

SmartGrids: Contribución del material eléctrico de Baja Tensión



SmartGrids: Contribución del material eléctrico de Baja Tensión



Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico

SmartGrids: Contribución del material eléctrico de Baja Tensión

© AFME (Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico), 2012

Avda. Diagonal, 477 - 12º A. 08036 Barcelona

C/ Príncipe de Vergara, 75 - 5º. 28006 Madrid

Tel.: 934 050 725 • Fax: 934 199 675

general@afme.es • tecnica@afme.es

www.afme.es

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial en cualquier soporte, sin la previa autorización escrita de AFME.

ISBN: 978-84-15179-64-1

Depósito Legal: B. 27.993-2012

Impreso en España - *Printed in Spain*

Edita: Ediciones Experiencia, S.L. - c/ Ametllers, 16 local A - 08320 El Masnou (Barcelona)

Tel. 93 241 10 25 - Fax 93 241 31 29 - www.edicioneseperiencia.com

Maquetación: Gràfiques 92, S.A.

Ilustraciones: AFME

Índice

INTRODUCCIÓN	
SMARTGRIDS: EL PRIMER PASO HACIA LAS SMARTCITIES	7
DOCUMENTO DE POSICIÓN DE AFME SOBRE LAS SMARTGRIDS.....	11
1 GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	21
1.1. Microrredes.....	22
1.2. Solar Fotovoltaica.....	24
1.3. Micro /mini eólica.....	25
1.4. Generación híbrida	25
2 AUTOCONSUMO	27
3 ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.....	31
4 SMARTMETERING.....	33
4.1. Contadores inteligentes	33
4.1.1. Sistemas de telegestión	34
4.1.2. Contadores parciales o de medidas secundarias.....	35
4.1.3. Displays	36
5 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y SERVICIOS DE GESTIÓN ENERGÉTICA	37
5.1. Sistemas de gestión de la energía.....	37
5.1.1. Sistemas domóticos	37

5.1.2.	Sistemas inmóticos.....	39
5.1.3.	Sistemas de gestión de la energía en industria.....	39
5.1.4.	Sistemas de gestión de infraestructuras públicas	43
5.1.4.1.	Alumbrado público (Street lighting).....	43
5.1.4.2.	Tele-gestión de edificios públicos	44
5.2.	Servicios de gestión energética	47
6	VEHÍCULO ELÉCTRICO	51
6.1.	Introducción	51
6.2.	Infraestructura de recarga	52
6.2.1.	Estaciones de recarga.....	52
6.2.2.	Modos de carga, tipos de tomas de corriente y conectores	54
6.2.3.	Cuadro eléctrico.....	55
6.2.4.	Gestión inteligente de los puntos de conexión	56
6.2.5.	Tipos de infraestructura de recarga.....	56
6.3.	Integración de energías renovables para la recarga del VE....	57
7	APARAMENTA Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA EL DESARROLLO DE LAS SMARTGRIDS.....	61
7.1.	Introducción	61
7.2.	Cables	61
7.3.	Sistemas de conducción de cables.....	62
7.4.	Dispositivos de protección.....	63
7.4.1.	Diferenciales con rearme automático	63
7.4.2.	Protección contra sobretensiones	64
7.5.	Compensación de energía reactiva	66
7.6.	Filtrado de armónicos	66
7.7.	Analizadores de la calidad del suministro eléctrico	66
7.8.	Centros de datos.....	67
7.8.1.	Eficiencia energética en sistemas de refrigeración por agua del CPD	68
A	GLOSARIO	71
B	NORMAS DE REFERENCIA	75

Agradecimientos

AFME agradece a las siguientes empresas, participantes en el Grupo de Trabajo “Smart-Grids”, su colaboración y aportaciones sin las cuales no habría sido posible desarrollar esta publicación.

Introducción

SmartGrids: El primer paso hacia las SmartCities

La red eléctrica que se presentaba hace unos años disponía de una generación centralizada y cargas concentradas en puntos concretos, por ejemplo, núcleos urbanos o polígonos industriales. La energía provenía de una generación en Media Tensión (MT) en centrales de diferente índole: termoeléctricas, hidráulicas, nucleares, etc. Posteriormente era elevada a Alta Tensión (AT) y transportada hasta llegar a subestaciones donde la tensión se reducía de nuevo. Una vez aquí se volvía a distribuir en una red de MT que finalizaba en centros de transformación, los cuales reducían la tensión para hacer una distribución en Baja Tensión (BT) dando alimentación a los consumidores residenciales, industriales y a las infraestructuras.

En esta última década el escenario que se ha presentado contiene una generación distribuida establecida en la red de transmisión y distribución, que empieza a presentarse también en la red de BT. Con esta situación el flujo de energía que se presenta es bidireccional a diferencia de la situación anterior, que era unidireccional.

No sólo se ha producido un cambio en la generación sino que aparecen nuevas cargas en la red como el vehículo eléctrico, y nuevos actores como los PROSUMIDORES, nuevos usuarios de la red que son PRODUCTORES y CONSUMIDORES de energía. Además, la distribución de cargas ha dejado de ser tan concentrada como antes y se ha ramificado. Este hecho unido a la previsión de crecimiento de demanda de energía que se prevé para los próximos años, el cambio climático y los cada vez más escasos recursos naturales, supone empezar a tender hacia una

gestión más flexible que permita un transporte y distribución de la energía más eficiente.

El concepto de SmartGrids pretende cubrir esta serie de nuevas necesidades gestionando la red de forma eficiente, vinculando a los operadores, productores, distribuidores y consumidores.

Las SmartGrids poseen un enorme potencial para introducir en los sistemas energéticos y de comunicación criterios de sostenibilidad, ahorro y eficiencia energética, además de llegar a desempeñar un papel esencial en lo que a gestión de oferta y demanda energética se refiere.

La plataforma Tecnológica Europea define SmartGrid como una red eléctrica que puede integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a la misma, para proporcionar un suministro eléctrico económicamente eficiente, sostenible, con bajas pérdidas y elevados niveles de seguridad y calidad.

Su desarrollo aportará valor de forma notable para:

- Favorecer la integración de la generación distribuida/renovable y su interconexión con la generación centralizada y ayudar a la gestión de la red
- Activar la participación de los consumidores en el mercado eléctrico, tanto a través del SmartMetering como mediante la figura del “prosumidor”, en la que el consumidor juega también el papel de productor de energía eléctrica. A través de SmartMetering el consumidor puede ser parte activa en la optimización del funcionamiento del sistema, al proporcionársele una mayor información e incluso permitiendo una gestión de las cargas a través del sistema domótico.
- Reducir significativamente el impacto medioambiental del sistema de suministro eléctrico completo mediante una mejora de la eficiencia energética (pérdidas + gestión de la demanda), mejorando los niveles actuales de fiabilidad, calidad y seguridad del suministro.
- Favorecer la futura integración masiva de vehículos eléctricos, considerando su capacidad para almacenar energía y para suavizar la curva de la demanda.

El reto es pasar de una red pasiva centralizada a una red interactiva descentralizada.

Las SmartGrids son una pieza esencial para constituir las SmartCities (ciudades inteligentes).

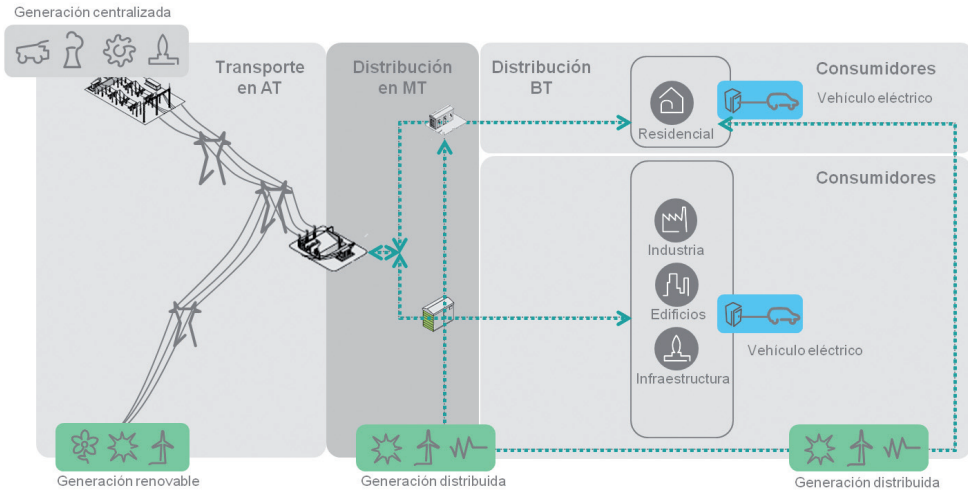


Figura 0.1: **Esquema general red SmartGrid**

Este libro tiene como objetivo dar a conocer la forma en que el material eléctrico de Baja Tensión contribuye al desarrollo e implementación de las SmartGrids y la visión de AFME para su adecuado despliegue. En especial, y con el fin de proporcionar información sobre los productos ya disponibles y los futuros desarrollos, está dirigido a los siguientes colectivos:

- Ingenieros, arquitectos, empresas de servicios energéticos (ESE) y Administración en tanto que son prescriptores de los equipos a instalar en las instalaciones interiores.
- Compañías eléctricas distribuidoras, en tanto que son prescriptores de los equipos a instalar en la red de distribución.
- Instaladores, en tanto que son los profesionales que instalan, mantienen y reparan las instalaciones eléctricas.
- Distribuidores de material eléctrico, en tanto que actúan como asesores de los instaladores.
- Propietarios, arrendatarios y explotadores de edificios.
- Gestores energéticos.

En su contenido, el lector podrá encontrar:

- Una introducción al concepto de SmartGrids, el cual nos llevará a transformar las ciudades en SmartCities.
- La visión y las recomendaciones de AFME sobre el despliegue de las SmartGrids. Soluciones concretas en el ámbito de la Baja Tensión de las SmartGrids, tales como la generación distribuida, el almacenamiento de energía, el SmartMetering, los sistemas de gestión de la energía y los servicios de gestión energética y el vehículo eléctrico.
- Recomendaciones sobre la aparamenta y los equipos complementarios para el despliegue de las SmartGrids.
- Un glosario de los términos más utilizados en el ámbito de las SmartGrids y que pueden ser novedosos para el lector, y un listado de normas de referencia en este campo.

Documento de posición de AFME sobre las SmartGrids

Los miembros de la Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME) son proveedores de tecnología y soluciones en el sector del material eléctrico¹ de Baja Tensión y como tales proporcionan soluciones de SmartGrids para Baja Tensión en los sectores residencial, terciario, industrial y de infraestructuras, contribuyendo así a su despliegue.

A continuación se reproduce el documento de posición “SmartGrids: visión y recomendaciones de los fabricantes de material eléctrico de Baja Tensión”, elaborado por AFME en febrero de 2012, con el objetivo de ofrecer el conocimiento y la experiencia de la industria del material eléctrico de Baja Tensión y promover los productos ya disponibles para ayudar a la implementación de las SmartGrids.

¹ El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) define material eléctrico como: “Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparatos, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etc.”. También incluye los sistemas de automatización y control (domótica e inmótica), cubiertos por la Instrucción Técnica Complementaria 51 del REBT.

Febrero 2012

SMARTGRIDS: VISIÓN Y RECOMENDACIONES DE LOS FABRICANTES DE MATERIAL ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN

Introducción

El presente documento ha sido elaborado por la Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME), organización empresarial de ámbito nacional, que agrupa a 131 fabricantes de material eléctrico de Baja Tensión, que representa un total de 15.000 empleados y una facturación de 4.700 millones de €.

El objetivo de este documento es ofrecer el conocimiento y la experiencia de la industria del material eléctrico de Baja Tensión y promover los productos ya disponibles para ayudar a la implementación de las SmartGrids.

Este documento de posición proporciona además recomendaciones para asegurar el éxito de dicha implementación a nivel nacional y espera el apoyo de las instituciones mediante el desarrollo de políticas que permitan a la industria española desarrollar un liderazgo tecnológico y responder a las demandas futuras de la sociedad.

AFME considera que las SmartGrids son un área prometedora para el desarrollo tecnológico que podría ayudar a la economía española a crecer y a crear nuevas oportunidades de negocio.

Cómo llegar a las Smartgrids

La Plataforma Tecnológica Europea define las SmartGrids como redes eléctricas que pueden integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a las mismas, y proporcionar así un suministro eléctrico económicamente eficiente, sostenible, con bajas pérdidas y elevados niveles de seguridad y calidad (Véase Fig. 1).

Para conseguir la implantación de las SmartGrids se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las SmartGrids deben tener una estructura flexible a nivel tecnológico y además, se debe construir un marco legislativo que permita la incorporación de las tecnologías y soluciones que puedan desarrollarse en el futuro.
- Las SmartGrids pueden proporcionar un alto nivel de seguridad de suministro, permitiendo reducir la dependencia energética del país.
- Las SmartGrids deben ser capaces de integrar tecnologías tales como vehículo eléctrico, energías renovables (tanto a gran escala como pequeños productores) o almacenamiento de energía (tanto en generación como a nivel consumidor), mediante la gestión de la demanda para alcanzar un sistema sostenible.
- El usuario debe poder gestionar eficientemente su consumo de energía en términos de costes y emisiones de CO₂, e incluso convertirse en proveedor de energía (prosumidor).

