

CASOS DE FALLAS A TIERRA

Contacto a Líneas Aéreas

TELECABLE APOYADO EN CONDUCTOR DESNUDO 10 kV



Contacto a líneas aéreas

AVISOS PUBLICITARIOS



Contacto a líneas aéreas

AVISOS PUBLICITARIOS



Contacto a Líneas Aéreas

COLA DE COMETAS



Contacto a líneas aéreas

AVES



Contacto a líneas aéreas

NIDO DE AVES



Contacto por Animales

MONO



Contacto por Animales

ROEDOR
EN SUBESTACION



Contacto por Animales

GATO EN INSTALCION DE CLIENTE



Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico

CABLE DAÑADO POR EXCAVADORA



Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico

CABLE DAÑADO



Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico

CABLE DAÑADO POR CARRO EN RETROCESO



Caída de Líneas



POSTE CHOCADO

Caída de Líneas



POSTE CHOCADO

Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico



CABLE AUTOSOPORTADO DAÑADO POR BALA



Contacto a Líneas Aéreas

CONTACTO DE ÁRBOLES



PODA DE ÁRBOLES

Contacto a Líneas Aéreas

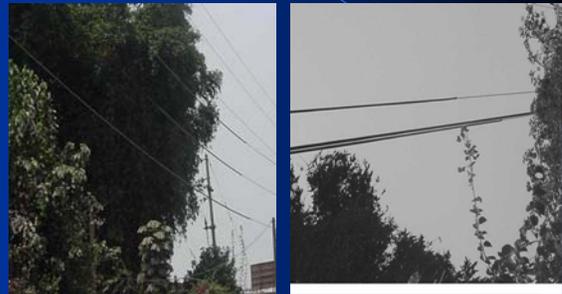
CONTACTO DE ÁRBOLES



PODA DE
ÁRBOLES

Contacto a Líneas Aéreas

CONTACTO DE ÁRBOLES



CUBIERTAS DE PROTECCION

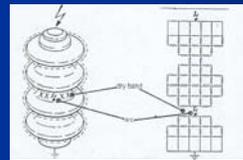
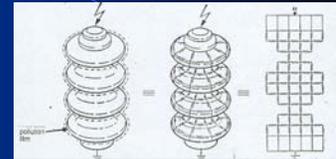
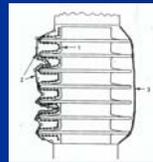
Descarga Superficial

CONTAMINACION Y POLUCIÓN EN AISLADORES



Descarga Superficial

CONTAMINACION Y POLUCIÓN EN AISLADORES



Descarga Superficial

MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS MT



MANTENIMIENTO EN CALIENTE



HIDROLAVADO



Descarga Superficial

CORROSIÓN Y POLUCIÓN EN FERRETERIA



Descargas a tierra

AISLADOR HIBRIDO



SECCIONADOR



Descarga Superficial

MEDIDAS CORRECTIVAS



Descarga Superficial

MEDIDAS CORRECTIVAS



Falla de Equipos

PROBLEMA EN BOTELLA DE VACIO



Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico



FALLA EN EMPALME ASIMETRICO

Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico

CABLES RECALENTADOS POR DEFICIENCIA EN CONTACTO



Pérdida de aislamiento de cables causados por envejecimiento o daño físico

EXPLOSION DE TERMINAL ANTIGUO



Caída de Líneas



ROTURA DE CONDUCTORES



La electricidad es invisible ...

Caída de Líneas

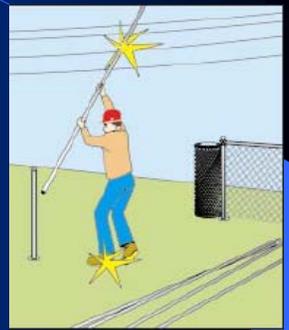


**DESPRENDIMIENTO
DE CONDUCTORES**



*La electricidad
es invisible ...*

Contacto a Líneas Aéreas



Contacto a Líneas Aéreas

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD



Contacto a Líneas Aéreas



Contacto a Líneas Aéreas

ACCION PREVENTIVA CON EDIFICACIONES



Contacto a Líneas Aéreas



Las interrupciones son imprevistas



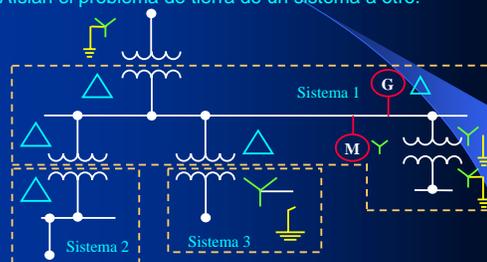
EL DISEÑO DE LA RED EN MEDIA TENSION FILOSOFIA DE PROTECCION

Planificación de la Red de Distribución

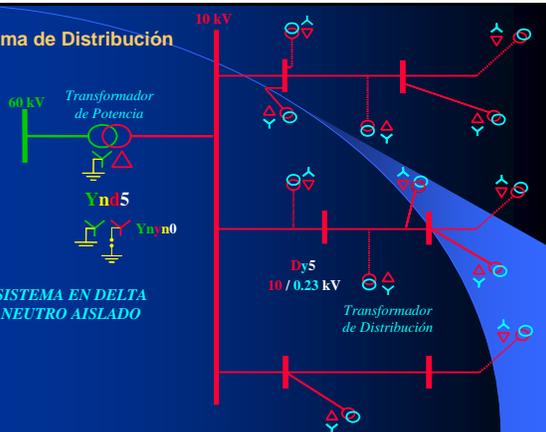
- Decisión del comportamiento del sistema durante las fallas monofásicas a tierra.
- Resistividad específica del suelo.
- Tratamiento del Neutro del Sistema permite
 - Limitación de sobretensiones en condiciones de falla.
 - Restricción de potenciales de toque y paso.
 - Propiedades de relés de protección.
 - Consideraciones de cargas: Alimentación fase – neutro
 - Continuidad de servicio, etc.
- Otros.

Conexión en Delta de transformadores

- Aíslan el problema de tierra de un sistema a otro.

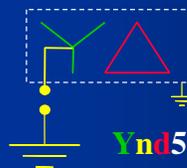


Sistema de Distribución



Transformador de Potencia

13.8 - 20 / 10 kV



Transformador de Potencia



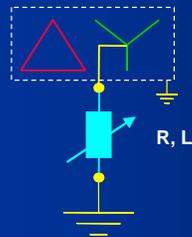
Transformador de Potencia

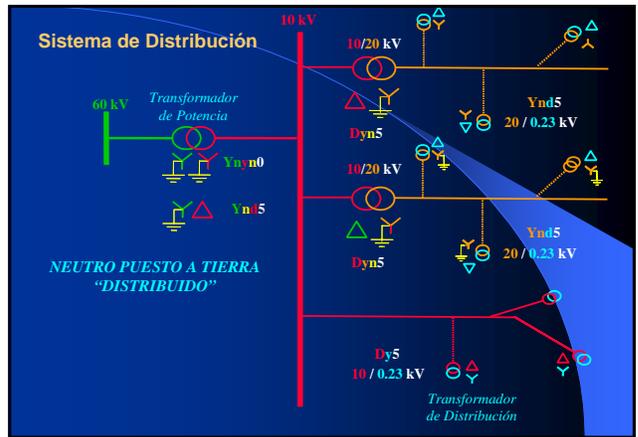
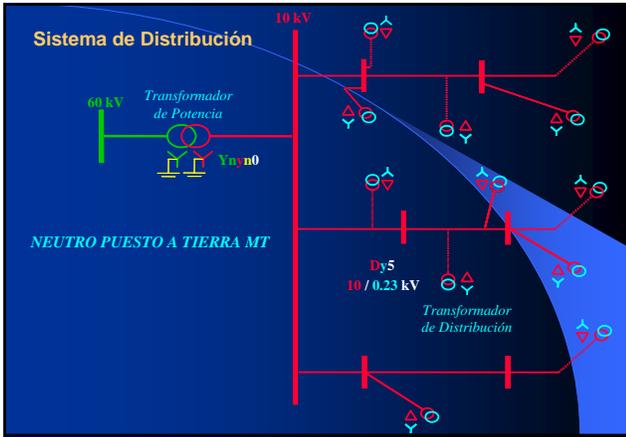


