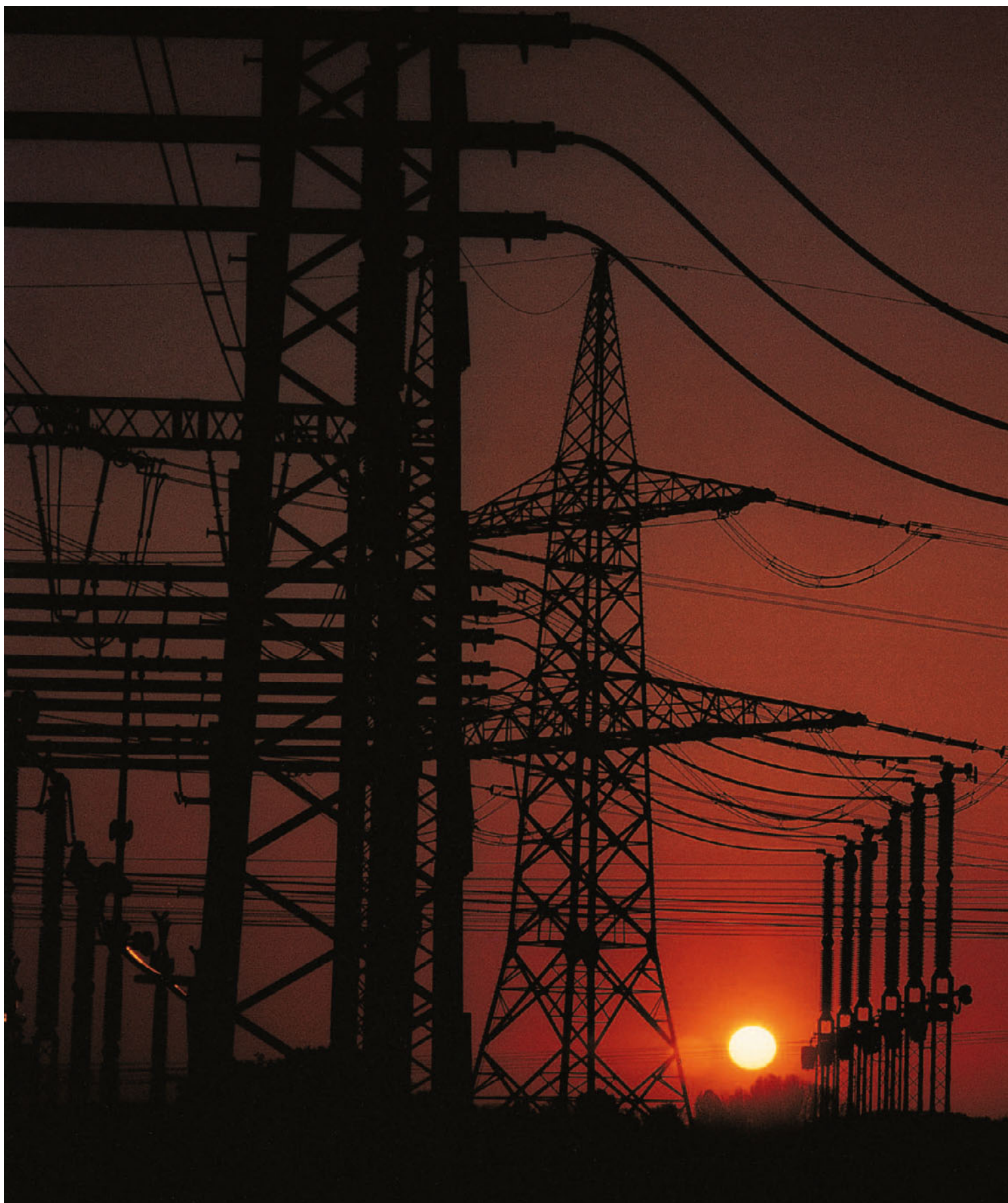






2.1 Resumen de tecnologías y servicios	dieciséis
2.1.1 Soluciones para Smart y Super Grids con HVDC y FACTS	dieciséis
2.1.2 Transmisión y distribución CA/CC	dieciséis
2.1.3 Gestión de proyectos completos	18
2.1.4 Socios a lo largo del ciclo de vida del sistema	18
2.2 Transmisión de corriente continua de alto voltaje	19
2.2.1 Tecnologías HVDC de Siemens	19
2.2.2 Tipos principales de esquemas HVDC	19
2.2.3 LCC HVDC: la solución "clásica"	20
2.2.4 Energía a granel de transmisión Ultra-HVDC (UHV DC)	21
2.2.5 HVDC PLUS: un paso adelante	21
2.2.6 Sistema de control HVDC de Siemens: Win-TDC	22
2.2.7 Servicios	23
2.3 Enlaces CC de Media Tensión con SIPLINK	24
2.3.1 Conexión de tierra a barco	24
2.3.2 Transferencia de energía entre redes de distribución	25
2.3.3 Alta Disponibilidad de Redes Industriales	26
2.4 Sistemas de transmisión de CA flexibles	27
2.4.1 Compensación en paralelo	27
2.4.2 Remuneración de Serie	29
2.5 Líneas de transmisión de energía	30
2.5.1 Líneas de transmisión aisladas con gas	30
2.5.2 Líneas aéreas	34
2.6 Soluciones de acceso a la red para la generación de energía descentralizada	48
2.6.1 Referencias	50
2.7 Soluciones de energía solar	54
2.8 ALMACENAMIENTO	56
2.8.1 El Sistema Modular de Almacenamiento de Energía para un Suministro de Energía Sostenible	56
2.8.2 Spot-on para una amplia variedad de aplicaciones	58
2.8.3 El proveedor de soluciones para soluciones de almacenamiento de energía	59
2.9 CASA DE SEGURIDAD	60
2.9.1 E-Houses compactos y móviles Plug-and-Play para distribución de energía	60
2.9.2 Spot-on para una amplia gama de aplicaciones	61
2.9.3 Se trata del mejor diseño	62
2.9.4 Soluciones completamente integradas de una sola fuente	63

2 Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.1 Resumen de Tecnologías y Servicios

Alimentar la energía generada en diferentes ubicaciones a través de largas distancias en los sistemas de energía a menudo requiere soluciones extraordinarias de transmisión y distribución de energía. Sin embargo, a pesar de los desafíos que plantea, la interconexión de diferentes regiones, países o incluso continentes sigue siendo una opción viable para proporcionar a estas áreas un acceso económico a la energía (fig. 2.1-1). Como proveedor de soluciones con amplia experiencia en todos los aspectos de la transmisión y distribución de energía, Siemens ya ha implementado una gran cantidad de proyectos que vinculan sistemas de energía o conectan unidades generadoras descentralizadas a la red. En cada caso, las condiciones eran únicas. Y debido a que Siemens se esfuerza por brindar a sus clientes los resultados más rentables, las soluciones implementadas que utilizan diferentes tecnologías también fueron únicas.

2.1.1 Soluciones para Smart y Super Grids con HVDC y FACTS

La red eléctrica del futuro debe ser segura, rentable y compatible con el medio ambiente. La combinación de estas tres tareas se puede abordar con la ayuda de ideas, soluciones inteligentes y tecnologías avanzadas.

Las soluciones innovadoras con HVDC (Transmisión de corriente continua de alto voltaje) y FACTS (Sistemas de transmisión de CA flexibles) tienen el potencial para hacer frente a los nuevos desafíos. Por medio de la electrónica de potencia, brindan prestaciones necesarias para evitar problemas técnicos en los sistemas de potencia, aumentan la capacidad de transmisión y la estabilidad del sistema de manera muy eficiente y ayudan a prevenir perturbaciones en cascada.

La visión y la estrategia de mejora para las futuras redes eléctricas se describen, por ejemplo, en el programa de "Smart Grids", que se desarrolló dentro de la Plataforma Tecnológica Europea.

Las características de una futura red inteligente como esta se pueden resumir de la siguiente manera:

Flexible: satisfaciendo las necesidades del operador mientras responde a los cambios y desafíos que se avecinan

Accesible: otorgar acceso a la conexión a todos los usuarios de la red, en particular para FER y generación local de alta eficiencia con cero o bajas emisiones de carbono.

Fiable: garantizar y mejorar la seguridad y la calidad del suministro Económico: proporcionar el mejor valor a través de la innovación, la gestión eficiente de la energía y la competencia y la regulación en condiciones equitativas

Las redes inteligentes ayudarán a lograr un desarrollo sostenible. Vale la pena mencionar que la visión de la red inteligente es aplicable de la misma manera a los desarrollos de sistemas en otras regiones del mundo. Las redes inteligentes ayudarán a lograr un desarrollo sostenible.

Un mercado cada vez más liberalizado alentará la identificación y el desarrollo de oportunidades comerciales. Las redes inteligentes son una respuesta necesaria a las demandas ambientales, sociales y políticas que se imponen al suministro de energía.

2.1.2 Transmisión y distribución CA/CC

HVDC, HECHOS y SIPLINK

Los sistemas de transmisión de energía actuales tienen la tarea de transmitir energía del punto A al punto B de manera confiable, segura y eficiente. También es necesario transmitir la energía de una manera que no sea dañina para el medio ambiente. Siemens ofrece soluciones integrales, conocimientos técnicos y experiencia mundial para ayudar a los clientes a enfrentar estos desafíos.

Para cada aplicación y etapa técnica de transmisión, Siemens ofrece soluciones optimizadas con SIPLINK (Siemens Multifuncional Power Link), transmisión HVDC o FACTS para el uso más eficiente de los sistemas y líneas de alimentación de CA.

Las aplicaciones típicas de FACTS incluyen control de voltaje rápido, mayor capacidad de transmisión en líneas largas, control de flujo de energía en sistemas en malla y amortiguación de oscilaciones de energía. Con FACTS, se puede transmitir más energía dentro del sistema de energía. Cuando la viabilidad técnica o económica de la tecnología trifásica convencional llegue a su límite, HVDC será la solución (fig. 2.1-2). Sus principales áreas de aplicación son la transmisión económica de energía a granel a largas distancias y la interconexión de redes eléctricas asíncronas. La última innovación de Siemens en tecnología de corriente continua de alto voltaje es HVDC PLUS. Las ventajas del nuevo sistema, que emplea convertidores alimentados por voltaje, incluyen un diseño compacto de las estaciones convertidoras y funciones de control avanzadas, como el control independiente de potencia activa y reactiva, y la capacidad de arranque en negro.

Para la transmisión de CC de media tensión, Siemens ofrece el sistema SIPLINK. Según la aplicación y la configuración del sistema existente, SIPLINK reducirá los costos de inversión, del sistema y del ciclo de vida. El sistema controla la potencia activa y optimiza la estabilidad de la tensión proporcionando potencia reactiva (sección 2.3).

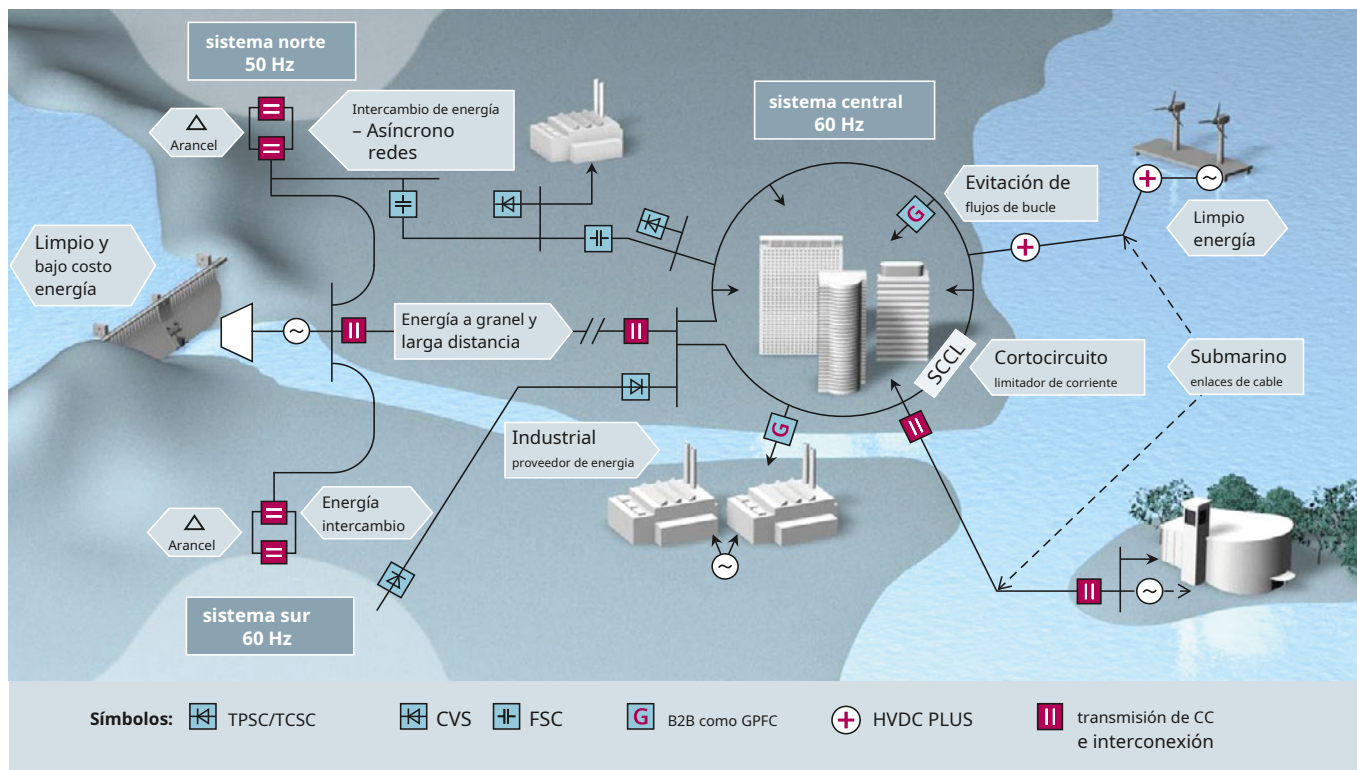


Figura 2.1-1: Soluciones de transmisión y distribución de energía

Líneas eléctricas

Desde los inicios del suministro de energía eléctrica, las líneas aéreas han constituido el componente más importante de los sistemas de transmisión y distribución. Su parte de la longitud total de los circuitos eléctricos depende del nivel de voltaje y de las condiciones y prácticas locales. Cuando los factores ambientales o estructurales hacen que las líneas aéreas sean imposibles, la ruta de transmisión "subterránea" de Siemens es la solución ideal. Las líneas de transmisión con aislamiento de gas (GIL) de Siemens son una alternativa económicamente viable a los cables de alimentación convencionales (sección 2.5).

Acceso a la red

Las unidades generadoras descentralizadas están diseñadas a medida, lo que implica conciliar parámetros contrastantes, como alta confiabilidad, bajos costos de inversión y transmisión eficiente, en la mejor solución posible. Se presta especial atención al diseño inteligente de los "sistemas de captación" en el nivel de media tensión, al que sigue el sistema de transmisión en alta tensión que ofrece acceso a la red. Al confiar en ambas tecnologías de transmisión, Siemens puede ofrecer soluciones tanto de CA como de CC en los niveles de alta y media tensión (sección 2.6).

Energía solar

Como fuente de alimentación alternativa para la electrificación rural, Siemens integra la energía solar en el sistema de distribución de baja tensión para consumidores privados, como sistemas independientes o incluso con conexión a la red (sección 2.7).

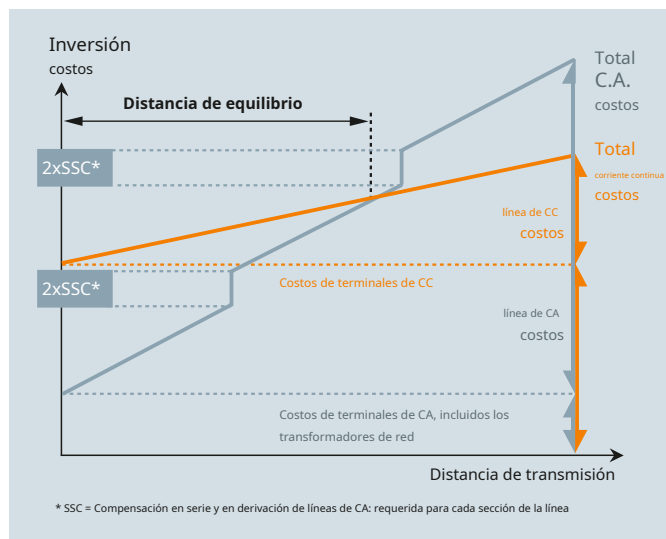


Figura 2.1-2: Costo de transmisión de CA versus CC a lo largo de la distancia.

La distancia de equilibrio asciende a 600 km para una transmisión de potencia de 1.000 MW

2.1.3 Gestión de proyectos completos

Gestión de proyectos

El suministro de energía es más que simplemente combinar una serie de componentes individuales. Requiere proyectos de gran envergadura, como sistemas de transmisión o complejos industriales, especialmente en países donde la demanda de energía crece a un ritmo acelerado. El mejor socio para manejar proyectos tan grandes es un experto que pueda analizar cuidadosamente la demanda, adoptar un enfoque integrado para la planificación del proyecto y considerar todas las condiciones generales. Un socio de proyecto calificado es aquel que puede proporcionar componentes y servicios de alta calidad tanto para las tareas de transmisión de energía como para la administración del sistema de energía. Dicho socio también puede garantizar que los sistemas se instalen de manera experta.

Soluciones llave en mano

Los muchos años de experiencia de Siemens le permiten ofrecer soluciones de transmisión de energía llave en mano que se adaptan a los requisitos individuales. Siemens suministra todos los componentes, incluidas las plantas de energía, los sistemas de transmisión de CA o CC y los sistemas de energía interconectados de alta tensión con alta, media y baja tensión que finalmente llegan a los clientes individuales. Lo que hace que estas soluciones llave en mano sean tan atractivas es que una parte es responsable de coordinar todo el proyecto, lo que reduce al mínimo la cantidad de interfaces entre el operador del sistema y el proveedor. Los proyectos llave en mano también reducen la participación del operador en los riesgos del proyecto, ya que Siemens es responsable de entregar un sistema que esté listo para funcionar.

Ingeniería, procura, producción y construcción Además de los servicios integrales de planificación y gestión, la ingeniería es una de las fortalezas especiales de Siemens. Siemens puede producir o adquirir todos los componentes necesarios y realizar todo el trabajo de construcción hasta las pruebas, la puesta en marcha y la puesta en funcionamiento de un sistema completo. Con Siemens como socio, las empresas pueden beneficiarse de la amplia capacidad de fabricación de Siemens.

experiencia y del trabajo de experimentados ingenieros de Siemens que ya han participado en una amplia gama de proyectos en todo el mundo. Trabajando sobre esta base, Siemens puede proporcionar la mejor tecnología para proyectos basados en componentes patentados de Siemens y hardware adicional adquirido de proveedores acreditados. Los expertos de Siemens tienen la importante tarea de determinar cuál de las diversas opciones técnicas es la más adecuada para implementar el proyecto. Consideran la capacidad de transmisión, la eficiencia de transmisión y la longitud de la línea de transmisión, y después de determinar la mejor solución técnica, evalúan su rentabilidad a largo plazo para el operador. Solo entonces puede comenzar la implementación real para la instalación y la puesta en marcha a tiempo.

Mantenimiento

Los sistemas funcionarán de la mejor manera cuando el equipo dure mucho tiempo y proporcione un funcionamiento continuo sin problemas. El servicio de mantenimiento de Siemens garantiza que todos los componentes funcionen siempre de forma segura y fiable. Siemens mantiene continuamente los sistemas del operador a través de inspecciones periódicas que incluyen todos los dispositivos de conmutación y tecnología secundaria. Si ocurre un mal funcionamiento durante la operación, Siemens está inmediatamente en el trabajo; el soporte está disponible las 24 horas del día, los 365 días del año. Y con el aumento del uso de sistemas de diagnóstico remoto y monitoreo en línea de última generación, Siemens ofrece posibilidades adicionales para mantener los costos operativos al mínimo.

Optimización y modernización

Ninguna empresa puede reemplazar sus equipos y sistemas lo suficientemente rápido para seguir el ritmo del progreso tecnológico. Pero todas las empresas pueden aprovechar las últimas oportunidades tecnológicas a través de la variedad de opciones de optimización proporcionadas por el servicio de modernización y actualización de Siemens. Esta solución rápida y económica permite a los clientes invertir su capital de manera inteligente y aprovechar al máximo la experiencia de Siemens en la adaptación de sistemas antiguos a nuevos estándares técnicos.

2.1.4 Socios a lo largo del ciclo de vida del sistema

Siemens está con los operadores del sistema en cada paso del camino para ayudarlos a desarrollar sus proyectos, crear soluciones de financiamiento y proporcionar gestión de proyectos (fig. 2.1-3), y los apoya más allá de la ingeniería, la producción y la construcción. Este soporte continúa a medida que se pone en servicio el sistema, ya que los clientes necesitan servicios de mantenimiento e incluso cuando llega el momento de modernizarlo. La asociación entre Siemens y los operadores del sistema no termina cuando se termina un trabajo llave en mano: Siemens acompaña a los operadores del sistema a lo largo de todo el ciclo de vida de sus sistemas, ofreciendo una amplia gama de servicios con productos de la más alta calidad que siempre se basan en la tecnología más duraderas.

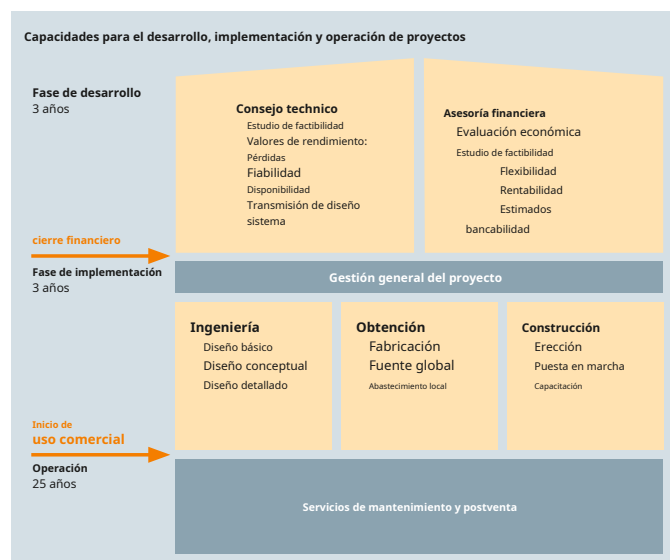


Figura 2.1-3: Servicios de Siemens para todo el ciclo de vida del sistema

Para mayor información:

<http://www.siemens.com/energy/power-transmission-solutions>
<http://www.siemens.com/energy/hvdc-facts-newsletter>

2.2 Transmisión de corriente continua de alto voltaje

La transmisión HVDC de Siemens se utiliza cuando la viabilidad técnica y/o económica de la tecnología de transmisión de CA de alto voltaje convencional ha alcanzado sus límites. Los límites son superados por el principio básico de funcionamiento de un sistema HVDC, que es la conversión de CA en CC y viceversa mediante convertidores de alta potencia.

Con su capacidad de control rápida y precisa, un HVDC de Siemens puede servir para los siguientes propósitos:

- Transmisión de energía a través de líneas aéreas muy largas o a través de cables largos donde un esquema de transmisión de CA no es económico o incluso no es posible
- Transmisión de energía entre sistemas asíncronos Control exacto del flujo de energía en cualquier dirección Mejora de la estabilidad del sistema de CA
- Control de potencia reactiva y soporte de la tensión de CA
- Control de frecuencia
- Amortiguación de oscilaciones de potencia

2.2.1 Tecnologías HVDC de Siemens

Según el tipo de convertidor utilizado para la conversión entre CA y CC, hay dos tecnologías disponibles:

- Tecnología Line Commutated Converter (LCC) basada en válvulas de tiristores
- Tecnología Voltage Sourced Converter (VSC) basada en válvulas IGBT, también conocida como HVDC PLUS

Ambas tecnologías permiten a Siemens brindar soluciones atractivas para las tareas de transmisión más desafiantes que van desde la transmisión de energía a granel de voltaje extra alto hasta la conexión de sistemas en ubicaciones remotas a las redes principales; desde líneas aéreas o cables de larga distancia hasta la interconexión de dos sistemas en una ubicación.

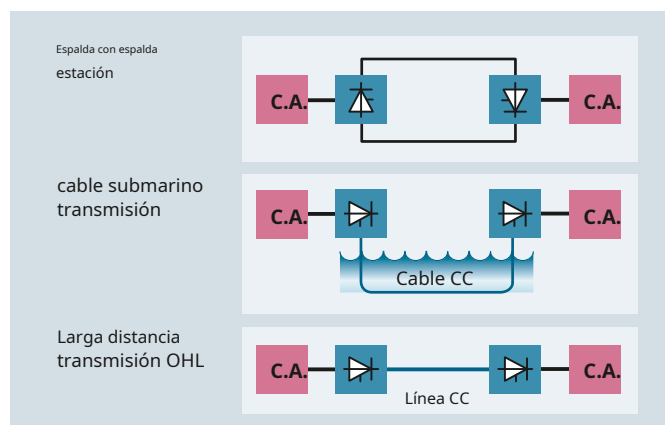


Figura 2.2-1: Descripción general de las principales aplicaciones de transmisión de energía con HVDC

2.2.2 Tipos principales de esquemas HVDC

Los principales tipos de convertidores HVDC se distinguen por la disposición de sus circuitos de CC (fig. 2.2-1), de la siguiente manera:

Espalda con espalda:

El rectificador y el inversor están ubicados en la misma estación. Estos convertidores se utilizan principalmente:

- Para conectar sistemas de potencia asíncronos de alta tensión o sistemas con diferentes frecuencias
- Para estabilizar enlaces de CA débiles
- Para suministrar más potencia activa donde el sistema de CA ya está en el límite de su capacidad de cortocircuito
- Para el control del flujo de energía de la red dentro de los sistemas de CA síncronos

Transmisión por cable:

Los cables de CC son la solución más factible para transmitir energía a través del mar para abastecer islas/plataformas en alta mar desde el continente y viceversa.

