

Mitigación de Huecos de Tensión

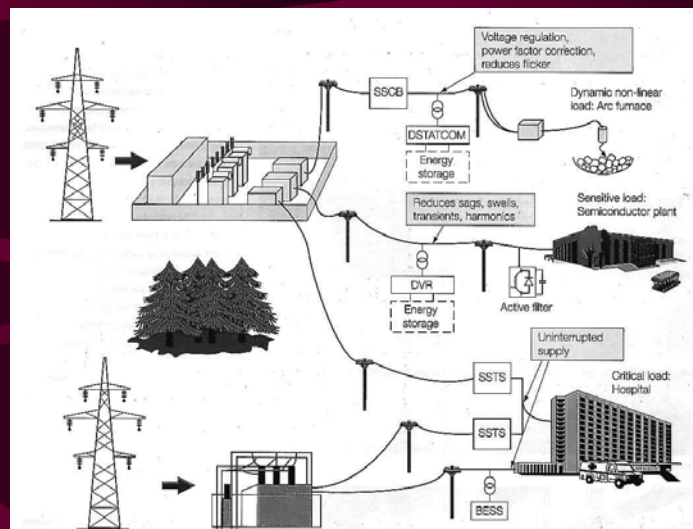
Problemas de calidad de potencia y dispositivos de mitigación

Dispositivos de mitigación	Caídas de tensión	Interrupciones	Elevaciones pasajeras de la tensión	Fenómenos transitorios	Sobretensiones	Subtensiones	Armónicas	Muecas	Fluctuaciones de la tensión
SA				X					
BESS	X	X	X	X	X	X			X
DSTATCOM				X	X	X			X
DSC						X			X
DVR	X		X	X			X		X
PFCC					X	X			
SMES	X	X	X	X	X	X			X
SETC	X		X		X	X			
SSTS	X	X	X						
SSCB		X							
SVC	X		X		X	X			X
TSC				X		X			
UPS	X	X	X		X	X			
APF (TF)				X			X	X	

Donde:

- APF (TF): Filtro activo o filtro fijo
- BESS: Batería de almacenamiento de energía
- DSTATCOM: Compensador estático síncrono de distribución
- DSC: Condensador de distribución en serie
- DVR: Corrector dinámico de tensión
- PFCC: condensador corrector del factor de potencia
- SA: Pararrayos
- SSTS: Conmutador electrónico
- SMES: Sistema superconductor y magnético de almacenamiento de energía
- SETC: Transformador de regulación con cambiador electrónico de posición
- SSCB: Interruptor automático de estado sólido
- SVC: Compensador electrónico de potencia reactiva
- TSC: Condensador shunt con conexión electrónica
- UPS: Alimentación de energía sin interrupciones

Esquema típico de uso de mitigadores

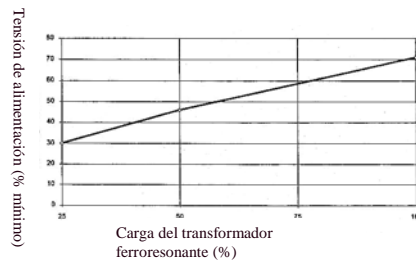
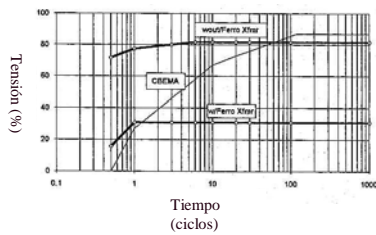
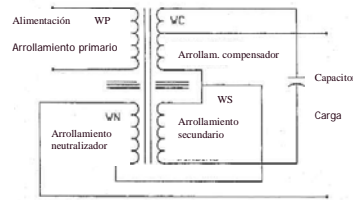


Dispositivos innovadores de ABB para mejorar la calidad de la energía eléctrica

- BESS: Batería para almacenamiento de energía
- DSTATCOM: Compensador estático síncrono de distribución
- SSTS: Conmutador electrónico
- DVR: Corrector dinámico de tensión
- SSCB: Interruptor automático de estado sólido