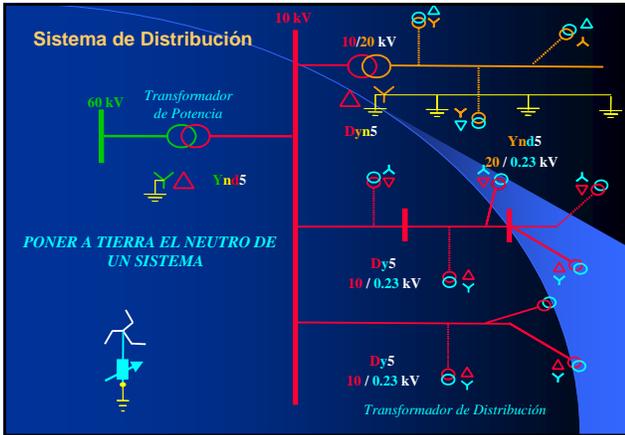
Transformador de Potencia



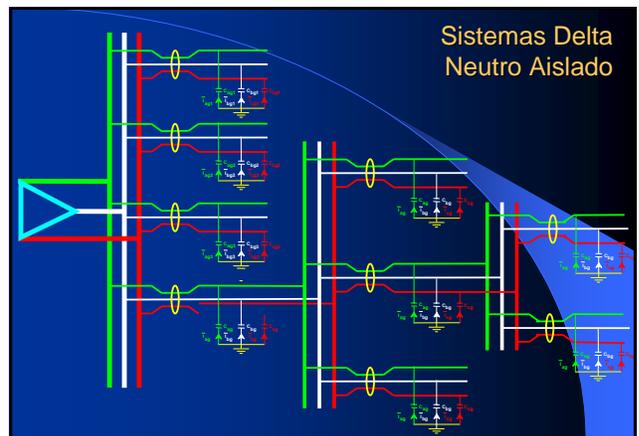
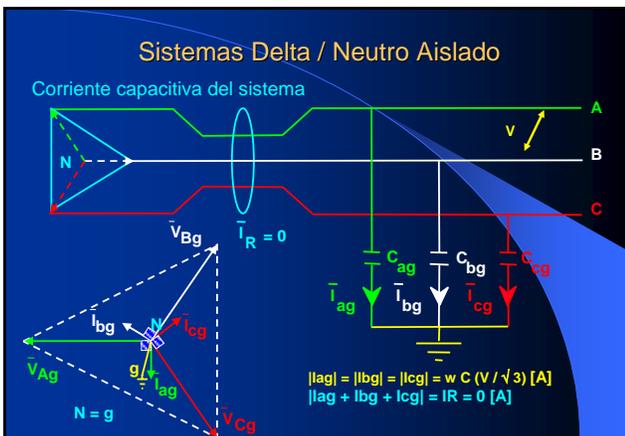
Transformador de Potencia (otras filosofías)

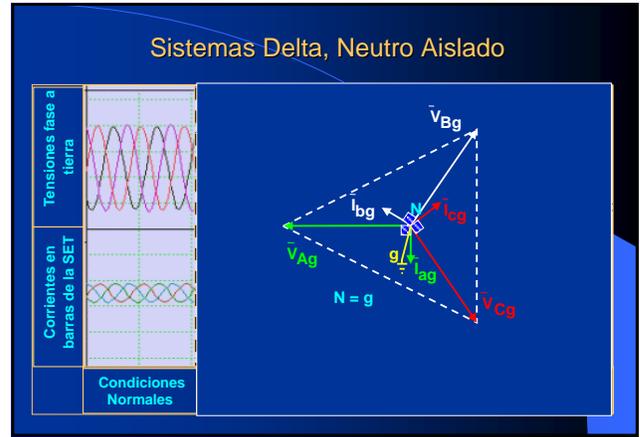
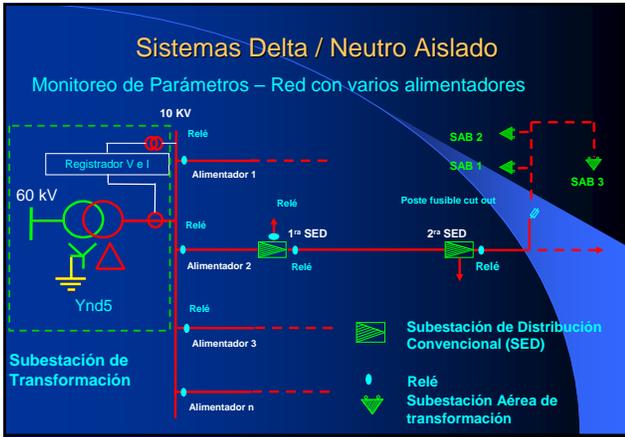




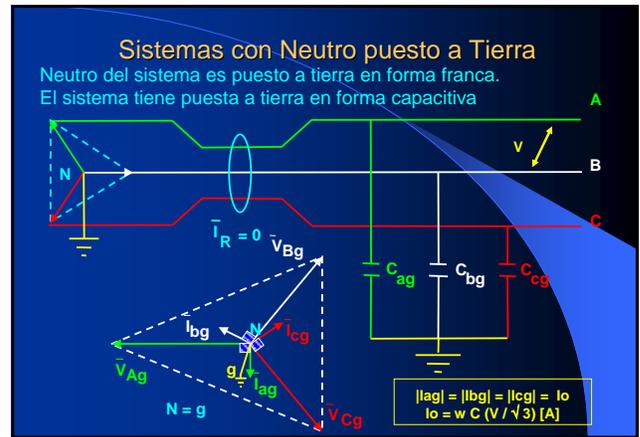


COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN CONDICIONES DE NEUTRO AISLADO



