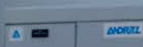




CONDENSADOR SÍNCRONO

Su solución para
servicios de estabilidad
de la red eléctrica



ANDRITZ

Manteniendo la confiabilidad de la red eléctrica

La exigencia de nuevos requisitos reglamentarios y una mezcla más limpia y diversificada de fuentes de producción de energía están dando lugar a nuevos desafíos para los operadores de redes eléctricas encargados de mantener un suministro de energía estable. El Condensador Síncrono es una solución confiable, probada y rentable.

UN SECTOR ENERGÉTICO EN CONSTANTE CAMBIO

El sector eléctrico enfrenta nuevos desafíos tanto del lado de la demanda como de la generación. Si bien la integración de fuentes de energía renovable es clave para descarbonizar el sector, también es necesario asegurar un suministro confiable a nuevos consumidores, como los centros de datos y los vehículos eléctricos. Estos desafíos dificultan cada vez más que los operadores de sistemas eléctricos aseguren redes de transmisión y distribución estables, confiables y seguras.

MENOR RESERVA DE RESPUESTA INSTANTÁNEA DE FRECUENCIA

La frecuencia de la red eléctrica es un indicador del equilibrio entre la generación y la deman-

da. Los desequilibrios importantes, como la salida de servicio de una central de generación conectada a la red, provocan desviaciones de la frecuencia respecto a su valor nominal. Una cantidad suficiente de inercia en el sistema eléctrico puede amortiguar la tasa de cambio de la frecuencia (RoCoF).

Las centrales hidroeléctricas y térmicas convencionales se conectan a la red eléctrica mediante generadores síncronos, que proporcionan inercia de forma inherente gracias a sus masas giratorias. En cambio, las centrales eólicas y solares fotovoltaicas (FV), así como los sistemas de corriente continua de alta tensión (HVDC), utilizan convertidores electrónicos de potencia. Al carecer de masas giratorias, estos equipos no aportan inercia física. La reducción de la inercia incrementa la tasa de cambio de la frecuencia (RoCoF) ante grandes desequilibrios entre la generación y la

demanda. Por ello, los operadores de sistemas eléctricos buscan mantener un nivel mínimo de inercia para evitar que el RoCoF supere determinados umbrales.

FORTALEZA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

La fortaleza del sistema eléctrico indica su capacidad para resistir las variaciones operativas y recuperarse después de una perturbación. Cuanto mayor es la fortaleza del sistema, mayor es su resiliencia y capacidad de recuperación.

En un punto específico de la red eléctrica, la fortaleza del sistema suele definirse por su nivel de cortocircuito, un parámetro fundamental para el correcto funcionamiento de sistema de protección y para asegurar la estabilidad de la tensión.

“Los condensadores síncronos son la única solución que proporciona todos los servicios de estabilización de la red.”

Para obtener un permiso de conexión a la red, normalmente se exige que el nivel de cortocircuito disponible en el punto de conexión común (PCC) sea suficientemente alto. Sin embargo, una alta penetración de generación no síncrona basada en convertidores, como las plantas solares fotovoltaicas (FV), los parques eólicos o las conexiones HVDC, aporta poco o ningún nivel de cortocircuito, reduciendo así la fortaleza general del sistema.

MAYORES FLUCTUACIONES DE TENSIÓN

Los operadores de sistemas eléctricos están obligados a mantener la tensión de la red dentro de los límites establecidos, tanto en condiciones normales de operación como durante perturbaciones transitorias (p. ej., cortocircuitos en líneas de transmisión o maniobras de conmutación en grandes subestaciones). La transición hacia fuentes de energía renovable variables

incrementa las fluctuaciones de tensión en la red eléctrica. Además, la reducción del nivel de cortocircuito disminuye la capacidad del sistema para resistir estas fluctuaciones.

