

2023 VOL.3

# REVISTA

# DE TEC

HYOSUNG HEAVY  
INDUSTRIES  
REVISTA DE TECNOLOGÍA DE POTENCIA

# NOLOGÍA DE

# POTENCIA

HYOSUNG HEAVY  
INDUSTRIES

HYOSUNG HEAVY  
INDUSTRIES

[www.hyosungheavyindustries.com](http://www.hyosungheavyindustries.com)  
119 Mapo-daero, Mapo-gu, Seoul, República de Corea  
TEL +82-2-707-6000 | FAX +82-2-707-7799

REVISTA DE TECNOLOGÍA DE POTENCIA

2023 VOL.3

HYOSUNG HEAVY INDUSTRIES

## ÍNDICE

<b>Saludos del Director General</b>	<b>03</b>
<b>El primer transformador de clase 400kV con aislante a base de aceite de éster sintético en Corea</b>	<b>04</b>
Hyosung Heavy Industries, proveedor número uno a nivel mundial de soluciones de energía verde	
<b>Conmutador diseñado para una Subestación Eléctrica Subterránea (Baja Vibración)</b>	<b>06</b>
Un estudio de caso acerca del desarrollo de conmutador para una subestación eléctrica subterránea, ubicada en Singapur, que cuenta con un diseño para la reducción de la vibración	
<b>Construcción del Sistema de Almacenamiento de Energía en Batería (BESS) más grande de África</b>	<b>08</b>
Hyosung Heavy Industries firmó los contratos de los paquetes 2 y 3 de los proyectos de fase 1 de BESS de Eskom, una empresa sudafricana de electricidad	
<b>Cambios en el panorama de la industria energética y gestión de activos de instalaciones eléctricas</b>	<b>10</b>
Gestión de activos de instalaciones eléctricas (APM: gestión del rendimiento de los activos) Tendencias tecnológicas y ARMOUR	
<b>Ingeniería de tecnologías de soluciones</b>	<b>14</b>
Proporciona soluciones personalizadas basadas en ingeniería de sistemas	
<b>Solución Móvil para Instalaciones Eléctricas de Hyosung Heavy Industries</b>	<b>16</b>
Es un proveedor de soluciones móviles de alta calidad, es respetuoso con el medio ambiente y cuenta con una configuración compacta	
<b>Asegurar la competitividad de la calidad a través de las actividades FIT (Equipo de Innovación Rápida)</b>	<b>20</b>
Actividades del FIT para lograr una calidad de primer nivel	
<b>Construir una fábrica inteligente a través de la digitalización y lograr que el estado de la fábrica sea visible en tiempo real</b>	<b>22</b>
Mejora de la calidad y maximización de la eficiencia de la producción a través de la automatización de procesos	
<b>MVDC para mejorar la receptividad de las energías renovables</b>	<b>24</b>
MVDC: Corriente continua de media tensión	
<b>Mensaje del Editor</b>	<b>26</b>

## Saludos del Director General

En los últimos años, hemos superado tiempos sin precedentes de COVID-19 y regresado a nuestra vida cotidiana, mientras que Hyosung Heavy Industries busca nuevas oportunidades de crecimiento en un mercado que cambia rápidamente. La electrificación es la forma más crítica de lograr la neutralidad del carbono y la transición energética para un futuro sostenible. La red eléctrica que sustenta la vida humana tiene una misión más importante que nunca. Como líder integral de soluciones energéticas que lidera la industria de energía eléctrica a nivel mundial, Hyosung Heavy Industries está trabajando para cumplir su misión de lograr una sociedad con bajas emisiones de carbono a través de la innovación del sistema de energía. Hyosung Heavy Industries se compromete a enfocarse en la misión que los clientes y la sociedad exigen a través de la Investigación y Desarrollo (I+D), con un enfoque en la descarbonización de los equipos de energía y en la innovación de una red eléctrica flexible y estable. Hyosung Heavy Industries contribuye a la construcción confiable y eficiente de redes de transmisión y distribución mediante el suministro de equipos clave como transformadores y conmutadores en todo el mundo. Además, desempeña un papel clave en la transición de energía eléctrica a nivel mundial con las tecnologías de próxima generación como BESS, STATCOM y soluciones de DC que aumentan la flexibilidad y la eficiencia del suministro de energía. Hyo-

ung Heavy Industries está trabajando para mejorar la vida útil del funcionamiento de los equipos de potencia a través de las soluciones digitales de gestión de activos de instalaciones de energía eléctrica (ARMOUR); el primer servicio que se proporcionará en Corea. Además, se está promoviendo la transición de su gama de productos a soluciones respetuosas con el medio ambiente mediante el desarrollo de transformadores sostenibles con aceite aislante y conmutadores ecológicos con aislamiento de gas que utilizan aire seco. Ante todo, Hyosung Heavy Industries se enfoca en proporcionar soluciones que los clientes desean, escuchando más de cerca la "Voz del Cliente" (VOC, por sus siglas en inglés) que siempre ha enfatizado en el pasado, y se acercará más a los clientes como una organización más localizada. ¡Líder de soluciones de potencia integrales para mañana, Hyosung Heavy Industries!

Hyosung Heavy Industries  
Corporation President **TAKESHI YOKOTA**



“

**Hyosung Heavy Industries, líder integral en soluciones de potencia, se dedica a satisfacer las demandas tanto de sus clientes como de la sociedad mediante la realización constante de I+D, con un enfoque en lograr la neutralidad de carbono y la transición energética para un futuro sostenible. La prioridad de la empresa es escuchar la VOC para comprender mejor las necesidades de los clientes y proporcionar soluciones personalizadas que cumplan con sus requisitos específicos.**



# El primer transformador de clase 400kV con aislante a base de aceite de éster sintético en Corea

Hyosung Heavy Industries, proveedor número uno a nivel mundial de soluciones de energía verde

Hoy en día, la demanda de energía verde está aumentando en todo el mundo, y los equipos de energía ecológicos se están volviendo esenciales para la red eléctrica actual. En la industria de transformadores, el desarrollo de transformadores que utilizan aceite de aislamiento a base de éster se está promoviendo como una alternativa ecológica al aceite mineral. Este es un intento de resolver el problema de la contaminación del suelo, el agua y el fuego causado por la salida de aceite mineral. Mientras que el desarrollo de transformadores de aceite aislantes de éster se ha centrado en transformadores de clases de voltaje de 154kV o menos, el desarrollo de transformadores de voltaje extra alto de 345kV a 500kV se ha expandido en los últimos años. Hyosung Heavy Industries ha llevado a cabo investigaciones con el fin de desarrollar transformadores de aceite aislantes de éster biodegradables ecológicos para cumplir con los requisitos del mercado, y ha asegurado la competitividad tecnológica global de primer nivel a través del suministro exitoso de transformadores de aceite aislantes de éster sintético de clase 400kV, los primeros de su tipo en Corea.

## Desarrollo y producción de transformadores de aceite aislantes de éster

Hyosung Heavy Industries (Hyosung) ha suministrado más de 180 transformadores de aceite aislantes de éster natural y sintético de hasta 154kV a los mercados nacionales y mundiales. También, ha suministrado e instalado con éxito transformadores de aceite aislantes de éster sintético de 33kV 60MVA para National Grid en el Reino Unido en el 2019.

El transformador de aceite aislante sintético de 400kV de Hyosung se desarrolló en base a la prueba de capacidad de aislamiento y la prueba de capacidad de enfriamiento utilizando modelos de bobinado. Atendiendo a la competitividad tecnológica y precios de Hyosung, este ingresó al mercado del Reino Unido dominado por Siemens y obtuvo suministros adicionales de transformadores de 33kV 60MVA y transformadores de 400kV 240MVA.

En noviembre del 2022, Hyosung desarrolló y produjo con éxito el primer transformador de aceite aislante de éster sintético de 400kV de Corea.



Figura 1 | Transformador con aislante a base de aceite de éster sintético - 400kV 240MVA



Figura 2 | Transformador con aislante de aceite de éster sintético - 33kV 60MVA



## Características del aceite de éster

El aceite de éster se divide en el aceite de éster sintético y el aceite de éster natural, las características de cada uno son las siguientes:

### Características claves del aceite de éster

- Seguridad contra incendios, debido al alto punto de inflamación y al bajo valor calorífico neto → Ahorro de costos debido a la reducción del espacio de instalación
- Excelente biodegradabilidad según OECD 301 → Ecológico en caso de fuga
- Pérdida de características de clase K (300 °C) debido a la degradación del punto de inflamación cuando se mezcla con aceite mineral → Se deben construir instalaciones dedicadas solo para el aceite de éster
- En el caso del aceite de éster natural, el punto de fluidez es alto, por lo que se requiere un arranque en frío en algunos casos

### Tabla 1 | Tabla comparativa de aceite aislante

Item	Aceite mineral	Aceite de éster sintético	Aceite de éster natural
Temperatura de combustión	170°C	315 °C (Min. 300°C)	310 °C (Min. 30°C)
Poder calorífico inferior	46 MJ/kg	30.8MJ/kg	40.5MJ/kg
Punto de inflamación	160°C (Min.135°C)	275 °C (Min.250°C)	315 °C (Min.275°C)
Punto de fluidez	-60°C	-56°C	-18 ~ -23°C
Biodegradabilidad	9.7%	89%	94%
Degradación (intervalo 2,5mm)	70kV	>75kV	>73kV
Humedad de saturación (20°C)	55ppm	2700ppm	1100ppm
Viscosidad (40°C)	7.7mm <sup>2</sup> /s	29mm <sup>2</sup> /s	33mm <sup>2</sup> /s
Permitividad	2.2	3.2	3.2
Estabilidad frente a la oxidación	Bueno	Excelente	Pobre

## Características técnicas del aceite de éster

### 1) Rendimiento del aislamiento

La Tabla 2 muestra las diferencias en la permitividad relativa del fluido y la celulosa impregnada en el aceite de éster en comparación con el aceite mineral. La distribución de la tensión de aislamiento en los devanados del transformador depende de la diferencia de permitividad. La Figura 3 muestra la distribución del campo dieléctrico de acuerdo con la diferencia de permitividad. Al diseñar un transformador de aceite aislante de éster, es importante tener en cuenta estas diferencias y reflejarlas en el diseño del transformador. Hyosung obtuvo una alta puntuación de evaluación técnica del cliente al demostrar el resultado de la prueba de verificación utilizando modelos de bobinado desarrollados para el transformador de aceite aislante de éster de 400kV.

### Tabla 2 | Permitividad relativa del aceite aislante

Item	Éster sintético	Éster natural	Aceite mineral
Fluido	3.2	3.2	2.2
Celulosa impregnada	4.7	4.5	4.4

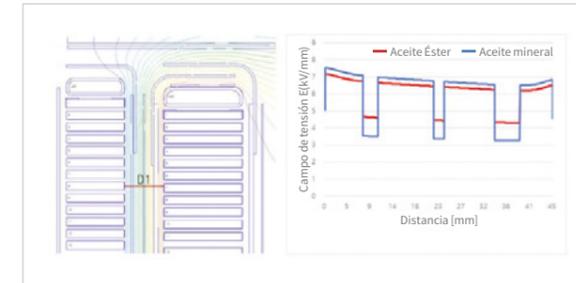


Figura 3 | Distribución de tensión de campo dieléctrico según la permitividad

### 2) Capacidad de enfriamiento

Como se muestra en la Figura 4, el aceite de éster tiene una viscosidad más alta que el aceite mineral. La alta viscosidad ralentizará el flujo de aceite aislante, reduciendo la capacidad de enfriamiento. Hyosung Heavy Industries realizó una prueba para verificar la capacidad de enfriamiento del aceite de éster, con la cual estableció estándares de diseño para aumentar la eficiencia de enfriamiento. Además, cuenta un software de diseño de enfriamiento internalizado para el transformador de aceite aislante éster.

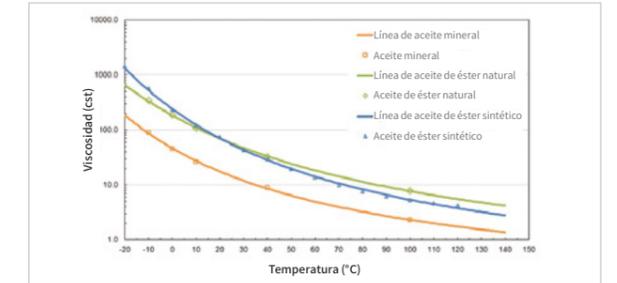


Figura 4 | Gráfico de viscosidad por tipo de aceite aislante

## Posición en el mercado de los transformadores de aceite aislante éster

Los transformadores de aceite aislante ecológico éster continuarán aumentando con las políticas de energía renovable. En Corea, se espera que se utilice en subestaciones urbanas y subestaciones subterráneas que requieren soluciones ecológicas, y subestaciones de energía marina y turbinas eólicas que se prevé que desempeñen un papel fundamental en la producción de energía renovable.

En el mercado global, el mercado de transformadores de aceite aislante ecológico éster sintético está creciendo significativamente en Europa. Mientras que el mercado de transformadores de aceite aislante ecológico éster natural está creciendo considerablemente en América del Norte. Asimismo, se espera que el mercado de los transformadores de aceite aislante ecológico éster aumente notablemente en el futuro, ya que en estos está aumentando en las principales empresas de servicios públicos de energía en todo el mundo.



