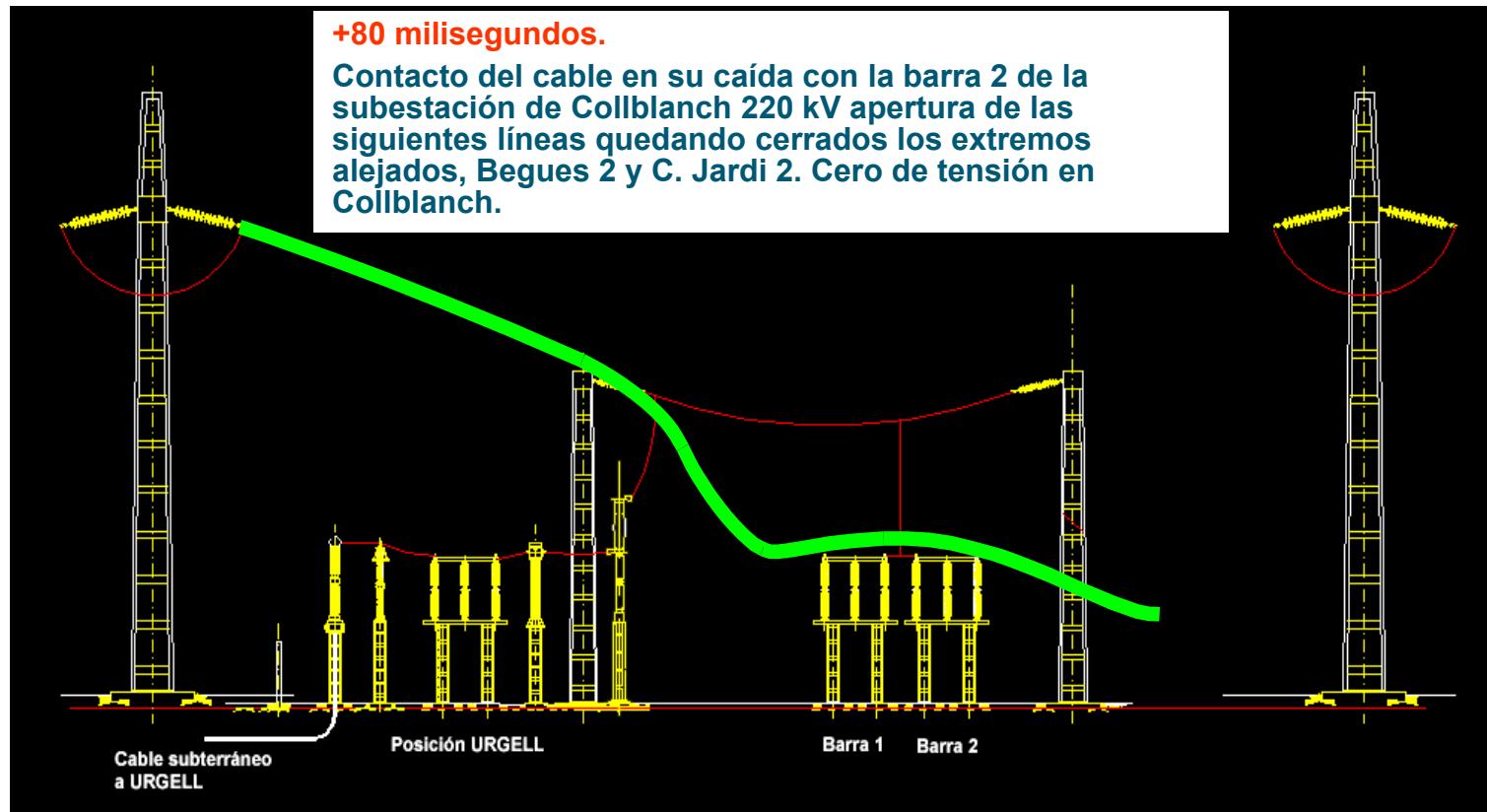
Agradecimientos:

Esta presentación está basada en materiales
desarrollados por el Prof. D. Óscar Martínez Oterino.
Se agradece la desinteresada cesión de los mismos.

