

## LOS RETOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL FUTURO. UNIENDO FLEXIBILIDAD Y EFICIENCIA

EN GENERAL, LOS ACTORES QUE INTERVIENEN EN EL SECTOR ELÉCTRICO (PRODUCTORES, OPERADORES DEL SISTEMA, ORGANISMOS REGULADORES, GOBIERNOS, ETC.) SE ENFRENTAN CON UN GRAN RETO A CORTO PLAZO A LA HORA DE ASEGURAR UN SISTEMA SOSTENIBLE, ECONÓMICO Y FIABLE. LAS FLUCTUACIONES DIARIAS, SEMANALES Y ESTACIONALES DE LA DEMANDA ELÉCTRICA SON CADA VEZ MÁS Y MÁS MARCADAS, PARTICULARMENTE EN LAS ECONOMÍAS CON UN MAYOR PESO DEL SECTOR SERVICIOS Y UN MENOR PESO DE LA INDUSTRIA. EL OTRO FACTOR SIGNIFICATIVO QUE CAUSA FLUCTUACIONES ES EL IMPACTO EN EL SISTEMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES INTERMITENTES. DEBIDO A LA PREOCUPACIÓN POR EL CAMBIO CLIMÁTICO, MUCHOS PAÍSES SE HAN EMBARCADO EN AMBICIOSOS PLANES DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (POR EJEMPLO, EL PROGRAMA 20-20-20 DE LA UNIÓN EUROPEA). SIN EMBARGO, LA INTEGRACIÓN DE IMPORTANTES CANTIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE ORIGEN RENOVABLE NO ES NADA FÁCIL DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

### Integrando las renovables

Por naturaleza, las energías eólica y solar son intermitentes. En la mayoría de emplazamientos los aerogeneradores sólo funcionan a su potencia nominal durante el 20% del tiempo, e incluso en emplazamientos óptimos, como en el mar, sólo el 30% del tiempo. De forma parecida, y debido a la variación de la radiación solar y al efecto de las nubes, la capacidad de un panel solar fotovoltaico está en máximos sólo durante el 20% del año aproximadamente.

Además, la energía renovable tiene prioridad de despacho siempre que sea posible, tanto debido a los incentivos que hacen atractivas las inversiones en estos activos, como porque tiene sentido utilizar las renovables todo lo posible por su bajo coste marginal. Por lo tanto, para poder casar la oferta con la demanda, en los grandes sistemas eléctricos las centrales térmicas tendrán que compensar en tiempo real decenas de gigavatios de origen renovable que fluctúan arriba y abajo. Esto aumentará la necesidad de más generación firme y flexible para equilibrar el sistema, lo que también requerirá que se desarrollen nuevos tipos de mercados eléctricos.

### El papel del gas

Los pronósticos actuales y los escenarios indican que la generación con gas natural jugará un papel muy importante en los sistemas eléctricos del futuro, tanto para producir en carga base como para equilibrar la red. Los recientes descubrimientos y la comercialización del gas de pizarra han aumentado significativamente el volumen de las reservas de gas. El gas natural tiene un precio competitivo, y contiene poco carbono. En otras palabras, las centrales de gas producen menos emisiones de CO<sub>2</sub> que otras centrales térmicas.

### La central eléctrica Flexicycle

La central eléctrica Flexicycle es una solución de Wärtsilä que proporciona simultáneamente un alto rendimiento y una alta flexibilidad, y que ofrece numerosas ventajas al sistema eléctrico. Esta solución incorpora una combinación de características que tradicionalmente requería la instalación de distintos tipos de centrales, y permite que una central eléctrica sea operada de un modo competitivo en varios mercados eléctricos. La central Flexicycle introduce un nuevo concepto de flexibilidad en el campo de las centrales eléctricas de hasta 500 MW.