Hyosung ha llevado a cabo seminarios de tecnología sobre transformadores de aceite aislante ecológico éster para clientes globales de servicios públicos de energía en América Latina, Medio Oriente, Asia y Australia durante los últimos años, con el fin de satisfacer la creciente demanda de transformadores de aceite aislante ecológico éster. Al desarrollar con éxito transformadores de aceite aislante ecológico éster de 400kV, Hyosung ha asegurado la competitividad tecnológica global de primer nivel y ha establecido un sistema de producción que puede evitar fundamentalmente la mezcla con aceite mineral mediante la construcción de instalaciones dedicadas a una producción estable.

A partir de esto, se espera que los transformadores de aceite aislante ecológico éster de 345kV para el proyecto de planta de energía eólica marina en Corea también se entreguen con éxito. Además, se planea expandir el negocio de transformadores de aceite aislante ecológico éster en otros mercados globales, incluidos Europa y las Américas.

**Myong-Gong Sohn**  
Performance Manager  
Tecnología de los transformadores  
Equipo de desarrollo



**Tae-jin Yoon**  
Performance Manager  
Equipo de diseño de exportación  
de transformadores de potencia





# Conmutador diseñado para una Subestación Eléctrica Subterránea (Baja Vibración)

Un estudio de caso acerca del desarrollo de conmutador para una subestación eléctrica subterránea, ubicada en Singapur, que cuenta con un diseño para la reducción de la vibración

Como resultado de la urbanización, debido al rápido desarrollo de la sociedad moderna, la necesidad de aumentar la capacidad del sistema de sistemas de energía eléctrica, nuevas oportunidades de negocio se han originado.

Hay muchos asuntos que abordar al construir una nueva subestación en un área urbana ya establecida y compleja. Muchas ciudades han construido subestaciones amigables con la ciudad y han mejorado el uso del espacio mediante la construcción de espacios subterráneos bajo parques ya existentes, edificios residenciales de gran altura o complejos comerciales.

Sin embargo, tales instalaciones tienen el potencial de dañar el edificio, debido a la vibración generada por los conmutadores. Tal vibración también puede originar inquietudes y preocupaciones a los residentes del edificio. Por lo tanto, se necesitan contramedidas.

Para resolver este problema, Hyosung Heavy Industries ha desarrollado con éxito un diseño antivibración basado en las propias técnicas y tecnologías especializadas de la compañía. En este artículo, compartimos un caso de proyecto, en el cual nuestros know-how y tecnología fueron bien recibidos por el cliente.

El disyuntor genera una gran carga (por ejemplo, impacto) mediante operaciones de apertura y cierre, u operaciones de apertura/cierre en serie, que a su vez genera vibración en la estructura (GIS). Debido a las características dinámicas del sistema, la vibración se transmite a estructuras externas (edificios).

Un marco, que se coloca entre el conmutador con aislamiento de gas (GIS) y la superficie instalada, soporta el GIS firmemente mediante soldadura y atornillado para así minimizar la carga de impacto que pesa de unas pocas toneladas a unas docenas de toneladas dependiendo del tipo de GIS. Sin embargo, tal método de instalación transmite gran parte de la vibración del GIS al edificio, despertando la insatisfacción del cliente.

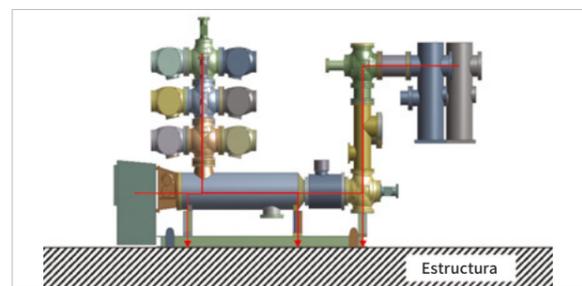


Figura 1 | Ruta de transmisión de las vibraciones

Por lo tanto, para disminuir la vibración transmitida a los edificios, es fundamental asegurar un diseño antivibración que disminuya las vibraciones generadas en el propio dispositivo por el funcionamiento del disyuntor, o reduzca las vibraciones transmitidas al edificio. Los estándares para la vibración están limitados por la escala de respuesta sensorial humana como se muestra en los siguientes estándares.

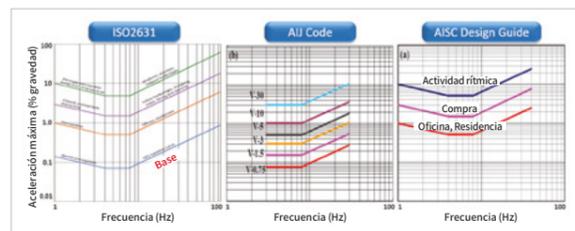


Figura 2 | Parámetros de vibración y curva de Meister

El nivel de vibración solicitado por el cliente era un nivel de vibración equivalente a la Clasificación 1, Rango-1 del Architectural Institute of Japan (Código AIJ), lo que significa que la demanda corresponde a una vibración continua (V-0.75) en entornos residenciales como dormitorios o salas de estar, un nivel de vibración muy bajo.

### La necesidad del cliente según el parámetro de vibración

Clasificación y rango	Residencial		Oficina	
	Sala de estar, dormitorio	Sala de conferencias	Oficina	Oficina
Clasificación 1	Rango 1	v - 0.75	v - 1.5	v - 3
	Rango 2	v - 1.5	v - 3	v - 5
	Rango 3	v - 3	v - 5	v - 5
Clasificación 2	Rango 3	v - 5	v - 10	v - 10
Clasificación 3	Rango 3	v - 10	v - 10	v - 10

Con el fin de cumplir con estos bajos niveles de vibración, hemos mapeado las características de vibración del modelo GIS mediante la realización de una prueba previa en base con la norma ISO2631-1, y hemos identificado la frecuencia de resonancia del GIS para reducir la vibración del suelo.

Durante la etapa inicial de diseño la vibración medida estaba excediendo el objetivo, por lo cual se requirieron amortiguadores para reducir la vibración. Por lo tanto, calculamos la frecuencia natural del sistema y la rigidez del amortiguador, para así elegir amortiguadores óptimos.

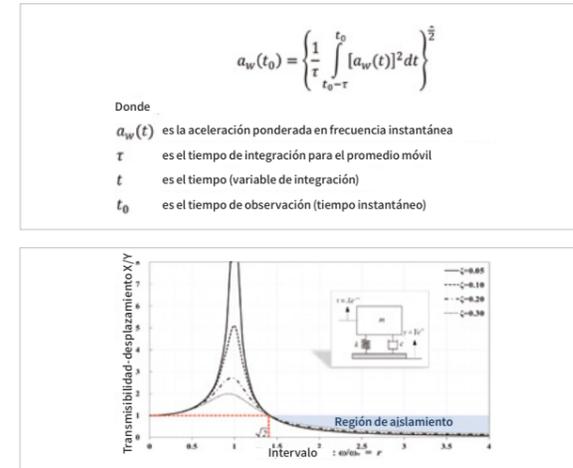


Figura 3 | Procedimientos de prueba y tasa de transmisión de vibración teórica

Para elegir los amortiguadores correctos en función a los resultados del cálculo, evaluamos la rigidez según el material, el tamaño y el grosor. En base a esto, hemos decidido la rigidez y el patrón adecuados del amortiguador que satisfagan la frecuencia natural diseñada.



Figura 4 | Resultados de la prueba en la rigidez del amortiguador y la frecuencia natural

Una almohadilla de goma, adoptada como amortiguador, tiene una sección de carga estática con propiedad lineal. Si la carga suministrada a la almohadilla es demasiado pequeña o demasiado grande puede resultar en un aumento de la vibración en comparación con el suministro de una carga adecuada a ellos. Si la carga distribuida de acuerdo con el peso GIS supera la rigidez y la frecuencia natural mencionadas anteriormente, no se logrará la reducción de vibración esperada. Por consiguiente, se necesita una elección cuidadosa de la cantidad de almohadilla y las ubicaciones de configuración. Al seleccionar las ubicaciones de la almohadilla se debe tener en cuenta el centro de gravedad del GIS, así como el tamaño del marco.

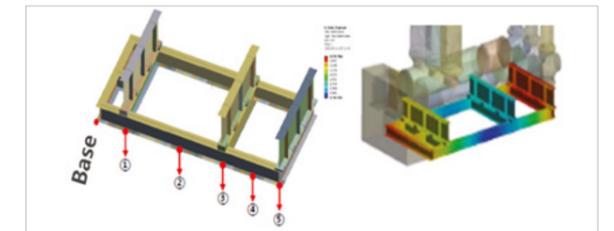


Figura 5 | Cantidad de amortiguadores y su selección de punto de instalación

Con el fin de verificar el diseño de reducción de vibraciones, llevamos a cabo la prueba correspondiente a ISO 2631-1 con GIS. Los resultados de la prueba mostraron una reducción del 75% de la vibración. También, obtuvimos conocimientos sobre diversos métodos de manejo para la instalación y el transporte, así como medidas de elevación.

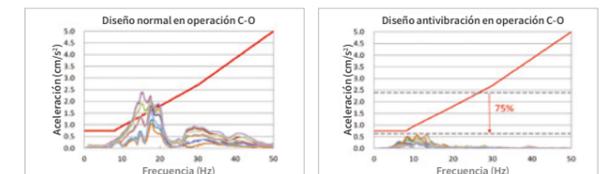


Figura 6 | Comparación antes y después de la adopción del diseño antivibración, efecto de reducción del 75%

“

Hyosung Heavy Industries ha realizado una amplia investigación con el fin de minimizar la vibración de los GIS y reducir la transmisión de vibraciones al suelo, para así satisfacer la creciente demanda de los clientes de GIS de bajo ruido y baja vibración. Primero, a través de la evaluación de la vibración del piso antes de aplicar técnicas antivibración, identificamos el rango de frecuencia y el grado de reducción necesarios, también establecimos la vibración natural del sistema y la rigidez del amortiguador. Luego, mediante el análisis de las respuestas de vibración por tipo de amortiguador, seleccionamos los amortiguadores correctos que pueden minimizar la vibración del GIS. Por último, se seleccionaron las ubicaciones óptimas del amortiguador luego de establecer los modelos matemáticos al suponer el GIS como un cuerpo rígido. Posteriormente, con el propósito de cumplir con el nivel objetivo del estándar AIJ V-0.75, se verificó exitosamente a través de algunas pruebas. De acuerdo con las actividades de investigación mencionadas anteriormente, logramos ganar el proyecto de subestación subterránea Labrador de Singapur y continuamos el desarrollo de nuestras tecnologías antivibración.

Sung-Ho Lee  
Performance Manager  
Equipo de Desarrollo de  
Conmutadores Gas H.V



# Construcción del Sistema de Almacenamiento de Energía en Batería (BESS) más grande de África

Hyosung Heavy Industries firmó los contratos de los paquetes 2 y 3 de los proyectos de fase 1 de BESS de Eskom, una empresa de electricidad de Sudáfrica

Hyosung Heavy Industries Corporation (“HYOSUNG”) ha sido adjudicataria de un “contrato llave en mano” para el diseño, suministro, instalación y construcción del Sistema de Almacenamiento de Energía en Batería (BESS) de 68MW 292MWh de la empresa estatal de servicios públicos de electricidad en la República de Sudáfrica, Eskom Holdings SOC Limited (“ESKOM”). Este contrato incluye el trabajo de extensión de la subestación existente junto con cinco años de servicio de mantenimiento (O&M) después de la finalización. Este sistema BESS se instalará en un sitio cerca de la subestación existente, y almacenará energía durante 4 a 5 horas durante el período de poca actividad, y la descarga para aplicaciones como el peak shaving, servicios complementarios, apoyo energético, etc. Esto proporcionará estabilidad y flexibilidad a la red para apoyar la conversión sostenible de energía renovable en Sudáfrica.



## La transición de energía renovable de Sudáfrica respaldada por la instalación de BESS

Sudáfrica posee un total de 52GW en instalaciones de generación de energía. Consiste en la mitad de la capacidad del continente. Sudáfrica ha declarado la neutralidad de carbono para el 2050 a través de la Estrategia de Desarrollo con Bajas Emisiones (LED) en el 2020, y actualmente está implementando un intenso programa de transición energética (Just Energy Transition, JET). Además, diversificará sus fuentes de energía orientadas a los combustibles fósiles, comenzando con la retirada de una central eléctrica de carbón Komati de 1GW. El gobierno planea cerrar 6GW para el 2025 y 22GW en total en los próximos 15 años. Esto está respaldado por la incorporación de BESS como una solución para la operación estable del sistema de energía con generación distribuida solar y eólica.

