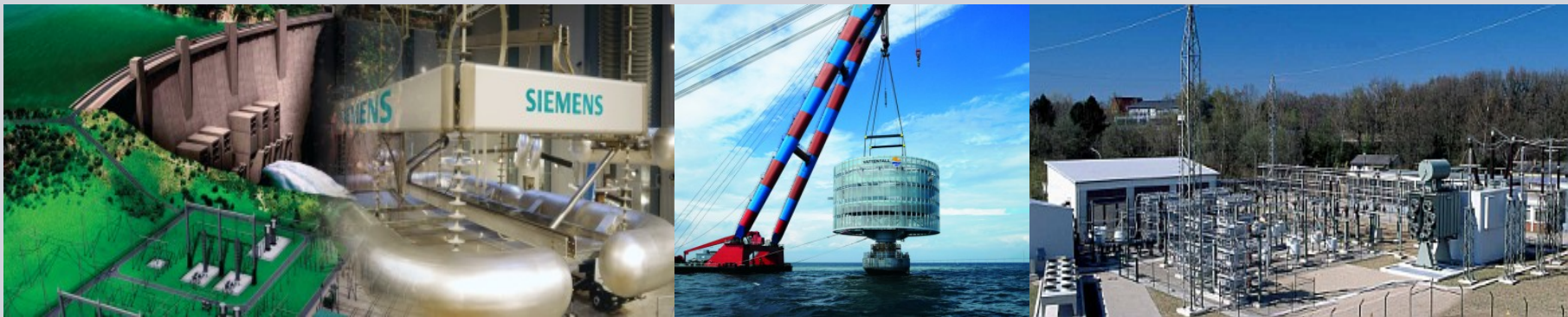


Sistemas de transmisión más inteligentes , seguros y confiables a través de la tecnología FACTS.

Congreso Bienal Internacional CIGRE 2011 - Santiago de Chile
Noviembre 10,2011

M.Lemes - Siemens São Paulo, Brazil
Dietmar Retzmann – Siemens Erlangen,Germany



Diferentes desafíos para la Transmisión y Distribución de Energía

SIEMENS



Necesidad de más Energía



Urbanización



Escasez de Recursos Naturales



Conciencia ambiental



Mercados abiertos



Uso incrementado de recursos distribuidos y de energía renovable



Incremento de capacidad y transmisión de potencia en bloque / largas distancias



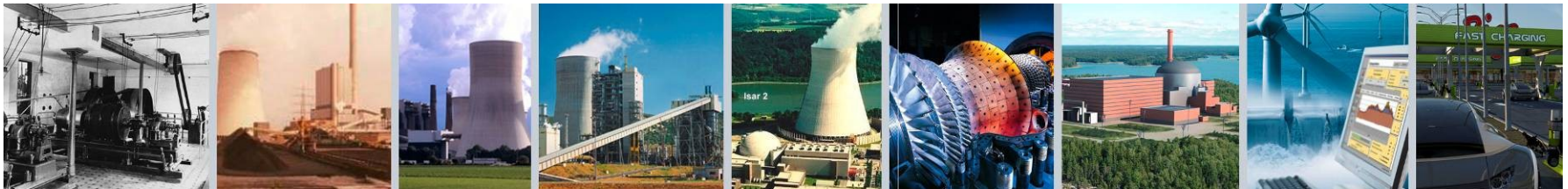
Distribución dentro de áreas y Mega-ciudades congestionadas



Meta: Redes flexibles y seguras

- ***Flexible:*** atendimento de las necesidades de los clientes al mismo tiempo responder a los cambios y desafíos futuros
- ***Accesible:*** permitiendo acceso de conexiones a todos los usuarios, particularmente para energía renovables y elevada eficiencia de generación local con cero o baja emisión de carbono
- ***Seguro:*** garantizando y mejorando la seguridad y calidad de suministro
- ***Económico:*** suministrando mejor valor a través de innovación eficiente

* Source: European Technology Platform SmartGrids – Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future; 2006, Luxembourg, Belgium



Cuanto largo puede ser un sistema síncrono ?

Limitaciones de largos Sistemas CA

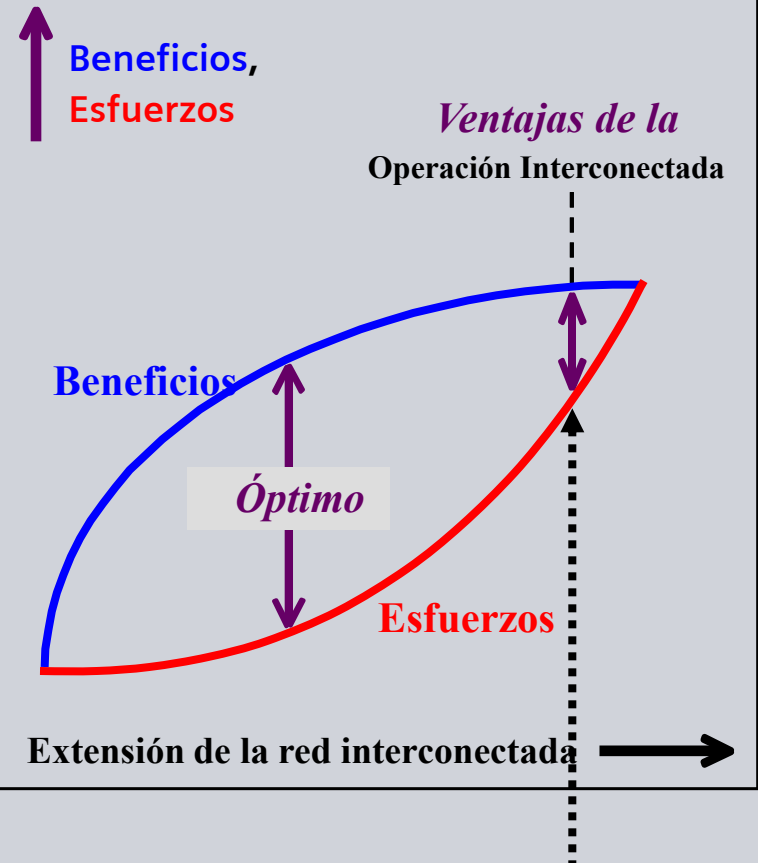
Sistemas de Transmisión en Longa Distancia

- Estabilidad de Tensión
- Problemas de Potencia Reactiva
- Estabilidad en Régimen Permanente
- Estabilidad Transitoria
- Oscilaciones sub sincronas

Sistemas Interconectados

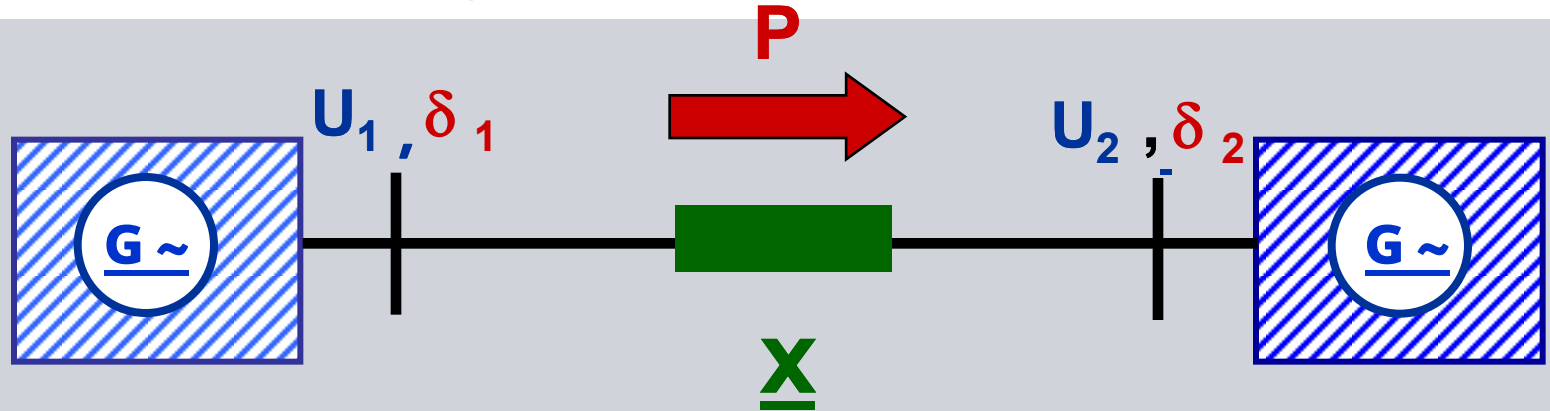
- Problemas de Flujo de Carga
- Control de Frecuencia
- Estabilidad de Tensión
- Oscilaciones Inter-área
- Riesgo de Blackout
- Interacciones físicas entre sistemas

