

Jornadas Técnicas ABB Perú, 23 de Abril del 2015

Interrupidores de Alta Tensión

Nuevas tecnologías para el desarrollo sostenible

Tensión de Recuperación Transitoria

Contenido

- Introducción: Evolución de la tecnología de interrupción a través del tiempo
- Interruptores libres de SF6
- Transformadores de corriente ópticos integrados
- Optimización de diseños : 420kV y 550kV
- Conclusiones



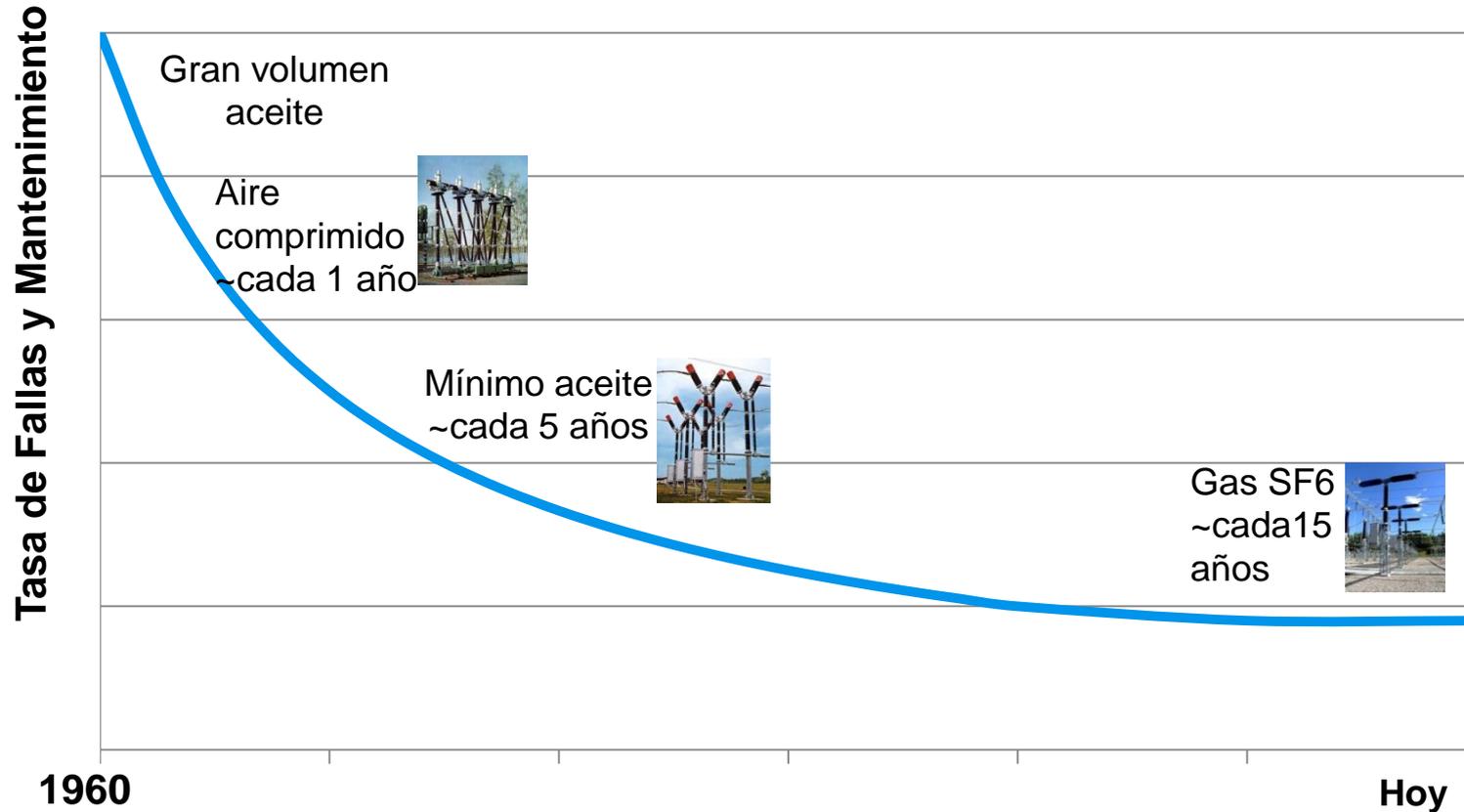
Jornadas Técnicas ABB Perú, 23 de Abril del 2015

Introducción

Evolución de la tecnología de interrupción a través del tiempo

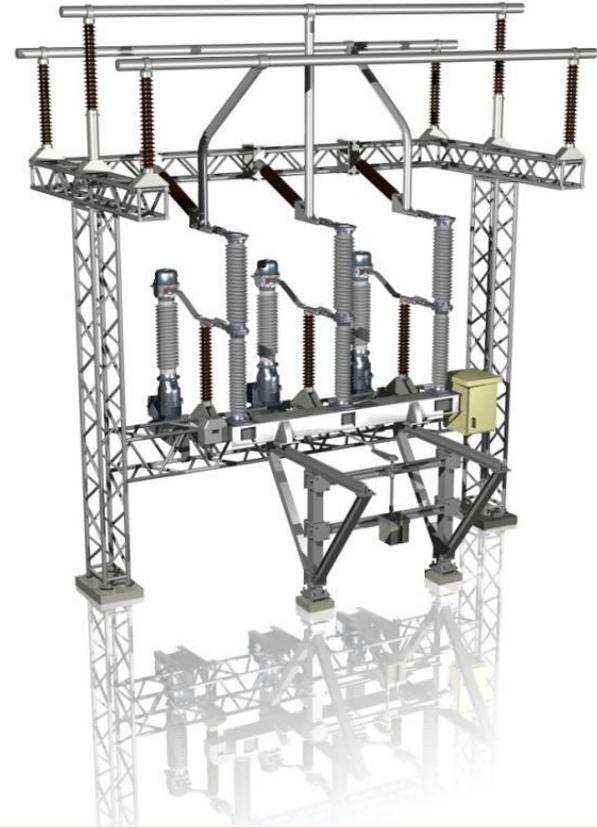
Evolución de la tecnología de interrupción

Interruptores de tanque vivo



Evolución de la tecnología de interrupción

Interruptores de tanque vivo



Interruptor Seccionador e Interruptor Seccionable: Debido a la remoción de los seccionadores en aire, estas tecnologías disminuyen el espacio requerido en la subestación y aumentan la confiabilidad