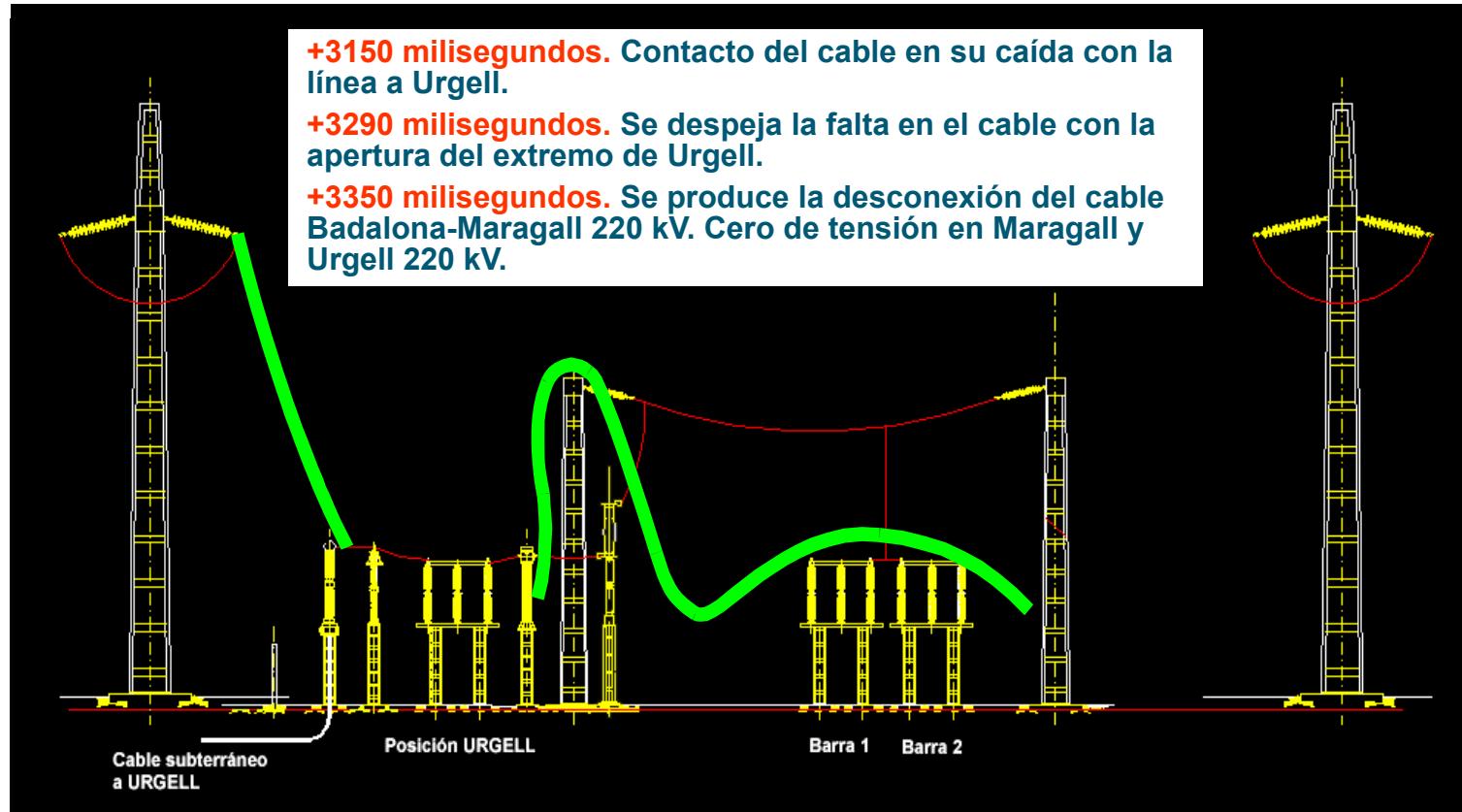
Incidente en Barcelona del 23 de julio de 2007