Relacion Costo x Performance



Cuando el sistema síncrono es muy largo – Las Ventajas disminuyen

Transmisión de Energía – La Ecuación Básica



$$P = \frac{U_1 U_2}{X} \sin (\delta_1 - \delta_2)$$

*Control flujo carga
(ángulo de transmisión)*

*Compensación paralela ($U...$
Voltajes)*

*Compensación serie
($X...$ Impedancia)*

Tipos de Compensadores Serie

FSC

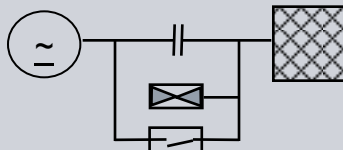
Fixed Series Compensation

Flujo de potencia ●

Estabilidad ●●●

Calidad de tensión ●

$220 < kV < 1000$
 $200 < Mvar < 1000$



TPSC

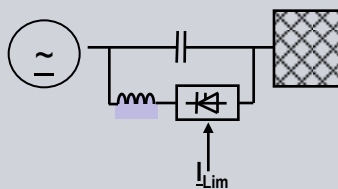
Thyristor Protected Series Compensation

Flujo de potencia ●

Estabilidad ●●●

Calidad de tensión ●

$220 < kV < 1000$
 $100 < Mvar < 800$



TCSC

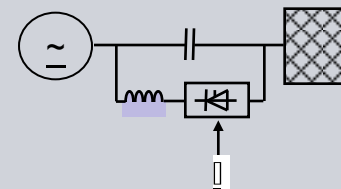
Thyristor Controlled Series Compensation

Flujo de potencia ●●

Estabilidad ●●●

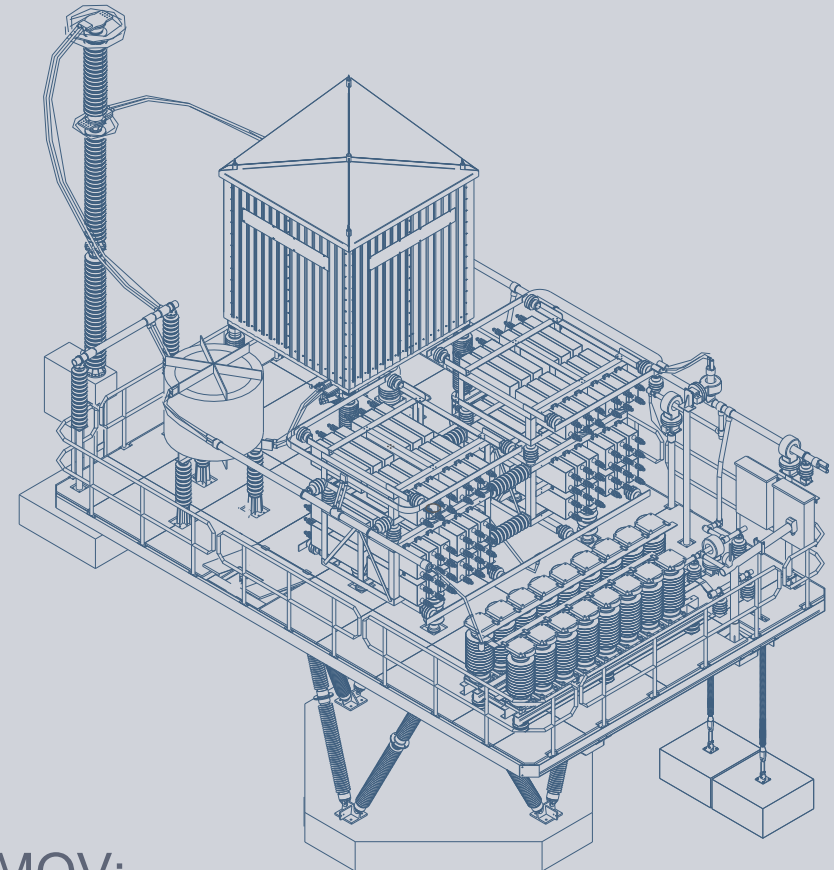
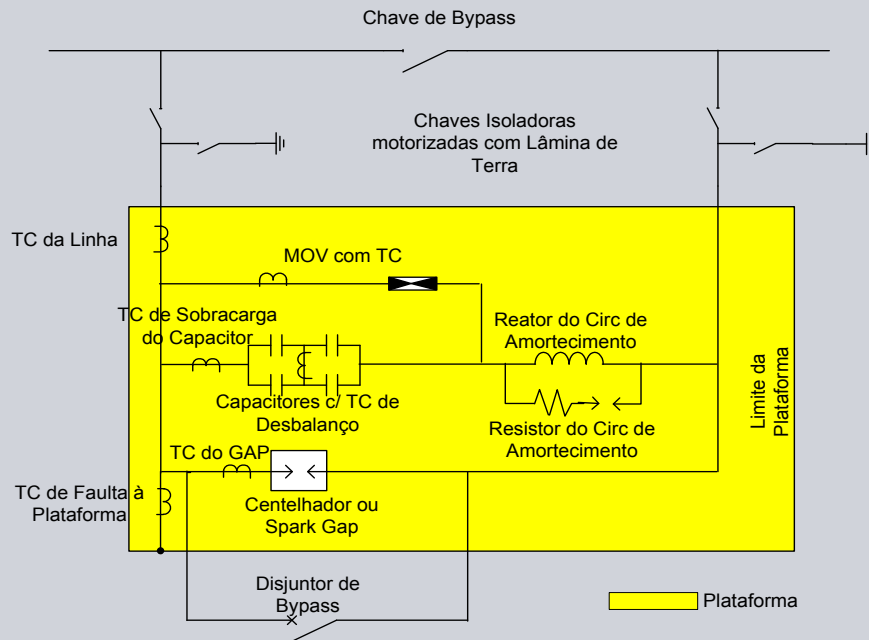
Calidad de tensión ●

$220 < kV < 1000$
 $100 < Mvar < 200$



Banco Compensación Serie Fijo

Diagrama Unifilar típico



Equipos do FSC :

- > Banco de Capacitor;
- > Spark Gap;
- > Damping Circuit;

- > MOV;
- > Bypass;

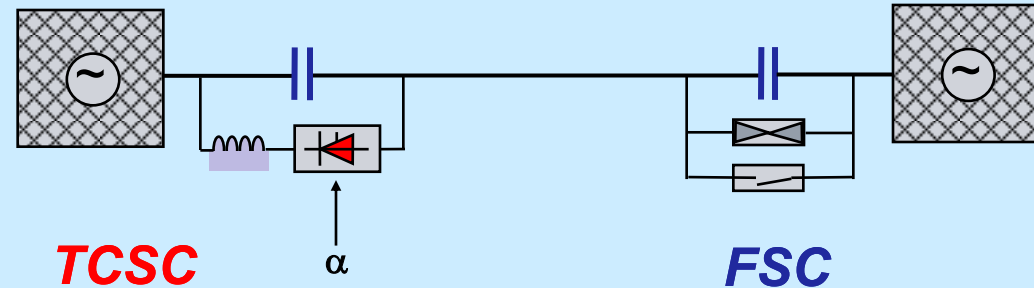
Compensación Serie Fija Siemens CHESF-S.J.Piaui

SIEMENS



FACTS-Compensación Serie Fija(FSC) y Controlada (TCSC)

SIEMENS



Fixed Series Compensation

- Aumento de la capacidad de transmisión

Thyristor Controlled Series Compensation

- Amortiguación de oscilaciones de potencia
- Control de Flujo de Carga
- Mitigación de Resonancia Sub-sincronica

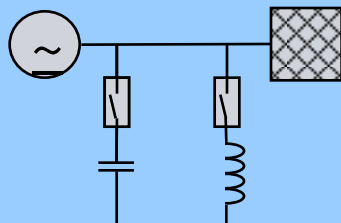
Tipos de Compensadores em Paralelo de Reativos