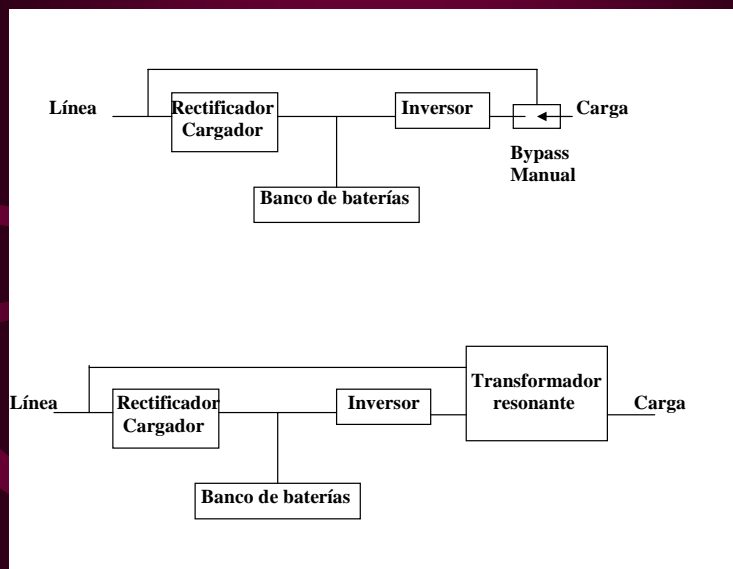
Transformador ferroresonante

Monofásicos, potencia máxima 7,5 kVA, utilizable 75 %

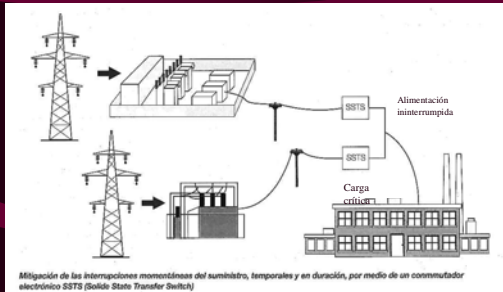


UPS simple e híbrida

Rendimiento del 80 al 93 %, conmutan en 8 ms



Conmutadores electrónicos



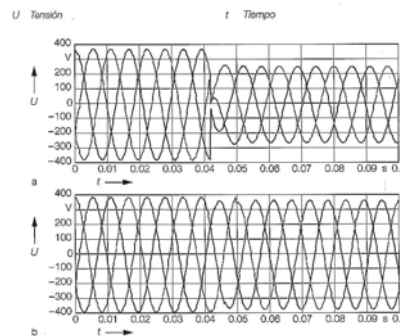
$\Delta t = 4 \text{ ms}$

480 V, 5.000 A

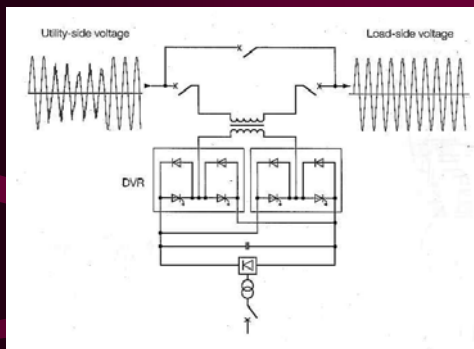
27 kV, 1.200 A

38 kV, 600 A

Tensiones de la línea primaria (a) y de los juegos de barras de la carga (b) en el caso de fallo del sistema



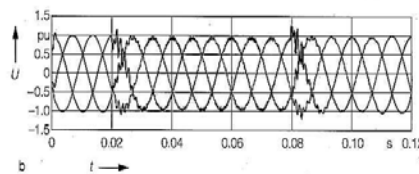
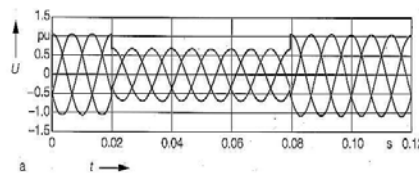
Restaurador dinámico de tensión, DVR



Potencia protegida 4 MVA

Energía almacenada 194 kJ

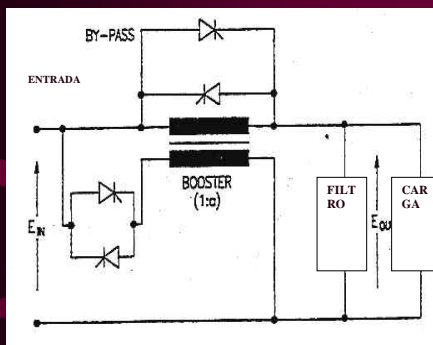
Frecuencia de operación 1,5 kHz.