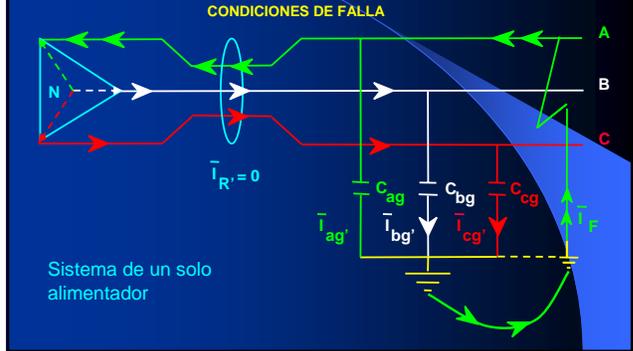


SISTEMAS CON NEUTRO PUESTO A TIERRA

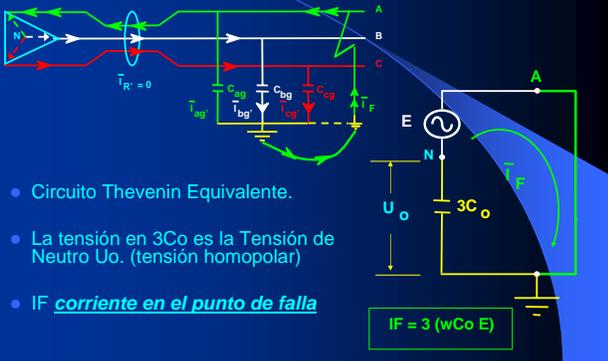


FALLAS A TIERRA EN SISTEMAS DELTA / NEUTRO AISLADO

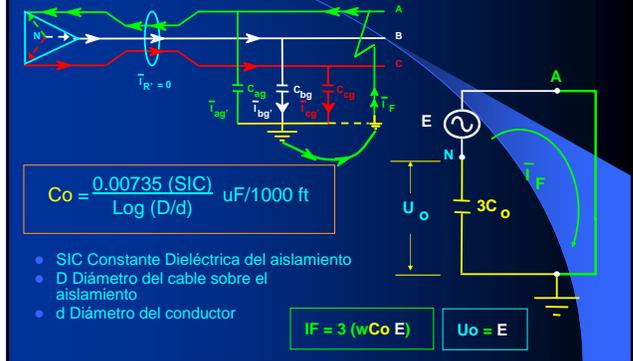
Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado



Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado

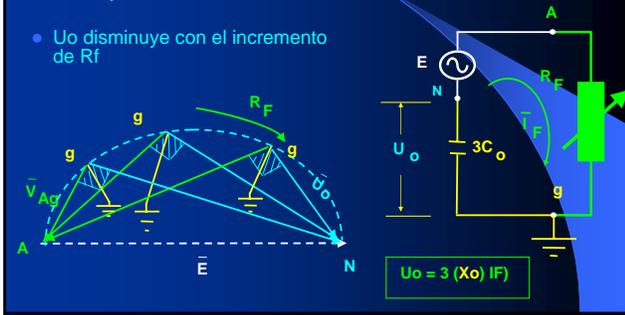


Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado

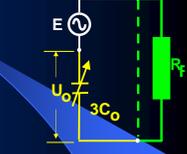


Tensión de Neutro del Sistema

- Circuito Thevenin Equivalente con impedancia de falla R_f .
- U_o disminuye con el incremento de R_f

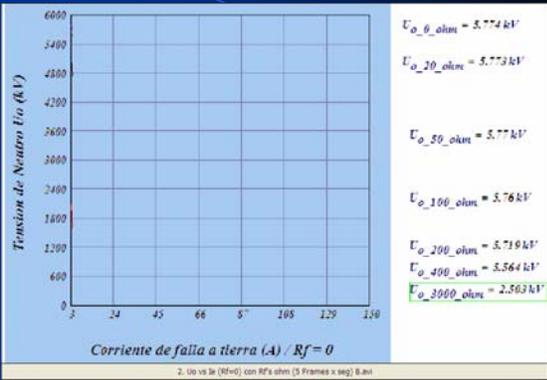


Tensión de Neutro del Sistema Vs Expansión de la Red

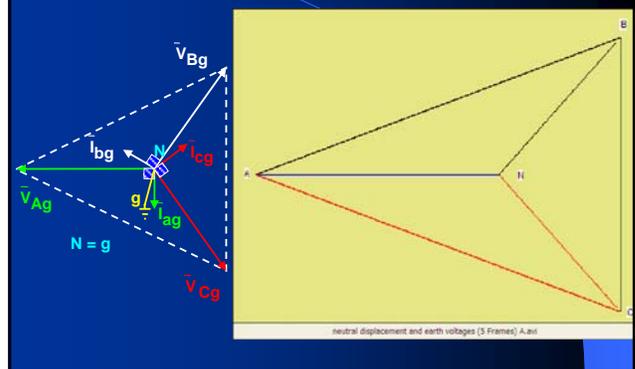


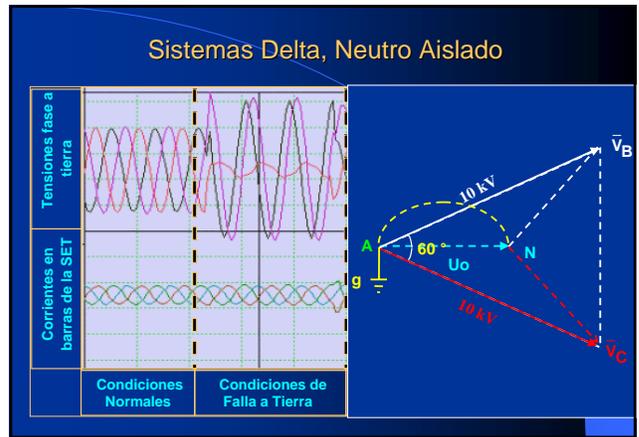
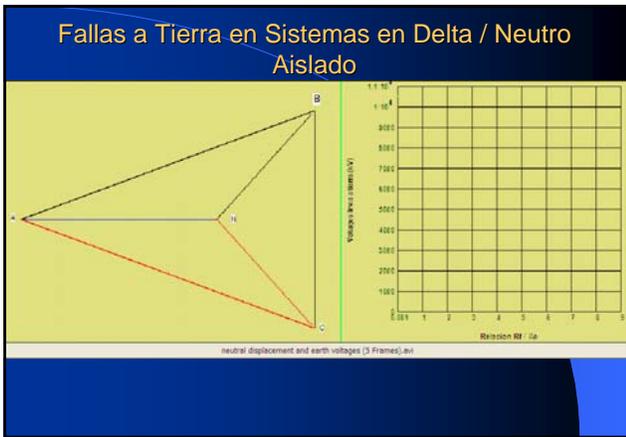
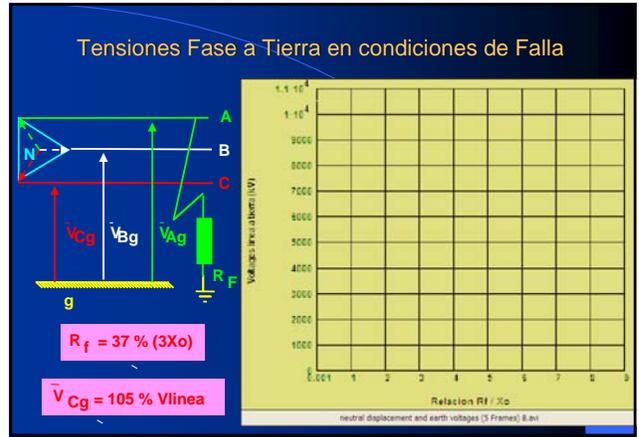
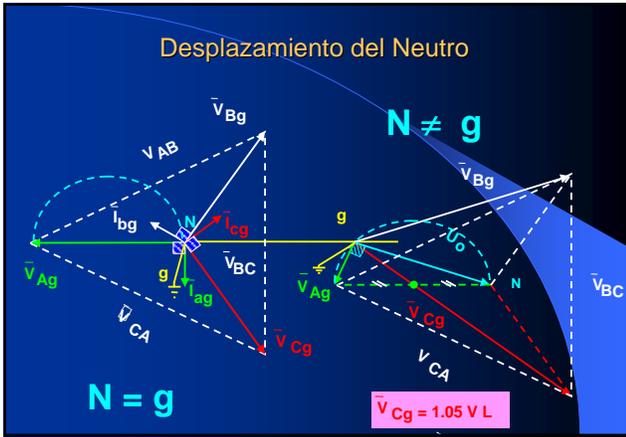
U_o se incrementa con la expansión de la red.