Papel de la industria del material eléctrico de Baja Tensión en las SmartGrids

Como proveedores de tecnología y soluciones en el sector del material eléctrico de Baja Tensión, las empresas de AFME proporcionan soluciones para los sectores residencial, terciario e industrial, en los siguientes ámbitos de las SmartGrids, para contribuir a su despliegue (véase figuras 1 y 2):

- Infraestructura de Baja Tensión para producción y distribución de energía convencional y renovable. (6, 7 y 8)
- Infraestructura de Baja Tensión para Microrredes en fábricas y edificios. (6 y 8)
- Infraestructura de Baja Tensión para almacenamiento de energía. (9)
- Soluciones de SmartMetering (pudiendo incluir contadores de medidas parciales) que permiten analizar el consumo energético y tomar decisiones sobre su gestión. (5)
- Displays para los usuarios finales para gestionar sus consumos y el impacto de sus emisiones. (6, 7 y 8)
- Soluciones de infraestructura para vehículo eléctrico, permitiendo tanto la recarga del vehículo como el almacenaje de energía. (6 y 8)
- Domótica e inmótica para la gestión de la energía en viviendas y edificios, permitiendo considerar datos internos específicos, como temperatura, información proveniente de sensores, detectores de movimiento o presencia o comportamientos particulares de usuarios finales, además de proporcionar un interfaz con los electrodomésticos. (6 y 8)

- Sistemas de gestión de la energía para el sector terciario, industrial, las infraestructuras y compañías suministradoras. (4, 6, 7 y 8)
- Equipos de medida y control en Baja Tensión para soluciones de SmartNetwork y SmartOperation en subestaciones de Alta y Media Tensión. (4)

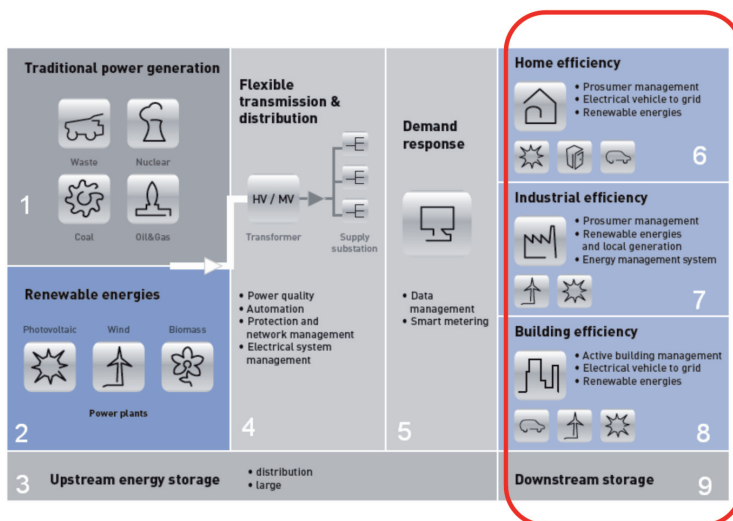


Figura 1: Campo de actuación de AFME en las SmartGrids
Fuente: GIMELEC

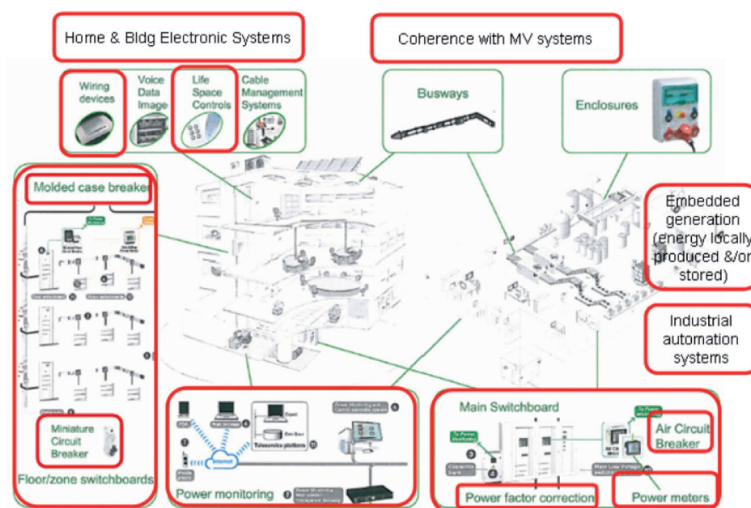


Figura 2: Ejemplos de soluciones de AFME para SmartGrids
Fuente: CECAPI-CAPIEL

Recomendaciones

Para el éxito de las SmartGrids, es imprescindible la implicación del usuario final en el proceso de implementación.

Para ello, se debe crear el marco necesario para conseguir variar los patrones de consumo del usuario final², siguiendo las siguientes premisas:

1. Concienciar, mediante la explicación clara de las ventajas de las SmartGrids para el usuario.
2. Proporcionar la información y los incentivos necesarios.
3. Facilitar el acceso a las tecnologías necesarias para poder formar parte activa de las SmartGrids.

1. Concienciar

Recomendación 1: AFME recomienda la realización de acciones necesarias, apoyadas por el IDAE y las Agencias de Energía de las CCAA, para dar a conocer el valor añadido (económico, medioambiental, político, social) de las aplicaciones de SmartGrids para el consumidor energético y para la sociedad en general. Algunas de estas acciones pueden ser:

- La implementación de la medida relativa a la campaña de sensibilización sobre el ahorro energético dirigida a los consumidores finales, dentro de las 20 medidas de Eficiencia energética lanzadas por el Gobierno en marzo de 2011.
- La implementación de proyectos comerciales reales para ganar aceptación y apoyo público, mediante la explicación clara de los beneficios de la implementación de SmartGrids para los consumidores.
- El desarrollo de módulos formativos sobre SmartGrids, para disponer de personal con capacitación técnica que puedan acometer los proyectos de SmartGrids.

² El término usuario final cubre al consumidor residencial, industrial y terciario, incluyendo los gestores de edificios.

2. Proporcionar información e incentivos

Recomendación 2:

En el ámbito residencial, AFME recomienda fomentar:

- El uso de displays interoperables con los nuevos contadores electrónicos, para permitir al usuario disponer de información sobre sus consumos y actuar en consecuencia para mejorar el ahorro y la eficiencia energética de su instalación eléctrica.
- La conexión de los nuevos contadores electrónicos con sistemas domóticos o inmóticos, para realizar una gestión energética eficiente.
- Posibilitar el acceso de los sistemas domóticos a los datos de los contadores inteligentes, pero evitando que éstos sean el único interfaz entre suministro y demanda de energía.

En el ámbito terciario e industrial, AFME recomienda fomentar la gestión de la energía a través de las Empresas de Servicios Energéticos (ESE) y la posibilidad de conexión de los nuevos contadores electrónicos con sistemas de gestión de la energía.

Recomendación 3: AFME recomienda fomentar la aplicación de la certificación energética en edificios nuevos y existentes.

Recomendación 4: AFME recomienda establecer los mecanismos para activar la participación de los consumidores en el mercado eléctrico, promoviendo la figura del prosumidor (productor + consumidor), en la que el consumidor juega también el papel de productor de energía eléctrica y estableciendo mecanismos de tarifa variable y bonificación. Para ello se debe adaptar la legislación existente.

Recomendación 5: AFME recomienda garantizar un sistema de seguridad y protección de datos privados tanto para empresas como para particulares. Los consumidores deberían poder decidir quién tendrá acceso a su perfil energético y a qué partes de él. De esta manera se conseguirá la penetración de las nuevas tecnologías evitando la desconfianza de los consumidores finales.

3. Facilitar el acceso a las tecnologías

Recomendación 6: AFME recomienda apoyar la inclusión de la automatización y el control doméstico (domótica), de edificios (inmótica) e industrial en la legislación relativa al despliegue de redes de contadores inteligentes y en la referente a la certificación

energética de edificios nuevos y existentes. La transposición de la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (2010/31/UE), es una buena oportunidad para introducir estos sistemas tanto en el procedimiento general (programa informático) como en el procedimiento simplificado de determinación del nivel de eficiencia energética del edificio para su certificación energética.

Recomendación 7: AFME recomienda establecer los mecanismos necesarios para favorecer la integración de vehículos eléctricos, considerando su capacidad para almacenar energía y para suavizar la curva de la demanda.

Recomendación 8: AFME recomienda que los datos de gestión energética de los sistemas de automatización industriales permanezcan bajo el control de los usuarios industriales ya que, dada la complejidad de los procesos, los usuarios finales son los únicos que pueden tomar decisiones que impacten en sus procesos. Esto tendrá un impacto en la definición y funcionamiento del interfaz entre la parte de suministro y la de demanda.

Recomendación 9: AFME celebra la iniciativa de los organismos de normalización europeos para coordinar las actividades de normalización de las SmartGrids con el objetivo claro de asegurar interoperabilidad y estándares abiertos para permitir economías de escala. AFME recomienda que las tecnologías que cubran los aspectos de las SmartGrids, especialmente las comunicaciones, estén basadas en normas abiertas con el fin de asegurar soluciones competitivas y rentables que permitan la interoperabilidad de los sistemas y, por tanto, su despliegue.

Recomendación 10: AFME recomienda revisar las reglas de instalación para Baja Tensión (REBT), para asegurar que las instalaciones se adaptan a las SmartGrids de manera segura. Se debe prestar especial atención a la correcta protección de las instalaciones, tanto para personas como para bienes.

LAS SMARTGRIDS: BENEFICIOS PARA TODOS

Para el gobierno y las finanzas públicas del país:

- Consecución de los objetivos de la agenda 20-20-20.
- Establecimiento de condiciones favorables para la mejora de la eficiencia energética.
- Incremento de la independencia energética través de la incorporación de las energías renovables y la reducción de los picos de consumo.

Para los consumidores:

- Acceso a soluciones de eficiencia energética y económicamente competitivas.
- Promoción de un comportamiento responsable con el medioambiente a través de tarificaciones más flexibles.
- Protección de datos y privacidad a través de las normas y legislación necesarias.
- Control mejorado de la producción de energía renovable y acceso a nuevas aplicaciones.

Para los distribuidores y comercializadores:

- Optimización y gestión de las redes.
- Optimización del transporte de energía, reduciendo las pérdidas en la red.
- Integración del vehículo eléctrico y otros nuevos usos de la electricidad.
- Seguridad de datos.

Para los generadores de energía eléctrica y operadores del sistema:

- Control exhaustivo de los sistemas de generación, transporte y distribución.
- Gestión por anticipado y modelado de la capacidad de producción energética disponible de acuerdo a demanda real y/o espontánea.

Para los fabricantes de material eléctrico:

- Continuo desarrollo de productos innovadores.
- Mantenimiento de puestos de trabajo de elevado valor añadido.
- Apoyo a la exportación de experiencia y excelencia de la industria europea a través de la necesidad de interconexión de redes.
- Refuerzo de la normalización para facilitar la introducción en economías emergentes.

1

Generación distribuida

La generación distribuida, consiste en generar la electricidad cerca de los puntos de consumo, o en el mismo punto de consumo, en oposición al concepto de generación centralizada, que actualmente es la forma dominante en las redes convencionales, y que se basa en grandes plantas de generación eléctrica, normalmente alejadas de los centros de consumo.

El auge de la generación distribuida surge por la necesidad de disponer de mayor potencia de generación, la saturación de las actuales redes de transporte y distribución y la irrupción de las energías renovables a gran escala.

La generación distribuida abarca cualquier forma de generación (y acumulación) de energía eléctrica, pero cobra especial interés cuando se trata de generación con energías renovables.

Los distintos sistemas de generación de energía abarcan:

- Solar
- Co-generación
- Eólica
- Micro-turbinas de gas
- Hidráulica
- Grupos Electrógenos
- Biomasa

Las localizaciones de los equipos de generación distribuida pueden ser diversas, desde tejados a centros de producción, pasando por patios, centros de salud, parkings, centros sociales, granjas agrícolas, etc.

La generación distribuida alcanza desde grandes centros de generación en el rango de unidades de MW hasta alguna centena de MW, como pueden ser los parques eólicos, hasta los muy pequeños productores, típicamente de menos de 100 kW.

Este último sector, el de menos de 100 kW, es el que se conoce como micro-generación. En este rango de generación se incluyen la generación fotovoltaica, las pilas de combustible, y la generación eólica que, para diferenciarla de la “gran eólica”, la de los parques, se la denomina con frecuencia “micro-eólica”.

1.1. Microrredes

A partir de la microgeneración se llega al concepto de microrred.