Transmisión a larga distancia:

Siempre que la energía a granel se transmita a largas distancias, la transmisión de CC es la solución más económica en comparación con la CA de alto voltaje.

2.2.3 LCC HVDC: la solución "clásica"

Después de más de 50 años de historia con Siemens contribuyendo constantemente a su desarrollo, LCC HVDC sigue siendo la tecnología de transmisión de CC más utilizada en la actualidad.

Tecnología

Válvulas de tiristor

Las válvulas de tiristor se utilizan para realizar la conversión de CA a CC y, por lo tanto, constituyen el componente central de la estación convertidora HVDC. Las válvulas se describen por las siguientes características:

Diseño robusto

Seguro con respecto a la protección contra incendios debido al uso consecuente de material ignífugo y autoextinguible

Número mínimo de conexiones eléctricas y componentes que evitan posibles fuentes de falla

Refrigeración paralela de los niveles de válvula mediante agua de refrigeración desionizada para aprovechar al máximo los tiristores

Diseño a prueba de terremotos según se requiera (fig. 2.2-2)

Tiristores activados por luz directa (LTT) con protección contra sobretensiones integrada en la oblea: la solución estándar para potencias de transmisión de hasta 5000 MW

Tiristores activados eléctricamente para transmisión de energía a granel de hasta 7200 MW y más

Tecnología de filtrado

Los filtros se utilizan para equilibrar la potencia reactiva de HVDC y el sistema de alimentación y para cumplir con los estándares de alto rendimiento de armónicos.

Se pueden instalar filtros pasivos de sintonización simple, doble y triple, así como de paso alto, o cualquier combinación de los mismos, según los requisitos específicos de una estación. Los filtros activos de CA y CC están disponibles para el mayor rendimiento de armónicos.

Siempre que sea posible, se seleccionan filtros idénticos manteniendo el alto rendimiento incluso cuando se apaga un filtro.

Aplicaciones

Las principales áreas de aplicación de LCC HVDC son:

Transmisión de energía económica a largas distancias Interconexión de redes eléctricas asíncronas sin aumento de la potencia de cortocircuito

Transmisión por cable DC submarino

Integración híbrida de HVDC en un sistema AC síncrono para mejorar la estabilidad

Aumento de la capacidad de transmisión mediante la conversión de líneas de CA en líneas de CC

Potencias nominales

Las clasificaciones típicas para esquemas HVDC incluyen:

Back-to-back: hasta típicamente 1200 MW

Transmisión por cable: hasta 800 MW por cable HVDC

Transmisión a larga distancia: normalmente hasta 5000 MW



Figura 2.2-2: Válvulas de tiristor antisísmicas e ignífugas en transmisión de larga distancia en Guizho-Guangdong, China

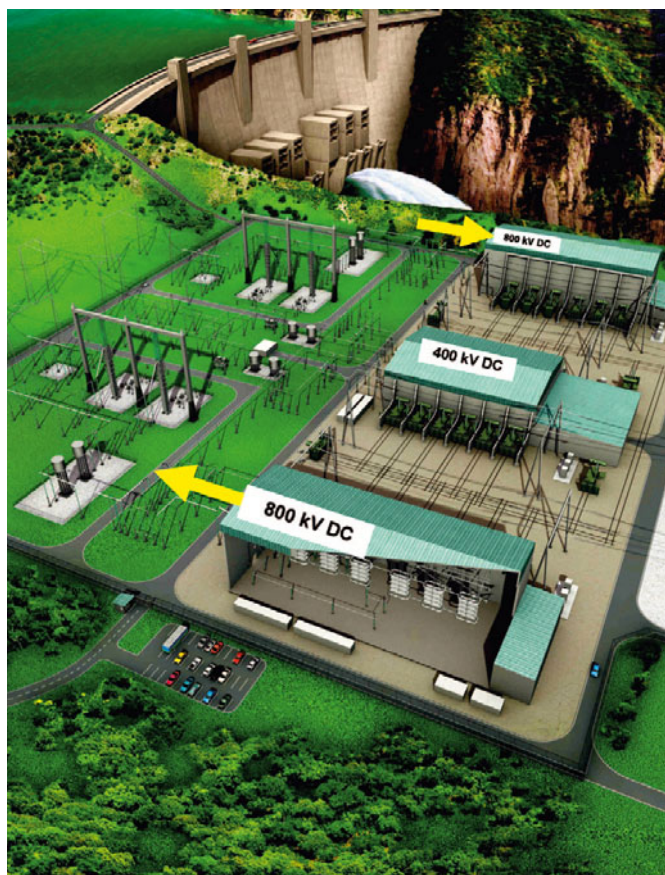


Figura 2.2-3: Dos veces dos sistemas convertidores de 400 kV conectados en serie forman una estación CC UHV de ± 800 kV

2.2.4 Energía a granel de transmisión Ultra-HVDC (UHV DC)

UHV DC de Siemens es la respuesta a la creciente demanda de transmisión de energía a granel desde la generación de energía remota hasta los grandes centros de carga. Después de adjudicarse el contrato en 2007, Siemens ha puesto en marcha con éxito el primer sistema de CC UHV de ± 800 kV del mundo con 5000 MW en China Southern Power Grid en 2010 (fig. 2.2-3).

Tecnología

El alto voltaje de CC impone requisitos extremos al aislamiento del equipo y conduce a enormes dimensiones físicas (fig. 2.2-4). La capacidad para soportar altas tensiones eléctricas y mecánicas se investiga minuciosamente durante el diseño. Todos los componentes se prueban exhaustivamente para garantizar que soporten las condiciones de funcionamiento más severas y cumplan con los más altos estándares de calidad.

Las válvulas de tiristores están equipadas con tiristores de 5" o 6" según el calibre de la transmisión (fig. 2.2-5).

Aplicaciones

La transmisión UHV DC es la solución para la transmisión de energía a granel de 5000 MW o más a lo largo de unos miles de kilómetros. En comparación con un sistema HVDC LCC de 500 kV, el UHV DC de 800 kV de Siemens reduce las pérdidas de línea en aprox. 60 % – un aspecto importante con respecto al CO₂ reducción y costo operativo.

Se debe prestar especial atención a las redes de CA correspondientes que deben suministrar o absorber las altas cantidades de energía eléctrica.

Potencias nominales

Los sistemas HVDC de 800 kV de Siemens están diseñados para transmitir hasta 7200 MW a largas distancias.

2.2.5 HVDC PLUS: un paso adelante

La tecnología VSC ofrece ventajas únicas para la transmisión HVDC que se vuelven cada vez más importantes para aplicaciones como la conexión de fuentes remotas de energía renovable, plataformas de petróleo y gas o minas a una red existente.

Utilizando la última tecnología modular IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) en un diseño pionero de convertidor modular multinivel (MMC), los ingenieros de Siemens han desarrollado HVDC PLUS como un producto histórico en la evolución de la transmisión HVDC.

Las altas clasificaciones de potencia disponibles en la actualidad hacen que HVDC PLUS sea cada vez más atractivo también para proyectos en los que LCC HVDC podría usarse desde una perspectiva técnica.

Características

HVDC PLUS proporciona importantes ventajas técnicas y económicas en comparación con LCC:

Tecnología HVDC en el menor espacio posible:

Una estación HVDC PLUS no requiere filtros (fig. 2.2-6).



Figura 2.2-4: Se requiere un pasamuros de 20,8 m de largo para conectar el terminal de 800 kV de las válvulas de tiristores interiores al equipo HVDC exterior y la línea aérea



Figura 2.2-5: Tensión UH y electrónica de potencia: las válvulas de tiristores están diseñadas para operar a un nivel de voltaje de 800 kV. Yunnan-Guangdong, China

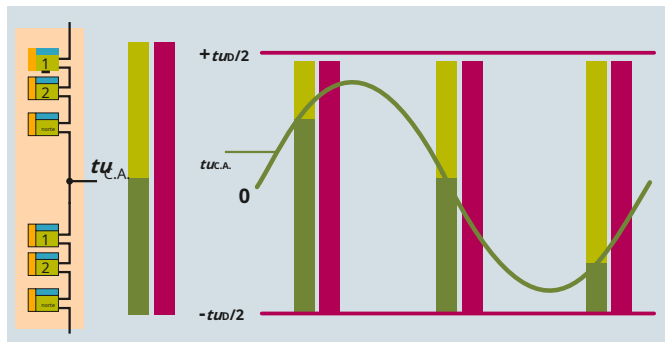


Figura 2.2-6: Los convertidores multinivel HVDC PLUS logran la conversión entre CA y CC prácticamente libres de armónicos. El voltaje del terminal del convertidor del lado de CA es perfectamente sinusoidal

Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.2 Transmisión de corriente continua de alto voltaje

Junto con un diseño compacto del MMC, esto hace que HVDC PLUS sea perfectamente adecuado para plataformas marinas o estaciones con espacio limitado (fig. 2.2-7, fig. 2.2-8).

Independencia de la capacidad de cortocircuito:

HVDC PLUS puede operar en redes con muy baja capacidad de cortocircuito o incluso en sistemas aislados con o sin generación propia utilizando su capacidad de arranque en negro.

Tensión CC unipolar

La polaridad del voltaje de CC se fija independientemente de la dirección del flujo de energía. Esto permite la integración en sistemas multiterminal o redes DC. HVDC PLUS puede funcionar con cables de CC extruidos XLPE o impregnados en masa. Diseño económico y estandarización:

Las estaciones convertidoras HVDC PLUS de diseño modular se pueden adaptar perfectamente a la potencia nominal requerida (fig. 2.2-7). Se pueden usar transformadores de CA estándar, mientras que los transformadores LCC requieren un diseño especial debido a las tensiones adicionales del voltaje de CC y los armónicos.

Aplicaciones

HVDC PLUS se puede aplicar en todos los campos de la transmisión HVDC; no hay restricciones técnicas. Las ventajas de HVDC PLUS serán más evidentes en circunstancias que requieran las siguientes capacidades:

Comienzo negro de las redes de CA

Funcionamiento en redes de CA con baja capacidad de cortocircuito

Diseño compacto, p. ej., para plataformas marinas

Funcionamiento en sistemas multiterminal de CC o en una red de CC

Potencias nominales

El diseño de HVDC PLUS está optimizado para aplicaciones de energía en el rango de 30 MW a 1000 MW o más, según el voltaje de CC.

2.2.6 Sistema de control HVDC de Siemens: Win-TDC

El sistema de control y protección es un elemento importante en una transmisión HVDC. El sistema de control y protección de Siemens para HVDC ha sido diseñado con un enfoque especial en alta flexibilidad y alto rendimiento dinámico, y se beneficia del conocimiento obtenido de más de 30 años de experiencia operativa en HVDC y campos relacionados de otras industrias (fig. 2.2-9).

Se logra una alta confiabilidad con un diseño redundante y robusto. Todos los componentes de control y protección, desde la interfaz hombre-máquina (HMI), los sistemas de control y protección hasta el equipo de medición de cantidades de tensión y corriente CC, se han diseñado para aprovechar los últimos desarrollos de software y hardware. Estos sistemas de control y protección se basan en productos estándar con un ciclo de vida del producto de 25 años o más.

El nombre Win-TDC refleja la combinación del sistema HMI basado en PC SIMATIC WinCC y el sistema de control industrial de alto rendimiento SIMATIC TDC.



Figura 2.2-7: El corazón de HVDC PLUS es un convertidor multinivel modular (MMC) que se puede escalar de acuerdo con los requisitos de voltaje o potencia. Cable Transbay, EE. UU.



Figura 2.2-8: Sólo se necesitan unos pocos componentes de potencia fuera del sala de convertidores para formar una estación HVDC PLUS completa. En particular, HVDC PLUS puede cumplir con los más altos estándares de rendimiento de armónicos sin ningún filtro. Cable Transbay, EE. UU.

SIMATIC WinCC (Centro de control de Windows) es un software HMI basado en PC para Microsoft Windows que se utiliza para el control del operador y la supervisión de los sistemas HVDC.

SIMATIC TDC (Technology and Drive Control) es un sistema de automatización de alto rendimiento que permite la integración de controles tanto de lazo abierto como de lazo cerrado de alta velocidad dentro de este único sistema. Es especialmente adecuado para HVDC (y otras aplicaciones de electrónica de potencia) que exigen un control de bucle cerrado de alto rendimiento. Para funciones de control extremadamente rápidas, como se requiere en los sistemas HVDC PLUS, SIMATIC TDC se complementa con el

PLUSCONTROL dedicado que comprende el sistema de control de corriente rápida (CCS) y el sistema de gestión de módulos (MMS).

SIMATIC WinCC y SIMATIC TDC se utilizan en una amplia gama de aplicaciones industriales, incluidas la generación y distribución de energía.

En los sistemas LCC HVDC de Siemens, las corrientes y voltajes de CC se miden con un sistema electroóptico híbrido: corriente de CC con un derivador ubicado en el potencial de alto voltaje, voltaje de CC con un divisor de voltaje resistivo/capacitivo. Ambos sistemas utilizan electrónica de medición alimentada por láser, de modo que solo se realizan conexiones ópticas a los controles a nivel del suelo, lo que proporciona el aislamiento de alta tensión y la inmunidad al ruido necesarios.

Para HVDC PLUS, las corrientes de CC se miden con un sistema de medición de flujo cero, que proporciona la precisión y la respuesta dinámica requeridas para un control rápido durante los transitorios de la red. Los núcleos de flujo cero están ubicados a nivel del suelo en ubicaciones adecuadas, por ejemplo, casquillos de la sala del convertidor o extremos de sellado de cables.

Siemens proporciona sistemas probados de hardware y software basados en tecnologías de última generación. Su rendimiento y fiabilidad cumplen los requisitos más exigentes tanto para nuevas instalaciones como para sustitución de sistemas de control (fig. 2.2-10).

2.2.7 Servicios

El siguiente conjunto de servicios completa la cartera HVDC de Siemens.

Servicio llave en mano

Personal experimentado diseña, instala y pone en marcha el sistema HVDC llave en mano.

Financiamiento de proyectos

Siemens está listo para ayudar a los clientes a encontrar la financiación adecuada para sus proyectos.

Servicios Generales

Se brinda soporte extendido a los clientes de Siemens desde el comienzo de la planificación del sistema HVDC, que incluye:

- Estudios de viabilidad
- Redacción del pliego de condiciones
- Ejecución del proyecto
- Operación del sistema y mantenimiento a largo plazo
- Consultoría sobre actualización/reemplazo de componentes/rediseño de esquemas antiguos, por ejemplo, actualización de válvulas de arco de mercurio o controles basados en relés

Durante la ejecución del contrato se realizan estudios de ingeniería de sistemas, estabilidad del sistema de potencia y transitorios:

- Optimización del flujo de carga
- Diseño básico de sistemas HVDC
- Respuesta dinámica del sistema
- Análisis de armónicos y diseño de filtros para LCC HVDC
- Coordinación de aislamiento y protección
- Interferencias de radio y PLC
- Estudios especiales, si los hubiere

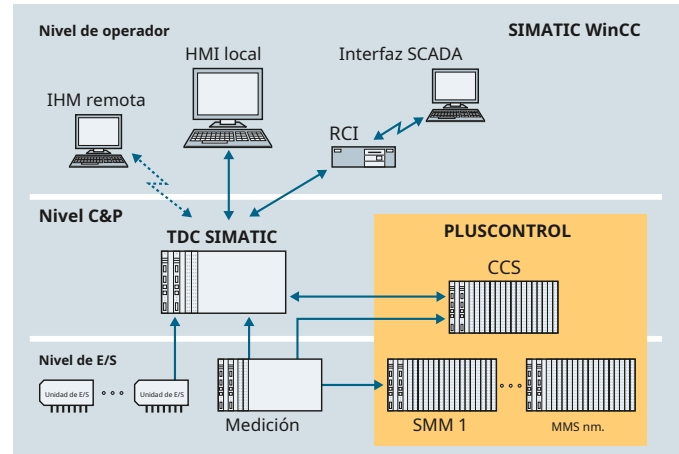


Figura 2.2-9: Jerarquía Win-TDC: más de 30 años de experiencia son integrados en el sistema de control jerárquico HVDC de Siemens, que se basa en los componentes estándar más utilizados también en otras industrias.



Figura 2.2-10: Las celdas de control y protección se someten a pruebas intensivas en los laboratorios de Siemens antes de enviarlos al sitio, lo que garantiza una puesta en marcha rápida y sin problemas del sistema HVDC.

Para mayor información:

<http://www.siemens.com/energy/hvdc> <http://www.siemens.com/energy/hvdc-plus> <http://www.siemens.com/energy/uhvdc>

2.3 CC de media tensión Enlaces con SIPLINK

Al igual que los sistemas HVDC en las redes de transmisión, las redes de distribución de media tensión con diferente frecuencia, tensión o fase también se pueden interconectar de forma flexible. Un innovador enlace de media tensión de este tipo para redes de distribución es el enlace de alimentación multifuncional de Siemens (SIPLINK). Este enlace back-to-back basado en un convertidor (fig. 2.3-1, fig. 2.3-2) puede controlar selectivamente los flujos de energía entre las subredes y, al mismo tiempo, puede mejorar la calidad del voltaje proporcionando potencia reactiva.

SIPLINK proporciona un medio para interconectar diferentes generadores de energía o redes con diferente frecuencia o capacidad de potencia sin afectar la estabilidad del sistema o aumentar las corrientes de falla. También se mejora la integración de generadores de energía distribuidos e independientes en las redes existentes. SIPLINK puede reducir los costos de inversión, sistema y ciclo de vida para las siguientes aplicaciones en particular:

Conexión de barcos atracados en puerto al sistema de suministro de energía en tierra más amigable con el medio ambiente (SIHARBOR conexión de tierra a barco)

Transferencia de energía entre diferentes redes de distribución (redes urbanas) mediante operación interconectada

Aumentar la disponibilidad y la calidad de la tensión de las redes industriales

2.3.1 Conexión de tierra a barco

La presión de los costos y las regulaciones ambientales cada vez más estrictas están obligando a muchos puertos a suministrar energía eléctrica a los barcos en el puerto desde una fuente en tierra. Para hacer frente a esta necesidad, Siemens ha desarrollado SIHARBOR, un sistema de conexión de tierra a barco que cumple con los requisitos de los operadores portuarios, las compañías navieras, los astilleros y las empresas de suministro de energía. Gracias a SIHARBOR, los barcos pueden apagar sus grupos electrógenos diésel que



Figura 2.3-1: SIPLINK con puertas de armario abiertas

de otro modo serían necesarios, y que no solo producen electricidad sino que también producen gases de escape, hollín, polvo fino y ruido, contribuyendo así al “smog del puerto” (fig. 2.3-3).

SIPLINK es el elemento central de este sistema de suministro. Consta de dos convertidores IGBT controlados por pulsos autoconmutados que están interconectados a través de un circuito intermedio de CC. Los convertidores están conectados por un lado a la red de suministro de energía local y por el otro lado al sistema de a bordo del barco. Por lo tanto, SIPLINK no solo puede alimentar el sistema de a bordo desde la red de distribución, sino también hacer coincidir los diferentes parámetros entre sí e interconectarlos. Se pueden transmitir hasta 5 MVA de potencia con una conexión de enchufe y toma de media tensión.

Tanto el puerto como el barco deben estar equipados con dicho sistema de conexión enchufable para poder utilizar SIHARBOR. Tras conectar el conector enchufable en el barco, el sistema de automatización instalado en tierra inicia automáticamente la puesta en marcha del sistema. El diálogo de usuario para este proceso se lleva a cabo desde el barco. El suministro de energía del barco no se interrumpe. SIPLINK se sincroniza automáticamente y se hace cargo de la fuente de alimentación en unos minutos. Los generadores diésel para el suministro de energía a bordo se pueden apagar y la red a bordo completa se puede alimentar de una manera ecológica desde el sistema de distribución de energía en tierra.

Las ventajas de este sistema incluyen:

- Conexión flexible de todo tipo de sistemas a bordo, independientemente del voltaje o la frecuencia
- Una sola conexión de cable de MT en lugar de varias conexiones de BT
- Separación eléctrica de la red de tierra y de a bordo, para mantener los respectivos esquemas de protección y evitar la corrosión galvánica

El sistema también tiene en cuenta los diferentes tipos de barcos, como barcos de pasajeros, portacontenedores y transbordadores. Gracias a su base modular, es posible cualquier combinación de sistemas de alimentación de 50 Hz y 60 Hz, al igual que todos los niveles de tensión.

2.3.2 Transferencia de energía entre redes de distribución

Otra área de aplicación de SIPLINK es el enlace de redes de distribución (redes urbanas) donde SIPLINK controla el intercambio de energía eléctrica entre redes independientes. La ventaja particular aquí es que, en caso de cuellos de botella en el suministro en una red, las reservas de energía disponibles en otra red pueden usarse para compensar el déficit (fig. 2.3-4). Se reduce la cantidad de energía costosa que debe traerse “desde el exterior”, especialmente durante los períodos de máxima demanda. Esto permite un importante ahorro de costes. Otras ventajas, además de minimizar las compras de energía, incluyen las siguientes:

- Se mejora la fiabilidad del suministro y la calidad de la tensión.
- Especialmente en núcleos de población, SIPLINK ofrece una alternativa a la ampliación de la red y, por tanto, ahorra costes de inversión.

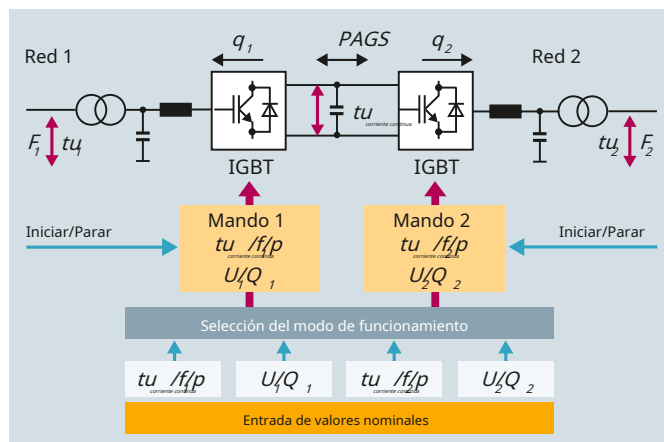


Figura 2.3-2: Configuración del sistema de SIPLINK con dos auto-convertidores IGBT controlados por pulsos conmutados para controlar el flujo de potencia activa y para una regulación rápida de la potencia reactiva



Figura 2.3-3: Una solución innovadora para contrarrestar el “smog del puerto”: Siemens la tecnología suministra a los barcos en el puerto electricidad respetuosa con el medio ambiente de la red pública

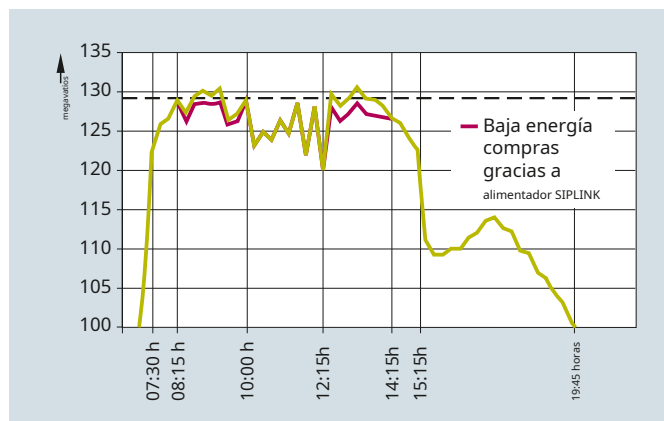


Figura 2.3-4: Picos diarios más bajos en el sistema de distribución de un núcleo de población como consecuencia de la toma de energía de otra red de distribución enlazada a través de SIPLINK

2.3.3 Alta Disponibilidad de Redes Industriales

SIPLINK también puede proporcionar un suministro de energía confiable para plantas y equipos complejos, por ejemplo, en la industria del petróleo y el gas o la industria química.

SIPLINK ofrece opciones ilimitadas para cambiar la electricidad entre dos o más redes a un nivel de voltaje medio exactamente de acuerdo con los requisitos individuales de la red en particular. Esta capacidad asegura una mejor confiabilidad del suministro y una mejor calidad de voltaje a nivel de distribución. La protección otorgada actúa en ambos sentidos. Las cargas sensibles están protegidas contra redes "sucias" y, a la inversa, las redes están protegidas contra consumidores problemáticos. Los costos de generación de energía también se pueden reducir sustancialmente a través de la gestión inteligente de recursos, gracias a SIPLINK. Es posible, bajo ciertas circunstancias, evitar el uso de generadores diesel adicionales para cubrir las cargas pico si se necesita menos energía en otra subred en ese momento en particular. El uso de SIPLINK reduce los costos y reduce la contaminación del medio ambiente.

Una fuente de alimentación de alta disponibilidad es esencial para ciertos procesos industriales. En tales casos, dos alimentadores entrantes independientes pueden suministrar conjuntamente una carga (circuito Y). Si uno de estos alimentadores falla, el segundo toma el relevo sin interrupción para que el cambio no se note en la carga del consumidor (fig. 2.3-5). También es posible dividir la carga entre los dos alimentadores en cualquier proporción deseada, equilibrando así los dos alimentadores.

La configuración SIPLINK Multi Feed es especialmente adecuada para procesos industriales donde se necesita una fuente de alimentación de alta disponibilidad pero se permiten interrupciones muy breves en el rango de milisegundos (no se permiten caídas de tensión > 70 ms) (fig. 2.3-6). En el caso de un cortocircuito u otra falla en una de las barras colectoras de alimentación de energía, SIPLINK se hace cargo de la fuente de alimentación sin problemas. SIPLINK es a prueba de cortocircuitos y alimenta su potencia nominal al cortocircuito. Al mismo tiempo, se envía un comando de APERTURA al interruptor de alimentación normal en la barra. Tan pronto como se abren los contactos del interruptor (alrededor de 50 ms), la tensión en la barra colectora aumenta inmediatamente hasta la tensión nominal (fig. 2.3-7). La configuración de alimentación múltiple tiene un diseño más simple que el circuito en Y y se usa donde las caídas de voltaje cortas son aceptables.