## THE CHALLENGES FACING TOMORROW'S ELECTRICAL SYSTEM. UNITING FLEXIBILITY AND EFFICIENCY

IN GENERAL, THE AGENTS INVOLVED IN THE ELECTRICITY SECTOR (PRODUCERS, SYSTEM OPERATORS, REGULATORY BODIES, GOVERNMENTS, ETC.) ARE FACING AN IMPORTANT CHALLENGE IN THE SHORT-TERM IN ORDER TO GUARANTEE A SUSTAINABLE, ECONOMIC AND RELIABLE SYSTEM. DAILY, WEEKLY AND SEASONAL FLUCTUATIONS IN ELECTRICITY DEMAND ARE INCREASINGLY NOTICEABLE, PARTICULARLY IN ECONOMIES THAT HAVE GREATER DEPENDENCY ON THE SERVICES SECTOR AND LESS ON INDUSTRY. THE OTHER SIGNIFICANT FACTOR THAT CAUSES FLUCTUATIONS IS THE IMPACT THAT INTERMITTENT RENEWABLE ENERGY HAS ON THE SYSTEM. DUE TO CONCERN FOR CLIMATE CHANGE, MANY COUNTRIES HAVE EMBARKED ON AMBITIOUS PLANS TO REDUCE CO<sub>2</sub> EMISSIONS (FOR EXAMPLE, THE EU'S 20-20-20 PROGRAMME). HOWEVER, THE INTEGRATION OF SIGNIFICANT AMOUNTS OF ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE SOURCES IS NOT EASY FROM THE ELECTRICAL SYSTEM STANDPOINT.

### Integrating renewables

The very nature of wind and solar power means that they are intermittent energy sources. At most sites, wind turbines only operate at their rated output 20% of the time, and even at optimal sites, such as offshore, operation occupies just 30% of the time. Similarly, due to the variation in solar radiation and the effect of clouds, the capacity of a solar PV collector is at maximum levels for only around 20% of the year.

In addition, renewable energy has to be quickly dispatched whenever possible, both due to the incentives that attract investments in these assets and because it makes sense to use renewables as much as possible thanks to their low marginal cost. As such, so as to marry supply with demand, in large electrical systems the thermal plants will have to compensate in real time for the tens of gigawatts of power from renewable sources that fluctuate up and down. This will increase the need for more secure and flexible generation solutions to balance the system, which in turn will lead to the development of new types of electrical markets.

### The role of gas

Current forecasts and scenarios indicate that power generation from natural gas will play a very important role in the electrical systems of the future, both for baseload generation and to balance the grid. Recent discoveries and the commercialisation of shale gas have significantly increased the volume of gas reserves. Natural gas comes at a competitive price with low carbon content. In other words,



La central Flexicycle ofrece una unión sin igual entre un ciclo combinado para generar en carga base con un alto rendimiento, y un ciclo simple extremadamente flexible, pero aún así con un buen rendimiento. Por ello, supera la solución tradicional de usar diferentes tecnologías para distintos perfiles de operación y aplicaciones dentro de un sistema eléctrico. Además, permite que el propietario de una central Flexicycle sea competitivo en varios mercados eléctricos a la vez con una única instalación, es decir, que venda electricidad en los mercados de energía, y que venda capacidad flexible en los mercados de capacidad y en los mercados de ajuste.



gas-powered plants produce less CO<sub>2</sub> emissions than other thermal plants.

### The Flexicycle power plant

The Flexicycle power plant is a solution offered by Wärtsilä that simultaneously provides high performance and superb flexibility, combined with numerous advantages over the electrical system. This solution incorporates a combination of characteristics that traditionally requires the installation of different types of plants, allowing a power plant to operate competitively in various electrical markets. The Flexicycle

plant introduces a new concept of flexibility into the field of electrical plants of up to 500 MW.

Esta solución está basada en motores de gas y una turbina de vapor que cierra el ciclo combinado. Las centrales se pueden adaptar a diferentes potencias en el rango de 100 a 500 MW. Dependiendo de las necesidades, el número de motores puede variar entre 5 y 25, y cualquier instalación inicial se puede ampliar fácilmente en bloques de 20 MW como y cuando se quiera. Cada motor está equipado con una caldera de recuperación de calor para generación de vapor, y la central dispone de una única turbina de vapor con condensador. Normalmente la refrigeración de la central eléctrica se diseña para que los motores se refrigeren con radiadores en circuito cerrado, y el ciclo de vapor con torres de refrigeración.

### Flexibilidad con alto rendimiento

Las características dinámicas de la solución Flexicycle se consiguen gracias al empleo de múltiples motores de gas en paralelo. El motor de gas del tipo Wärtsilä 50SG está en el rango de los 20 MW de potencia, y tiene el mayor rendimiento en ciclo simple de todas las máquinas motrices. Al contrario que otras tecnologías, cada unidad puede arrancar, subir y bajar carga, y parar de forma individual, según la demanda, sin ningún impacto en el programa de mantenimiento. Los motores Wärtsilä 50SG pueden ponerse en marcha y sincronizarse en menos de dos minutos, pueden subir carga hasta llegar a plena potencia en 10 minutos y, cuando se quiera, bajar carga y parar en sólo un minuto.

Esto significa que una central parada puede tener disponibles cientos de megavatios en "reserva fría" y, tras recibir la orden de arranque, empezar a exportar energía a la red en dos minutos hasta llegar a plena carga en 10 minutos. El operador del sistema se beneficia de esta capacidad de respaldo para estabilizar y equilibrar la red cuando se necesite.