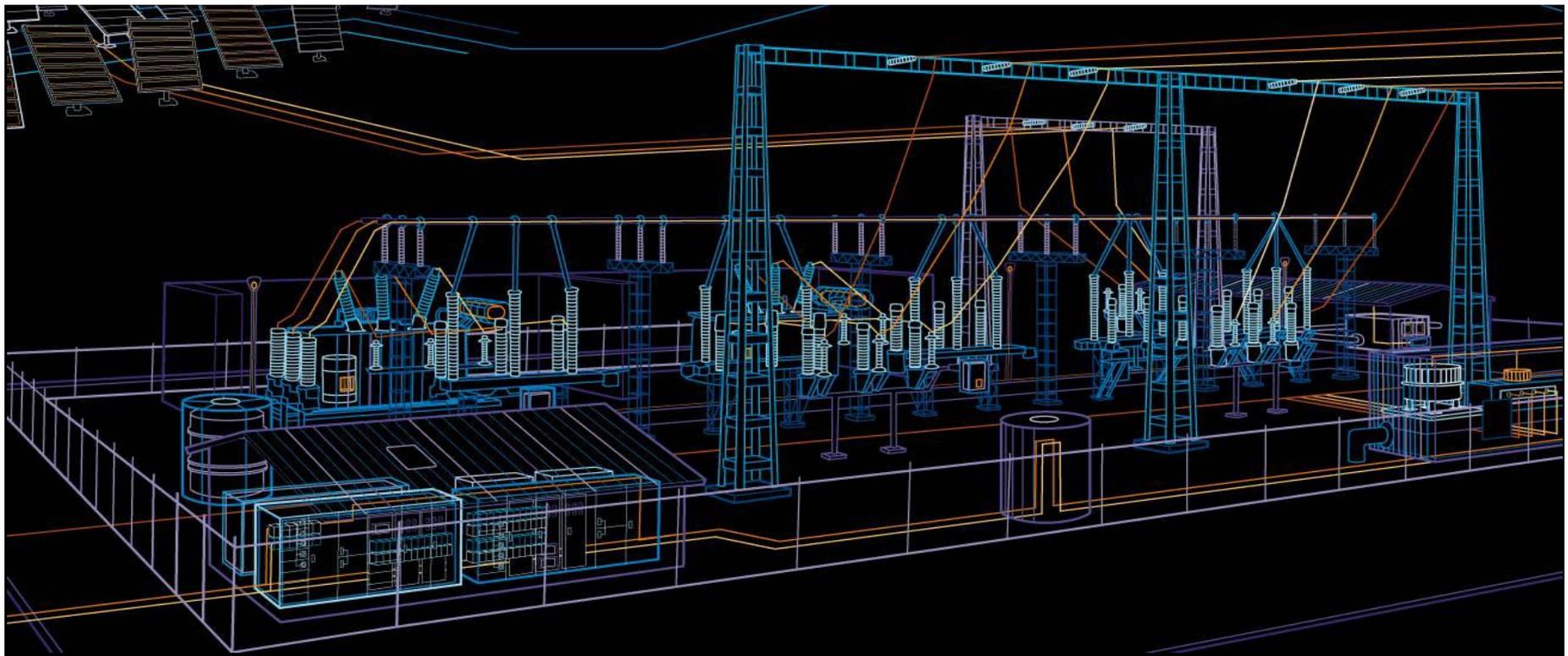
Evolución de la tecnología de interrupción

Desafíos para el desarrollo sostenible



- Es posible fabricar interruptores que no necesiten gas SF6?
- En su defecto, es posible fabricar interruptores que utilicen menos gas SF6?
- Es posible tener soluciones más compactas para subestaciones de alta tensión sin necesidad de aumentar el volumen de gas?

Si!



Jornadas Técnicas ABB Perú, 23 de Abril del 2015

Interruptores libres de SF6

El nuevo interruptor LTA

Impacto ambiental a través del tiempo

Evolución de una configuración en 420kV

1 350 000 kg
CO₂ equiv.



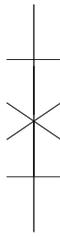
Air Blast



750 000 kg
CO₂ equiv.



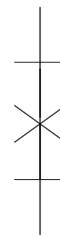
Oil Minimum



620 000 kg
CO₂ equiv.



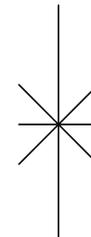
SF₆ Gas



370 000 kg
CO₂ equiv.



SF₆ DCB



LTA 72D1

Nuevo interruptor de tanque vivo libre de SF6



ABB desarrolla una plataforma alternativa

- LTB & DCB con CO₂
- Desarrollado tomando como base la tecnología en SF6 de los interruptores de tanque vivo de ABB
- Componentes comunes con los interruptores de SF6
 - Mecanismo de resortes
 - Aisladores, estructura, cubículos

Nuevo enfoque hacia soluciones amigables con el medio ambiente

Impacto ambiental a través del tiempo

Evolución en una configuración de 72.5kV

255 300 kg

CO₂ equiv.



SF₆ gas
LTB + Disconnectors

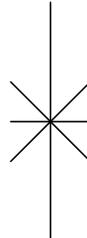


120 000 kg

CO₂ equiv.



SF₆ DCB

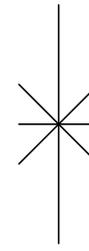


100 000 kg

CO₂ equiv.



CO₂ DCB



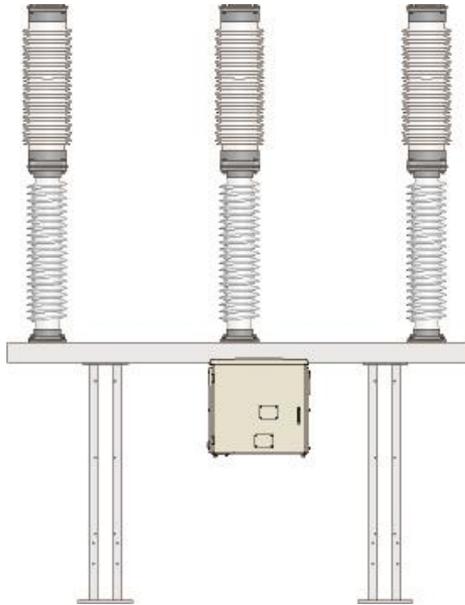
Comparación entre SF6 y CO2

Gas		SF ₆	CO ₂
Peso molecular		146,06	44,01
Densidad	kg/m ³	5,9	1,8
GWP 1)	kg	23900	1
Estabilidad química		Stable	Stable
Desempeño dieléctrico	%	100	34

1) Global Warming
Potential

LTA 72.5 kV

Datos técnicos



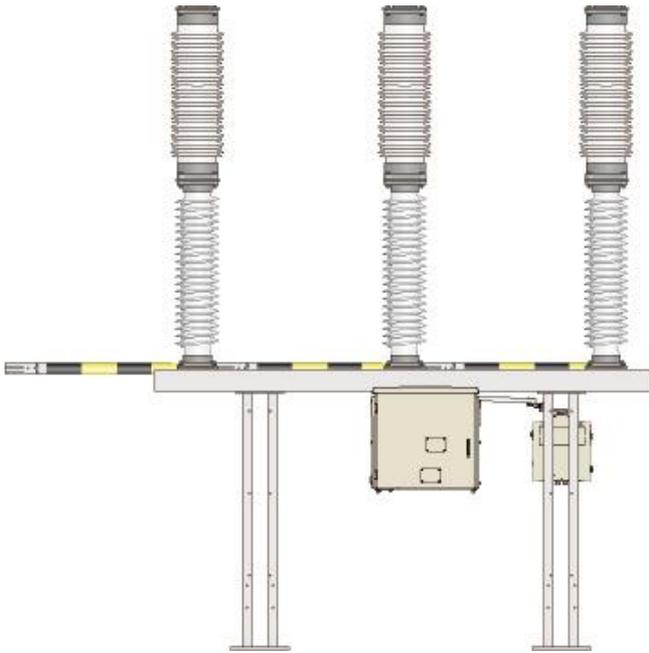
Main characteristics

Rated voltage	72.5/84 kV
Frequency	50 (60) Hz
Breaking current	31.5 kA
Continuous current	2750 A
Ambient temperature	-50/+40 °C
Operation	Three-pole

Características similares a las de un interruptor convencional!!

