



SIEMENS



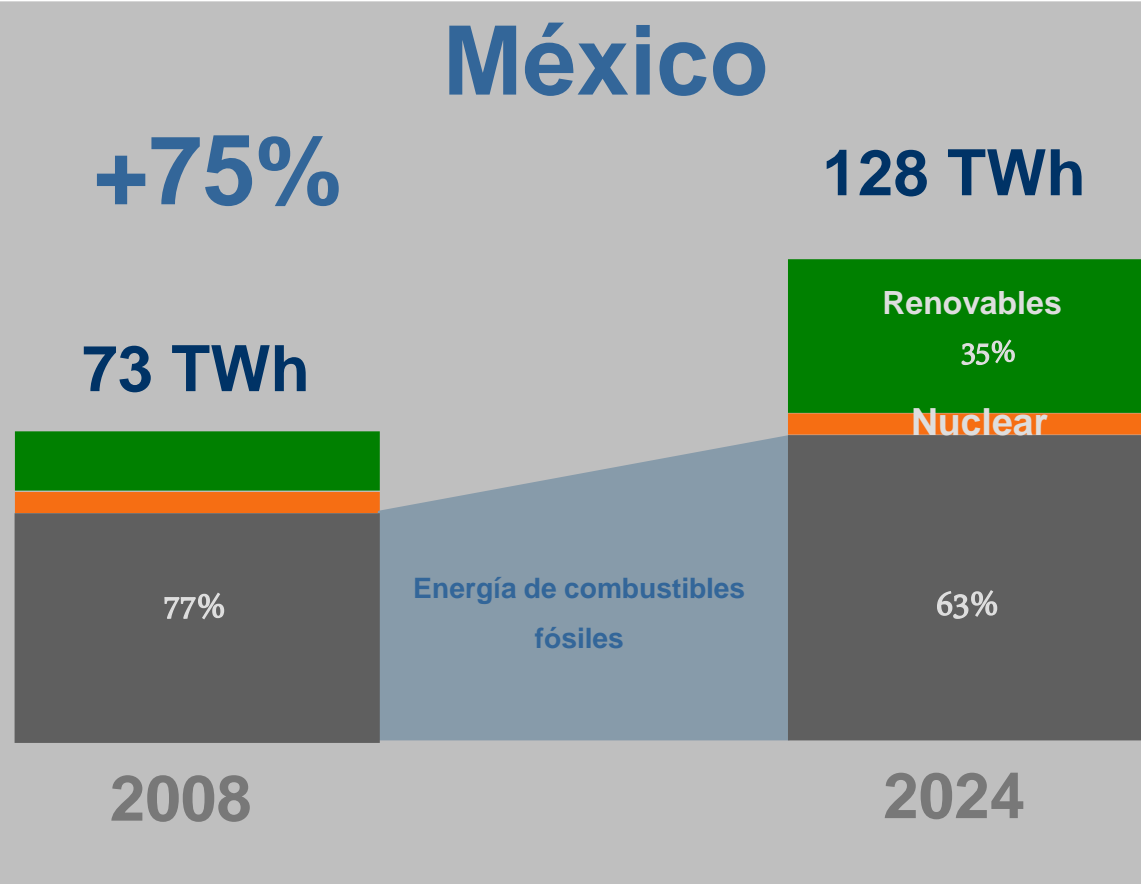
Simposium Internacional de La Energia 2016/ RENO/NoM 001.

“HVDC Futuro del Proceso Eléctrico en México
base de la Reforma Energética”

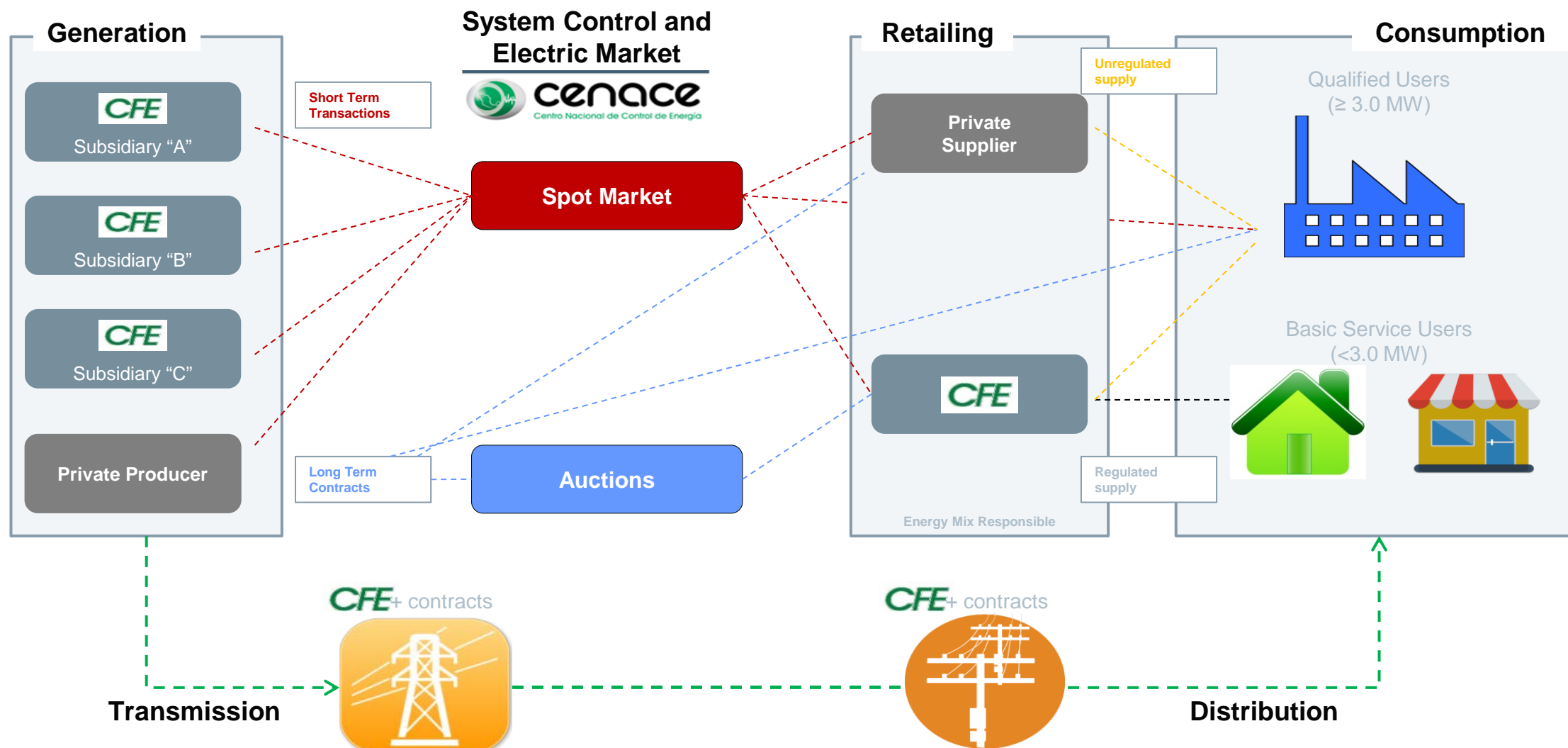
Ing. Carlos Corona Martínez



Necesidad de MAS Electricidad en México?



Estructura de la Industria tras Reforma: Electricidad

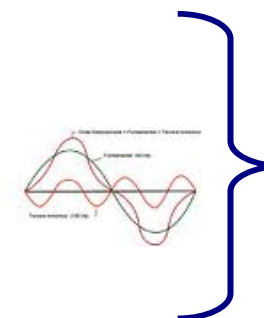
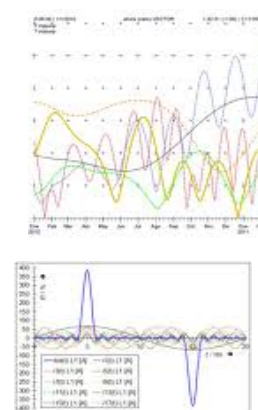


Seguridad



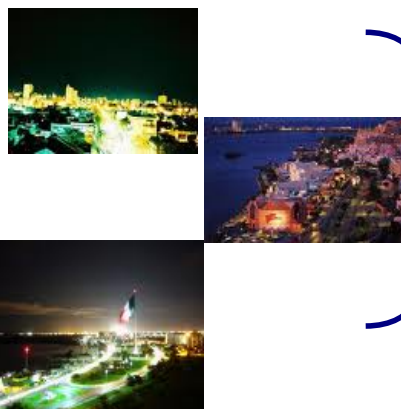
- Confiability
- Disponibilidad
- Personal
- Cliente
- Sociedad

Calidad



- Armónicas
- Sags
- Desbalance
- Swells
- Flicker

Continuidad



- Restablecimiento
- Interrupciones (TIU)
- Libranzas

Economía



- Administrar la operación del SED.
- Pérdidas
- Productividad
- Costos



PROYECTOS Y OBRAS DE TRANSMISIÓN PRIORITARIOS ESTABLECIDOS POR LA SENER PARA SU EJECUCIÓN

Septiembre de 2015

Proyectos y Obras programadas y aprobadas por la SENER



Proyectos y obras para su ejecución con asociación o contrato



- La Reforma Energética en Materia de Electricidad empieza a dar resultados, la CFE como Transportista implementará asociaciones o contratos para construir, financiar y operar la primera línea de transmisión con tecnología inteligente denominada Línea de Transmisión de Corriente Directa Tehuantepec-Valle de México.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN CORRIENTE DIRECTA TEHUANTEPEC-VALLE DE MÉXICO					
Fecha Estimada de Entrada en Operación: Octubre 2018					
Obras	Tensión kV	Cantidad	Equipo	Transmisión Transformación	Transmisión Compensación
				Capacidad MVA	Longitud km-c/ Capacidad MVar
Línea de Corriente Directa Bipolar +/- 500 kV, 3000 MW, Yautepec Potencia - Ixtepec Potencia ¹	+/- 500 DC	1	LT HVDC	3000 MVA	1200 km-c
Ixtepec Potencia - Juile ¹	400	1	LT CA	1500 MVA	136 km-c
Volcan Gordo - Yautepec Potencia ²	400	1	LT CA	1500 MVA	125 km-c
Modernización LT de 400 kV Topilejo - A3640 - Yautepec Potencia	400	1	LT CA	1500 MVA	75.7 km-c
Agustín Millán Dos - Volcan Gordo ²	400	1	LT CA	1350 MVA	48 km-c
Volcan Gordo	400	4	Reactor	16.67 MVA	66.67 MVar
Xipe - Ixtepec Potencia	400	1	LT CA	1500 MVA	50.4 km-c
Yautepec Potencia ⁴	500/400	1	EC	3000 MVA	
Ixtepec Potencia ⁴	500/400	1	EC	3000 MVA	
Xipe Bancos 1, 2 y 3	400/230	10	AT	1250 MVA	
Xipe Banco 4	400/115	4	AT	500 MVA	
Xipe MVar	400	1	Reactor		100 MVar

La Línea de Corriente Directa Bipolar +/- 500 kV, 3000 MW, Yautepec Potencia - Ixtepec Potencia está sujeto a resolución por parte de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) en lo referente a sustituir el proyecto de la Red de Transmisión en Corriente Alterna para la Segunda Temporada Abierta de Generación Eólica del estado de Oaxaca al amparo de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en modalidad de Obra Pública Financiada.