El control de la tensión en estado estable se realiza mediante la gestión de la potencia reactiva. Durante y después de perturbaciones transitorias, deben inyectarse altas corrientes reactivas para evitar el colapso de tensión.

CONDENSADORES SÍNCRONOS COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN

Las máquinas síncronas pueden operar como generadores o motores. Un condensador síncrono es una máquina síncrona convencional que funciona sin un accionamiento primario y se utiliza específicamente para estabilizar la red. Gracias a su diseño eléctrico y a la gran masa giratoria de su rotor, puede proporcionar diversos servicios de estabilización de la red, además del suministro de potencia reactiva. En los últimos años, los servicios requeridos a los condensadores síncronos han evolucionado significativamente.

Los condensadores síncronos suelen instalarse en subestaciones nuevas o existentes para proporcionar las siguientes funciones principales:

Mayor reserva de respuesta instantánea de frecuencia: Los condensadores síncronos son la solución ideal para proporcionar inercia de forma natural por la masa giratoria de la máquina

y que puede incrementarse aún más mediante la incorporación de volantes de inercia externos.

Aumento del nivel de cortocircuito: Gracias a su baja impedancia interna, un condensador síncrono incrementa el nivel de cortocircuito en su punto de conexión común (PCC), mejorando la capacidad de la red para integrar plantas de energía renovable o sistemas HVDC. Los condensadores síncronos pueden aportar hasta cinco veces más corriente de cortocircuito que su capacidad nominal, convirtiéndose en un elemento clave para aumentar el nivel de cortocircuito en redes con alta penetración de generación renovable.

Control de tensión en estado estable y dinámico: Durante décadas, los condensadores síncronos se han utilizado para suministrar potencia reactiva y regular la tensión en estado estable. Si la tensión del sistema es demasiado alta, el condensador síncrono opera subexcitado (inductivo) y absorbe potencia reactiva para reducirla. Si la tensión es demasiado baja, opera sobreexcitado (capacitivo) y suministra potencia reactiva para incrementarla.

SUBESTACIÓN BURONGA

Australia



La inyección de altas corrientes reactivas durante y después de fallas en la red es esencial para evitar el colapso de tensión. Los condensadores síncronos están diseñados para proporcionar dicha respuesta y pueden ofrecer una capacidad de sobrecarga prolongada y limitada en el tiempo.

Los dispositivos de compensación tradicionalmente utilizados, como los Compensadores Estáticos de Potencia Reactiva (SVC) y los Compensadores Estáticos Síncronos (STATCOM) convencionales, aportan poco o nada al aumento de la reserva de respuesta instantánea de frecuencia o del nivel de cortocircuito. Por ello, los condensadores síncronos son la única solución capaz de proporcionar simultáneamente todos los servicios de estabilización de la red. Además, suministran respuesta instantánea de frecuencia y corriente de cortocircuito de forma inherente, sin depender de sistemas de control.

En consecuencia, los condensadores síncronos están adquiriendo cada vez más importancia para gestionar la estabilidad de la red eléctrica ante la acelerada transición energética.

¿Por qué los condensadores síncronos de ANDRITZ?

La gama de máquinas síncronas de ANDRITZ abarca una amplia y compleja variedad de aplicaciones, reflejo de su experiencia técnica en múltiples tecnologías. ANDRITZ ofrece varias series de condensadores síncronos con potencias nominales de hasta 330 MVA, disponibles para redes de 50 Hz y 60 Hz. Esta amplia gama permite seleccionar la solución óptima para las necesidades específicas de cada cliente.

Con más de 120 años de experiencia en el suministro de máquinas síncronas y asíncronas, ANDRITZ cuenta con aproximadamente 5,000 unidades en operación en todo el mundo. Su amplia trayectoria en el sector de generación de energía, desde grandes centrales hidroeléctricas y centrales de almacenamiento por bombeo hasta sistemas de alta tensión, es inigualable. Gracias a esta experiencia, los condensadores síncronos diseñados y fabricados por ANDRITZ ofrecen varias ventajas únicas.