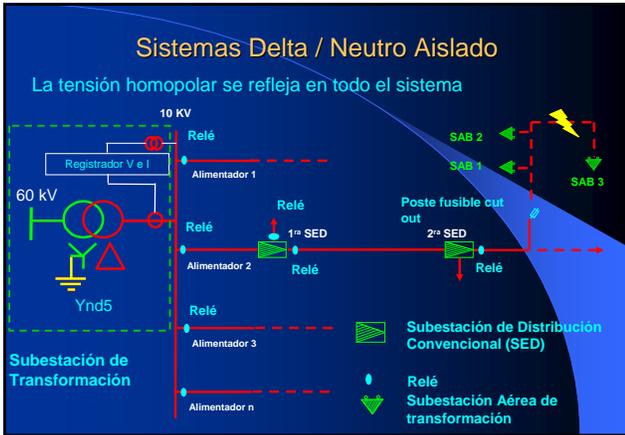
Tensión de Neutro del Sistema Vs Expansión de la Red



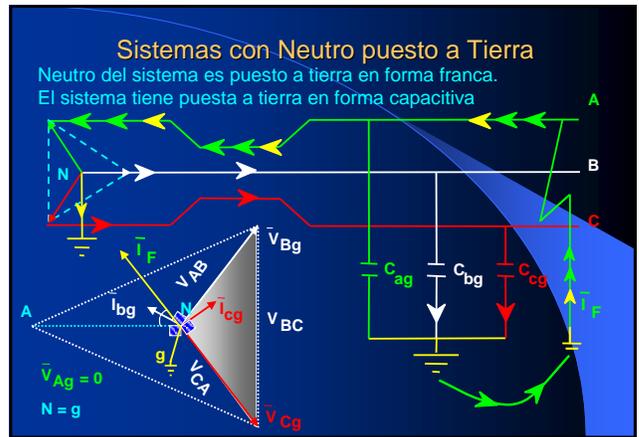
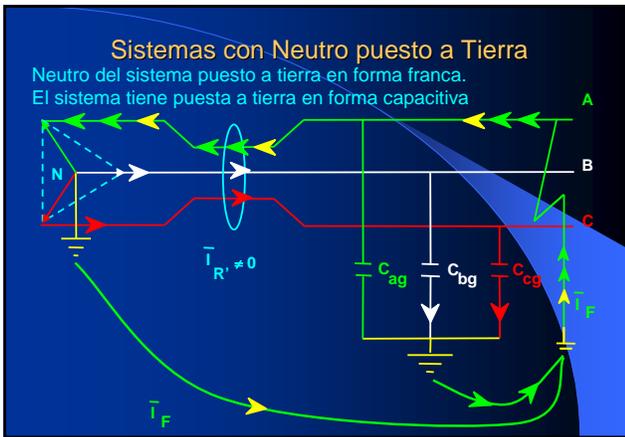
Desplazamiento del Neutro

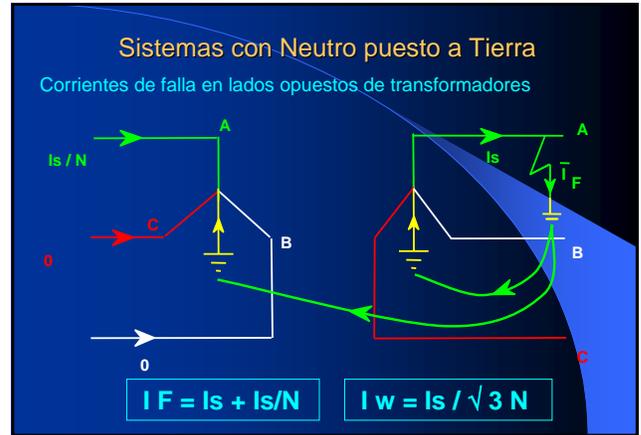
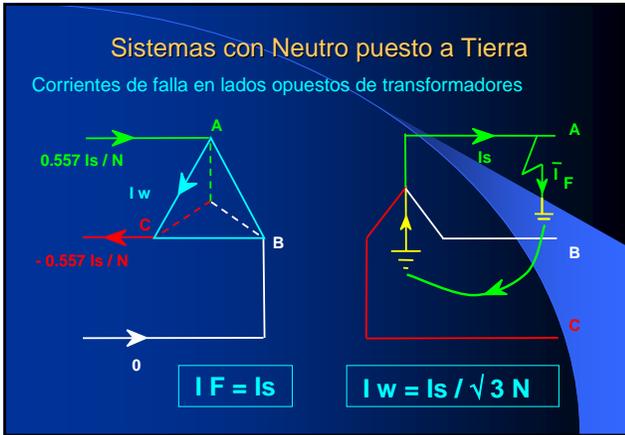






FALLAS A TIERRA EN SISTEMAS CON NEUTRO PUESTO A TIERRA





- ### Corrientes de Falla en Lados Opuestos de Transformadores
- PARAMETROS INVOLUCRADOS**
- Relación de Transformación N.
 - Tipo de Falla.
 - Tipo de conexión del transformador (desplazamiento angular, corrientes en devanados entre líneas y devanado fase a neutro / tierra).
 - Punto de localización de la falla.

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE PROTECCIONES DE FALLA A TIERRA

Actuación de un Sistema de Protección



Sistema de Protección

ACME

SPT

RELE

INTERRUPTOR y TX V, I

TX TOROIDAL

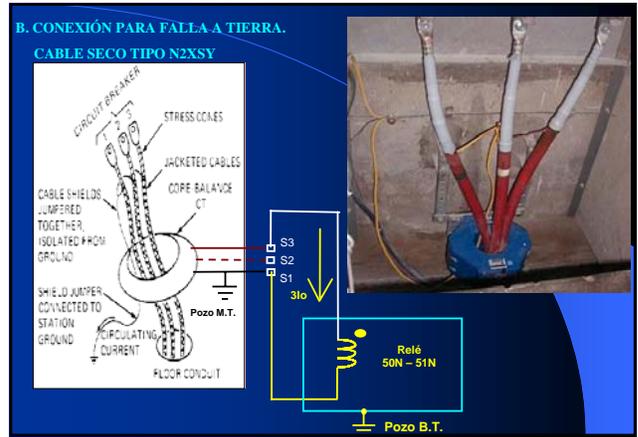
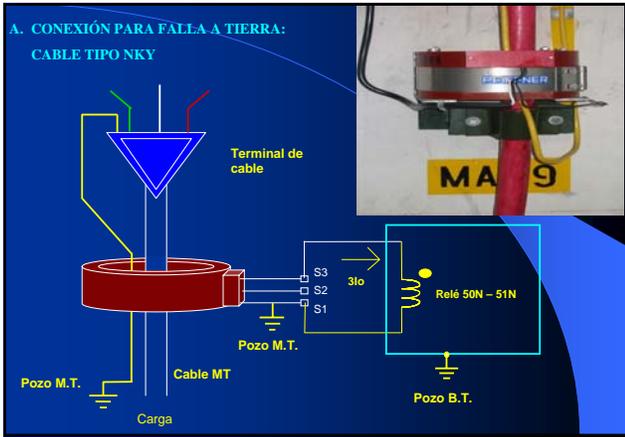
BATERIAS y CARGADOR