Las microrredes se definen como un conjunto de cargas eléctricas, elementos de generación distribuida (eólica, fotovoltaica, pila de combustible, microturbina, etc.) y elementos de almacenamiento (baterías, hidrógeno, volante de inercia, aire comprimido, supercondensadores, etc.) que, conectados a la red eléctrica a través de un único punto de conexión, llevan asociada una estrategia que gestiona tanto el flujo de energía dentro de la microrred como el intercambio de potencia con la red general de suministro. De este modo, pueden configurarse microrredes con viviendas unifamiliares, edificios de oficinas, entornos industriales, bloques de pisos, barrios e, incluso, ciudades.

Las microrredes son sistemas pequeños y autónomos con una combinación de tecnologías de energías renovables y convencionales adaptadas a cada caso particular, que permitan a individuos, comunidades y empresas generar su propia electricidad, así como vender los excedentes a la red principal. Durante el día, cuando las necesidades domésticas de electricidad son reducidas, el administrador del sistema, conectado a la Red Inteligente, envía el sobrante de electricidad a la red eléctrica. Por la noche, cuando la demanda global de electricidad es reducida, compra el excedente a bajo precio y lo almacena. Esto evitará instalar centrales eléctricas adicionales de gran escala, permitiendo alcanzar una eficiencia y flexibilidad máximas, con nuevas tecnologías “inteligentes” para el control instantáneo de las diversas fuentes de generación y consumo.

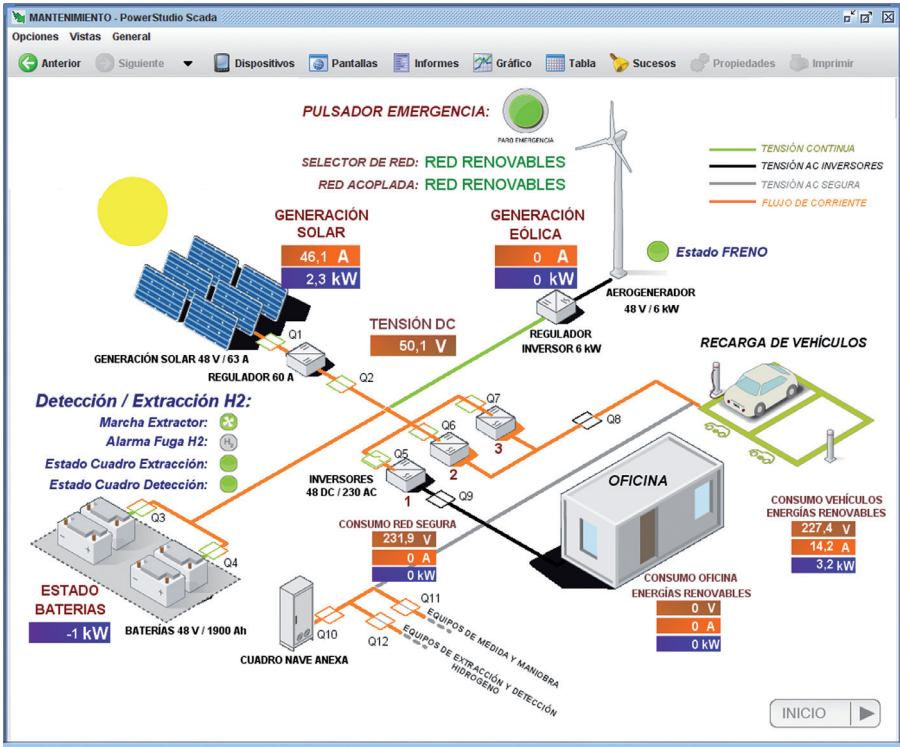


Figura 1.1. Ejemplo microrred

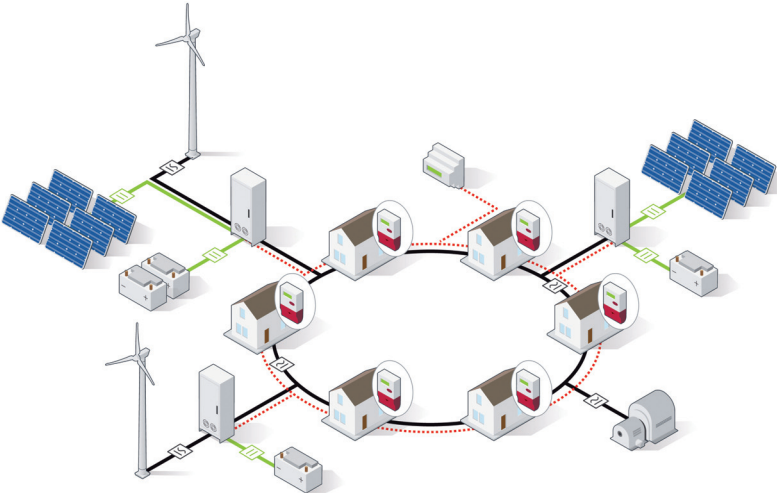


Figura 1.2. Esquema microrred rural

1.2. Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica permite ubicar pequeños consumos (ej: iluminación con LEDs, recarga de aparatos electrónicos, etc.) en cualquier lugar que sean requeridos con una gran facilidad de instalación, mediante una tecnología ya madura en módulos fotovoltaicos, controladores de carga y baterías.

Las soluciones fotovoltaicas se pueden clasificar en:

- Plantas solares
- Soluciones para edificios e industrias
- Soluciones para residencial
- Soluciones para localizaciones aisladas

Los inversores permiten convertir la corriente continua generada por paneles fotovoltaicos en corriente alterna, de forma que el excedente de corriente se puede inyectar a la red eléctrica. Es muy importante que los inversores se adapten a los diferentes escenarios de posibles instalaciones. Toda instalación solar tiene el espacio como factor limitante y es por ello que tener una gama de diferentes potencias ha demostrado que es la mejor forma de adaptarse tanto a las instalaciones domésticas en los edificios o en los bloques de viviendas, como en instalaciones industriales, aprovechando las cubiertas de las naves industriales.

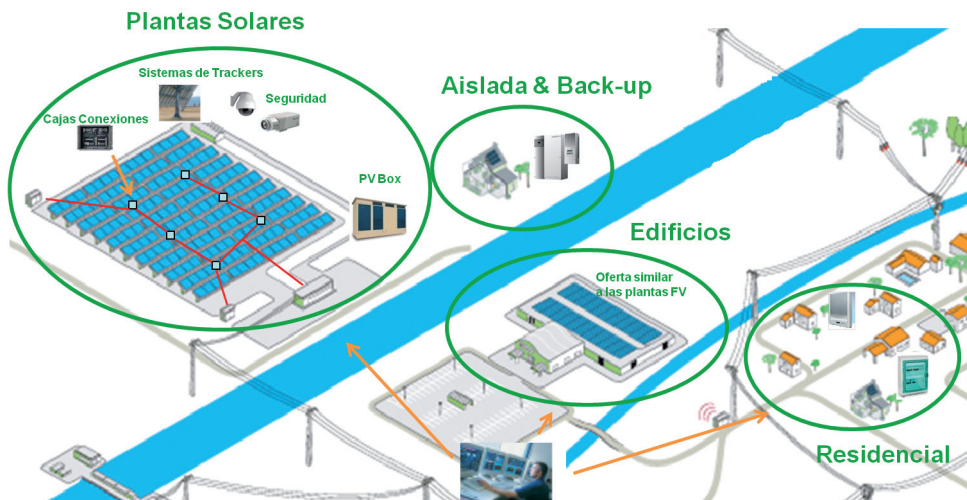


Figura 1.3. Esquema de integración de energía fotovoltaica

1.3. Micro /mini eólica

La aplicación tradicional de la generación micro-eólica ha sido la de los sistemas aislados, típicamente en unión con generación fotovoltaica para la formación de sistemas híbridos, en los que era necesario un sistema de acumulación de energía normalmente constituido por baterías electroquímicas, y cuyo principal objetivo era abastecer de suministro eléctrico una determinada aplicación aislada.

En los últimos años se tiende a la aplicación de la generación micro-eólica en generación distribuida. Este tipo de aplicaciones conectadas a red no suelen incorporar sistema de almacenamiento de energía eléctrica, pues la red debe ser capaz de asumir toda la energía generada por los aerogeneradores.

1.4. Generación híbrida

La generación híbrida combina más de un tipo de los sistemas de generación de energía que se han comentado anteriormente. La combinación de la generación solar, eólica o hidráulica, dependiendo de las características del lugar, y la gestión inteligente de la acumulación y de la demanda, permiten un mejor rendimiento de la instalación y un menor uso del grupo electrógeno.

La aplicación principal es la electrificación de lugares aislados sin suministro eléctrico, tales como:

- Explotaciones agrarias
- Turismo rural
- Refugios de montaña
- Segunda residencia
- Viviendas

2

Autoconsumo

El avance tecnológico en energías renovables y en el aprovechamiento de los recursos energéticos derivados de la propia actividad, junto a la cada vez más creciente capacidad de acumulación de forma eficiente a bajo coste hacen del autoconsumo un modelo muy eficiente desde el punto de vista económico y medioambiental.

El autoconsumo permite una gestión inteligente en generación y demanda energética.

Entre las ventajas del autoconsumo, cabe destacar:

- Soporte a las redes eléctricas de bajo rendimiento
- Asegurar el suministro eléctrico a los consumos prioritarios
- Control de costes a largo plazo del suministro eléctrico
- Fácil incremento de la potencia generada
- Disminución de la dependencia energética del exterior
- Mejora de la balanza comercial

Algunas aplicaciones son viviendas particulares, edificios, naves industriales, granjas...

El Real Decreto 1699/2011, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, permite el autoconsumo. Esta nueva legislación ha abierto la posibilidad de establecer un autoconsumo que permita a los consumidores optimizar su consumo eléctrico. Para ello, las energías renovables que permitirían realizar una gestión correcta del autoconsumo serían la fotovoltaica y la microeólica.

Con esta solución es posible instalar placas fotovoltaicas y aerogeneradores que, conectados a inversores, pueden conseguir una energía directa a la vivienda que puede almacenarse en baterías y consumirse cuando el usuario lo considere.

Soluciones fotovoltaicas desde 2.5 kW hasta 100 kW.

Soluciones microeólica hasta un máximo de 10 kW.

Estas soluciones de autoconsumo pueden vincularse a sistemas de gestión de la energía como los mostrados en el capítulo 5.

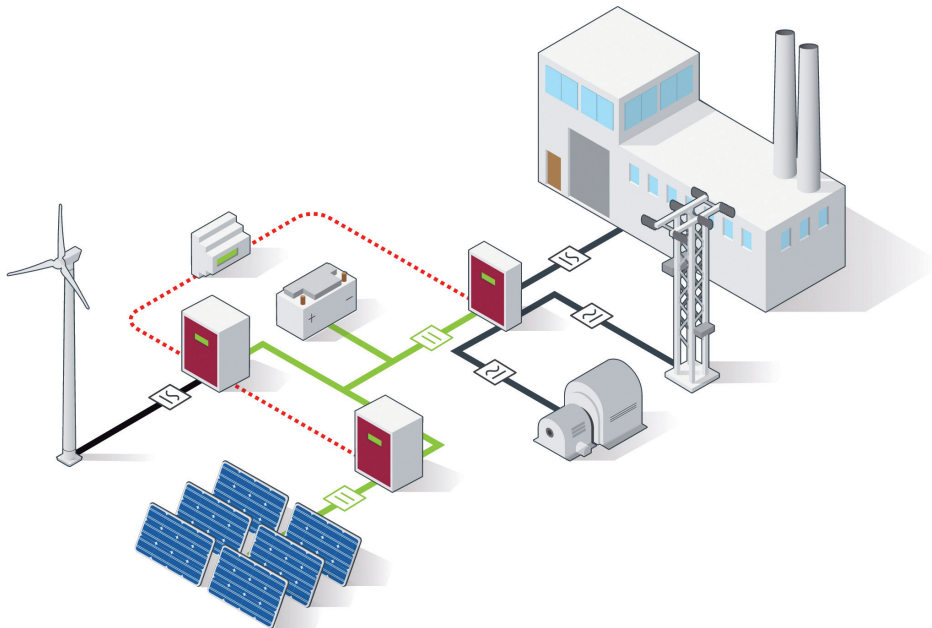


Figura 2.1. Ejemplo de instalación de autoconsumo



Figura 2.2. **Monitorización de pequeña instalación fotovoltaica**



Figura 2.3. **Ejemplo de autoconsumo para instalación residencial**

3

Almacenamiento de energía

Uno de los problemas a los que se enfrentan los sistemas de suministro energético es la dificultad (y el coste) de almacenar energía durante los periodos de baja demanda para poderla luego utilizar durante los picos de demanda. Esto es particularmente relevante desde el punto de vista de las energías renovables, si se pretende que constituyan una alternativa realista a las energías convencionales.