LTA 72.5 kV DCB

Datos Técnicos



Main characteristics

Rated voltage	72.5 kV
Frequency	50 Hz
Breaking current	31.5 kA
Continuous current	2750 A
Ambient temperature	-50 /+40 °C
Operation	Three-pole

145 kV plan piloto con CO₂ Instalado en el 2010



- Instalado en la transmisora Vatenfall
- Marzo 2010
- Aplicación en un banco de condensadores

Main characteristics

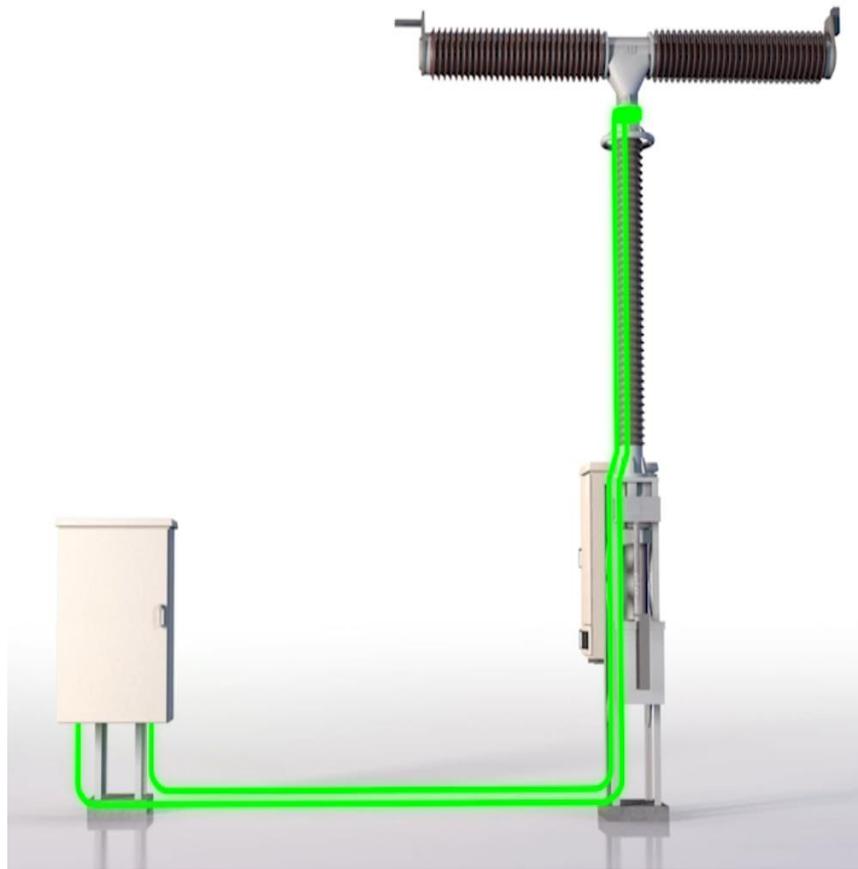
Rated voltage	145 kV
Rated frequency	50 Hz
Rated short-circuit current	31.5 kA
Capacitive switching factor	1.4
Rated current	3150 A
Ambient temperature	-50 °C
Tested according to IEC 62271-100	
Composite insulators	



Jornadas Técnicas ABB Perú, 22 de Abril del 2015

Transformadores de corriente ópticos Integrados en interruptores de tanque vivo

La última tecnología en medición de corriente Smart Grid lista para IEC 61850-92-LE



Sistema redundante

- El sistema FOCS comprende una fuente de luz trifásica y procesamiento de señales redundante.
- Fibra óptica redundante integrada a los polos del DCB.
- Un sensor primario con bobinas de fibra óptica por cada polo del DCB.

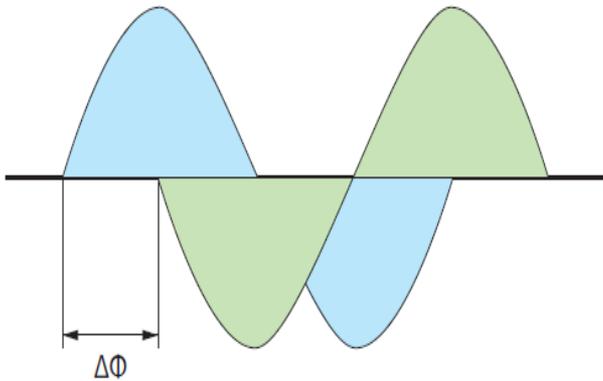
Plataforma de medición

- Módulo electro óptico y bobina de medición proporcionando valores de muestra de acuerdo a IEC 61850 9-2 LE.

La última tecnología en medición de corriente Utilizando el Efecto Faraday para medir el desplazamiento de fase

Efecto Faraday utilizado en la Tecnología

- La inducción magnética produce un desplazamiento de fase $\Delta\phi$ de la luz polarizada que viaja en la fibra.
- $\Delta\phi$ contiene información de la corriente.
- El desplazamiento de fase óptico es proporcional a cualquier cambio en la corriente primaria.