El desarrollo de una planta de condensadores síncronos comienza con la definición de todos los parámetros críticos, normalmente obtenidos a partir de estudios de estabilidad transitoria y análisis de rendimiento. La ingeniería de ANDRITZ, líder en la industria, utiliza modernas herramientas de modelado y simulación compatibles con los Modelos de Información para la Construcción (BIM) para ofrecer la solución más rentable en todo el ámbito de la generación de energía. Esta capacidad posiciona a ANDRITZ como líder mundial en la implementación de soluciones con condensadores síncronos.

MAYOR RESERVA DE RESPUESTA INSTANTÁNEA DE FRECUENCIA

Los condensadores síncronos pueden diseñarse con rotor cilíndrico (turbogenerador) o de polos salientes. Nuestro diseño de rotor de polos salientes ofrece una clara ventaja en términos de inercia, ya que su constante de tiempo de inercia (H) supera los 3.5 segundos, frente a 1.5–2.0 segundos en los diseños de rotor cilíndrico.

MEJOR CONTROL DE LA POTENCIA REACTIVA

Mientras que otros sistemas de compensación (p. ej., STATCOM) ofrecen rangos simétricos de potencia reactiva en operación subexcitada y sobreexcitada, los condensadores síncronos convencionales presentan un rango subexcitado más limitado, lo que reduce su capacidad para disminuir la tensión del sistema.

La serie de condensadores síncronos de ANDRITZ con rotores de polos salientes y sistema de excitación estática supera esta limitación. Su menor reactancia síncrona y la tensión negativa de campo amplían el rango de operación subexcitada frente a otras soluciones. Como resultado, los condensadores síncronos de ANDRITZ absorben más potencia reactiva que otros equipos con la misma potencia nominal, mejorando la prevención de sobretensiones locales en el sistema eléctrico, especialmente en periodos de alta generación y baja demanda.

PRINCIPALES VENTAJAS DE LOS CONDENSADORES SÍNCRONOS DE ANDRITZ

- Mayor inercia natural (sin volante de inercia).
- Mayor rango de potencia reactiva.
- Mayor confiabilidad y durabilidad.
- Menores necesidades de mantenimiento.
- Diseño de volante de inercia sin vacío.
- Soporte durante todo el ciclo de vida.
- Trayectoria comprobada a nivel mundial.
- Menores pérdidas del sistema.

MAYOR TOLERANCIA A LAS OSCILACIONES DE PAR Y AL DESEQUILIBRIO DE LA RED

Al equipar nuestra serie de condensadores síncronos de polos salientes con un devanado amortiguador, las máquinas se benefician de un par de reluctancia adicional, lo que proporciona un mayor par sincronizante que los diseños de rotor cilíndrico. Como resultado, esta serie ofrece una mayor tolerancia a las oscilaciones torsionales.

Además, el devanado amortiguador aumenta la capacidad de corriente de secuencia negativa, haciendo que los condensadores síncronos de ANDRITZ sean más tolerantes al desequilibrio de la red, como el provocado por hornos de arco eléctrico o cargas monofásicas.

MAYOR CONFIABILIDAD GRACIAS A SU DISEÑO SENCILLO

En nuestra serie de condensadores síncronos aplicamos un diseño simple y robusto. Eliminamos por completo el sistema de refrigeración por hidrógeno (H_2),

evitando las desventajas asociadas: como sistemas auxiliares complejos, acceso limitado, sellos especializados, riesgo de fugas y riesgos de seguridad.

En su lugar, utilizamos sistemas de refrigeración agua-aire totalmente cerrados (TEWAC) o de aire abierto (OAC), que mantienen una temperatura de operación óptima y aseguran una disipación eficiente del calor, prolongando la vida útil de la máquina. Además, los sistemas TEWAC protegen contra contaminantes como polvo y humedad, reduciendo el mantenimiento y mejorando la confiabilidad.