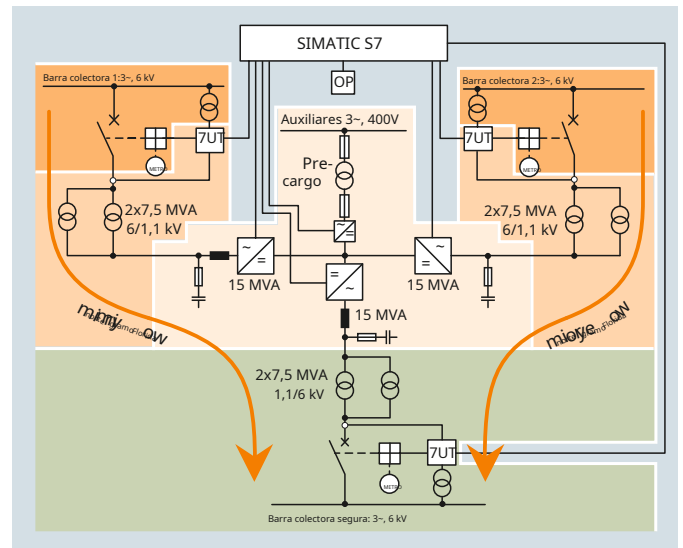


Figura 2.3-5: Con el suministro de energía tolerante a fallos, la barra colectora segura (o consumidor) está conectado simultáneamente a dos barras de alimentación

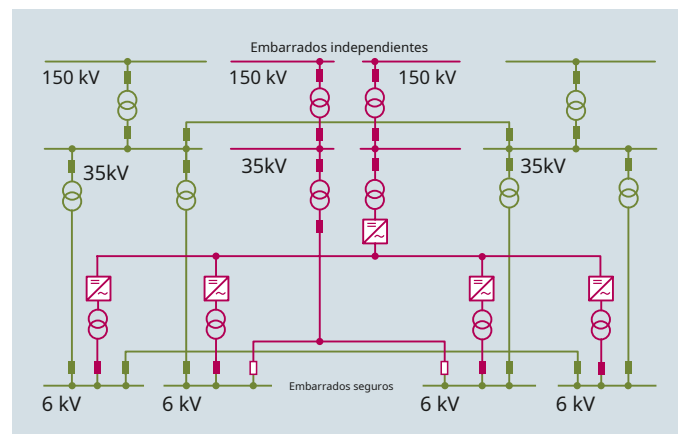


Figura 2.3-6: Con la disposición del circuito SIPLINK Multi Feed, cada de los embarrados seguros se conecta simultáneamente a tres embarrados y a un alimentador independiente

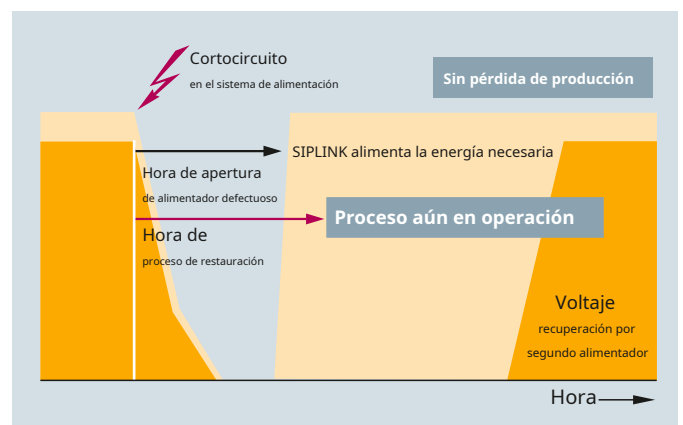


Figura 2.3-7: Curva de tensión en la barra colectora en caso de cortocircuito en el sistema de alimentación con apoyo de SIPLINK

2.4 Sistemas de transmisión de CA flexibles

Los sistemas flexibles de transmisión de CA (FACTS) han ido evolucionando hacia una tecnología madura con clasificaciones de alta potencia. La tecnología, probada en numerosas aplicaciones en todo el mundo, se convirtió en una tecnología de primer nivel y altamente confiable. Los FACTS, basados en electrónica de potencia, se han desarrollado para mejorar el rendimiento de los sistemas de CA débiles y para hacer factible la transmisión de CA a larga distancia y son una parte esencial de los desarrollos de redes inteligentes y superredes (consulte el capítulo 1).

FACTS también puede ayudar a resolver problemas técnicos en los sistemas de energía interconectados. Los FACTS están disponibles en conexión paralela:

- Compensador estático de Var (SVC)
- Compensador estático síncrono (STATCOM)
 - o en conexión en serie:
- Compensación Serie Fija (FSC)
- Compensación en serie controlada/protegida por tiristores (TCSC/TPSC)

la potencia de cortocircuito pero aumenta la tensión en el punto de conexión.

Los reactores conmutados mecánicamente tienen exactamente el efecto contrario y, por lo tanto, son preferibles para lograr la estabilización en condiciones de baja carga.

Una forma avanzada de condensador conmutado mecánicamente es el MSCDN. Este dispositivo es un MSC con un circuito de amortiguación adicional para evitar resonancias del sistema.

Compensador estático de Var (SVC)

Los compensadores estáticos de Var son un medio rápido y confiable para controlar el voltaje en las líneas de transmisión y los nodos del sistema (fig. 2.4-1b, fig. 2.4-2). La potencia reactiva se cambia conmutando o controlando los elementos de potencia reactiva conectados al lado secundario del transformador. Cada banco de condensadores está encendido y

2.4.1 Compensación en paralelo

La compensación en paralelo se define como cualquier tipo de compensación de potencia reactiva que emplea unidades conmutadas o controladas que están conectadas en paralelo a la red de transmisión en un nodo del sistema de potencia.

Condensadores/reactores de conmutación mecánica (MSC/MSR) Los dispositivos de conmutación mecánica son los dispositivos de compensación de potencia reactiva más económicos (fig. 2.4-1a).

Los capacitores conmutados mecánicamente son una solución simple pero de baja velocidad para el control de voltaje y la estabilización de la red en condiciones de carga pesada. Su utilización casi no tiene efecto sobre



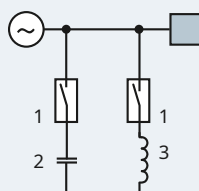
Figura 2.4-2: Instalación del Compensador de Var Estático (SVC)

Compensación paralela

a) MSC (DN)/MSR

(DN = red de amortiguamiento)

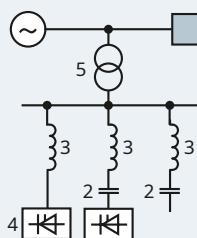
$52 < kV < 1.000$
 $50 < MVar < 500$



B)

CVS

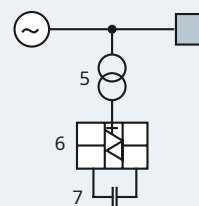
$52 < kV < 800$
 $50 < MVar < 800$



C)

SVC PLUS

$\sim 8 < kV < 800$
 $\pm 25 < MVar < \pm 100$ (y más)



1 Aparamento 2 Condensador 3 Reactancia 4 Válvula(s) de tiristor 5 Transformador 6 Válvulas IGBT 7 Condensadores de CC

Figura 2.4-1a: Condensadores conmutados mecánicamente (MSC) y reactores conmutados mecánicamente (MSR) conectados al sistema de transmisión Figura 2.4-1b: Compensador estático de Var (SVC) con tres ramas (TCR, TSC, filtro) y transformador de acoplamiento Figura 2.4-1c: SVC PLUS conectado al sistema de transmisión

Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.4 Sistemas de transmisión de CA flexibles

APAGADO por válvulas de tiristor (TSC). Los reactores pueden ser conmutados (TSR) o controlados (TCR) por válvulas de tiristores.

Cuando el voltaje del sistema es bajo, el SVC suministra potencia reactiva capacitiva y eleva el voltaje de la red. Cuando el voltaje del sistema es alto, el SVC genera potencia reactiva inductiva y reduce el voltaje del sistema.

Los compensadores estáticos de Var realizan las siguientes tareas:

- Improvement in voltage quality
- Dynamic reactive power control
- Increase in system stability
- Damping of power oscillations
- Increase in power transfer capability
- Unbalance control (option)

The design and configuration of an SVC, including the size of the installation, operating conditions and losses, depend on the system conditions (weak or strong), the system configuration (meshed or radial) and the tasks to be performed.

SVC PLUS – new generation of STATCOM

SVC PLUS is an advanced STATCOM which uses Voltage-Sourced Converter (VSC) technology based on Modular Multilevel Converter (MMC) design.

The MMC provides a nearly ideal sinusoidal-shaped waveform on the AC side. Therefore, there is only little – if any – need for high-frequency filtering and no need for low order harmonic filtering.

MMC allows for low switching frequencies, which reduces system losses.

SVC PLUS uses robust, proven standard components, such as typical AC power transformers, reactors and switchgear.

The footprint of an SVC PLUS installation is up to 50 % smaller than that of a conventional SVC installation of the same rating.

Applications

SVC PLUS fulfills the same task as conventional SVCs. Due to the advanced technology, SVC PLUS is the preferred solution for grid access solutions (e. g., wind parks).

Modular system design

The modular SVC PLUS is equipped with industrial class IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors) power modules and DC capacitors.

A very high level of system availability, thanks to the redundancy of power modules.

El hardware y el software de control y protección WinCC y SIMATIC TDC estándar están totalmente probados en la práctica en una amplia gama de aplicaciones en todo el mundo.

portafolio

Las configuraciones estandarizadas están disponibles: ± 25 , ± 35 y ± 50 MVar como soluciones en contenedores. Se pueden configurar hasta cuatro de estas unidades como un sistema operativo totalmente paralelo.

Fácilmente prescindible y reubicable

La configuración del sistema modular de rack abierto permite la conexión a la red sin transformador hasta 36 kV y ± 100 MVar.

Para voltajes de sistema más altos, se utilizan transformadores de CA estándar. Hay disponibles soluciones híbridas con condensadores conmutados mecánicamente (MSC) o reactores (MSR).

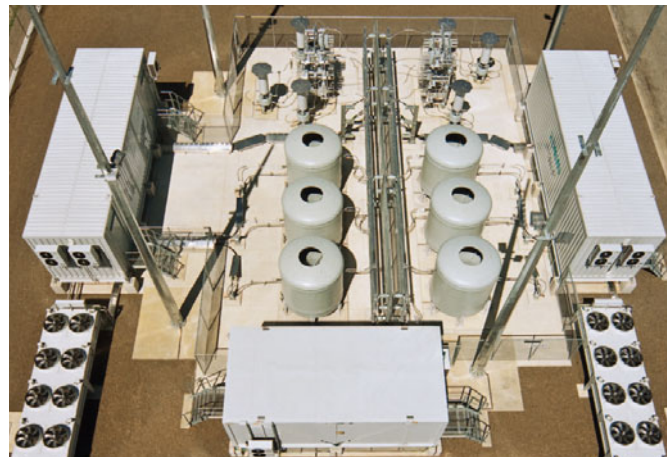


Fig. 2.4-3: Two SVC PLUS units in New Zealand

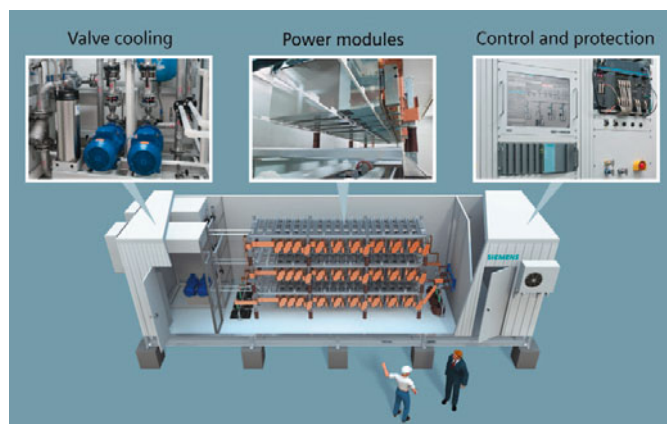


Fig. 2.4-4: SVC PLUS containerized solution

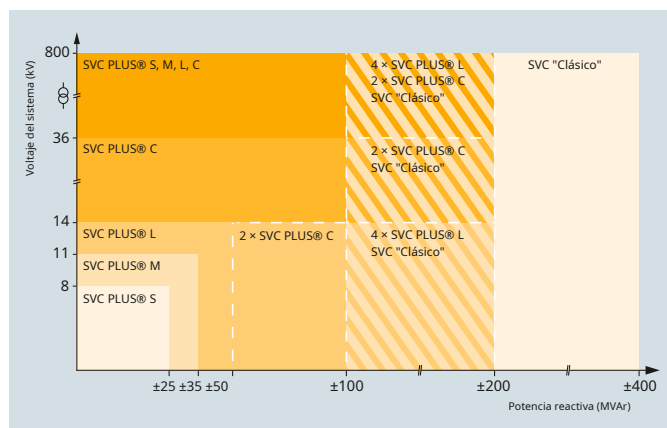


Figura 2.4-5: Cartera SVC PLUS

2.4.2 Remuneración de Serie

Series compensation is defined as insertion of reactive power elements into transmission lines. The most common application is the fixed series capacitor (FSC). Thyristor-valve controlled systems (TCSC) and thyristor-valve protected systems (TPSC) may also be installed.

Fixed Series Capacitor (FSC)

The simplest and most cost-effective type of series compensation is provided by FSCs. FSCs comprise the actual capacitor banks, and for protection purposes, parallel arresters (metaloxide varistors, MOVs), spark gaps and a bypass switch for isolation purposes (fig. 2.4-7a).

Fixed series compensation provides the following benefits:

- Increase in transmission capacity
- Reduction in transmission angle

Thyristor-Controlled Series Capacitor (TCSC) Reactive power compensation by means of TCSCs can be adapted to a wide range of operating conditions. It is also possible to control the current and thus the load flow in parallel transmission lines, which simultaneously improves system stability. Another important application for TCSC is power oscillation damping.

Additional benefits of thyristor-controlled series compensation:

- Amortiguación de oscilaciones de potencia (POD)
- Control de flujo de carga
- Aumento de la estabilidad del sistema Capacitor en serie protegido por tiristores (TPSC)

When high power thyristors are used, there is no need to install conventional spark gaps or surge arresters. Due to the very short cooling-down times of the special thyristor valves, TPSCs can be quickly returned to service after a line fault, allowing the transmission lines to be utilized to their maximum capacity. TPSCs are the first choice whenever transmission lines must be returned to maximum carrying capacity as quickly as possible after a failure (fig. 2.4-7c).



Figura 2.4-6: Vista de un sistema TCSC

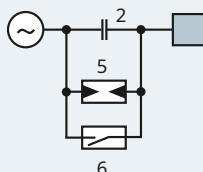
Para mayor información:

<http://www.siemens.com/energy/facts>

Compensación en serie

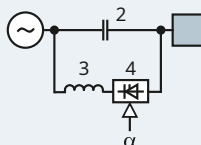
a) FSC

220 < kV < 800
200 < MVar < 800



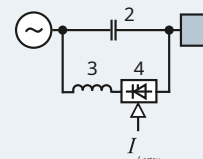
B) TCSC

52 < kV < 800
50 < MVar < 800



C) TPSC

220 < kV < 800
100 < MVar < 800



1 aparamento 2 Condensador 3 Reactancia 4 Válvula(s) de tiristor 5 Pararrayos 6 Disyuntor

Figura 2.4-7a: Compensación en serie fija (FSC) conectada a la red

Figura 2.4-7b: Condensador en serie controlado por tiristores (TCSC) conectado a la red

Figura 2.4-7c: Condensador en serie protegido por tiristores (TPSC) conectado a la red

2.5 Líneas de transmisión de energía

2.5.1 Líneas de transmisión aisladas con gas

Para los sistemas de transmisión de alta potencia donde las líneas aéreas no son adecuadas, las alternativas son las líneas de transmisión aisladas con gas (GIL). GIL presenta las siguientes diferencias con los cables:

- Clasificaciones de alta potencia (capacidad de transmisión de hasta 3700 MVA por sistema)
- Alta capacidad de sobrecarga
- Funcionalidad de reenganche automático sin riesgo de sobrecalentamiento Adecuado para largas distancias (70 km y más sin compensación de potencia reactiva)
- Alta capacidad de resistencia a cortocircuitos (incluso en el caso teórico de fallas de arco interno)
- Posibilidad de conexión directa a aparamenta aislada en gas (GIS) y descargadores aislados en gas sin racor de entrada de cables No inflamable; no hay riesgo de incendio en caso de fallas
- Campo electromagnético más bajo

History / Siemens' experience

When SF₆ was introduced in the 1960s as an insulating and switching gas, it became the basis for the development of gasinsulated switchgear. On basis of the experience collected with GIS, Siemens started to develop SF₆ gas-insulated lines to transmit electrical energy. The aim was to create alternatives to air insulated overhead lines with decisively smaller clearances. In the early 1970s initial projects were implemented. More installations in tunnels and above ground followed. In the course of product optimization, the initially used insulating medium SF₆ was replaced by a gas mixture where the majority of the insulating gas is nitrogen, a non toxic natural gas. Only a comparatively small portion of sulfur hexafluoride (SF₆) todavía se necesita. Por lo tanto, el camino quedó libre para los proyectos de transmisión larga amigables con el medio ambiente con GIL. La última innovación de Siemens GIL es la técnica de colocación directamente enterrada, que supuso otro hito para la transmisión a larga distancia con GIL.

Desafíos ahora y en el futuro

Continuously growing world population and urbanization lead to a strongly increased demand for bulk power transmission at extra high voltage, right into the heart of cities. At the same time, the available space for transmission systems has been restricted more and more, and environmental requirements such as EMC and fire protection have gained increased importance. GIL fulfil these requirements perfectly. Meanwhile power generation is undergoing a conceptual change as well. As natural resources are limited, regenerative power generation is becoming more important. Offshore wind parks and solar power plants are being installed, providing a huge amount of energy at remote places. Consequently, transmission systems are needed which allow to transport this bulk power with utmost reliability and with the least possible losses.

Los sistemas de transmisión del futuro se medirán por su CO₂ global2 equilibrio, pidiendo el mínimo impacto ambiental posible de la producción del equipo a través de



Figura 2.5-1: Disposición de GIL en el túnel del bombeo central eléctrica en Wehr, sur de Alemania (4000 m de longitud; en servicio desde 1975)

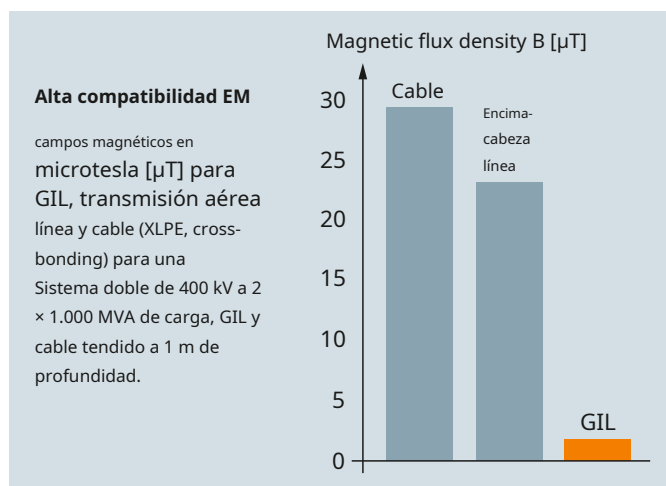


Figura 2.5-2: Una comparación de los campos magnéticos para diferentes sistemas de transmisión de tensión

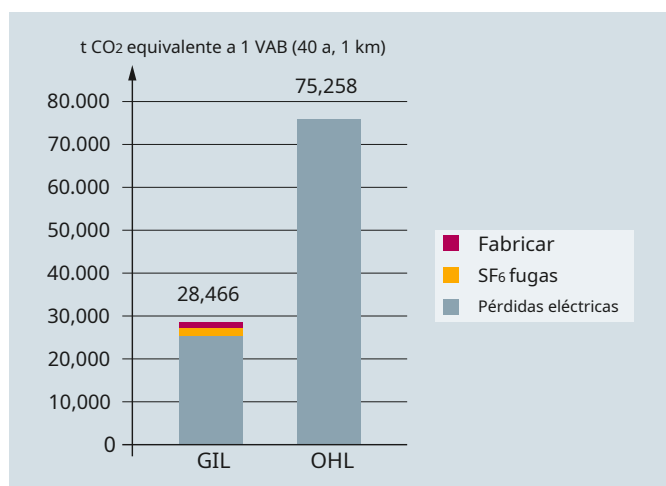


Figura 2.5-2a: GC general2 impacto de los diferentes sistemas de transmisión (un sistema)

operativo mientras esté en servicio hasta el final de su vida útil. Debido a sus propiedades y bajas pérdidas, el CO₂ total El impacto de GIL es claramente menor que el de las líneas aéreas tradicionales, lo que demuestra el respeto por el medio ambiente de GIL.

Tecnología confiable

La técnica de la línea de transmisión aislada con gas es altamente confiable en términos de diseño mecánico y eléctrico. La experiencia a lo largo de 35 años muestra que después de que un sistema GIL se pone en marcha y está en servicio, funciona de manera segura sin fallas dieléctricas o mecánicas. En consecuencia, Siemens GIL, en servicio durante décadas, no tuvo que someterse a la revisión prevista inicialmente después de 20 años de funcionamiento. En cambio, una mera inspección fue suficiente ya que no había señales de ningún punto débil. A partir de la experiencia operativa adquirida con Siemens GIL y GIB, el tiempo medio entre fallas (MTBF) se estimó > 213 años para un sistema GIL de 1 km de largo.

Diseño básico

In order to meet electrical and mechanical design criteria, gasinsulated lines have considerable cross-sections of enclosure and conductor, which ensures high-power transmission ratings and low losses. Because of the geometry and the gaseous insulating medium, the systems create only low capacitive loads, so that compensation of reactive power is not needed, not even for longer distances. The typical technical data of the GIL are shown in table 2.5-1.

Testing

GIL systems are tested according to the international standard IEC 62271-204 “Rigid high-voltage, gas-insulated transmission lines for voltages of 72.5 kV and above” (fig. 2.5-3, fig. 2.5-4).

El rendimiento a largo plazo de GIL ha sido probado por pruebas en el laboratorio de pruebas independiente IPH, Berlín, Alemania, y la antigua empresa de energía eléctrica de Berlín BEWAG (ahora ELIA). El patrón de prueba se estableció mediante la adopción de procedimientos de prueba a largo plazo para cables de alimentación. El procedimiento de prueba consistió en ciclos de carga con doble voltaje y mayor corriente, así como pruebas de alto voltaje repetidas con frecuencia. Los resultados confirmaron mientras tanto más de 35 años de experiencia de campo con instalaciones GIL en todo el mundo. Siemens GIL fue el primero en el mundo en pasar estas pruebas a largo plazo sin ningún problema. La Fig. 2.5-3 muestra la configuración de prueba dispuesta en un túnel de 3 m de diámetro.

Contención de fallas

Las pruebas han demostrado que el comportamiento de arco de GIL es excelente. Se mejora aún más mediante el uso de aislamientos de mezcla de gases. En consecuencia, no habría daño externo o incendio causado por una falla interna.

La compatibilidad electromagnética permite una planificación de rutas flexible La construcción del GIL da como resultado campos electromagnéticos mucho más pequeños que con los sistemas de transmisión de energía convencionales. Se puede lograr una reducción por un factor de 15 a 20. Esto hace que GIL sea adecuado para seguir nuevas rutas a través de áreas pobladas (p. ej., junto a hospitales o áreas residenciales, cerca de sistemas de monitoreo de vuelo, etc.). GIL se puede colocar en combinación



Figura 2.5-3: Configuración de prueba a largo plazo en IPH, Berlín



Figura 2.5-4: Muestra de laboratorio de Siemens para pruebas dieléctricas

Datos técnicos capacidad de cortocircuito 63 kA	
Tensión nominal	Hasta 550 kV
Corriente nominal	hasta 5.000 A
Capacidad de transmisión	hasta 3.700 MVA
Capacidad	≈ 60 nF/km
Longitud	hasta 70 km
Mezcla de gases SF ₆ /NORTE ₂	20 % / 80 % (400 kV), 60 % / 40 % (500 kV)
tendido	Directamente enterrado
	En túneles, galerías inclinadas, pozos verticales
	Instalación al aire libre, sobre el suelo

Tabla 2.5-1: Datos técnicos de GIL

Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.5 Líneas de transmisión de energía

túneles de infraestructura junto con elementos extraños (por ejemplo, cerca de equipos de telecomunicaciones y similares). Por lo tanto, GIL proporciona la máxima flexibilidad para la planificación de redes de transmisión en entornos sensibles a EMC, donde se deben evitar los campos magnéticos. Los sistemas GIL de Siemens pueden satisfacer los requisitos de densidad de flujo magnético más estrictos, por ejemplo, el límite suizo de 1 μ T (fig. 2.5-2).

Técnica de unión

Para perfeccionar la estanqueidad al gas y facilitar la colocación de largas líneas rectas, se pueden evitar las bridas como técnica de unión. En cambio, la soldadura de las distintas unidades de construcción GIL garantiza la máxima calidad (fig. 2.5-5). El proceso de soldadura de Siemens está altamente automatizado mediante el uso de máquinas de soldadura orbital. Esto también contribuye a una alta productividad en el proceso de soldadura y un tiempo total de instalación corto. Para garantizar la calidad, las soldaduras se controlan mediante un nuevo y sofisticado sistema de prueba ultrasónico que supera incluso los estándares de prueba de rayos X.

tendido

During the installation process, climatic influences such as rain, dust, seasons of the year, etc. need to be taken into account. To meet Siemens' requirements for cleanliness and quality, the laying techniques of GIL differ from pipeline technology. To protect the assembly area against dust, particles, humidity and other environmental factors, a temporary installation tent is set up for the installation period. In this way, working conditions are created which meet the standards of modern GIS factories. After the GIL is installed, these supporting installations are removed completely, and the entire area is re-naturalized. Thus, GIL are well suitable for use in environmentally protected areas. Due to the small width of GIL routes, the system is specifically compatible with the landscape.