MSC / MSR

Mechanical **S**witched
Capacitors / **R**eactors

- ⇒ Switchgear
- ⇒ Capacitors
- ⇒ Reactors

$52 \leq kV \leq 800$
 $50 \leq MVar \leq 500$

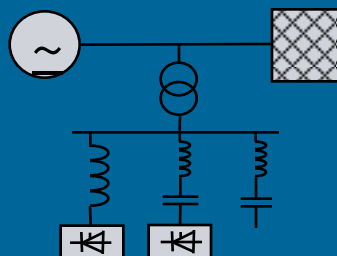


SVC Classic

Static **V**ar
Compensator

- ⇒ Thyristor Valve(s)
- ⇒ Control & Protection
- ⇒ Transformer
- ⇒ Capacitors
- ⇒ Reactors

$52 \leq kV \leq 800$
 $50 \leq MVar \leq 800$

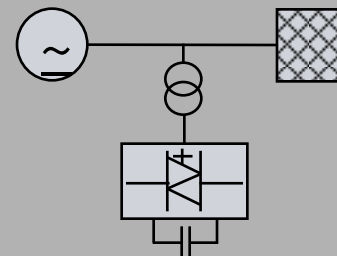


SVC Plus (STATCOM)

Static **S**ynchronous
Compensator

- ⇒ IGBT Valves
- ⇒ Control & Protection
- ⇒ Transformer
- ⇒ DC Capacitors

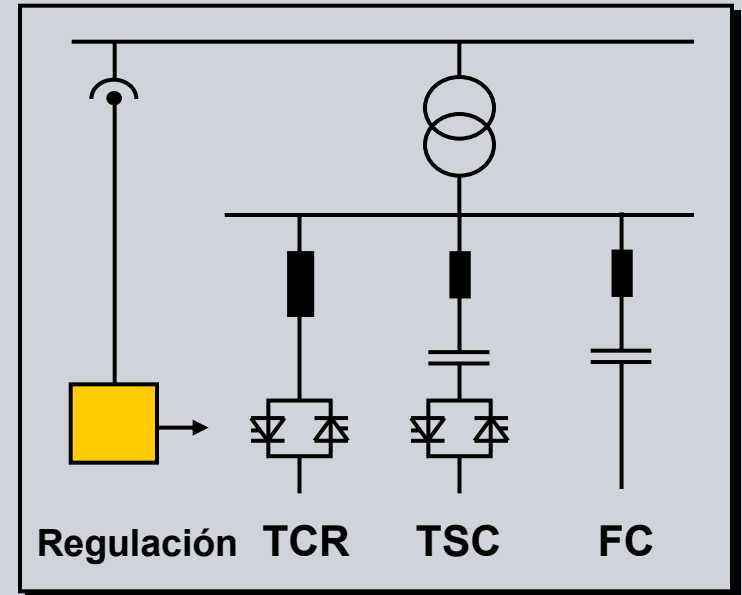
$52 \leq kV \leq 800$
 $50 \leq MVar \leq 800$



Compensación Shunt Controlada Static Var Compensator (SVC Classic con tiristores)

SIEMENS

- Control de tensión
- Control de potencia reactiva para cargas débiles
- Amortiguamiento de oscilaciones de potencia activa
- Mejoría de la estabilidad de la red



Compensación Shunt Controlada Siemens

SVC Bom Jesus da Lapa, Terna, Brasil

500 kV/17.5 kV, -250/+250 MVar

SIEMENS



SVC PLUS®

The Advanced STATCOM

SIEMENS

Desarrollo tecnológico :
un paso adelante

Unidades de:

S: **+/- 25 MVar**

M: **+/- 35 MVar**

L: **+/- 50 MVar**

Hasta 4

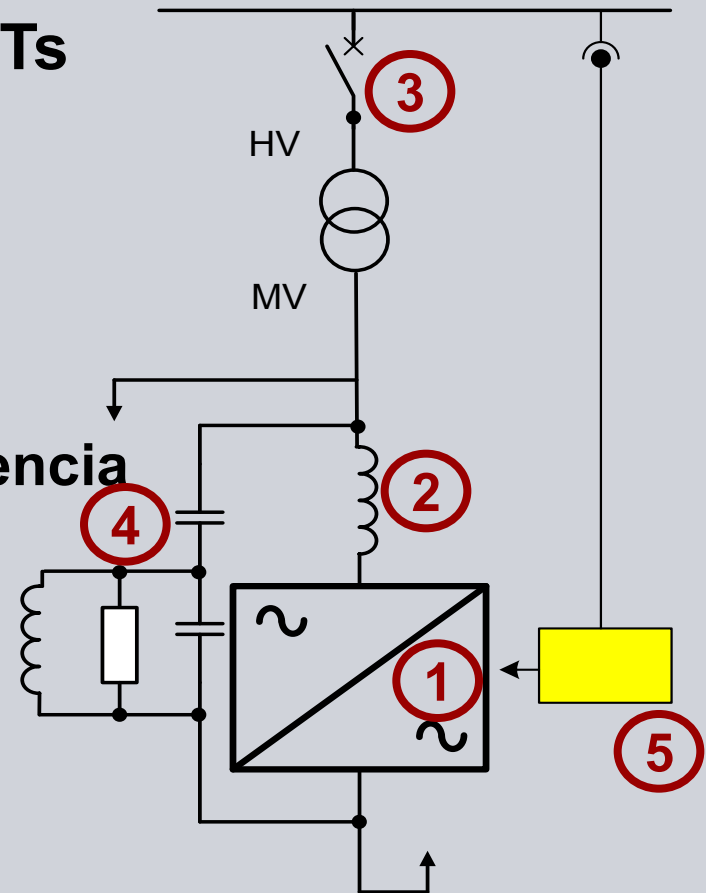
Unidades paralelas

+/- 200 MVar

Aplicación de la Tecnología **MMC**
(**M**odular **M**ultilevel **C**onverter)

Soluciones : SVC Plus

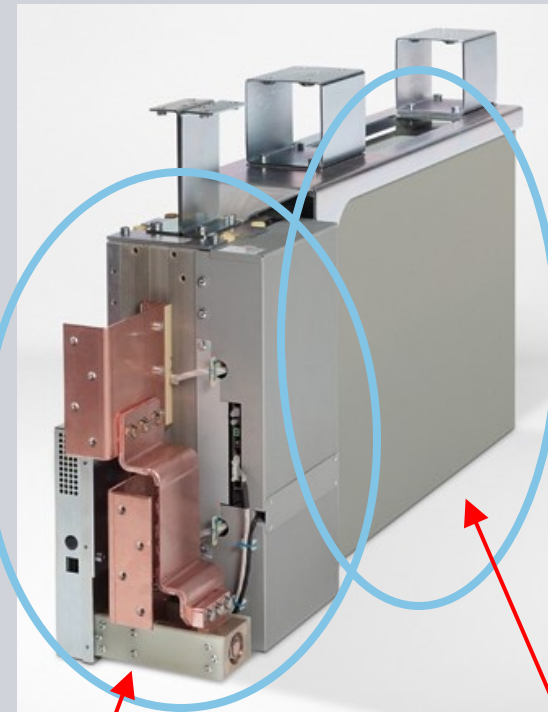
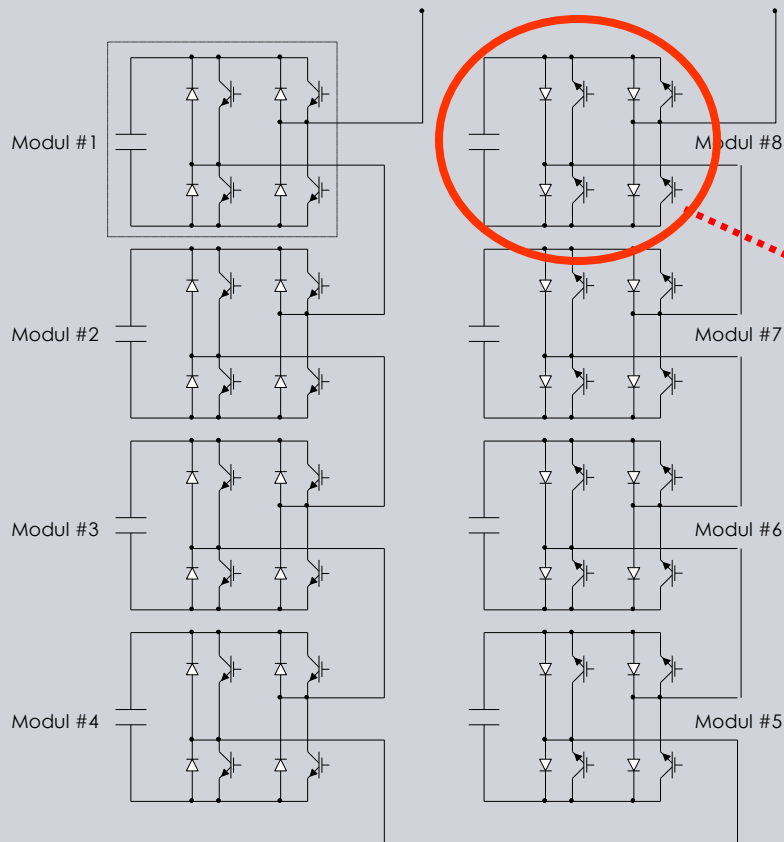
- ① Conversor SVC PLUS con IGBTs
- ② Reactor de Acoplamiento
- ③ Conexión con la subestación
- ④ Filtro de Bloqueo de Alta Frecuencia
- ⑤ Control