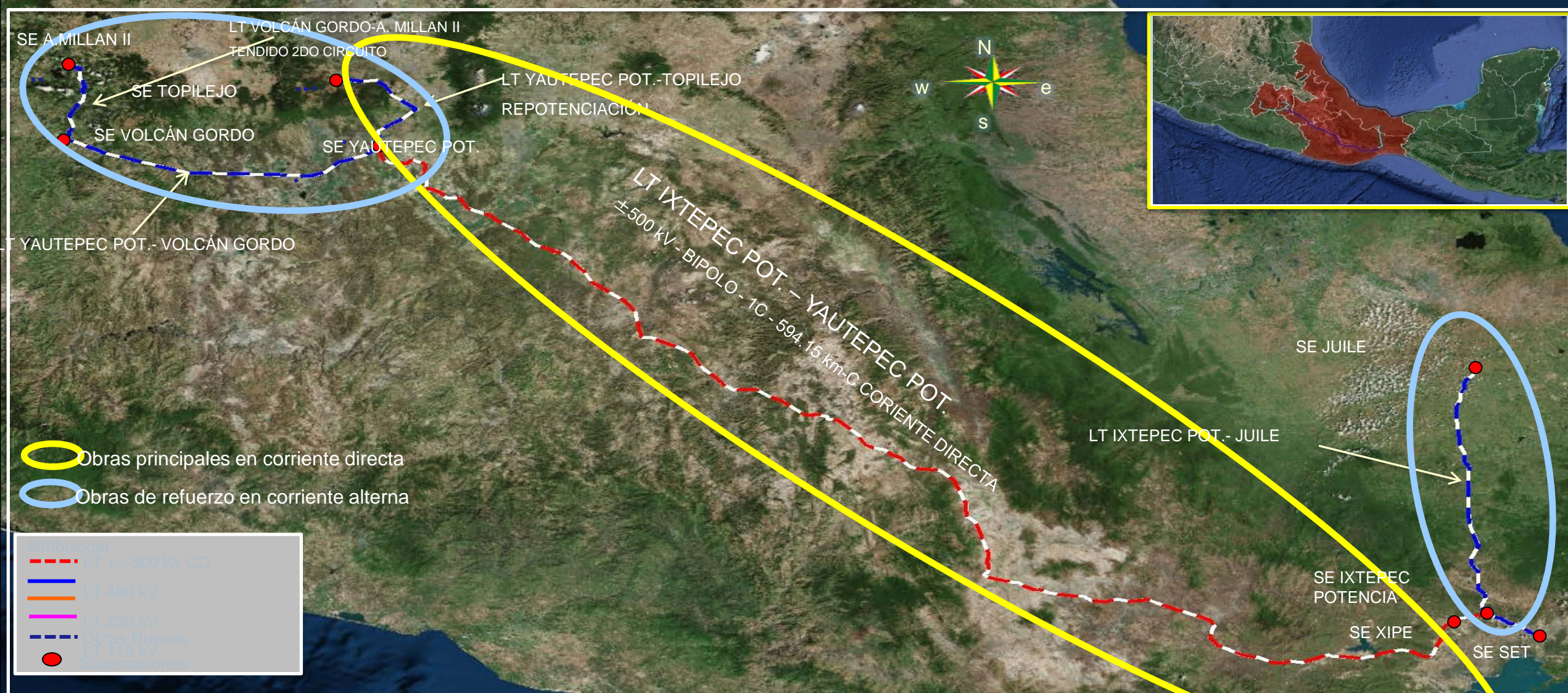
- Con el mismo esquema también se construirá la Línea de Corriente Alterna Submarina Playacar - Chankanaab.

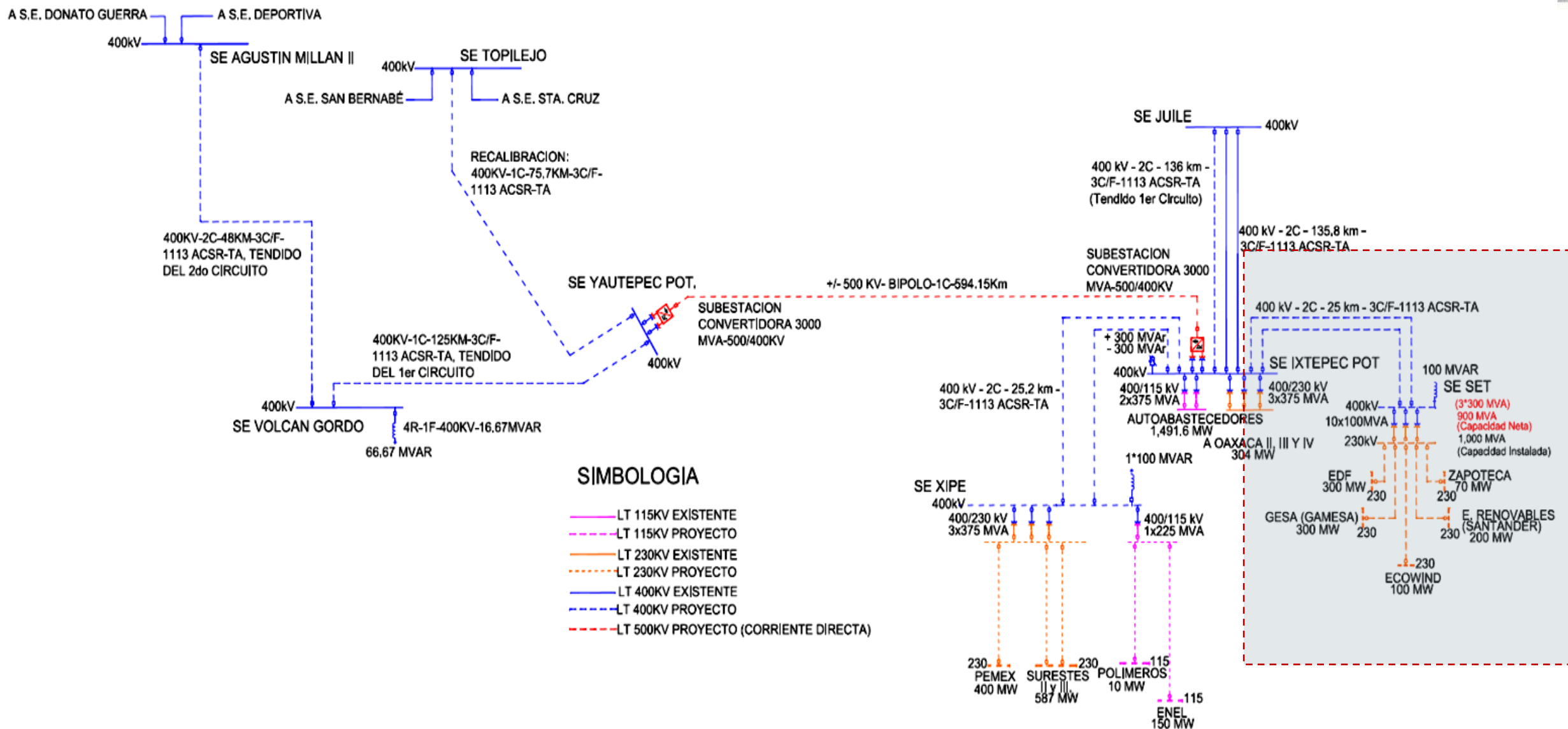
LÍNEA DE TRANSMISIÓN CORRIENTE ALTERNA SUBMARINA PLAYACAR - CHANKANAAB					
Fecha Estimada de Entrada en Operación: Abril 2018					
Obras	Tensión kV	Cantidad	Equipo	Transmisión Transformación	Transmisión Compensación
				Capacidad MVA	Longitud km-c/ Capacidad MVar
Playacar - Chankanaab II	115	1	Cable CA	149 MVA	2.5 km-c
Playa del Carmen - Playacar ¹	115	1	Cable CA	149 MVA	2.5 km-c
Chankanaab II Bancos 3 y 4	115/34.5	2	T	120 MVA	

1/ Tendido del primer circuito. 2/ Tendido del segundo circuito. 3/ Valor en MW. 4/ Comparte estructura de CFE. 5/ Comparte trinchera con Cable Subterráneo de CFE. CA: Corriente Alterna. T: Transformador. AT: Autotransformador. EC: Estación Convertidora. LTHVDC: Línea de Transmisión de Corriente Directa. LTCA: Línea de Transmisión de Corriente Alterna.

Alcance del proyecto

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA





Sistema Eléctrico Nacional

Enero 2014



Datos del Sistema a Diciembre de 2013

Servicio Público	
Capacidad Instalada MW	Demanda Máxima Integrada MW/h
SEN	50,035
SIN	50,917

Área	Capacidad Instalada MW	Demanda Máxima Integrada MW/h	Día	Res	Hora
SEN	50,035	40,384	20	Ag	17
SIN	50,917	39,138	06	Jun	17

Áreas:

Área	Capacidad Instalada MW	Demanda Máxima Integrada MW/h	Día	Res	Hora
Central	4,428	8,411	09	Ene	20
Oriental	13,208	6,709	21	May	22
Occidental	11,055	9,207	05	Jun	17
Noroccidental	3,814	4,087	19	Ag	18
Norte	4,140	3,841	19	Jun	16
Noroccidental	11,114	7,781	07	Ag	17
Permiso	2,241	1,628	22	May	17
BC	2,338	2,235	08	Jul	17
BCS	499	403	19	Ag	17
Guerrero Negro	25	14.3	06	Set	14
Santa Rosalía	20	16.5	21	Ag	24

Simbología

Generación

- Carbón
- Gas
- Combustión Interna
- Diesel
- Eólica
- Geotermia
- Hidroeléctrica
- Nuclear
- Termoeléctrica Convencional
- Turbina
- Subestación

Transmisión

- Línea de Transmisión
- Enlace Submarino
- Enlace Asínrono

Nivel de Tensión

- 400 kV
- 230 kV
- 110 kV
- 69 kV
- 34.5 kV

Demanda Máxima

- Capacidad Instalada MW
- Operación Inicial

IEC 61850

Protocolo vs Norma

Instrumentación

Grid Asset Management Suite

Medición

EMS / Black Out Prevention

Comunicación

PMU's

Disturbografía

Gestión de Disturbografía



Mayor control de la Transmisión



Gestión de Activos de Red

Monitoreo constante de la estabilidad del sistema

Gestión Adecuada de la Generación

Manejo eficiente de Energía

Grid Asset Management Suite

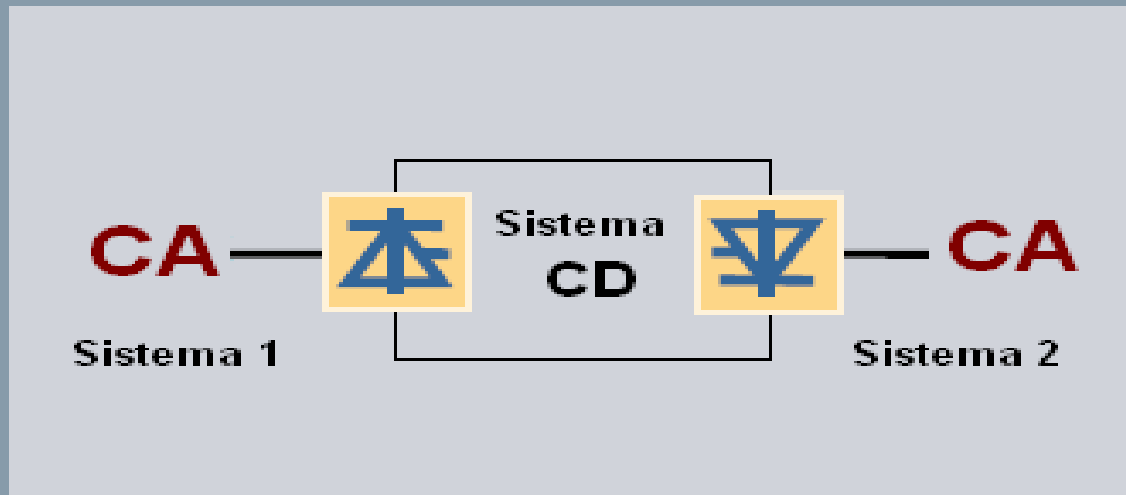
Black Out Prevention

Decentralized Energy Management Systems

Energy Management Systems

Porqué utilizar HVDC?