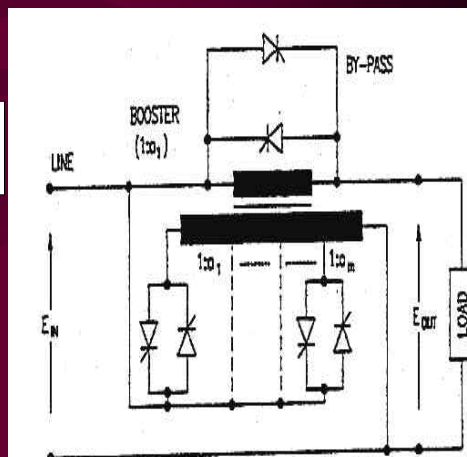
Ejemplo comercial:

Soporta huecos de tensión
50 % monofásicos o 62 %
trifásicos durante 150 ms.

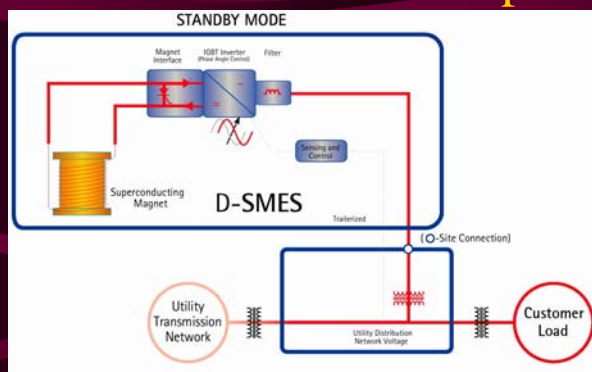
Intensificador estático



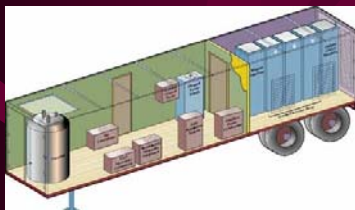
Tensión mínima residual
40 a 50 %.



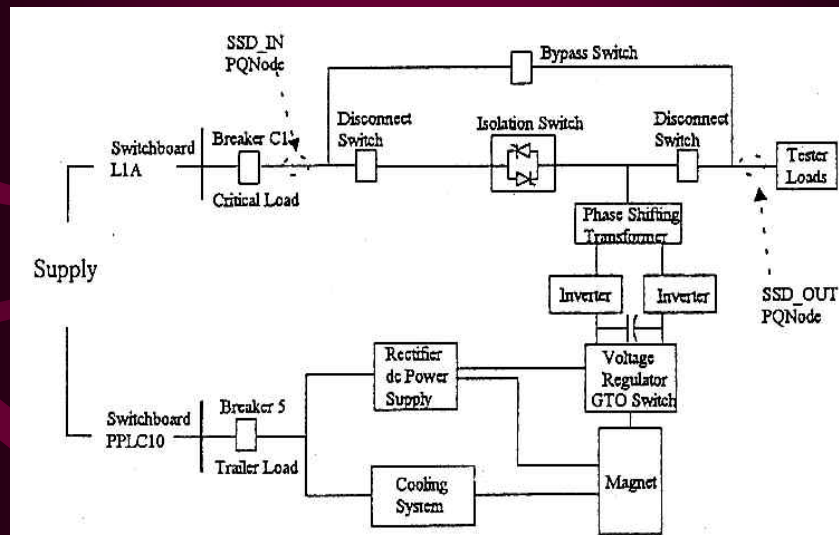
Almacenamiento en campos magnéticos



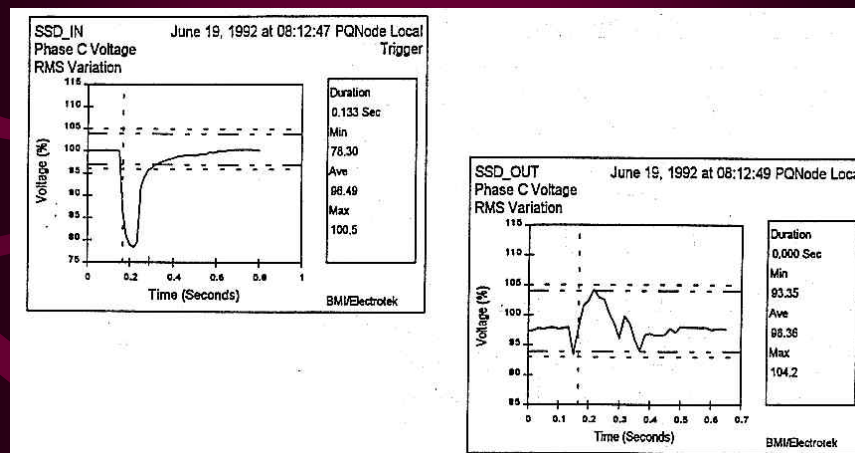
Límite actual 5 MJ
Ejemplo comercial:
4,3 H, 2,15 MJ,
800 kVA, 1s.