## 4 años de preparación para el contrato de Eskom finalmente llega a buen término

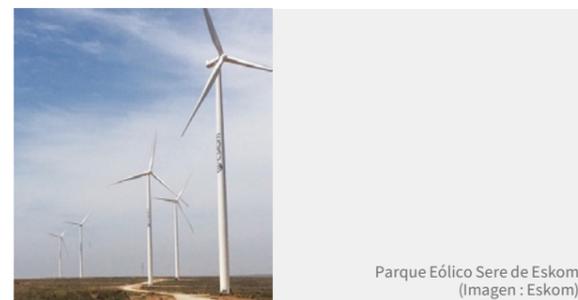
En 2018, ESKOM, financiada por el Banco Mundial (BM), African Development Bank (AfDB) y el New Development Bank (NDB), anunció el primer plan de instalación de BESS a escala de servicios públicos de 360MW 1440MWh de África en dos etapas. HYOSUNG ha trabajado gradualmente en la estrategia de licitación mediante la comprensión de los requisitos del cliente y la realización de un análisis exhaustivo del mercado.

Al final de la etapa inicial, gracias a La Voz del Cliente (VoC), HYOSUNG se dio cuenta que las capacidades de gestión de seguridad, salud, medioambiente y calidad (SHEQ) eran igual de importantes que las capacidades tecnológicas. Por lo tanto, ha tratado de asegurar la confiabilidad tecnológica a través de actividades como la celebración de seminarios técnicos para clientes (noviembre de 2018) y la publicación de White Books de BESS (diciembre de 2018). También ha buscado satisfacer las condiciones de HSEQ obteniendo la certificación ISO45001 (seguridad y salud) para BESS (febrero de

2020) y fortaleciendo los procedimientos de manejo de materiales peligrosos con la consulta de expertos externos.

Otro factor de éxito fue la selección y localización correcta del producto a través de una comunicación constante con los clientes. Teniendo en cuenta las dificultades relativas de la gestión posterior al servicio y la operación en África, han logrado la satisfacción del cliente al proponer un inversor modular móvil (El Sistema de Control de Estabilidad de Potencia PSCS) que facilita la acción inicial en caso de mantenimiento en lugar de nuestro inversor de tipo central anterior. También, han recomendado una medida preventiva para contratar y capacitar a los ingenieros locales necesarios para 5 años de O&M bajo la filial sudafricana de HYOSUNG.

A pesar del período de pandemia global de COVID-19, un total de seis empleados, incluidos ingenieros de ventas, construcción y electricidad, fueron enviados a Sudáfrica durante varios meses. Buscaron socios locales confiables y crearon la propuesta de oferta más competitiva. Esta propuesta reflejaba las circunstancias locales del mercado y del cliente. Como resultado, HYOSUNG pudo convertirse en un negociador preferencial y finalmente ganó el contrato. Esta propuesta reflejaba las circunstancias locales del mercado y del cliente. Como resultado, HYOSUNG pudo convertirse en un negociador preferencial y finalmente ganó el contrato.



Parque Eólico Sere de Eskom  
(Imagen : Eskom)

## Diseño preventivo para reducir el período de construcción y localización

Evaluar reducir el período de diseño es fundamental para cumplir con el corto plazo de construcción. Luego de convertirse en un negociador preferencial, se llevó a cabo una ingeniería preventiva antes de firmar el contrato final. A través del establecimiento temprano de una organización de diseño y la concentración de nuestras capacidades de diseño desde abril de 2022, realizamos con éxito una presentación de revisión de diseño para el cliente en septiembre. Luego, obtuvimos la aprobación para el Informe de factibilidad para construcciones (IFC) en octubre. Como resultado, pudimos completar el diseño principal dentro de los 3 meses posteriores a la firma del contrato.

Para resolver el problema de sustituir los dos transformadores principales de la subestación existente dentro del plazo de entrega de BESS, llevamos a cabo el corte de energía en paralelo programado utilizando un transformador móvil. Esto redujo el programa de construcción en 3 meses, en comparación con el período de reemplazo del transformador secuencial original. Además, estamos fortaleciendo la comunicación y la cooperación con clientes y socios a través de la localización activa de la organización de ejecución despachada, mientras que la gestión efectiva del proyecto, como la eliminación de bottlenecks de ingeniería y evaluación de rutas críticas basadas en la experiencia y los conocimientos de los ingenieros locales.



Transformador móvil para reducir el período de construcción

La comunicación y la cooperación con las comunidades locales son vitales para el éxito de la construcción local en Sudáfrica. Se invita a las empresas extranjeras a integrarse a las comunidades locales y contribuir al empoderamiento económico del vecindario. En respuesta, HYOSUNG está fortaleciendo la comunicación y la cooperación con los residentes locales mediante la contratación de personal que tiene un profundo conocimiento y liderazgo en la región como Oficial de Enlace Comunitario (CLO), y está llevando a cabo activamente actividades de contribución local (desarrollo de proveedores, localización e Industrialización, SDL&I) formando un órgano consultivo que incluye al propietario del proyecto.



Ceremonia de inauguración en Elandskop, KZK en diciembre de 2022 (Imagen: Eskom)

“

Se espera que el proyecto Eskom sudafricano se complete en la primera mitad de 2023. Se prevé que mejore las malas condiciones actuales de suministro de energía, como los frecuentes cortes de energía locales (pérdida de carga, corte de energía forzado debido a la falta de suministro de energía) y contribuya a la estabilidad de la red eléctrica de Eskom al proporcionar aplicaciones como servicios auxiliares a largo plazo.

Se espera que la región africana se convierta en un mercado atractivo en el futuro, ya que está planeando activamente expandir las fuentes de energía renovables y establecer una infraestructura conexas a BESS. A través de la contribución continua a la estabilización del sistema de energía, la expansión de la energía renovable mediante la utilización de la tecnología y la experiencia en la industria de la energía (por ejemplo, transformadores de potencia y conmutadores), Hyosung Heavy Industries participará activamente en el mercado como proveedor de soluciones totales.

**Dae-Hee Choi**  
Performance Leader  
Empresa de ESS



**Eugene Eun-Sung Lee**  
Performance Manager  
Gerente de equipo  
Negocio global de BESS



**Jae-Gon Kim**  
Performance Manager  
Equipo de negocio  
global de BESS



# Cambios en el panorama de la industria energética y gestión de activos de instalaciones eléctricas

gestión de activos de instalaciones eléctricas (APM: gestión del rendimiento de los activos) Tendencias tecnológicas y ARMOUR

\*ARMOUR: Gestión remota de activos para la confiabilidad operativa de los servicios públicos

A medida que se desarrollan tecnologías basadas en la 4ª Revolución Industrial, como Big Data, Inteligencia Artificial, Blockchain, Cloud, Internet de las Cosas (IoT), se han generado nuevos cambios en la industria de la energía eléctrica. Estos cambios revolucionarán el panorama de la industria de la energía eléctrica y crearán nuevos mercados, nuevos servicios y valores. Uno de estos cambios de hegemonía en la industria de la energía eléctrica es la gestión de activos de instalaciones de energía.



aumentaron rápidamente y el mantenimiento basado en el tiempo (TBM) se realizó principalmente para verificar el estado de las instalaciones. Debido al desarrollo de sensores de instalaciones de energía, desde la década del 2000, se han instalado sensores en las instalaciones de energía para monitorear su estado de manera online, y el mantenimiento basado en la condición (CBM), que realiza el mantenimiento de acuerdo con la condición de la instalación cuando ocurren signos anormales en la instalación, se ha generalizado.

A medida que las instalaciones de energía se vuelven obsoletas, aumenta el riesgo de falla de las instalaciones de energía, lo que conlleva a enormes pérdidas de producción, por lo que la fiabilidad y el suministro de energía estable se requieren gradualmente para las instalaciones de energía. Los clientes (propietarios de activos, administradores de activos) esperan que los fabricantes (proveedores de servicios) brinden respaldo sistemático y rentable para evaluaciones precisas de la condición, predicciones de vida útil y políticas de mantenimiento para las instalaciones de energía.

Con el desarrollo de la cuarta revolución industrial, las tecnologías, como el análisis de Big Data, la inteligencia artificial y el IoT, han provocado nuevos cambios en el campo de la tecnología de energía eléctrica. Existe la necesidad de una solución de gestión de activos de instalaciones de energía que proporcione servicios de gestión sistemática a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos de las instalaciones de energía mediante la combinación de productos/servicios/sistemas operativos, tales como datos de operación en tiempo real de las instalaciones, predicción de fallas a través del análisis de datos de condición, estrategias de mantenimiento óptimas basadas en la evaluación precisa de la condición de las instalaciones y la toma de decisiones sobre la inversión en nuevas instalaciones utilizando la tecnología de la 4ª Revolución Industrial.

Gestión de activos de instalaciones de energía significa establecer planes de mantenimiento e inversión óptimos para las instalaciones de energía. Esto se basa en evaluaciones técnicas, como la solidez de las instalaciones, la tasa de fallas y la vida útil restante, y la evaluación económica, como el mantenimiento y las fallas, y los costes sociales al utilizar información offline (fabricación, operación, inspección, historial de fallas, etc.) e información online (DGA, PD, etc.).

## Descripción general de la administración de activos de la instalación de energía

Como resultado de la rápida industrialización en la década de 1970 en muchas partes del tercer mundo, las instalaciones de energía

## Tendencia de la tecnología de gestión de activos de instalaciones de energía en el extranjero

A nivel mundial, desde el año 2000, la investigación acerca del establecimiento de planes óptimos de mantenimiento e inversión para instalaciones de energía envejecidas se ha vuelto activa. Como resultado, en 2004, la British Standards Association estableció PAS (especificación disponible públicamente) 55, que es una especificación y guía para la gestión de activos para instalaciones tales como energía, recursos hídricos, aviación y ferrocarriles.

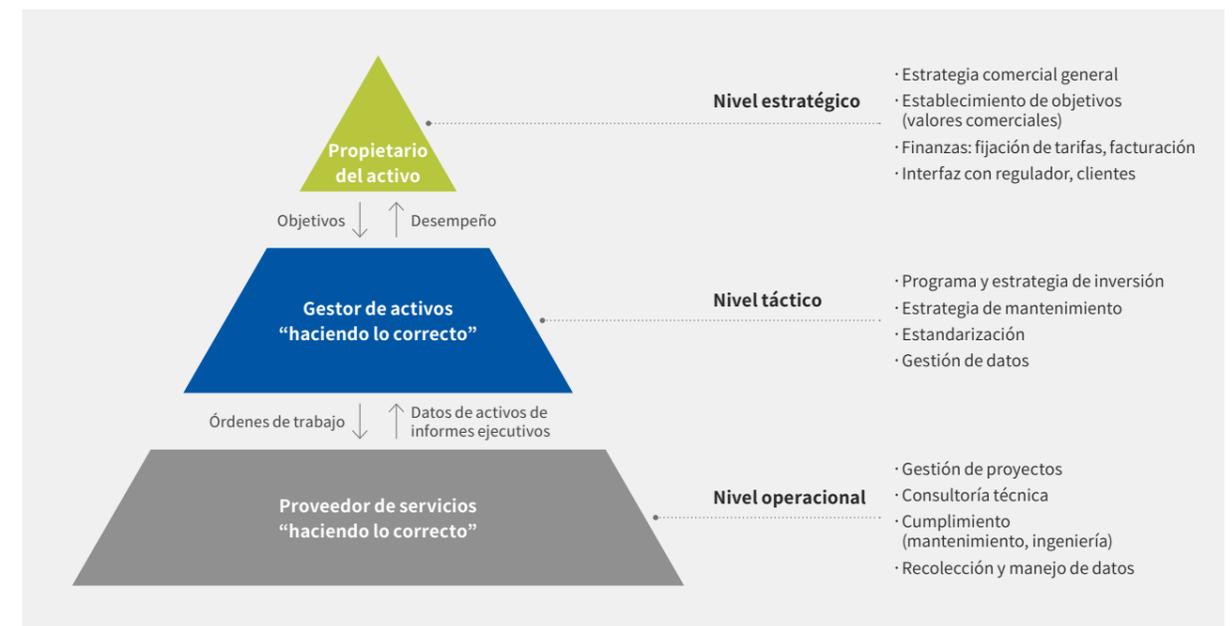
En base a esto, ISO (Organización Internacional de Normalización) estableció ISO 55000, una norma internacional para la gestión de activos, en 2014. En 2015 se publicó un white paper, "Gestión estratégica de activos de redes de energía", para establecer un estándar internacional para la gestión de activos para instalaciones de energía.

De acuerdo con la "Gestión estratégica de activos de redes de energía", la composición y las funciones básicas de una organización de gestión de activos similar a la Figura 1. Un propietario de activos es una persona que establece objetivos para expandir el

valor de la empresa en conjunto, y un proveedor de servicios es una persona que maneja y proporciona operaciones de campo, como la recopilación y el mantenimiento de datos de activos. El administrador de activos es la persona que desempeña el papel de supervisar los dos grupos anteriores.

Desde que se promulgó PAS 55 en el 2004, las empresas eléctricas como American Electric Power (AEP), Hydro-Quebec en Canadá, National Grid en Inglaterra y EDF (Électricité de France) en Francia han estado operando sistemas de gestión de activos. DNV GL (Det Norske Veritas y Germanischer Lloyd), ABB, GE, Alstom, Double, etc. desarrollan y proporcionan sistemas de gestión de activos. Entre las industrias pesadas de energía eléctrica en Corea, solo Hyosung Heavy Industries lo desarrolló en 2016 bajo el nombre de ARMOUR, y en 2021, ha proporcionado sus servicios a subestaciones bajo la Empresa de Energía de Mozambique (EDM: Electricidade de Moçambique).