Beneficios de HVDC



HVDC es la solución indicada para:

- Líneas de transmisión largas con requerimientos de alta capacidad de transmisión y poco derecho de vía
- Grandes longitudes de transmisión
- Interconexión de sistemas Asíncronos
- Enlaces con redes donde la corriente de corto circuito exceden el límite del confianza
- Rápido control del flujo de potencia

AC vs. HVDC transporte de energía

Pros y Contras

HVDC

- **Pros**
- Distancia largas OHL
- Cable submarino con nivel alta tensión
- Reducción de pérdidas
- Reducción de costos para la líneas

- **Contras**
- Costos de manufactura

AC

- **Pros**
- Bajos costos de manufactura

- **Contras**
- Limitaciones en las distancias OHL
- Nivel de tensión trifásico en cables submarino muy limitado
- Pérdidas altas en las líneas

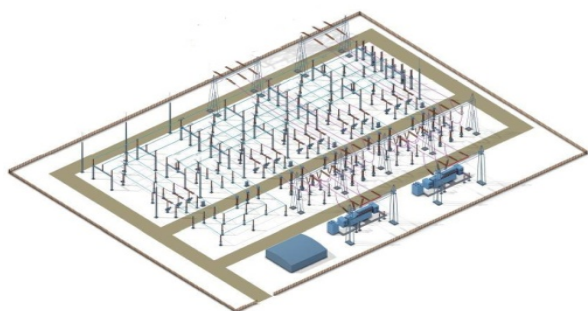
Ejemplo de transporte de energía en AC y HVDC



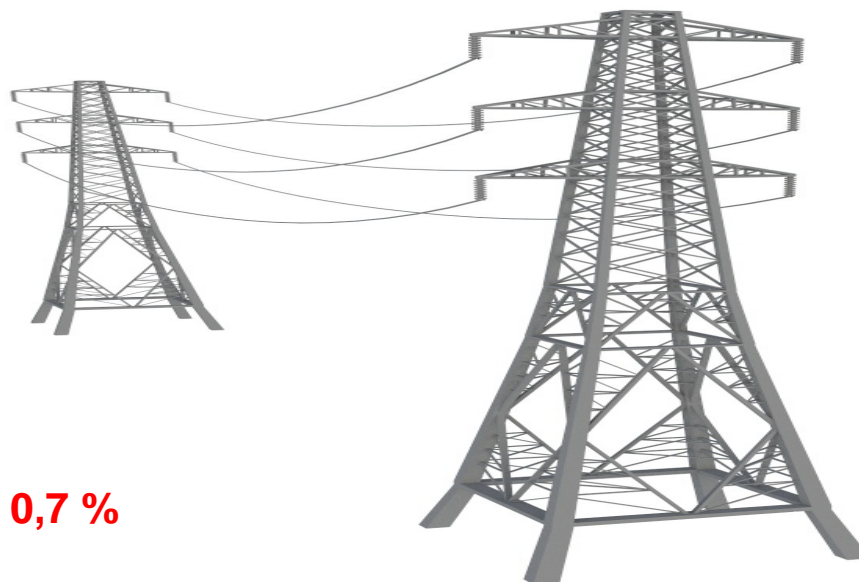
Línea de 200 km con carga de 1000MW

400kV AC

Perdidas en línea ~ 6 – 8 %

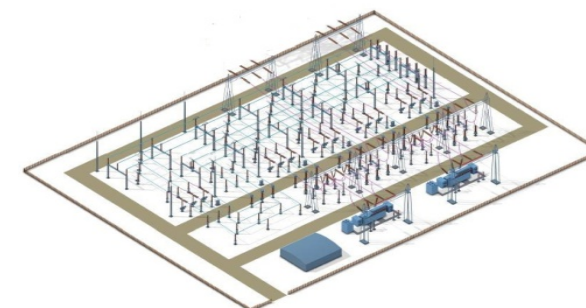


Perdidas en la subestación ~ 0,5 – 0,7 %



± 320kV DC

Perdidas ~ 1 – 2%



Perdidas en la estación HVDC ~ 0,65 – 0,7 %

Porqué HVDC?

Ventajas de Interconexión HVDC

HVDC provee las siguientes Ventajas:



- Reducción de costos para tareas de transmisión, en especial para distancias de transmisión muy largas
- Reducción de pérdidas de transmisión en largas distancias
- Reducción en derecho de vía de la Línea de transmisión (OHL)
- Transmisión de potencia independiente de las condiciones del sistema en CA
- No se incrementa el la corriente de corto circuito
- Rápido control del flujo de potencia

Porqué HVDC?

Ventajas Técnicas y de Control de HVDC

La capacidad de control de HVDC es benéfica para:



- Control exacto del flujo de energía en cualquier dirección
- Mejora la estabilidad del sistema de CA
- Control de Potencia Reactiva, Soporta el voltaje en CA
- Control de Frecuencia
- Capacidad de sobrecarga
- Funciones para operación en emergencias de potencia
- Reducción de oscilaciones de potencia
- Alta confiabilidad sobre todo en sistemas Bipolares

HVDC es un muro de protección contra el efecto Cascada por Disturbios en la red.

HVDC Clásico – HVDC PLUS



HVDC “Clásico”

Conversor Conmutado por Corriente de Línea (LCC/CSC)

Tiristor únicamente cuenta con capacidad de encendido



HVDC “PLUS (VSC)”

Conversor Auto-Conmutado de Voltaje (SCC/VSC)

Semiconductores conmutables encendido y apagado (**IGBT**)

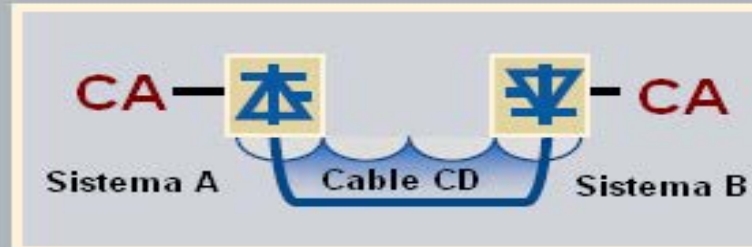


Aplicaciones Básicas de HVDC

■ Distancias Largas



■ Cable Submarino



■ Back-to-Back



SIEMENS

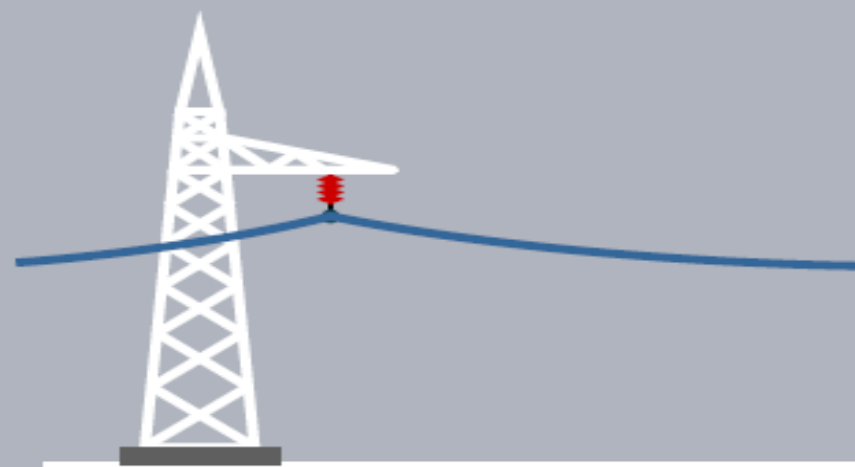


HVDC Clásico

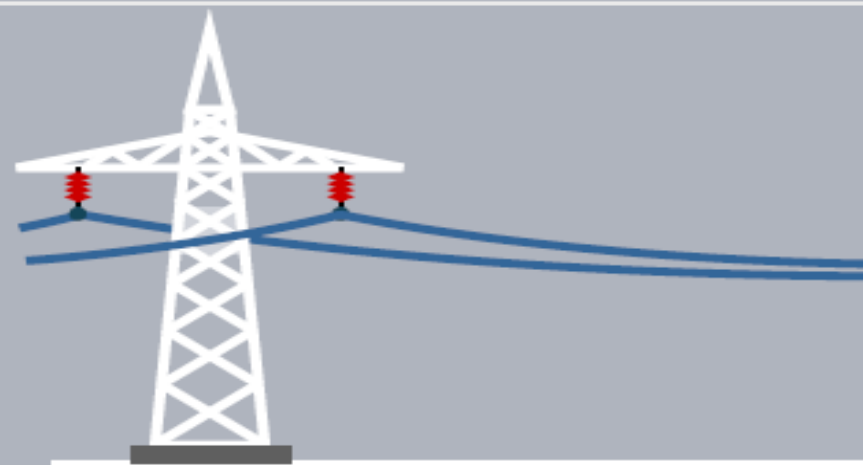
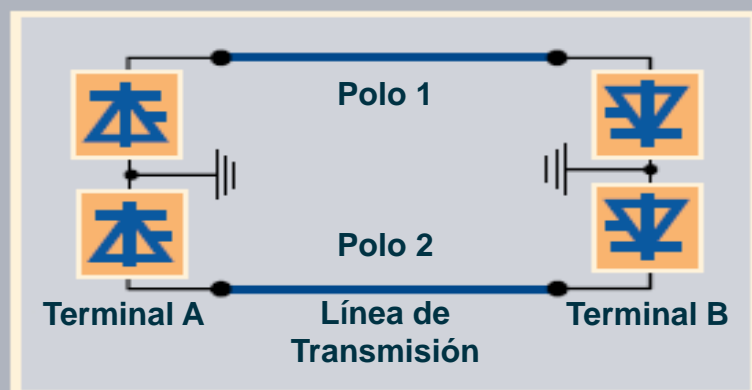
Sistemas de Transmisión para Distancias Largas HVDC



■ Monopolar



■ Bipolar



HVDC “Clásico”

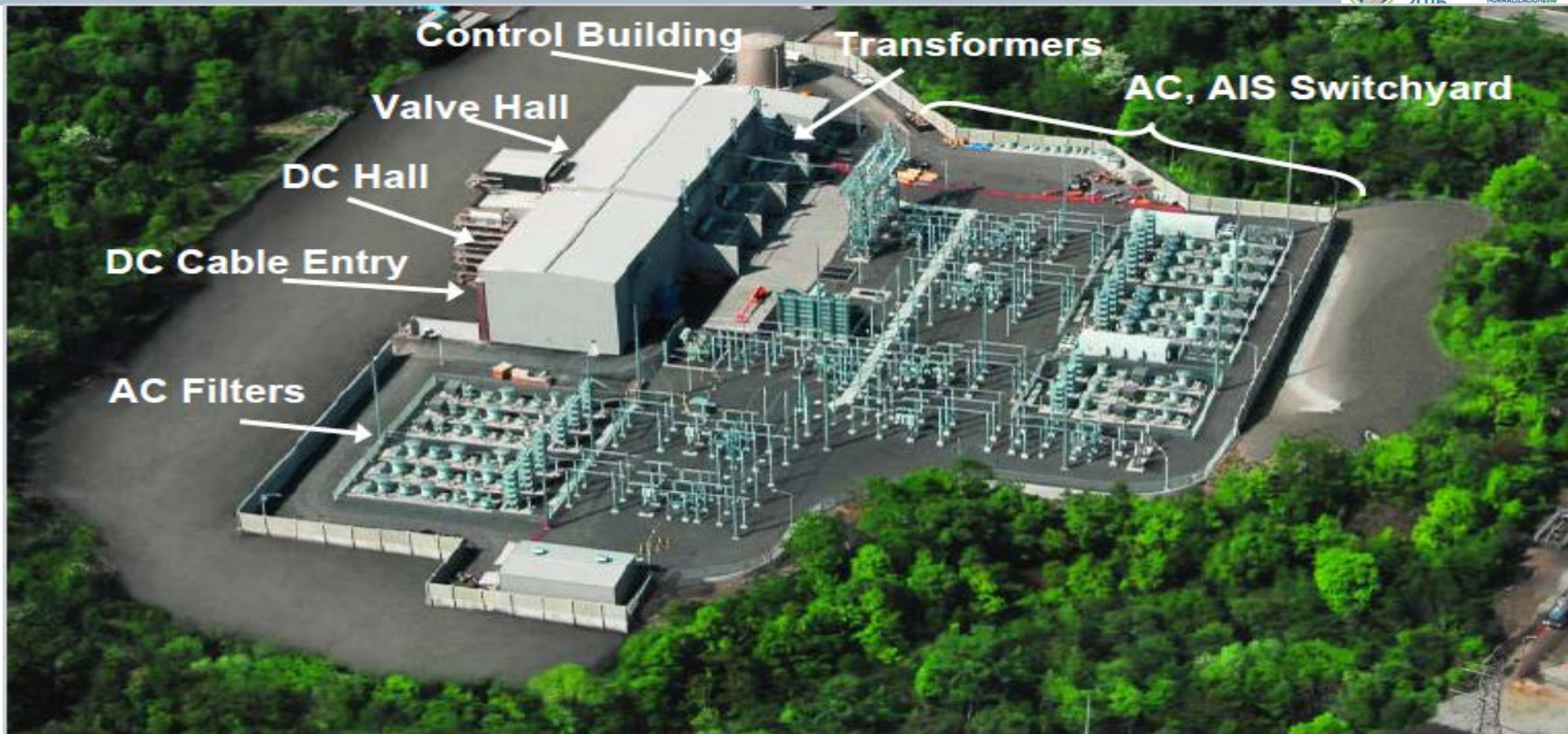
Interconexión Basslink 500 / 630 MW, \pm 400 kV CD