Existen en la actualidad diversos tipos de acumulación distribuida, la mayor parte en desarrollo:

- Almacenamiento de aire comprimido:

Esta técnica consiste en el almacenamiento de aire comprimido en reservorios bajo tierra a unas presiones normalmente entre 60-70 bar. El aire se comprime en forma escalonada, con enfriamientos intermedios, con lo cual se consigue un buen rendimiento en la etapa de almacenamiento de energía en los períodos en los que existe un excedente energético.

- Almacenamiento en baterías:

Las baterías son sistemas recargables donde se produce un almacenamiento de energía eléctrica en forma de energía química, generándose iones cargados eléctricamente durante el período de carga y empleando los iones para crear un flujo de electrones durante la descarga. Por lo tanto, su capacidad energética depende de su potencia. Las más comunes son las de plomo-ácido, aunque otras tecnologías como las de sodio-azufre presentan muy buenos comportamientos.

– Bombeo hidráulico:

Las centrales hidroeléctricas de bombeo permiten el almacenamiento energético mediante el bombeo de agua desde una presa a un nivel bajo hasta una presa a un nivel mayor, de este modo en horas valle se puede almacenar energía. En horas punta, cuando se quiere emplear la energía almacenada, funciona como una central hidroeléctrica convencional: el agua, previamente bombeada a la presa de mayor nivel es turbinada y acciona un generador eléctrico de vuelta a la presa de menor nivel.

– Almacenamiento cinético - Volantes de inercia:

En estos dispositivos la energía eléctrica se almacena como energía cinética que mueve un rotor y un volante de inercia. Almacenan la energía de forma cinética mediante la aceleración del rotor y del volante a una velocidad muy alta y liberan energía al invertir el proceso de carga, empleando el motor como generador.

– Almacenamiento en ultracondensadores:

Los supercondensadores almacenan energía eléctrica en forma de cargas electrostáticas confinadas en pequeños dispositivos, formados por pares de placas conductoras separadas por un medio dieléctrico. Los supercondensadores, a diferencia de los condensadores tradicionales, poseen elevadas áreas, para ello se emplean dos capas (un ánodo y un cátodo) con esteras de carbono o filamentos metálicos que son fundidos con líquidos que se emplean como dieléctrico. La ventaja de este enfoque de diseño es que las áreas efectivas pueden ser diez mil veces mayores que las de los sistemas convencionales de condensador.

Estos supercondensadores son dispositivos ideales para calidad de la energía y almacenamiento de energía a corto plazo. Los supercondensadores tienen la capacidad de ser cargados y descargados en muy breves periodos de tiempo, del orden de segundos (o inferior), lo cual los hace especialmente apropiados para responder ante interrupciones de suministro de poca duración.

La eficiencia de estos sistemas se encuentra en el orden del 95%. Esta eficiencia disminuye cuando se incrementa la velocidad de descarga respecto a la nominal.

Actualmente se está investigando el potencial de distintos medios de almacenamiento para apoyar la optimización de la red eléctrica mediante la absorción del excedente de generación y/o reducción de picos de demanda.

4

SmartMetering

4.1. Contadores inteligentes

La inteligencia de la red parte del conocimiento del estado de consumo y la previsión de generación de toda la red. Con esta información, el operador del sistema y las diferentes distribuidoras eléctricas podrán disponer de un control en tiempo real sobre la red eléctrica de transmisión en AT y de distribución en MT.

Toda esta información será recogida a través de contadores inteligentes. El objeto es dotar a cada punto de consumo de estos contadores para poder recibir la información del consumo y generación en tiempo real.

Los contadores inteligentes permiten recoger la información de consumo y enviarla fácilmente a los centros de transformación, en los que existe un concentrador que recolecta estos datos y envía, a través del sistema de telegestión, la información a las compañías distribuidoras para su gestión.

Para comunicaciones en entornos domésticos ($< 15 \text{ kW}$) se usa la tecnología Power Line Communications (PLC) y para aplicaciones de más de 15 kW se puede utilizar GPRS, Ethernet o IP. En los entornos domésticos la información es gestionada por los distribuidores de energía y para las plantas de Energía Renovable se comunica esta información directamente al operador del sistema o haciéndolo a través de un agregador de la demanda.

Una de las funcionalidades que ofrecen estos contadores es la posibilidad de discriminar el consumo de electricidad por franjas horarias, lo que permitirá desplazar el uso de

cargas a horas en las que la energía sea más barata, normalmente por la noche. De esta forma se suavizarán los picos y los valles de las gráficas de la demanda eléctrica, promoviendo el ahorro energético y el consumo eficiente.

Los contadores electrónicos inteligentes incorporarán funcionalidades adicionales para la gestión de la demanda o la gestión de redes y suministros eléctricos. La gestión de la demanda permitirá el deslastrado de cargas, es decir la desconexión de circuitos no prioritarios previamente asignados en caso de consumo excesivo. De esta forma se podrá regular el consumo para minimizarlo en horas punta, previo acuerdo entre cliente y compañía eléctrica.

Otra funcionalidad cubierta es la de poder suministrar a las distribuidoras datos sobre el consumo eléctrico, contribuyendo a la visibilidad de la generación distribuida y facilitando al operador del mercado la planificación de la demanda.

Los contadores domésticos y contrataciones menores de 15kW incluyen también un relé de corte de potencia. Esto permite activar y cortar el suministro en tiempo real, pero sobre todo permite programar distintos límites de potencia en distintos horarios.

4.1.1. Sistemas de telegestión

Los sistemas de telegestión son sistemas tecnológicos de información y comunicaciones que permiten la telelectura y la telegestión de los contadores inteligentes (SmartMeter). Estos sistemas permiten el intercambio de información y operaciones entre los sistemas de las Distribuidoras Eléctricas, los concentradores y los contadores.

A través de estos sistemas, la compañía eléctrica podrá conocer la curva de consumo de cada instalación, lo que servirá para ofrecer a cada cliente un servicio más ajustado a sus necesidades. Así, podrá comunicar al cliente diferentes consignas para el consumo eficiente de su vivienda, indicándole cuándo es más económico consumir, en función de la curva de demanda disponible en ese momento, bonificándole por el uso de esa consigna. El cliente podrá disponer de información relevante, como por ejemplo su consumo eléctrico, el periodo tarifario en curso, la potencia contratada o la potencia máxima demandada con lo que se podrá replantear sus hábitos de consumo.

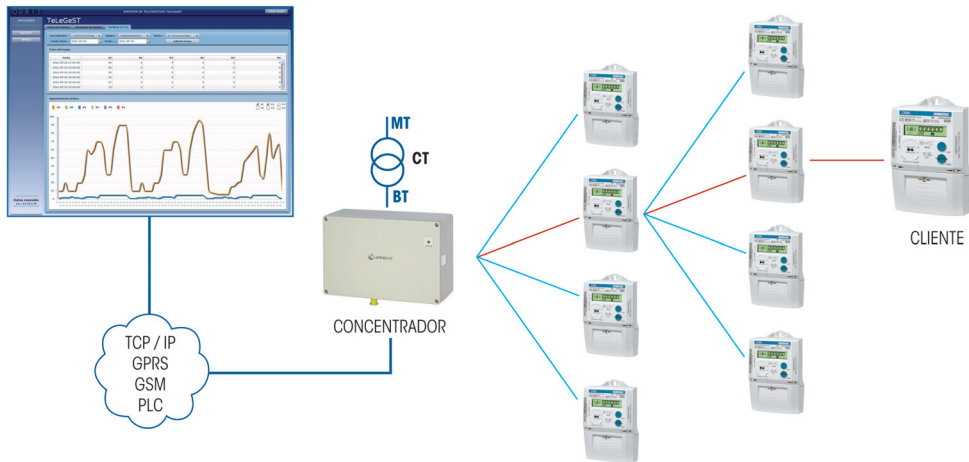


Figura 4.1: **Sistema de telegestión en Baja Tensión por PLC**

4.1.2. Contadores parciales o de medidas secundarias

Son equipos de medida de los consumos de energía activa y/o reactiva. Realizan las mediciones del consumo diferenciándolo por cargas (climatización, máquinas, iluminación, etc.), lo cual permite identificar las causas de un posible consumo excesivo.

El hecho de que el usuario pueda visualizar permanentemente cuánto consume contribuye a que se haga un uso más eficiente de la energía.

Algunas de sus aplicaciones son las mediciones parciales en viviendas, edificios e instalaciones de energías renovables, así como la monitorización del consumo de máquinas.



Figura 4.2. **Ejemplo de medidas secundarias**

4.1.3. Displays

Adicionalmente, la instalación de un display interoperable con el contador permitirá al usuario disponer de información constantemente actualizada y en tiempo real de sus consumos, así como de su consumo histórico, y puede sugerir pautas de ahorro en base a estos datos.

Los displays pueden proporcionar gráficas de consumo, detección del consumo en modo en espera (standby), simulación de cambio de tarifa (dentro de la misma comercializadora o a una distinta), alarmas cuando se alcanza un determinado consumo o recomendaciones al usuario en función de los consumos.



Figura 4.3. Ejemplo de in-home display

Por otro lado existen aplicaciones para tecnología móvil (smartphones, tablets...) en los que podrá recibirse toda esta información y así ser gestionada por software a través de los cuales el cliente pueda aceptar ofertas de la distribuidora y conocer su consumo en tiempo real desde estas plataformas móviles.



Figura 4.4. Aplicación doméstica de consumo en un smartphone

5

Sistemas de gestión de la energía y servicios de gestión energética

5.1. Sistemas de gestión de la energía

Los sistemas de gestión de la energía, utilizados conjuntamente con los contadores inteligentes, permiten vincular el consumidor a la red como un elemento controlable, permitiendo realizar una regulación de la curva de generación, tanto para el hogar (véase 5.1.1), como en el ámbito terciario (véase 5.1.2), industrial (véase 5.1.3) y de infraestructuras (véase 5.1.4).

El sistema completo permite la vinculación del consumidor a la red como un elemento controlable, permitiendo realizar una regulación de la curva de generación.

5.1.1. Sistemas domóticos

Para que el consumidor de energía pueda gestionar fácilmente su consumo y adaptarse a la nueva topología de tarifa será necesario disponer en su vivienda de una serie de equipos que además de permitir conocer el consumo y recibir las peticiones de la compañía eléctrica, dotaran a la vivienda de aplicaciones para aumentar el confort, la seguridad, la comunicación y el ahorro energético. Este conjunto de aplicaciones es conocido como sistemas domóticos.

La inclusión de nuevos equipos en las viviendas del futuro preparadas para el Smart-Grid, proporcionará al sector de la distribución eléctrica nuevas oportunidades de negocio debido a la modernización de las instalaciones en las viviendas, y consecuentemente al mayor número de equipos eléctricos que formarán parte del negocio.

Mediante la instalación de sistemas domóticos se pueden gestionar inteligentemente todos los consumos energéticos, como por ejemplo iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, riego, electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor coste, y de esta manera reducir la factura energética mientras se gana en confort y seguridad.

Permiten también la monitorización de consumos, mediante la cual el usuario podrá ser consciente del consumo energético de su vivienda. Esta funcionalidad le aportará la información necesaria para modificar sus hábitos e incrementar su ahorro y eficiencia.

En la actualidad, los sistemas domóticos ofrecen una gran variedad de funcionalidades orientadas a monitorizar el consumo de agua, de combustibles y el consumo eléctrico de todos los sistemas de la vivienda: electrodomésticos, iluminación, sistemas de comunicaciones, refrigeración y/o calefacción, etc. Esto permite hacer una gestión personalizada del consumo (consumo por franjas horarias, diario, mensual, etc.), así como detectar mal funcionamiento de los equipos del hogar.

La información obtenida permite optimizar el ahorro energético en el futuro y corregir las pautas de comportamiento.

Monitorizar la calidad del suministro eléctrico permite, además, notificar remotamente la información al suministrador de electricidad, mejorando así el funcionamiento global del sistema de distribución eléctrica para ajustar con más exactitud los patrones de producción a los hábitos de consumo.

En aquellos inmuebles en los que se dispone de sistemas de generación de electricidad por energía solar fotovoltaica u otros sistemas (microgeneradores, aerogeneradores, etc.), se puede monitorizar y gestionar la producción de electricidad. El usuario sabe en cada momento cuánta energía se está inyectando en la red y puede obtener informes diarios, semanales y mensuales, que le permitan incluso realizar la gestión económica de los ingresos que se obtienen mediante la venta de la energía. Esta misma información resulta de gran utilidad también para la empresa compradora de la energía, no sólo a efectos de facturación, sino también para poder prever la energía inyectada en red por los pequeños productores y planificar la producción basada en otras fuentes de energía que debe realizar (por franjas horarias, estaciones, etc.).

Otras aplicaciones son:

- Control o secuenciado de la puesta en marcha de electrodomésticos: Programando su funcionamiento en horarios en los que el precio de la energía es menor.

- Detección y gestión del consumo “en espera” de los electrodomésticos.
- Programación de la desconexión de circuitos eléctricos no prioritarios, antes de alcanzar la potencia contratada.