Above ground installation

La instalación de GIL sobre el suelo es una opción sin problemas para su uso en propiedades con acceso público restringido. La tecnología al aire libre está probada en todas las condiciones climáticas en numerosas instalaciones en todo el mundo. Los GIL no se ven afectados por altas temperaturas ambientales, radiación solar intensa o contaminación atmosférica severa (como polvo, arena o humedad). Debido al uso de aleaciones resistentes a la corrosión, la protección contra la corrosión se puede omitir en la mayoría de los casos de aplicación (fig. 2.5-6).

Instalación de túnel

Tunnels made up of prefabricated structural elements provide a quick and easy method of GIL installation especially in densely populated areas. The tunnel elements are assembled in a dig-and-cover trench, which is backfilled immediately. The GIL is installed once the tunnel has been completed. Thus, the open trench time is minimized. With this method of installation, the land above the tunnel can be fully restored to other purpose of use (fig. 2.5-7).

Vertical Installation

Gas-insulated tubular lines can be installed without problems at any gradient, even vertically. This makes them a top solution especially for cavern power plants, where large amounts of



Figura 2.5-5: Soldadura orbital de tubos GIL



Fig. 2.5-6: Above ground installation

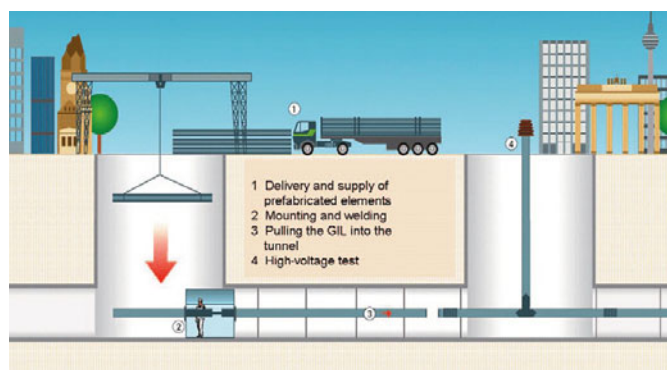


Figura 2.5-7: Técnica de colocación GIL para la instalación de túneles



Fig. 2.5-8: Directly buried GIL

la energía debe transmitirse desde el fondo de la caverna (p. ej., el transformador de la máquina/dispositivo de distribución) a la superficie (línea aérea). Como los sistemas GIL no presentan riesgo de incendio, pueden integrarse sin restricciones en túneles o pozos accesibles al hombre y, al mismo tiempo, pueden usarse para ventilación. Por lo tanto, el costo de los trabajos de túneles se puede reducir claramente.

enterramiento directo

Especialmente cuando se usan en áreas menos pobladas, las GIL directamente enterradas son una solución perfecta. Para ello, los tubos están protegidos por una protección anticorrosiva pasiva y activa. El sistema pasivo comprende un revestimiento de HDPE que garantiza al menos 40 años de protección. El sistema activo proporciona además potencial de protección catódica de CC para los tubos de aluminio. Los campos magnéticos medidos en la superficie por encima de la línea son mínimos. La alta potencia de transmisión de GIL minimiza el ancho de la zanja. El consumo de suelo es menor en aprox. 1/3 relacionado con instalaciones de cable comparables (fig. 2.5-8).

Referencias

Siemens has gained experience with gas-insulated transmission lines at rated voltages of up to 550 kV, and with phase lengths totalling more than 85 km (2011). Implemented projects include GIL in tunnels, sloping galleries, vertical shafts, open-air installations, as well as directly buried. Flanging as well as welding has been applied as jointing technique.

The first GIL stretch built by Siemens was the connection of the turbine generator pumping motor of the pumped storage power station of Wehr in the Black Forest in Southern Germany with the switchyard. The 420 kV GIL is laid in a tunnel through a mountain and has a single-phase length of ~4,000 m (fig. 2.5-1). This connection was commissioned in 1975. One of the later installations is the Limberg II pumped-storage power station in Kaprun, Austria, which was commissioned in 2010. Here a GIL system was laid in a shaft with a gradient of 42°. It connects the cavern power plant with the 380 kV overhead line at an altitude of about 1,600 meters. The GIL tunnel is used for ventilation purposes, and serves for emergency exit as well. That resulted in substantial cost reduction by eliminating the need for a second shaft in this project (fig. 2.5-10).

Un ejemplo típico de un enlace de ciudad es el proyecto PALEXPO en Ginebra, Suiza. Un sistema GIL en túnel sustituye 500 metros de una antigua línea aérea de doble circuito de 300 kV, que tuvo que trasladarse para el edificio elevado del recinto ferial. El propietario de la línea basó su decisión de optar por un GIL en lugar de una solución de cable en los valores mucho mejores del GIL con respecto a EMC. Por lo tanto, se cumplen los requisitos gubernamentales y los equipos electrónicos de alta sensibilidad se pueden exhibir y operar en la nueva sala sin ningún peligro de interferencia de la conexión de 300 kV ubicada debajo de ella (fig. 2.5-11).

Un ejemplo típico de un GIL enterrado directamente es el proyecto de referencia en el aeropuerto de Frankfurt en Kelsterbach, que se puso en marcha en abril de 2011. La solución GIL permite continuar una fase del OHL en una fase del GIL, reduciendo así el tamaño de la zanja y área de transición en los puntos de conexión (fig. 2.5-8).

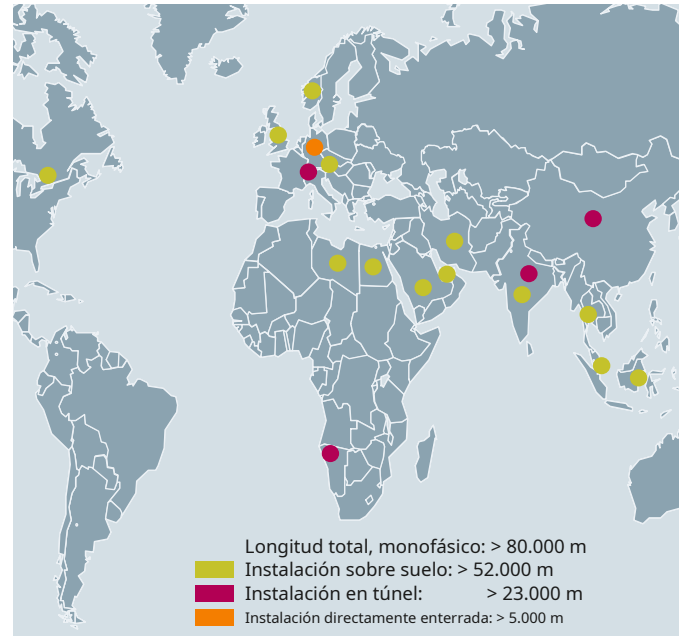


Fig. 2.5-9: **Referencias: Gas-insulated transmission lines, status July 2010**



Figura 2.5-10: **GIL colocado en pozo con pendiente de 42° (Limberg, Kaprun, Austria)**

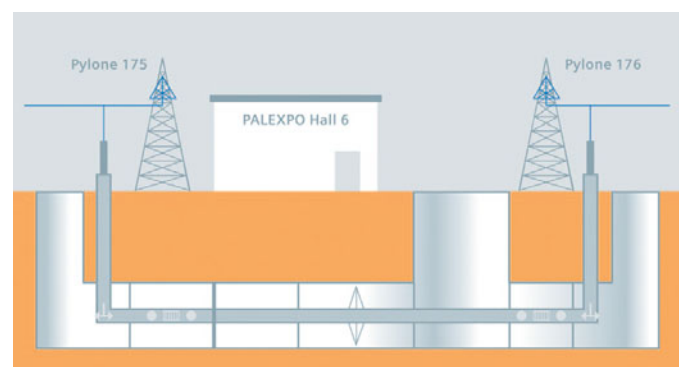


Figura 2.5-11: **GIL reemplaza línea aérea (Palexpo, Ginebra, Suiza)**

Para más información póngase en contacto:

Tel.: ++ 49 91 31-7-2 72 62 Correo electrónico:
stefan.schedl@siemens.com

2.5.2 Líneas aéreas

Desde los inicios de la generación de energía eléctrica, las líneas aéreas de transmisión (OHL) han constituido el componente más importante para la transmisión y distribución de energía eléctrica. La parte de las líneas aéreas de transmisión dentro de una red de transmisión y distribución depende del nivel de tensión, así como de las condiciones y prácticas locales. En áreas densamente pobladas como Europa Central, los cables subterráneos predominan en el sector de la distribución y las líneas eléctricas aéreas en el sector de la transmisión de alta tensión. En otras partes del mundo, por ejemplo, en América del Norte, las líneas aéreas también se utilizan a menudo con fines de distribución dentro de las ciudades. Siemens ha planificado, diseñado y construido líneas eléctricas aéreas para todos los niveles de voltaje importantes en muchas partes del mundo.

Selección de voltaje de línea

Para la distribución y transmisión de energía eléctrica se utilizan voltajes estandarizados según IEC 60038 a nivel mundial. Para aplicaciones de CA trifásicas, prevalecen tres niveles de voltaje:

Baja tensión (hasta 1 kV CA)

Media tensión (entre 1 kV y 36 kV AC)

Alta tensión (entre 52 kV y 765 kV CA) y superior

Las líneas de bajo voltaje atienden a consumidores domésticos y de pequeñas empresas. Las líneas en el nivel de media tensión abastecen a pequeños asentamientos, plantas industriales individuales y grandes consumidores; la capacidad de transmisión suele ser inferior a 10 MVA por circuito. Los circuitos de alta tensión hasta 145 kV sirven para la subtransmisión de la energía eléctrica a nivel regional y alimentan la red de media tensión. Este nivel suele elegirse para soportar el nivel de media tensión incluso si la potencia eléctrica es inferior a 10 MVA. Además, algunas de estas líneas de alta tensión también transmiten la energía eléctrica desde centrales generadoras de tamaño medio, como centrales hidroeléctricas en ríos pequeños y medianos, y abastecen a consumidores de gran escala, como plantas industriales o aceras de gran tamaño. Constituyen la conexión entre la red interconectada de alta tensión y las redes locales de distribución.

In Central Europe, 245 kV lines were used for interconnection of power supply systems before the 420 kV level was introduced for this purpose. Long-distance transmission, for example, between the hydro power plants in the Alps and consumers, was done by 245 kV lines. Nowadays, the importance of 245 kV lines is decreasing due to the existence of the 420 kV transmission network. The 420 kV level represents the highest operation voltage used for AC transmission in Central Europe. It typically interconnects the power supply systems and transmits the energy over long distances. Some 420 kV lines connect the national grids of the individual European countries enabling interconnected network operation (UCTE = Union for the Coordination of Transmission of Electricity) throughout Europe. Large power plants such as nuclear stations feed directly into the

Red de 420 kV. La capacidad térmica de los circuitos de 420 kV puede alcanzar los 2.000 MVA, con una sobretensión de carga de aproximadamente 600 MVA y una capacidad de transmisión de hasta 1.200 MVA.

En el futuro, se requerirán líneas eléctricas aéreas con voltajes superiores a 420 kV CA para transmitir económicamente energía eléctrica a granel a largas distancias, una tarea que generalmente surge cuando se utilizan potenciales de energía hidroeléctrica, eólica y solar lejos de los centros de consumo. La figura 2.5-12 muestra esquemáticamente el rango de aplicación para los niveles de voltaje de CA individuales en función de la distancia de transmisión y la potencia nominal. El nivel de tensión debe seleccionarse en función de la tarea de la línea dentro de la red o de los resultados de la planificación de la red. Siemens ha llevado a cabo este tipo de estudios para empresas de suministro eléctrico de todo el mundo.

Corriente continua de alto voltaje

Sin embargo, cuando se considera la transmisión de energía a granel a largas distancias, una solución más económica es la tecnología de corriente continua de alto voltaje (HVDC). Siemens está en posición de ofrecer soluciones completas para tales interconexiones, comenzando con estudios de red y siguiendo con el diseño, asistencia en el desarrollo de proyectos y suministro completo llave en mano y construcción de tales plantas. Para la transmisión de CC, actualmente no hay ningún estándar disponible. Los voltajes de CC varían de los niveles de voltaje recomendados en los voltajes estandarizados mencionados anteriormente utilizados para CA.

HVDC transmission is used for bulk power transmission and for system interconnection. The line voltages applied for projects worldwide vary between ± 300 kV, ± 400 kV, ± 500 kV, ± 600 kV and recently (2007), ± 800 kV. The selection of the HVDC line voltage is ruled by the following parameters:

- Amount of power to be transferred
- Length of the overhead power line
- Permissible power losses
- Economical conductor size

The advantages of DC transmission over AC transmission are:

A DC link allows power transfer between AC networks with different frequencies or networks that cannot be synchronized. Inductive and capacitive parameters do not limit the transmission capacity or the maximum length of a DC overhead transmission line.

The conductor cross-section can be more or less fully utilized because there is no skin effect caused by the line frequency. DC overhead power lines are much more economical to built and require less right-of-way.

Consideraciones económicas/evaluación de voltajes DC La figura 2.5-13 muestra la aplicación económica de voltajes de CC en relación con la longitud de la línea de transmisión aérea y la potencia transmitida. Este gráfico debe verse como una guía general. Cualquier proyecto debe evaluarse por separado caso por caso. Los presupuestos establecidos para esta evaluación se basan en cifras de 2007.

Conclusiones:

Nivel de tensión de 300 kV:

The range of 750 and 1,000 km with a power transfer of 600 MW has been evaluated. The line and converter costs have been added, and transferred into a cost factor per MW power and km of transmission line. The result shows that for longdistance HVDC transmission, the 300 kV voltage level is not the optimal solution (refer to 400 kV below). However, this voltage level is useful in short HVDC interconnectors such as the Thailand-Malaysia Interconnector, which has a line length of 113 km.

400 kV voltage level:

Se ha evaluado la gama 750, 1.000 y 1.500 km con una transferencia de potencia de 600, 1.000 y 2.000 MW. Se agregaron los costos de la línea y del convertidor, y se transfirieron a un factor de costo por megavatio de potencia y kilómetro de longitud de la línea de transmisión. El resultado muestra que el nivel de tensión de 400 kV es una solución adecuada para longitudes de línea de 750 a 1000 km con una potencia transmitida de 600 a 1000 MW.

Nivel de tensión de 500 kV:

The range 1,000 and 1,500 km with a power transfer of 1,000, 2,000 and 3,000 MW has been evaluated. The line and converter costs have been added, and transferred into a cost factor per megawatt power and kilometer of transmission line length. The result shows that the 500 kV voltage level is a suitable solution for the line lengths of 1,000 km to 1,500 km with transmitted power of 1,000 to 2,000 MW. However, the 400 kV voltage level can also be competitive in this range of power and line length.

600 kV voltage level:

The range 1,500, 2,000 and 3,000 km with a power transfer of 2,000 and 3,000 MW has been evaluated. The line and converter costs have been added, and transferred into a cost factor per megawatt power and kilometer of transmission line length. The result shows that the 600 kV voltage level is a suitable solution for the line lengths of 1500 km to 3,000 km with transmitted power of 2,000 MW, and 3,000 MW for lines up to 2,000 km. However, the 500 kV voltage level can still be competitive in parts of this range.

800 kV voltage level:

Se ha evaluado la gama 2.000, 3.000 y 4.000 km con una transferencia de potencia de 2.000 y 3.000 MW. Se agregaron los costos de la línea y del convertidor, y se transfirieron a un factor de costo por megavatio de potencia y kilómetro de línea de transmisión. El resultado muestra que el nivel de tensión de 800 kV es una solución adecuada para longitudes de línea de 2000 km y más con potencia transmitida de 2000 y 3000 MW. Sin embargo, las longitudes de línea más cortas de 1500 a 3000 km con una potencia nominal de 3000 a 7000 MW pueden cubrirse económicamente con una solución de 800 kV.

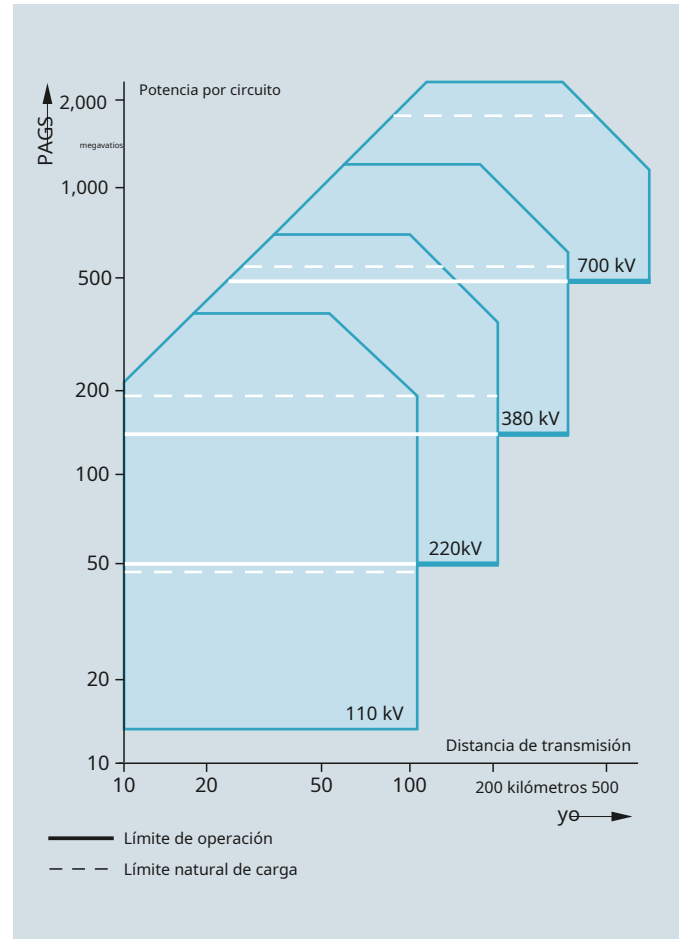


Figura 2.5-12: Selección de tensión nominal para transmisión de potencia

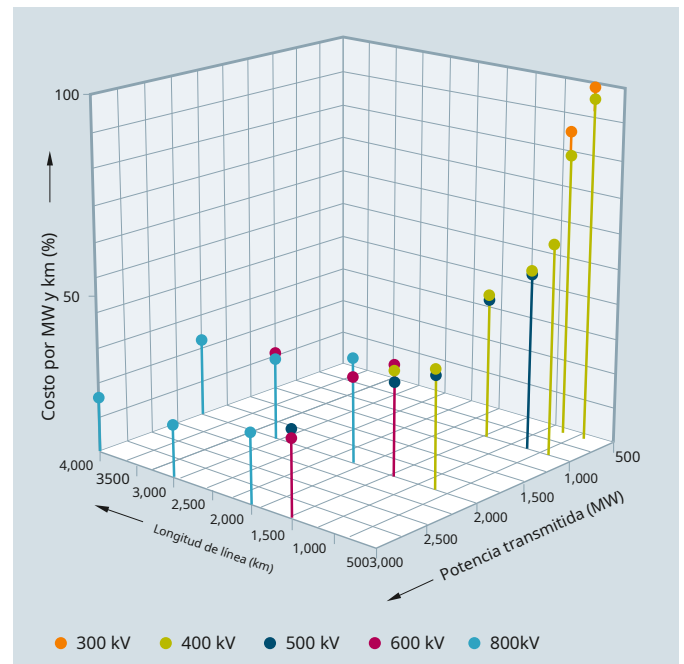


Figura 2.5-13: Economical application of DC voltages in relation to overhead transmission line length and transmitted power

Selection of conductors and earth wires

Los conductores representan el componente más importante de una línea eléctrica aérea porque deben garantizar una transmisión económica y confiable y contribuir considerablemente a los costos totales de la línea. Durante muchos años, el aluminio y sus aleaciones han sido los materiales conductores predominantes para las líneas eléctricas debido al precio favorable, el bajo peso y la necesidad de ciertas secciones transversales mínimas. Sin embargo, el aluminio es un metal muy corrosivo. Pero se forma una densa capa de óxido que detiene más ataques corrosivos. Por lo tanto, hasta cierto nivel, los conductores de aluminio son adecuados para áreas en las que la corrosión es un problema, por ejemplo, un clima marítimo.

Para los conductores de aluminio, hay varios diseños diferentes en uso. Los conductores de aluminio (AAC) tienen la conductividad más alta para una sección transversal determinada; sin embargo, poseen solo una baja resistencia mecánica, lo que limita su aplicación a luces cortas y fuerzas de tracción bajas. Para aumentar la resistencia mecánica, se adoptan alambres hechos de aleaciones de aluminio, magnesio y silicio. Su resistencia es aproximadamente el doble que la del aluminio puro. Pero los conductores de un solo material, como los conductores de aleación de aluminio y de aluminio, han mostrado susceptibilidad a las vibraciones eólicas. Los conductores compuestos con núcleo de acero, los llamados conductores de aluminio, reforzados con acero (ACSR), evitan esta desventaja. La relación entre el aluminio y el acero varía de 4,3:1 a 11:1. Una relación aluminio-acero de 6,0 o 7,7 proporciona una solución económica. Conductores con una relación de 4.3 debe usarse para líneas instaladas en regiones con fuertes vientos y cargas de hielo. Los conductores con una relación superior a 7,7 proporcionan una mayor conductividad. Pero debido a la menor fuerza del conductor, las flechas son más grandes, lo que requiere torres más altas.

Experience has shown that ACSR conductors, just like aluminum and aluminum alloy conductors, provide the most economical solution and offer a life span greater than 40 years. Conductors are selected according to electrical, thermal, mechanical and economic aspects. The electric resistance as a result of the conducting material and its cross-section is the most important

característica que afecta a la caída de tensión ya las pérdidas de energía a lo largo de la línea y, por tanto, a los costes de transmisión. La sección transversal debe seleccionarse de modo que no se superen las temperaturas admisibles durante el funcionamiento normal ni en condiciones de cortocircuito. Con el aumento de la sección transversal, los costos de la línea aumentan, mientras que los costos por pérdidas disminuyen. Dependiendo de la longitud de la línea y de la potencia a transmitir, se puede determinar una sección transversal que resulte en los costos de transmisión más bajos. El balance de calor de las pérdidas óhmicas y la radiación solar frente a la convección y la radiación determina la temperatura del conductor. Una densidad de corriente de 0,5 a 1,0 A/mm² basado en la sección transversal de aluminio ha demostrado ser una solución económica en la mayoría de los casos.

El alto voltaje da como resultado gradientes correspondientes de alto voltaje en la superficie del conductor y efectos relacionados con la corona, como descargas visibles, interferencias de radio, ruido audible y pérdidas de energía. Al seleccionar los conductores, el gradiente de voltaje de CA debe limitarse a valores entre 15 y 17 kV/cm. Dado que el sonido del ruido audible de las líneas de CC se produce principalmente en el polo positivo y este sonido difiere del de las líneas de CA, la sensación subjetiva también difiere. Por lo tanto, el gradiente de voltaje superficial máximo de las líneas de CC es mayor que el gradiente de las líneas de CA. Se recomienda un valor máximo de 25 kV/cm. La tensión de línea y el diámetro del conductor son uno de los principales factores que influyen en el gradiente de tensión superficial. Para mantener este gradiente por debajo del valor límite, el conductor se puede dividir en subconductores. Esto da como resultado un diámetro de conductor equivalente que es mayor que el diámetro de un solo conductor con la misma sección transversal. Este aspecto es importante para líneas con tensiones de 245 kV y superiores. Por lo tanto, los llamados conductores de haz se adoptan principalmente para líneas de muy alta tensión. La Tabla 2.5-2 muestra configuraciones típicas de conductores para líneas de CA.

From a mechanical point of view, the conductors have to be designed for everyday conditions and for maximum loads exerted on the conductor by wind and ice. As a rough figure, an everyday stress of approximately 20 % of the conductor rated tensile stress can be adopted, resulting in a limited risk of con-

Rated voltage	[kV]	20		110		220		380		700
Highest system voltage	[kV]	24		123		245		420		765
Nominal cross-section	[mm ²]	50	120	150	300	435	bundle 2x240	bundle 4x240	bundle 2x560	bundle 4x560
Conductor diameter	[mm]	9.6	15.5	17.1	24.5	28.8	2x21.9	4x21.9	2x32.2	4x32.2
Ampacity (at 80 °C conductor temperature) [A]		210	410	470	740	900	1,290	2,580	2,080	4,160
Thermal capacity	[MVA]	7	14	90	140	340	490	1,700	1,370	5,400
Resistance at 20 °C	[Ω/km]	0.59	0.24	0.19	0.10	0.067	0.059	0.030	0.026	0.013
Reactance at 50 Hz	[Ω/km]	0.39	0.34	0.41	0.38	0.4	0.32	0.26	0.27	0.28
Effective capacitance	[nF/km]	9.7	11.2	9.3	10	9.5	11.5	14.4	13.8	13.1
Capacitance to earth	[nF/km]	3.4	3.6	4.0	4.2	4.8	6.3	6.5	6.4	6.1
Charging power	[kVA/km]	1.2	1.4	35	38	145	175	650	625	2,320
Earth-fault current	[A/km]	0.04	0.04	0.25	0.25	0.58	0.76	1.35	1.32	2.48
Surge impedance	[Ω]	360	310	375	350	365	300	240	250	260
Surge impedance load	[MVA]	–	–	32	35	135	160	600	577	2,170

Table 2.5-2: Electric characteristics of AC overhead power lines (data refer to one circuit of a double-circuit line)

ductor damage. The maximum working tensile stress should be limited to approximately 40 % of the rated tensile stress.

Earth wires, also called shieldwire or earthwire, can protect a line against direct lightning strikes and improve system behavior in the event of short-circuits; therefore, lines with single-phase voltages of 110 kV and above are usually equipped with earth wires. Earth wires made of ACSR conductors with a sufficiently high aluminum cross-section satisfy both requirements.

Desde principios de la década de 1990, cada vez más cables de tierra para líneas eléctricas aéreas de muy alta tensión se han ejecutado como cables de tierra ópticos (OPGW). Este tipo de cable de tierra combina las funciones recién descritas para el cable de tierra típico con la facilidad adicional para una gran capacidad de transferencia de datos a través de fibras ópticas que están integradas en la OPGW. Dicha transferencia de datos es esencial para la comunicación entre dos estaciones convertidoras dentro de una interconexión HVDC o para el control remoto de centrales eléctricas. La OPGW en tal caso se convierte en el principal enlace de comunicación dentro de la interconexión. Los OPGW están diseñados principalmente en una o más capas de aleación de aluminio y/o alambres de acero revestidos de aluminio. Los diseños monocapa se utilizan en áreas con bajos niveles cerámicos (pequeña cantidad de posibles rayos por año) y pequeños niveles de cortocircuito.

