

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE MICRORREDES RENOVABLES

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, HEMOS PODIDO OBSERVAR REDUCCIONES SIGNIFICATIVAS DE COSTES DE LAS TECNOLOGÍAS SOLAR FOTOVOLTAICA Y ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS, DEBIDAS PRINCIPALMENTE A IMPORTANTES INVERSIONES EN MEJORAS TÉCNICAS Y ECONOMÍAS DE ESCALA DE FABRICACIÓN. ADEMÁS, LA MODULARIDAD DE LOS COMPONENTES, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y CELDAS ELECTROQUÍMICAS, HACEN QUE EL TAMAÑO DE LA INSTALACIÓN NO CONDICIONE DEMASIADO SU COSTE ESPECÍFICO. SI UNIMOS ESTA TENDENCIA CON EL PERMANENTE DESARROLLO DE LAS COMUNICACIONES Y CONTROL (COMO EL ACTUAL DESPLIEGUE DEL IOT) QUE PERMITE CONTROLAR EN TIEMPO REAL Y A DISTANCIA SISTEMAS CADA VEZ MÁS COMPLEJOS, SENSIBLES Y REDUCIDOS, ENTENDEMOS EL CAMBIO DE PARADIGMA QUE ESTÁ DÁNDOSE EN EL SECTOR ENERGÉTICO. EL SISTEMA CENTRALIZADO ACTUAL SE VA ABRIENDO A CONFIGURACIONES DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y MÚLTIPLES REDES CAPACES DE OPERAR DE FORMA AUTÓNOMA Y AISLADA. NORVENTO, LLEVA YA VARIOS AÑOS DESARROLLANDO E IMPLEMENTANDO MICRORREDES RENOVABLES.

A qué llamamos microrred renovable

Para Norvento Enerxía una microrred moderna es una red de dimensiones reducidas, si la comparamos con la red nacional, que integra producción, gestión y abastecimiento eléctrico, que satisface la demanda mayoritariamente con generación renovable y que es capaz de operar tanto conectada como desconectada de la red, proporcionando energía de calidad de manera fiable.

Hay muchas razones que impulsan este tipo de soluciones, por ejemplo: los altos costes de ampliar la red eléctrica existente, los riesgos de interrupción de servicio inherentes a su configuración centralizada y muy extendida, tanto en países emergentes como desarrollados, la falta de fiabilidad o disponibilidad de la red en muchas zonas del mundo, la necesidad de energía fiable y de alta calidad para aplicaciones específicas o el deseo de los usuarios de ser independientes de la red eléctrica o de reducir su huella de carbono.

DESIGN AND PLANNING OF RENEWABLE MICROGRIDS

RECENT YEARS HAVE SEEN SIGNIFICANT REDUCTIONS IN THE COSTS OF SOLAR PV TECHNOLOGIES AND BATTERY STORAGE, MAINLY DUE TO MAJOR INVESTMENTS IN TECHNICAL IMPROVEMENTS AND ECONOMIES OF SCALE AS REGARDS MANUFACTURING. IN ADDITION, THE MODULARITY OF THE COMPONENTS, PV MODULES AND ELECTROCHEMICAL CELLS MEAN THAT THE SIZE OF THE INSTALLATION NO LONGER CONDITIONS ITS SPECIFIC COST OVERMUCH. BY ADDING THE ONGOING DEVELOPMENT OF COMMUNICATIONS AND CONTROL TO THIS TREND (SUCH AS THE CURRENT BOOM IN IOT), WHICH IS ABLE TO CONTROL INCREASINGLY MORE COMPLEX, SENSITIVE AND COMPACT SYSTEMS REMOTELY AND IN REAL TIME, THE PARADIGM CHANGE TAKING PLACE IN THE ENERGY SECTOR CAN BE FULLY APPRECIATED. TODAY'S CURRENT CENTRALISED SYSTEM IS OPENING UP TO DISTRIBUTED GENERATION AND MULTIPLE GRID CONFIGURATIONS CAPABLE OF OPERATING INDEPENDENTLY AND OFF-GRID. NORVENTO HAS ALREADY SPENT SEVERAL YEARS DEVELOPING AND IMPLEMENTING RENEWABLE MICROGRIDS.

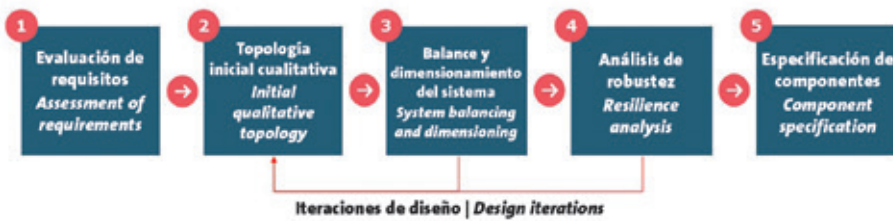
What do we understand by renewable microgrid?

For Norvento Enerxía, a modern microgrid is a reduced-size grid, when compared to the national grid, that integrates electricity production, management and supply. It covers demand mainly through renewable generation and can operate whether connected or not to the mains grid, providing reliable, quality power.