SVC PLUS en Detalles

Módulo de Potencia con Capacitor CC

■ Conversor



**Módulo de
Potencia**

Capacitor CC

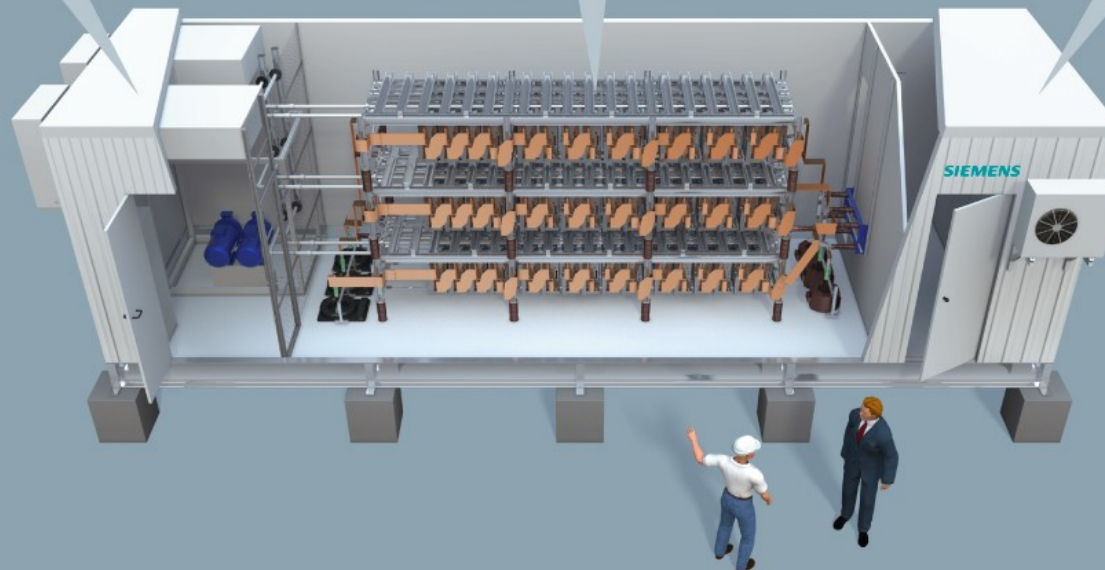
SVC PLUS en detalles

SIEMENS

sistema de enfriamiento

convertor

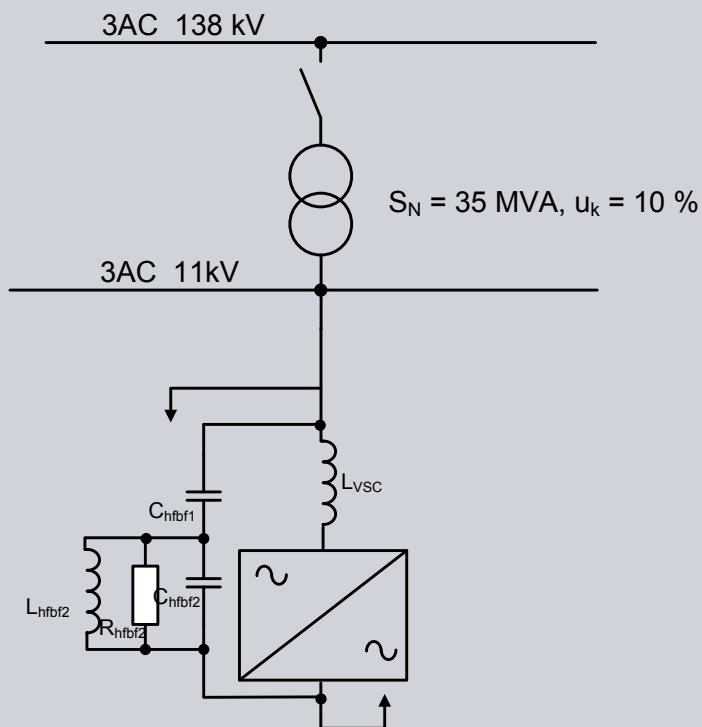
control/proteccion



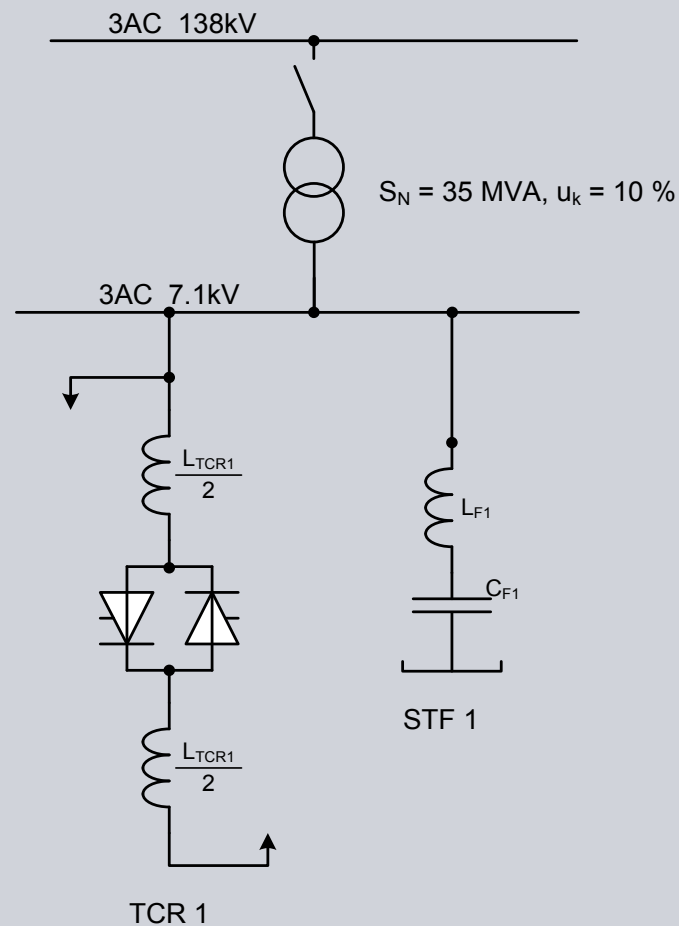
SVC PLUS versus SVC Classic