Sistema de Protección

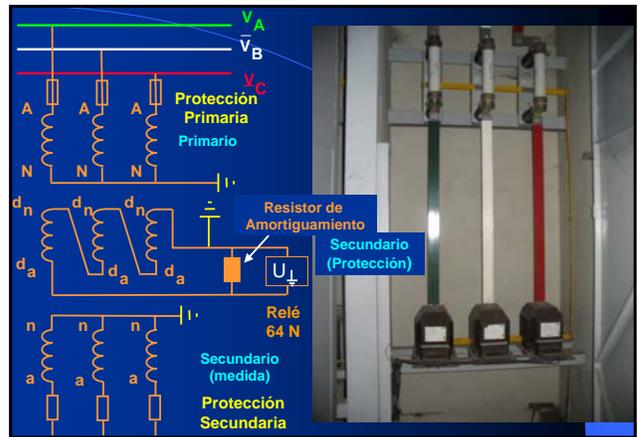
SECCIONADORES DE POTENCIA



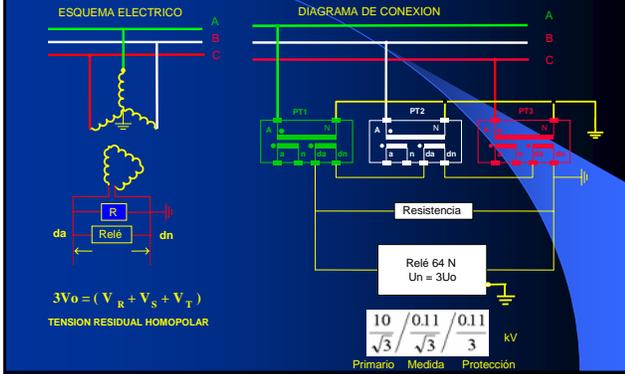
TRANSFORMADOR TOROIDAL



TRANSFORMADORES DE TENSION



Conexión residual para falla a tierra



RELÉS DE PROTECCION

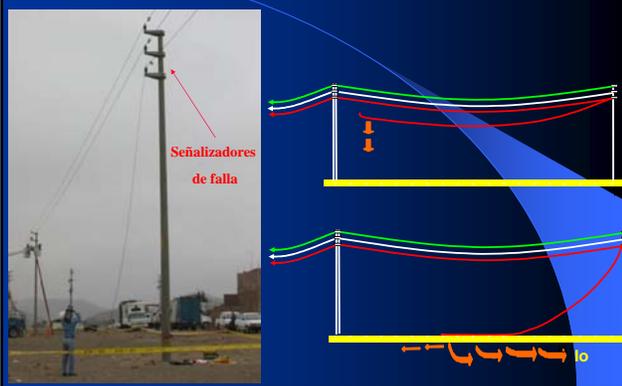
Casos de detección de corriente homopolar



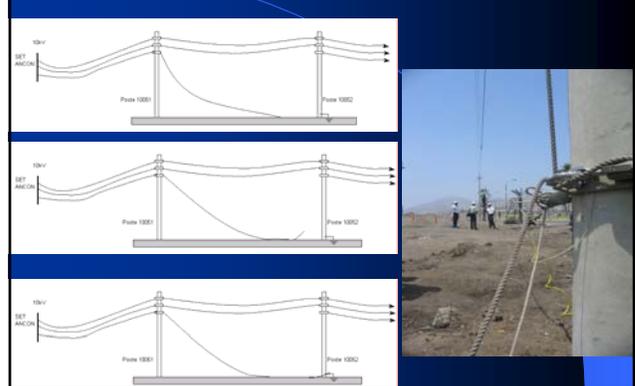
Resistencia de Falla en función del Terreno

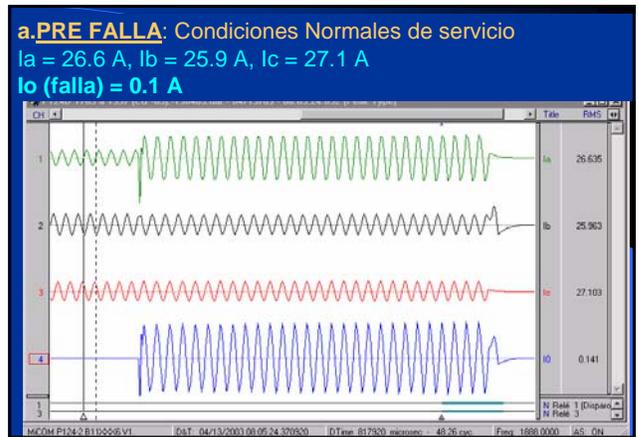
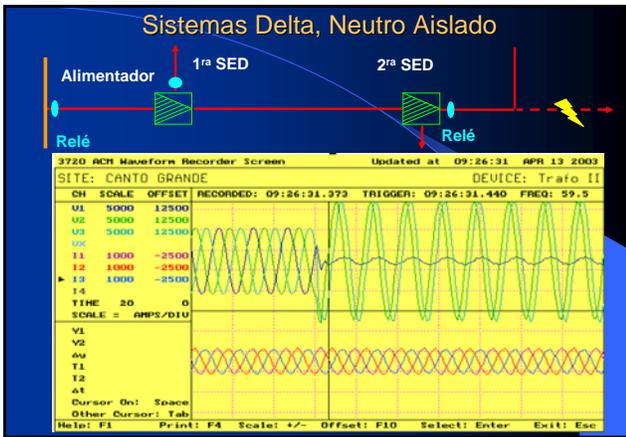
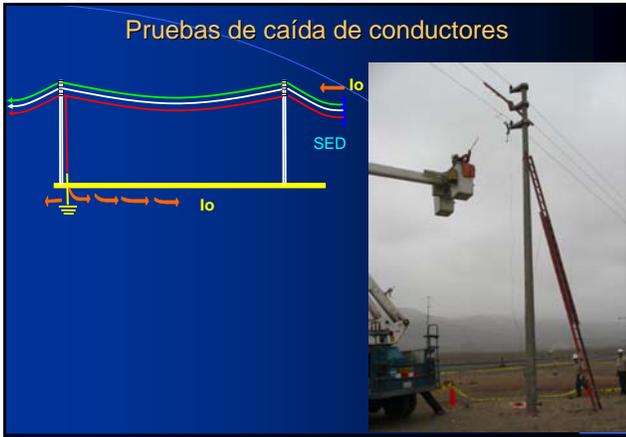
TIPO DE SUELO EN PUNTO DE FALLA	INTERVALO DE TIEMPO (ms)	RESISTENCIA DE FALLA (ohm)
Jardin con cesped	0 .. 280	91.6
	290	137
	550 .. 850	40.5
Tierra seca y pocas piedras	85 .. 125	233
	125 .. 440	58.8
Tierra seca de cultivo	0 .. 220	62.9
	220 .. 700	42
Tierra humeda con hierba	0 .. 50	17.6
	50 .. 260	13.3
	260 .. 700	9.6
Tierra de cultivo	0 .. 110	43.3
	200 .. 400	15
Pedregoso con residuos de construcción	0 .. 300	253
	310	289
Terreno arenoso con piedras	550 .. 1050	98.6
	0 .. 150	7619
	150 .. 215	1515
	215 .. 285	920
Asfalto	285 .. 415	553
	415 .. 915	395
	0 .. 105	141
Vereda humeda	105 .. 400	203
	0 .. 450	38.1
	450 .. 800	31.2
Arena seca	0 .. 300	659
	0 .. 85	47
Acequia con poca agua	65 .. 175	27
	175 .. 895	23