There are many reasons for promoting this type of solution, for example: the high costs of extending the existing power grid; the risks of interruption to the service, inherent to its centralised and far-reaching configuration, both in emerging and developed markets; the lack of reliability or availability of the grid in many parts of the world; the need for reliable and high quality power for specific applications; and the desire of users to achieve energy independence or to reduce their carbon footprint.



Granja desconectada de la red abastecida por una microrred renovable con solar fotovoltaica, baterías y generador diésel | *Off-grid poultry farm supplied by a renewable microgrid with solar PV, batteries and a diesel generator*



Esquema de la metodología de trabajo para planificación y diseño de microrred empleada por Norvento | *Diagram of the working methodology used by Norvento to plan and design a microgrid*

Las aplicaciones de las microrredes son muchas, desde complejos industriales, parques vacacionales u hoteles, a comunidades de vecinos, instalaciones esenciales como hospitales, centros de datos, granjas o minas en lugares de difícil acceso.

Planificación y diseño de una microrred

Puede parecer que el diseño de una microrred es directo y simple, al tener dimensiones más reducidas si la comparamos con la red de distribución, pero nada más lejos de la realidad. Planificar una microrred implica ajustarse a consumos muy localizados y requiere evaluar muy bien la evolución de la demanda de energía, así como su nivel de incertidumbre.

La viabilidad técnica y económica de una microrred está íntimamente ligada a cómo se planifique su desarrollo, y a cumplir con el plan del promotor del proyecto, lo que requiere considerar múltiples escenarios en su diseño, que funcione en todos ellos razonablemente, de manera flexible y adaptable. En el equipo de Microrredes de Norvento ya nos hemos enfrentado a esta situación en varias ocasiones, lo que nos ha permitido avanzar en la definición de nuestra metodología de trabajo.

En una primera fase, se trabaja con el promotor en la evaluación de requisitos identificando, organizando, clasificando y priorizando de acuerdo con las necesidades del cliente, de las que en ocasiones es perfectamente consciente y en otras las descubre trabajando en el desarrollo del proyecto. Para llevar a cabo esta evaluación, debemos entender las necesidades, objetivos y limitaciones presentes; los requisitos de desempeño como pueden ser la rentabilidad, coste de la energía o penetración de renovables, las interfaces ya existentes como un generador o la red, las condiciones climáticas del lugar en el que se ubique y otras restricciones a considerar como el espacio disponible o el CAPEX del proyecto.

En base al análisis detallado de los requisitos, se procede a la definición de los requerimientos de los equipos, lo que permite definir una topología inicial cualitativa previa a dimensionar el sistema. Dentro de esa topología se definen las tecnologías concretas de generación, de inversores, de almacenamiento, la geometría de la red, las redundancias requeridas, la lógica de los controles, el soporte HW de control, las protecciones, los niveles de tensión, las comunicaciones entre equipos, etc.

En caso de aplicaciones especialmente críticas donde la fiabilidad es clave, se comparan distintas topologías mediante simulaciones que permiten cuantificar cómo se comportan unas contra otras y, a continuación, se evalúa si el aumento de fiabilidad del sistema justifica su coste frente a los requisitos del cliente. Con toda la información recopilada, se escoge el diseño más ajustado a las necesidades y posibilidades del cliente.

Con la topología elegida, y considerando el patrón de demanda, los recursos naturales disponibles, y los desempeños técnicos y económicos de los equipos, se procede al balance y dimensionamiento del sistema, o modelo energético. Así, se aplican técnicas como redes neuronales, algoritmos genéticos, y en ocasiones iteraciones

There are numerous microgrid applications, from industrial complexes, holiday parks and hotels, to property owners' communities, essential installations such as hospitals, data centres, farms and mines in hard-to-access places.

Microgrid planning and design

The design of a microgrid may seem direct and simple, due to its reduced dimensions when compared to the distribution network, however nothing could be further from the truth. Planning a microgrid involves adapting to very localised consumptions and requires a highly accurate assessment of the evolution of energy demand, as well as its level of uncertainty.

The technical and economic feasibility of a microgrid is intricately linked to how its development is planned and its compliance with the plan of the project developer. This requires multiple scenarios to be considered in its design, to ensure flexible and adaptable operation in every situation. The Microgrids team at Norvento has already faced this situation on several occasions, enabling us to develop the definition of our working methodology.

As a first phase, we work with the developer to assess the identified requirements, organising, categorising and prioritising them in line with the needs of the client, of which sometimes they are perfectly aware and at others, are discovered by working on the project development. To undertake this assessment, we need to understand: the needs, objectives and existing limitations; the performance requirements, such as cost effectiveness, the energy cost or the penetration of renewables; pre-existing interfaces, such as a generator or the grid; the weather conditions of the place in which it is located; and other restrictions, such as available space or project CAPEX.