Unifilar Simplificado

SVC PLUS

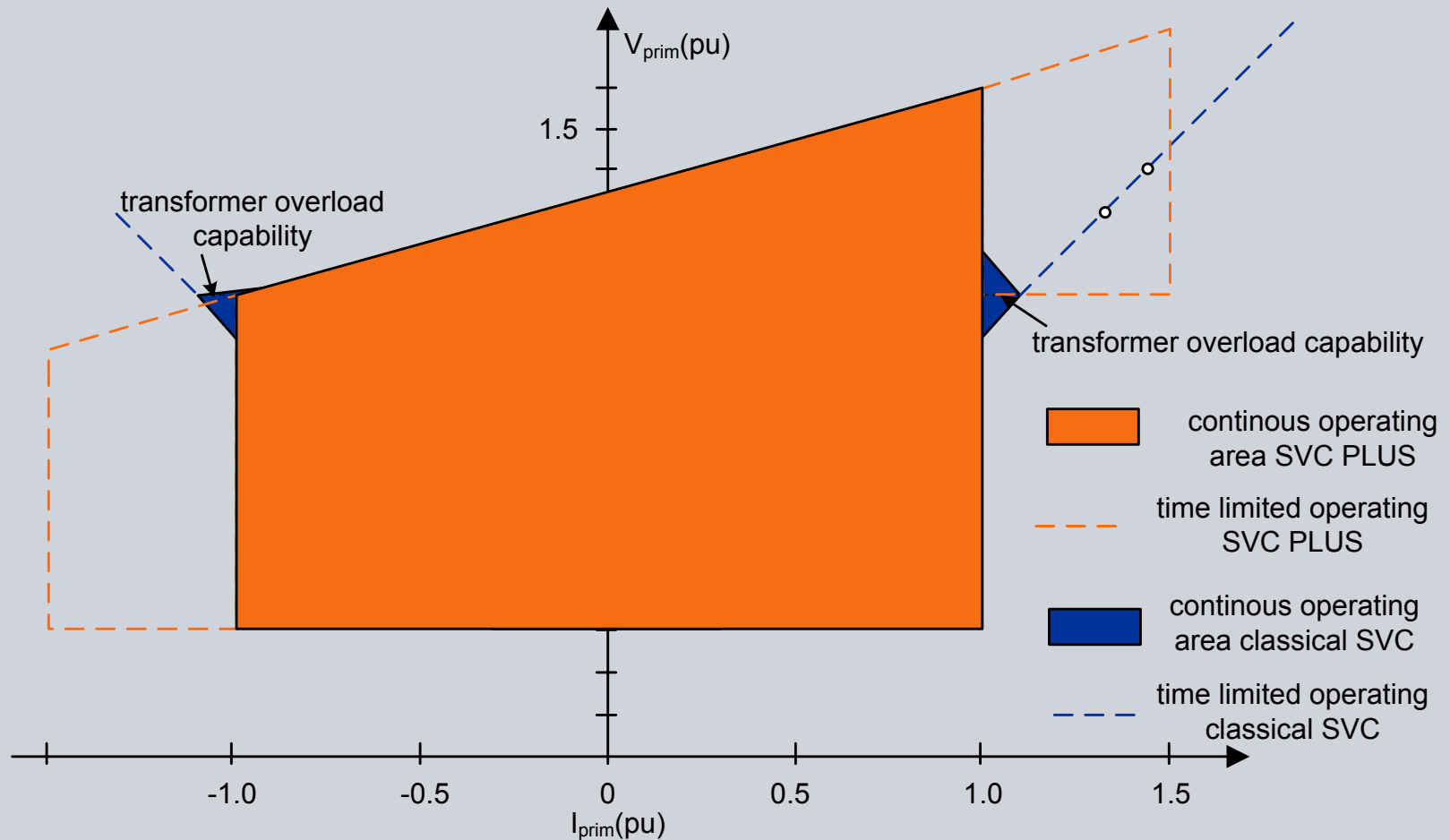


SVC Classic



SVC PLUS versus SVC classic

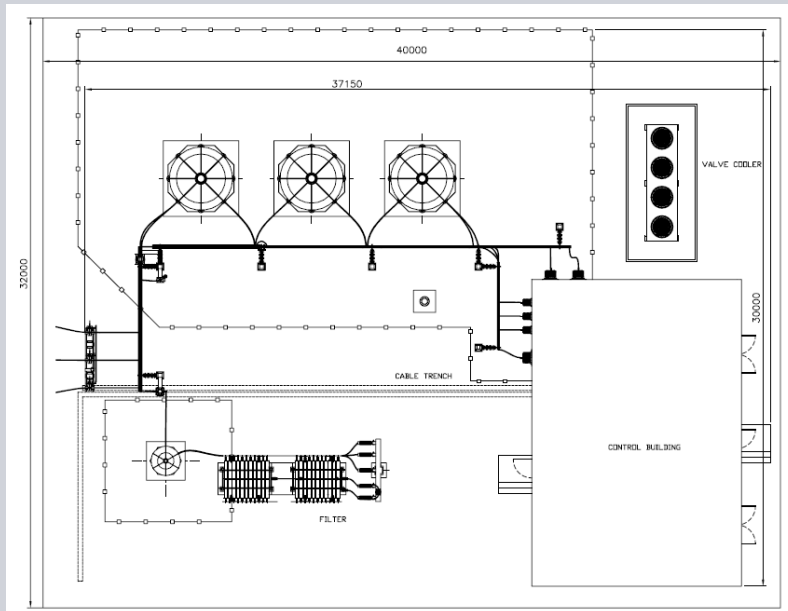
Curva V/I



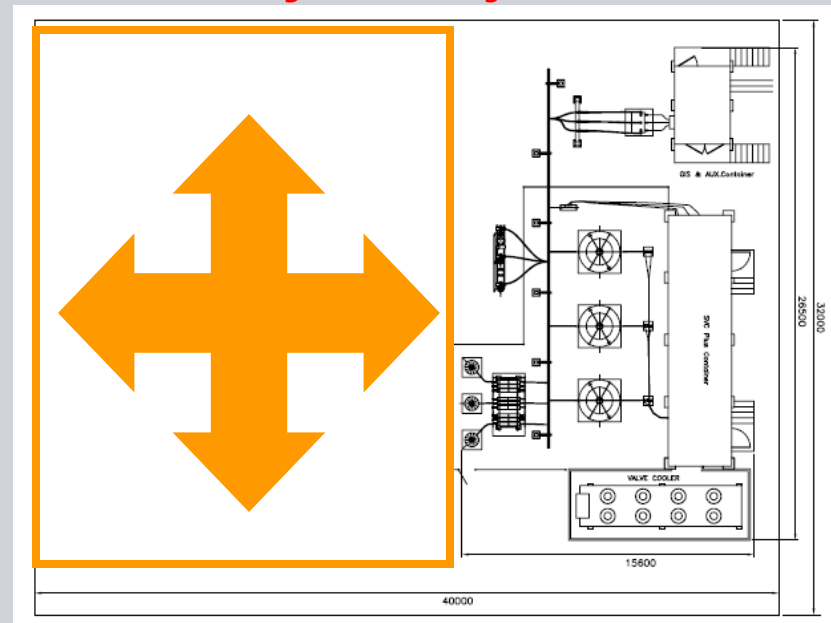
SVC PLUS versus SVC Classic

Dimensiones

Ejemplo: SVC +/- 50 Mvar

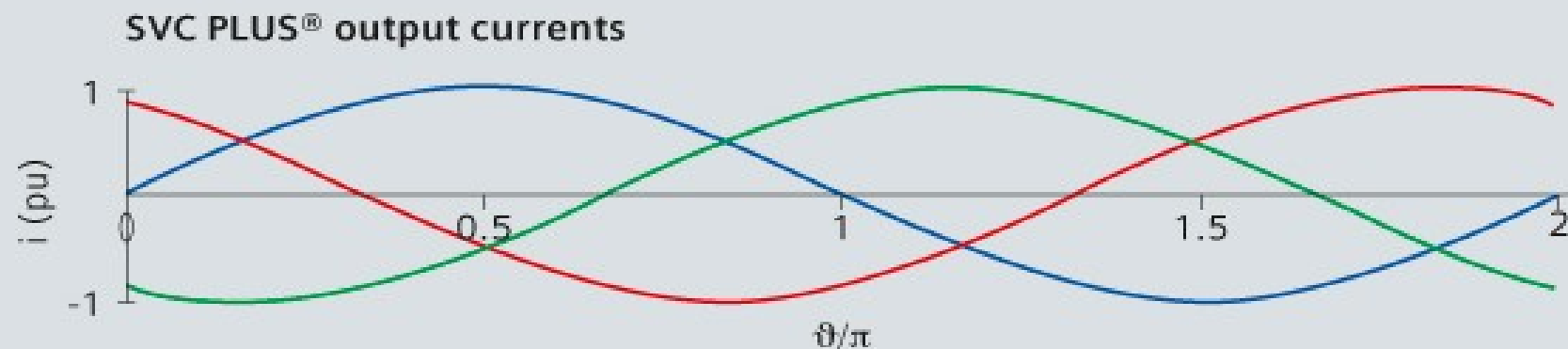
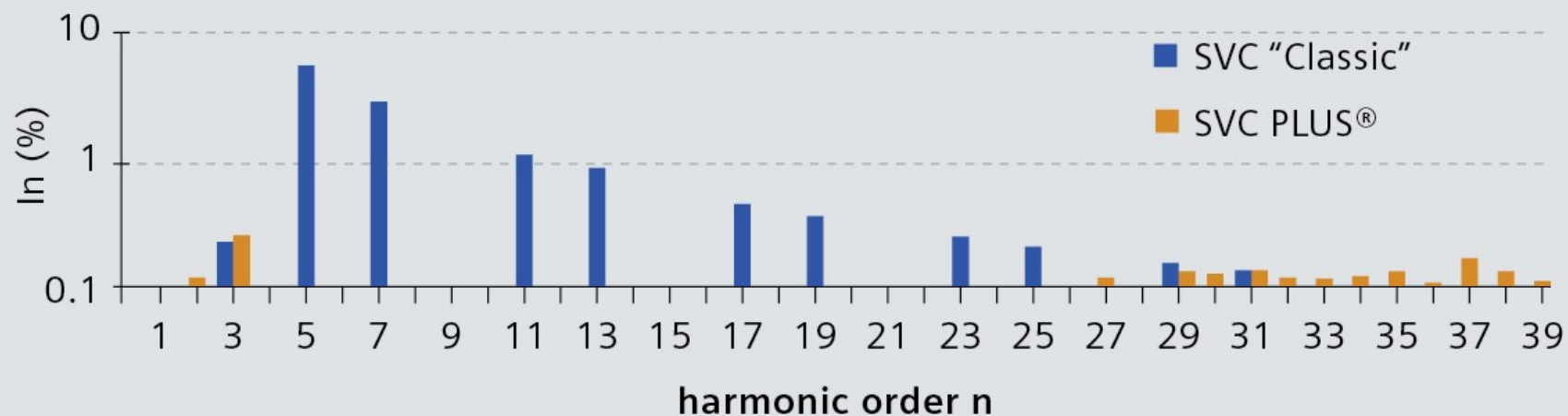