SIEMENS

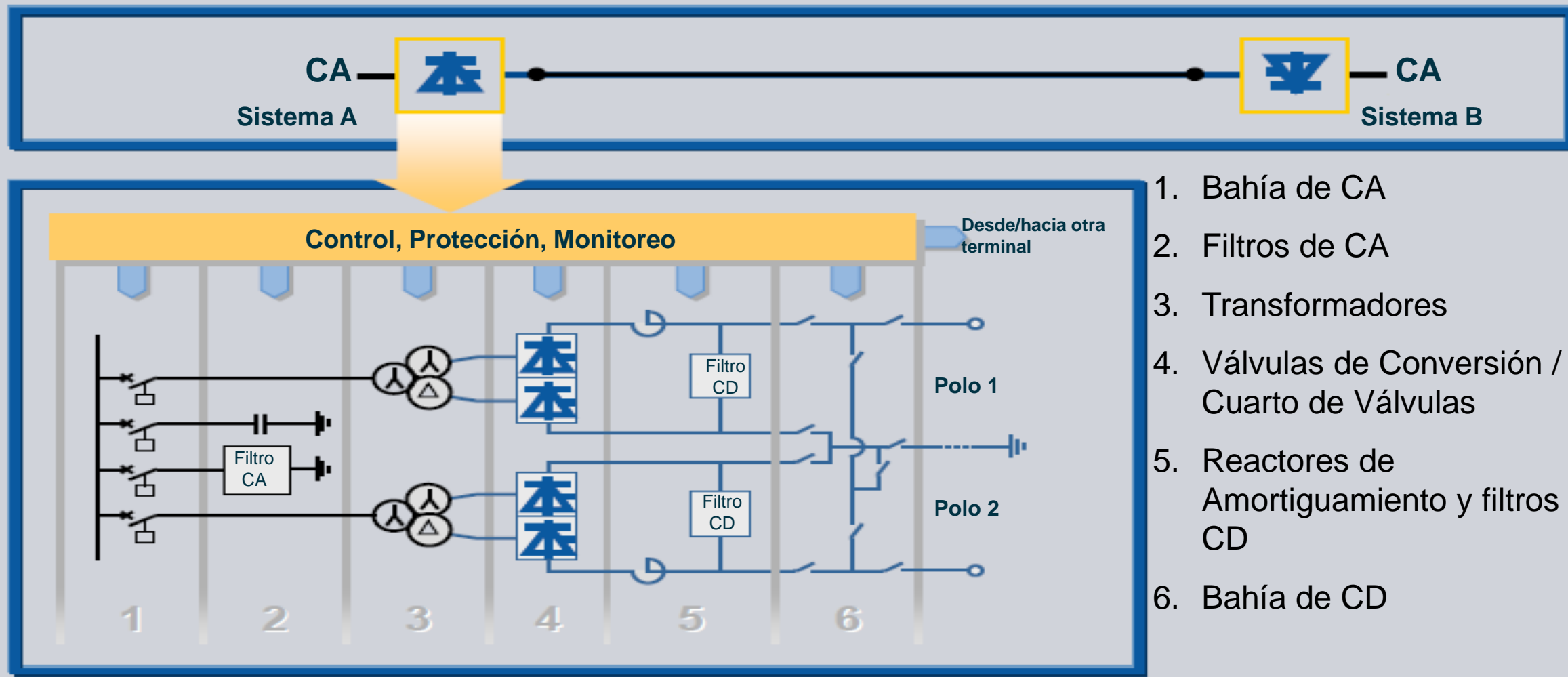


HVDC “Clásico” Ejemplo de Diseño

SIEMENS



Principales Componentes de una típica Estación de Conversión HVDC Bipolar

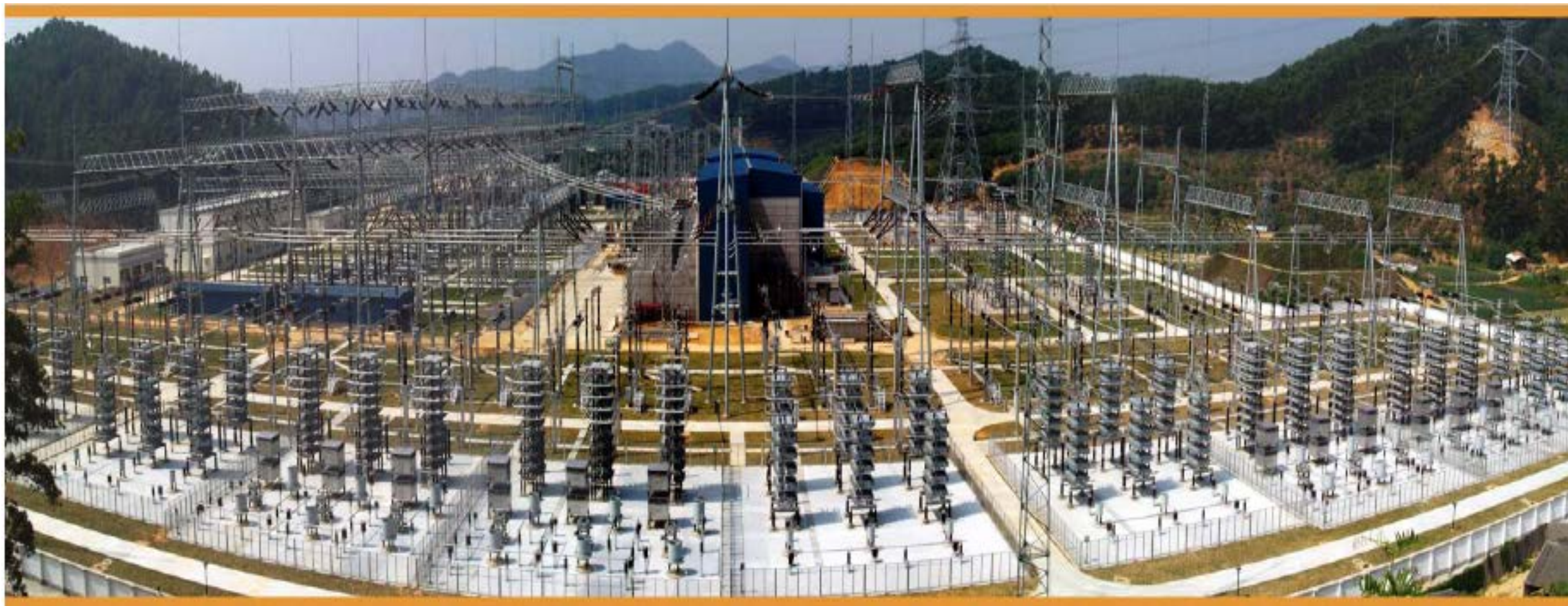


1. Bahía de CA
2. Filtros de CA
3. Transformadores
4. Válvulas de Conversión / Cuarto de Válvulas
5. Reactores de Amortiguamiento y filtros de CD
6. Bahía de CD

1. Bahía de CA



2. Filtros de CA, Bancos de Capacitores.



Estación de Conversión de Shenzhen

3. Transformador de Conversión. Monofásico, 3 Devanados

SIEMENS



Transformadores de Conversión Siemens, Excelente Desempeño desde 1977



354 MVA 1 fase / 3 devanados

© Siemens AG 2015 All rights reserved.

Page 27

Agosto 2016



400 MVA 1 fase / 3 devanados

siemens.com/energy-management

4. Válvula de Tiristores



- Tiristores con Tecnología de Disparo Directo por haz de Luz (Light Triggered Thyristor LTT)
- Rango de Voltaje de operación hasta 800 kV CD
- Libres de aceite, Uso exclusivo de materiales piro-retardantes reduce riesgo de incendio
- Sistema de enfriamiento por agua altamente eficiente
- Excelente desempeño en zonas sísmicas