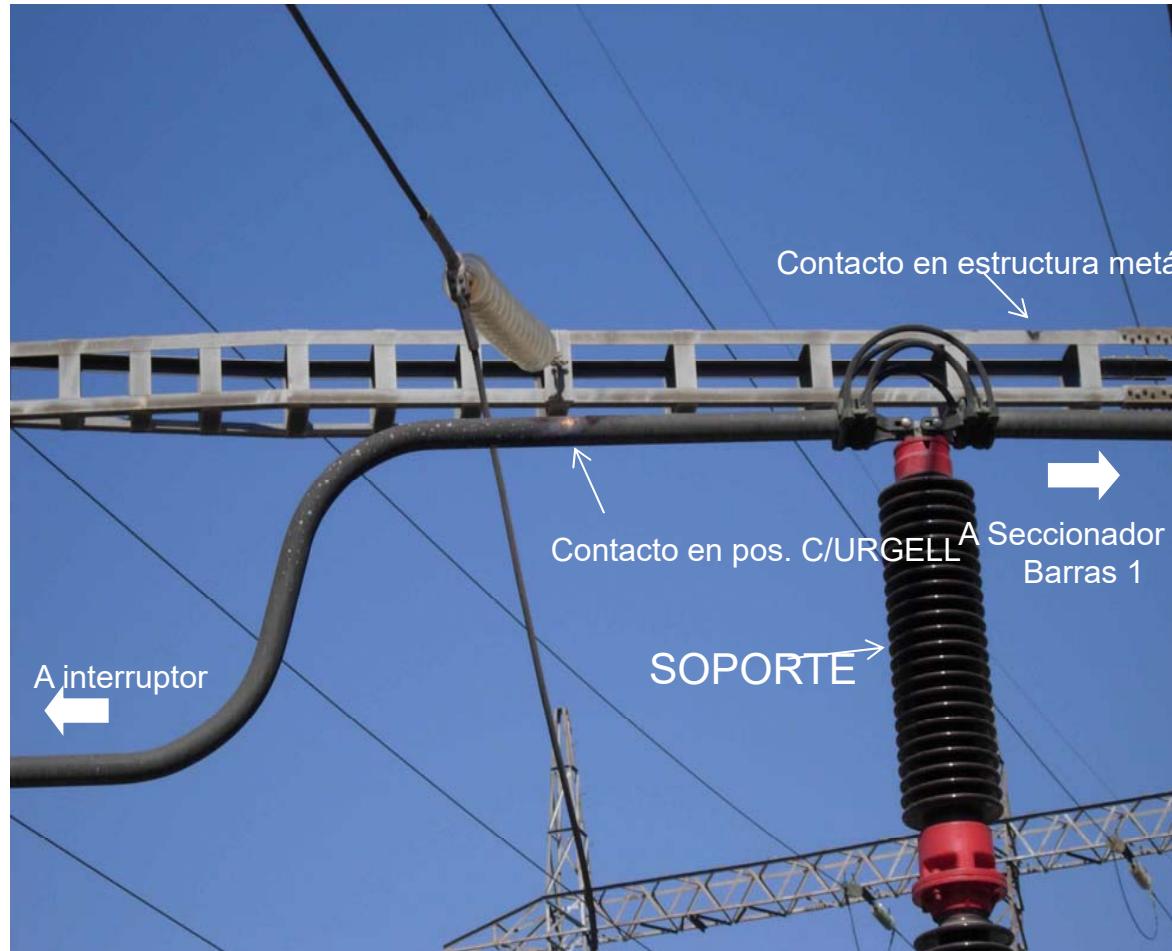
Incidente en Barcelona del 23 de julio de 2007