5.1.2. Sistemas inmóticos

Los sistemas inmóticos aportan a los edificios terciarios funcionalidades similares a las descritas en el apartado anterior, pero teniendo en cuenta las particularidades de cada tipo de edificio. En un edificio de oficinas con fachadas acristaladas, por ejemplo, cobra mucha importancia el aprovechamiento de la luz natural o el sombreado adecuado para ahorrar calefacción en invierno y aire acondicionado en verano. En un hotel con muchas habitaciones en varias plantas se puede conseguir una elevada eficiencia energética mediante sensores de presencia o la zonificación de consumidores. Otros edificios terciarios como p.ej. escuelas, hospitales, centros comerciales, etc. tienen sus particularidades propias que representan potenciales puntos de conseguir una gestión eficiente del consumo energético. Otros ejemplos son los sistemas inteligentes de previsión del clima, que tienen por objeto pronosticar la disponibilidad de energía renovable (procedente de fuente eólica, solar, ...) en la red, así como las que se describen en el siguiente apartado.

5.1.3. Sistemas de gestión de la energía en industria

Los sistemas de gestión de energía en la industria permiten la recogida y tratamiento de la información energética de una instalación, poniéndola al alcance del usuario y permitiendo las actividades posteriores de ahorro energético.

Los procesos productivos industriales han considerado la energía un elemento básico de cara al cálculo correcto de costes, por tanto, una relación directa entre la medida de energía y la mejora productiva de los procesos.

Mejora productiva que se entiende, no tan solo en la imputación de costes de los productos fabricados, sino también en la optimización del mantenimiento de las plantas evitando averías y paradas de proceso.

Por otro lado, la introducción de los sistemas de eficiencia energética y de energías renovables está llevando a la integración de un mayor número de variables. Hecho que da lugar a un balance energético de generación y consumo de energía, permitiendo saber cómo, cuándo y dónde se consume la energía.

Beneficios de la implantación de un sistema de supervisión y gestión de la energía

Con un sistema de supervisión y gestión de la energía, el gestor energético estará preparado para iniciar el proceso de optimización energética en sus instalaciones, enfocando los esfuerzos hacia tres objetivos principales: ahorro de energía, mejoras en la productividad y mejoras en la fiabilidad de la instalación.

a) Ahorro de energía derivados de la gestión de la curva de demanda de energía

- Asignación de los costes energéticos a cada departamento, en base a su consumo de energía real y a su potencia demandada.
- Control de energía por zonas y usos.
- Determinación de ratios explicativos del consumo energético.
- Evaluar y controlar los recargos por diferentes conceptos tarifarios, como son los consumos de energía en ciertos periodos, energía reactiva, excesos de potencia, etc.
- Contrastar las facturas de la compañía comercializadora con los datos obtenidos y registrados.
- Determinación del correcto volumen de consumo de energía, hecho que permite una mejor negociación con la compañía comercializadora de energía.

b) Mejoras en la productividad

Las mejoras en la productividad se centran en dos partes importantes. En primer lugar en la correcta imputación de costes productivos, permitiendo un aumento de la productividad industrial mediante la disminución del coste de la energía. En segundo lugar la relacionada con la mayor efectividad del mantenimiento, y en la reducción de paradas y averías mediante la mejora de la calidad de la energía. A partir de la información del estudio realizado en el primer paso y, con el sistema de análisis y supervisión, se podrá:

- Mejorar la eficiencia de equipos y de las instalaciones.
- Mejorar la eficiencia del mantenimiento, mediante el control de alarmas y sucesos.
- Mejorar la calidad de la energía y por tanto, un aumento de fiabilidad de las instalaciones.
- Imputación de costes de energía en procesos.

c) Mejoras en la fiabilidad

- Evaluar la fiabilidad de los equipos.
- Analizar las mejoras en la fiabilidad de la instalación.

d) Optimización de las instalaciones

- Aumento del rendimiento de las instalaciones y de los equipos.
- Alargar la vida útil de los equipos.

Equipos de un sistema de gestión de energía

Para conseguir los citados beneficios, los sistemas de gestión de energía necesitan los siguientes equipos:

a) Equipos de campo

- Contadores de energía de facturación, analizadores de redes contadores parciales internos, equipos de centralización de impulsos y señales.
- Equipos de compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos.
- Equipos de gestión de puntas de máxima demanda.
- Equipos auxiliares.

b) Infraestructuras de comunicaciones

Arquitectura necesaria para el trasiego de información desde los equipos al software de control.

c) Software de gestión energética

Donde se registra y trata la información recogida poniéndola al alcance de los diferentes tipos de usuarios.

Estos softwares consisten en un sistema de información, escalable, a nivel de empresa, que permite analizar el uso de la energía y sus costes, y modelizar el análisis energético para la toma de decisiones de gestión.

En la siguiente figura se presenta una arquitectura típica en la que se muestran equipos de campo así como el software de gestión energética.

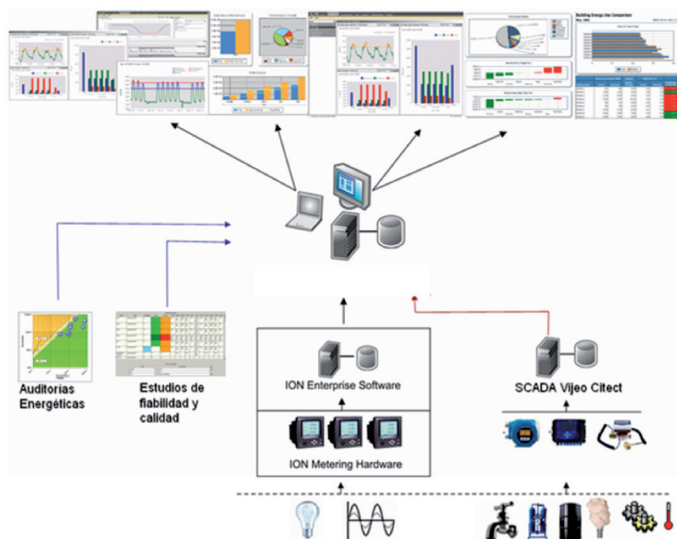


Figura 5.1. Arquitectura típica de equipos de campo y software de gestión energética



Figura 5.2. Ejemplo de software de gestión energética

5.1.4. Sistemas de gestión de infraestructuras públicas

5.1.4.1. Alumbrado público (Street lighting)

Las instalaciones de alumbrado exterior deben contar con estabilizadores-reductores de flujo de alto rendimiento, que permiten reducir el nivel de iluminación y estabilizar la tensión cuando la instalación funciona a máxima potencia, reduciendo de esta forma el consumo eléctrico y alargando la vida útil de las lámparas.

Para este tipo de instalaciones también son muy importantes los dispositivos de accionamiento que permiten encender y apagar la iluminación de forma automática en función de la luminosidad ambiente (interruptores astronómicos, interruptores crepusculares, etc.).

El uso de aparamenta de conexión con enclavamiento mecánico evita que, por ejemplo, la bobina de un contactor esté consumiendo energía durante todo el tiempo que las lámparas están encendidas.

Igualmente se están incorporando a los centros de mando sistemas de telegestión que permiten, en tiempo real y de forma georeferenciada, conocer los consumos, modificar los niveles de iluminación (y por tanto los consumos) y cortar o encender el alumbrado.



Figura 5.3. Esquema de estabilizador-reductor de flujo en instalación eléctrica de infraestructuras

5.1.4.2. Tele-gestión de edificios públicos

La monitorización y gestión de la energía de los edificios es uno de los grandes retos de la Unión Europea y de sus países miembros de cara a la reducción del consumo energético. De hecho, el consumo energético en edificios representa el 40% en el total de la UE.

La gran cantidad de edificios existentes, y la necesidad de un control centralizado comporta la telegestión de los consumos energéticos de los edificios.

Con ello, se pretende monitorizar y registrar la energía consumida tanto de forma local como remota, además de alguna variable energética, explicativa del consumo de energía del edificio.

Los gestores energéticos, internos o externos al emplazamiento, son los responsables de realizar esta tarea, valiéndose de los datos de la monitorización de consumos energéticos, no sólo son capaces de conocer dónde y cuándo se consume energía sino que además pueden identificar oportunidades de ahorro energético y mejora de la sostenibilidad, de esta manera puede conseguirse:

- Determinar el volumen de energía consumida de un conjunto de edificios.
- Verificar la correcta contratación de la energía de los edificios.
- Tomar las acciones adecuadas para modelar la curva de consumo como corregir los consumos en discriminaciones horarias inadecuadas, evitar consumos en periodos de no actividad, seguir el consumo de energía reactiva, evitar los excesos de potencia, etc.
- Tener una referencia que permita la comparación de edificios de la misma actividad en la misma zona climática.
- Crear históricos del consumo energético.
- Crear históricos de la evolución de las variables energéticas, etc.
- Ahorros energéticos.

Para ello, se necesita un mínimo de equipos que son los siguientes:

- Contadores de energía y/o analizadores de redes.
- Batería de condensadores con comunicaciones.

- Sondas de temperatura, humedad relativa, presencia, etc.
- Concentrador que actúe como data logger, servidor web, gestor de cargas, con entradas digitales para la integración de otros suministros, capacidad de conexión a una red de comunicaciones, etc.
- Software central de gestión, que permita la visualización, creación de históricos, cálculos de indicadores de rendimiento energético, generación de informes, generación de alarmas.

Los software energéticos o los portales de supervisión y gestión de la energía permiten su integración con los sistemas de medida, conectándolos de manera sencilla a través de una pasarela en Internet, para permitir el acceso web a la información energética, de manera que puede disponerse de la figura del gestor energético de forma remota.

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de arquitectura de estos sistemas:

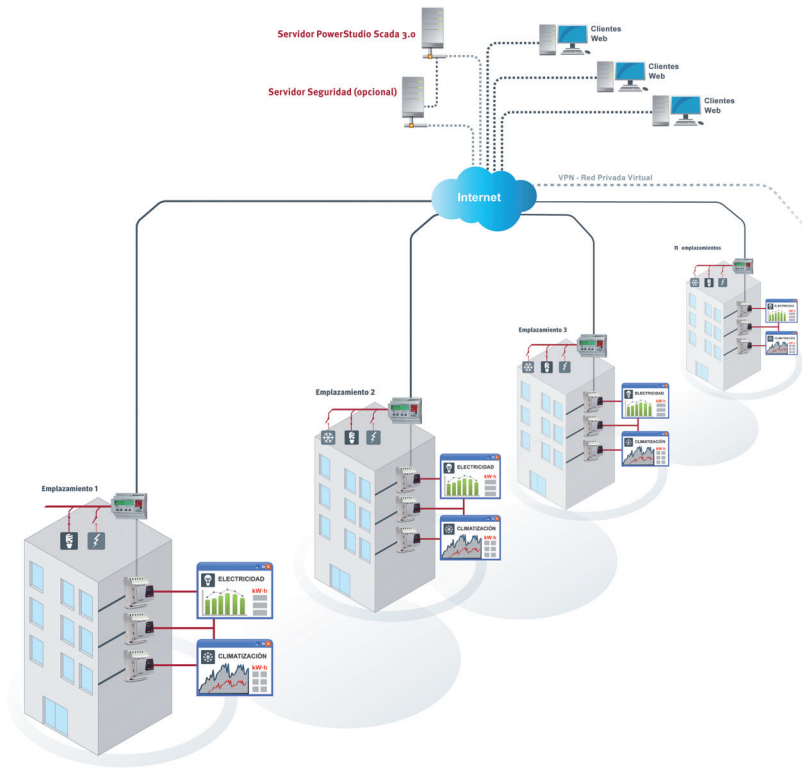


Figura 5.4. Esquema de telegestión de edificios

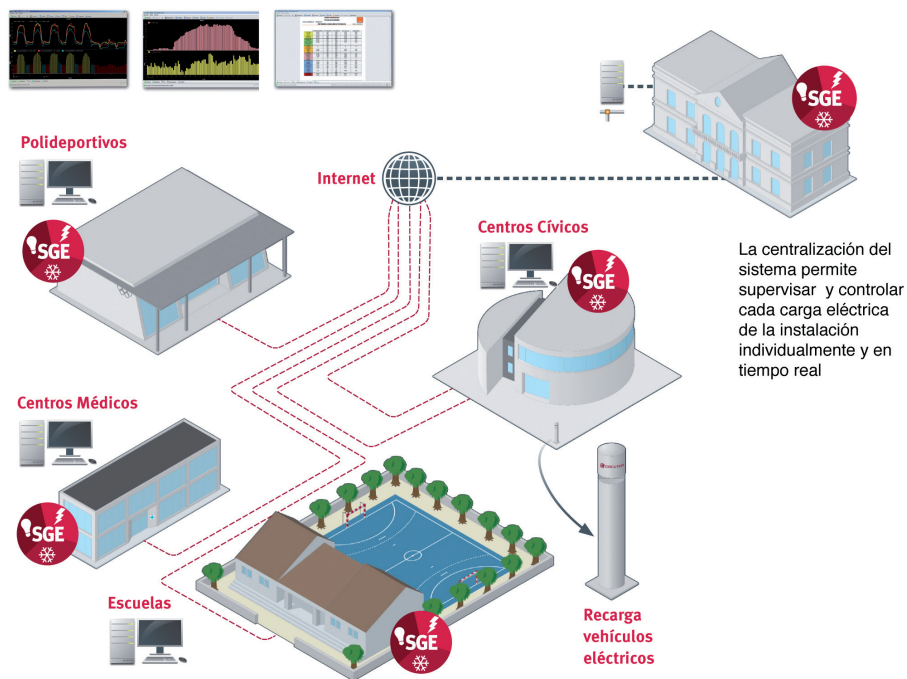


Figura 5.5. Esquema de telegestión de centros públicos

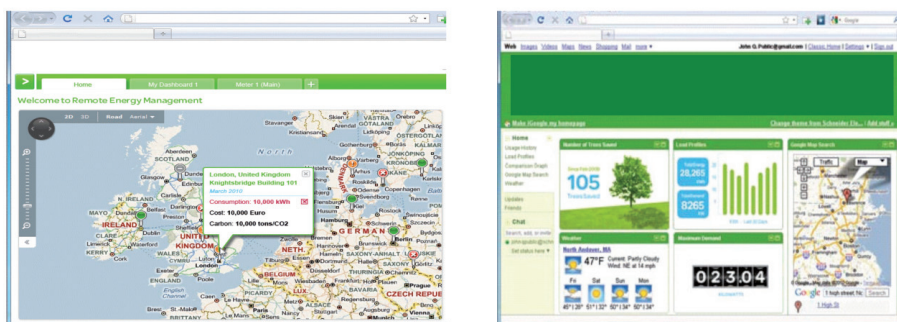


Figura 5.6. Gestor energético remoto

5.2. Servicios de gestión energética

Uno de los principales objetivos de una SmartGrid, como anteriormente se ha comentado, es conseguir optimizar los consumos. Una manera para llevar a cabo este objetivo, a nivel de infraestructuras, sector terciario y nivel industrial, es aplicar una gestión energética avanzada que permita realizar una optimización del consumo energético de estas instalaciones.

Los gestores de las instalaciones actuales tienen, dentro de sus objetivos actuales, orientar el rendimiento del negocio enfocándose en conseguir ahorrar energía y optimizar la operación de sus instalaciones. Los Servicios de Gestión Energética se centran en maximizar los cinco aspectos clave en el consumo energético: Seguridad, Disponibilidad, Eficiencia, Productividad y Sostenibilidad.

Esta maximización se centra en la realización de análisis detallados (asesorías y auditorías); definición de planes de acción estratégicos enfocados a la Gestión Energética; elaboración de propuestas de financiación y garantía de las inversiones en eficiencia energética; gestión de la implantación de los proyectos prioritarios para el gestor del sistema; y por último, definición de planes de medida y verificación de los resultados alcanzados, según el protocolo internacional IPMVP (*Internacional Performance Measure and Verification Protocol*).

De forma general, el procedimiento de optimización energética puede clasificarse en cuatro niveles de servicio diferenciados, que se adaptan a las necesidades de cada instalación y sector.

Servicios de Gestión Energética								
Servicio	Consultoría Energética			Soluciones EE / Proyectos		Servicios Supervisión y Gestión Energética	Performance Contracting	
	Asesoría Ahorro Potencial	Auditoría Detalle	Plan de Medición / Sectorización Consumos	Simple Estandarizadas	Complejas		Garantía de Ahorros	Pago por ahorro
Nivel 1	☑			☑				
Nivel 2		☑	☑	☑	☑			
Nivel 3		☑	☑	☑	☑	☑		☐
Nivel 4		☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Figura 5.7. Niveles de servicio de gestión

- Nivel 1. Asesoría de Ahorro Potencial

El Nivel 1 correspondería a las inspecciones básicas de las instalaciones enfocadas en la detección de oportunidades de reducción de consumo energético simples, con bajo nivel de inversión y/o con un retorno simple de inversión inferior a 2 años habitualmente. Este tipo de inspecciones básicas utiliza un procedimiento llamado Asesoría de Ahorro Potencial (AAP), se basa en una inspección de campo, a través de la cual se obtiene un mapa aproximado de oportunidades de mejora energética, en función del ahorro obtenido y de la inversión necesaria para conseguirlo.

Para poder llegar a determinar estas oportunidades es necesario conocer la relación entre los procesos, tecnologías y flujos de energías del sistema. Esto permitirá estimar ahorros e inversiones potenciales para las diferentes tecnologías que conforman el sistema (compensación de energía reactiva, control e iluminación...). Finalmente el objetivo será identificar áreas de mejora energética.

- Nivel 2. Auditoría Energética

El Nivel 2 correspondería a los análisis energéticos más detallados, considerando el rendimiento de las instalaciones energéticas. Esta auditoría energética es un estudio de duración variable en función de la profundidad y amplitud de tecnologías y áreas de estudio identificadas en el análisis AAP como áreas objetivos. Estos servicios son habitualmente contratados por los gestores para analizar propuestas de mejora con retornos de inversión de entre 3 y 5 años y/o inversiones moderadas.

Dentro de este nivel se pueden llevar a cabo los siguientes objetivos:

- Contemplar todos los aspectos de la AAP para establecer las prioridades del Plan de Trabajo.
- Desarrollo del Plan de Medidas Energéticas.
- Análisis de los perfiles de demanda de las instalaciones.
- Sectorización de consumos y costes relativos a las energías y fluidos consumidos.
- Balances energéticos y análisis de rendimiento de las instalaciones eléctricas y térmicas.
- Opcionalmente, se pueden llevar a cabo estudios de la optimización del contrato eléctrico, análisis de calidad y fiabilidad de suministro de energía eléctrica.

- Nivel 3 y 4. Gestor energético

El nivel 3 corresponde a la implantación del gestor energético. Se trata de un nuevo concepto de negocio basado en la externalización de la figura del gestor energético a través de un programa de gestión de servicios integrados durante un periodo extenso.

De esta manera el usuario final puede obtener un servicio entre una solución a corto plazo que ofrece una Auditoría y el contrato a largo plazo que supone el Performance Contracting.

Este tipo de contratos se enfoca principalmente en los casos en los que se esperan inversiones significativas y períodos de retorno largos de 10 o más años.



Figura 5.8. Integración del gestor energético en el usuario final

En estos niveles también se incluyen servicios de consultoría energética para proyectos de Garantía de Ahorro con implantación de variadores de velocidad en bombas y ventiladores. Con este servicio se pretende realizar:

- Consultoría energética:
 - Plan de mediciones
 - Estudio de potencial de ahorro
 - Asesoramiento en el trámite de subvenciones
- Selección de los productos necesarios
- Instalación y puesta en marcha
- Mantenimiento: incluido en caso de renting, opcional en caso de compra

6

Vehículo eléctrico

6.1. Introducción

El desarrollo de las redes inteligentes y del vehículo eléctrico están íntimamente relacionados. Este nuevo tipo de movilidad y de infraestructura requiere de soluciones de gestión de la energía fiables y seguras que cubran las necesidades de disponibilidad y de carga de los usuarios y que ayuden a los responsables de las instalaciones y de las compañías eléctricas a optimizar recursos.

El vehículo eléctrico será una carga que estará distribuida por toda la red de BT y que precisará de un consumo considerable. Las SmartGrids unirán la generación convencional, la distribuida y la infraestructura de transporte.

En un futuro, las redes inteligentes conectadas al vehículo eléctrico podrán, además, monitorizar el motor, el estado de la recarga, el tráfico, planificar el viaje, etc.

Además, las capacidades de descarga a la red desde el vehículo eléctrico serían de gran ayuda cuando se alcanza una punta crítica para prevenir caídas, o para soportar el suministro de hogares durante apagones. Este uso sería siempre a largo plazo y de manera ocasional, ya que los actuales vehículos eléctricos no han sido diseñados para suministrar a la red y en cualquier caso ésa no será su función principal.

6.2. Infraestructura de recarga

Para que el nuevo modelo de movilidad con vehículo eléctrico se desarrolle eficazmente, resulta imprescindible efectuar un gran esfuerzo para implantar las infraestructuras adecuadas de recarga de manera que la red de distribución eléctrica no se vea afectada negativamente.

La infraestructura de recarga está formada por los equipos de medida principales, el cuadro eléctrico general, las canalizaciones hasta la estación de recarga y la estación de recarga propiamente dicha, que incluye el punto de conexión y puede incluir un cuadro eléctrico secundario y equipos de medida secundarios.

6.2.1. Estaciones de recarga

Las estaciones de recarga, según la Norma IEC 61851, deben contar con:

- Una envolvente física adaptada según su uso: residencial, interior, intemperie, vía pública..., que incorpora uno o más puntos de conexión (véase apartado 6.2.2).
- Un conjunto de apartamentado conforme con la norma IEC 61439-7, comúnmente llamado “cuadro eléctrico”. La envolvente del cuadro eléctrico puede realizar la función de envolvente física mencionada en el punto anterior.
- Una placa de control, incorporando la electrónica necesaria para:
 - Dar la consigna al vehículo de la potencia máxima de recarga disponible (desde menos de 3kW hasta 50kW en modo 4) (véase apartado 6.2.2).
 - Monitorizar la continuidad de tierra.
 - Gestionar el Interface Hombre Máquina y la identificación de usuarios.
 - Incorporar un switch para comunicación con el cuadro central.
- Interfaz Hombre Máquina, según las necesidades del cliente y segmento (LEDs, pantalla táctil, etc.).
- Control de acceso a la recarga:
 - Con restricciones: identificación RFID, prepago...
 - Libre (adecuada por ejemplo para flotas. Ej. pulsadores).
- Punto de conexión, según lo descrito en el apartado 6.2.2.
- Equipos de medida secundarios según lo descrito en el apartado 4.1.2.
- La infraestructura de recarga también tendrá que incorporar el sistema de supervisión.



Figura 6.1. Puntos de recarga exterior



Figura 6.2: Puntos de recarga rápida



Figura 6.3. Puntos de recarga interior

6.2.2. Modos de carga, tipos de tomas de corriente y conectores

Los sistemas existentes en la actualidad para realizar la conexión del vehículo eléctrico a la alimentación quedan recogidos en los siguientes modos de carga:

Modos de carga (IEC - 61851-1)

Modo Salida	Conector específico para VE	Tipo carga	Corriente máxima	Protecciones	Características especiales
Modo 1	No	Lenta en CA	16 A por fase (3,7 kW - 11 kW)	La instalación requiere de protección diferencial y magnetotérmica	Conexión del VE a la red de CA utilizando tomas de corriente normalizadas
Modo 2	No	Lenta en CA	32 A por fase (3,7 kW - 22 kW)	La instalación requiere de protección diferencial y magnetotérmica	Cable especial con dispositivo electrónico intermedio con función de piloto de control y protecciones
Modo 3	Si	Lenta o semi-rápida Monofásica o trifásica	Según conector utilizado	Incluidas en la infraestructura especial para VE	Conexión del VE a la red de alimentación de CA utilizando un equipo específico (SAVE)
Modo 4	Si	En CC	Según cargador	Instaladas en la infraestructura	Conexión del VE utilizando un cargador externo fijo

Figura 6.4. Modos de recarga según la IEC-61851-1

Los modos de carga 3 y 4 permiten que las funciones de control se extiendan desde el vehículo eléctrico hasta la estación de recarga. Además van asociados al uso de tomas de corriente y conectores especialmente diseñados para la recarga de vehículos eléctricos. Todo ello comporta que sean los únicos modos de carga que permiten controlar adecuadamente la carga del vehículo así como que éste inyecte energía en la red eléctrica.

El punto de conexión es aquel en el que el vehículo eléctrico se conecta a la instalación eléctrica fija para efectuar su recarga. Este punto puede ser una toma de corriente o un conector.