4. Válvulas de Tiristores Cuarto de Válvulas

SIEMENS



5. Reactores de Amortiguamiento y Filtros de CD



Diseño Inmerso en Aceite



Diseño Núcleo de Aire



6. Bahía de CD

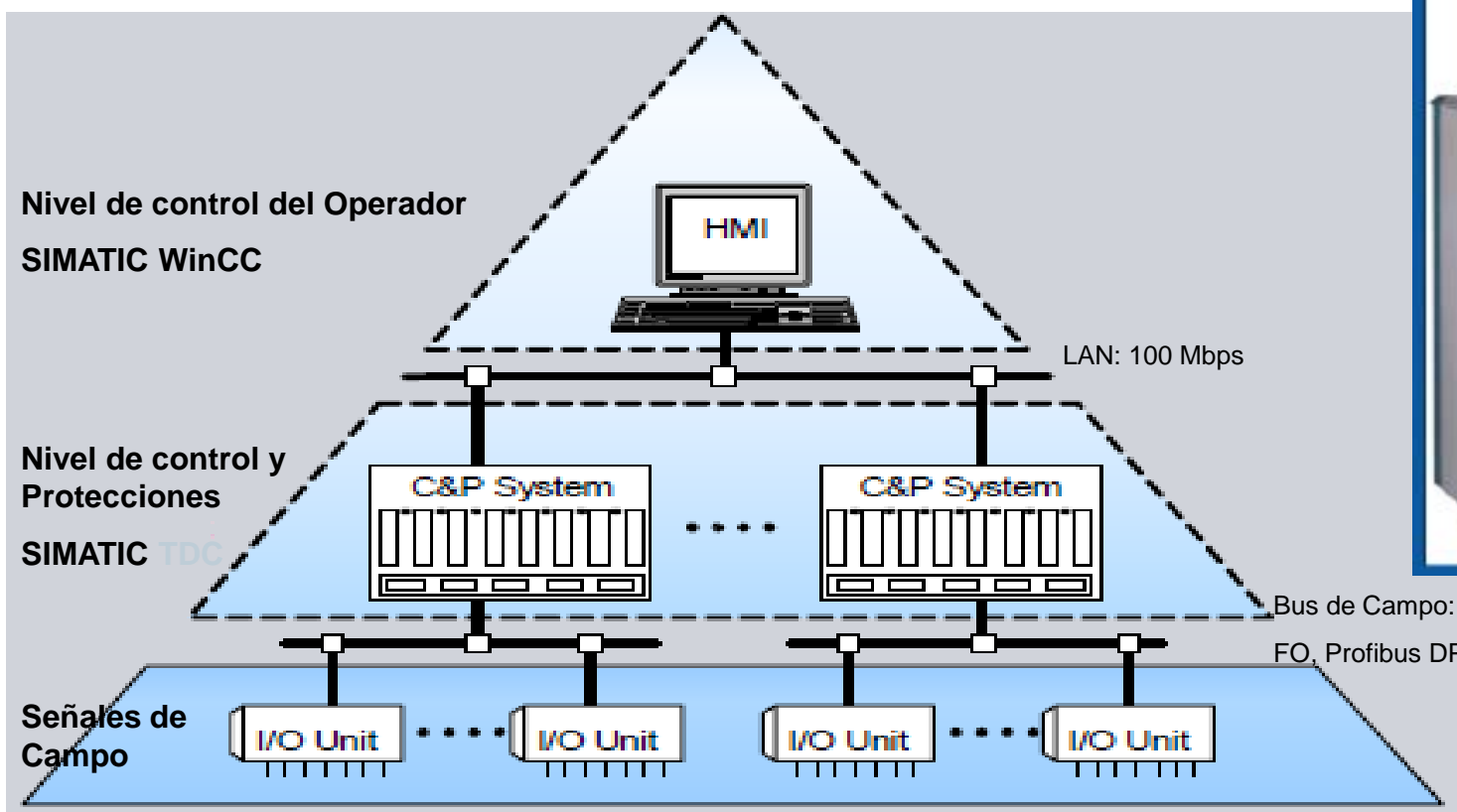


7. Sistema de Control y Protecciones

Niveles de control, un sistema descentralizado



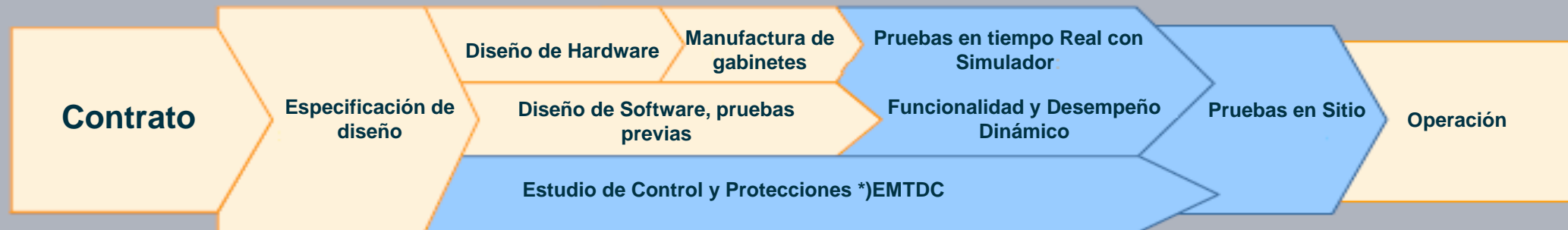
Jerarquía del Sistema de Control y Protecciones WIN-TDC* para HVDC



* SIMATIC WinCC y SIMATIC TDC (Tecnología y Control)

7. Sistema de Control y Protecciones Ingeniería

Máxima Confiabilidad: Pruebas Exhaustivas



*) EMTDC: Electro Magnetic Transient Program for DC Application

Proceso de Ingeniería y Pruebas Optimizado, combinado con la nueva Tecnología de Control y Protecciones utilizando SIMATIC WinCC y SIMATIC TDC (Win-TDC)

Máxima Confiabilidad y Disponibilidad

Periodo de Puesta en Servicio Reducido

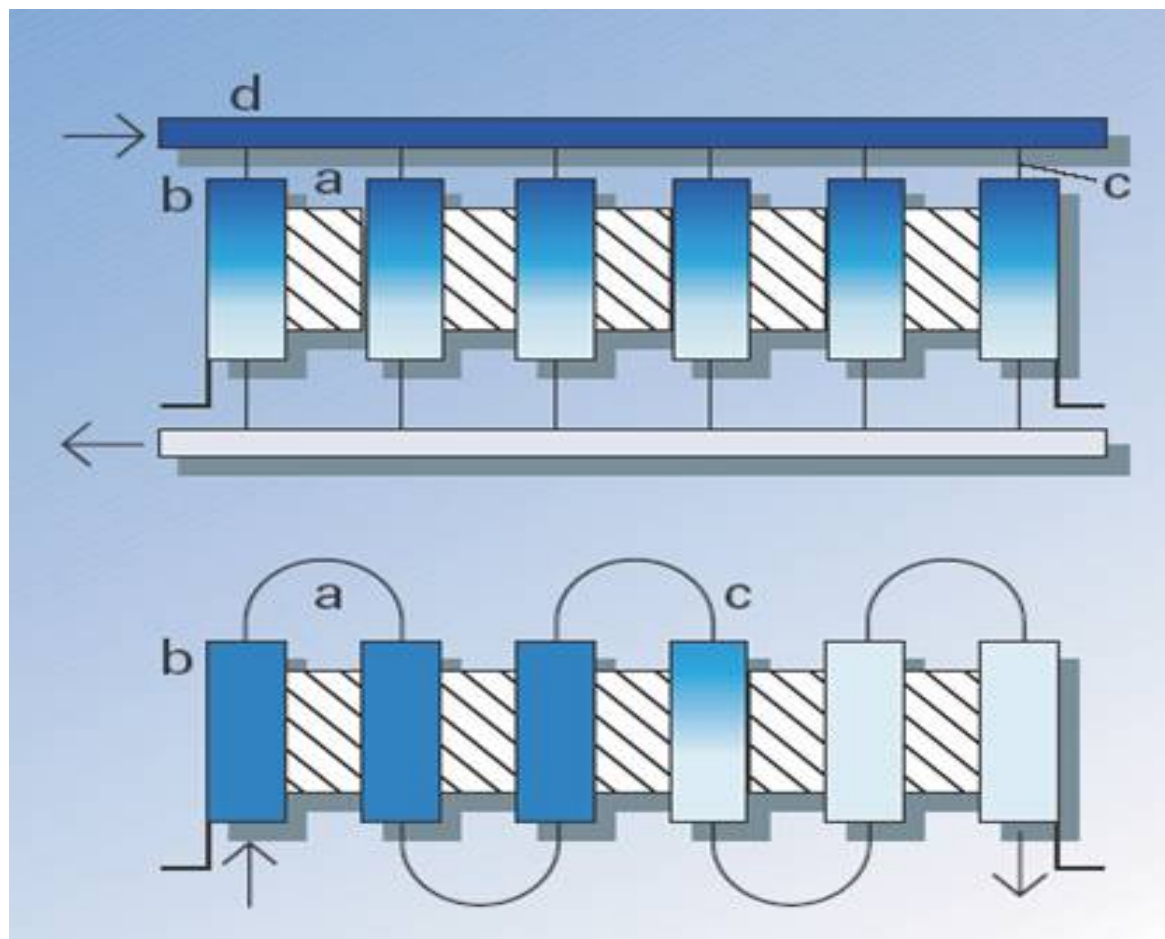
Tiempo de Vida > 25 años



8. Sistemas Auxiliares



El circuito de enfriamiento en paralelo, diseñado por Siemens; ha estado en operación exitosa por mas de 30 años



- Provee a todos los tiristores con refrigerante a la misma temperatura
- Las Corrientes Electrolíticas se minimizan por el uso de agentes des-ionizantes
- La elección cuidadosa de materiales permite la operación del sistema sin equipo de desoxigenación