Incidente en Barcelona el 23 de julio de 2007

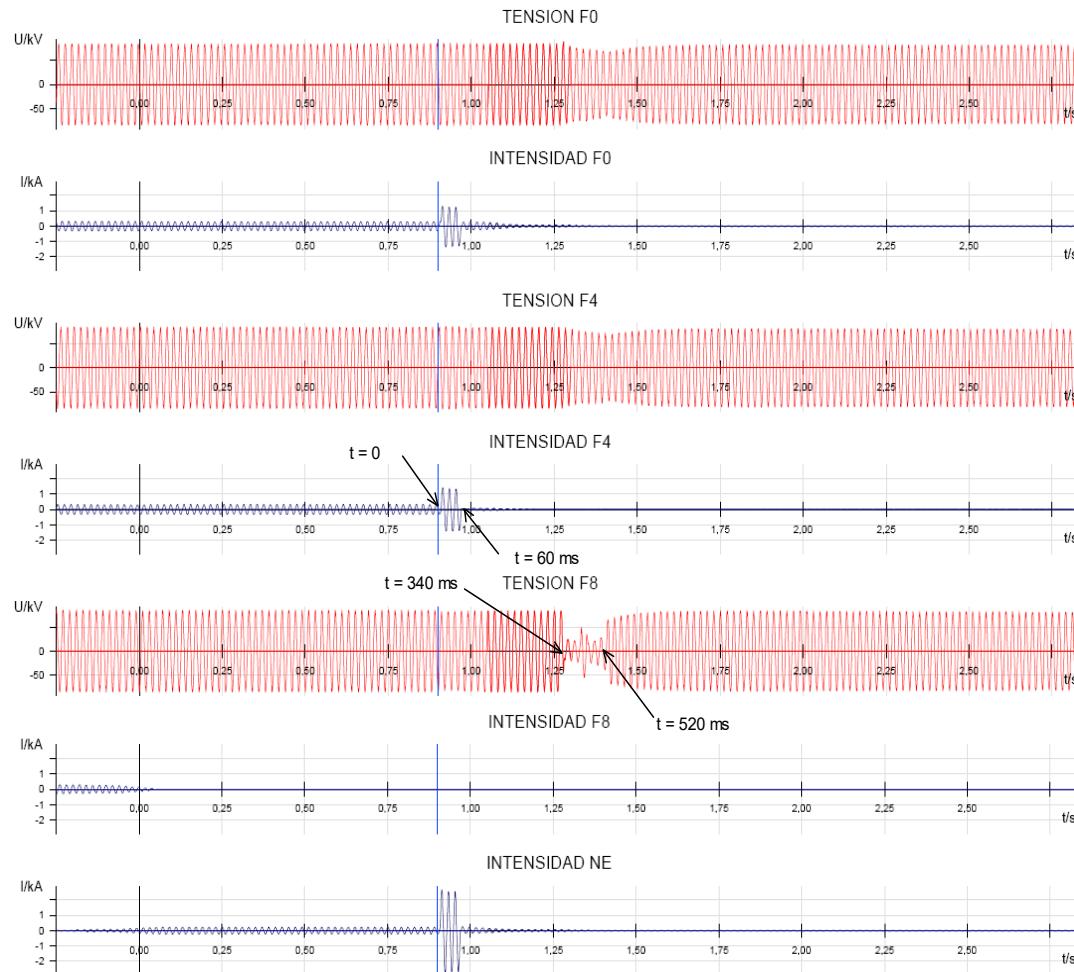


Incidente en Barcelona del 23 de julio de 2007



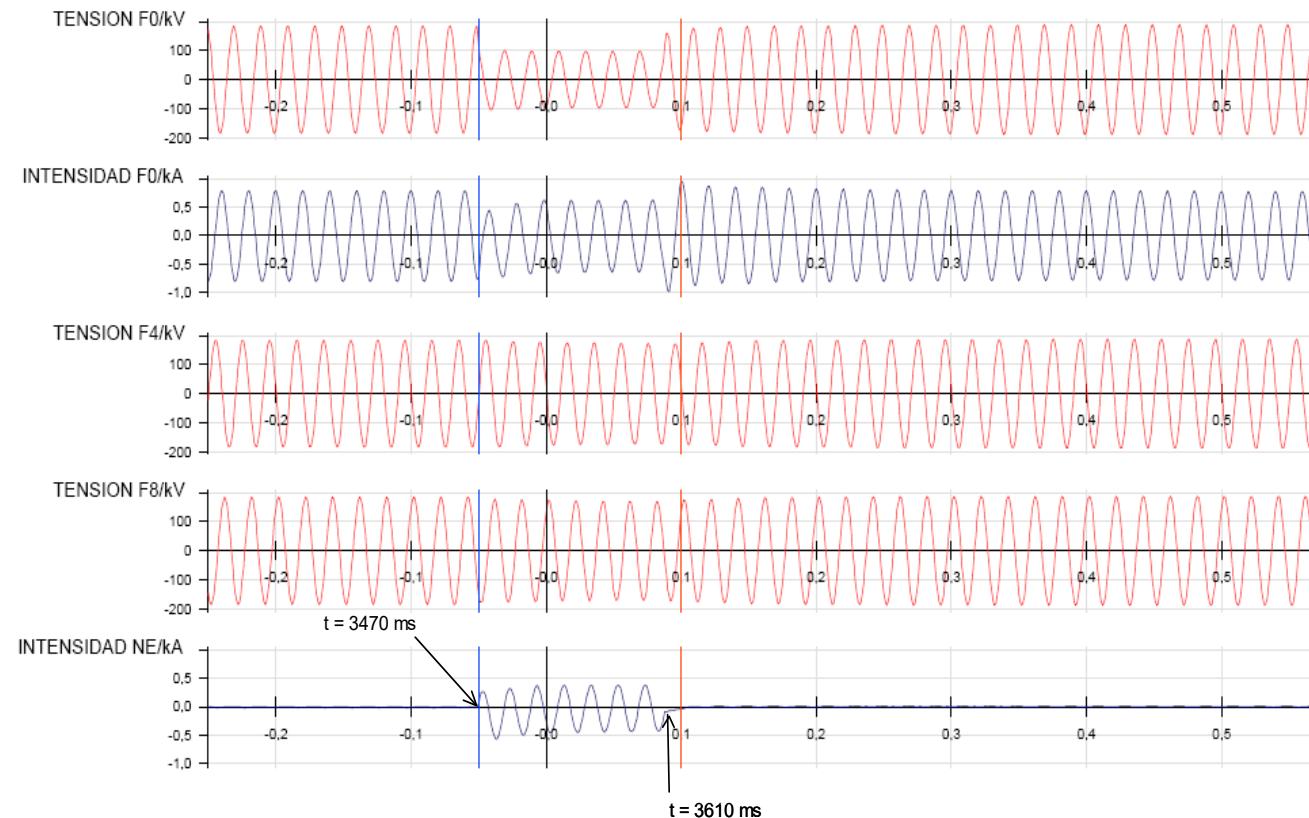
Incidente en Barcelona el 23 de julio de 2007

Oscilografía L/110 kV Collblanc - Ca'n Jardí 4 (captada en Collblanc)



Incidente en Barcelona el 23 de julio de 2007

Oscilografía C/ 220 kV Mata - Tánger (captada en Mata)



Incidente en Barcelona del 23 de julio de 2007