Selección de aisladores

Los aisladores de líneas aéreas están sujetos a esfuerzos eléctricos y mecánicos, porque deben aislar los conductores del potencial a tierra y deben proporcionar soportes físicos. Los aisladores deben ser capaces de soportar estos esfuerzos bajo todas las condiciones encontradas en una línea específica.

Los esfuerzos eléctricos resultan de:

- El voltaje de frecuencia industrial de operación de estado estable (voltaje de operación más alto del sistema)
- Sobretensiones temporales a frecuencia industrial
- Sobretensiones de maniobra y rayo

Tipos de aisladores

Se utilizan varios diseños de aisladores, según los requisitos y la experiencia con ciertos tipos de aisladores:

Los aisladores de tapa y pasador (fig. 2.5-14) están hechos de porcelana o vidrio pretensado. Las unidades individuales están conectadas por accesorios de fundición maleable o hierro forjado. Los cuerpos aislantes no son a prueba de pinchazos, lo que es la razón de un número relativamente elevado de fallos de los aisladores.

En Europa Central, se adoptan con mayor frecuencia aisladores de varilla larga hechos de porcelana aluminosa (fig. 2.5-15). Estos aisladores son a prueba de pinchazos. Las fallas durante la operación son extremadamente raras. Los aisladores de varilla larga muestran un comportamiento superior, especialmente en áreas contaminadas. Debido a que la porcelana es un material quebradizo, los aisladores de varilla larga de porcelana deben protegerse de las cargas de flexión mediante accesorios adecuados.

Los aisladores compuestos son el tercer tipo principal de aisladores para aplicaciones de líneas eléctricas aéreas (fig. 2.5-16). Este tipo de aislador proporciona un rendimiento y una fiabilidad superiores, especialmente debido a las mejoras de los últimos 20 años, y ha estado en servicio durante más de 30 años.

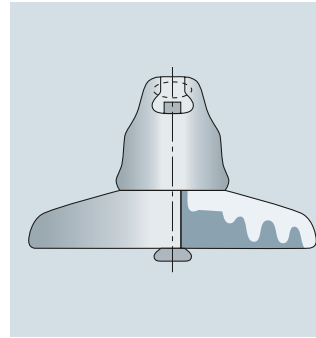


Figura 2.5-14: Aislador de tapa y pasador (sobre)

Figura 2.5-15: Aislador de varilla larga con tapas de horquilla

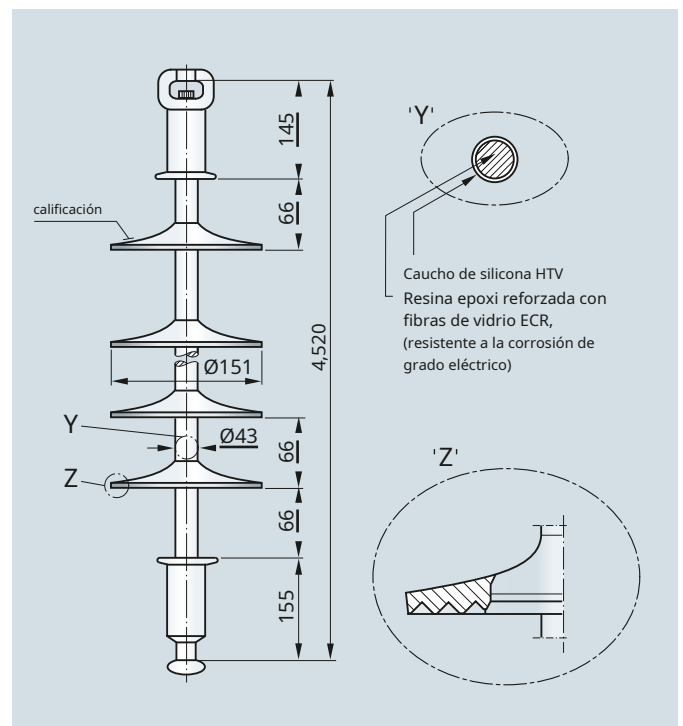
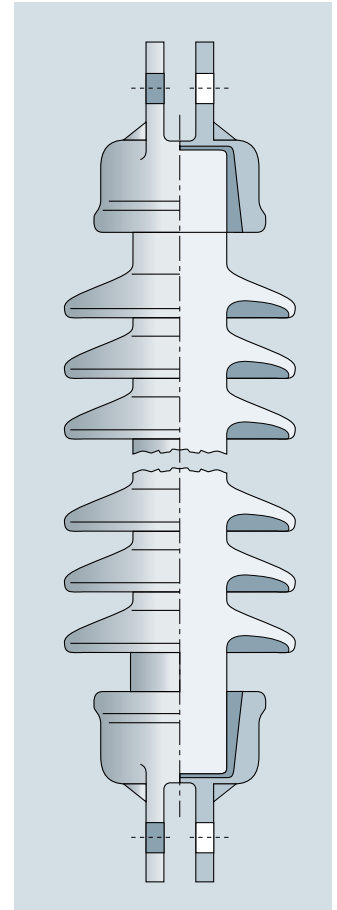


Figura 2.5-16: Aislador compuesto reforzado con fibra de vidrio con bola y accesorios de enchufe (aislante lapp)

The composite insulator is made of a glass fiber reinforced epoxy rod. The glass fibers applied are ECR glass fibers that are resistant to brittle fracture (ECR = electrical grade corrosion resistant glass fibers). In order to avoid brittle fracture, the glass fiber rod must additionally be sealed very carefully and durably against moisture. This is done by application of silicone rubber. Nowadays, high temperature vulcanized (HTV) silicone is used.

La goma de silicona tiene dos funciones dentro de este tipo de aislante:

Sellado de la varilla de fibra de vidrio

Moldeado en cobertizos de aisladores para establecer el aislamiento requerido

Los accesorios de metal se comprimen en la varilla de fibra de vidrio en ambos extremos del aislador, ya sea con un accesorio de conexión de bola o de horquilla. Desde la década de 1980, los accesorios de compresión han sido el tipo predominante. El sellado de la zona entre el racor y el alojamiento de silicona que protege el vástago es de suma importancia, y actualmente se realiza con elastómero de silicona especial, que ofrece después de la vulcanización la característica de un sólido pegajoso, similar a un fluido de alta viscosidad.

Advantages of the composite long-rod insulator are:

Light weight, less volume and less damages

Shorter string length compared to cap-and-pin – and porcelain long-rod – insulator strings

Up to 765 kV AC and 600 kV DC, only one unit of insulator (practical length is only limited by the ability of the production line) is required

High mechanical strength

Vandalism resistance

High performance in polluted areas, based on the hydrophobicity (water repellency) of the silicone rubber

Advantages of hydrophobicity are:

Silicone rubber offers outstanding hydrophobicity over the long term; most other polymeric housing material will lose this property over time

Silicone rubber is able to recover its hydrophobicity after a temporary loss of it

The silicone rubber insulator is able to make pollution layers on its surface water-repellent, too (hydrophobicity transfer)

Low surface conductivity, even with a polluted surface and very low leakage currents, even under wetted conditions.

Insulator string sets

Los juegos de aisladores de suspensión soportan el peso del conductor, incluidas las cargas adicionales como el hielo y el viento, y están dispuestos más o menos verticalmente. Hay conjuntos en forma de I (fig. 2.5-17a) y en forma de V en uso. Los juegos de aisladores de tensión (fig. 2.5-17b, fig. 2.5-17c) terminan los conductores y están dispuestos en la dirección de los conductores. Están cargados por la fuerza de tracción del conductor y deben clasificarse en consecuencia. Múltiples juegos simples, dobles, triples o más manejan las cargas mecánicas y los requisitos de diseño.

Design of creepage distance and air gaps

The general electrical layout of insulation is ruled by the voltages to be withstood and the pollution to which the insulation is subjected. The standards IEC 60071-1 and IEC 60071-2 as well as the technical report IEC 60815, which provides four pollution classes (the new version will have five classes), give guidance for the design of the insulation.

Debido a que IEC 60815 es aplicable a las líneas de CA, debe tenerse en cuenta que las distancias de fuga recomendadas se basan en el voltaje de CA entre fases (U_{LL}). Al transferir estas distancias de fuga recomendadas por IEC 60815 a una línea de CC, debe tenerse en cuenta que el voltaje de CC es un valor de polo a tierra (U_{LE}). Por lo tanto, estas distancias de fuga deben multiplicarse por el factor $\sqrt{3}$. Además, debe tenerse en cuenta que el valor del voltaje de CA se refiere a un valor medio, mientras que el voltaje de CC es comparable a un valor pico, lo que requiere una multiplicación adicional con el factor $\sqrt{2}$.

Los aisladores que funcionan con voltaje de CC están sujetos a condiciones más desfavorables que los que están con CA, debido a una mayor acumulación de contaminación superficial causada por el campo eléctrico unidireccional constante. Por lo tanto, se debe aplicar un factor de contaminación de CC. La Tabla 2.5-3 muestra las distancias de fuga específicas para diferentes materiales aislantes en aplicaciones de CA y CC, y se basa en la experiencia de la industria publicada por las empresas de suministro de energía en Sudáfrica y China. Los resultados mostrados fueron confirmados por un fabricante de aisladores experimentado en Alemania. Los factores de corrección que se muestran son válidos solo para aisladores de porcelana. Cuando se toman en consideración los aisladores compuestos, se puede aplicar un factor de reducción adicional de 0,75. Los valores para un sistema de CC deben verse solo como una guía,

To handle switching and lightning overvoltages, the insulator sets have to be designed with respect to insulation coordination according to IEC 60071-1 and IEC 60071-2. These design aspects determine the gap between the earthed fittings and the live part. However, for HVDC application, switching impulse levels are of minor importance because circuit-breaker operations from AC lines do not occur on DC Back-to-back lines. Such lines are controlled via their valve control systems. In order to coordinate the insulation in a proper way, it is recommended to apply and use the same SIL and BIL as is used for the equivalent AC insulation (determined by the arcing distance).

Selección y diseño de soportes.

Junto con la tensión de línea, el número de circuitos (CA) o polos (CC) y el tipo de conductores, la configuración de los polos de los circuitos determina el diseño de las líneas eléctricas aéreas. Además, se debe considerar la protección contra rayos por cables de tierra, el terreno y el espacio disponible en los sitios de las torres. En áreas densamente pobladas como Europa Central, el ancho del derecho de paso y el espacio para los sitios de las torres son limitados. En el caso de extra-altas tensiones, la configuración de los conductores afecta las características eléctricas, el campo eléctrico y magnético y la capacidad de transmisión de la línea. Muy a menudo existen requisitos contradictorios, como una altura de torre lo más baja posible.

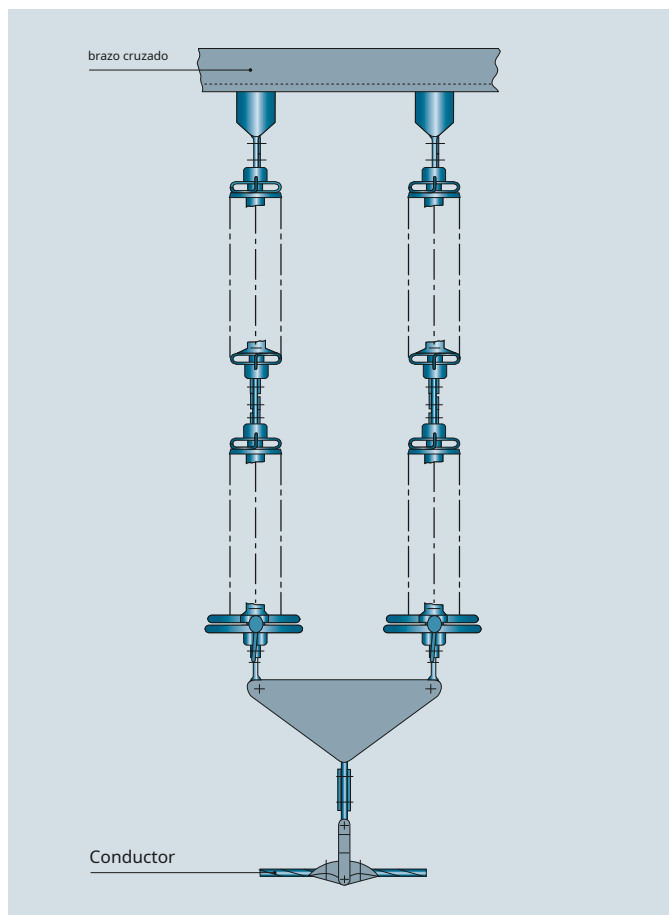


Fig. 2.5-17a: I-shaped suspension insulator set for 245 kV

Nivel IEC 60815		Porcelain and glass insulators		Composite insulators	
		AC system	DC system	AC system	DC system
I Light	[mm/kV]	16	39	12	29
II Medium	[mm/kV]	20	47	15	35
III Heavy	[mm/kV]	25	59	19	44
IV Very Heavy	[mm/kV]	31	72	24	54

Table 2.5-3: Guideline for specific creepage distances for different insulator materials

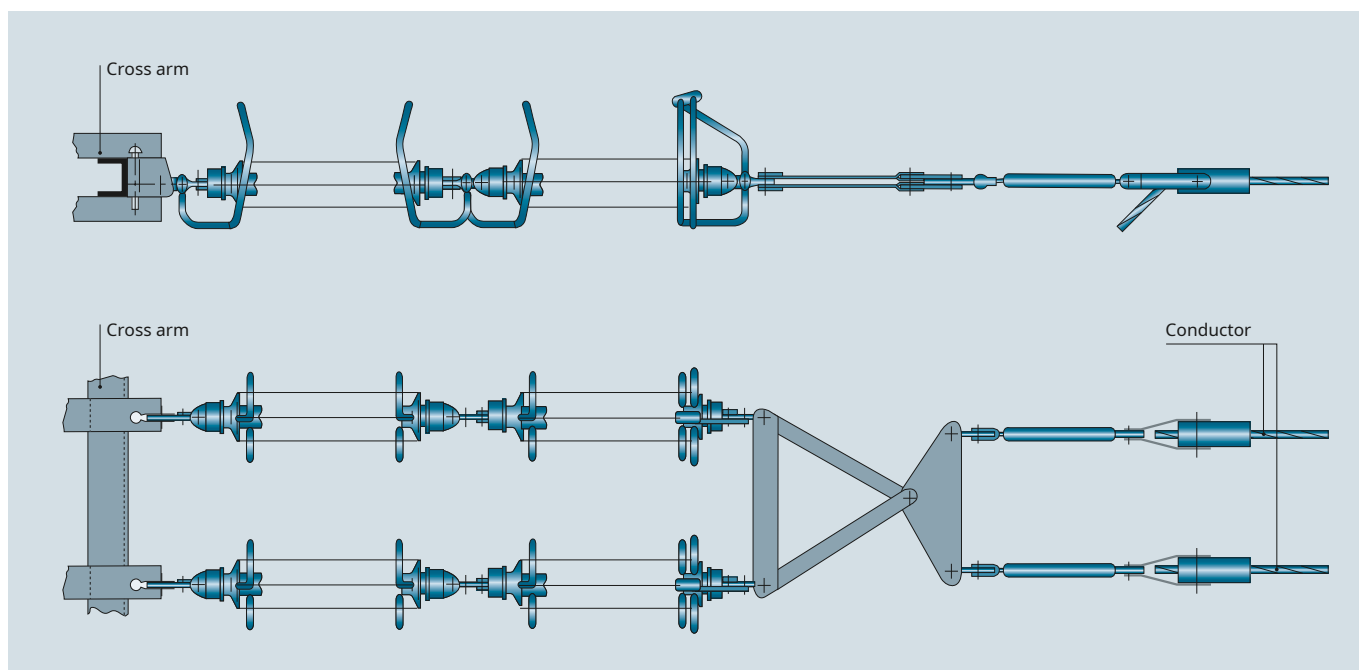


Fig. 2.5-17b: Double tension insulator set for 245 kV (elevation, top) Fig.

2.5-17c: Double tension insulator set for 245 kV (plan, bottom)

Power Transmission and Distribution Solutions

2.5 Power Transmission Lines

sible and a narrow right-of-way, which can only be met by compromises. The minimum clearance of the conductors depends on the voltage and the conductor sag. In ice-prone areas, conductors should not be arranged vertically, in order to avoid conductor clashing after ice shedding.

Para las líneas de baja y media tensión prevalecen las configuraciones de conductores horizontales; estas configuraciones cuentan con aisladores de poste de línea, así como aisladores de suspensión. Se prefieren los postes de madera, hormigón o acero. La figura 2.5-18 muestra algunas configuraciones de línea típicas. Los cables de tierra se omiten en este nivel de voltaje.

Para las líneas eléctricas de alta y extra alta tensión, se dispone de una gran variedad de configuraciones que dependen del número de circuitos (CA) o polos (CC) y de las condiciones locales. Debido al derecho de paso muy limitado, más o menos todas las líneas de CA de alta tensión en Europa Central comprenden al menos dos circuitos. La Fig. 2.5-19 muestra una serie de configuraciones típicas de torres. La disposición "e" se denomina configuración "Danubio" y se adopta a menudo. Representa un compromiso justo con respecto al ancho del derecho de vía, la altura de la torre y los costos de la línea.

Para líneas de corriente alterna compuestas por más de dos circuitos, las posibilidades de configuración de los soportes son múltiples. En el caso de circuitos con diferentes voltajes, aquellos circuitos con el voltaje más bajo deben colocarse en la posición más baja (fig. 2.5-19g).

DC lines are mechanically designed according to the normal practice for typical AC lines. The differences from AC Line layout are the:

Configuración de conductores

Requisitos de campo eléctrico

Diseño de aislamiento

Para las líneas de CC se deben considerar dos esquemas básicos (monopolo y bipolo), con variaciones. La Fig. 2.5-19i-l muestra ejemplos de configuraciones de línea HVDC que son válidas para todos los niveles de tensión.

The arrangements of insulators depend on the application of a support within the line. Suspension towers support the conductors in straight-line sections and at small angles. This tower type offers the lowest costs; special attention should therefore be paid to using this tower type as often as possible. Angle towers have to carry the conductor tensile forces at angle points of the line. The tension insulator sets permanently transfer high forces from the conductors to the supports. Finally, dead-end towers are used at the terminations of a transmission line. They carry the total conductor tensile forces on the line side (even under unbalanced load condition, e. g., when conductors of one tower side are broken) and a reduced tension into the substations (slack span).

Various loading conditions specified in the respective national and international standards have to be met when designing towers. The climatic conditions, the earthquake requirements and other local environmental factors are the next determining factors for the tower design.

When designing the support, a number of conditions have to be considered. High wind and ice loads cause the maximum forces to act on suspension towers. In ice-prone areas, unbalanced

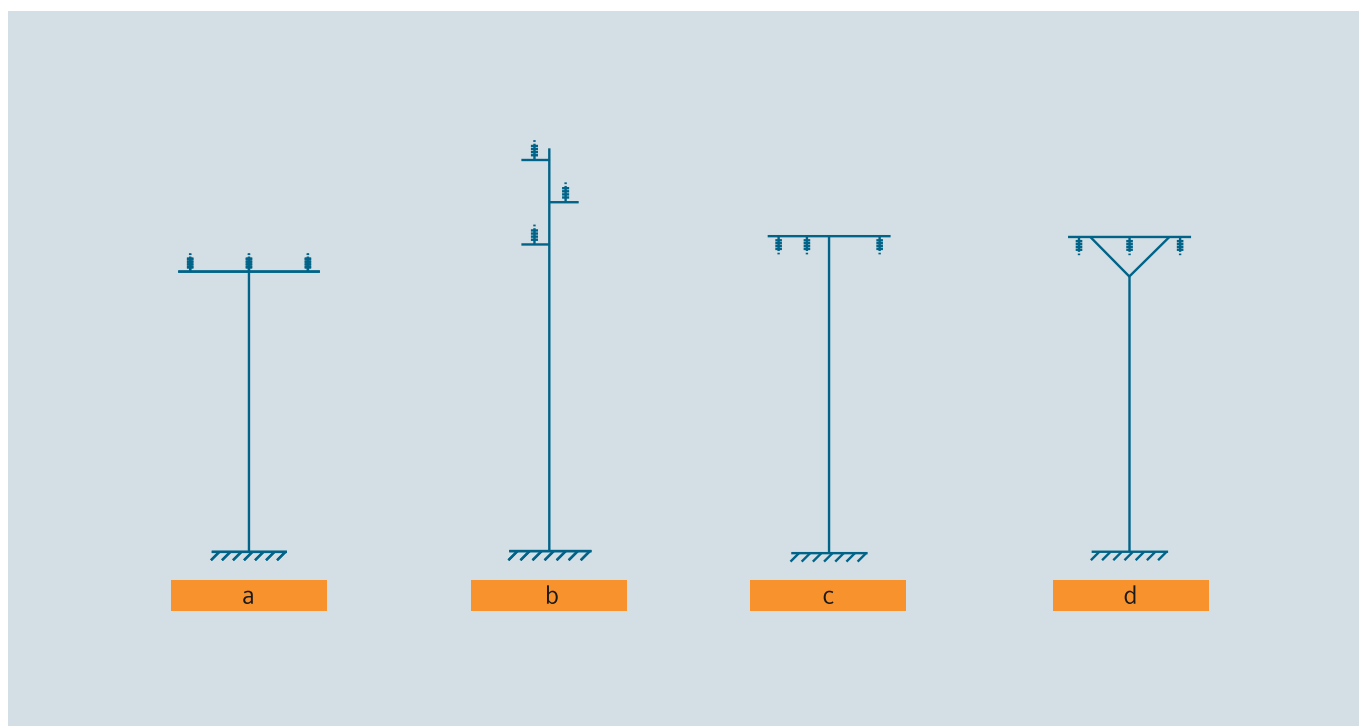


Fig. 2.5-18: Configurations of medium-voltage supports

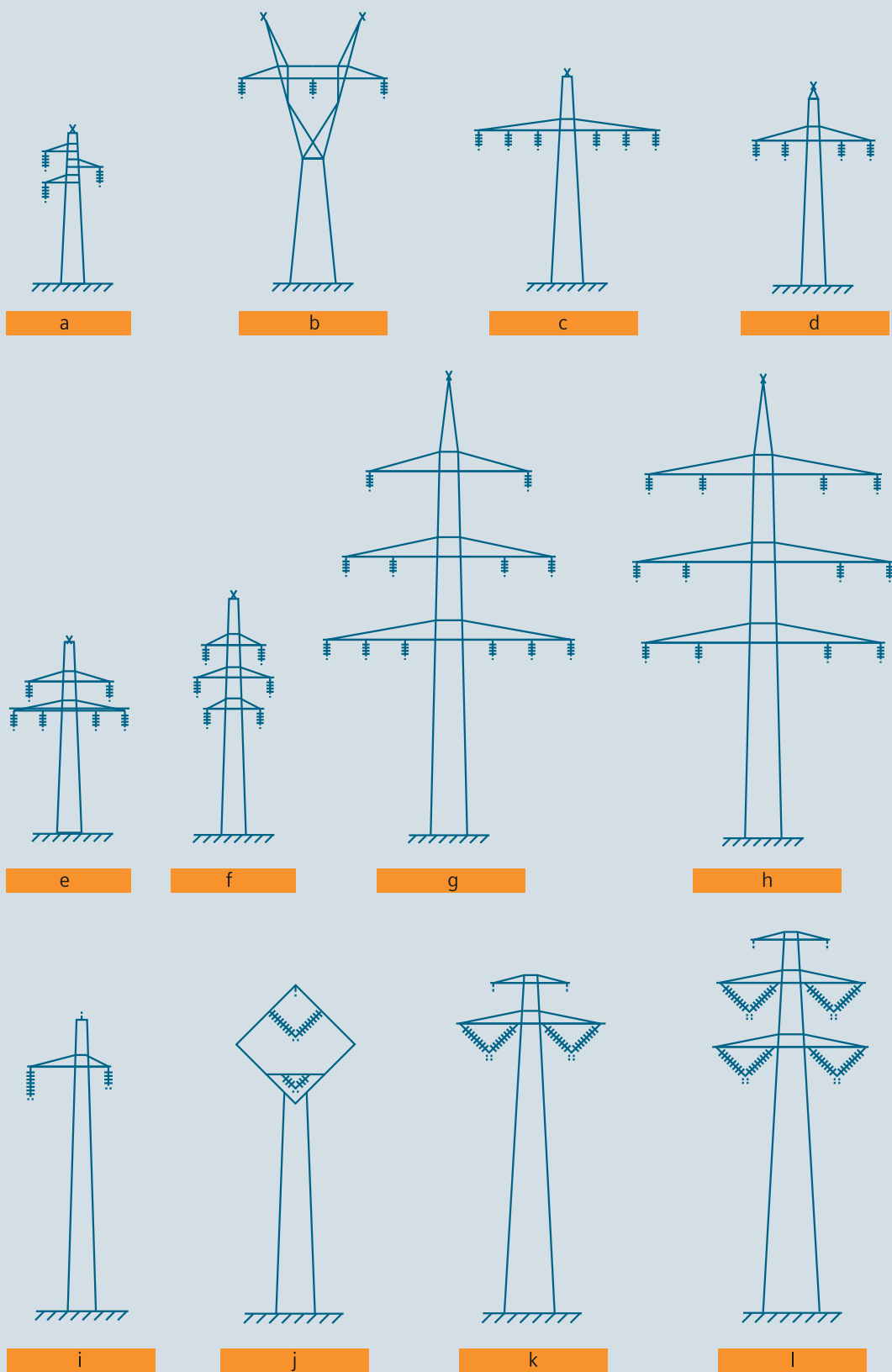


Fig. 2.5-19: (a-h): configuraciones de torre para líneas de alta tensión (AC); (i-l): configuraciones de torre para líneas de alta tensión (DC)

Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.5 Líneas de transmisión de energía

Las fuerzas de tracción del conductor pueden resultar en una carga de torsión. Además, se adoptan condiciones especiales de carga con el fin de contener la falla, es decir, para limitar la extensión del daño. Finalmente, se deben hacer provisiones para la construcción y el mantenimiento.