Para el arranque y la sincronización, nuestra solución estándar utiliza un convertidor estático de frecuencia, evitando el uso de un motor auxiliar de alto mantenimiento. Además, nuestra más reciente innovación patentada incorpora un nuevo método de

arranque que reduce el mantenimiento y los costos operativos, al tiempo que incrementa significativamente la confiabilidad.

"ANDRITZ fabrica los condensadores síncronos refrigerados por aire de mayor potencia nominal del mundo con diseño de polos salientes."



GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS Y SERVICIOS DIGITALES

La Gestión del Ciclo de Vida de Activos es el enfoque sistemático de ANDRITZ para gestionar los activos durante toda su ciclo de vida, maximizando su valor, desempeño y vida útil, al tiempo que minimiza los costos y riesgos. Este enfoque abarca la planificación, el soporte operativo, el mantenimiento y la eventual renovación del activo.

ANDRITZ ofrece una amplia gama de servicios para optimizar la eficiencia y confiabilidad de los condensadores síncronos, entre ellos:

- Monitoreo remoto 24/7 con soporte especializado.
- Soporte local de primer nivel e intervenciones de segundo nivel en sitio cuando se requieran.
- Uso de la plataforma Metris DiOMera de ANDRITZ para la detección proactiva de problemas y la evaluación en tiempo real del envejecimiento de los componentes, optimizando el programa de mantenimiento, la disponibilidad de la planta y la vida útil de los equipos.
- Estrategia de mantenimiento adaptada a las necesidades del cliente.
- Gestión de plantas y repuestos certificada conforme a la norma ISO 55000.

El concepto de gestión del ciclo de vida de plantas de ANDRITZ está diseñado para asegurar el desempeño y la disponibilidad durante toda la vida útil de la planta, así como para prolongarla mediante la optimización continua basada en mantenimiento predictivo.

GEMELO DIGITAL DE LA PLANTA

El Gemelo Digital de la Planta redefine la forma en que los clientes interactúan con sus condensadores síncronos. Diseñado como una réplica virtual dinámica en 3D de la planta física, integra datos de ingeniería, información operativa y registros de mantenimiento en un único entorno digital inteligente.

Esta solución ofrece información en tiempo real, visualización intuitiva en 3D y análisis predictivo para anticipar problemas, optimizar el desempeño y reducir los tiempos de inactividad. Con asistentes basados en inteligencia artificial e interfaces inmersivas, el Gemelo Digital transforma datos complejos en información útil para la toma de decisiones.

El Gemelo Digital de la Planta se integra fácilmente con otras plataformas operativas, ofreciendo soluciones y servicios flexibles. Optimiza el acceso a la documentación, facilita el soporte remoto y permite simular escenarios operativos. Al transformar los datos en información estratégica, ayuda a operar la planta de forma más inteligente, segura y sostenible.



VOLANTES DE INERCIA PARA UNA MAYOR INERCIA

Los condensadores síncronos de ANDRITZ, combinados con un moderno volante de inercia de alta capacidad, aseguran un suministro de energía seguro y una operación confiable durante toda la vida útil del activo.

La modularidad de la serie de volantes de inercia de ANDRITZ se basa en discos estandarizados con un diámetro exterior constante. Según la inercia requerida, los clientes pueden elegir entre uno, dos o tres discos. El sistema aprovecha componentes ya disponibles, ofreciendo una operación segura y confiable, además de un mantenimiento optimizado.

Los sistemas de volantes de inercia de ANDRITZ pueden aumentar la inercia disponible hasta 16 segundos. Por ejemplo, un condensador síncrono de 250 MVA tiene una inercia natural superior a 1,000 MWs, que puede incrementarse hasta 4,000 MWs mediante la incorporación de un volante de inercia compacto. Al aportar mayor inercia al sistema eléctrico, se reduce significativamente la tasa de cambio de la frecuencia (RoCoF) ante variaciones repentinas en la generación o la carga.