Based on the detailed analysis of the requirements, the equipment specifications are identified, which allows a qualitative topology to be defined prior to sizing the system. Within this topology, the specific generation technologies are defined, along with the inverters, storage, grid geometry, the required redundancies, the control logic, the HW control support, protections, voltage levels, communications between equipment, etc.

In the case of particularly critical applications where reliability is key, different topologies are compared by means of simulations, which can quantify how one behaves compared to the others. Next, the increase in system reliability is evaluated to see if its cost is justified depending on client requirements. Having gathered all the information together, the design that best suits the needs and possibilities of the client is selected.

With the chosen topology, and considering the demand pattern, the natural resources available and the technical and economic performance of the equipment, the system or energy model is balanced and dimensioned. As a result, techniques are applied such as neural networks, genetic algorithms and sometimes experienced-based iterations to obtain an optimal design and its associated characteristic parameters, such as the LCOE and the payback. Meteorological variables, such as the wind and solar resource, usually require access to historic databases

Personal de Norvento durante la puesta en marcha de una microrred. A la izquierda sistema de baterías, a la derecha armario de distribución y convertidor. | *Norvento personnel during microgrid commissioning. To the left, the battery system; to the right, the distribution and converter cabinet.*



basadas en la experiencia para obtener un diseño óptimo y sus parámetros característicos asociados, como el LCOE o el *payback*. Las variables meteorológicas como el recurso eólico o solar suelen requerir de acceso a bases de datos históricas y simulaciones mediante *software* especializado para obtener las producciones energéticas asociadas. Igualmente, definir la demanda no es siempre algo sencillo; requiere de un patrón de consumo anual hora a hora, datos históricos de su evolución o información que permita predecirla y disponer de una estrategia de gestión. Si toda esta información no está disponible, hay que recurrir a proyecciones, modelos estadísticos, campañas de medición y encuestas.

Finalmente, se deben considerar los distintos casos verosímiles y que se ajusten a los planes del promotor; para lo que se somete el dimensionamiento a un análisis de robustez, que verifica que el sistema no cambia su comportamiento significativamente cuando está sometido a variaciones en las condiciones del entorno, como pueden ser cambios en la demanda. Se seleccionan parámetros cuya posible variación razonable afecte al comportamiento deseado del sistema, procediendo a su simulación en diferentes escenarios y así escoger variables y dimensiones de diseño para adaptarse a ellos. Conseguir robustez puede implicar flexibilizar el sistema, partiendo de una dimensión menor y previendo desde el principio ampliaciones rápidas y baratas.

Una vez dimensionado el sistema, se lleva a cabo la especificación de componentes, con lo que termina el análisis de viabilidad y planificación. La elección de componentes se debe hacer de manera cuidadosa, garantizando interoperabilidad entre todas las partes de la microrred y la posibilidad de someterlos a una lógica de control común respetando los requisitos establecidos.

Microrredes renovables para el futuro

De ahora en adelante veremos cada día más casos en los que las microrredes renovables serán la mejor opción para abastecer energéticamente una instalación, tanto conectadas como desconectadas de la red, al mantenerse la inercia de reducción de costes y mejoras técnicas, que probablemente aumentará con la posibilidad de prestar servicios de red a través de los agregadores.

Sea como sea, planificar y diseñar una microrred requiere adoptar puntos de vista no habituales en otros proyectos como los de generación clásica. Puede necesitar incorporar elevadas incertidumbres y mecanismos para que el promotor pueda responder en función de la evolución futura requerida a la microrred.



Jérémy Mousseaux
Responsable de Negocio de Microrredes de Norvento
Microgrid Business Unit Manager, Norvento

and simulations through specialised software to obtain the associated energy production. Similarly, defining demand is not always a simple process; it requires an annual, hour-by-hour consumption pattern, historic data on its evolution or information that is able to predict this and the availability of a management strategy. If not all this information is available, it will be necessary to resort to projections, statistical models, measurement campaigns and surveys.

Finally, the different probable cases must be considered and that they are in line with the plans of the developer. For this, the dimensioning is subjected to a resilience test, which verifies that there is no significant change in system behaviour when it is subjected to variations in the surrounding conditions, such as changes in demand. Parameters are selected whose possible reasonable variation affects the desired behaviour of the system, simulating different scenarios and thereby selecting design variables and sizes to adapt to them. Achieving resilience can involve making the system flexible, based on a smaller size and forecasting fast and cheap extensions from the outset.

Once the system has been dimensioned, component specification takes place, which concludes the feasibility and planning analysis. The components must be chosen carefully, guaranteeing interoperability between every part of the microgrid and the possibility of subjecting them to a common control logic respecting the established requirements.

Renewable microgrids for the future

From now on, every day will see more cases in which renewable microgrids will be the best option to supply power to an installation, whether on- or off-grid, by maintaining costs reduction inertia and technical improvements, which will probably increase with the possibility of providing grid services via the aggregators.

Whatever the situation, the planning and design of a microgrid involves adopting points of view that are not commonplace in other projects, such as classic generation plants. It may be necessary to incorporate high levels of uncertainties and mechanisms so that the developer can respond depending on the required future evolution of the microgrid.