SVC PLUS:
Hasta 50% de reducción
de espacio. **Hasta 40% de
economía en obras,
material y montaje**



SVC PLUS versus SVC Classic

Geração de Harmônicos



Comparación de nominales para diferentes niveles de tensión

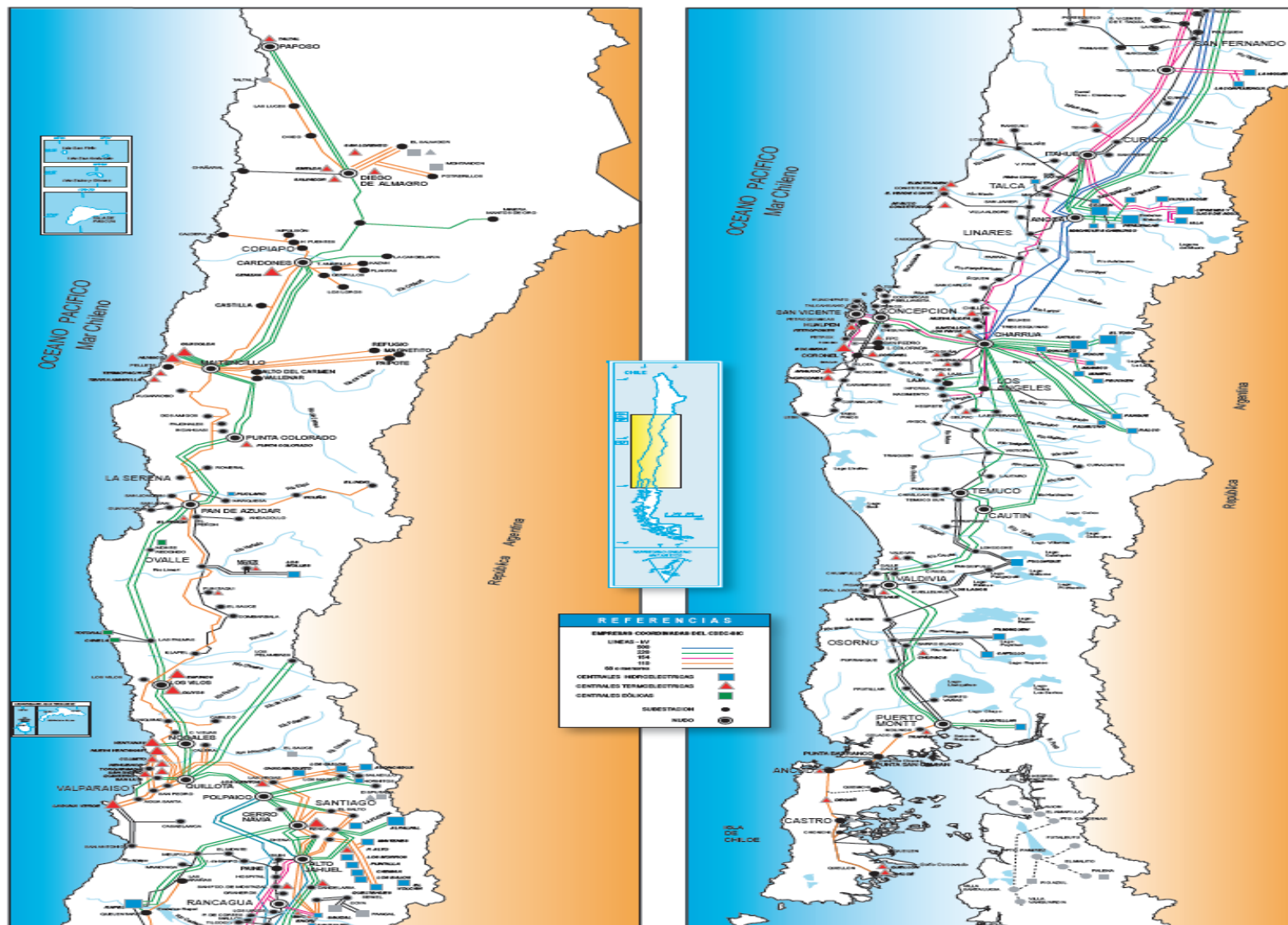


Ejemplo: 100 MVar SVC

	SVC PLUS	SVC Classic
1.0 pu tensión	100 MVar	100 MVar
0.5 pu tensión	50 MVar	25 MVar
0.5 pu tensión Sobrecarga temporaria 2sec.	75 MVar	25 MVar

En la tensión de 0.5 pu el SVC PLUS es 3 veces mas eficiente!

Red de Transmisión Chilena



Problemas y soluciones en la red (Ejemplo 1)

Mejorar la confiabilidad del sistema, con limitaciones de:

- Estabilidad
- Control de Tensión

Solución:

Compensación Serie en ambas salidas de líneas
Compensación Shunt Controlada (SVC)

Problemas y soluciones en la red (Ejemplo 2)

Solucionar el problema de falta de confiabilidad del área , reducir los costos de despacho o permitir la evacuación de generaciones (Hidráulica, Eólica) ,incrementando la capacidad de transporte para las áreas

Necesidades:

- Aumento de capacidad de transmisión
- Reducción de eventual resonancia sub-sincronica (RSS)
- Mejoría de la Estabilidad Transitoria y Dinámica del Sistema
-

Solución:

Compensación Serie (por ejemplo 70%) con parte fija (FSC) y eventual controlada (TCSC) para amortiguación de oscilaciones de potencia y eliminación de RSS

**Como conectarse el Parque Eólico
a la red?**

Solución:

Siemens Grid Access Solutions

Como los parques eólicos son diferentes de la generación convencional para los requisitos de interconexión?

- Típicamente la generación convencional tiene pequeño numero de generadores mientras parque eólicos tiene muchos .
- Frecuentemente son conectados a redes débiles y lejos de los centros de carga, ,frecuentemente en conexiones radiales
- Diferente capacidad de potencia reactiva dependiendo de la tecnología utilizada
- Suporte de tensión durante disturbios
- Contribución a corto circuito (menor do que generación convencional)
- Factores de intermitencia y capacidad
- Rápida evolución of tecnologías