CONCEPTO DE MONTAJE SIMPLE

Las dimensiones y el peso de los discos de los volantes de inercia de ANDRITZ facilitan su transporte y montaje. Los componentes del rotor se ensamblan en el área de preensamblaje antes de instalar el rotor completo sobre los cojinetes. Tanto el condensador síncrono como el volante de inercia pueden montarse de forma rápida y eficiente.

Al no requerir cámaras de vacío, nuestro volante de inercia puede instalarse sin sistemas especiales de contención o presurización. Esto reduce los costos iniciales de infraestructura y acelera el montaje.

DISEÑO SEGURO Y ROBUSTO

El rotor está diseñado para soportar cortocircuitos y ofrece un comportamiento dinámico altamente estable. Mediante dispositivos de centrado, los ejes y los discos del volante de inercia se mecanizan y ensamblan con precisión para formar un rotor compacto. Durante el desarrollo, ANDRITZ utiliza tecnologías avanzadas, como la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) y la Transferencia de Calor Conjugada (CHT).

Nuestro sistema de volante de inercia elimina por completo el uso de vacío, reduciendo los riesgos asociados a fallas del sistema de vacío, como la implosión



La estabilidad de la red no es un desafío del futuro, sino una prioridad de hoy. Los condensadores síncronos de ANDRITZ ofrecen una solución comprobada, confiable y rentable para la estabilización de la red. Contáctenos para encontrar la solución ideal para su sistema.

www.andritz.com/syncon



o el deterioro de los sellos. Los sistemas sin vacío son más robustos frente a condiciones ambientales variables y ofrecen una operación y un mantenimiento más seguros, ideales para aplicaciones donde la confiabilidad y la seguridad son esenciales.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Muchos de los componentes auxiliares del condensador síncrono también se utilizan en la operación del volante de inercia, incluido el sistema de lubricación de los cojinetes, lo que genera importantes sinergias y reduce los costos.

Los sistemas de automatización, control, protección y monitoreo de ANDRITZ proveen

una operación segura y confiable, además de un mantenimiento optimizado. El diseño sin vacío de nuestros volantes de inercia reduce los componentes que requieren inspección o reemplazo periódico, simplificando el mantenimiento y disminuyendo los costos durante toda la vida útil del sistema.



EL MUNDO DE LOS CONDENSADORES SÍNCRONOS DE ANDRITZ

Los siguientes proyectos reflejan la presencia global de ANDRITZ y la confianza de los operadores de sistemas en nuestros condensadores síncronos para ofrecer una estabilidad de red confiable.

GLENCLOOSAGH Y QUARRY LANE, IRLANDA COLERAINE Y COOLKEERAGH, REINO UNIDO

ANDRITZ suministra cuatro sistemas de condensadores síncronos y cuatro volantes de inercia para los proyectos Low-Carbon Inertia Service en Glencloosagh y Quarry Lane (Irlanda), así como en Coleraine y Coolkeeragh (Reino Unido). Las cuatro unidades proporcionarán potencia de cortocircuito, inercia y potencia reactiva, mejorando la estabilidad de la red y facilitando la integración de fuentes de energía renovable en los sistemas de transmisión operados por EirGrid y SONI.