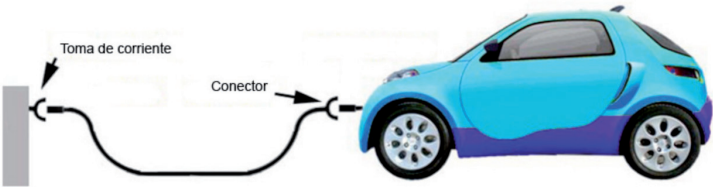


Figura 6.5. Conector y base de toma de corriente utilizadas para la recarga de vehículo eléctrico

La tabla 6.6 muestra los tipos de toma de corriente/conectores existentes:

Tipos de conectores

Tipo conector	Modo	Tipo	Nº pins	Tensión máxima	Corriente máxima	Normativas	Características especiales
CA	3	1	5 (L1, L2/N, PE, CP, CS)	250 V _{ca} Monofásica	32 A monofásica (hasta 7,2 kW)	IEC 62196-2	Regulación SAE J1772
		2	7 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)	500 V _{ca} Trifásica 250 V _{ca} Monofásica	63 A trifásica (hasta 43 kW) 70 A monofásica	IEC 62196-2	Un solo tipo para carga monofásica o trifásica
		3	4, 5 o 7 según modelo (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)	500 V _{ca} Trifásica 250 V _{ca} Monofásica	16 / 32 A monofásica 32 A trifásica (hasta 22 kW)	IEC 62196-2	Tipos diferentes según nivel de potencia
CC	4	CHAdeMO	9 (2 Potencia, 7 de señal)	500 V _{cc}	120 A _{cc}	IEC 62196-1 UL 2551	Carga rápida en CC Conforme JEVS G105
CA/ CC	4	Combo	5	850 V c.c. 480 V c.a.	200 A c.c. 63 A c.a.	IEC 62196-3	Combina CA y CC

Figura 6.6. Tipos de conectores

6.2.3. Cuadro eléctrico

Según las necesidades requeridas por el cliente, el cuadro puede incluir las siguientes funcionalidades.

- Protecciones eléctricas.
 - o Protecciones magnetotérmicas + diferencial individual para cada uno de los puntos de conexión.
 - o Protección contra sobretensiones transitorias y temporales.
- Gestión de la energía: incluye un sistema o dispositivo que gestiona las consignas que envía a cada uno de los puntos.
- Gestión de los usuarios: el anterior sistema de gestión de la energía valida los usuarios, y tiene función de data logger.
- Comunicación con el sistema de supervisión: según el medio de comunicación (GPRS, Ethernet, fibra óptica, etc.) se incluye el hardware necesario.

6.2.4. Gestión inteligente de los puntos de conexión

Los sistemas inteligentes de gestión de la recarga de vehículos eléctricos permiten conectar el sistema de recarga, asegurando que no se sobrepasa la potencia máxima admisible de la instalación que se encuentra aguas arriba de la instalación de recarga de vehículos eléctricos, ya sea un circuito de distribución (en instalaciones terciarias o industriales) o la instalación de enlace (en instalaciones domésticas) previniendo la desconexión. Pueden presentar además otras funcionalidades, como cargar las baterías cuando la energía esté disponible y sea más económica (control por deslastre de cargas), identificar la disponibilidad de crédito de carga en cualquier punto (control RFID), discriminar diversos puntos de conexión en un mismo aparcamiento (comunicaciones RS-485/ Ethernet / 3G), recargar en modo lento, semirápido o rápido (Fast Charge Control), etc.

6.2.5. Tipos de infraestructura de recarga

La autonomía de la batería es una limitación tecnológica importante, por lo que deberá haber infraestructura de recarga en los lugares de estacionamiento habituales:

- **Estaciones de carga rápida:** utilizan el protocolo CHAdEMO o el sistema COMBO para la carga con corriente continua y pueden cargar los vehículos eléctricos en pocos minutos, en función de la capacidad de las baterías y de su nivel de descarga. Los equipos disponen de comunicaciones que permiten la conexión permanente con las estaciones de control remoto y poder registrar todos los datos de carga y controlar en tiempo real. Asimismo, el equipo puede ser controlado de forma remota y ser gestionado de forma sencilla y eficiente.
- **Vía pública:** durante la carga de un vehículo en una calle o una carretera interurbana, el conductor debe ser capaz de elegir entre una estación de recarga lenta, si debe hacer una parada larga, o una estación de recarga semirápida para la recarga de las baterías en el menor tiempo posible. Las estaciones de recarga deben estar diseñadas para su instalación a la intemperie (clima, impactos, etc.).
- **Parking de flotas de vehículos:** es muy importante el control eléctrico de la instalación, ya que puede haber muchos vehículos cargando simultáneamente. Por ello debe realizarse una gestión óptima del consumo, compensando las cargas entre fases y el filtrado de armónicos si fuese necesario.
- **Parkings privados unifamiliares y multiusuario, parkings privados de uso público, parking de empresa, parking municipal, grandes superficies:** en general, se usan cajas de recarga: (cuadros montados en pared). Puede haber casos en los que

deba instalarse una estación tipo poste o columna por tratarse de una plaza en isla. En estos casos el control del consumo es también muy importante para evitar que se sobrecargue la Línea General de Alimentación. (Véase 6.2.4).

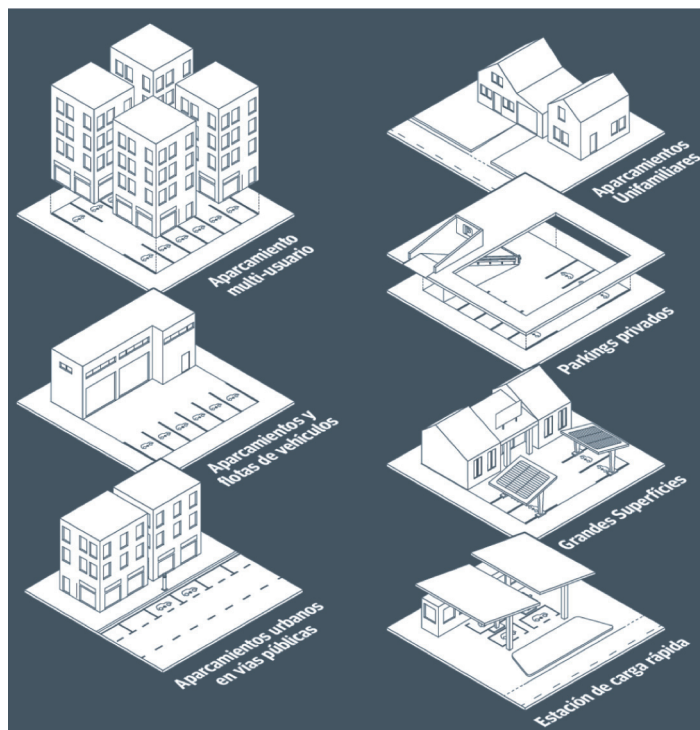


Figura 6.7. Tipos de infraestructura de recarga

6.3. Integración de energías renovables para la recarga del VE

Gracias a las SmartGrids, se podrá cargar el vehículo eléctrico con energía 100% procedente de fuentes renovables, lo que hará que los vehículos tengan un nivel de emisiones menor. Esto se podrá conseguir gracias al conocimiento de la demanda en tiempo real, conocimiento de la disponibilidad de generación de energía y vinculación del distribuidor de energía con el consumidor y sus cargas.

En cualquier caso, existen dos posibilidades claras de utilización de esta energía para la carga del vehículo eléctrico:

Por un lado la procedente de la gran renovable, especialmente los parques eólicos, que permitirá la carga de los vehículos eléctricos en horas nocturnas aprovechando la generación eólica volcada a la red. Por tanto, permitirá el aprovechamiento de valles evitando la demanda de energía para carga en horas punta o de mayor consumo.

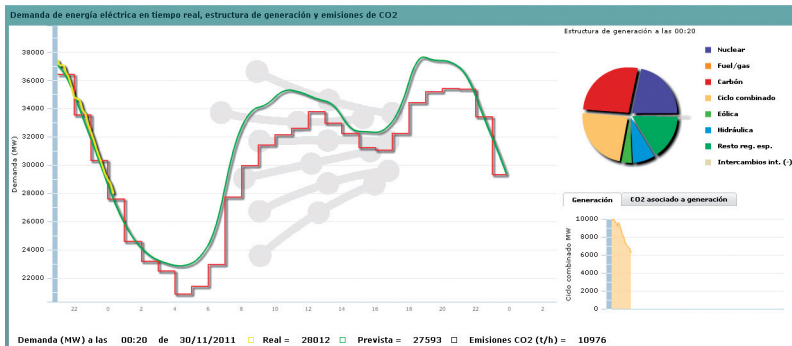


Figura 6.8. Curva de demanda y mix energético del sistema eléctrico español

Por otro lado, la utilización de microrredes permitirá de forma local el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, así como de la micro y minieólica para suministrar la energía a las estaciones de recarga.

Para ello, hay que proyectar la instalación con los siguientes equipos:

- Generadores de energía eléctrica (placas solares, microeólica, etc.) con los soportes mecánicos adecuados.
- Cargadores de baterías.
- Baterías para almacenaje de energía.
- Convertidores de potencia para la conversión de corriente continua en corriente alterna.
- Controlador de red (Main Control) que permite la gestión inteligente tanto de la oferta, la demanda, el almacenamiento de energía.
- Analizadores de redes, contadores transformadores de corriente, etc. para la correcta medida de la energía y variables técnicas.
- Conmutaciones para escoger la energía renovable o procedente de la red según convenga.

- Puntos de recarga.
- Protecciones contra sobretensiones y magnetotérmicas.
- Material de instalación y auxiliares.
- Software de gestión del sistema.



Figura 6.9. Esquema de minirred de carga de vehículo eléctrico

7

Aparamenta y equipos complementarios para el desarrollo de las SmartGrids

7.1. Introducción

A continuación se describe la aparamenta y equipos complementarios principales para garantizar un funcionamiento seguro de las soluciones descritas en los apartados anteriores.

7.2. Cables

En las redes eléctricas tradicionales, los cables cobran un papel importante pues por ellos fluye la energía entre los distintos puntos de la red, pero en las redes inteligentes, los cables cobran un papel doblemente importante, ya que por ellos debe fluir no tan solo la energía sino además las comunicaciones entre los distintos puntos de la red.

Respecto a las necesidades energéticas, los cables de Baja Tensión de una red SmartGrid, no presentan diferencias respecto a los cables de las redes tradicionales, pero a estas se les añade la necesidad de telecomunicaciones, y es aquí donde aparece el nuevo rol que puede ser resuelto con varios medios de soporte físicos.

Si como medio de soporte físico utilizamos el propio cobre presente en los conductores, la tecnología PLC puede hasta cierto punto, dependiendo de la topología de red, las distancias y el ancho de banda, ser una solución. Mientras que la solución definitiva que nos garantiza el ancho de banda ilimitado es el soporte de fibra óptica.

Mientras se empiezan a realizar proyectos demostrativos con las SmartGrid, (por ejemplo cuando se toma un dato cada día o cada hora y para un número limitado de usuarios), el soporte vía radio utilizando tecnologías GPRS; 3G, LTE, es de fácil implementación, económico y funcional; pero cuando llegue el día que se requiera la comunicación bidireccional en tiempo real de todos los usuarios, difícilmente se podrá gestionar la red con estas tecnologías, y por tanto la necesidad de un medio de soporte con ancho de banda prácticamente ilimitado como la fibra óptica se va a imponer.

Así pues para la SmartGrid, se van a requerir cables de energía y cables de fibra óptica. Existe la posibilidad de realizar un doble tendido, pero lo mejor es disponer de un catálogo de cables que aporten los dos soportes bajo un mismo cable, de hecho estos cables no son una utopía y ya existen en el mercado, son económicos pues la introducción de la fibra óptica no tiene un impacto importante de precio respecto al cobre, y además son cables respetuosos con el medio ambiente, se ahorran toneladas de emisiones de CO₂, debido al ahorro de materiales, y asimismo se ahorra en el proceso de tendido de los cables, ya que con un solo tendido de cable se instalan los dos servicios.

Dentro de los cables de energía también hay que hacer mención a los cables superconductores. Estos cables de nueva tecnología permiten transportar energía en Media y Alta Tensión, sin pérdidas por sobrecalentamiento o largas distancias. Estos cables empiezan ya a ser utilizados en aplicaciones de suministro a grandes ciudades. Además de resultar una mejora en términos de eficiencia energética, también es un ahorro en el coste de las estaciones transformadoras, ya que al no conllevar pérdidas de energía en el transporte, las estaciones transformadoras, pueden ser más pequeñas.

7.3. Sistemas de conducción de cables

Los sistemas de conducción de cables son productos que aseguran la fijación de los conductores y, en su caso, su protección mecánica. Son ejemplos de sistemas de conducción de cables los tubos, canales protectoras, bandejas, conductos cerrados de sección no circular, etc.

El tipo de sistema de conducción de cables se elegirá en función de:

- Las características del emplazamiento (enterrado, aéreo, superficial, empotrado en hormigón, etc.).
- El tipo de local por el que discurran (industrial, pública concurrencia, etc.).

- Las características de los cables o conductores a utilizar (aislados, con cubierta, multipolares, etc.).

En ámbito industrial y terciario también es común el uso de canalizaciones prefabricadas que incorporan en un mismo producto el elemento conductor y su envolvente.

Es importante dimensionar adecuadamente los sistemas de conducción de cables y las canalizaciones prefabricadas de acuerdo con las necesidades actuales pero también de forma que admitan futuras ampliaciones.

Tanto en la selección y dimensionado de los sistemas de conducción de cables y de las canalizaciones prefabricadas como en su proceso de instalación debe cumplirse con la reglamentación vigente y respetarse las instrucciones del fabricante.