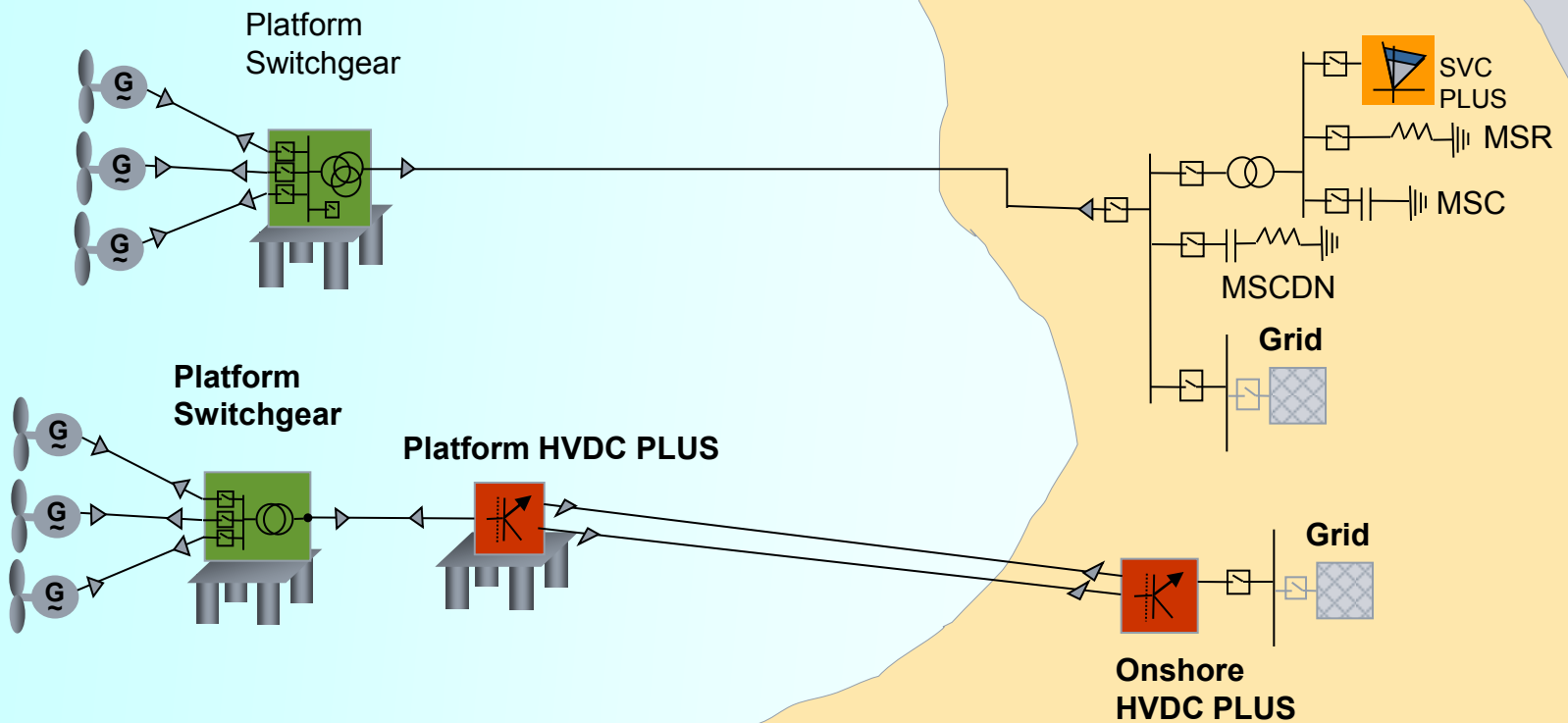
Puntos Críticos de Proyecto y Operación

- Suporte de corriente reactiva durante y pos faltas (Grid Code compliance)
- Operación continua durante corto circuito en la red
- Estabilidad de la red
- Calidad de Potencia

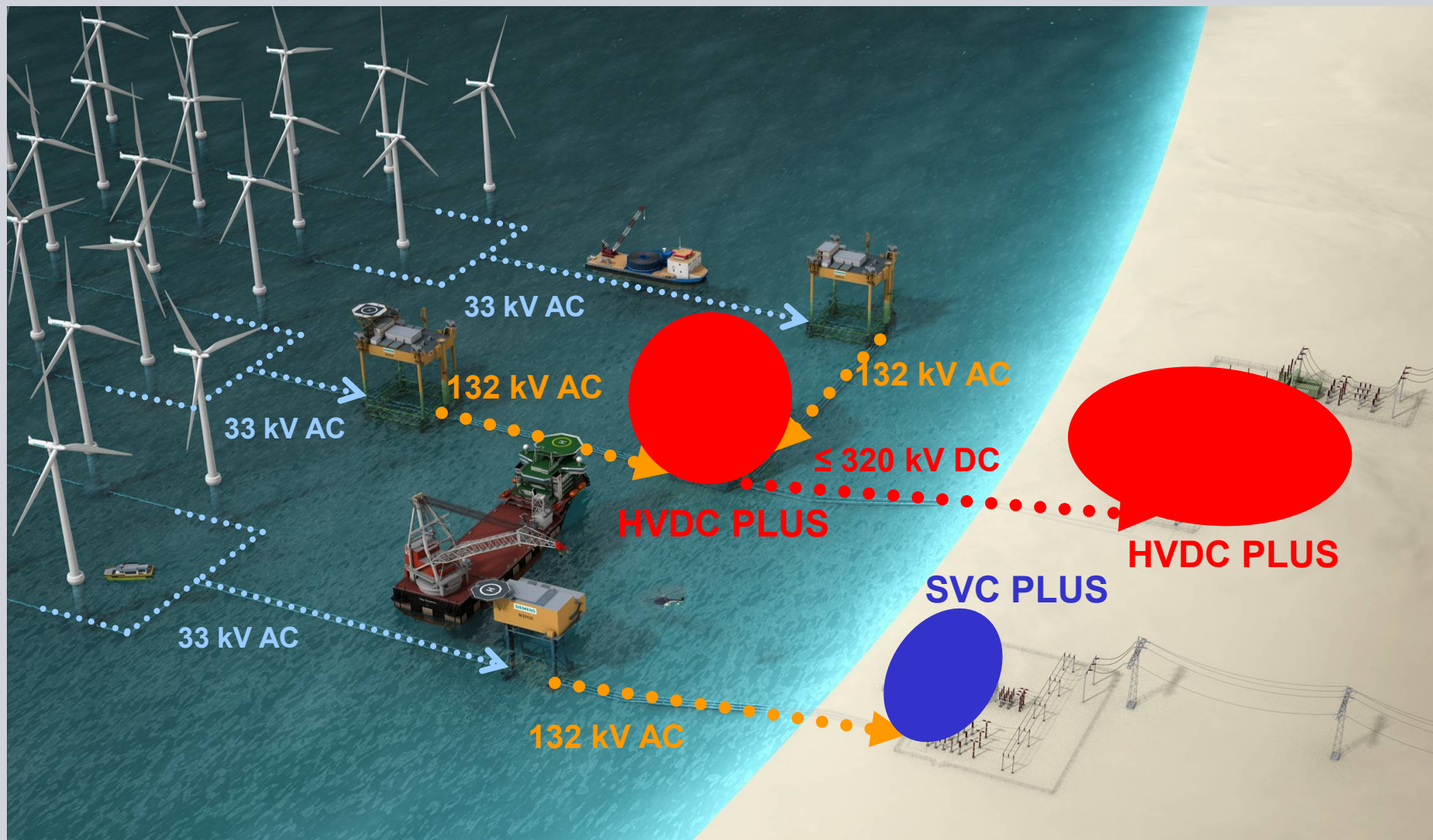
Soluciones : Estudios - Utilización de FACTS

Ejemplos de Proyectos de Acceso a la Red:

Transmisión Típica en CA y CC para Generación Eólica Offshore



Soluciones para Acceso a Red: **AC** and **DC** **SIEMENS** con **SVC PLUS** y **HVDC PLUS**