a Tiristor
b Disipador de Calor
c Tubería de conexión
d Multiconector

SIEMENS

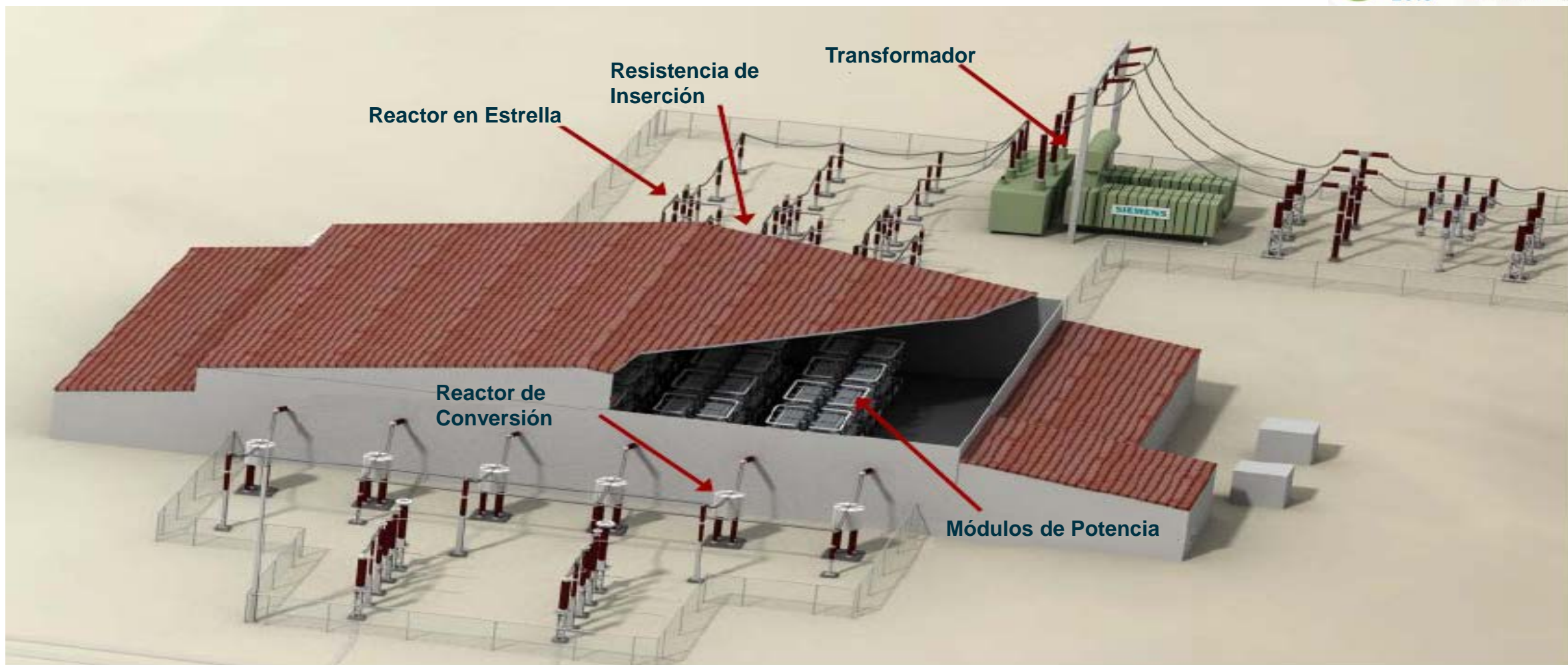


HVDC PLUS

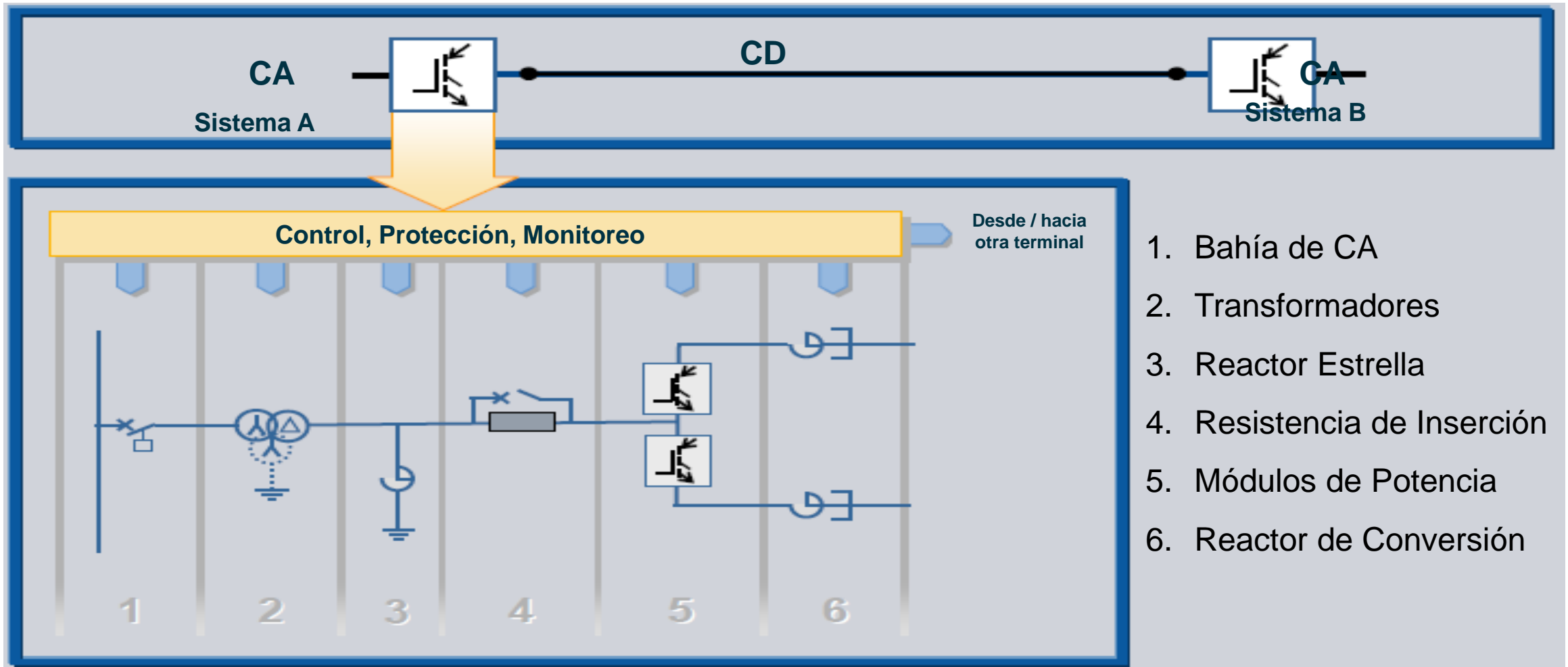
HVDC PLUS

Ejemplo de Sistema

SIEMENS



Componentes Principales de HVDC PLUS Configuración Simétrica



1. Bahía de CA
2. Transformadores
3. Reactor Estrella
4. Resistencia de Inserción
5. Módulos de Potencia
6. Reactor de Conversión

1. Bahía de CA



2. Transformadores Transformadores Convencionales

SIEMENS



3. Reactor Punto Estrella



4. Resistencia de Inserción

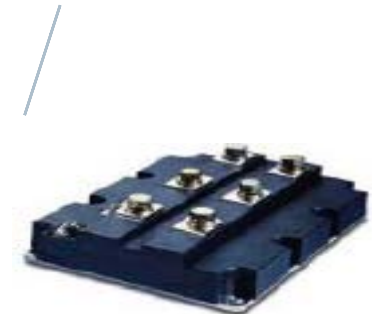
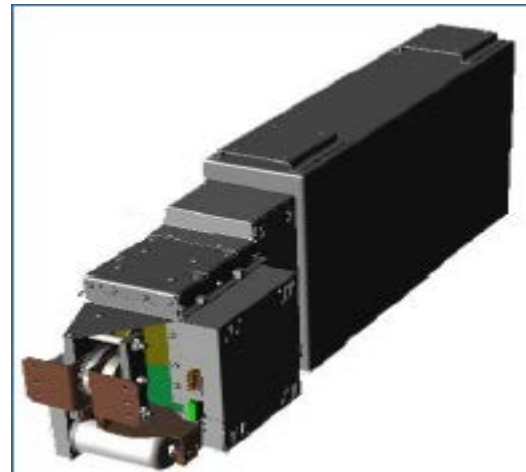


5. Módulo de Potencia HVDC PLUS – Un Paso Adelante

SIEMENS



- Diseño Compacto
- Diseño Modular
- Requerimientos de espacio reducidos
- Tecnología VSC Avanzada
- Fácil Mantenimiento



5. Módulo de Potencia Ejemplo de Cuarto de Conversión

SIEMENS



6. Reactores de Conversión



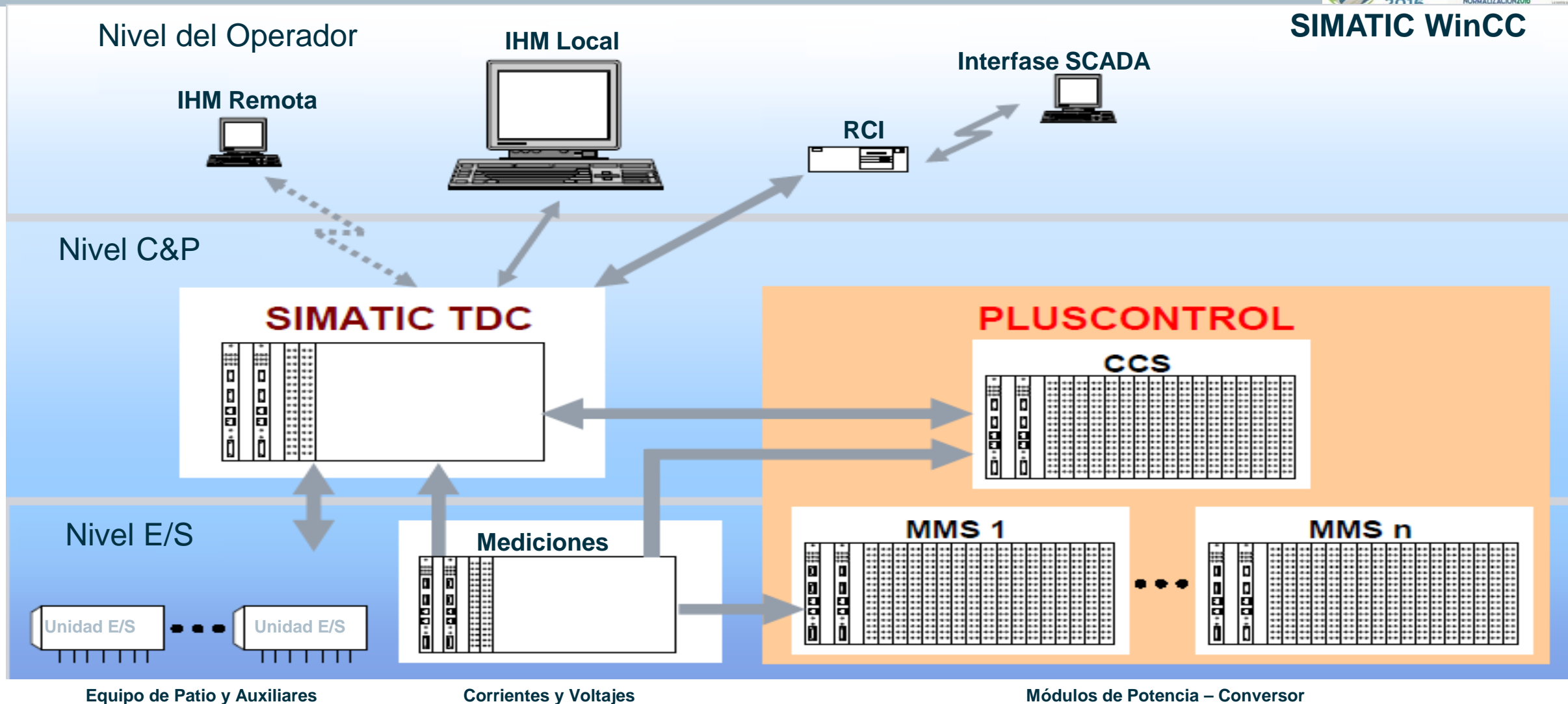
**Damp balancing currents
between different phases**

**Limit current gradient during
severe faults**

7. Sistema de Control y Protecciones Jerarquía Win-TDC con PLUSCONTROL

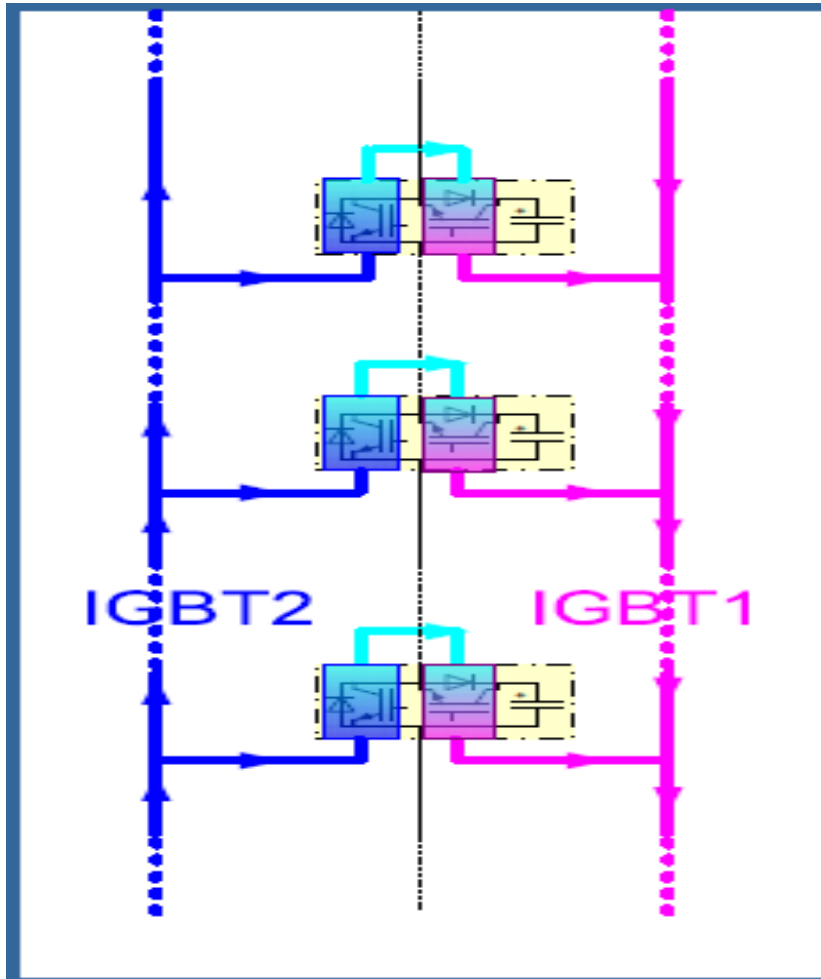


SIMATIC WinCC



8. Sistemas Auxiliares

Sistema de Enfriamiento Conversor HVDC PLUS



- **Concepto Sistema de Enfriamiento**
- Enfriamiento Paralelo para todos los Módulos de Potencia:
 - Condiciones de operación idénticas para todos los Módulos de Potencia (envejecimiento de IGBT)
 - Concepto ampliamente probado en HVDC Clásico, restricciones mas estrictas para IGBT comparado con Tiristores, (Chips de alta temperatura, Cableado)
- Dentro de cada Módulo de Potencia:
 - Mejor enfriamiento de IGBT2 con ~25 K estrés térmico
 - Bastidor de disipador diseñado para un IGBT
- Refrigerante en el IGBT agua pura des-ionizada
- Mayor capacidad de temperatura, menor flujo (típicamente una reducción de 20% por Glycol)

INTERCONEXIÓN DE BAJA CALIFORNIA AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Fecha estimada de entrada en operación: abril 2021

INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE INTERCONEXIÓN PARA UNA CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE 1000 MW.