Figura 1 | La composición de la organización de gestión de activos y funciones básicas



## Tendencia de la tecnología de gestión de activos de la instalación eléctrica coreana

Como ISO 55000, una norma internacional para la gestión de activos, fue promulgada por ISO (Organización Internacional de Normalización) en 2014, la investigación y el desarrollo sobre la gestión de activos de instalaciones eléctricas está en marcha en Corea.

Korea Electric Power Corporation (KEPCO) comenzó a desarrollar AMS (Sistema de gestión de activos), un sistema de gestión de activos que puede optimizar la gestión de activos de las instalaciones de energía, en 2020, basado en Big Data relacionado con la operación de la instalación de energía propiedad de KEPCO. El objetivo es establecerlo en la primera mitad de 2023. Hyosung

Heavy Industries es la única de las tres principales industrias pesadas de energía eléctrica en Corea que la desarrolló en 2016 bajo el nombre de ARMOUR, y está brindando servicios a las afiliadas de SK y GS Caltex. Hyosung Heavy Industries firmó un memorando de entendimiento con KEPCO para la cooperación empresarial en el área del diagnóstico preventivo y la gestión de activos en junio de 2022. Estamos promoviendo la implementación de un modelo de negocio más potente mediante la integración de las soluciones de ambas compañías, y esperamos que los servicios completos estén disponibles a partir del primer semestre de este año.

**Solución de administración de activos de la instalación de energía de Hyosung - ARMOUR**

**1) proceso de ARMOUR**

ARMOUR consta de cuatro fases y es una solución integral que adquiere de manera integral los datos de monitoreo, control y operación de las instalaciones y activos asegurados mientras

administra y opera las subestaciones existentes, y respalda la toma de decisiones de mantenimiento del cliente a través de la computarización, comunicación y análisis de datos como se muestra en la Figura 2.

- 1 Computarizar y digitalizar datos online y offline mediante el monitoreo del estado de las instalaciones en tiempo real para almacenar y administrar todos los datos en un centro de datos basado en la nube
- 2 Realizar una evaluación de riesgos que realiza un análisis técnico de riesgos sobre la condición y la vida útil de las instalaciones a través del análisis de datos del centro de datos, la evaluación de riesgos económicos en términos de costo y ganancias, y la evaluación de riesgos sociales a través del impacto de accidentes y el análisis ambiental
- 3 Con base en los resultados de la evaluación de riesgos, establecer estrategias de mantenimiento para nuevas inversiones, reemplazo, reparación y uso extendido de instalaciones a través de la remodelación, y derivar situaciones de toma de decisiones.
- 4 Guardar y actualizar los datos recopilados del mantenimiento de las instalaciones a través de la toma de decisiones, la ejecución real del mantenimiento preventivo y los resultados

Figura 2 | Proceso de ARMOUR



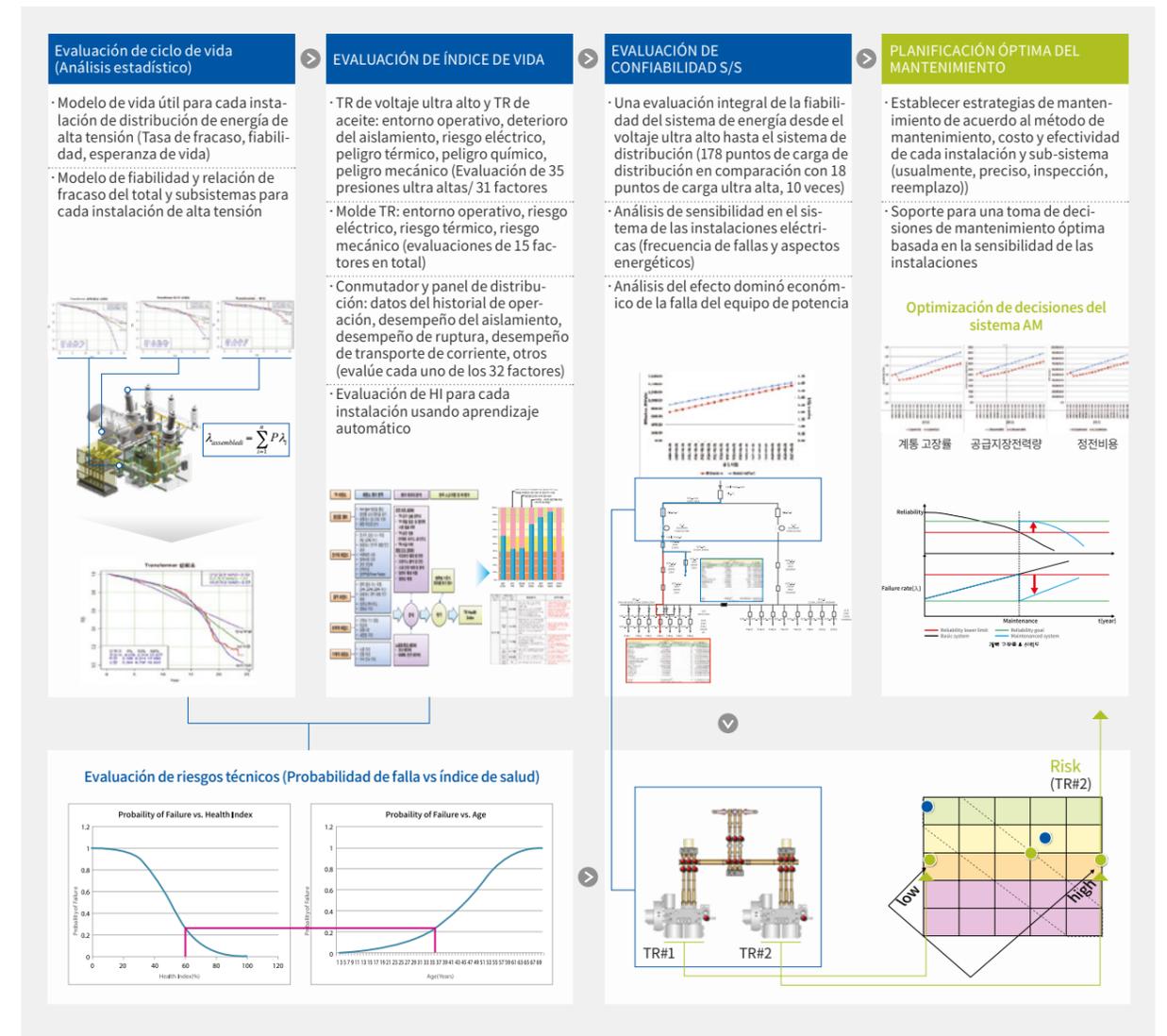
**2) Algoritmo de ARMOUR**

Con el fin de gestionar sistemáticamente el ciclo de vida de las instalaciones de energía, es necesario predecir las fallas y la vida útil restante de las instalaciones a través del análisis de riesgos técnicos y económicos. Esto se basa en el modelo de vida de cada instalación de energía, y para establecer estrategias optimizadas de mantenimiento y reemplazo. En particular, las instalaciones de

transmisión y subestación de extra alto voltaje con gran escala e importancia deben evaluarse en unidades de subsistemas que conforman cada instalación. La figura 3 muestra la configuración básica del algoritmo de ARMOUR que puede dividirse en gran medida en 4 etapas.

- 1 **Modelo de vida útil y base de datos histórica**  
La etapa de modelado de vida útil de la instalación se derivó a través del análisis de fallas, datos de mantenimiento y datos de confiabilidad de piezas claves durante aproximadamente 37 años acumulados como fabricante de equipos de potencia. Incluye datos de falla/inspección adquiridos a través de la operación.
- 2 **Evaluación del Índice de Salud de cada instalación**  
El algoritmo de evaluación de la salud se evalúa a través de más de 30 factores y más de 100 datos sobre el riesgo de accidentes y cada función requerida en base al diseño, la fabricación y la tecnología de diagnóstico de las instalaciones eléctricas. Al aplicar un modelo de evaluación de salud basado en inteligencia artificial compensamos la desventaja de poder evaluar los dispositivos que requieren inspección como normales porque el riesgo preciso no se reflejaba cuando la puntuación de evaluación de un pequeño número del método de promedio ponderado existente era baja.
- 3 **Evaluación de la fiabilidad e importancia de cada instalación en la subestación**  
ARMOUR implementa una matriz de riesgo a través de la probabilidad de falla (PoF) que refleja el modelo de vida y los resultados de la evaluación de solidez y el análisis de Consecuencia de falla (CoF) mediante el análisis de la tasa de falla, fiabilidad, costo de interrupción del suministro de energía, costo de interrupción y costo de recuperación de falla desde la perspectiva de toda la subestación.
- 4 **Decisión**  
ARMOUR evalúa cuantitativamente el efecto de mejorar la confiabilidad de la subestación mediante la estrategia de mantenimiento de cada instalación de energía y reemplazo de la instalación de energía. Prioriza según el efecto de mejora. ARMOUR establece una estrategia de mantenimiento teniendo en cuenta el presupuesto limitado y las prioridades. Estima el efecto de mejora de la fiabilidad de la subestación después de la ejecución de la estrategia, evalúa el tiempo de mantenimiento futuro y aplica un algoritmo de optimización al establecer una estrategia de mantenimiento para administrar la mayoría de los objetivos entre numerosos escenarios. Calculará el escenario de inversión óptimo que satisfaga el valor (costo, rendimiento).

Figura 3 | Algoritmo de ARMOUR



Hyosung Heavy Industries ha desarrollado ARMOUR, una solución de gestión de activos de instalaciones de energía que combina IoT y TIC basadas en Big Data que puede realizar subestaciones inteligentes con el objetivo de la Industria 4.0 a través del desarrollo continuo de tecnología basada en la experiencia de los fabricantes de equipos de energía de ultra alta tensión coreanos e internacionales durante el último medio siglo. Desarrollado en 2016 y construido en subestaciones de alta tensión en todo el mundo, el servicio continúa. Hyosung Heavy Industries posee 9 patentes de Corea y 6 patentes internacionales relacionadas con la gestión de activos de instalaciones eléctricas. Comenzando con los Premios de Tecnología Ferroviaria Top 10 2017, ha sido galardonado con múltiples premios, incluido el Premio IR52 Jang Young-sil 2020, el Premio del Presidente de la Corporación Ferroviaria Smart Construction Challenge 2021 y el Premio del Presidente del Instituto de Investigación de Electrónica y Telecomunicaciones de Corea en el 6º Festival de la Revolución Industrial en 2022.

**Bong-Cheol Lim**  
Performance Manager  
Gerente de equipo de negocios de sistemas digitales



**Jong-Bin Lim**  
Performance Manager  
Equipo de negocios de sistemas digitales





# Ingeniería de tecnologías de soluciones

Proporciona soluciones personalizadas basadas en ingeniería de sistemas

La industria de energía se está transformando rápidamente con las demandas de la época y el desarrollo de la tecnología para el medio ambiente. Como todos sabemos, las palabras claves para el cambio son descentralización, descarbonización, digitalización expresada en 3D, confiabilidad, y eficiencia.

De acuerdo a estas tendencias, Hyosung Heavy Industries tiene una variedad de productos de energía, incluidos GIS ecológico, Transformadores ecológicos, Transformadores de cambio de fase (PST), Reactores de derivación variable (VSR), STATCOM, HVDC y ESS, además de productos de energía convencionales representados por interruptores aislados por gas (GIS) y transformadores, también proporciona todas las soluciones, como la consultoría de sistemas personalizados, la construcción de sistemas y O&M (Operación y mantenimiento) en función de su fuerza y comprensión.

## Ingeniería de soluciones para lograr glocalización

Desde 1988, hemos llevado a cabo más de 100 proyectos en aproximadamente 25 países y hemos ampliado nuestro negocio de distribución de corriente continua a 800kV de voltaje ultra alto. Tenemos experiencia para proporcionar diversas soluciones en casi todas las regiones, incluidas Asia, América, Europa y Australia. Con base en nuestra gran experiencia y know-how, contamos con las siguientes competencias:

**En primer lugar**, se propone el diseño básico para el sistema basado en "La Voz del Cliente" (VoC).

**En segundo lugar**, se proporcionan varios informes de cálculo, como la corriente de falla, el sistema de conexión a tierra y el sistema de pararrayos utilizando softwares como ETAP y EMTF.

**Tercero**, se proporcionan servicios desde el diseño hasta la compra, construcción, prueba y puesta en marcha como "Proveedor de Soluciones Totales".

**Cuarto**, se proporcionan servicios de consultoría para la tecnología de mantenimiento, gestión de sistemas, además se cuenta con una organización de respuesta rápida en caso de accidente.

Con el fin de proporcionar ingeniería de alto nivel y un servicio de respuesta rápida al cliente, requerido por ellos, hemos establecido organizaciones comerciales con ingenieros y vendedores locales en los principales mercados como Estados Unidos, Japón y Malasia, para así ayudar a nuestros clientes a operar sus instalaciones de manera óptima.