Ahorro de espacio y dinero

Ejemplo de eliminación de transf. de corriente conv. de 420 kV



FOCS

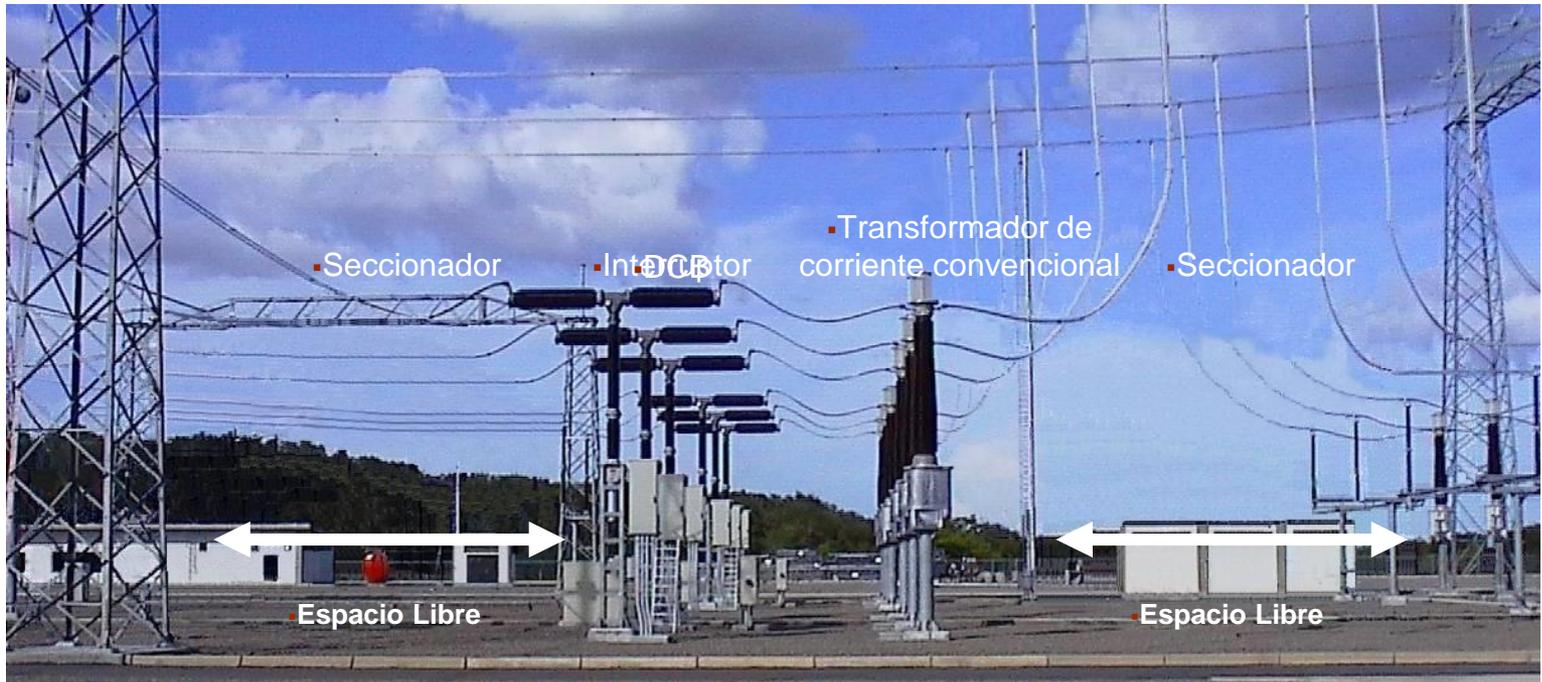
Integración



Con un interruptor seccionador DCB se puede tener una bahia completa en un solo equipo.