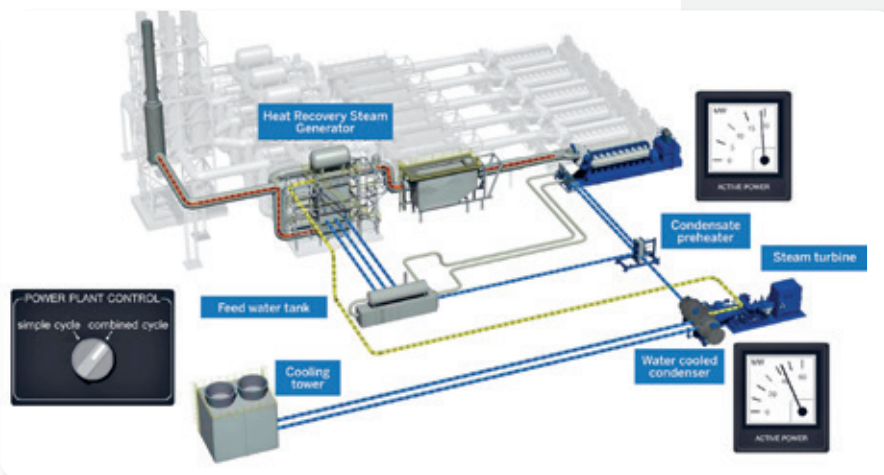
The Flexicycle plant offers an incomparable combination of a combined-cycle to generate a high performance baseload and an extremely flexible single cycle that still offers good performance. To achieve this, it replaces the traditional solution of using different technologies for different operational profiles and applications within one electrical system. In addition, it allows the owner of a Flexicycle plant to compete simultaneously in various electrical markets via one single installation i.e. they can sell electricity on the energy markets and sell flexible capacity on both the capacity and balanced energy markets.

This solution is based on gas engines and a steam turbine that closes the combined-cycle. Plants can be adapted to different capacities ranging from 100 to 500 MW. Depending on needs, the number of engines can vary between 5 and 25, and any initial installation can be easily extended in blocks of 20 MW as and when required. Each engine is equipped with a heat recovery boiler for steam generation and the plant comes with a single steam turbine with a condenser. The refrigeration of the power plant is usually designed so that the engines are cooled via closed circuit radiators and the steam cycle via cooling towers.

### Flexibility combined with high performance

The dynamic characteristics of the Flexicycle solution are achieved thanks to the use of multiple gas engines operating in parallel. The Wärtsilä 50SG gas engine falls within this 20 MW capacity range and offers the best single cycle performance of all motorised machines. Unlike other technologies, every unit has an independent start-up, ramp-up/down and shut down, depending on demand, with no impact on the maintenance schedule. The Wärtsilä 50SG engines can start-up and synchronise in less than two minutes, reaching full capacity in 10 minutes and, as required, ramping down and stopping in just one minute.

This means that a stopped plant can have hundreds of MWs available in "cold reserve" and, having received the start-up order, can start exporting power to the grid in two minutes,



Operando en ciclo combinado, una central Flexicycle de, por ejemplo, 240 MW equipada con 12 motores, puede funcionar al 25% de potencia con tres motores a plena carga y el resto parados, y subir hasta el 100% de potencia en 60 minutos. En ciclo combinado, el rendimiento eléctrico neto en barras de la central supera el 50% en condiciones reales de funcionamiento. Si cuatro o más motores trabajan a plena carga, los grupos pueden alternarse individualmente entre un ciclo combinado y un ciclo simple, y subir y bajar carga según la necesidad. Esto permite que la central eléctrica funcione siempre con un alto rendimiento, y que siga rápidamente las variaciones de la demanda dentro de un rango de cargas muy amplio.

### Beneficios de la multiplicidad

Las centrales Flexicycle están formadas por varios grupos generadores en paralelo. Con esto se consigue mantener un alto rendimiento a lo largo de un amplio rango de cargas, incluso operando a cargas parciales. La central puede funcionar en todas las cargas con casi el mismo rendimiento. Los múltiples grupos en paralelo también ayudan a alcanzar una alta disponibilidad de la central en la producción eléctrica. El mantenimiento se puede realizar en un grupo cada vez, dejando por lo tanto que los otros grupos trabajen normalmente.