Además, el personal de ingeniería de soluciones se implementa en ubicaciones estratégicas globales para fortalecer las capacidades de propuesta técnica, análisis de mercado local (detección de mercado) y capacidades de ejecución.

### Caso 1. HICO en Estados Unidos

Tenemos capacidades de EPC que incluyen diseño, instalación, prueba y transporte, las cuales son cruciales para expandir nuestros negocios de productos, incluidos transformadores, GIS, STATCOM, ESS y conmutadores aislados por aire seco (DAIS). De acuerdo al tamaño del proyecto, podemos ejecutarlo por nuestra cuenta o utilizar empresas de externalización estratégica y empresas EPC acreditadas. En el caso de un producto, el personal de ingeniería de soluciones y gestión de proyectos se despliega para colaborar con la sede. En el caso de otros servicios EPC, HICO está a cargo desde la licitación hasta la etapa de ejecución. Con el fin de expandir nuestro negocio, continuamos encontrando y verificando compañías adicionales, además de nuestros socios actuales por sector cliente/región/EPC. Los principales proyectos en curso son los siguientes.

- [HV-GIS] Idylwood, Fern Road
- [MV-GIS] Crystal City
- [STATCOM] Glenbrook (Completado), McGrau Ford
- [Micro rejilla] Bloquea el campus REVISAR



### Caso 2. Malasia

Desde la entrega inicial del GIS en 1993, se han suministrado 600 bahías de GIS y numerosos transformadores a más de 20 subestaciones. El personal de ventas, ingeniería de soluciones e instalación se despliega hacia adelante para fortalecer el poder de ventas local, incluso durante el período de COVID-19. La organización local en Malasia proporciona servicios de consultoría para el mantenimiento y la gestión del sistema. En julio del 2022, celebramos un seminario técnico con TNB y Malaysia Electric Power Authority. También, llevamos a cabo reuniones técnicas en profundidad acerca de transformadores ecológicos, GIS ecológicos y subestaciones digitales. A través de esto, hemos identificado el interés de los clientes en reemplazar los GIS antiguos, hemos asegurado la estabilidad de la red, el mantenimiento y la optimización de las operaciones de los activos. En base a los años de experiencia con KEPCO, hemos desarrollado una organización de respuesta rápida en caso de accidente. Este servicio se proporciona para que las instalaciones GIS de los clientes puedan operar en condiciones óptimas. Estamos planeando expandir el negocio a países vecinos como Singapur. Además, en base a la organización actualmente establecida pretendemos ampliar el área de negocio a mantenimiento de transformadores, STATCOM, ESS, etc.



### Caso 3. India

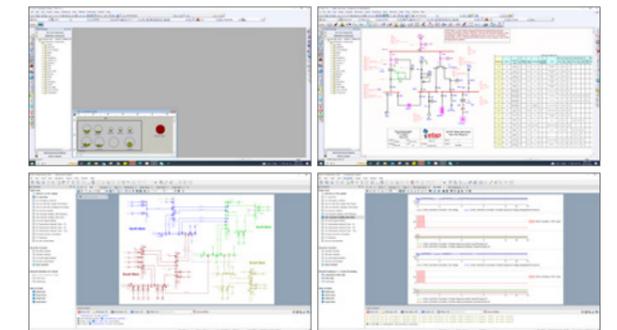
Hemos establecido una organización de ingeniería de soluciones para llevar a cabo proyectos globales para continuar nuestro crecimiento en Hyosung T&D India. Hemos logrado proporcionar servicios para negocios de soluciones que incluyen diseño básico, varios informes de cálculo y aprobación de diseño eléctrico/civil. Hemos contribuido al negocio global de ingeniería de soluciones al mejorar nuestra capacidad técnica a través de la capacitación de ingenieros en productos como GIS ecológico, Transformadores ecológicos PST, VSR, STATCOM, HVDC y ESS. Hemos ejecutado los siguientes proyectos.

#### Diseño de licitación

- Proyecto de subestación de Kuwait/400 kV, proyecto de subestación de 132 kV
- Etiopía/Proyecto de subestación de 400 kV

#### Diseño de ejecución

- Proyecto Sri Lanka/ STATCOM
- Proyecto EAU/ STATCOM
- Etiopía/Proyecto de subestación de 400 kV



Caso de uso de software/ETAP, EMTF



La variedad de clientes está aumentando con el avance en los sistemas de energía que están relacionados con las nuevas tecnologías y las energías renovables. La interacción entre sí con respecto a la planificación, diseño, construcción y operación del sistema de energía es importante. Hyosung Heavy Industries siempre escucha la voz del cliente (VoC) de sus clientes. En vista del conocimiento técnico adquirido con el tiempo, buscamos proporcionar la mejor solución que refleje las necesidades del cliente mediante la expansión de nuestras áreas de negocio en el mercado global a través de una organización localizada.

**Ryun-Ki Kwon**  
Performance Manager  
Equipo de Ingeniería de Soluciones Globales



# Solución Móvil para Instalaciones Eléctricas de Hyosung Heavy Industries

Es un proveedor de soluciones móviles de alta calidad, es respetuoso con el medio ambiente y cuenta con una configuración compacta

La subestación móvil propuesta por Hyosung Heavy Industries es un conjunto de instalaciones de suministro de energía compuesto por un transformador, conmutadores y otros dispositivos instalados en un remolque. Se pueden enviar a una ubicación determinada a petición del cliente. Una de las ventajas de las subestaciones móviles son la velocidad, movilidad y configuración compacta y que pueden reemplazar a las instalaciones eléctricas que han tenido un funcionamiento defectuoso. Estas subestaciones se pueden usar cuando es urgente conectarse al sistema eléctrico, cuando se necesitan cortes de energía a largo plazo y cuando se necesitan instalaciones eléctricas temporales como en minas y yacimientos petrolíferos. En caso de que se necesite un suministro de energía, se pueden instalar las subestaciones móviles de manera fácil y rápida en un corto período de tiempo. Como Proveedor de Soluciones Globales de las principales instalaciones de subestaciones, hemos desarrollado nuestra propia línea de diversas soluciones móviles, incluyendo los conmutadores con aislamiento de gas (GIS) móviles, los sistemas de almacenamiento de energía (ESS) y los compensadores estáticos síncronos (STATCOM), además de subestaciones móviles.

Hyosung Heavy Industries está programada para suministrar una subestación móvil de clase 230kV para Ethiopia Electric Power. Es una solución ecológica que reduce las emisiones de carbono y minimiza el procesamiento del gas SF6 y aceite mineral durante un corto período de construcción.

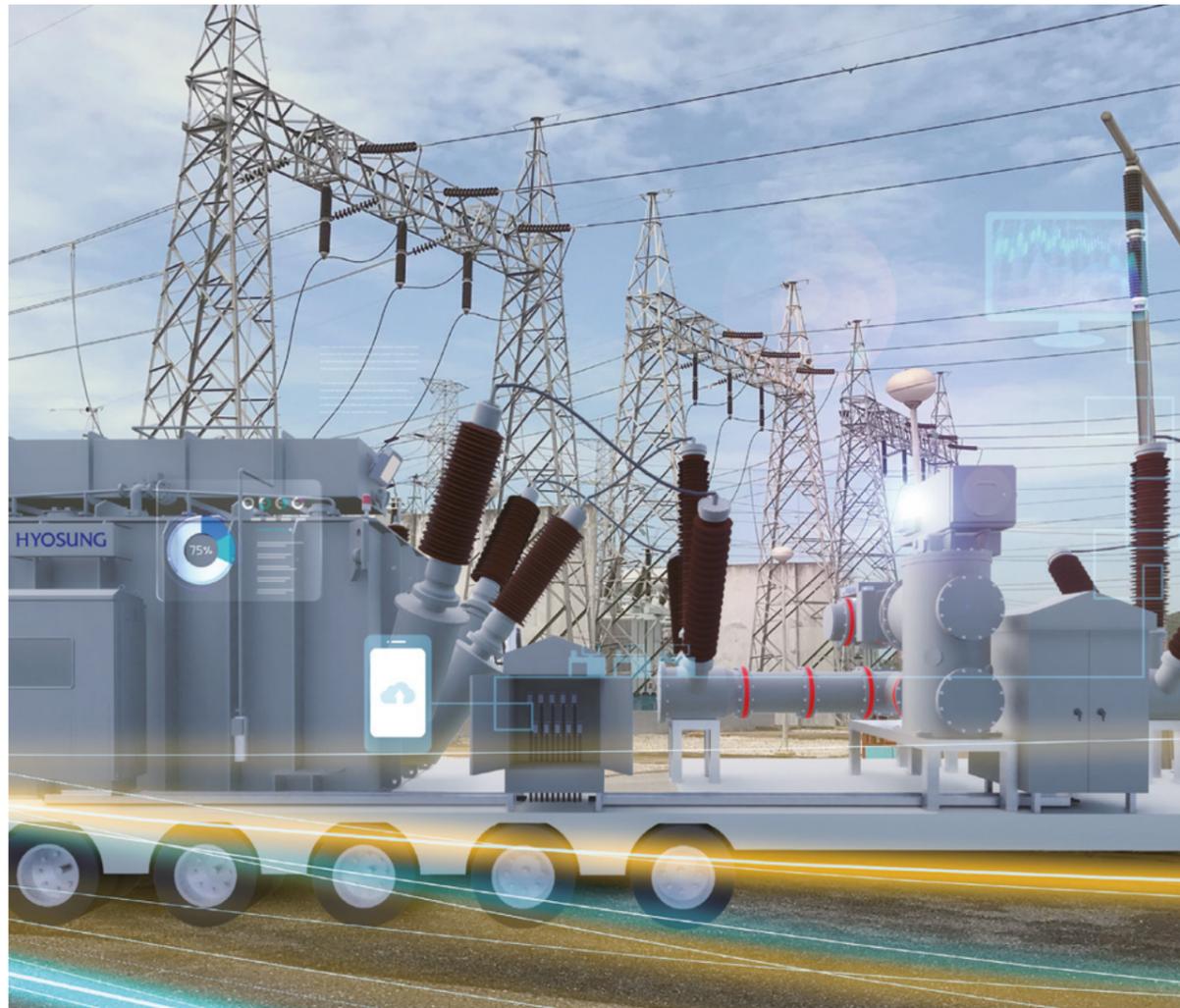


Figura 1 | Varias soluciones móviles de Hyosung Heavy Industries

## Subestación móvil

La subestación móvil de emergencia es un representante de la subestación móvil que se ha utilizado para la recuperación de accidentes en el mercado de la energía eléctrica desde el año 2000. Se utiliza principalmente para la sustitución de transformadores. La capacidad de respuesta es rápida y se puede instalar en el lugar de manera rápida y en solo un par de horas. Se debe diseñar de acuerdo con las regulaciones de transporte del país donde se utilizará. Específicamente, en lo que respecta al traslado en situaciones de emergencia, las dimensiones de ancho y alto del transformador se encuentran restringidas, mientras que la longitud máxima permitida se ve afectada por el radio de curvatura de la carretera por la cual transita. Se debe tener el máximo cuidado durante la etapa de diseño y operación.

En el caso del transformador de alta tensión (HV), se aplicó aislamiento híbrido para que se pueda permitir un aumento de temperatura más alto de lo normal y lograr una reducción de peso en un 30%. Utilizar un conservador plano en lugar de uno cilíndrico puede contribuir a disminuir la altura total del transformador. Asimismo, es frecuente emplear un enfriador con bomba en lugar de un radiador con ventilador, ya que es más eficiente para el sistema de enfriamiento.

En general, las subestaciones móviles de emergencia se comercializan hasta 230kV y se utilizan hasta 420kV en algunos países.

En el caso de GIS de HV, con el fin de utilizar una subestación móvil de 420kV debido al problema de separación fase-fase de los aisladores de aire, Hyosung Heavy Industries puede suministrar productos que se pueden transportar sin necesidad de retirar los aisladores mediante la aplicación de aisladores giratorios.

En caso de que haya varios voltajes en funcionamiento en el sistema eléctrico, se puede diseñar un transformador con varios puntos de conexión y suministrar varias tensiones para minimizar el mantenimiento y los inventarios de la subestación móvil. La siguiente tabla (1) es un ejemplo de uso de la subestación móvil para algunos países. Además del voltaje del transformador, se debe considerar el ajuste de protección y la selección de la relación transformador de corriente (CT)/transformador de voltaje (VT) dependiendo de la carga esperada.

Tabla 1 | Sugerencia de tensión de la subestación móvil por país

Categoría	País A	País B
Nivel de EHV (Voltaje Extra Alto)	132kV, 110kV	230kV, 150kV
Nivel de tensión de distribución	33kV, 13.8kV	33kV
Subestación Móvil Sugerida	132-110kV/ 33-13.8kV	230-115kV/33kV



<Prueba de rotación>

Figura 2 | Vista del aislador giratorio

**GIS móvil**

En una subestación móvil de tipo de emergencia generalmente solo se necesita un conjunto de interruptores automáticos de HV, por lo que se aplica comúnmente un interruptor de circuito tipo Conmutadores con aislamiento al aire (AIS) o Conmutador encapsulado en metal (MTS). Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología de mecanismo de interruptor automático y la tecnología de análisis de campo eléctrico, la subestación GIS se ha vuelto más compacta. Si se utiliza estas ventajas, y si el GIS se aplica a las subestaciones móviles, su uso puede aumentar.