FOCS + DCB

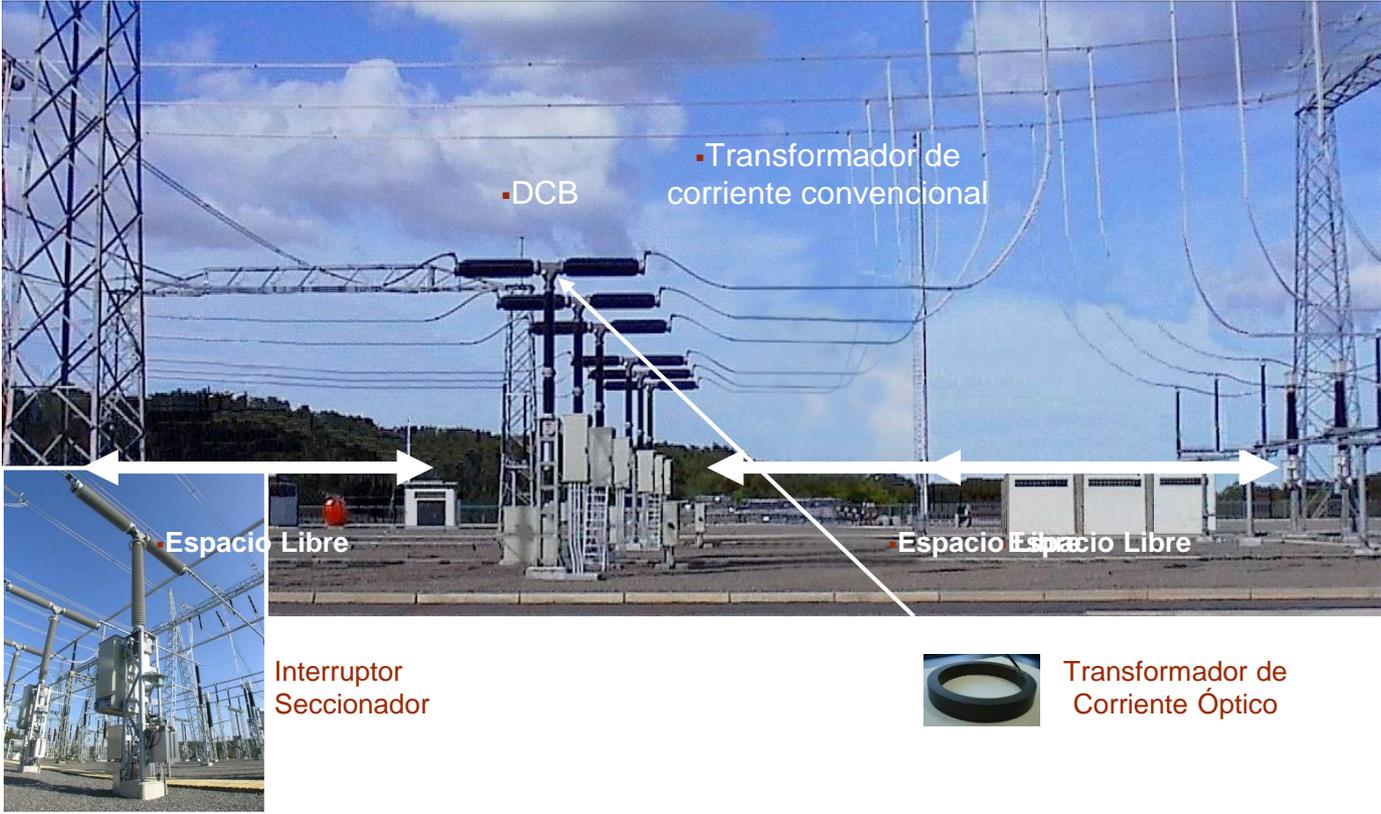
Eliminando seccionadores



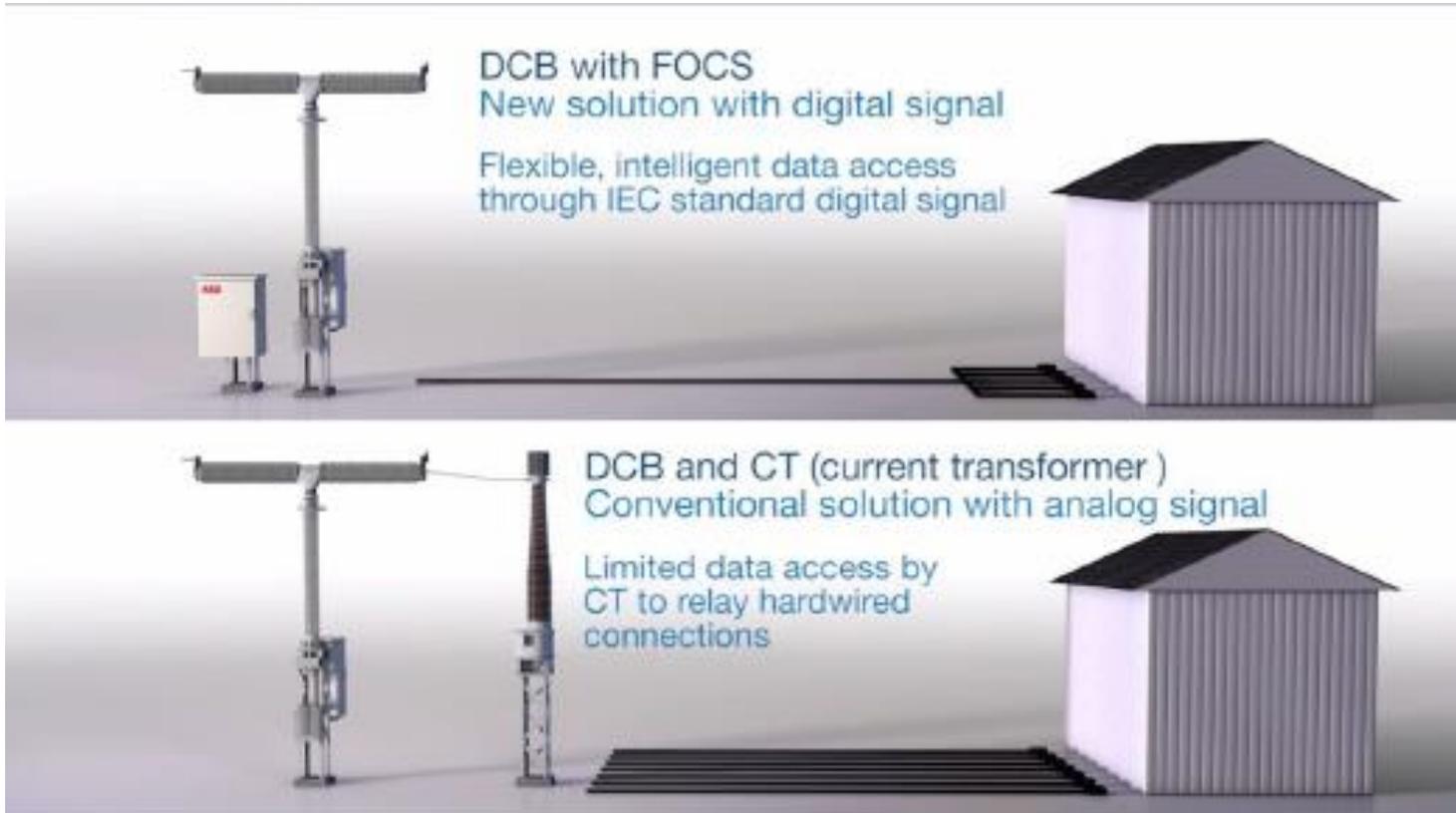
- Espacio reducido, mayor disponibilidad, menores costos