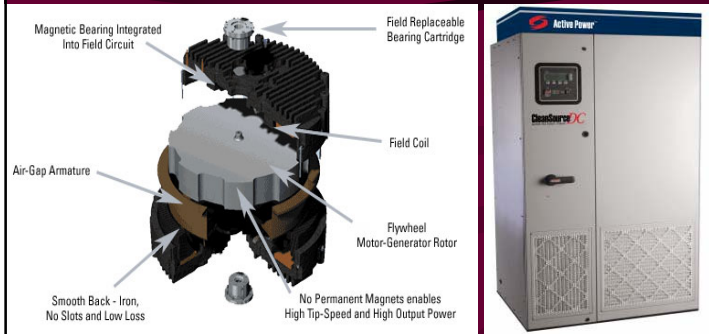
Almacenamiento en campos magnéticos



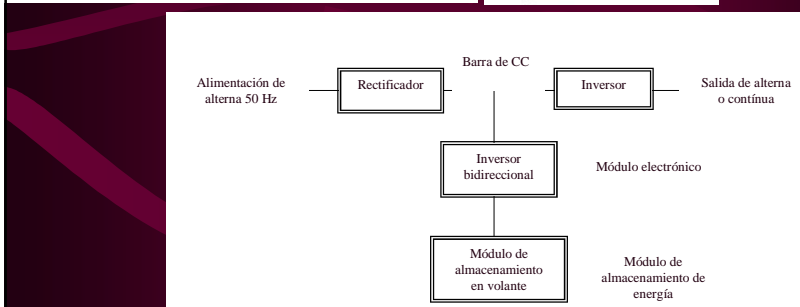
Comportamiento de almacenador en campo magnético



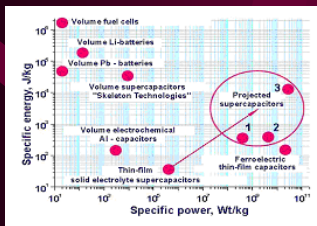
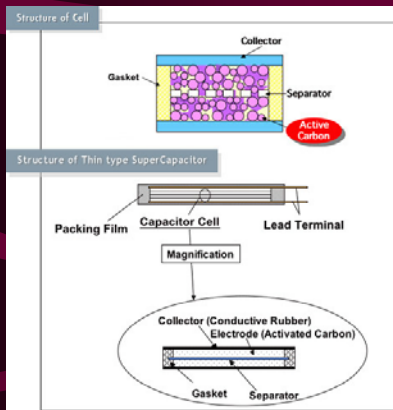
Almacenamiento en volante inercial



Batería 900 s
 UPS rotativa 15 s
 Δ incidencia 2 %
 30.000 rpm, 2kWh



Almacenamiento en supercapacitores



SUPERCAPACITOR 4500 F
 2.7 V

Electrode material is Electrode carbon C(TaC)

TECHNICAL DATA

Capacitance (25°C)	EDC ₂₅	4500 F
Voltage	Rated U _g	2.7 V
	Surge U _g	2.85 V
Current	Rated	800 A
	Peak (5 min)	2000 A
Series Resistance	ESR _{DC}	0.2 mΩ
	ESR _{max}	0.2 mΩ
Energy (at U _g)	Stored	16.4 kJ
	Specific	7.1 Wh/kg
Power	At rated current	2.3 kW/kg
	Max. at U _g	18.8 kW/kg
Leakage Current (6h, 20°C)	Operating	40 nA
	Temperature	45...+60 °C
Life time, cycles (25°C, 1.0V)		≥ 250,000 cycles