En función del nivel de tensión y de las fuerzas actuantes de la línea aérea, se adoptan diferentes diseños y materiales. Los postes de madera, hormigón o acero se utilizan muy a menudo para líneas de baja y media tensión. Sin embargo, las torres con diseño de celosía de acero prevalecen a niveles de tensión de 110 kV y superiores (fig. 2.5-20). Las estructuras de acero de celosía arriostrada se utilizan en algunas partes del mundo para líneas de CA y CC de alto voltaje. Dicho diseño requiere una topografía relativamente plana y un entorno seguro donde no haya amenazas de vandalismo o robo. Las estructuras de acero de celosía arriostrada ofrecen una cantidad sustancial de ahorro de costos con respecto al peso de la torre y las cantidades de cimentación. Sin embargo, se debe considerar un derecho de paso más amplio.

Cimientos para los soportes

Overhead power line supports are mounted on concrete foundations. The foundations have to be designed according to the national or international standard applicable for the particular project.

The selection of foundation types and the design is determined by the:

- Loads resulting from the tower design
- Soil conditions on the site
- Accessibility to the line route
- Availability of machinery
- Constraints of the particular country and the site

Concrete blocks or concrete piers are in use for poles that exert bending moments on the foundation. For towers with four legs, a foundation is provided for each individual leg (fig. 2.5-21). Pad and chimney and concrete block foundations require good bearing soil conditions without groundwater.

Driven or augured piles and piers are adopted for low-bearing soil, for sites with bearing soil at a greater depth and for high groundwater level. In case of groundwater, the soil conditions must permit pile driving. Concrete slabs can be used for good bearing soil, when subsoil and groundwater level prohibit pad and chimney foundations as well as piles.

Route selection and tower spotting

Route selection and planning represent increasingly difficult tasks, because the right-of-way for transmission lines is limited and many aspects and interests have to be considered.

Route selection and approval depend on the statutory conditions and procedures prevailing in the country of the project. Route selection nowadays involves preliminary desktop studies with a variety of route alternatives, environmental impact studies, community communication hearings and acceptance approval from the local authorities.

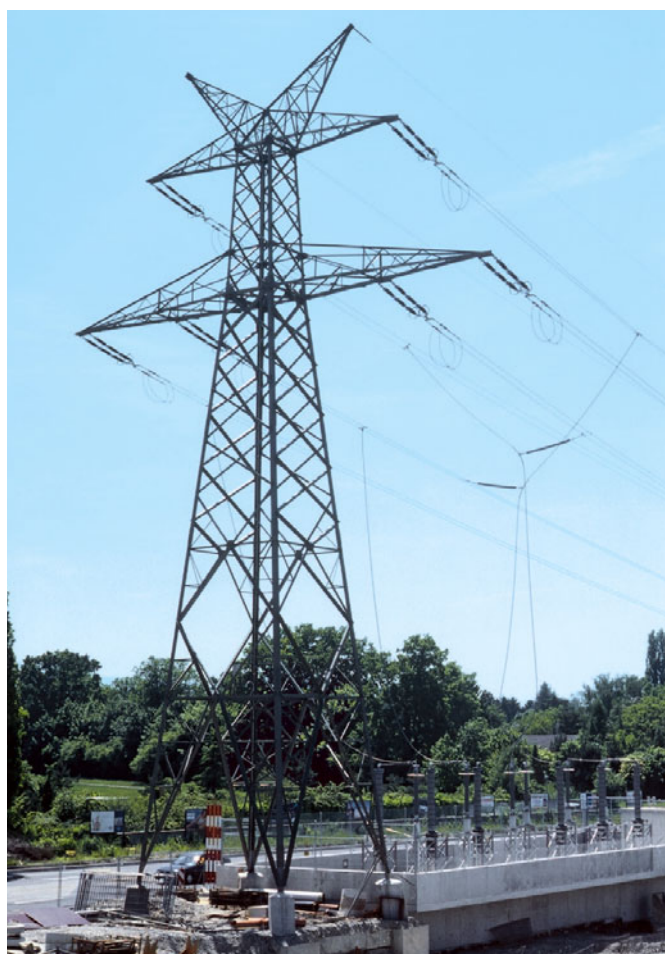
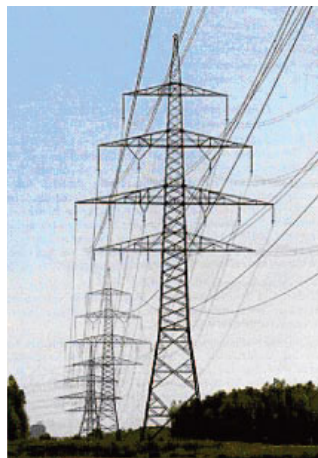


Fig. 2.5-20: Typical Central European AC line design with different voltage levels

Después de la etapa de diseño de la ruta y el procedimiento de aprobación, se confirma la ruta de la línea final. Después de esta confirmación y aprobación, se debe medir el perfil longitudinal y se deben identificar todos los cruces de carreteras, ríos, vías férreas, edificios y otras líneas eléctricas aéreas. Los resultados se evalúan con un programa informático especializado desarrollado por Siemens que calcula y traza el perfil de la línea. Las torres se localizan mediante el mismo programa, que tiene en cuenta el hundimiento del conductor en diferentes condiciones, las distancias al suelo, los objetos cruzados por la línea, los datos técnicos de la familia de torres disponibles, el coste específico de torres y cimentaciones y el coste de compensación de terratenientes.

El resultado es un diseño económico de una línea que tiene en cuenta todas las condiciones técnicas, financieras y ambientales. La planificación de líneas constituye la base para la adquisición de material y el montaje de líneas. La figura 2.5-22 muestra un perfil de línea establecido por computadora.

Actividades y experiencia de Siemens

Siemens ha estado activo en el campo de las líneas eléctricas aéreas durante más de 100 años. Las actividades comprenden el diseño y construcción de esquemas de electrificación rural, líneas de distribución de baja y media tensión, líneas de alta tensión e instalaciones de extra alta tensión.

Para dar una idea de lo realizado por Siemens, hasta el momento se han instalado aproximadamente 20.000 km de líneas de alta tensión hasta 245 kV y 10.000 km de líneas de extra alta tensión por encima de 245 kV. Siemens ha instalado líneas eléctricas aéreas en Alemania y Europa Central, así como en Oriente Medio, África, el Lejano Oriente y América del Sur.

Los proyectos AC destacados han sido:

- Las líneas de transmisión de 420 kV a través del río Elba en Alemania que comprenden cuatro circuitos y requieren torres de 235 m de altura
- La línea de 420 kV que cruza el Bósforo (Cruce II) en Turquía (1983) con una luz de cruce de aproximadamente 1.800 m (fig. 2.5-23).
- El Cruce de Suez de 500 kV (1998); altura de la torre colgante 220 m
- Cruce del Bósforo III en 420/800 kV en Turquía (1999)

Furthermore, Siemens has constructed two HVDC interconnectors as turnkey projects that include HVDC overhead transmission lines. The two projects are the 300 kV HVDC interconnector from Thailand to Malaysia (bipole transmission line, fig. 2.5-24) and the 400 kV HVDC Basslink project in Australia (monopole transmission line, fig. 2.5-25a–c).

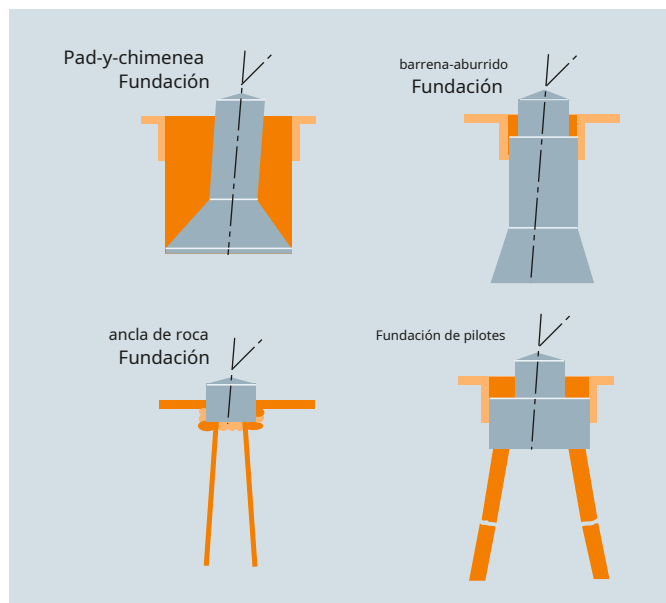


Figura 2.5-21: Cimientos para torres de cuatro patas

Power Transmission and Distribution Solutions

2.5 Power Transmission Lines

2

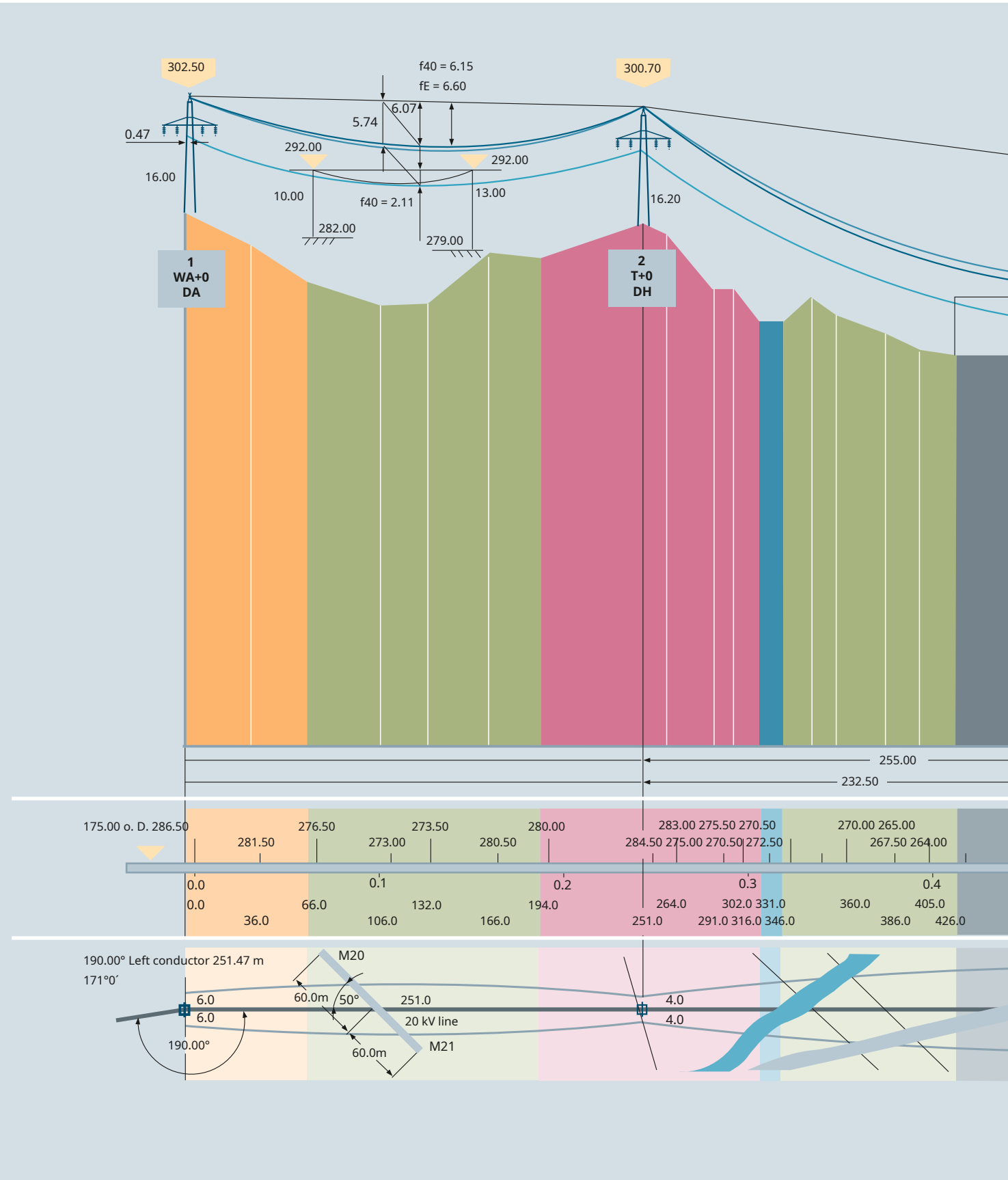
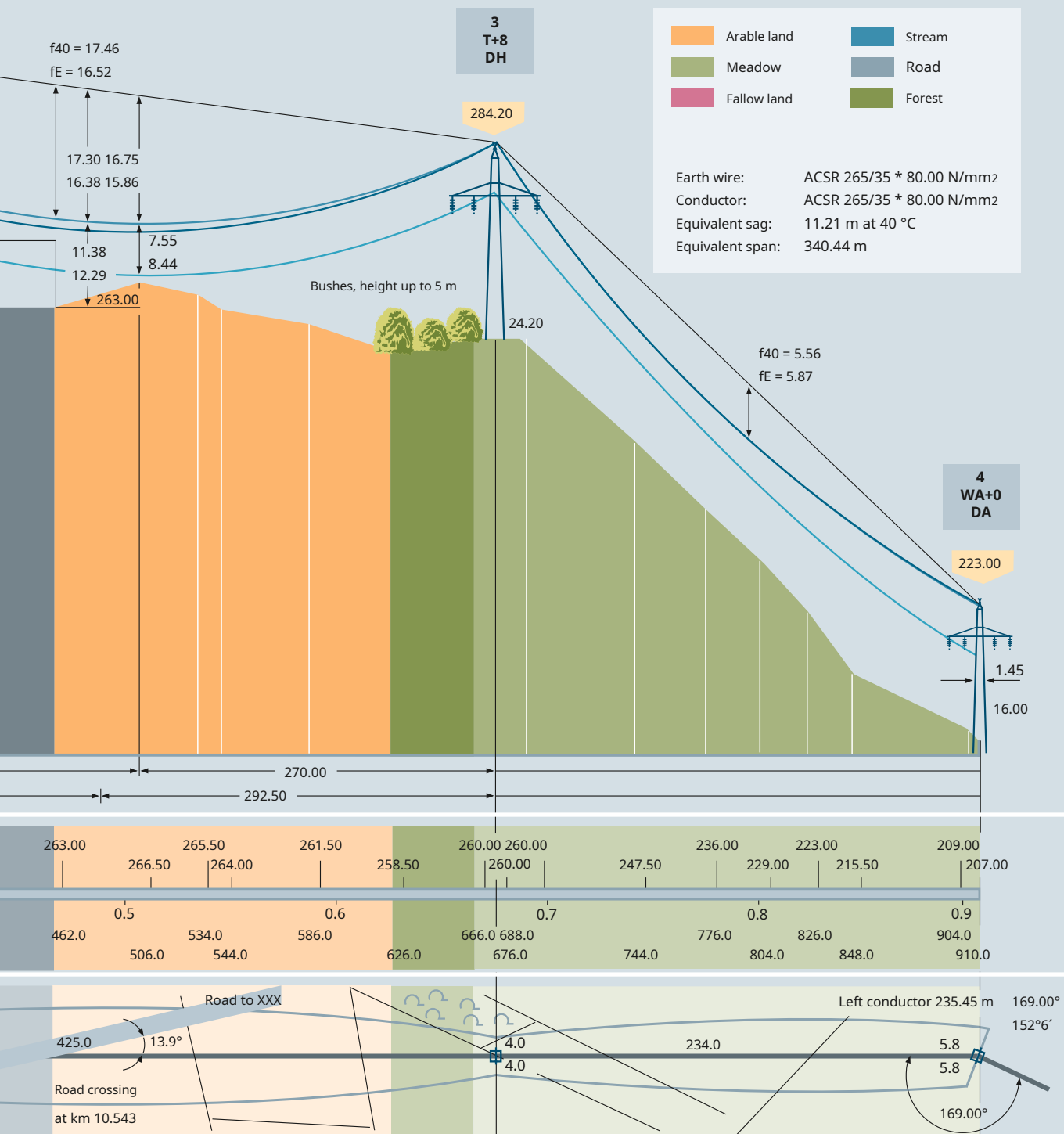


Fig. 2.5-22: Line profile established by computer



Power Transmission and Distribution Solutions

2.5 Power Transmission Lines

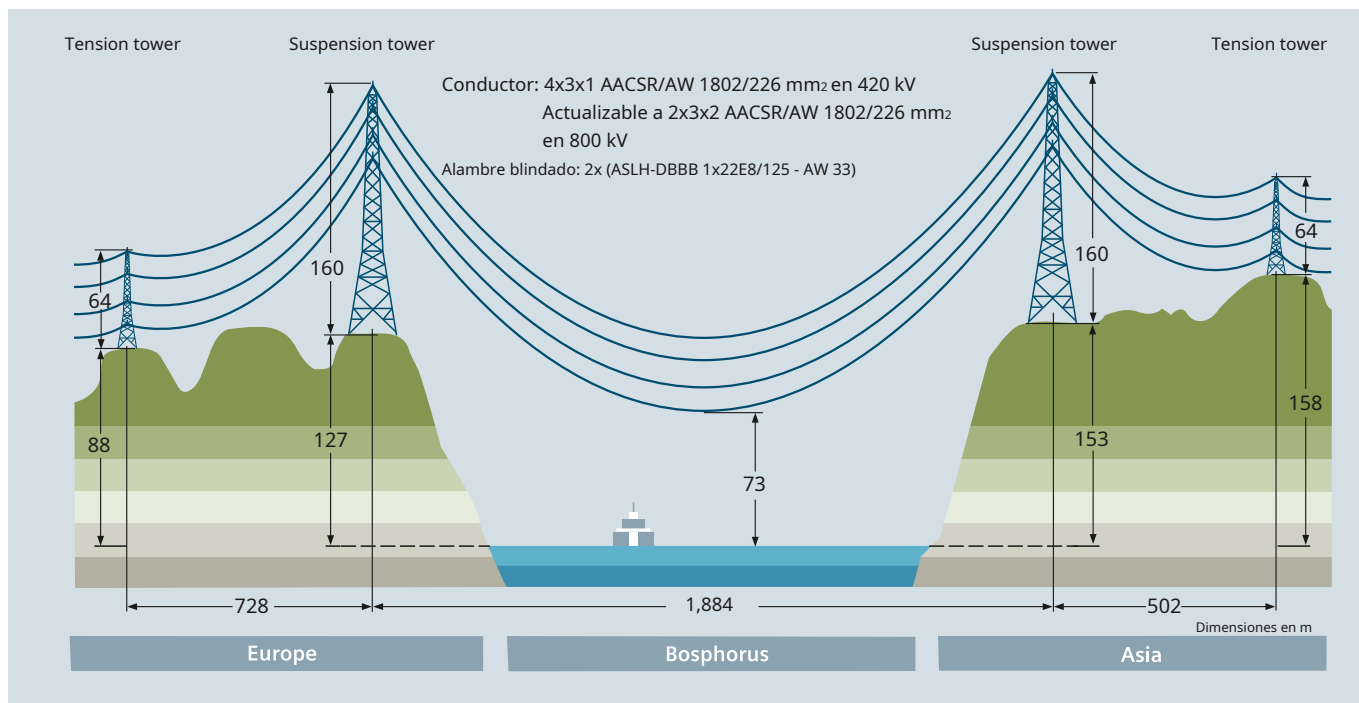


Figura 2.5-23: Línea 420/800 kV sobre el Bósforo, perfil longitudinal



Figura 2.5-24: Interconector HVDC de 300kV de Tailandia a Malasia (línea de transmisión bipolar)

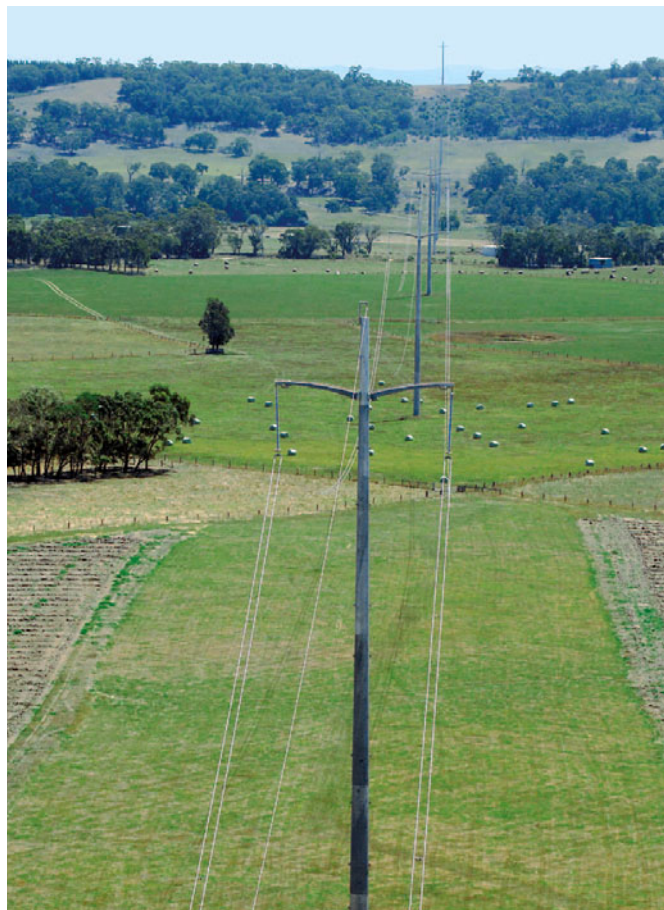


Figura 2.5-25a: Proyecto HVDC Basslink de 400 kV en Australia (línea de transmisión monopolo)



Figura 2.5-25b, c: Proyecto HVDC Basslink de 400 kV en Australia (línea de transmisión monopolar)

Para más información póngase en contacto:

Fax: ++49 (0)91 31 7-3 20 94 Correo

electrónico: dirk.ettlich@siemens.com

2.6 Soluciones de acceso a la red para la generación de energía descentralizada

Grid access solutions are custom-engineered solutions for decentralized generating units and remote loads. They are an essential part of Smart Grid and Super Grid developments (refer to chapter 1). Grid access solutions involve reconciling contrasting parameters, such as high reliability, low investment costs and efficient transmission, in the best possible solution. For example, in the design of high-voltage offshore platforms for offshore wind farm connections to the grid (fig. 2.6-1), special attention is paid to intelligent collection systems at the medium-voltage level, followed by the design of the high-voltage transmission system and the onshore receiving substation and its reactive compensation to meet local grid code requirements.

Propuesta llave en mano y ejecución de proyectos.

Al ofrecer una solución llave en mano (fig. 2.6-2), Siemens proporciona una configuración holística de un proyecto complejo que involucra administración de proyectos, servicios de diseño e ingeniería, subcontratación, adquisición y expedición de equipos, inspección de equipos antes de la entrega, envío, transporte, control de cronograma y calidad, pre-comisionamiento y finalización, pruebas de garantía de desempeño y capacitación del personal de operación y/o mantenimiento del propietario.

Para las tecnologías de transmisión de CA y CC, Siemens ofrece una amplia gama de soluciones. Las limitaciones técnicas de una unidad generadora descentralizada o cargas remotas en conexión con sistemas de transmisión de CA o CC son bien conocidas y se abordan en consecuencia. La experiencia en ingeniería de Siemens incluye todo, desde el diseño conceptual y básico hasta las simulaciones digitales y en tiempo real, por lo que asume la responsabilidad de presentar la solución al propietario de la red, lo cual es esencial para ejecutar dichos proyectos.

System and design studies, engineering

The final design and specification of all equipment to be installed are verified by system and design studies. Important steps to achieve final design criteria include determining an optimized economical network within a system of generating units, integrating this system within the grid, defining and configuring grid components, carrying out load flow studies and short-circuit calculations for the entire system.

Moreover, an earthing concept and coordination of the insulation for the entire grid connection must also be defined. The static and dynamic characteristics must be checked and the reactive power compensation defined (static and dynamic). The resonance phenomenon for all elements should be investigated, from the transmission system itself to cables, transformers, reactors, wind turbines and capacitor banks. Compatibility and conformity with grid code requirements must be established, as well as a control and protection system.

High-Voltage Offshore Platform

Siemens Wind Power Offshore Substation (WIPOS™) is the optimal solution that ensures long-term offshore operation. With WIPOS, Siemens marks an innovative role in the design, engineering and installation of offshore platforms (see section 2.6.1 References).

En la industria eólica marina, la palabra 'plataforma' refleja dos entidades de construcción, a saber, la 'parte superior', donde se instalan todos los equipos operativos y de alta y media tensión, y la entidad 'fundamental' que sirve como base para la parte superior. Siemens ofrece diseños optimizados para ambas entidades al unir fuerzas laborales con expertos en alta mar, marítimos y de astilleros.

WIPOS (fig. 2.6-3) sirve como una interfaz entre las turbinas eólicas y el continente, por lo que la energía recolectada del viento se agrupa y luego pasa a través de los cables de exportación para llegar al punto de conexión en tierra.