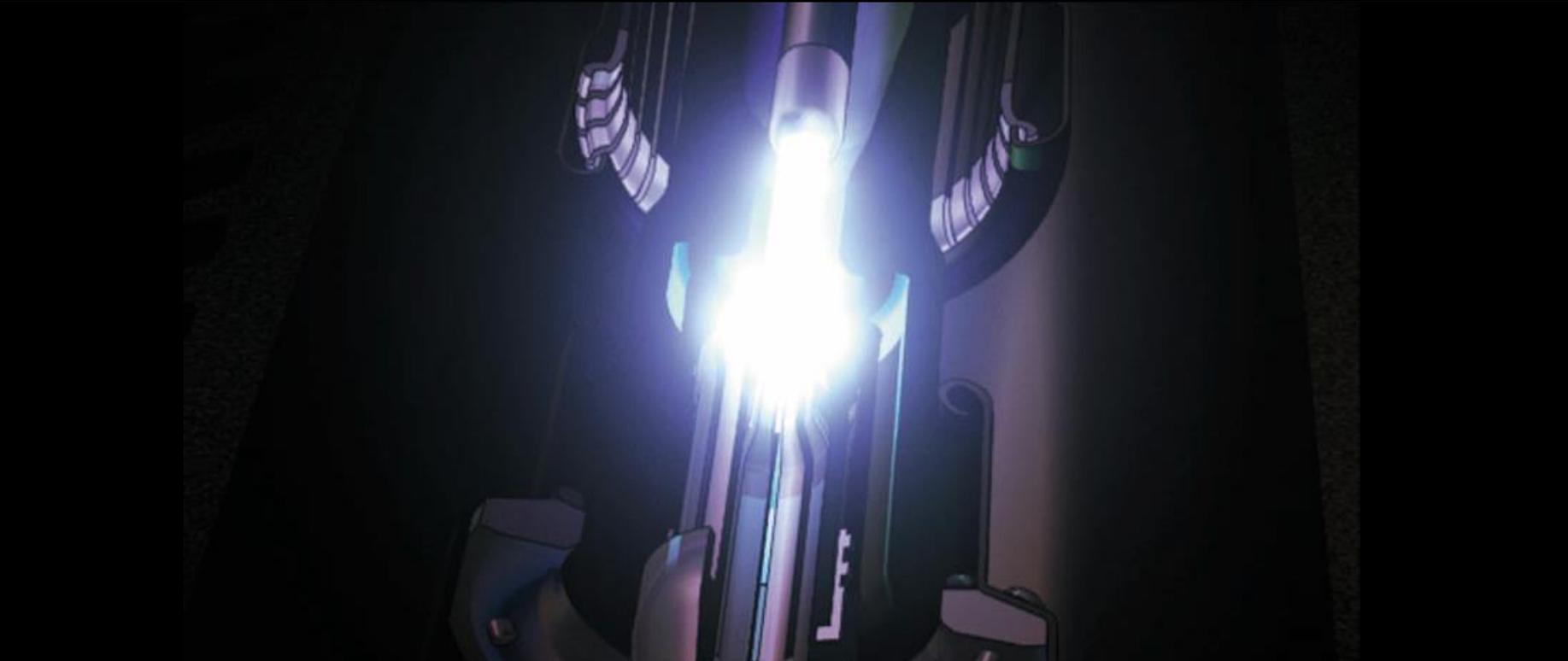
FOCS + DCB

Introduciendo el FOCS



FOCS – Fiber Optic Current Sensor





Jornadas Técnicas ABB Perú, 23 de Abril del 2015

Optimización de diseños Aplicaciones en 420kV y 550kV

Interruptores de Tanque Vivo

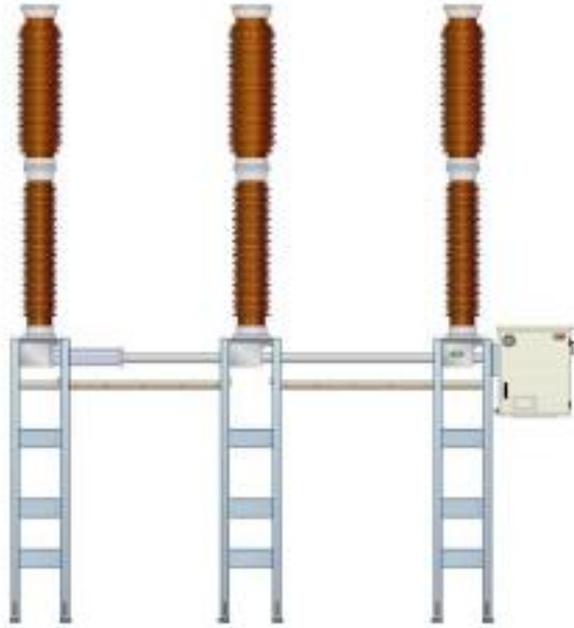
Aplicaciones para 420kV y 550kV



- En extra alta tensión las características técnicas de los equipos difieren considerablemente en comparación con los equipos para redes de 300kV o menos
- La complejidad técnica puede variar considerablemente según el tipo de aplicación

Interruptores de Tanque Vivo

Influencia en el diseño para 420kV y 550kV



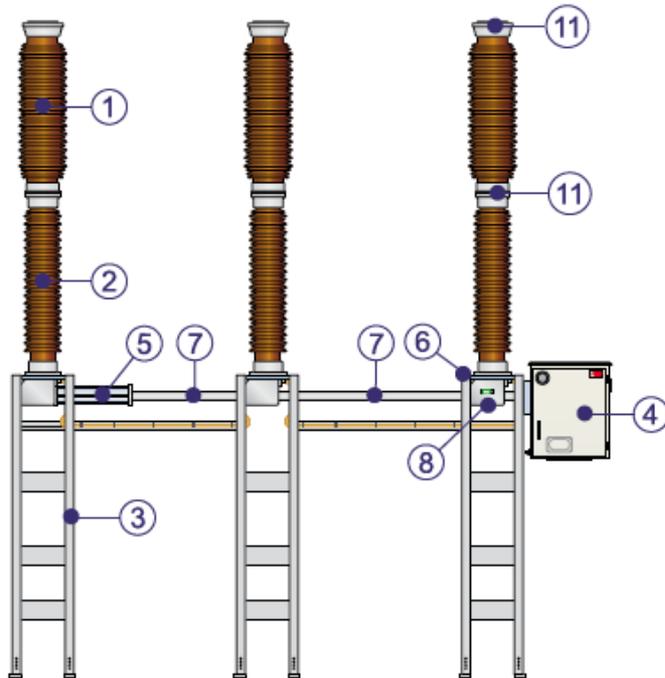
- Tensiones menor o iguales a 300kV, el diseño de simple cámara es suficiente



- Tensiones mayor a 300kV, se necesita 2 cámaras (o más) para distribuir mejor el voltaje.

Interrupidores de Tanque Vivo

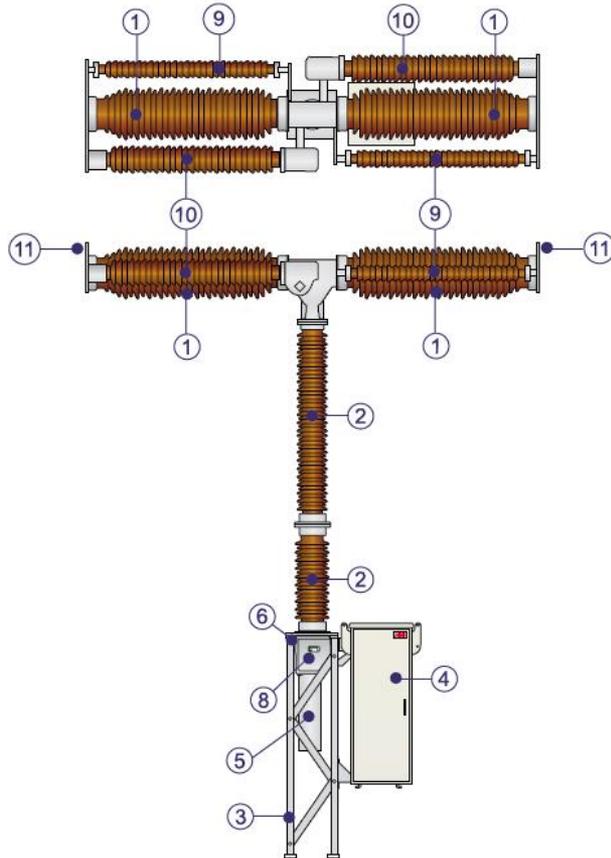
Caso <300kV



1. Cámara de Interrupción
2. Aislador de soporte
3. Estructura de soporte
4. Mecanismo de operación
5. Resorte de apertura
6. Supervisión de gas
7. Varillaje
8. Indicador de posición
11. Terminales de conexión

Interruptores de Tanque Vivo

Caso >300kV

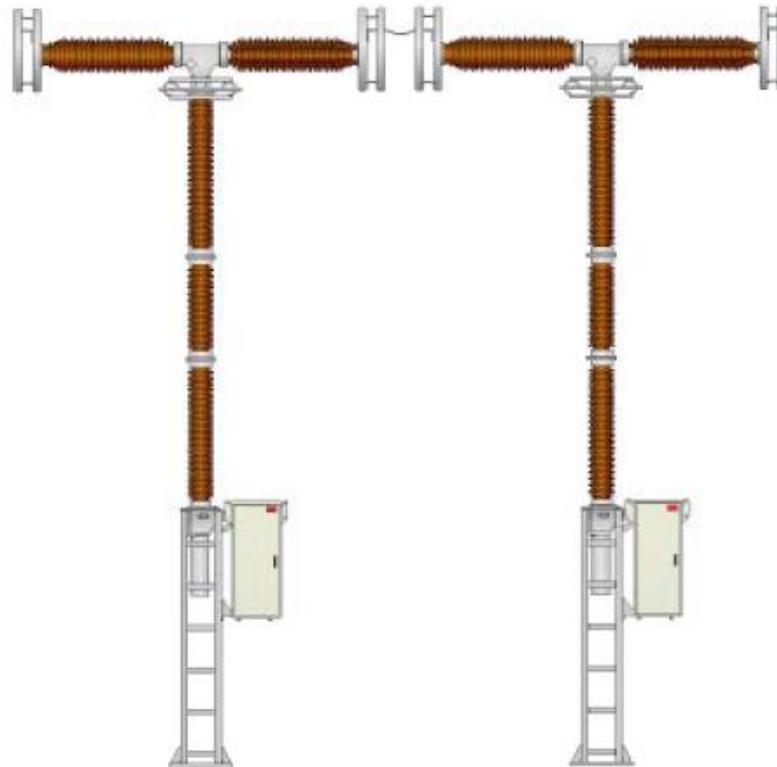


1. Cámara de interrupción
2. Aislador de soporte
3. Estructura de soporte
4. Mecanismo de operación
5. Resorte de apertura
6. Supervisión de gas
8. Indicador de posición
9. Condensadores de nivelación
10. Resistencia de pre inserción
11. Terminales de conexión