Pruebas de caída de conductores



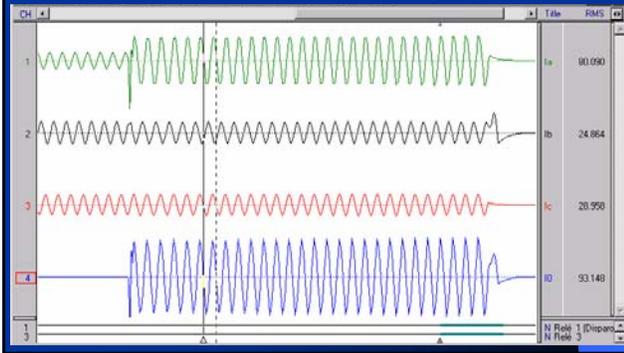
Pruebas de caída de conductores





b. FALLA:

$I_a = 80 \text{ A}$, $I_b = 24.8 \text{ A}$, $I_c = 28.9 \text{ A}$, $I_o \text{ (falla)} = 93.1 \text{ A}$



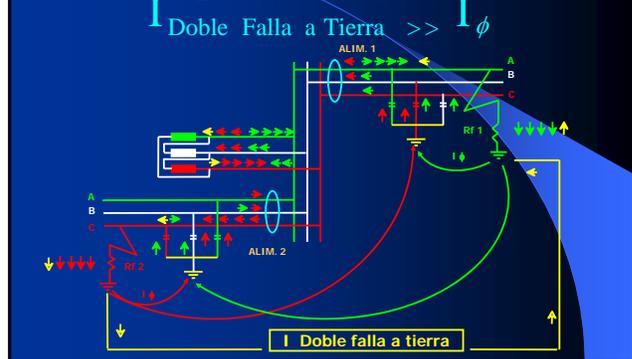
Estadística de Corrientes de Falla a Tierra en Circuitos

ALIM	CIRCUITO	I FALLA	FECHA
A	1	105.4	12-Mar-05
B	2	113.9	9-Mar-05
C	3	104	6-Mar-05
D	4	29	18-Dec-04
E	5	33.6	19-Feb-05
F	6	35	9-Aug-04
G	7	36.55	17-Jul-04
G	8	36	13-Jul-04
H	9	114	4-Mar-05
I	10	20	7-Oct-04
J	11	5	5-Nov-04
J	12	2.22	25-Apr-04
K	13	11	29-Apr-04
L	14	101.6	14-Aug-04
M	15	54	11-Nov-04
N	16	84	28-Feb-05

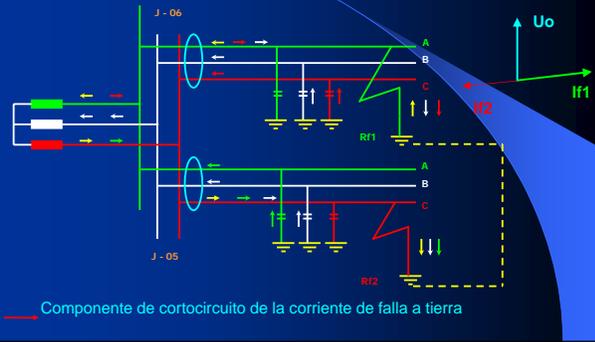
Estadística de Corrientes de Falla a Tierra en Circuitos

- Aislador descargado en hidrolavado 61 A
- Descarga en terminal de cable autosoportado 173 A
- Falla de empalme asimétrico por antigüedad 116 A
- Falla no ubicada 17 A
- Pelota en armado A39 24 A
- Bala en cable auto soportado 90 A
- Falla por corriente de retorno 3.78 A
- Deterioro de cable antiguo 61 A
- Línea caída 33 A
- Contacto casual a línea 168 A
- Caída de árbol en línea MT 5 A
- Cable picado 75 A
- Falla por ave 9 A
- Cinta magnética en la red 38.6 A

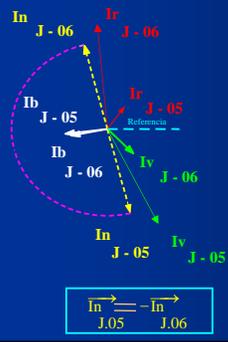
Dobles/ Múltiples Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado



Dobles/ Múltiples Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado

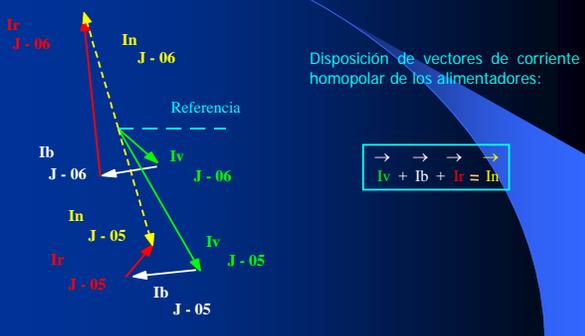


Dobles/ Múltiples Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado

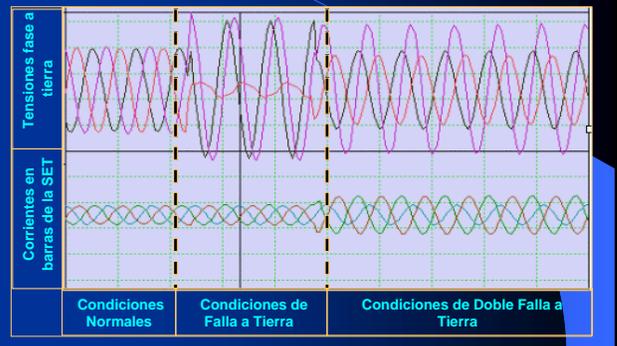


J - 05		J - 06	
[A]	ϕ °	[A]	ϕ °
I_v	390	296	117
I_b	132	187	116
I_r	98	55	390
I_n	297	284	297
			104

Dobles/ Múltiples Fallas a Tierra en Sistemas Delta / Neutro Aislado

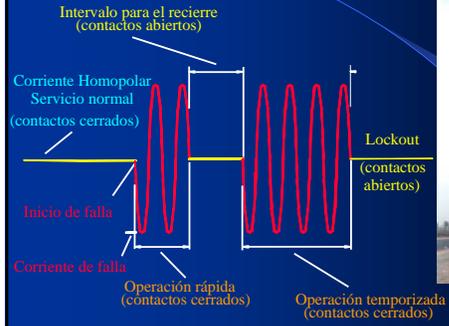


Sistemas Delta, Neutro Aislado



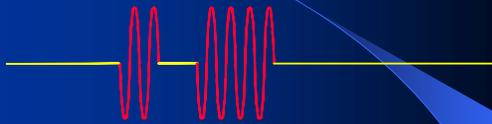
RECONEXION 79 N

Secuencia de operación de recierre



Típica secuencia de operación de recierre

Recierre No-Exitoso

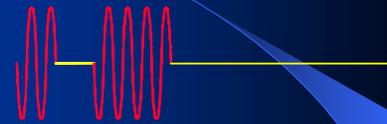


Recierre Exitoso



Típica secuencia de operación de recierre

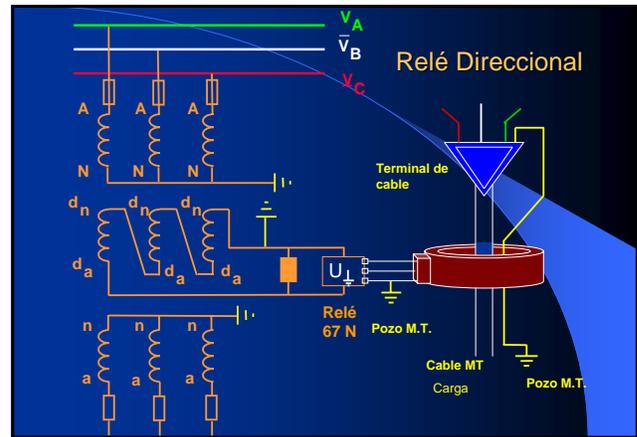
Recierre No-Exitoso



Recierre Exitoso



FALLA A TIERRA DIRECCIONAL 67 N



Relés Direccionales de Falla a Tierra

CRITERIOS DE APLICACION

- Empleo de relés direccionales cuando la corriente de falla a ser detectada es menor de la corriente de retorno.
- En general, se implementan en los circuitos troncales de los alimentadores.
- Maniobras monophasicas dan disparo por falla a tierra a relés no direccionales.
- Partir los alimentadores y circuitos disminuye la corriente capacitiva del circuito y disminuye el valor de la corriente de retorno, evitando el uso de relés direccionales.
- La tensión homopolar es el vector de polarización de tensión para el relé direccional.