SVC PLUS

Proyectos y Referencias



Greater Gabbard Project

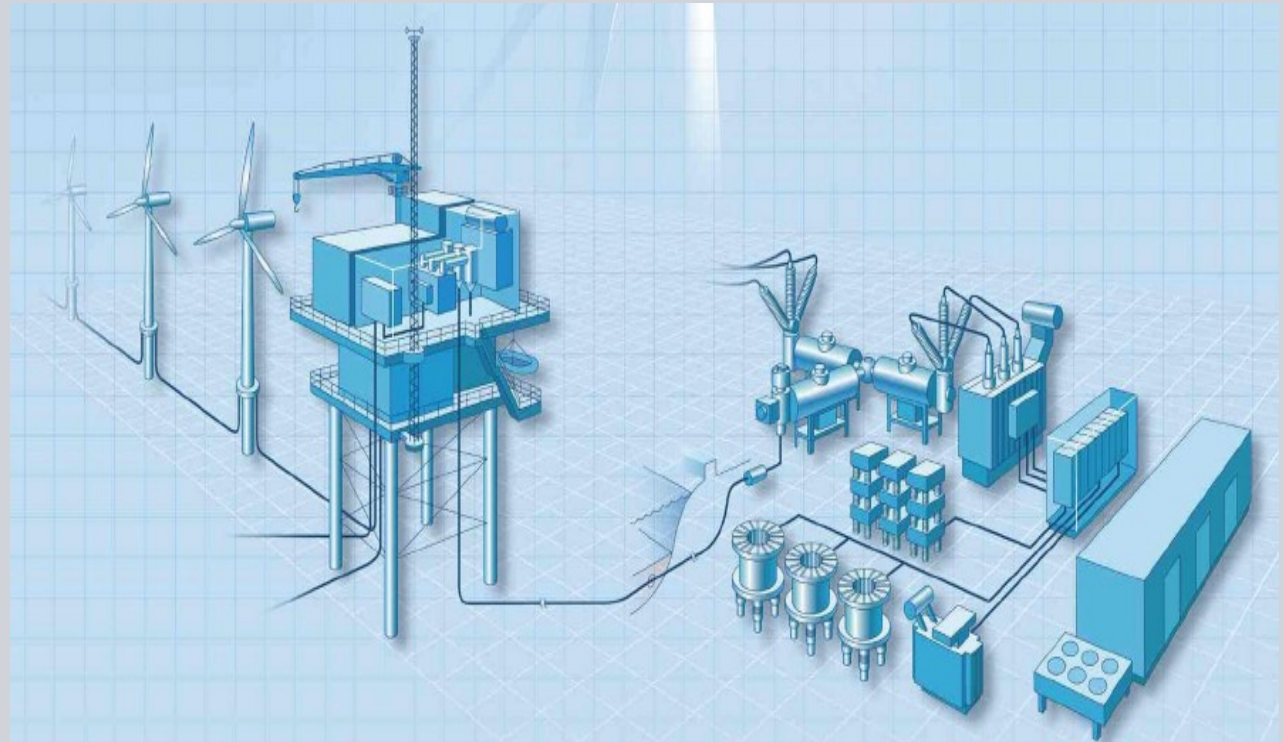
East Coast, Suffolk, UK próximo de la Usina Nuclear Sizewell

SVC PLUS en Operación en comienzo de 2010 (proyecto total 2011)

**Mayor parque Eólico
Off-shore do Mundo**

**500MW de Potencia
Eólica**

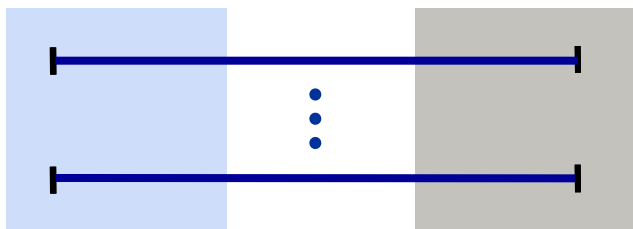
- **Compensación de Reactivos:**
 - 3 x SVC PLUS L**
- **132kV / 13.9kV**



Beneficios de la Solución Híbrida CA-CC

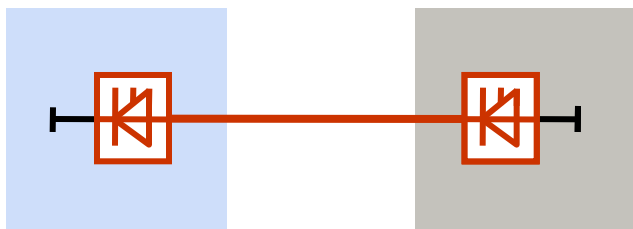
Sistema 1

Sistema 2



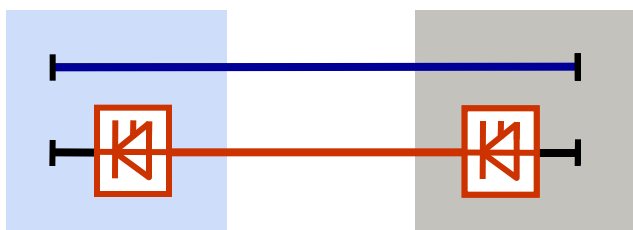
a) Interconexión CA:

- muchas Líneas “no inicio”, por razones de Estabilidad
- Elevados costos para ajustar el Sistema (Control de Frecuencia, Generación de Reserva)
- Plazo extenso para su realización (hasta 10 años)



b) Interconexión CC:

- 1 Link es suficiente para una interconexión estable
- Realización rápida 2,5 - 3 años



c) Interconexión Híbrida CA-CC:

- Solución **síncrona**, que mejora la estabilidad del sistema CA existente
- Empezando con **CC** y Expansión con **CA**

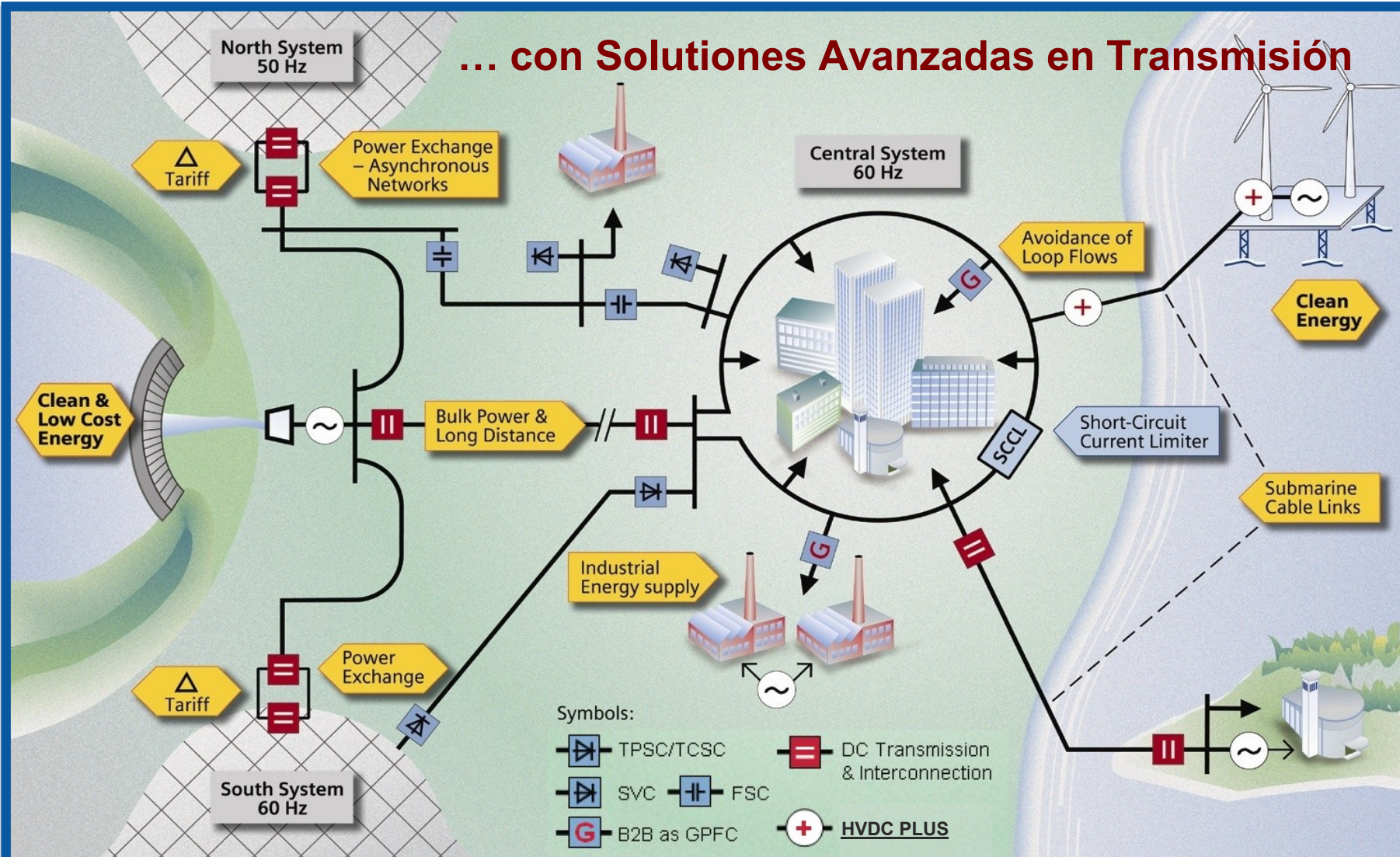
Primera Instalación del Mundo en **800 kV UHV DC** **5,000 MW**



2009/2010

De Congestion, Cuellos de botella y Blackouts hacia una „Red Inteligente"

SIEMENS



Gracias!

Mario Nelson Lemes

mario.lemes@siemens.com

(+55) 11 3908 2485 - 95875160