Interrupidores de Tanque Vivo

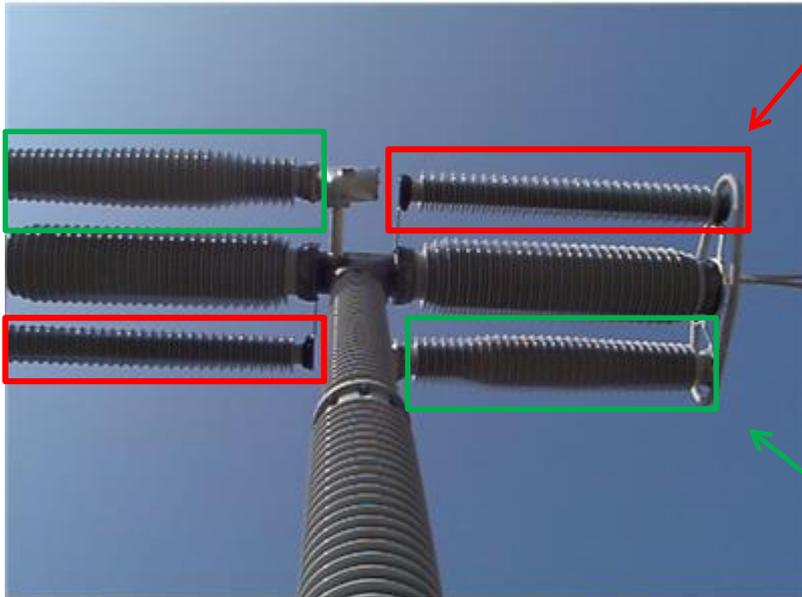
Influencia en el diseño de 420kV y 550kV

- Caso especial: Interruptores de 800kV con 4 cámaras



Interruptores de Tanque Vivo

Influencia en el diseño de 420kV y 550kV

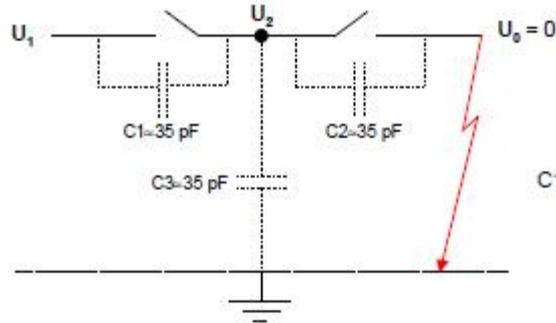


- Condensadores de Nivelación:
Se utilizan para distribuir mejor el voltaje entre las cámaras de interrupción

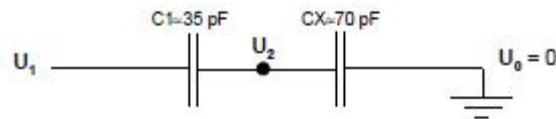
- Resistencias de Pre-Inserción:
Previamente utilizadas también para maniobras de bancos de condensadores y reactores, hoy solamente se usan para mitigar la sobretensión causada por la energización de líneas sin carga

Interruptores de Tanque Vivo Condensadores de Nivelación

Voltage sharing at terminal fault and **WITHOUT** voltage grading capacitors:



C1, C2 and C3 are all stray capacitances



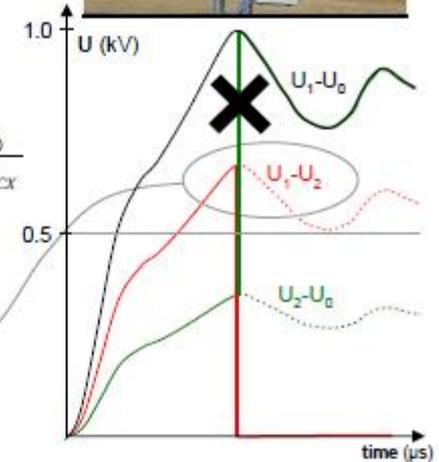
$$U_1 - U_0 = 100\%$$

$$I = \frac{U_1 - U_0}{X_{C1} + X_{CX}}$$

$$U_2 - U_0 = I \times X_{CX} = \frac{U_1 - U_0}{(X_{C1} + X_{CX})} \times X_{CX} = \frac{U_1 - U_0}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_x}} \times \frac{1}{C_x} = \frac{U_1 - U_0}{\frac{C_x}{C_1} + 1} = (U_1 - U_0) \times 0.33$$

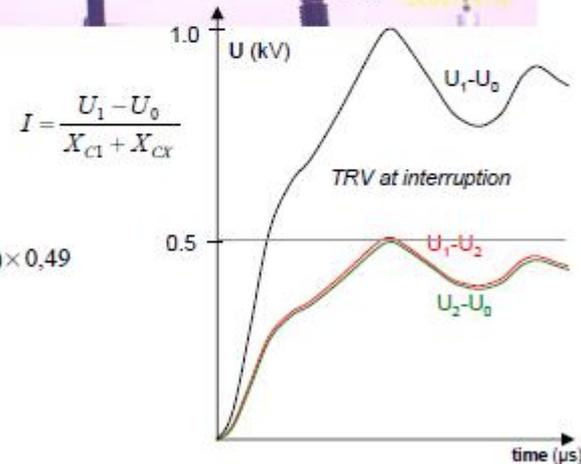
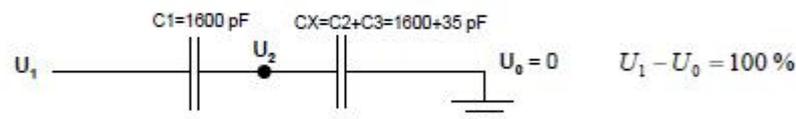
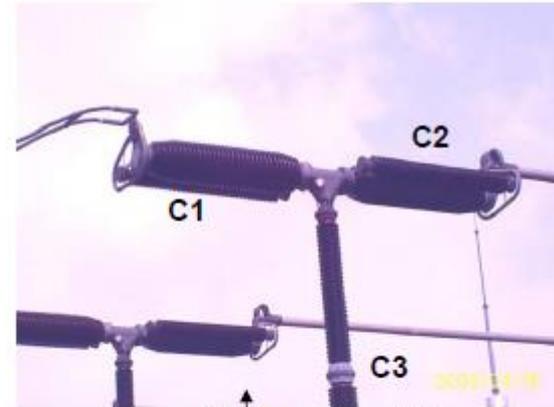
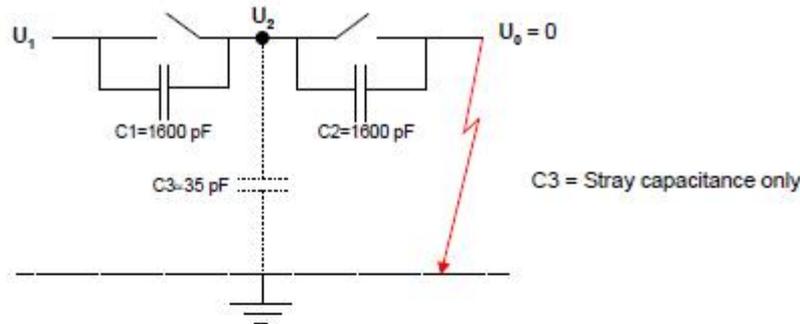
$$U_2 - U_0 = \underline{33\%} \text{ of } (U_1 - U_0)$$