PRUEBAS DE DISPARO DE LAS PROTECCIONES

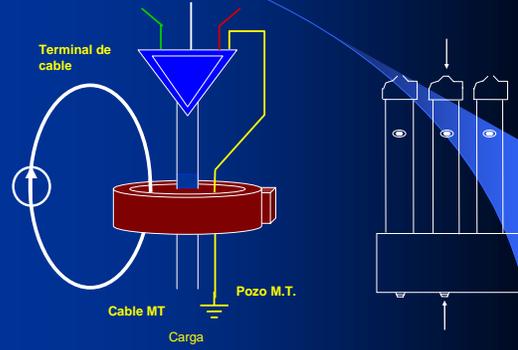
Pruebas de Campo

PRUEBAS PRIMARIAS



Pruebas de Campo

PRUEBAS DE INYECCION Y TIEMPO



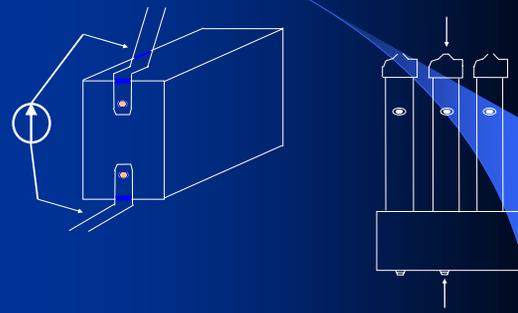
Pruebas de Campo

PRUEBAS PRIMARIAS



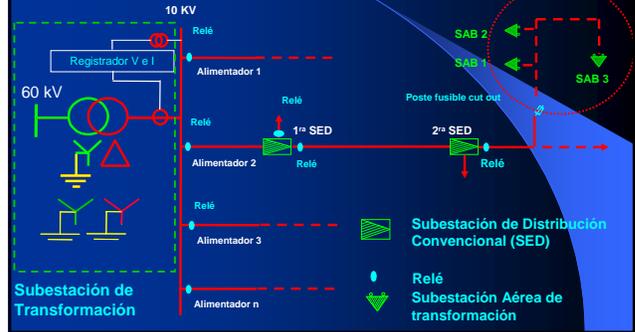
Pruebas de Campo

PRUEBAS DE INYECCION Y TIEMPO

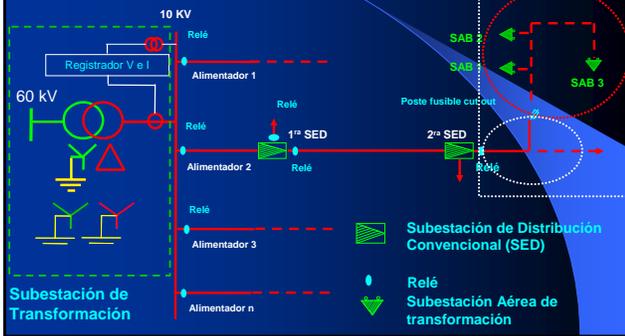


COORDINACION DE LAS PROTECCIONES

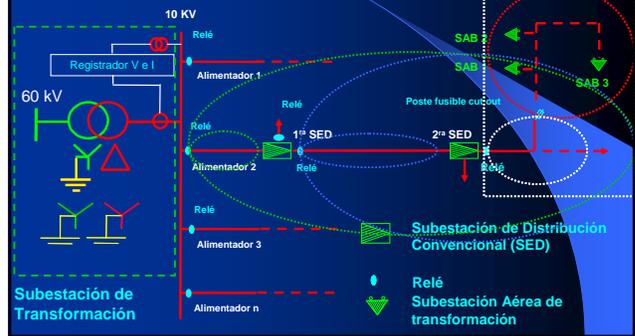
Zonas de Protección

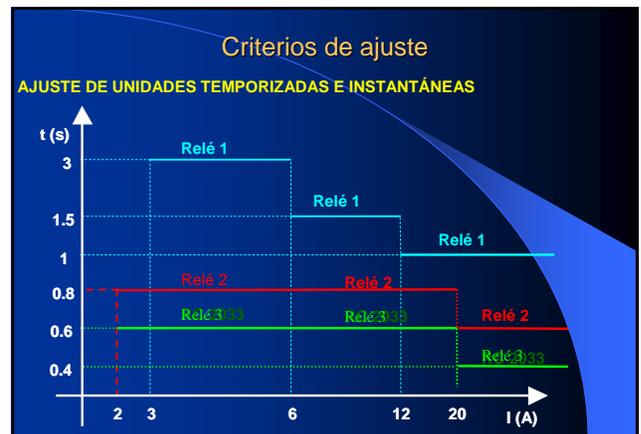
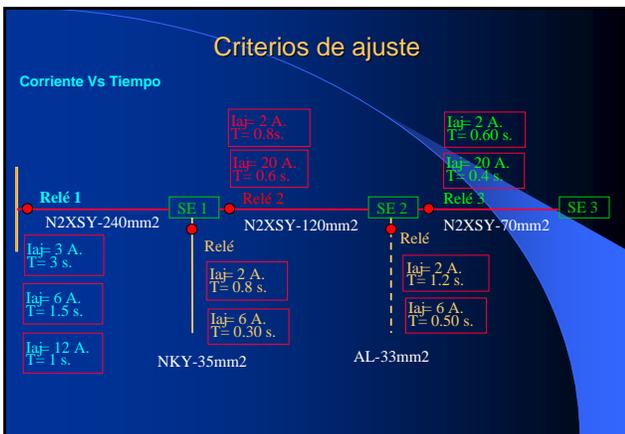
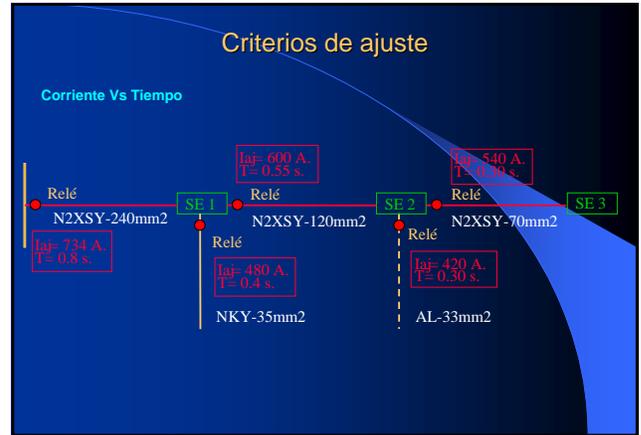
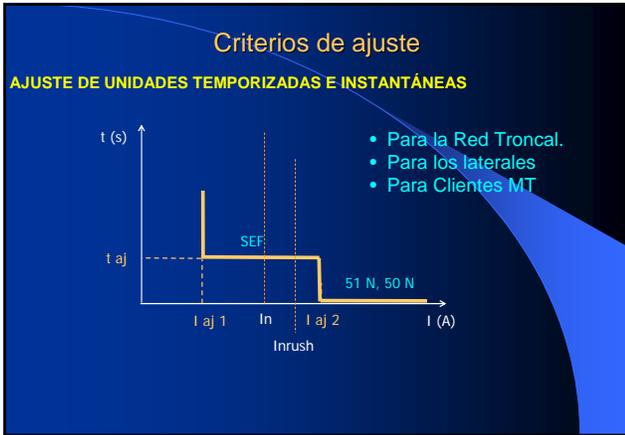