on BC-SIN en
SIEMENS



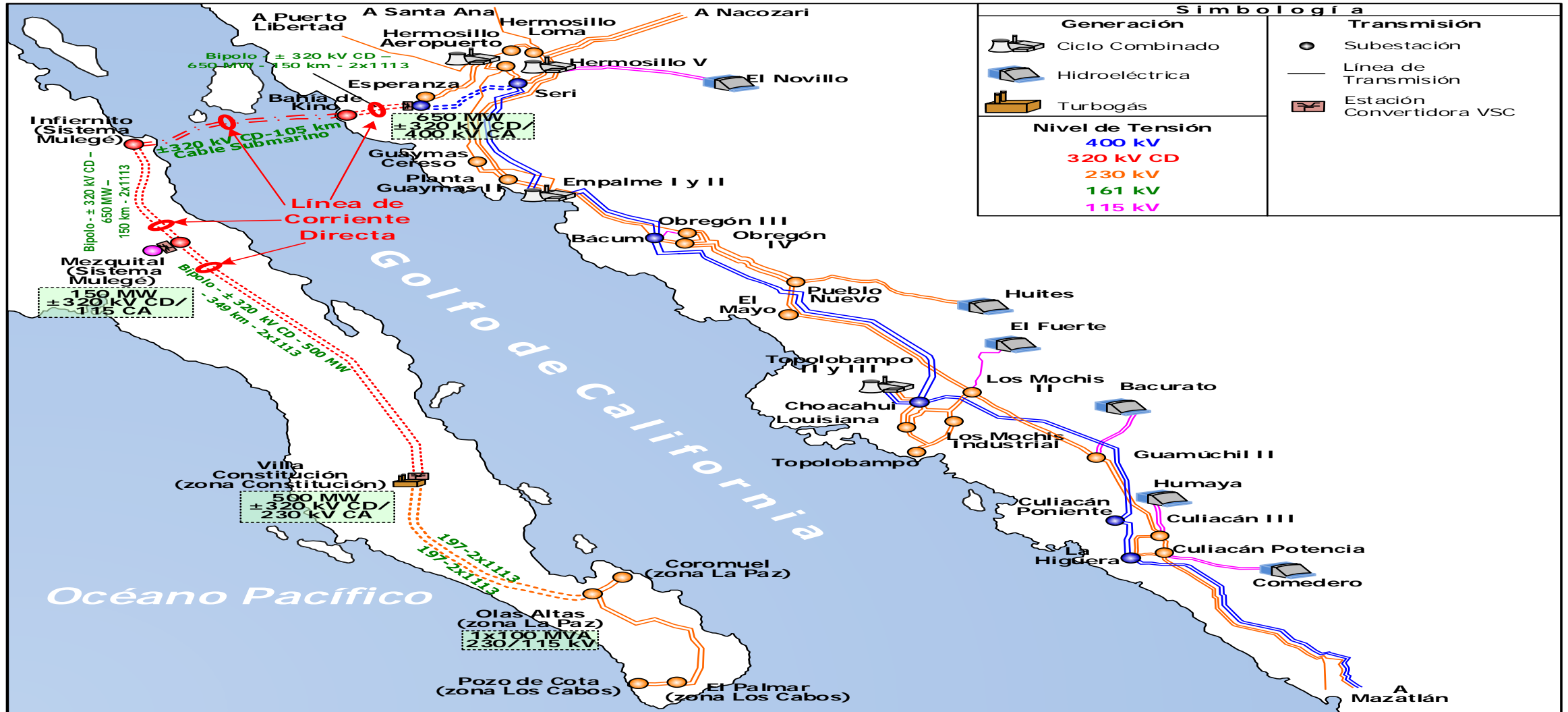
INTERCONEXIÓN DE BAJA CALIFORNIA SUR Y MULEGÉ AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Fecha estimada de entrada en operación: abril 2021

INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE INTERCONEXIÓN DE UNA CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE 650 MW.



Infraestructura de la Red de transmisión asociada al proyecto de interconexión BCS-SIN en Corriente Directa con tecnología VSC ¹



SIEMENS



Experiencia Siemens en HVDC

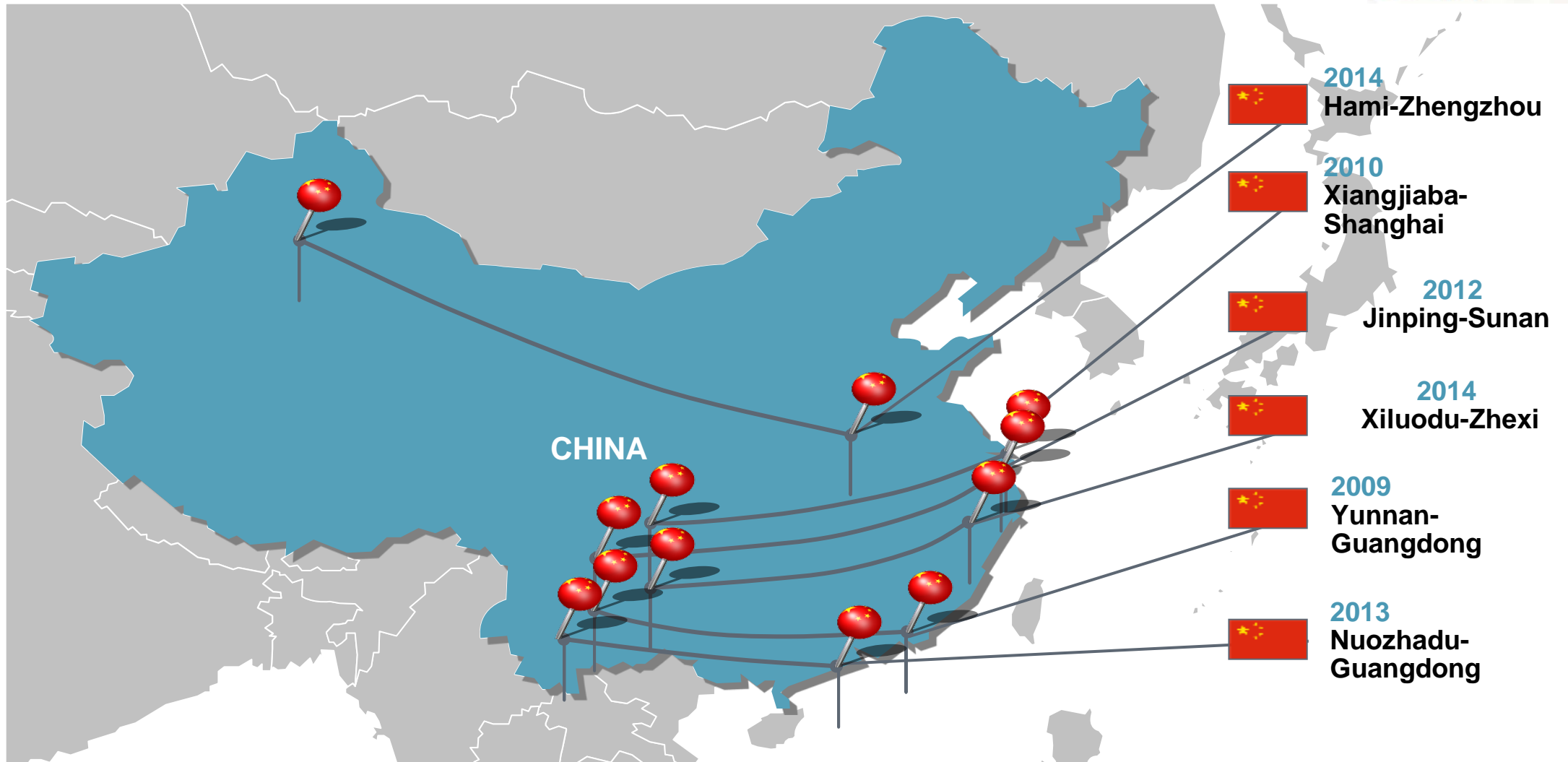




UHV DC – Hechos por Siemens

Nuestras Referencias

SIEMENS



Belo Monte 1, Brazil

Primer Proyecto de Transmisión en UHV DC de 800 kV en America

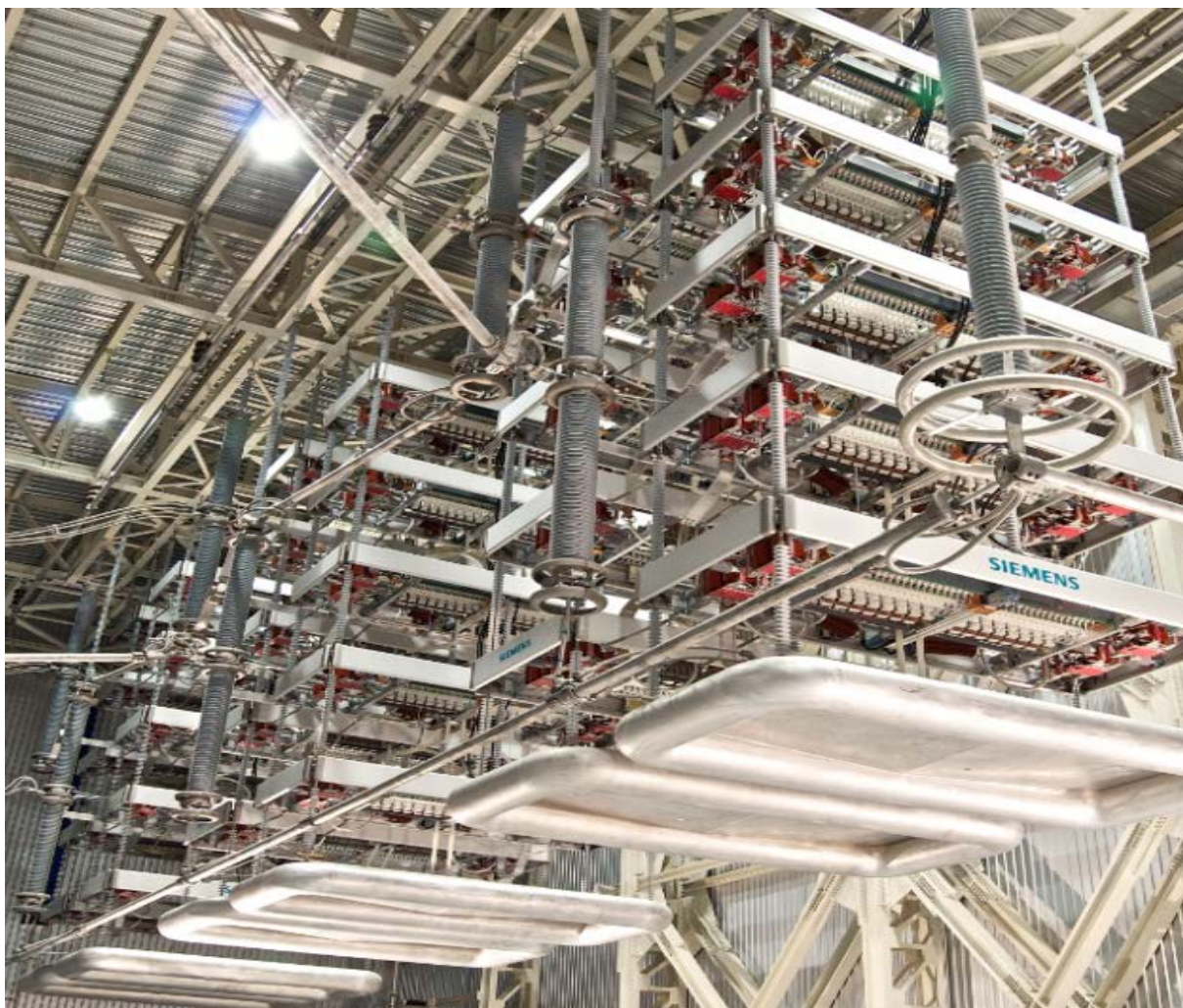


Customer	Belo Monte TE SPE S.A.
Project Name	Belomonte 1
Location	Xingo, Pará – Estreito, Minas Gerais
Power Rating	4000 MW, bipolar
Type of Plant	Long-distance transmission, 2.180 km OHL
Voltage Levels	± 800 kV DC AC 500 kV / 60 Hz
Semiconductors	LTT 8 kV



Nelson River, Bipole 3, Canada

Increased Availability with series 12-pulse Group Arrangement



Customer	Manitoba Hydro (Winnipeg)
Project Name	Nelson River Bipole 3
Location	Keewatinohk – Riel, Canada
Power Rating	2000 MW, bipolar, plus 15% continuous overload
Type of Plant	Long-distance transmission, 1.340 km
Voltage Levels	± 500 kV DC AC 230 kV / 60 Hz
Semiconductors	LTT 8 kV