Detalles Técnicos:

Potencia nominal del condensador:
3 × 250 MVA y 1 × 110 MVA (Coleraine)
Tensión nominal: 15.5 kV, 50 Hz
Contribución de inercia en el PCC:
4 × ~2,000 MWs (incluye volante de inercia)
Tensión nominal del sistema: 110–275 kV



BAKERSFIELD, ESTADOS UNIDOS

ANDRITZ suministra dos sistemas de condensadores síncronos para el proyecto de LCRA Transmission Services Corporation en la subestación Bakersfield de 345 kV, en el oeste de Texas. Estos sistemas aumentan la potencia de cortocircuito, mejoran el flujo de energía y garantizan un suministro eléctrico confiable para hogares y empresas

Detalles Técnicos:

Potencia nominal del condensador:
2 × 210 MVA Tensión nominal: 15.0 kV, 60 Hz
Contribución de inercia en el PCC:
2 × 1,100 MWs (natural)
Tensión nominal del sistema: 345 kV



CRATEÚS AND SÃO JOÃO DO PARAÍSO, BRASIL

ANDRITZ suministra dos sistemas de condensadores síncronos de 330 MVA para Brasil. Uno respalda las líneas de transmisión entre Bahía y Minas Gerais, y el otro fortalece la red eléctrica en la región de Crateús, Ceará. Estas instalaciones representan un paso importante para fortalecer la estabilidad del sistema eléctrico brasileño y asegurar un suministro de energía más confiable.

Detalles Técnicos:

Potencia nominal del condensador:
2 × 330 MVA, +300/-200 Mvar en el PCC
Tensión nominal: 18.0 kV, 60 Hz
Contribución de inercia en el PCC:
2 × ~1,200 MWs (natural)
Tensión nominal del sistema: 500 kV

BURONGA Y DINAWAN, NUEVA GALES DEL SUR, AUSTRALIA

ANDRITZ suministró cuatro unidades de condensadores síncronos, incluidos los sistemas eléctricos de potencia (EPS), para las subestaciones de Buronga y Dinawan, en Nueva Gales del Sur. El proyecto EnergyConnect contribuye a fortalecer la infraestructura eléctrica de Australia y acelerar su transición hacia las energías renovables.

El interconector EnergyConnect incrementa el intercambio de energía renovable entre Nueva Gales del Sur, Victoria y Australia Meridional. Las cuatro unidades de condensadores síncronos aportan inercia, potencia de cortocircuito y compensación de potencia reactiva para mantener la estabilidad de la red y

respaldar el Mercado Nacional de Electricidad mediante la conexión de nuevas fuentes de energía renovable a gran escala.

ANDRITZ también ofrece servicios de mantenimiento a largo plazo, que incluyen mantenimiento anual, monitoreo de condición y mantenimiento predictivo.

Detalles Técnicos:

Potencia nominal del condensador:
4 × 120 MVA, +100 / -50 Mvar en el PCC
Tensión nominal: 12.0 kV, 50 Hz
Contribución de inercia en el PCC:
4 × ~840 MWs (natural)
Tensión nominal del sistema: 330 kV

TUCUMÃ, BRASIL

Para Transmissora Acre II, empresa del Grupo Zopone, ANDRITZ suministró un condensador síncrono para la subestación Tucumã de 230 kV, cerca de Rio Branco, capital del estado de Acre, como parte de la expansión de la red de transmisión en el norte de Brasil. El suministro incluyó la unidad rotativa, los sistemas eléctricos de potencia y un sistema digital de control y protección.

Detalles Técnicos:

Potencia nominal del condensador:
165 MVA, +150 / -90 Mvar en el PCC
Tensión nominal: 11.0 kV, 60 Hz
Contribución de inercia en el PCC:
~400 MWs (natural)
Tensión nominal del sistema: 230 kV





ANDRITZ HYDRO GmbH
contact-hydro.mx@andritz.com

ANDRITZ.COM / SYNCON

ANDRITZ

Todos los datos, la información, las declaraciones, las fotografías y las ilustraciones gráficas contenidas en este folleto se proporcionan únicamente con fines informativos, no implican obligación alguna y no generan responsabilidad ni forman parte de ningún contrato de compraventa celebrado por ANDRITZ AG o cualquiera de sus empresas afiliadas con respecto a los equipos y/o sistemas aquí descritos.
© ANDRITZ HYDRO 2026. Todos los derechos reservados.

