

PROYECTO ECOSWING. TECNOLOGÍA DE SUPERCONDUCTORES PARA LA INDUSTRIA EÓLICA

LOS SUPERCONDUCTORES TIENEN, CLARAMENTE, EL POTENCIAL DE SER UNA TECNOLOGÍA HABILITADORA CLAVE DEL SIGLO XXI. ESTA TECNOLOGÍA YA HA MADURADO LO SUFICIENTE COMO PARA DAR UN PASO MÁS HACIA UNA DEMOSTRACIÓN RELEVANTE EN EL CAMPO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. EN LA COSTA DE DINAMARCA, SE HA INSTALADO EL PRIMER AEROGENERADOR SUPERCONDUCTOR DEL MUNDO, UN HITO HISTÓRICO DEL PROYECTO ECOSWING, FINANCIADO POR LA UE, QUE ESTÁ LLAMADO A REVOLUCIONAR LA INDUSTRIA EÓLICA MEDIANTE EL DESPLIEGUE DE GENERADORES MÁS LIGEROS, MÁS ECONÓMICOS Y MÁS POTENTES.

El proyecto EcoSwing, que involucra a nueve socios industriales y académicos, representa un avance en la aplicación de la tecnología de superconductores de alta temperatura para generadores de turbinas eólicas, como potencial sustituto de los actuales generadores de imanes permanentes de accionamiento directo, equipos pesados y caros.

Con capacidad para producir más de 3 MW de electricidad, suficiente para abastecer a mil hogares, el aerogenerador bipala, desarrollado en este proyecto, incorpora un generador de superconductor de alta temperatura único. Con un peso un 40% inferior al de los generadores convencionales, esta máquina de última generación requiere menos recursos de fabricación y es más rentable de construir, transportar e instalar.

Ya probado con éxito en el laboratorio, las pruebas de campo del aerogenerador, que es operada por Envision Energy en Thyborøn, Dinamarca, allanarán el camino para el despliegue comercial de una próxima generación de aerogeneradores de clase multimegavatio. Esto tiene el potencial de abrir nuevos mercados para la energía eólica, apoyando a la transición global hacia la energía renovable y, en última instancia, reduciendo los costes de la electricidad.

El sitio de instalación

El socio principal del proyecto, Envision, acordó aprovechar para EcoSwing uno de los aerogeneradores más modernos del mercado. El GC-1 es un aerogenerador de 3,6 MW con un diámetro de rotor de 128 m, con generador de imanes permanentes de accionamiento directo y un convertidor de potencia completo. Está operando en un emplazamiento costero exigente en el oeste de Dinamarca, Thyborøn, cerca de la costa del Mar del Norte. El entorno se caracteriza por velocidades promedio del viento de 9,7 m/s. También hay condiciones de bajas turbulencias producidas por el mar y altas turbulencias en el sur causadas por edificios industriales y otros aerogeneradores ubicados en el emplazamiento. El diseño se caracteriza por ser de paso parcial y de dos palas, para cargas extremas bajas y resistencia en zonas de tifones en tierra y en alta mar.



THE ECOSWING PROJECT. SUPERCONDUCTIVE TECHNOLOGY FOR THE WIND POWER INDUSTRY

SUPERCONDUCTORS CLEARLY HAVE THE POTENTIAL TO BE A KEY ENABLING TECHNOLOGY OF THE 21ST CENTURY. NOW THIS TECHNOLOGY HAS MATURED SUFFICIENTLY TO GO ONE STEP FURTHER TO A RELEVANT DEMONSTRATION IN THE FIELD OF RENEWABLES. THE WORLD'S FIRST SUPERCONDUCTING WIND TURBINE WILL BE INSTALLED THIS YEAR OFF THE COAST OF DENMARK, A LANDMARK ACHIEVEMENT BY THE ECOSWING EU-FUNDED PROJECT, THAT IS SET TO REVOLUTIONISE THE WIND ENERGY INDUSTRY THROUGH THE DEPLOYMENT OF LIGHTER, MORE COST EFFICIENT AND MORE POWERFUL GENERATORS.



The EcoSwing project, involving nine industrial and academic partners, represents a breakthrough in the application of high-temperature superconductor technology for wind turbine generators as a potential replacement for today's heavy and costly permanent magnet direct-drive generators.

Capable of producing more than 3 MW of electricity, enough to power a thousand homes, the two-bladed wind turbine will feature a unique high-temperature superconductor generator developed in the project. Weighing 40% less than conventional generators, the state-of-the-art machine requires fewer manufacturing resources and is more cost-effective to build, transport and install.

Already successfully tested in the laboratory, the turbine's field test, which is operated by Envision Energy in Thyborøn, Denmark, will pave the way for the commercial deployment of a next generation of multi-megawatt turbines. This has the potential to open up new markets for wind power, supporting the global transition to renewable energy and ultimately lowering electricity costs.