La Figura 3 a continuación, es un GIS móvil de 145 kV diseñado mediante la aplicación de un GIS de tipo carcasa común con un sistema trifásico de 145kV. Para satisfacer las diversas necesidades de los clientes, la interfaz externa puede estar disponible con un aislador de aire o un terminal de cable, y puede instalarse en un remolque o en un pallet cerrado (skid). Por lo general, se puede transportar tierra adentro con hasta 6 bahías de GIS.



Figura 3 | Vista del GIS móvil para el aislador de aire y el terminal de cable

Al utilizar el GIS móvil, se puede usar como una subestación de clúster de tipo H con una estructura 2 TL (Transformador izquierdo) + Sección +2 TR (Transformador derecho) vinculada a un proyecto renovable de tamaño mediano de clase 100-200 MW, el cual tiene las siguientes ventajas.

- Aumenta la capacidad de conexión a la red y minimiza el tiempo de espera de la conexión
- Mejora del flujo de carga de las instalaciones de generación de energía renovable y aumenta la fiabilidad del sistema mediante la conexión de líneas de doble circuito
- Minimizar la construcción de líneas de distribución y se adecua a una política respetuosa con el medio ambiente

El panel de control local (LCP, por sus siglas en inglés) del GIS móvil se puede instalar en el E-House (subestaciones modulares), incluida la Unidad de Control de Bahía (BCU) y el relé de protección. Al instalar un GIS y una E-House juntos en un remolque o en un pallet cerrado (skid), el cableado interno y la prueba se pueden completar en la fábrica antes del envío. Esto reduce el tiempo de activación en el lugar. La Tabla 2 muestra una comparación del período de instalación/prueba en el lugar de una subestación general de HV y una subestación móvil para conexión renovable.

**Tabla 2 | Instalación en el lugar/Comparación del tiempo de prueba**

Categoría	Subestación convencional	Subestación móvil
Diseño	6 meses	1 mes (estándar)
Fabricación	6 meses	6 meses
Instalación en el	3 meses	0.5 meses
Prueba en el lugar	5 meses	1 mes
Total	18 meses	Menos de 8 meses

Los GIS móviles también se pueden utilizar durante el reemplazo o la revisión de subestaciones antiguas. En particular, el GIS móvil y la subestación nueva se puede instalar primero en el espacio restante de la antigua subestación AIS, y luego podemos reemplazar bahía por bahía sin interrupción. Al conectar el GIS móvil a la línea de transmisión, la barra de distribución y el alimentador del transformador de la subestación AIS existente, la subestación puede seguir funcionando de manera normal y los productos de

energía AIS separados se pueden retirar. Luego, se pueden llevar a cabo trabajos de instalación y prueba, por ejemplo, cables o GIB que se necesiten para los nuevos GIS.

**STATCOM móvil para la resiliencia de la red eléctrica**

La función principal de los equipos de Sistemas Flexibles de Transmisión en Corriente Alterna (FACTS, por sus siglas en inglés) es evitar el colapso de la tensión a través de la compensación de potencia reactiva y compensar el factor de potencia. Con la conexión de las energías renovables, se están reforzando los códigos de red eléctrica para cada país, y se deben cumplir las tasas de fluctuación de voltaje. En áreas remotas se está incrementando la instalación de fuentes de energía renovable, lo que conlleva a un aumento en la construcción de nuevas líneas de transmisión para satisfacer la demanda energética. Cada vez existen más casos en los que las subestaciones existentes no pueden satisfacer temporalmente el código de red eléctrica de acuerdo con este cambio. Y en algunas regiones, debido a la diferencia de tiempo de carga máxima, hay subestaciones que requieren compensación de potencia reactiva solo de manera estacional o temporalmente durante ciertos eventos nacionales. En tal situación, con STATCOM móvil, se puede asegurar la resiliencia de la red eléctrica de manera rápida y se puede optimizar la cantidad de inversión en instalaciones de compensación.

El STATCOM móvil se divide en los siguientes módulos de transformador, reactor y STATCOM.



Figura 4 | Vista general del STATCOM móvil

En el módulo STATCOM, se instala un convertidor en la posición media de la sala de válvulas, y, además, la instalación de carga inicial y el CT/VT se instalan juntos. Se puede realizar el mantenimiento de la válvula STATCOM a través de la instalación de la puerta en la parte delantera y luego retirándola a través de un dispositivo de elevación separado. Dado que básicamente se incluyen al menos dos sistemas redundantes, es posible un funcionamiento continuo incluso si se produce un fallo en el convertidor. Existe un sistema de refrigeración a la derecha, pero a diferencia de aquellos presentes en los edificios, es complicado realizar el mantenimiento en las cercanías debido al reducido espacio que presenta el contenedor. Se aseguró un espacio de mantenimiento separado dentro del pallet cerrado (skid) de enfriamiento y se instaló una grúa/polipasto y una viga en el techo para permitir el levantamiento de equipos pesados como las bombas.

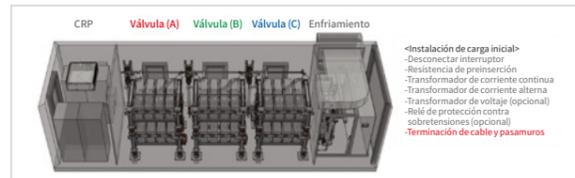


Figura 5 | Vista interna del módulo de la válvula STATCOM

**Estación móvil media tensión (MV) para una electrificación rápida**

Las estaciones de MV para las conexiones ESS y Paneles solares fotovoltaicos (PV, por sus siglas en inglés) están disponibles como modelos de productos separados llamados Estaciones de MV de tipo pallet cerrado (skid). Básicamente, se compone de un sistema de conversión de energía (PCS, por sus siglas en inglés), un transformador inversor y un Unidad principal de anillo (RMU, por sus siglas en inglés) en un módulo de pallet cerrado (skid). Cuando se conecta el PCS y transformador inversor, el ducto barra se usa generalmente debido a la corriente alta, y el cable de MV se usa para conectar la RMU. Para el diseño compacto en pallet cerrado (skid), es importante coordinar la altura del aislador de baja tensión (LV) del transformador inversor y el PCS a la misma altura para conectarlas directamente en la dirección horizontal. Para evitar un error en la instalación del ducto barra debido a la diferencia de altura, la tolerancia vertical del pallet cerrado (skid) y la base debe ser de 5 mm o menos.

Además, se puede instalar una batería de almacenamiento de energía o un conmutador de MV para la conexión con el sistema de distribución en una E-House separada. Al diseñar el conmutador de MV, el arco se debe evacuar fácilmente y el sistema debe cumplir con las regulaciones locales de protección contra incendios.

Dado que las energías renovables a menudo se encuentran en áreas remotas, existen muchas centrales eléctricas que esperan poder conectarse debido a la insuficiente transmisión de energía eléctrica y capacidad de las subestaciones. En el caso de la generación de energía solar, el tiempo de instalación del panel solar es muy rápido, por lo que la planta de energía solar de 100MW se puede preparar dentro de 1 año. Es necesario conectarse a la subestación de nivel de HV, pero dado que el tiempo de entrega típico de una subestación es de 24 meses, es preciso reducir significativamente el tiempo de instalación y prueba en el lugar mediante la aplicación de una solución móvil. El desarrollo de modelos estandarizados de transformadores y GIS también puede reducir los plazos de diseño y fabricación.

La Figura 6 es un diseño de la aplicación de soluciones móviles de GIS de HV, transformadores, conmutador de MV y de una Estación de MV para PV/ESS.



Figura 6 | Vista general de la estación de MV en contenedor

**Subestación móvil de 230kV para la Energía Eléctrica de Etiopía**

Hyosung Heavy Industries planea suministrar una subestación móvil de clase 230 kV como parte de la Extensión Sur del Proyecto Nacional de Transmisión de Energía Eléctrica de la Autoridad de Energía Eléctrica de Etiopía. Se planea proporcionar una subestación móvil respetuosa con el medio ambiente con una configuración óptima y compacta basada en documentos de ingeniería estandarizados y tecnología avanzada para las instalaciones de energía. La composición de las subestaciones móviles que se suministrarán en el futuro es la siguiente.

- GIS de 245kV con LCP (1 Bahía)
- Transformador de potencia de 230/33/15kV de 50/50/50MVA (1 Set)
- GIS de 33kV (6 bahías) en E-House
- GIS de 15kV (6 bahías) en E-House

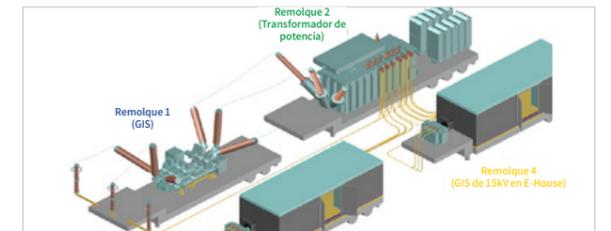


Figura 7 | Subestación móvil para el EEP (Portal de Ingeniería Eléctrica)



La demanda de subestaciones móviles está aumentando de acuerdo con los rápidos cambios en el sistema de energía. Además de la recuperación ante desastres, que es el uso tradicional de la subestación móvil, es posible ampliar el uso de varios productos de energía como el GIS móvil, STATCOM móvil y la Estación de MV para ESS/PV. Las soluciones móviles proporcionadas por Hyosung Heavy Industries son versátiles e intercambiables, lo que facilita su expansión y aplicación en diferentes áreas de la industria (por ejemplo, petróleo y gas, minería, etc.). Además, otra ventaja es que el transporte al lugar es fácil y el diseño compacto reduce la huella y el trabajo de construcción. Será beneficioso para los desarrolladores de proyectos de energía renovable porque reducirá el costo general de construcción.

**Min-Soo Kim**  
Performance Leader  
Equipo de Ingeniería de Soluciones Globales



# Asegurar la competitividad de la calidad a través de las actividades FIT (Equipo de Innovación Rápida)

Actividades del FIT para lograr una calidad de primer nivel

Hyosung Heavy Industries promueve de manera activa la implementación de actividades del FIT con el objetivo de lograr un nivel de calidad Cero Defectos (ZD, por sus siglas en inglés). Para lograr esto se apunta a investigar y eliminar de manera rápida varios problemas de calidad. Una empresa no puede sobrevivir si el “cliente no queda satisfecho”. Hyosung Heavy Industries pone énfasis en la calidad de sus productos y en las respuestas a las inquietudes de los clientes. Las actividades del FIT lideran la lista de prioridades de la empresa. Las actividades del FIT son una respuesta que se utiliza cuando se producen problemas similares o de la misma calidad reiteradas veces. El equipo desocupa a expertos de su trabajo diario para que trabajen con otros expertos en una sala separada (sala FIT), lejos de las distracciones para que brinden una respuesta rápida y una solución que se resuelva al 100 %.



## Descripción general de las actividades del FIT

“¡Rápido, sostenible y no nos rendiremos hasta que se logre!” ¡Este es el mantra y el lema de nuestro equipo FIT! Los problemas de calidad más adelante se convierten en pérdidas incontrolables y en la insatisfacción del cliente si no se identifica y se elimina el problema de raíz. El FIT es un CFT (Equipo multidisciplinar) de expertos proactivos que ayudan a eliminar problemas de calidad importantes y crónicos en una etapa temprana, y a implementar mejoras de manera rápida. Una vez que se identifican los problemas y se resuelven, los miembros del equipo regresan a sus departamentos originales. Con la capacidad de desplegarse rápida y estratégicamente, el CFT puede concentrar sus esfuerzos en realizar mejoras en comparación con las demandas normales del día a día de la empresa. Este equipo puede llegar a la raíz del problema y garantizar que se implementen medidas sostenibles y sustanciales para evitar que se repita.

Es inadmisibles que nuestros productos presenten alguna falla o deficiencia. Es el deber de nuestro equipo restaurar la calidad y la reputación de todos los productos de Hyosung Heavy Industries a través de un proceso de respuesta llamado “actividad del FIT”.

## Directrices de las actividades del FIT

- 1 Para las actividades del FIT, el ejecutivo responsable selecciona sujetos y miembros de arriba hacia abajo en busca de problemas importantes. El liderazgo es un factor crucial en la gestión de la calidad, ya que tiene un impacto determinante en el éxito o fracaso.
- 2 Los expertos se eligen de equipos relacionados adecuados para formar un equipo óptimo, el CFT. Este CFT es un equipo de respuesta rápida, flexible y cooperativo que consta de expertos entre estas organizaciones de apoyo.
- 3 Las estaciones se colocan en las fases de la actividad (identificación de problemas, RCA (análisis de la raíz del problema), resolución de problemas y mantenimiento) y el ejecutivo decide si pasar la estación o no. Desde el punto de vista del producto y del proceso, el asesoramiento y la orientación adecuados en cada fase de las actividades es la clave para saber si este proceso va a triunfar o fracasar.
- 4 El equipo lleva a cabo una revisión posterior a la acción sobre todos los problemas al final de la actividad para mejorar la capacidad de resolución de problemas y compartir el contenido de la actividad.
- 5 De acuerdo con nuestra filosofía de gestión “El buen desempeño debe ser recompensado”, se deben hacer recompensas razonables.