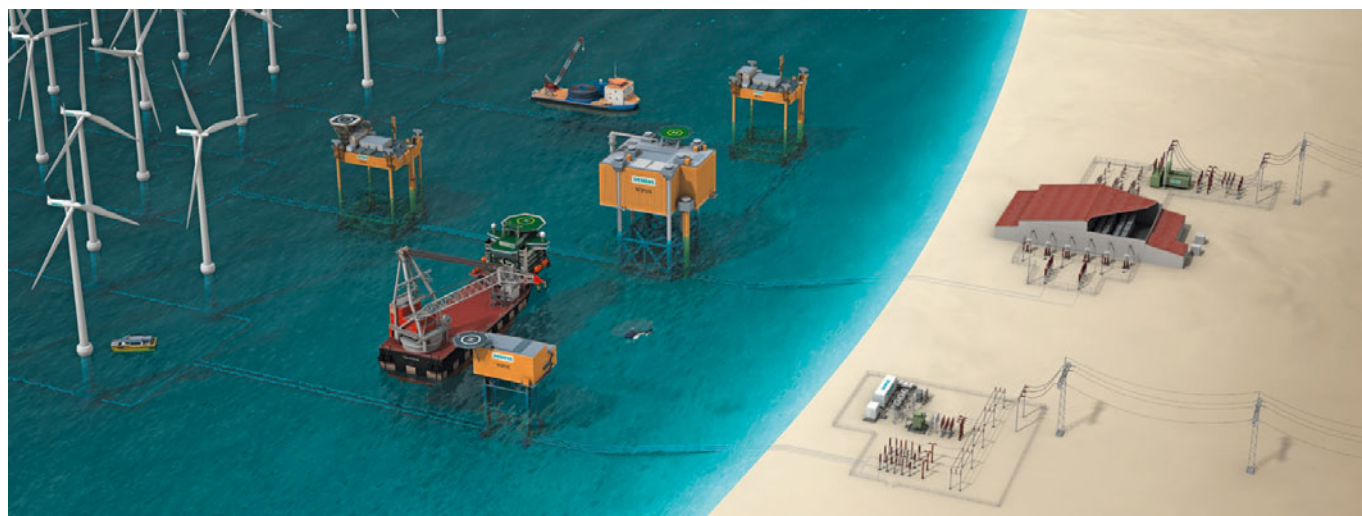


Figura 2.6-1: Una descripción general completa de las conexiones a la red eólica marina de CA y CC



Figura 2.6-2: Siemens ejecuta proyectos como en EPC Contractor

Un topside típico comprende una construcción de varias cubiertas con la cubierta principal, donde se instalan todos los equipos electrotécnicos, así como una heliplataforma para el aterrizaje de helicópteros diseñada para cumplir con las normas de aviación.

Desde un enfoque de plataforma completa, Siemens también ofrece el concepto de plataforma autoelevadora debido a su versatilidad en la función y la posibilidad de transporte e instalación sin esfuerzos exorbitantes al evitar los pesados buques grúa.

Siemens ofrece una familia de diseños WIPOS con la flexibilidad para cumplir con diversas condiciones climáticas, de mareas y de lecho marino en alta mar con tres configuraciones principales:

- Solución de autoelevación WIPOS
- Solución de superficie WIPOS (parte superior/cubierta)
- Solución flotante WIPOS



Figura 2.6-3: Un modelo de la subestación eólica marina de Siemens (WIPOS): Siemens suministra soluciones integrales de conexión a la red en alta mar con configuraciones de subestaciones flexibles para aplicaciones de CA y CC

Soluciones de transmisión y distribución de energía

2.6 Soluciones de acceso a la red para la generación de energía descentralizada

2.6.1 Referencias

Fig. 2.6-4: El parque eólico marino Lillgrund, que consta de 48 aerogeneradores, cada uno de 2,3 MW, de Siemens Wind Power, está instalado en Oresund. Su ubicación es en aguas nacionales suecas, aproximadamente a 7 km de la costa sueca cerca de la ciudad de Malmö. El propietario es Vattenfall AB, Suecia. La subestación transformadora de 33/138 kV con su transformador de 120 MVA está montada sobre una plataforma marina ubicada dentro del área del parque eólico. La transmisión de energía se realiza a través de un cable submarino trifásico XLPE de 138 kV hacia la subestación existente en Bunkeflo (Suecia).

Además de la subestación transformadora en la plataforma, Siemens Energy Transmission realizó los estudios de red, así como los estudios de diseño y rendimiento de todo el parque eólico y su conexión a la red.

En servicio desde finales de 2007, el parque eólico marino de Lillgrund proporciona suficiente energía para aproximadamente 80.000 hogares y reduce el CO₂ emisiones en 300.000 toneladas al año.

Fig. 2.6-5: Los parques eólicos marinos Lynn e Inner Dowsing, que constan de 54 aerogeneradores, cada uno de 3,6 MW, de Siemens Wind Power, están ubicados en el área de Greater Wash, en aguas nacionales de Gran Bretaña. Esto está aproximadamente a 5 km de la costa de Skegness, Lincolnshire. El propietario es Centrica Renewable Energy Ltd., Reino Unido

La subestación transformadora terrestre 33/132 kV con sus dos transformadores de 100 MVA está ubicada en Middle Marsh, aproximadamente a 5 km del malecón. La transmisión de energía desde los parques eólicos marinos se realiza a través de seis cables XLPE submarinos trifásicos de 33 kV. Más allá de la red se utilizan dos cables de 132 kV. Además de la subestación transformadora y el sistema de cable, Siemens Energy Transmission también realizó los estudios de red, así como los estudios de diseño y rendimiento para todo el parque eólico y su conexión a la red.

La conexión a la red se activó en enero de 2008. Ambos parques eólicos estaban en pleno funcionamiento en otoño de 2008. Proporcionan energía suficiente para aproximadamente 130.000 hogares y reducen las emisiones de CO₂ emisiones en 500.000 toneladas.

Fig. 2.6-6: The Thanet Offshore Wind Farm, consisting of 100 wind turbines, each 3 MW, from Vestas (Denmark), is located in the North Sea. It is roughly 11 km away from the coast line of Kent, Foreness Point. The owner is Thanet Offshore Wind Ltd., U.K.

The 33/132 kV transformer substation with its two 180 MVA transformers is mounted on an offshore platform located within the wind farm area. Power transmission is realized via two three-phase 132 kV XLPE submarine cables. The point of coupling to the grid is a specific switchgear in Richborough, Kent.



Figura 2.6-4: 2007 Parque eólico marino de 110 MW Lillgrund, Suecia

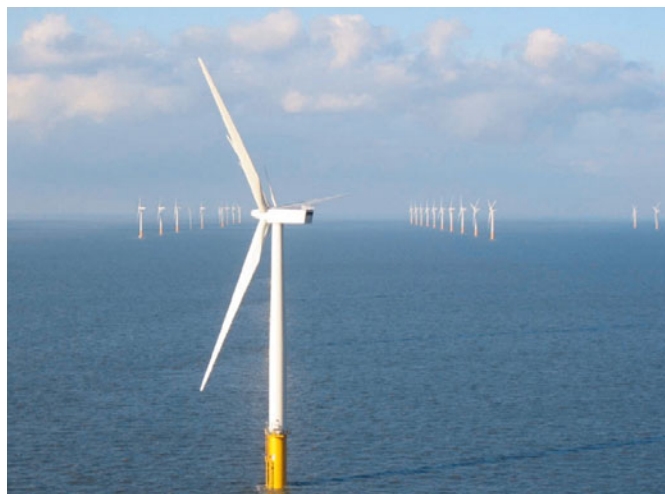


Figura 2.6-5: 2008 Parque eólico marino de 180 MW Lynn / Inner Dowsing, Reino Unido



Fig. 2.6-6: 2009 300 MW Offshore Wind Farm Thanet, UK

Apart from the offshore transformer substation, the onshore substation with its compensation systems (two SVC PLUS) and harmonic filters, as well as the cable system, Siemens Energy Transmission also performed the grid studies as well as the design and performance studies for the entire wind farm and its grid connection.

The grid connection was energized in autumn 2009, with all 100 wind turbines running by autumn 2010. Now the offshore wind farm provides enough energy for approximately 215,000 homes, and reduces the CO₂ emissions by 830,000 tons a year.

Fig. 2.6-7: The Greater Gabbard offshore wind farm, planned with 140 wind turbines, each 3.6 MW, from Siemens Wind Power (Denmark), is located in the North Sea close to the Thames Estuary. It is roughly 26 km (respective 46 km) away from the coast line of Suffolk.

The owner is Greater Gabbard Offshore Winds Ltd., U.K. The 33/132 kV transformer substation with its three 180 MVA transformers is mounted on two offshore platforms (Inner Gabbard and Galloper) located within the wind farm area. Power transmission is realized via three three-phase 132 kV XLPE submarine cables.

The point of coupling to the grid is realized in Sizewell Village, Suffolk, where Siemens built a reactive power compensation substation to allow the wind farm to meet the requirements of the GB grid code. SVC PLUS multilevel technology is used for all of the three export circuits.

Here again, Siemens Energy Transmission performed the grid studies as well as the design and performance studies for the entire wind farm.

Now the offshore wind farm provides enough energy for approximately 350,000 homes and reduces the CO₂ emissions by 1,350,000 tons a year.

Fig. 2.6-8: In September 2009, Siemens was awarded a contract for the first phase of the offshore grid access solution to the prestigious London Array wind farm.

The grid access project was completed in two phases. In phase one, two offshore substations (each with two 150 MVA transformers) will be delivered to collect the 630 MW of power generated from 175 wind turbines – also supplied by Siemens – before transferring it to shore via the main 150 kV export cables.

Siemens is responsible for the turnkey construction of the onshore substation. As for the two offshore substations, Siemens is responsible for the overall layout design to ensure that the facility functions as a substation, including all primary and secondary equipment as well as testing and commissioning.



Fig. 2.6-7: 2010 500 MW Offshore Greater Gabbard, UK



Fig. 2.6-8: 2012 630 MW London Array, UK

Situated 24 km from Clacton-on-Sea, Essex, the system will generate 1,000 MW of green power, enough to supply the electricity needs for nearly 600,000 homes across the South East of England, and will be the largest offshore wind farm in the world in 2012.

For further information:

<http://www.siemens.com/energy/grid-access-solutions>
<http://www.siemens.com/energy/wipos>

Power Transmission and Distribution Solutions

2.6 Grid Access Solutions for Decentralized Power Generation

BorWin2

800 MW offshore HVDC PLUS link BorWin2, Germany Para el proyecto BorWin2, Siemens suministrará el sistema convertidor de fuente de voltaje (VSC), utilizando la tecnología HVDC PLUS de Siemens, con una potencia nominal de 800 MW. Los parques eólicos Veja Mate y Global Tech 1 están diseñados para generar 800 MW y están conectados a tierra a través del enlace HVDC PLUS de Siemens. El convertidor se instala en una plataforma en alta mar, donde el nivel de tensión se eleva y luego se convierte a ± 300 kV CC. La plataforma albergará todo el equipo eléctrico necesario para la estación convertidora HVDC, dos transformadores, cuatro reactores de compensación de cable de CA y aparamenta aislada en gas (GIS) de alta tensión. La subestación offshore de energía eólica de Siemens (WIPOS) está diseñada como una plataforma flotante autoelevadora. La energía se transmite a través de cables submarinos y terrestres a Diele cerca de Papenburg,



Fig. 2.6-9: BorWin 2, 800MW HVDC PLUS, North Sea

HelWin1

576 MW offshore HVDC PLUS link HelWin1, Germany Para el proyecto HelWin1, Siemens está suministrando un sistema de convertidor de fuente de voltaje (VSC) con una potencia nominal de 576 MW utilizando la tecnología Siemens HVDC PLUS. Los parques eólicos Nordsee Ost y Meerwind están diseñados para generar 576 MW y están conectados a tierra mediante un enlace HVDC PLUS de Siemens. El convertidor se instala en una plataforma marina, donde el nivel de tensión se eleva y luego se convierte a ± 250 kV CC. La plataforma albergará todos los equipos eléctricos de CA y CC de alto voltaje necesarios para la estación convertidora. Al igual que el proyecto BorWin2, la subestación eólica marina de Siemens (WIPOS) también se diseñará como una plataforma flotante autoelevadora. La energía se transmite a través de cables submarinos y terrestres a Büttel, al noroeste de Hamburgo, Alemania,



Fig. 2.6-10: HelWin 1, 576 MW HVDC PLUS, North Sea

SylWin1

864 MW offshore HVDC PLUS link SylWin1, Germany Siemens suministrará el sistema marino de convertidor de fuente de voltaje (VSC) más grande del mundo con una calificación de 864 MW para el proyecto SylWin1. El enlace HVDC PLUS de Siemens conectará el parque eólico Dan Tysk con la costa alemana. El convertidor se instala en una plataforma en alta mar, donde el nivel de tensión se eleva y se convierte a ± 320 kV CC. La plataforma albergará todo el equipo eléctrico necesario para la estación convertidora HVDC: dos transformadores, cuatro reactores de compensación de cable de CA y aparamenta aislada con gas (GIS) de alta tensión. Al igual que los proyectos BorWin2 y HelWin1, la subestación eólica marina de Siemens (WIPOS®) está diseñada como una plataforma flotante autoelevadora. La energía se transmite a través de cables submarinos y terrestres a Büttel, donde una estación convertidora en tierra reconvertirá la CC a CA y la alimentará a la red de CA de 380 kV.



Figura 2.6-11: SylWin 1, 864 MW HVDC PLUS, Mar del Norte

HelWin2

Enlace HVDC PLUS de 690 MW en alta mar HelWin2, Alemania Siemens Energy, en consorcio con el fabricante italiano de cables Prysmian, está construyendo HelWin 2, el enlace entre el parque eólico marino del Mar del Norte Amrumbank West y la red terrestre. El cliente es TenneT TSO GmbH de Bayreuth, Alemania. La conexión a la red, diseñada como un enlace de transmisión de corriente continua de alto voltaje, tiene una potencia nominal de 690 megavatios (MW). Amrumbank West está construido en el Mar del Norte, a unos 55 kilómetros del continente, 35 kilómetros al norte de Helgoland y 37 kilómetros al oeste de la isla de Amrum, en el norte de Frisia. El parque eólico tendrá una potencia de entre 300 y 400 MW. Junto con los parques eólicos marinos Meerwind y North Sea East, Amrumbank West forma parte del grupo HelWin del Mar del Norte.



Figura 2.6-12: HelWin 2, 690 MW HVDC PLUS, Mar del Norte

2.7 Soluciones de energía solar

Los sistemas fotovoltaicos (PV) convierten la luz solar directamente en energía eléctrica sin emisiones nocivas para el medio ambiente y, por lo tanto, reducen la dependencia de fuentes de energía fósiles costosas y agotadas. Los programas de estimulación del gobierno y el aumento de la eficiencia están haciendo que los sistemas fotovoltaicos sean cada vez más atractivos para los inversores y las empresas de suministro de energía. Los rendimientos se pueden obtener alimentando la electricidad solar a la red.

Las tres principales áreas de aplicación son:

Sistemas fotovoltaicos conectados a la red:

Estos sistemas fotovoltaicos (de 5 kWp a 50 MWp) se conectan a la red y generan corriente alterna que se alimenta a la red o se usa directamente en el sitio.

Sistemas fotovoltaicos autónomos:

Los sistemas fotovoltaicos autónomos equipados con baterías para almacenar electricidad se utilizan para suministrar energía a áreas que no tienen conexión a la red.

Sistemas híbridos para respaldo de suministro en regiones donde el suministro público no es confiable.

Componentes y modo de funcionamiento

Un sistema fotovoltaico conectado a la red normalmente consta de los siguientes componentes:

Módulos solares

Cableado

Inversores y conmutadores

Medición

Conexión a la red pública

Solar cells absorb sunlight and transform it into electrical energy, thereby generating direct current. Several solar cells wired together form a solar module. Solar cells are usually manufactured from either monocrystalline or polycrystalline silicon. The use of thin-layer modules is also becoming increasingly common. The modules are connected in series and combined into arrays. The arrays are connected to the inverter via several connection boxes. Centralized inverter combinations convert the direct current generated by the solar modules into alternating current that can be fed into the grid. Optimum electrical and structural engineering forms the basis for maximum efficiency and a high degree of reliability.

SINVERTsolar inverter units

Los elementos centrales de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red son los inversores de potencia. Con su gama SINVERTsolar de unidades inversoras, Siemens ofrece productos fabricados en serie certificados que cumplen con todas las normas de seguridad nacionales e internacionales importantes. Gracias a su construcción compatible con compatibilidad electromagnética (EMC), son incluso adecuados para operar en áreas susceptibles a interferencias electromagnéticas.

Los grandes subsistemas de hasta 1,6 MVA de capacidad máxima (combinación maestro/esclavo) también se pueden implementar con inversores SINVERTsolar. Los dispositivos, que se basan en tecnología IGBT, pueden alcanzar una eficiencia de hasta el 97 %, porque están optimizados

para pérdidas extremadamente bajas. El funcionamiento maestro/esclavo tiene la ventaja de que los inversores siempre pueden operar cerca del rango de eficiencia óptimo. Si, por ejemplo, la radiación solar disminuye, los inversores superfluos se pueden apagar automáticamente y los inversores restantes se pueden cargar de manera más efectiva para que el máximo rendimiento eléctrico posible pueda fluir a la red. Por la noche los inversores se apagan, para reducir su tiempo de funcionamiento y aumentar la vida útil.

Requisitos para sistemas fotovoltaicos para edificios

Al planificar un sistema fotovoltaico, se deben tener en cuenta numerosos requisitos de ingeniería estructural, ya que a menudo no se tuvo en cuenta la instalación de sistemas fotovoltaicos cuando se construyó un edificio por primera vez. Durante muchos años, Siemens ha estado desarrollando soluciones de ingeniería estructural y eléctrica altamente flexibles para aplicaciones específicas para la producción de electricidad solar. Los siguientes factores influyen directamente en la eficiencia y, por lo tanto, en la rentabilidad al planificar e instalar un sistema fotovoltaico:

Ubicación del sistema (irradiación solar máxima) Orientación del sistema (el sur es óptimo) Calidad de los productos (coincidencia óptima) Excelencia en ingeniería (combinación eléctrica/mecánica)

Están disponibles los siguientes sistemas integrados de edificios:

Sistema en fachada (fig. 2.7-1a) Sistema

en cubierta (fig. 2.7-1c) Instalación en

cubierta plana

Soluciones especiales de ingeniería estructural (fig. 2.7-1b)

Directrices de planificación

When planning a grid-connected PV system (fig. 2.7-2), the following points must be clarified in advance:

Choice of the ideal application and orientation (solar irradiation)

Choice of the ideal system:

- Deciding on the total capacity of the system, depending on the investment volume and the area available for the installation
- Drawing up a financing plan
- Statical calculation of the load-bearing capacity of the roof or facade
- Electrical and mechanical engineering
- Determining whether feeding into the grid is possible and making an application to the local distribution network operator

La electricidad de los sistemas montados en el techo y la fachada generalmente se alimenta al sistema de baja o media tensión del operador de la red de distribución local como corriente trifásica. El tipo de corriente que se alimenta a la red debe aclararse con el operador de la red de distribución local en cada caso individual.

Proceso de planificación

Siemens apoya el proceso de planificación con el asesoramiento de expertos sobre aspectos económicos y técnicos e ingeniería básica y de detalle. Siemens también puede ayudar a diseñar el plan de financiación. Los proyectos, ubicados en los Países Bajos, pueden ofrecer lo siguiente



Figura 2.7-1: Ejemplo de sistema fotovoltaico:

- a) Sistema fotovoltaico integrado en la fachada en Italia
- b) Instalación de un sistema fotovoltaico terrestre de 1 MWp en Italia
- c) Ejemplo de un sistema de techo de estadio de 30 m de altura

Soluciones de sistema, basadas en muchos años de experiencia en la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red:

(Construcción ligera) sistema fotovoltaico de cubierta plana
Sistema fotovoltaico integrado en el edificio (BIPV) Sistema montado en fachada (fig. 2.7-1a)
Soluciones especiales de ingeniería estructural (fig. 2.7-1b)
Sistema montado en el techo (fig. 2.7-1c)
Cubierta solar SolarPark™

Soluciones llave en mano

Siemens es una ventanilla única para soluciones de sistemas eficientes y confiables. Su servicio comprende la instalación llave en mano de sistemas fotovoltaicos conectados a la red que cubre todo, desde la planificación, adquisición y realización técnica hasta pruebas de aceptación del sitio, monitoreo y servicio. El Centro de Competencia trabaja en estrecha colaboración con los representantes locales de Siemens. La mayoría de los proyectos están actualmente implementados en Alemania, Italia, España, Bélgica y Francia.

Para mayor información:
www.siemens.com/solar

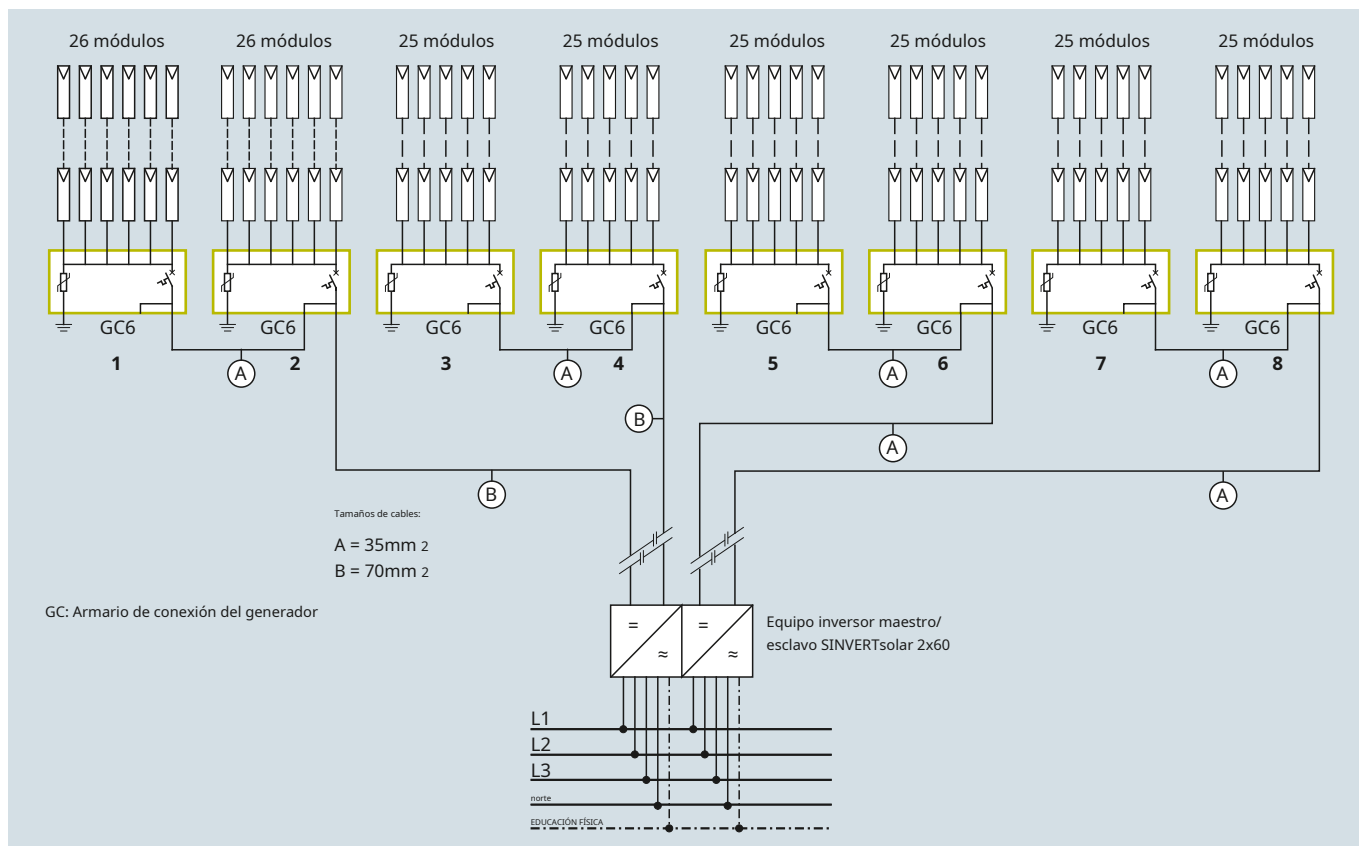


Figura 2.7-2: Diagrama esquemático del diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red

2.8 ALMACENAMIENTO

2.8.1 El Sistema Modular de Almacenamiento de Energía para un Suministro de Energía Sostenible

El reto: reliable energy supply! Distributed, renewable energy sources, such as wind turbines and photovoltaic plants, are making a bigger and bigger contribution to the energy mix of the public power supply (fig. 2.8-1). However, as the amount of electrical power they generate cannot be predicted, their increasing use is creating new challenges in terms of system stability, integration into the power supply system, operating reserves, quality of voltage and supply, as well as peak load management.

The answer: SIESTORAGE – Siemens Energy Storage – ¡la solución sostenible y ecológica! Los sistemas de almacenamiento de energía son la solución adecuada en todos estos casos. SIESTORAGE garantiza una cantidad suficiente de energía de reserva disponible para fines de equilibrio y regulación, especialmente de fuentes de energía renovables, y crea una mayor estabilidad del sistema para la industria, los edificios y la infraestructura. La energía almacenada por el sistema se puede recuperar en caso de demanda. Los cortes de generación se pueden compensar por minutos e incluso por horas. SIESTORAGE combina electrónica de potencia de última generación para aplicaciones de sistemas de potencia con baterías de iones de litio de alto rendimiento. Con un gabinete compacto de batería y convertidor como la unidad más pequeña, la capacidad del sistema SIESTORAGE puede expandirse hasta 2 megavatios hora y su salida hasta 8 megavatios (fig. 2.8-2).

Las ventajas de un vistazo

El sistema de almacenamiento de energía SIESTORAGE de Siemens es ideal para diversas aplicaciones. En comparación con otras soluciones de almacenamiento de energía, tiene una serie de ventajas adicionales, como:

Alto grado de disponibilidad y fiabilidad gracias al diseño modular

Adecuado para todos los requisitos gracias a su máxima flexibilidad El fácil manejo de los módulos de batería (baja tensión segura) garantiza el mayor grado de seguridad para el sistema y las personas Solución llave en mano completamente integrada durante todo el ciclo de vida

La conexión en paralelo de armarios de almacenamiento de energía en el lado de CA garantiza la máxima flexibilidad

Experiencia de Prowen en electrónica de potencia para aplicaciones de sistemas de potencia

Capacidad de arranque en negro para aplicación de microrred

Solución libre de emisiones y mejora de CO₂ huella

Siempre la solución de almacenamiento adecuada

Diseño modular (fig. 2.8-3)

SIESTORAGE es una solución modular de almacenamiento de energía. Las baterías y la electrónica de control se insertan en armarios como unidades enchufables. Un gabinete de almacenamiento de energía contiene hasta 16 módulos de batería, cada uno



Fig. 2.8-1: SIESTORAGE offers solutions for distribution systems with a high share of distributed renewable energy sources

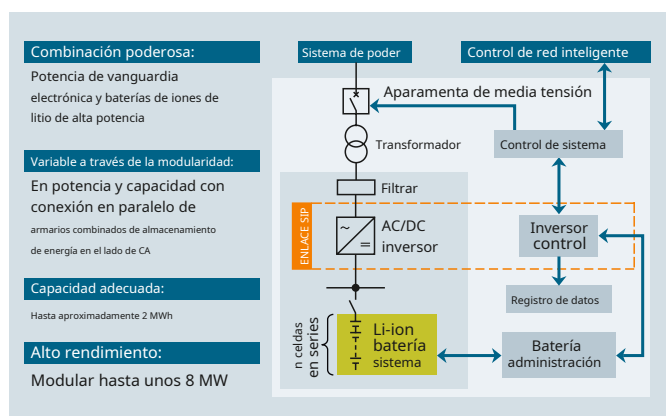


Figura 2.8-2: Una solución modular de almacenamiento de energía basada en componentes

con una tensión máxima de 60 V CC. Los módulos de batería individuales se pueden extraer, insertar y mover de forma segura. La potencia y la capacidad requeridas se logran mediante la conexión en paralelo de varios gabinetes en su lado de CA. Ambos parámetros se pueden adaptar para ajustarse a los requisitos particulares de un proyecto.