The installation site

The project's lead partner, Envision, agreed to provide EcoSwing with one of the most modern wind turbines in the market. The GC-1 is a 3.6 MW wind turbine with 128 m rotor diameter, a direct-drive permanent-magnet generator and full power converter. It is operating at a demanding coastal site in Western Denmark, Thyborøn, close to the North Sea coast. The environment is characterised by 9.7 m/s average wind speeds. There is also low turbulence from the sea and high turbulence from the south caused by industrial buildings and other wind turbines located at the site. The design features partial pitch and two blades for low extreme loads and endurance in onshore and offshore typhoon areas.



Más ligero, más barato, más refrigerado

Los generadores actuales funcionan como una dinamo convencional, con imanes giratorios dentro de un conjunto de bobinas de cobre. La rotación crea un campo magnético variable en las bobinas, que genera una corriente eléctrica.

Los superconductores son capaces de conducir electricidad sin resistencia, por lo tanto, son altamente complementarios a las tecnologías de eficiencia energética como sustitutos del cobre. En comparación con el cobre, pueden transportar 100 veces más densidad de corriente, lo que hace que la maquinaria eléctrica sea compacta y liviana. El uso de materiales muy reducido contribuye a que esta tecnología sea altamente competitiva para la maquinaria convencional.

En el generador superconductor EcoSwing, los imanes se reemplazan por bobinas de cinta cerámica-metálica, que se convierten en superconductoras en condiciones extremadamente frías, lo que se logra al alojar las bobinas dentro de un tambor de vacío super-refrigerado con pequeñas cantidades de gas criogénico. A temperaturas de alrededor de $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$, aproximadamente $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima del cero absoluto, la electricidad pasa a través de las bobinas casi sin resistencia, lo que permite flujos de energía 100 veces mayores que en los generadores estándar.

La resistencia mucho menor significa que en un generador superconductor de alta temperatura se requiere mucho menos material, incluidos metales valiosos de tierras raras, en comparación con un modelo tradicional, para lograr la misma salida de energía, lo que resulta en una reducción sustancial de los costes y el peso.

Los mismos beneficios también permitirán que aumentar el tamaño de los aerogeneradores. El equipo de EcoSwing visualiza futuros generadores superconductores que producen 10 MW o más. El peso y tamaño reducidos de los dispositivos de próxima generación, ayudarán a superar la barrera de los altos costes de construcción, transporte e instalación de los parques eólicos tanto en tierra como en alta mar.

Si la prueba de campo EcoSwing resulta exitosa, ese objetivo debería estar al alcance en cuestión de años. Los socios del proyecto ya han avanzado mucho en la preparación tecnológica y comercial de muchos componentes, superando desafíos clave para el despliegue efectivo de la tecnología superconductor de alta temperatura en aerogeneradores sometidos a condiciones ambientales adversas, vibraciones y funcionamiento continuo sin supervisión.

Los socios han mejorado y ampliado la capacidad de fabricación para muchos componentes nuevos dentro de este proyecto. Por ejemplo, EcoSwing ha tenido un gran impacto en la calidad y estabilidad de las capacidades de fabricación de cables superconductores de alta temperatura, aumentando la producción de metros a kilómetros por semana, una tasa hasta ahora inigualable en Europa.

Lighter, cheaper, cooler

Current generators work much like a traditional dynamo, with rotating magnets inside a set of copper coils. The rotation creates a variable magnetic field in the coils, which generates an electric current.

Superconductors are capable of conducting electricity without resistance. They are thus highly complementary to energy efficient technologies as a substitute to copper. In comparison to copper they can carry 100 times more current density, making electrical machinery compact and lightweight. Vastly reduced material usage contributes to making this technology highly competitive to conventional machinery.

In the EcoSwing superconducting generator, the magnets are replaced by coils of ceramic-metallic tape that become superconductive under extremely cold conditions, achieved by containing the coils within a vacuum drum super-cooled with small amounts of cryogenic gas. At temperatures of around $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$, about $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ above absolute zero, electricity passes through the coils with almost no resistance, enabling energy flows 100 times greater than in standard generators.

Much lower resistance means that far less material, including valuable rare-earth metals, is required in a high-temperature superconducting generator compared to a traditional model to achieve the same energy output, resulting in substantial cost and weight reductions.

The same benefits will also allow wind turbines to be scaled up. The EcoSwing team envisions future superconductor generators producing 10 MW or more. With the reduced weight and size of next-generation devices helping to overcome barriers from high construction, transportation and installation costs at both onshore and offshore wind farms.

If the EcoSwing field test proves successful, that goal should be within reach in a matter of years. The project partners have already greatly advanced the technological and commercial readiness of many components, overcoming key challenges to the effective deployment of high-temperature superconducting technology in wind turbines subjected to harsh environmental conditions, vibrations and continuous unsupervised operation.

Partners have improved and scaled up manufacturing capacity within this project for many new components. For example, EcoSwing has had a big impact on the quality and stability of high-temperature superconductor wire manufacturing capabilities, increasing production from metres to kilometres per week – a rate so far unmatched in Europe.