## Tema de la actividad del FIT de 1° año (2021)

División	Tema de actividad del FIT	Tipo
Transformador de Potencia	Revisión de las causas y medidas de los defectos pasados para obtener cero defectos de aislamiento	Calidad
	Revisión de las causas y medidas de defectos pasados para obtener cero defectos de gas	Calidad
	Revisión de las causas y medidas para que la ocurrencia de fuego sea cero durante el funcionamiento	Calidad
	Revisión de las causas y medidas de los defectos pasados para obtener cero fugas de aceite	Calidad
	Revisión de las causas y medidas de los defectos pasados para obtener cero casos de óxidos	Calidad
GIS (conmutadores con aislamiento de gas)	Cero defectos de trabajo debido a los errores de trabajo en el lugar	Calidad
	Prevención de problemas de calidad después del envío al mejorar la capacidad de detección de pruebas de fábrica	Calidad
	Aumento de la tasa de estandarización del diseño de GIS de 245kV	General
Transformador de Distribución	Lograr la satisfacción del cliente mediante la mejora de la calidad de la apariencia de los moldes de los transformadores	Calidad
Panel/IPB (Barra de fase aislada)	Cero fugas de gas para el CGIS de 38kV de América del Norte	Calidad

## Tema de actividad del FIT de 3° año (2023)

División	Tema de actividad del FIT	Tipo
Transformador de Potencia	Suprimir el aumento en el plazo de prueba de la fábrica mediante el establecimiento de estándares de licitación para las pruebas especiales	General
	Mejora en la calidad de las piezas defectuosas después del envío	Calidad
	Mejora en la calidad mediante la aclaración del objeto de trabajo entre el ensamblaje del devanado y el ensamblaje del cuerpo principal	Calidad
GIS	Mejora de la calidad del producto a través del RCA del defecto del producto terminado en el montaje de la fábrica de Pune	Calidad
	Aumento de la tasa de estandarización del diseño de GIS 1,175D de 246A	General
	Prevenir el daño del producto y garantizar la seguridad mediante el establecimiento de normas para el levantamiento de productos	General
	Cero problemas de calidad a través de la estandarización del soporte	General
	Establecimiento de criterios cuantitativos de evaluación de costos para los productos sujetos a estandarización del diseño	General
Transformador de Distribución	Reducir los incumplimientos del lugar a través del RCA de los incumplimientos anteriores	Calidad
	Mejora en la calidad de las piezas faltantes y rotas después del envío del transformador de distribución	Calidad
	Satisfacción del cliente a través de la mejora de la calidad de la pintura del núcleo del molde del transformador	Calidad
Panel/IPB	Estandarización del gabinete del panel de ODM (manufactura de diseño propio)/OEM (manufactura de equipos originales) y búsqueda de un proveedor	General
	Mejora en la calidad de la pieza a través de RCA del defecto de la pieza	Calidad
STATCOM	Análisis de las causas y establecimiento de las contramedidas en las desviaciones de tiempo de las operaciones de BPS (bits por segundo)	Calidad

## Tema de actividad del FIT del 2° año (2022)

División	Tema de actividad del FIT	Tipo
Transformador de Potencia	Cero problemas de calidad durante la instalación debido a deformación y daño	Calidad
	Estandarización de los componentes del tanque	General
GIS	Aumento de la tasa de estandarización del diseño de GIS de 550kV	General
	Aumento de la tasa de estandarización del diseño de GIS de 170kV	General
	Aumento de la tasa de estandarización de las piezas comunes	General
	Cero problemas de calidad en el sistema de accionamiento en GIS	Calidad
Transformador de Distribución	Lograr la satisfacción del cliente al mejorar la calidad de la apariencia de los transformadores de distribución para Japón	Calidad
Panel/IPB	Revisión de las causas y contramedidas de los defectos pasados en la pintura desgastada de IPB	Calidad
	Ampliación de planos estándar para evitar defectos en el diseño estructural	Calidad
Compras	Cero problemas de calidad al establecer fuentes de abastecimiento en India y Vietnam	Calidad
	Mejora considerable en la calidad de los materiales que se compran para las Cámaras Flexibles para Soldadura, los productos de fundición y procesamiento	General
Logística	Desarrollo de programas de diseño de embalajes para los clientes importantes	General

División	Tema de actividad del FIT	Tipo
Máquina soldadora	El equipo de soldadura está diseñado para resolver el problema de las señales de detección de tensión distorsionadas mediante el uso de control adaptativo en la soldadura por puntos	Calidad
	Mejorar la calidad a través del rendimiento inicial y el desarrollo de algoritmos	Calidad
	Estandarización de los componentes de accesorios y mejora del método de embalaje	General
QC (CONTROL DE CALIDAD) (PCS)	El sistema de control adaptativo en equipos de soldadura por puntos aborda el problema de las perturbaciones en las señales de detección de tensión	Calidad
	Resolución de problemas en la degradación del rendimiento durante la soldadura y la mejora del rendimiento de la base de datos	Calidad
	Asegurar la confiabilidad de la prueba mediante la mejora del método de prueba de PCS de estabilización del sistema de energía	Calidad
QC (GIS)	Asegurar la confiabilidad de la prueba mejorando el método de prueba de operación de los interruptores automáticos	Calidad
QC (Transformador de Potencia)	Mejorar la fiabilidad de la prueba y la reducción del tiempo mediante la mejora de los problemas de prueba de impacto del Transformador de Potencia	Calidad
Compras	Reducir los defectos en los proveedores en base a los defectos frecuentes	Calidad
Logística	Mejorar la calidad del embalaje mediante la mejora de los métodos de embalaje de los principales materiales	Calidad



Hyosung Heavy Industries lleva 3 años realizando las actividades FIT. Los años uno y dos han ayudado al equipo a crear un punto de partida que evalúa y perfecciona de manera continua las respuestas futuras. El tercer año tendrá actualizaciones en los procesos y experiencia que ayudan a lograr resultados prácticos. Con este fin, complementaremos el conjunto de procedimientos, teniendo en cuenta las deficiencias anteriores y realizando mejoras. Aunque las mejoras que se implementan tras la aparición de problemas solucionan la mayoría de ellos, no garantizan la sostenibilidad a largo plazo. Esta es una tarea que debe llevarse a cabo de forma continua. Los cambios e innovaciones que ya existen en la empresa continúan, y, en este sentido, confiamos en que las actividades de FIT serán reconocidas como actividades de innovación de alta calidad que representan a Hyosung Heavy Industries y sobrevivirán y continuarán “siempre y en cualquier caso”.

**Klaus-Dieter Hildebrandt**  
Vicepresidente  
Responsable de calidad e innovación productiva de Potencia PU



**Dong-Woo Kim**  
Performance Manager  
Equipo global de control de calidad



# Construir una fábrica inteligente a través de la digitalización y lograr que el estado de la fábrica sea visible en tiempo real

Mejora de la calidad y maximización de la eficiencia de la producción a través de la automatización de procesos

Junto con la cuarta revolución industrial, como la automatización de control, el Internet de las cosas (IoT)/red, big data e IA, la forma en que trabajamos está cambiando gradualmente, del trabajo manual, como en el pasado, a lo digital/automatización. El “equipo de apilamiento automático de los núcleos de hierro” es un equipo desarrollado para responder de manera flexible al entorno de fabricación en constante cambio, y es un equipo que mejora la calidad y la eficiencia de la producción al reemplazar el trabajo humano con equipos.

## Antecedentes de la introducción del equipo de apilamiento automático de los núcleos de hierro

El entorno manufacturero está cambiando rápidamente que se percibe en los cambios en el entorno empresarial debido a las restricciones del tiempo de trabajo, la disminución de la productividad debido al envejecimiento de la sociedad, la falta de talento joven y la disminución de la población; además de la entrada en una era de bajo crecimiento global, la transición a una sociedad no presencial y remota debido al COVID-19. Los principales países avanzados han establecido estrategias de reactivación de fabricación dirigidas por el gobierno para promover la expansión y el avance de las fábricas inteligentes, y están respondiendo activamente a los cambios en las tendencias de fabricación, como una producción flexible de múltiples productos. Construir una fábrica inteligente utilizando la tecnología de la información, como una herramienta para fortalecer la competitividad de la fabricación y la innovación para no quedarse atrás en estos cambios ambientales, es un elemento esencial para la supervivencia corporativa en la era de la Cuarta Revolución Industrial.

Hyosung Heavy Industries se esfuerza por realizar una “gestión orientada al cliente”, “una organización que responde rápidamente a los cambios ambientales” y la “aceleración de la transformación digital (DX) para la gestión de la base de datos”. Estamos promoviendo actividades de fábricas inteligentes para construir un sistema de producción flexible y altamente eficiente mediante el establecimiento de operaciones de DX en las que todas las áreas, desde el diseño del producto hasta el envío se combinan con la tecnología digital y aumenta la competitividad a través de la informatización de datos y la automatización de procesos.

Como parte de la actividad de la fábrica inteligente, la división de transformadores de potencia de Hyosung Heavy Industries introdujo un “Equipo automático de apilamiento de núcleos de hierro” para mejorar la productividad y la calidad. Nuestra empresa ha implementado con éxito por primera vez la instalación de apilamiento de núcleos de hierro para grandes transformadores en todo el mundo. Además, es posible apilar núcleos de hierro con una longitud de 4 metros o más. Las empresas globales han introducido equipos automatizados para apilar núcleos de hierro para transformadores pequeños y la mayoría de los competidores apilan núcleos de hierro de manera manual por los trabajadores, como lo hemos hecho en el pasado.

Debido a que se realizan entre 10.000 a 14.000 repeticiones de trabajo de laminación para dar forma del núcleo de hierro de un transformador, existe el riesgo de fatiga del trabajador, así como la posibilidad de que se produzcan defectos y graves accidentes a

causa de errores humanos en el proceso. Con el fin de resolver este problema, hemos estado pensando en cómo utilizar equipos para automatizar el proceso de laminado del núcleo de hierro, el cual, por años, se ha estado haciendo de manera manual por los trabajadores. En el pasado, se produjeron diversos problemas de desarrollo tales como que la máquina no reconocía la posición en la que colocar el núcleo de hierro, o la incapacidad de transferir solo una lámina de núcleo a la vez, o la mala calidad de laminación. Sin embargo, con la cuarta revolución industrial, han ocurrido desarrollos innovadores en la tecnología como la automatización, los sensores y el IoT. Gracias a estas tecnologías innovadoras, hemos aprendido de los fracasos previos y hemos logrado automatizar el proceso de laminación del núcleo de hierro.

La máquina de apilamiento de núcleos de hierro apila automáticamente los núcleos de hierro preparados de antemano de acuerdo con las especificaciones de diseño. Esto reduce las horas de mano de obra y permite un ajuste flexible del personal de producción de acuerdo con los cambios en el entorno externo. Además, al medir automáticamente la tolerancia de fabricación del apilamiento de los núcleos de hierro, se pueden evitar errores humanos con anticipación y, de esta manera, mejorará la confiabilidad del producto a través de una medición precisa. Hemos mejorado de forma innovadora la productividad y la calidad mediante la automatización del proceso de núcleo de hierro. En el futuro, planeamos maximizar las ganancias de los clientes y de la empresa mediante el análisis de los datos recopilados y su uso para mejorar el proceso, y así reducir el costo.



Figura 1 | Equipo de apilamiento automático de los núcleos de hierro



Figura 2 | Apilamiento del núcleo de hierro terminado



## Componentes de la máquina automática de apilamiento de núcleos de hierro

La máquina automática de apilamiento de núcleos de hierro consta de un total de 4 unidades: un servomotor para el equipo propulsor, un circuito neumático para adsorber y transportar el núcleo de hierro, un sistema de escaneo visual para reconocer y controlar con precisión la posición de laminación y un panel de control.

- Sistema de pórtico: estructura y parte motriz (servomotor, reductor, etc.)
- Sistema de adsorción: puente, pinza y unidad de control de dimensiones para levantar el núcleo de hierro (unidad de control de altura, sistema de control visual)
- Unidad de control: panel de control y programa
- Equipos neumáticos: para la adsorción al vacío



Figura 3 | Interfaz del usuario del equipo de apilamiento automático del núcleo de hierro

## Efecto de la máquina de apilamiento automático de núcleo de hierro

**1) Aumentar la productividad a través de la automatización**  
El número de trabajadores ha sido reducido al transportar/empiar núcleos de hierro de manera automática en lugar del método en el que los trabajadores apilaban manualmente los núcleos de hierro uno por uno.

**2) Mejora en la calidad**  
Al implementar las funciones de medición de dimensiones del producto y la corrección de errores, los errores de medición por parte de los operadores se eliminan al realizar la medición automática de dimensiones sin detener la máquina.