El sistema de gestión de batería inteligente (BMS) supervisa el estado de carga, el voltaje y la temperatura de los módulos de batería individuales, entre otros. El núcleo de SIESTORAGE es la plataforma de productos convertidores SIP-LINK. Las baterías se cargan y descargan en el sistema de CA utilizando los frentes activos SIPLINK. La electrónica de potencia SIPLINK se desarrolló especialmente para aplicaciones de sistemas sofisticados, como acoplamiento de sistemas MVDC, y es la base de las diversas aplicaciones SIESTORAGE.

Los componentes de control de toda la unidad de almacenamiento están alojados en un armario separado. Un armario combinado de control y conexión del sistema se utiliza para hasta cuatro armarios de almacenamiento de energía. El sistema se controla con SIMATIC S7, ya sea en el sitio o a través de Internet. La información sobre el estado operativo del sistema, por ejemplo, sobre baterías, sistemas auxiliares, aparataje de media tensión y mensajes de error, se muestra en la interfaz hombre-máquina (HMI).

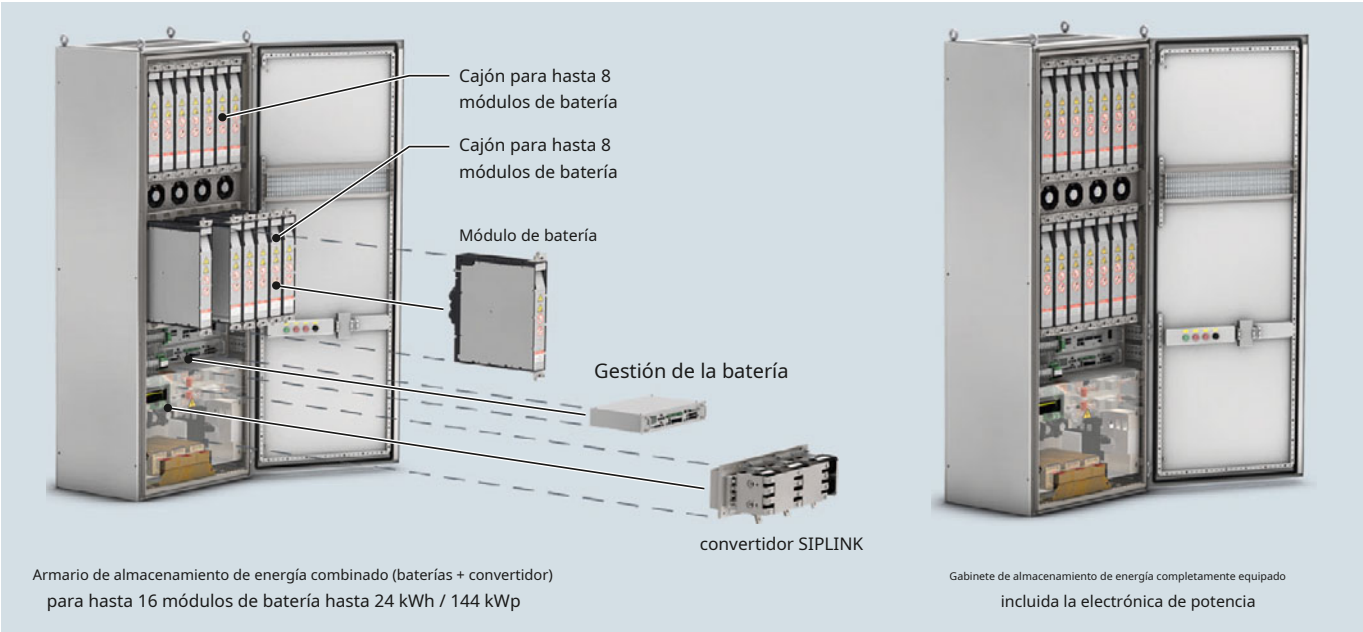


Figura 2.8-3: Las baterías y la electrónica de control se insertan en armarios como unidades enchufables, lo que facilita el intercambio de unidades individuales



Figura 2.8-4: La integración de los armarios de almacenamiento de energía en un la carcasa teñida garantiza una aplicación especialmente sencilla

Up to 12 energy storage cabinets are connected to one control cabinet and one system connection cabinet. This results in additional redundancy in the control system of larger units (tab 2.8-1).

Integrated containerized solution

Up to 24 energy storage cabinets can be installed in a container. Systems larger than 2 MVA/500 kWh can be scaled with several containers. The storage unit can be connected to the MV system with a medium-voltage transformer and switchgear. The integration of the cabinets into a containerized enclosure ensures a particularly easy application (fig. 2.8-4). It is easy to transport the containers, and they can be positioned flexibly. An air-conditioning system makes smooth operation possible even at extreme ambient temperatures. Comprehensive safety functions ensure the safety of the system and the operators.

Estructura modular: varias configuraciones y tamaños de almacenamiento posibles	
	Capacidad utilizable* 16 kWh a 24 kWh dependiendo del tipo de batería Potencia nominal 32 kW a 96 kW dependiendo del tipo de batería
	Capacidad utilizable* 48 kWh a 72 kWh dependiendo del tipo de batería Potencia nominal 96kW a 288kW dependiendo del tipo de batería
	Capacidad utilizable* 80 kWh a 120 kWh dependiendo del tipo de batería Rated power 160 kW to 480 kW depending on battery type
	Usable capacity* Up to 500 kWh in standard container Rated power 1 MVA to 2 MVA depending on battery type
* The usable capacity is guaranteed to the end of the service life	

Tab. 2.8-1: A modular solution for each application

2.8.2 Spot-on para una amplia variedad de aplicaciones

Gracias a su modularidad, SIESTORAGE se puede personalizar y, por lo tanto, se puede utilizar para una amplia variedad de aplicaciones, como la estabilización de sistemas de distribución con una alta proporción de plantas de generación de energía renovable distribuida. Otras aplicaciones incluyen el suministro de energía de emergencia a procesos de producción industrial vulnerables (fig. 2.8-6), centros de cómputo y hospitales. También existen soluciones de almacenamiento de energía para edificios energéticamente eficientes, redes insulares, sistemas de energía auxiliar independientes más pequeños, transporte público y aplicaciones de movilidad eléctrica (fig. 2.8-5).

Integración de renovables

Ever more renewable energy sources are connected to the distribution system. Their performance fluctuates naturally. This can disturb the balance between generation and load. SIESTORAGE can compensate for those imbalances. SIESTORAGE stores power when generation is high, and delivers it in case of insufficient power generation. The power supply systems are relieved, and renewable energy becomes more calculable (fig. 2.8-7).

microrredes

Las microrredes con generación renovable requieren un suministro de energía autosuficiente y confiable. SIESTORAGE almacena energía en caso de alta generación, y la libera bajo demanda. Esto convierte al sistema en una alternativa ecológica a los generadores diésel. Gracias a la capacidad de arranque en negro de SIESTORAGE, la fuente de alimentación se puede restablecer sin dificultades después de un corte. Se garantiza un suministro de energía confiable para microrredes.

Aplazamiento de T & D

La creciente demanda de energía y la creciente participación de las energías renovables pueden hacer que los sistemas de suministro de energía alcancen los límites de su capacidad de transmisión. Esto hace necesaria la costosa ampliación de los sistemas de suministro de energía. En caso de sobrecargas inminentes, SIESTORAGE almacena energía que no puede ser transmitida por el sistema de alimentación. Se retroalimenta al sistema durante niveles bajos de carga para evitar una sobrecarga del sistema. Esto significa que las capacidades del sistema existente se pueden utilizar mejor y que se puede evitar una costosa ampliación del sistema de suministro de energía.

Calidad de energía

Los operadores del sistema deben garantizar una calidad de energía uniformemente alta. Las caídas cortas y las variaciones de potencia tienen que ser compensadas. SIESTORAGE compensa de forma fiable las fluctuaciones de tensión. Así es como los operadores del sistema pueden garantizar una calidad de energía uniformemente alta.

Poder crítico

Los centros de datos, los hospitales y los procesos industriales requieren un suministro de energía absolutamente confiable. Una interrupción de solo unos pocos milisegundos puede tener graves consecuencias. SIESTORAGE ayuda a preservar esto de forma fiable. En caso de cortes, los consumidores individuales o partes del sistema de suministro eléctrico se alimentan con energía previamente almacenada. SIESTORAGE garantiza un suministro de energía seguro para instalaciones críticas.



Fig. 2.8-5: SIESTORAGE can be used for performance buffering at electric vehicle charging stations

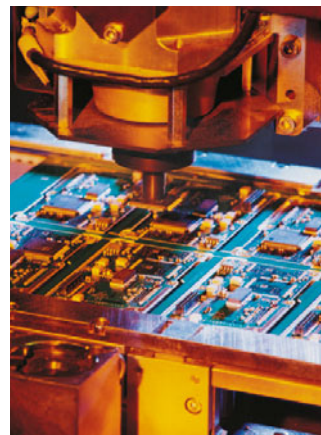


Fig. 2.8-6: SIESTORAGE ensures high reliability and quality of the energy supply for industrial production processes

Frequency regulation

Los desequilibrios entre la generación y la carga provocan fluctuaciones en la frecuencia de la red. Esto puede conducir a sistemas de energía inestables. Los operadores del sistema deben mantener estable la frecuencia de la red y compensar a corto plazo las fallas en la generación. SIESTORAGE almacena energía durante los picos de generación, y la proporciona como potencia de balance en caso de ser requerida. SIESTORAGE contribuye a la regulación de frecuencia. Esto significa que los operadores del sistema pueden garantizar un suministro de energía seguro.

Gestión de picos de carga

Las empresas industriales y las empresas de servicios públicos acuerdan precios fijos para la potencia y la carga máxima. Sin embargo, los factores de producción pueden causar picos de carga. Incluso un solo caso de exceder la carga máxima acordada genera altos costos. Los altos costos de compra se pueden evitar con SIESTORAGE. SIESTORAGE almacena energía en momentos de bajo consumo energético. Puede proporcionar energía para picos de carga casi sin demora. Esto significa que las empresas industriales pueden evitar la costosa superación de la carga máxima acordada.



Figura 2.8-7: SIESTORAGE asegura el suministro de energía autosuficiente para microrredes con generación renovable

2.8.3 El proveedor de soluciones para soluciones de almacenamiento de energía

Integración completa desde una sola fuente

Siemens es un proveedor de soluciones llave en mano, desde ingeniería y planificación de redes hasta gestión de proyectos y todo el camino hasta la instalación, puesta en marcha y servicios adicionales. Siemens apoya la creación local de valor y garantiza que una persona de contacto competente esté cerca de cada proyecto en todo el mundo (ver también fig. 2.9-7, página 54).

Ecológico y sostenible

El enfoque integral de Siemens contribuye a la maximización de los rendimientos y la optimización del consumo de energía. Se minimizan los daños al medio ambiente y se asegura la rentabilidad a largo plazo de las operaciones. La cooperación con socios regionales certificados asegura que esté disponible un concepto de reciclaje consistente para los módulos de batería. SIESTORAGE se adhiere a los más altos estándares y requisitos ambientales (según SN 36650 (1997-6), Parte 1).

Seguro en todos los aspectos

Las evaluaciones realizadas por un instituto de pruebas independiente demuestran que el SIESTORAGE modular ofrece el más alto grado de seguridad en todos los aspectos. El funcionamiento seguro se confirma sobre la base de una evaluación de riesgos. La seguridad de las personas que trabajan con SIESTORAGE está garantizada porque la tensión máxima es inferior a 60 V CC durante la manipulación de los módulos de batería individuales. Los voltajes de corriente continua peligrosos permanecen inaccesibles de manera segura dentro del gabinete de la batería. Los armarios no tienen que estar sincronizados en el lado de la batería gracias a su conexión en paralelo en el lado de CA. Esto asegura una disponibilidad extremadamente alta de los sistemas y un esfuerzo de mantenimiento muy bajo.

Primera referencia en Italia

SIESTORAGE has been installed with a performance of 1 MVA and a capacity of 500 kWh in the medium-voltage distribution system of Enel, the biggest power utility of Italy. Enel uses it to study new Smart Grid solutions for voltage regulation, the integration of renewable energy sources into the medium-voltage system, the integration of an electric vehicle charging station into the medium-voltage system, as well as to study black start capabilities (fig. 2.8-8).



Fig. 2.8-8: SIESTORAGE has been installed with a performance of 1 MVA and a capacity of 500 kWh in the medium-voltage distribution system of Enel, the biggest power utility of Italy

2.9 SIEHOUSE

2.9.1 Compact, Mobile Plug-and-Play E-Houses for Power Distribution

En un E-house, se instala y conecta una amplia gama de equipos de alimentación, control y comunicación en un solo recinto. Esto asegura un suministro de energía confiable y flexible, así como la protección del personal operativo y el equipo (fig. 2.9-1). Un E-house SIEHOUSE de Siemens es un gabinete modular prefabricado que está completamente diseñado, fabricado, ensamblado y probado en la fábrica de Siemens, y luego ensamblado en el sitio (fig. 2.9-3).

Solución de suministro de energía flexible y confiable

E-houses have been a standard in the oil and gas industry for many years. They are used ever more frequently for the installation of equipment in other industries, by utilities, and in infrastructure facilities. A solid building is often too expensive for many projects. In other cases, the project schedule does not allow for a site-built construction, and sometimes building permits are not available. SIEHOUSE E-houses are the ideal solution in all these cases. They can be installed in next to no time, and are easily adaptable to almost any situation and application. They are a solution that provides reliable power, uses the available space optimally, enables extended power distribution, can be relocated and used as an interim solution, and keeps on site activities at a minimum. SIEHOUSE ensures hereby minimum interference with other activities, and increases the overall flexibility of the project. Depending on environmental conditions and other project requirements, SIEHOUSE E-houses can be a highly efficient and cost effective alternative to conventional, site-built substations.

Ventajas de SIEHOUSE frente a las subestaciones clásicas construidas in situ

Instalación y puesta en servicio rápidas después de la preparación del sitio
Sin trabajo adicional en el sitio gracias a la puesta en servicio previa en fábrica

Alta flexibilidad a través del diseño modular: facilidad de expansión y cambio de ubicación, desmantelamiento y remoción rápidos
Mejor rendimiento de HSE a través de mano de obra reducida en el sitio
Reducción de riesgos de obra civil y posibles demoras (por ejemplo, clima)
Permisos más fáciles

Depreciación más corta



Figura 2.9-1: SIEHOUSE es el enfoque óptimo para instalar instalaciones eléctricas equipo



Figura 2.9-2: SIEHOUSE con varios módulos permite el uso óptimo del espacio disponible

Varios tipos para adaptarse a cualquier proyecto y aplicación

El concepto modular y flexible hace posibles varios tipos de SIEHOUSE para adaptarse a cualquier requisito de proyecto y aplicación. Una subestación estándar en contenedores consta de un módulo sobre una base prefabricada (fig. 2.9-2). Una subestación móvil en contenedores es un módulo sobre ruedas o soporte que se puede reubicar con su base. También hay disponibles múltiples subestaciones modulares en contenedores. Se componen de varios módulos que se colocan uno encima del otro o uno al lado del otro sobre una base. Esto permite el transporte de grandes E-houses y el uso óptimo del espacio disponible.



Figura 2.9-3: Una solución completamente integrada: SIEHOUSE es un sistema de distribución de energía completamente integrado que está completamente diseñado, fabricado, ensamblado y probado en las instalaciones de Siemens, y luego ensamblado en el sitio

2.9.2 Spot-on para una amplia gama de aplicaciones

Customized solutions for individual project requirements

SIEHOUSE E-houses are designed with an eye to individual requirements, and to all environmental as well as Health and Safety Environment (HSE) conditions. All over the world, they meet and exceed the requirements of the most ambitious projects and withstand harsh environmental conditions. Plus, projects that use E-houses suffer from fewer delays and construction risks that are caused by the weather than projects that use conventional brick buildings.

SIEHOUSE E-houses can be installed on raised platforms to protect them from flooding. This also makes it possible to install cable tray and bus duct systems under the E-house without excavation. SIEHOUSE even reduces the need for additional buildings, because facilities such as offices, battery rooms, bathrooms and maintenance rooms can be included in an E-house on request.

Resistant to environmental impact

En algunas industrias, no es suficiente simplemente instalar equipos eléctricos dentro de un edificio para protegerlo de influencias externas. Varias razones aconsejan acomodar el equipo por separado, por ejemplo, un alto grado de partículas en el aire, así como los peligros potenciales en caso de contacto directo con entornos y sustancias peligrosas. En tales casos, los E-house de SIEHOUSE son una solución simple, eficiente y económica. Los paneles de pared y techo entrelazados son una barrera contra las influencias ambientales. Las partículas externas se mantienen en el exterior gracias a las sobrepresiones HVAC. La integridad del recinto se puede mejorar con impermeabilización adicional. El revestimiento proporciona una excelente resistencia a los productos químicos, la humedad y la abrasión. El gabinete también se puede personalizar para temperaturas ambiente extremas y ambientes húmedos. Las casas eléctricas se pueden diseñar para vientos de alta velocidad (hasta 240 km/h), el uso en la zona sísmica 4 y altas cargas de nieve. También se encuentran disponibles paredes exteriores ignífugas que protegen el tablero contra fallas del transformador. Los acabados exteriores especiales ayudan a combinar las casas E con su entorno.

Referencias en varios campos de aplicación

SIEHOUSE se emplea en multitud de situaciones relacionadas con:

- Equilibrio de planta para energías fósiles y renovables
- Suministro de energía confiable para energía crítica
- Respuesta rentable para aplicaciones con espacio restringido
- Fuentes de alimentación temporales
- Ampliación del sistema de distribución de energía
- Almacenamiento de energía
- Electrónica de potencia para aplicaciones de sistemas de potencia.

SIEHOUSE también se emplea en multitud de industrias e instalaciones. La instalación rápida y sencilla, así como la posibilidad de adaptarlos con precisión a la aplicación y situación individuales, los convierte en la opción más adecuada para una amplia variedad de aplicaciones (fig. 2.9-4, fig. 2.9-5, fig. 2.9 -6), especialmente en:

Petróleo y gas
Metal and mining industry
Data centers
Chemical industry
Automotive and aerospace
Food and beverage
Infrastructure
Utility power plants and substations.



Figura 2.9-4: 19 E-houses SIEHOUSE para suministro de energía a oleoductos en Colombia (ECOPETROL)



Figura 2.9-5: 3 módulos split SIEHOUSE para Pearl GTL en Qatar, conjuntamente desarrollado por QP y Shell



Figura 2.9-6: SIEHOUSE en Lubbock (Texas) para alimentar ventiladores de tiro forzado en la planta generadora

2.9.3 Se trata del mejor diseño

El diseño de SIEHOUSE comienza con análisis y cálculos estructurales. Los diseños más utilizados utilizan paneles de pared y techo autoenmarcados y entrelazados que se instalan sobre una base de acero estructural. Se tiene en cuenta cada variable, desde las materias primas utilizadas hasta el peso del equipo instalado y hasta los requisitos del proyecto. El diseño estructural, los cálculos y las simulaciones en 3D se realizan sobre la base de estos datos (fig. 2.9-7, fig. 2.9-8).

Equipos de un único proveedor de soluciones

SIEHOUSE can be fitted with a wide range of equipment that ensures a high degree of functionality and reliability. This system is a completely integrated one-stop solution from one supplier with design and engineering responsibility. The equipment that is installed in an SIEHOUSE includes low and medium-voltage switchgear (GIS and AIS) up to 52 kV that meets the relevant ANSI, GOST, and IEC standards, low-voltage and medium-voltage motor control centers (MCC), variable frequency drives (VFD), oil and dry type transformers, control and protection panel boards, PLC I/Os, relay panels, instrumentation, analyzers, bus ducts, pressure relief, arc suppression ducts, batteries, uninterruptible power supply (UPS), and power compensation devices (fig. 2.9-9).

Opciones de equipamiento para soluciones personalizadas Existe una amplia gama de equipos auxiliares que se pueden seleccionar de acuerdo con los requisitos, normas y reglamentos locales, individuales y de HSE. Incluye sistemas de alumbrado y puesta a tierra, tomas, cuadros de distribución, bandejas portacables, tubería metálica eléctrica y accesorios de enchufes.

Specially fitted E-houses that ensure safe operation are available for hazardous areas, fire and smoke detection, fire fighting systems, emergency exits, and access control. A heating, ventilation and air conditioning (HVAC) system can be installed on the roof of any E-house.

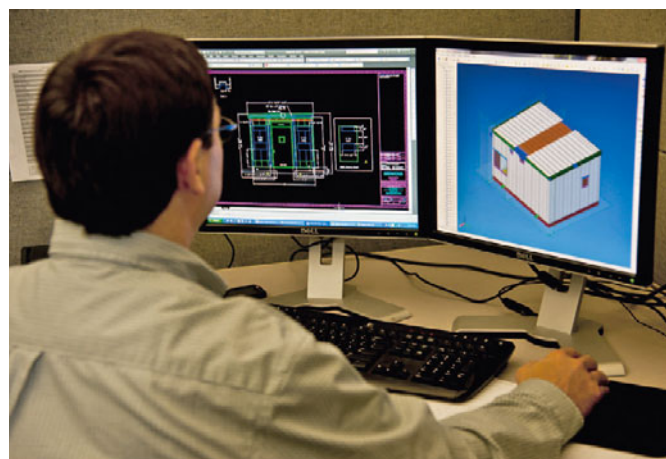


Fig. 2.9-7: The SIEHOUSE design starts with structural analyses, calculations and 3D-simulations

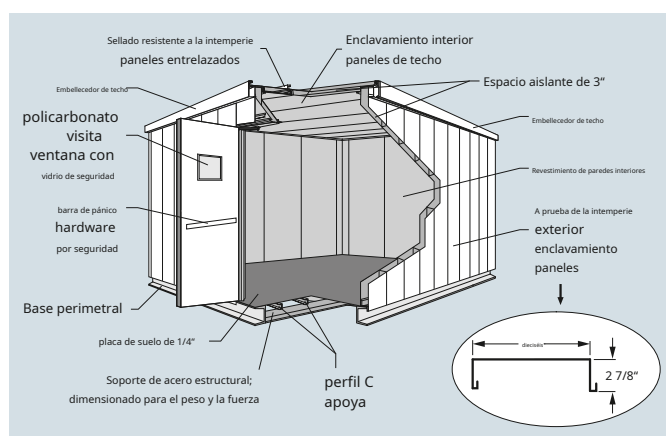


Fig. 2.9-8: The most widely used design of SIEHOUSE consists in self-framing, interlocking wall and roof panels that are installed on a structural steel support

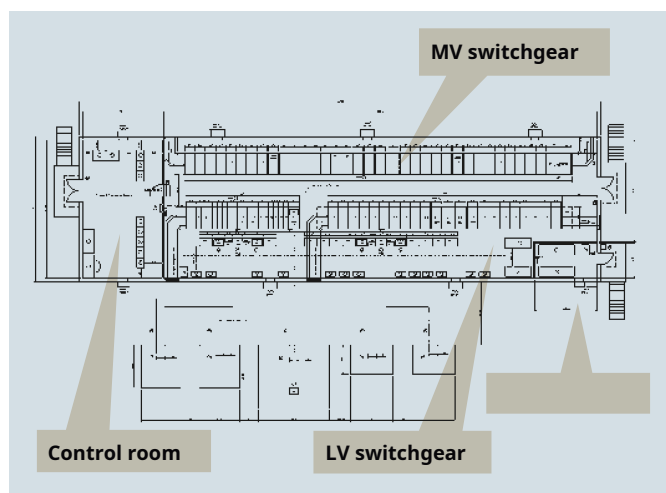


Fig. 2.9-9: Global SIEHOUSE solution: Our design competence makes the difference

2.9.4 Completely Integrated Solutions from a Single Source

Turnkey solutions all over the world

Entregar un E-house que se adapte perfectamente a su propósito es lo único. Pero es igualmente importante asegurar su funcionamiento fiable durante todo el ciclo de vida, incluso si está expuesto a las condiciones más adversas. Siemens proporciona una solución de fuente única para los requisitos de equipos eléctricos y salas de máquinas eléctricas. El know-how de Siemens en el suministro de energía se basa en décadas de experiencia e innovación constante. Brindamos soluciones integradas en todo el mundo, desde la ingeniería y la planificación de redes hasta la gestión de proyectos y todo el camino hasta la instalación, la puesta en marcha previa, la puesta en marcha y los servicios adicionales. Siemens apoya la creación de valor local y garantiza que una persona de contacto confiable esté cerca de cada proyecto. Los expertos de Siemens aportan su experiencia en gestión de proyectos, servicios financieros, y la gestión del ciclo de vida de cada proyecto. Esto les permite considerar todos los aspectos de la seguridad, la logística y la protección del medio ambiente.

Los beneficios de las soluciones SIEHOUSE

- Gama completa e integrada de productos
- Experiencia en aplicaciones
- Experiencia mundial
- Productos probados de
- Siemens Fiabilidad y seguridad
- Un contacto para todo el proyecto
- Apoyo financiero

2



Figura 2.9-10: Desde la ingeniería hasta el servicio posventa: integración completa de un solo proveedor