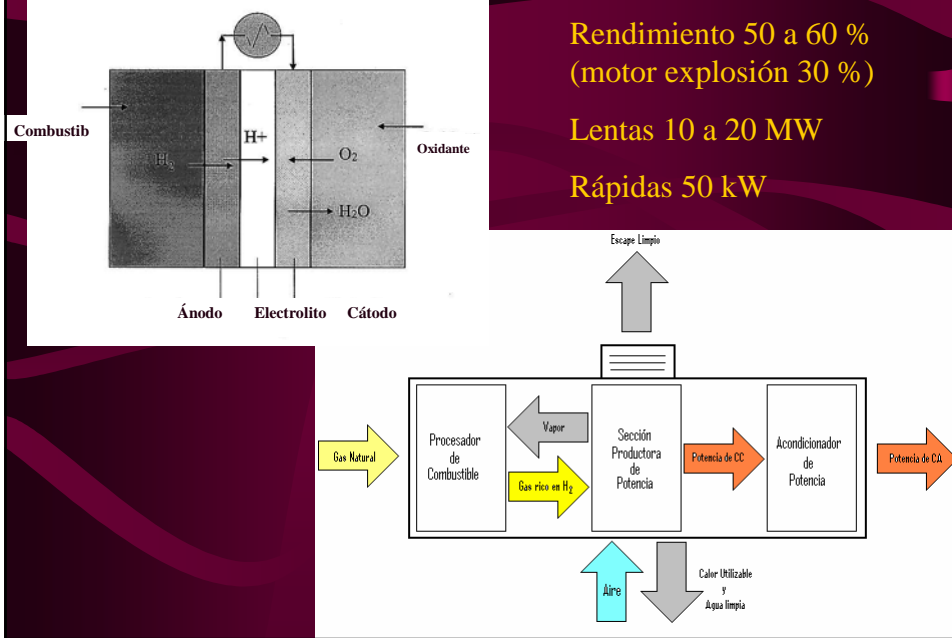
Dimensions
 L 75 mm
 H 118 mm
 W 58 mm

Volume
 490 ml

Weight
 680 g

Notes:
 (1) Discharging with constant current
 (2) Discharging through load resistance from U_g to 0.5U_g
 (3) Can't be short-circuited in operation due operating temperature range
 (4) Allowed the limited number of continuous cycles

Celdas de combustible



Comparación de tecnologías de almacenamiento

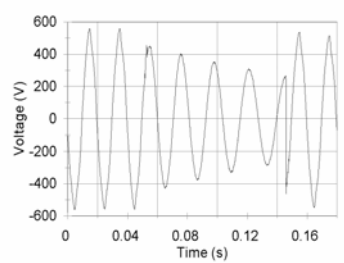
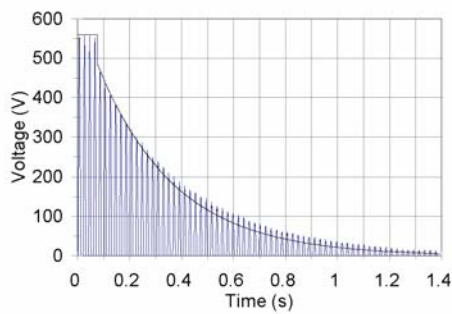
Tecnología	Potencia nominal kW	Tiempo soportado segundos	Vida en ciclos N°	Rendimiento %	Superficie ocupada dm ² /kW	Factores ambientales	Estado comercial	Tiempo de recarga	Costo aproximado US\$/kW
Celda de combustible estándar	200 - 10.000	-	Continuo	40 - 55	7,8	Emisiones mínimas	Disponible	Continuo	1.500
Celda de combustible rápida	1 - 50	Depende del caudal	Continuo	40 - 55	19,8	Emisiones mínimas	En desarrollo	Continuo	-
Supercapacitores	10 - 100	5 - 10	100.000	90	3,4	Emisiones mínimas	Disponible	Segundos	300
Volante baja velocidad	100 - 10.000	10 - 15	10.000	90	1,1	Emisiones mínimas	Disponible	Minutos	200
Volante alta velocidad	1 - 350	5 - 10	5.000	85	1,0	Riesgo de accidente	Disponible	Minutos	500
Batería electroquímica	10 - 10.000	10 - 15	2.000	70 - 90	11	Sin emisiones, uso de materiales tóxicos	Maduro	Horas	500
Campo magnético	0,5 - 4000	1 - 5	10.000	95	12	Sin emisiones, riesgo por alto campo magnético	Maduro	Minutos o horas	300
Moto generador	5 - 300	15 - 45	2.000	85	5,7	Sin emisión ni riesgo		Minutos	1.000

Comportamiento de motores (5,5 kW)