Western HVDC Link, United Kingdom

World's first Submarine Interconnector with 600 kV DC Voltage



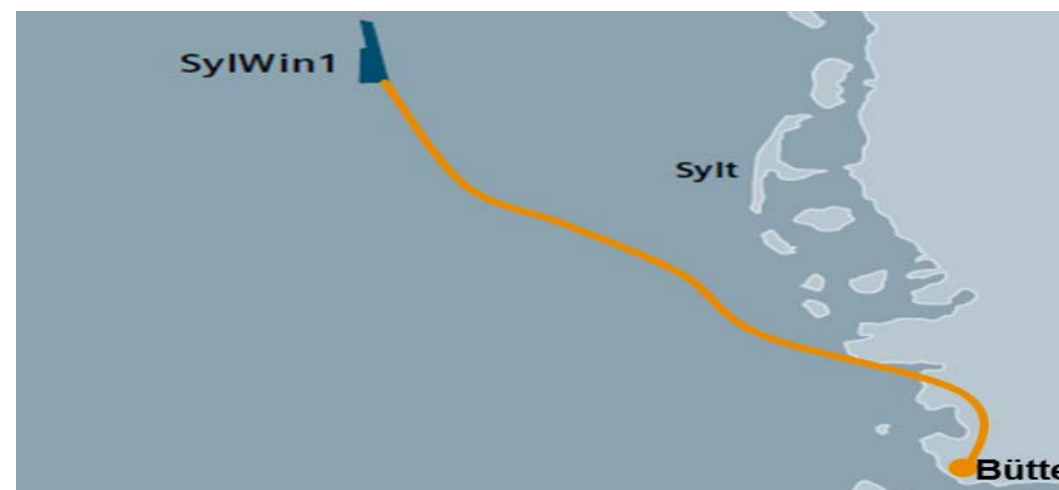
Customer	NGET/SPT Upgrades Ltd.
Project Name	Western HVDC Link
Location	Hunterston – Deeside, UK
Power Rating	2200 MW, bipolar
Type of Plant	Submarine cable Transmission, 420 km
Voltage Levels	± 600 kV DC 400 kV AC, 50 Hz
Semiconductors	LTT 8 kV



SylWin1, Germany



Customer	Tennet
Project Name	SylWin1
Location	Büttel, Germany
Power Rating	864 MW
Type of Plant	205 km HVDC PLUS On-/Offshore Cable
Voltage Levels	± 320 kV DC 155 kV / 300 kV / 380 kV AC, 50 Hz
Semiconductors	IGBT



Yunnan-Guangdong, China



Customer	China Southern Power Grid
Project Name	Yunnan-Guangdong
Location	Chuxiong City/Yunnan- Zengcheng City/Guangdong
Power Rating	5000 MW, bipolar with series valve groups
Type of Plant	Long-distance transmission, 1418 km
Voltage Levels	± 800 kV DC 525 kV AC, 50 Hz
Semiconductors	LTT 8 kV



Generación eólica en Juchitán Oaxaca (3000 MW 2º Temporada Abierta)



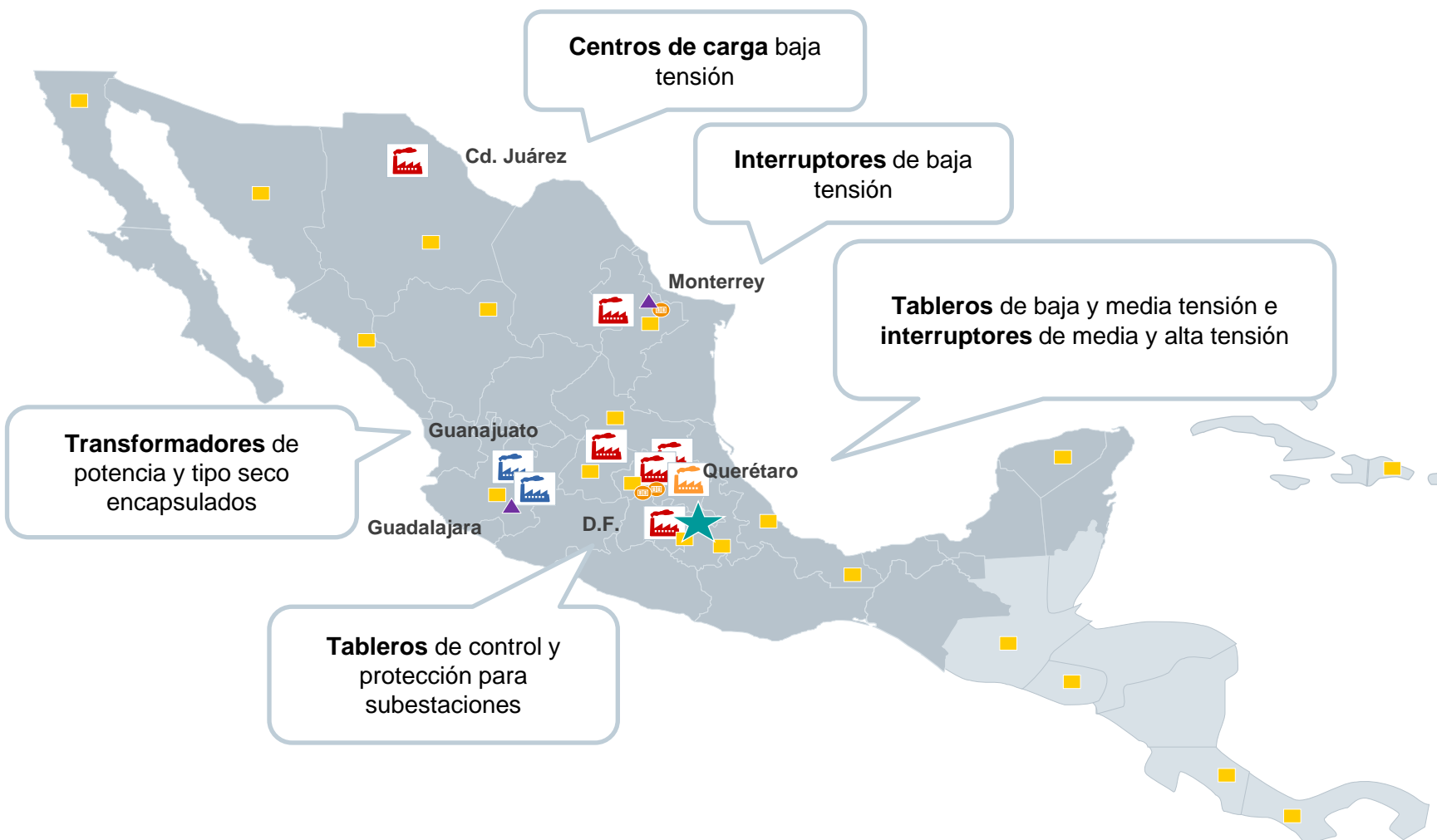
Integración y Operación de la SE SE Ixtepec Potencia (Interoperabilidad)



Presencia Local en México y Centroamérica

Más de 120 años de experiencia en la región

SIEMENS



5,900 colaboradores



9 Fábricas

- 6  Energy Management
- 1  Power Service Workshop
- 2  Digital Factory / Process Industries and Drives



2 Centros de Distribución



3 Centros de I&D

- Querétaro:
 - Alto Tensión
 - Media Tensión
- Monterrey:
 - Alta Tensión



Sede Central



20 Oficinas de Ventas

Nuestra contribución en la electrificación y el desarrollo de México por más de 120 años

SIEMENS



1894

Paseo de la Reforma



Instalación de alumbrado público (OSRAM)

1895

Nonoalco



Primera termoeléctrica en México

1903

Necaxa



Construcción de estación hidroeléctrica (aún en operación)

1909-13

Morelia, Puebla, León



Instalación de conmutadores telefónicos

1921

Ferrocarril de Pachuca



Electrificación y operación del tren de minas

1989-94

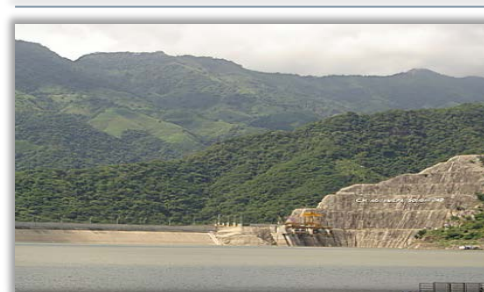
SITEUR Guadalajara



Construcción de 2 líneas (Tren Eléctrico Urbano)

1994

Aguamilpa , Huixtla



Construcción de dos centrales hidroeléctricas (960 MW)

2011-2013

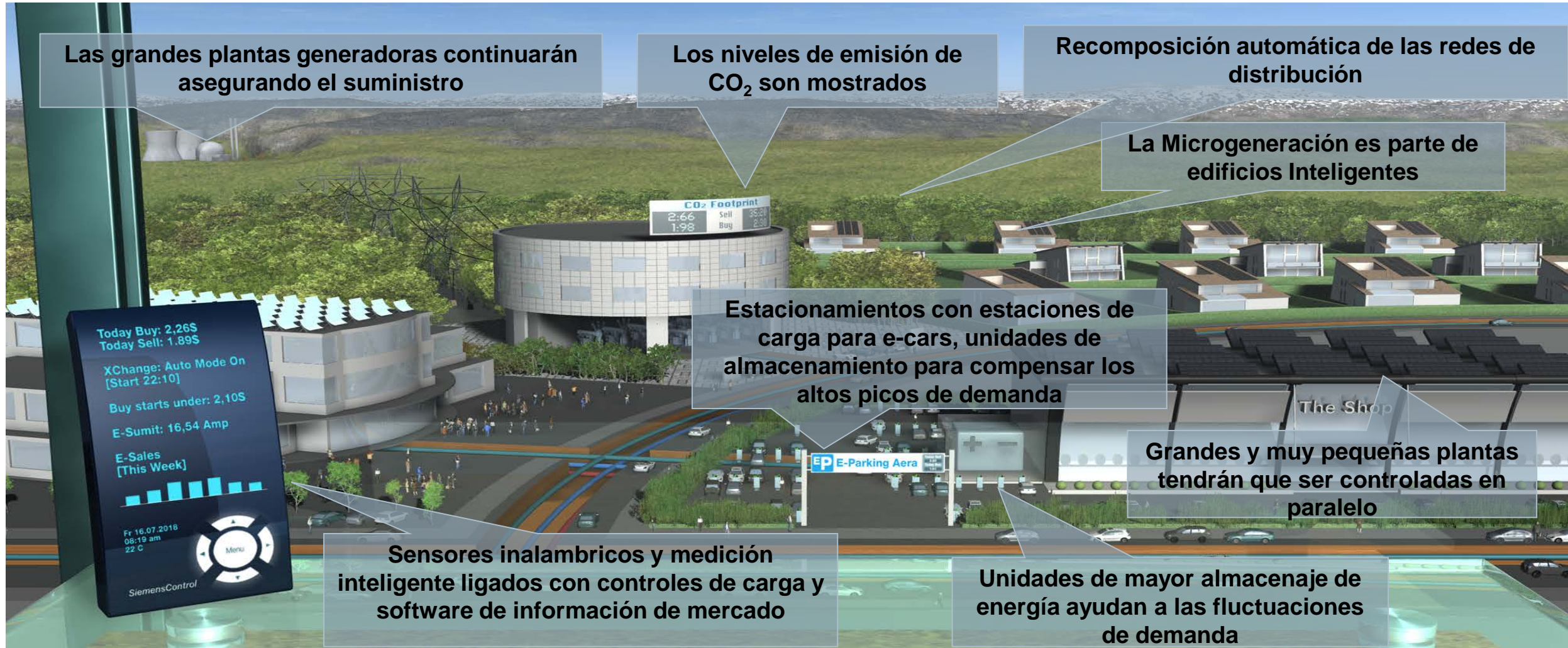
La Caridad I y II



Construcción de 2 CCPP para Grupo México (250 MW c/u)

Concepto de solución Integral

SIEMENS



Contacto



Ing. Carlos Corona Martinez
EM KAM SIEMENS Mesoamerica

carlos.corona@siemens.com

Av. Ejército Nacional 350 2° Piso, Col Polanco V Sección
CP 11560 , Mexico D.F.

Cel: +52 55 4449 3834

Tel: +52 55 5329 5332

siemens.com/energy-management