### Flexibilidad en el combustible

La solución Flexicycle se basa esencialmente en el motor de gas de alto rendimiento Wärtsilä 50SG, pero en algunos emplazamientos el motor dual Wärtsilä 50DF puede ser una mejor elección como máquina motriz. Por ejemplo, éste puede ser el caso en sitios donde el suministro de gas pueda sufrir interrupciones, o donde el gas natural sólo esté disponible en el futuro. Los motores Wärtsilä 50DF pueden funcionar con gas natural, GNL, gasóleo, fuelóleo y biocombustibles líquidos. Los motores pueden pasar de funcionar con gas a funcionar con líquido, o viceversa, instantáneamente y automáticamente a cualquier carga.

### Beneficios de la central Flexicycle

Las centrales eléctricas Flexicycle proporcionan beneficios al sistema eléctrico. La sobresaliente flexibilidad de esta solución permite un suministro seguro, sostenible y económico de electricidad, y hace posible la integración en el sistema de energías intermitentes como la eólica y la solar. Al mismo tiempo, ayuda a las centrales térmicas con poca flexibilidad, ya que elimina la necesidad de que éstas operen cíclicamente y de que tengan que arrancar y parar con frecuencia. Al facilitar que otras centrales térmicas funcionen en su punto óptimo, se reducen los costes de mantenimiento, se mejora el rendimiento y la fiabilidad del sistema eléctrico en su conjunto, y se reducen las emisiones.

Hay también numerosas ventajas para los productores de electricidad: las centrales Flexicycle pueden operar en varios mercados, por ejemplo vendiendo electricidad en los mercados de energía y también, gracias a su rápido arranque y subida de carga, vendiendo capacidad en los mercados de capacidad y de ajuste. El alto rendimiento en un amplio rango de cargas permite conseguir más ingresos debido a su elevada capacidad de despacho. La electricidad es fiable y está asegurada gracias a los múltiples grupos generadores. Las centrales se pueden situar cerca de los centros de consumo, y se pueden usar motores duales para cubrirse ante riesgos futuros en aquellos lugares donde la flexibilidad en el uso de combustibles aporta un valor al cliente. El mantenimiento es sencillo, y además se dispone de servicios completos de mantenimiento de toda la central a través de la propia Wärtsilä.

División Power Plants de Wärtsilä.  
Wärtsilä Power Plants Division

achieving full load in 10 minutes. The system operator can benefit from this back-up capacity to stabilise and balance the grid as required.

Operating in combined-cycle, a Flexicycle plant of, for example 240 MW equipped with 12 engines, can operate at 25% capacity with three engines at full load and the others stopped, ramping up to 100% capacity in 60 minutes. In combined-cycle, net electrical performance of the plant's busbars exceeds 50% under real operational conditions. If four or more engines are working at full load, the gensets can individually alternate between a combined-cycle and a single cycle, ramping up and down as required. This means that the power plant always operate at peak levels of performance and can quickly follow any variations in demand within an extensive range of loads.

### Benefits of multiplicity

The Flexicycle plants comprise various gensets operating in parallel. As such they manage to maintain a high level of performance throughout a wide range of loads, even during partial operation. The plant can operate at all loads with almost the same level of performance. Multiple parallel gensets all help achieve a high level of availability at the electricity production plant. Maintenance can be carried out for one genset at a time, allowing the others to continue to work normally.

### Fuel flexibility

The Flexicycle solution is essentially based on the Wärtsilä 50SG high performance gas engine however at some sites, the dual Wärtsilä 50DF engine can be the best choice of driver. For example, this could be the case in sites where the gas supply could experience interruptions, or where only natural gas is available in future. The Wärtsilä 50DF engines can operate on natural gas, LNG, diesel, fuel oil and liquid biofuels. The engines can go from operating on gas to LNG or vice versa, instantly or automatically and at any load.

### Benefits of the Flexicycle plant

Flexicycle's power plants bring added benefits to the electrical system. The outstanding flexibility of this solution guarantees a secure, sustainable and economic supply of electricity, making integration possible with intermittent energy systems such as wind and solar power. At the same time, it can assist low-flexibility thermal plants by eliminating the need for them to operate in cycles with frequent start-ups and shut downs. By facilitating optimal operation at other thermal plants, maintenance costs decrease, performance is improved along with the reliability of the electrical system as a whole, and emissions are reduced.

There are also a number of advantages for energy producers: Flexicycle plants can operate in various markets, for example selling electricity in the energy markets and also, thanks to its quick start and ramping up, selling capacity in the capacity and balanced energy markets. Peak performance in a wide range of loads achieves more revenue due to its high level of dispatchability. The electricity is reliable and secure thanks the multiple gensets. The plants can be situated close to consumption centres and can use dual engines to cover themselves against future risks in those places where flexibility in the use of fuels adds value to the client. Maintenance is simple and Wärtsilä additionally offers comprehensive maintenance services for the entire plant.