τ electromagnética = 0,3 s

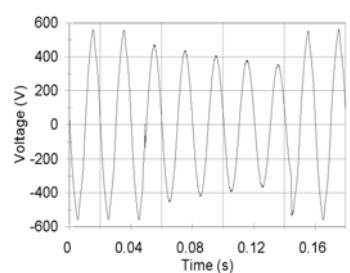
τ mecánica en vacío = 27 s

τ mecánica 85 % carga = 0,44 s



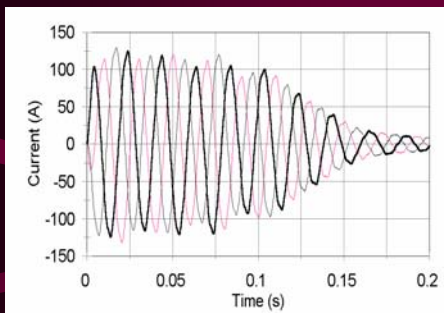
ΔV
1,35 pu
85 %
carga

Sin alimentación 55 ms



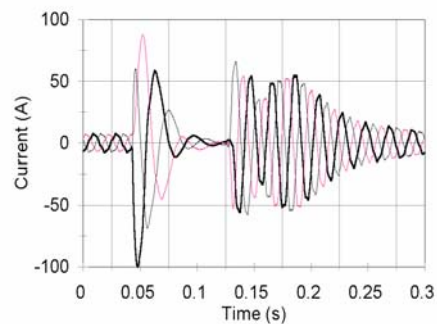
0,37 pu
vacío

Arranque y re-arranque de motores

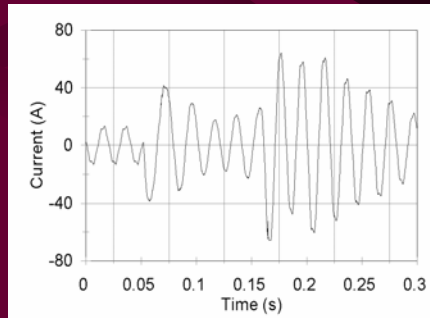
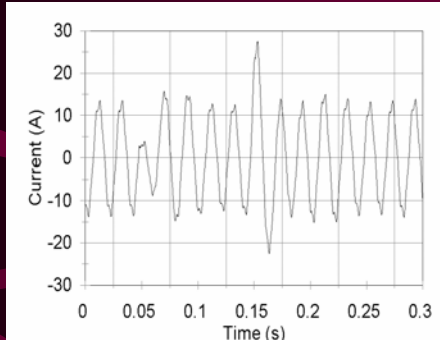


τ electromagnética = 0,07 s

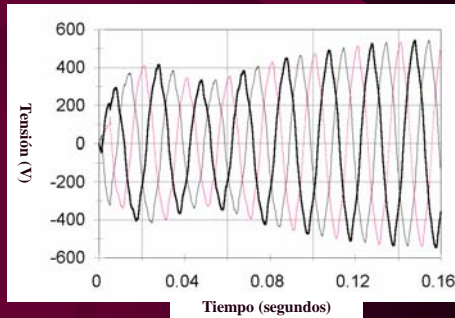
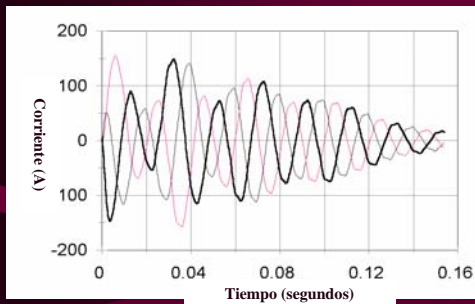
τ mecánica en corto = 0,1 s



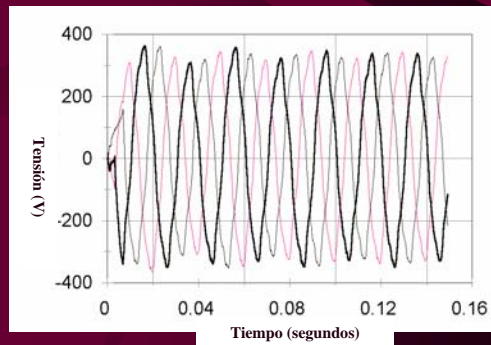
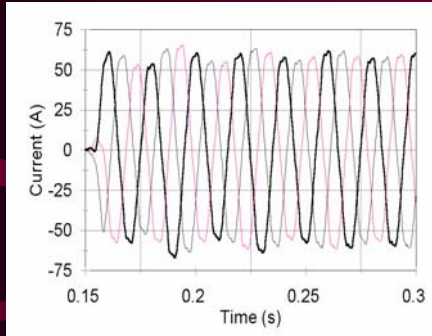
Comportamiento frente a huecos de tensión al 85 % y 30 %, 55 ms, carga 85 %



Re-arranque exitoso



Re-arranque fallido



Efectos a considerar en el estudio de la protección