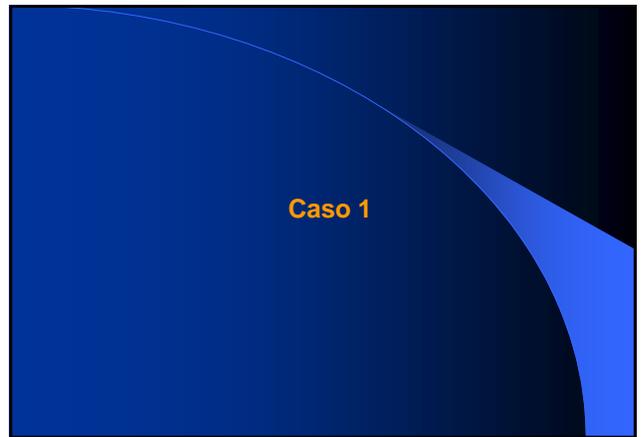
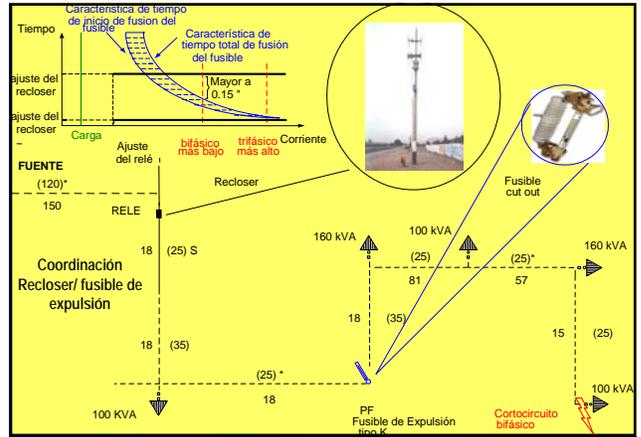
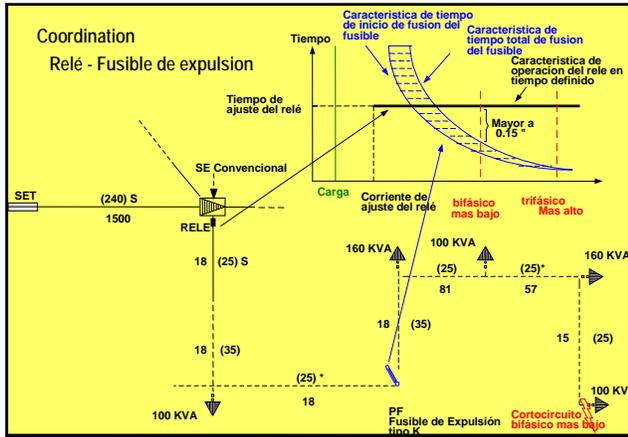
Zonas de Protección

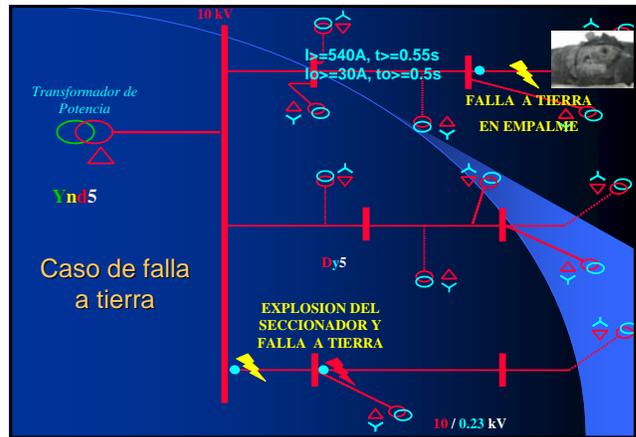
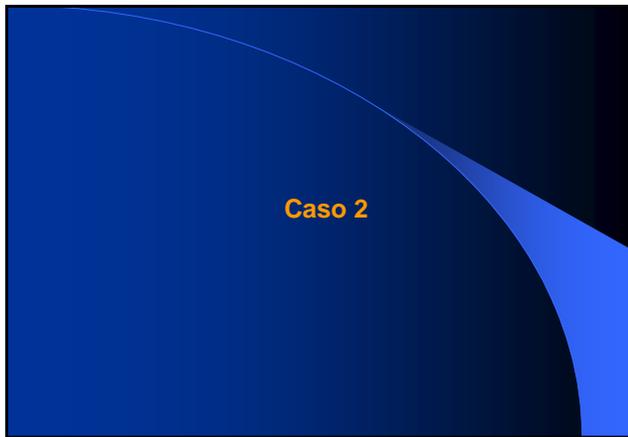
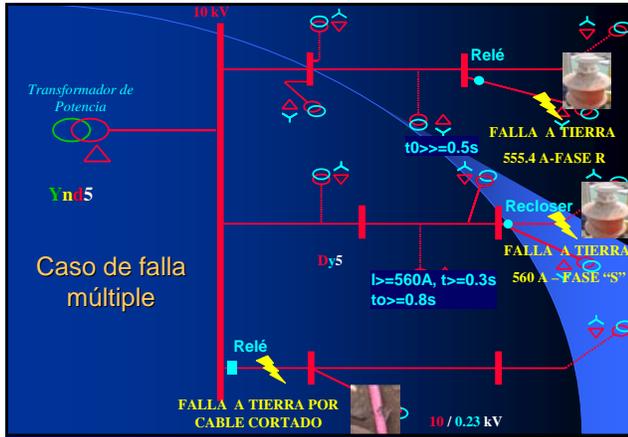


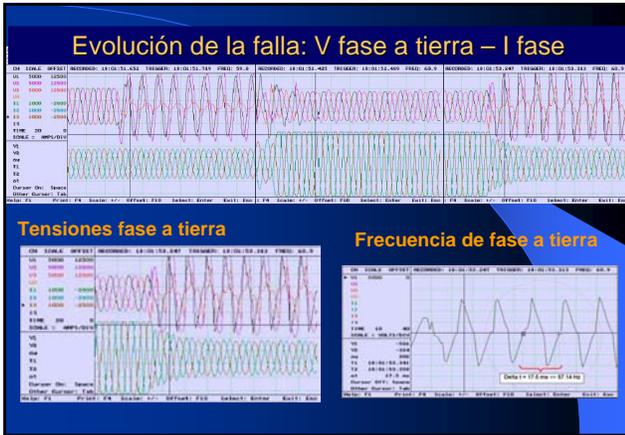
Zonas de Protección











- ### CONCLUSIONES
1. La filosofía de Protección es particular para cada tipo de red y es función de las condiciones de explotación.
 2. La Filosofía de Protección depende de las características técnicas y puntos de localización de los equipos empleados. La red de distribución es dinámica por tanto las protecciones son dinámicas.
 3. Los criterios de seguridad y continuidad del servicio definen la filosofía de protección
 4. Es necesario el mantenimiento sobre el equipamiento a fin de dar confiabilidad a las protecciones.