$$U_1 - U_2 = 100 - 33 = \underline{67\%} \text{ of } (U_1 - U_0)$$



Interruptores de Tanque Vivo Condensadores de Nivelación

Voltage sharing at terminal fault and WITH voltage grading capacitors:



$$U_2 - U_0 = I \times X_{CX} = \frac{U_1 - U_0}{(X_{C1} + X_{CX})} \times X_{CX} = \frac{U_1 - U_0}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_X}} \times \frac{1}{C_X} = \frac{U_1 - U_0}{\frac{C_X + 1}{C_1}} = (U_1 - U_0) \times 0.49$$

$$U_2 - U_0 = \underline{49\%} \text{ of } (U_1 - U_0) \quad U_1 - U_2 = 100 - 33 = \underline{51\%} \text{ of } (U_1 - U_0)$$

Tolerances of the grading capacitors (+5 %/- 0 %) may result in slightly larger uneven sharing

Interruptores de Tanque Vivo

Libres de condensadores de nivelación



- Gracias al diseño robusto de las cámaras de interrupción, la tecnología de contactos de cobre uniforme y la confiabilidad de los mecanismos de resorte, los interruptores de 420kV y 550kV de ABB ya no requieren de condensadores de nivelación

Interruptores de Tanque Vivo

Libres de condensadores de nivelación



- Valores obtenidos en ensayo de tipo T30 de acuerdo a la IEC (reporte SATS 10-A08)
 - **Valor pico de TRV: 1520,6kV**
- Valor de referencia estandarizado según la norma IEC
 - **Valor pico de TRV: 817kV**
- Un 86% más garantizado por los interruptores HPL550B2 de ABB

Interrupidores de Tanque Vivo

Resistencias de pre-inserción

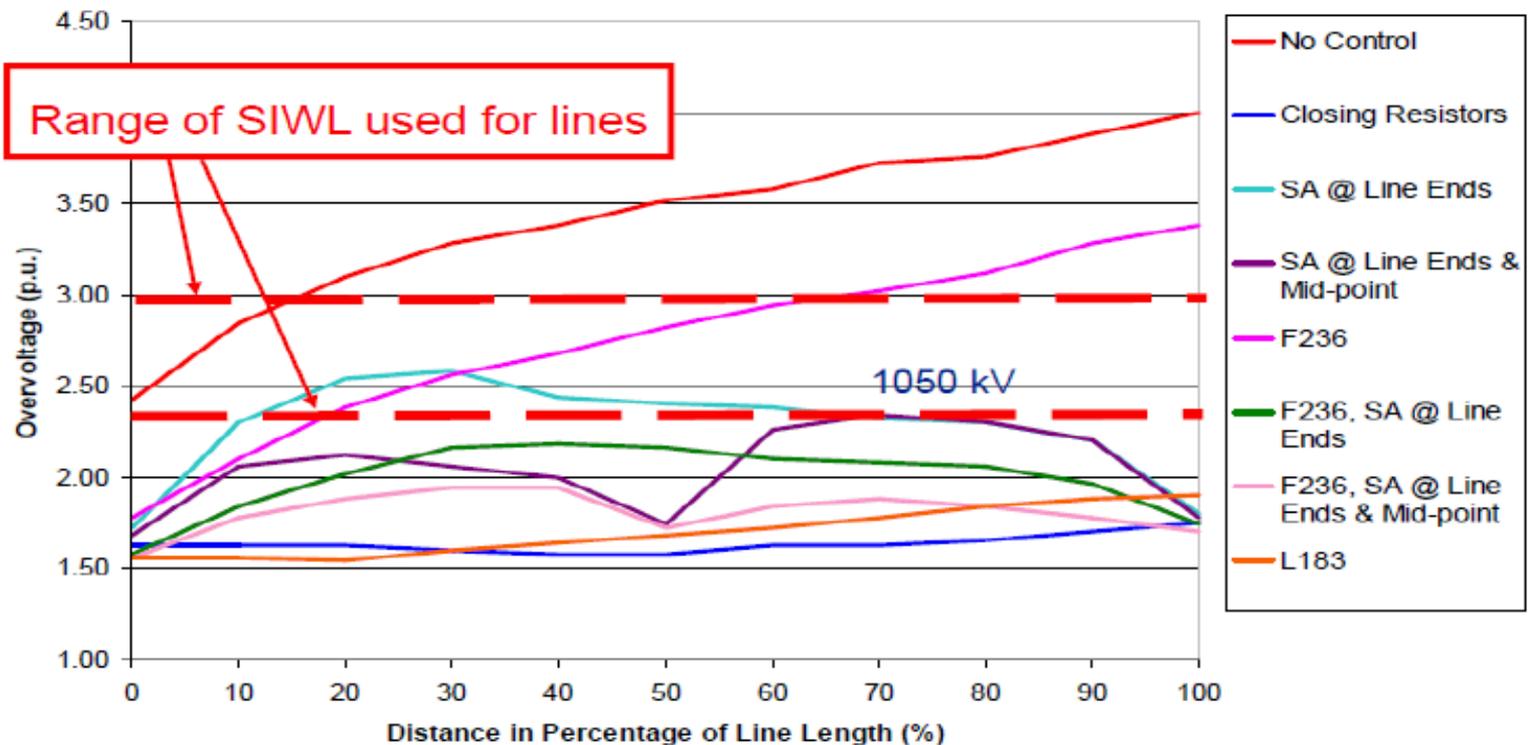
- Previamente utilizadas también para maniobras de bancos de condensadores y reactores, hoy solamente se usan para mitigar el TRV causado por la energización de líneas sin carga
- El valor de resistencia es por lo general cercano a 400 Ohm
- Las resistencias de pre-inserción se acoplan mecánicamente al interruptores y actúan entre 5 a 10ms antes que los contactos principales, absorbiendo así los primeros segundos de energización.



Interrupidores de Tanque Vivo

Eliminando las resistencias de pre-inserción!

3-Phase Fast Re-closing of 200 km, 550 kV Non-compensated Line After 1-Phase Ground Fault





Jornadas Técnicas ABB Perú, 23 de Abril del 2015

Tensión de Recuperación Transitoria

Conclusiones

Interrupedores de Tanque Vivo

Conclusiones



Pruebas Tipo



Aplicaciones en 500kV



HVDC



FACTS

Gracias a los adelantos tecnológicos de ABB, podemos proponer soluciones más prácticas y amigables con el medio ambiente en todos los niveles de tensión



CO₂



DCB



DCB con FOCS

Power and productivity
for a better world™