**3) Monitoreo del estado del trabajo a través de la conexión entre la máquina y MES**  
A través de la conexión entre la máquina y Sistema de ejecución de manufactura (MES, por sus siglas en inglés), los datos de apilamiento del núcleo de hierro, como el número de apilamientos, la altura de apilamiento, etc., se recopilan y monitorean en tiempo real. Además, es posible responder de manera inmediata a los problemas verificando el estado del progreso del trabajo, la tasa de progreso y el estado anormal en tiempo real. En el futuro, planeamos analizar los datos recopilados y usarlos para mejorar los procesos.

**4) Mantenimiento de los equipos y diagnóstico remoto**  
Monitoreamos el estado de los equipos como motores y sensores en tiempo real y respondemos inmediatamente cuando se produce una anomalía para minimizar la interrupción del trabajo por una avería del equipo. Además, se establece un sistema de respuesta de emergencia para que se realice un diagnóstico remoto del equipo y brinde asistencia para la reparación sin que el ingeniero del fabricante nos visite en caso de una falla repentina del equipo.

“Estos tiempos actuales demandan un cambio hacia una nueva forma de trabajar, como la digitalización, la automatización y el Big Data, lejos del método manual del pasado de acuerdo con el cambio urgente en el área de fabricación. Aunque la automatización de ciertos procesos se realizó con la introducción de la máquina automática de apilamiento de núcleos de hierro, nos esforzaremos por aumentar la utilización mediante el complemento/mejora del equipo y mejorando la eficiencia mediante la optimización de todo el proceso. Con el fin de responder activamente al entorno cambiante y proporcionar el mejor valor a los clientes, continuaremos promoviendo la operación de DX, que es el centro de las actividades de las fábricas inteligentes y el establecimiento de un sistema de producción de alto rendimiento. Además, seguiremos esforzándonos por proporcionar Valor en uso (VIU, por sus siglas en inglés) a los clientes que utilizan nuestros productos.”

**Klaus-Dieter Hildebrandt**  
Vicepresidente  
Responsable de calidad e innovación productiva de Potencia PU



**Soo-Yong Kim**  
Performance Manager  
Smart Factory TFT





# MVDC para mejorar la receptividad de las energías renovables

**MVDC: Corriente continua de media tensión**

La tecnología de corriente continua de media tensión (MVDC) es una tecnología de distribución de potencia de MVDC que tiene un nivel de tensión y una capacidad de transmisión de potencia entre la HVDC (corriente continua de alta tensión, transmisión de potencia de corriente continua de tensión extra alta de 100kV o superior) y la LVDC (corriente continua de baja tensión, distribución de potencia de LVDC inferior a 1,5kV). Se está presentando una creciente demanda de la tecnología de MVDC. Puede promover la propagación de fuentes de energía nuevas y renovables o mejorar la tasa de carga máxima permitida mediante el control del flujo de energía. También puede satisfacer de manera más eficiente la creciente demanda de cargas de energía a gran escala de los centros de las ciudades, como las estaciones de carga de vehículos eléctricos, los Sistemas de Almacenamiento de Energía (ESS, por sus siglas en inglés) y los Centros de Datos de Internet (IDC).

## Tendencia de políticas y desarrollo de MVDC

De acuerdo con la política de expansión de energía renovable del gobierno, la necesidad de MVDC está aumentando. En particular, de acuerdo con el Cuarto Plan de Desarrollo de Tecnología Energética, el gobierno coreano ha presentado el objetivo de asegurar la tecnología del sistema de operación de distribución de energía de MVDC y la operación mixta corriente alterna (AC, por sus siglas en inglés)/corriente continua (DC, por sus siglas en inglés), para asegurar la receptividad de la energía renovable. El Noveno Plan de Suministro y Demanda de Energía de Corea establece la aplicación de MVDC para resolver el problema de la red de distribución causado por la expansión de las fuentes de energía distribuidas y la introducción gradual de la micro red de energía eléctrica. Aunque el mercado de Corea para MVDC se encuentra actualmente en una etapa introductoria, se espera que se expanda en un futuro muy cercano.

Siguiendo dicha tendencia, Hyosung Heavy Industries ha llevado a cabo investigación y desarrollo para un Convertidor Multinivel Modular (MMC, por sus siglas en inglés) de 20MW de HVDC y completó su demostración en el sitio de demostración de Jeju en 2017. Utilizando la tecnología MMC desarrollada a través de este proyecto de investigación y desarrollo, hemos comercializado con éxito STATCOM, que se ha entregado a lugares coreanos e internacionales y está en funcionamiento en todo el mundo. Además, hemos expandido la tecnología a MVDC y lideramos el primer proyecto de desarrollo de estaciones MVDC de  $\pm 35\text{kV}/30\text{MW}$  de Corea promovido por el Green Energy Institute. Hemos completado la instalación en Naju y nos estamos preparando para la puesta en marcha.

## Introducción del Proyecto MVDC de $\pm 35\text{kV}$ y 30MW en Naju

Los sistemas MVDC se pueden dividir en la configuración PTP (punto a punto) y la configuración MT (multi terminal) dependiendo de la composición de la línea de conexión. El proyecto actual (desarrollo de la estación MVDC de  $\pm 35\text{kV}/30\text{MW}$  de Naju) es un sistema MVDC de la configuración PTP compuesto por dos estaciones (una estación para un rectificador para convertir AC a DC y una estación para un inversor para convertir DC a AC).

La estación MVDC está compuesta en gran parte por una válvula convertidora para la conversión de energía, un sistema Control y Protección (C&P) para llevar a cabo la función de control y protección del convertidor, y varios tipos de aparatos de campo que incluyen un transformador y un sistema de enfriamiento (Fig. 1).

La válvula convertidora, el sistema C&P y el sistema de enfriamiento, que son el equipo principal de la estación de MVDC de  $\pm 35\text{kV}$  30MW de Naju, se ha diseñado para cargarse en un contenedor para permitir que el sistema se construya rápidamente sin la necesidad de ningún edificio aparte. (Fig. 2).

La válvula convertidora se compone de un procesador ARM (Máquina avanzada de RISC) compuesto por 30 submódulos integrados en un contenedor, y cada estación se compone de 6 contenedores.

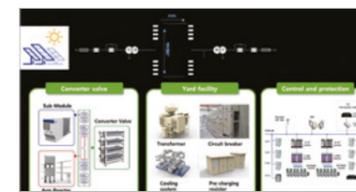


Figura 1 | Diagrama de bloques del sistema de MVDC de  $\pm 35\text{kV}/30\text{MW}$  de Naju



Figura 2 | Fotografía aérea de la estación de MVDC de  $\pm 35\text{kV}/30\text{MW}$  de Naju

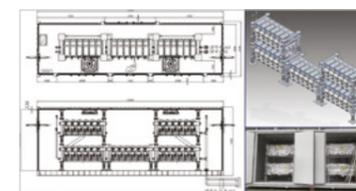


Figura 3 | Válvula convertidora de MVDC de  $\pm 35\text{kV}/30\text{MW}$  de Naju

El interior de cada recipiente se construye adoptando el método de cargar 5 secciones de válvula, cada una de las cuales está compuesta por un total de 6 submódulos como se muestra en la figura 3.

El sistema C&P se compone en gran medida de un sistema de operación que realiza la función de interactuar con el operador, y un sistema de control del convertidor que realiza la función de controlar y proteger el convertidor de acuerdo con las instrucciones de operación del operador, y un sistema de protección que realiza la protección de la línea de CA y la operación CB (Interruptor automático)/DS/ES.

En cuanto a HILS (Simulación de hardware-in-the-loop) para la simulación del sistema de MVDC, se utilizó un producto Nova Core que es el último modelo entre los productos de RTDS (Simulador digital en tiempo real). El sistema de energía, el módulo convertidor, los interruptores (CB, DS, ES, etc.) en la estación, el registro de carga inicial y los aparatos de campo, incluyendo el reactor de fase y el transformador de interfaz, se modelaron utilizando RSCAD. La configuración de conexión del sistema RTDS HILS se muestra en la Figura 5.

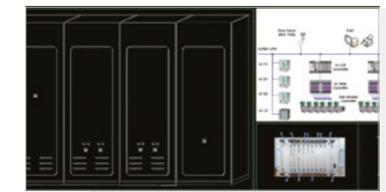


Figura 4 | Sistema C&P

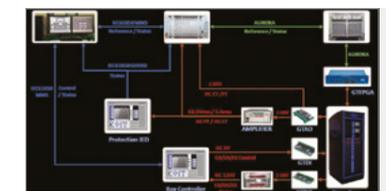


Figura 5 | Configuración de conexión del sistema RTDS HILS



La necesidad de la DC como la LVDC para la distribución efectiva de energía a los consumidores, el sistema de MVDC para la conexión a la red requerida como resultado del aumento de las fuentes de energía renovable y el HVDC para la transmisión de larga distancia y la conexión a la red por región está aumentando gradualmente en los sistemas de energía. En particular, se cree que el sistema de MVDC se convertirá en una solución importante que permite conexiones entre el sistema de la LVDC y HVDC y conecta el aumento de la energía renovable a la red existente. El Centro de R&D de Hyosung Corporation Power & Industrial Systems tiene la intención de desarrollar aún más la tecnología de MVDC actual mediante la realización con éxito del Proyecto de Desarrollo de Tecnología de Red de Distribución de Energía Híbrida AC/DC de Próxima Generación, que está en curso como un proyecto nacional coreano. Esto ayudará a Hyosung a expandir su dominio comercial en materia de soluciones de DC en todo el mundo.

**Hong-Ju Jung**  
Performance Leader  
Gerente de equipo de Investigación de HVDC



**Jeong-Gon Ryu**  
Performance Manager  
Equipo de Investigación de HVDC



## Mensaje del Editor



Hyosung Heavy Industries será proactivo en la detección de cambios en el mercado y en las demandas de los clientes y la sociedad, y buscará nuevas oportunidades mediante la innovación.

Hyosung Heavy Industries se complace en anunciar la publicación de nuestro tercer número de la Revista de Tecnología de Potencia. A través de esta revista, le presentamos a nuestros valiosos clientes las soluciones de la empresa que lideran las tendencias en el mercado energético. Se esperan muchos cambios en el sector este año debido a las diversas demandas de la sociedad y de los clientes. Hyosung Heavy Industries será proactivo en la detección de cambios en el mercado y en las demandas de los clientes y la sociedad, y buscará nuevas oportunidades mediante la innovación. Estén atentos a las actividades y logros de Hyosung Heavy Industries este año. Deseamos que este artículo sea de utilidad para los lectores. Si tiene alguna pregunta sobre el contenido de esta revista o cualquier otra consulta, no dude en ponerse en contacto con nosotros en cualquier momento. Gracias por leer la Revista de Tecnología de Potencia de Hyosung Heavy Industries.



Hyosung Heavy Industries Corporation  
Vicepresidente Ejecutivo **Sung-Hoon Ahn**

**Jefe de Publicaciones :** Vicepresidente Ejecutivo Sung-Hoon Ahn

**Editor en Jefe :** Vicepresidente Senior MAKOTO HATTORI

**Editor :** Vicepresidente Hyun-Chul Cho, Vicepresidente Young-Jun Cho, Sun-Dong Kwon Performance Manager, Jin-Dal-Lae Kim Performance Leader, George Ciganik

**Asesoramiento Técnico :** Vicepresidente Won-Ho Choi, Vicepresidente Klaus-Dieter Hildebrandt

**Ayudante de Redacción :** Eun-Jee Ryu Performance Manager, Il-Doo Kim Performance Leader

**Lugar de Publicación :** Hyosung Heavy Industries Corporation

Favor haga clic aquí para preguntas.

Todos los derechos reservados Hyosung Heavy Industries Corporation

# HYOSUNG HEAVY INDUSTRIES

La empresa que lidera la era del crecimiento verde y bajo en carbono

## ÁREAS DE NEGOCIO

**HYOSUNG HEAVY INDUSTRIES**

- Sistemas de Energía PU**
  - Produce el 70% de los productos básicos necesarios para el suministro de energía en Corea
  - Participa en el establecimiento de una base de producción en EE.UU., China e India y en la construcción de una infraestructura energética global
  - Instalaciones eléctricas / Sistemas eléctricos / Soluciones digitales / Soluciones de soldadura
- Maquinaria Industrial PU**
  - Fabricante y vendedor de motores eléctricos número 1 de Corea
  - Realiza negocios de ingeniería de sistemas con una amplia gama de productos industriales
  - Motores / Generadores / Máquinas industriales / Soluciones de engranaje
- División de Negocio de Energía Eólica**
  - El primer desarrollador de Corea de sistemas de generación de energía eólica de 750kW, 2MW y 5,5MW
  - Ofrece soluciones integrales en el ámbito de la energía eólica, como componentes básicos de energía eólica, turbinas de energía eólica, EPC y O&M
- Construcción PU**
  - Es la primera empresa de Corea en introducir edificios residenciales de tipo villa
  - Participa en varios proyectos de construcción, como apartamentos y edificios de oficinas



Hyosung Heavy Industries  
página web



Hyosung Heavy Industries  
YouTube



Hyosung Heavy Industries  
LinkedIn



Hyosung Heavy Industries  
Facebook



Hyosung Heavy Industries  
Instagram