7.4. Dispositivos de protección

Los diferenciales e interruptores automáticos que protegen la instalación deben tener una adecuada selectividad, esto es, deben elegirse de manera que el fallo en un circuito comporte únicamente la desconexión del dispositivo de protección de dicho circuito y no de los situados aguas arriba. De esta manera se mantiene la continuidad del servicio en el resto de la instalación. Para garantizar la adecuada selectividad entre dispositivos de protección debe consultarse las instrucciones del fabricante.

Además, los siguientes dispositivos de protección mantienen la continuidad de servicio y permiten que equipos cuyo funcionamiento tiene un impacto directo sobre la gestión de la demanda sigan funcionando.

7.4.1. Diferenciales con rearme automático

Los diferenciales con rearme automático garantizan la máxima seguridad y continuidad de servicio. Estos dispositivos abren el circuito cuando detectan una fuga a tierra y reconectan la instalación sólo si el defecto ha desaparecido, garantizando la seguridad de las personas y de la instalación, así como la continuidad del servicio.

7.4.2. Protección contra sobretensiones

Los dispositivos de protección contra sobretensiones protegen la instalación y en especial los receptores más sensibles (equipos informáticos, TV, sistema domótico) de los efectos de sobretensiones. Existen dos tipos:

- Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias: protegen contra sobretensiones de poca duración pero de tensión muy elevada, producidas en su mayoría por caída de rayos en las cercanías de la instalación.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones temporales: protegen contra sobretensiones entre fase y neutro de frecuencia 50 Hz, esto es, sobretensiones de hasta 400 V que pueden durar varios segundos.



Figura 7.1. **Protector contra sobretensiones transitorias**



Figura 7.2. **Protector contra sobretensiones permanentes**

Se deben tener en cuenta las características diferenciales de este tipo de red y equipos a proteger.

Será necesario considerar que se pueden tener conectados simultáneamente varios tipos de generadores para suministrar energía al usuario, p.ej.: centrales térmicas, hidráulicas, fotovoltaicas, eólicas, etc. También el usuario puede generar energía para su uso propio y en determinadas condiciones suministrarla a la SmartGrid.

Como consecuencia de lo anterior, en la mayoría de casos se van a tener líneas de suministro más largas, situadas en distintos emplazamientos e interconectadas entre sí, esto aumentará el riesgo de estar sometidas a perturbaciones de origen atmosférico (por impacto directo o inducidas), a sobretensiones transitorias causadas por maniobras o conmutaciones y a sobretensiones temporales o permanentes.

También hay que considerar el uso de líneas de suministro con conductores de baja impedancia para aumentar la eficiencia energética, aunque como contrapartida los impulsos de corriente transitorios serán superiores.

Desde el punto de vista de los equipos y cargas a proteger, se va a incrementar enormemente el número de equipos que pueden ser sensibles, p.ej.: sistemas de monitorización, control y comunicación; sensores, contadores inteligentes, inversores, vehículos eléctricos y electrodomésticos inteligentes. También será necesaria la protección de los aerogeneradores y generadores fotovoltaicos.

Evalando el coste de los equipos, su sustitución o reparación, los gastos indirectos relacionados, la pérdida de servicio para el consumidor y el coste de las pérdidas de producción de energía se hace imprescindible la instalación de protectores contra sobretensiones transitorias y temporales o permanentes.

En general los protectores contra sobretensiones transitorias se instalarán en:

- Protectores de red eléctrica (AC): Origen de la instalación, sub-cuadros de distribución, lado AC del inversor, aerogenerador, siendo complementados por otros próximos a equipos muy sensibles.
- Protectores para tensión DC: Generador fotovoltaico y lado DC del inversor.
- Protectores para líneas de comunicación, datos, medición o radio-frecuencia: Próximos al equipo a proteger.

Los protectores contra sobretensiones temporales o permanentes habitualmente se instalarán en el origen de la instalación.

7.5. Compensación de energía reactiva

Se entiende por energía reactiva aquella energía adicional a la activa consumida por los elementos de una instalación eléctrica que no se convierte en trabajo útil. Es producto del desfase existente entre la intensidad y la tensión y se cuantifica mediante el factor de potencia. Esta energía es especialmente significativa en instalaciones del sector terciario.

La solución de compensación de reactiva comúnmente utilizada es la instalación de una batería de condensadores, situada entre el cuadro eléctrico y la carga, que genera energía reactiva en sentido inverso a la consumida por la instalación. Alternativamente, se pueden instalar condensadores fijos por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor.

7.6. Filtrado de armónicos

Los armónicos se definen como aquellas corrientes cuyas frecuencias son múltiplos de la frecuencia fundamental de alimentación (típicamente 50 ó 60 Hz). Estas corrientes distorsionadas, originadas por cargas no lineales, se superponen a la componente fundamental, dando lugar a corrientes no sinusoidales.

Los problemas ocasionados por los armónicos son muy diversos y varían en función del elemento de la instalación: sobrecarga de los conductores, medidas incorrectas en equipos de medida, sobrecalentamiento de los transformadores y los condensadores, pérdidas térmicas, disparos intempestivos de dispositivos de protección, etc.

Las soluciones para minimizar las frecuencias armónicas también son variadas, aunque la más común es la utilización de filtros, ya sean activos o pasivos.

7.7. Analizadores de la calidad del suministro eléctrico

Los analizadores de calidad del suministro eléctrico son equipos de medida de eventos habidos en la red eléctrica, tales como sobretensiones, huecos e interrupciones. Estos aparatos se utilizan en ámbitos terciarios e industriales.

El uso de analizadores de red y de calidad de suministro en los sectores terciario e industrial permite el registro y seguimiento de incidencias para su prevención y posterior corrección.

7.8. Centros de datos

Para el procesamiento de los datos recibidos para gestión de la energía de los diferentes sistemas, los contadores y concentradores estarán conectados a un centro de proceso de datos (CPD).

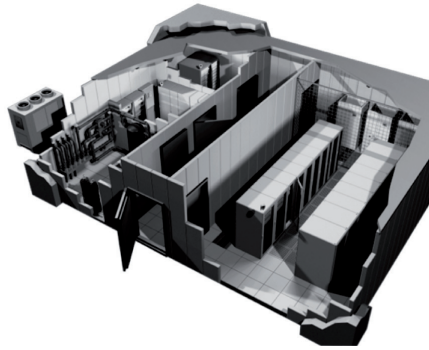


Figura 7.3. **Ejemplo de centro de datos**



Figura 7.4. **Imagen de centro de proceso de datos**

Dicho CPD, a su vez, debe poder gestionar su utilización de la energía así como su seguridad. Un CPD requiere para su funcionamiento, suministro de energía eléctrica, refrigeración y sistemas de seguridad. Todo ello se puede gestionar eficientemente con sistema de supervisión y control avanzado.

Estos sistemas, proporcionan soluciones como:

- Proceso eficiente de sistemas de refrigeración por agua del CPD para reducir el consumo y maximizar la eficacia de la refrigeración en función de la necesidad y rendimiento del CPD.
- Regletas de alimentación eléctrica para medir y gestionar el consumo eléctrico del propio CPD, etc. Todo ello se puede supervisar en remoto.

Para el proceso de datos recibidos desde diferentes puntos de la red y lejanos o para puntos de proceso de datos localizados o temporales o como ampliación de CPD ya existentes, existen CPD tipo container que permite su instalación provisional o no fuera o dentro de un edificio.

7.8.1. Eficiencia energética en sistemas de refrigeración por agua del CPD

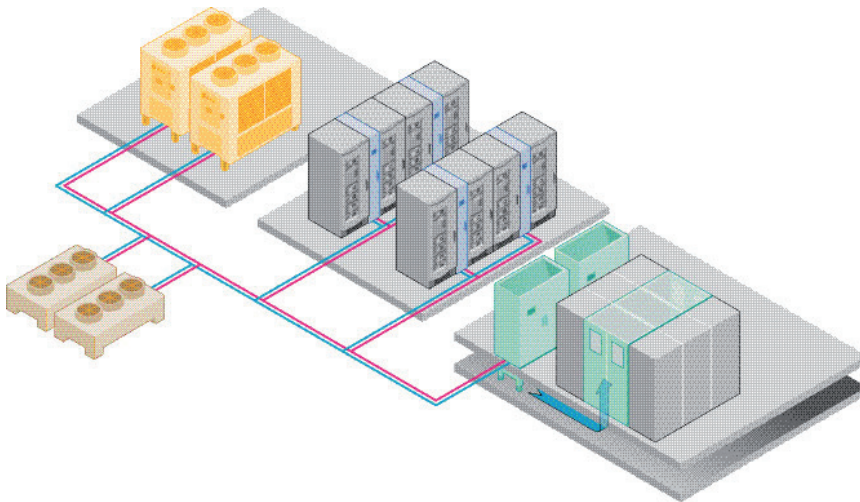


Figura 7.5. Esquema de refrigeración por agua de CPD

En el concepto de cerramiento para pasillo frío, en lugar de la distribución de aire convencional obtenida por el aire acondicionado para sala, se conduce el aire frío directamente hasta los racks de servidores. Los servidores obtienen así aire frío de forma uniforme en toda la altura del rack.

La eficiencia energética del concepto de cerramiento para pasillo frío tiene unas ventajas claras:

1. El aire refrigerado y calentado no puede mezclarse, el aire caliente no penetra en el circuito frío.
2. Es posible funcionar con un nivel de temperatura bastante más elevado del aire de salida.
3. Los refrigeradores de aire circulante estándar funcionan con una eficacia térmica óptima.

Esta eficiencia energética puede aumentarse gracias a la utilización de sistemas de refrigeración basados en agua, tanto para climatización de pasillos fríos con cerramientos como con refrigeración directa de racks de servidores con alta densidad.

Además pueden conseguirse ahorros de hasta un 50 % en el consumo de corriente en la refrigeración de Tecnologías de la Información (TI) por agua gracias al aprovechamiento del aire frío exterior mediante eficientes chiller TI con Free Cooling.

Las PDUs (Power Distribution Unit) o regletas inteligentes y gestionables permiten la gestión energética fase por fase (en la acometida) o también bajando hasta el nivel de servidor (medición individual de la energía en cada toma/enchufe).

Estas PDUs ofrecen amplias funciones de medición y gestión, que aparte de la habitual medición de la tensión, de la intensidad de corriente y de la potencia activa, incluyen también la potencia aparente y el factor de potencia.

La configuración y gestión puede realizarse de forma sencilla a través de una interfaz web integrado o pueden integrarse dentro de un sistema de gestión superior tipo BMS (Building Management System), Nagios o cualquier gestor SNMP (Simple Network Management Protocol).



Figura 7.6. **PDU**s inteligentes para la monitorización de consumos en racks de servidores

A

Glosario

Término	Definición
Autoconsumo	Producción individual de electricidad a través del aprovechamiento de los recursos energéticos derivados de la propia actividad, para el propio consumo eléctrico, ya sea al instante o posterior mediante almacenamiento.
Balance neto	Sistema de compensación de saldos de energía de manera instantánea o diferida que permite a los consumidores la producción individual de energía para su propio consumo para compatibilizar su curva de producción con su curva de demanda.
Building Management System (BMS)	Sistema de control instalado en edificios para el control y monitorización de equipos eléctricos y mecánicos en edificios, tipo: ventilación, alumbrado, sistemas de potencia, sistemas de detección y extinción de incendio y sistemas de seguridad.
Empresa de servicios energéticos (ESE)	Persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto riesgo económico por hacerlo. El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.
Estación de recarga	Infraestructura que provee electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos.

Gestor energético	Persona física o jurídica que monitoriza y registra la energía consumida en la instalación con el fin de conocer dónde y cuándo se consume energía y de esta forma identificar oportunidades de ahorro energético.
Microrred	Conjunto de cargas eléctricas, elementos de generación distribuida (eólica, fotovoltaica, pila de combustible, microturbina, etc.) y elementos de almacenamiento (baterías, hidrógeno, volante de inercia, aire comprimido, supercondensadores, etc.) que, conectados a la red eléctrica a través de un único punto de conexión, llevan asociada una estrategia que gestiona tanto el flujo de energía dentro de la microrred como el intercambio de potencia con la red general de suministro.
Nagios	Sistema de monitorización “open source” o libre para la monitorización de redes y de infraestructuras TI. Ofrece la monitorización y control de servidores, switches, aplicaciones y servicios.
Power Distribution Unit (PDU)	Elemento utilizado para la distribución de corriente dentro de racks de comunicaciones y servidores.
Prosumidor	Usuario de una red eléctrica que consume y produce energía.
Simple Network Management Protocol (SNMP)	Protocolo estándar de Internet para la gestión de equipos redes IP. Los equipos que soporta SNMP incluyen routers, switches, servidores, equipos de climatización, sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), PDUs...
SmartGrid	Red eléctrica que integra de forma inteligente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados (productores, consumidores y prosumidores) para conseguir de forma eficiente un suministro eléctrico más sostenible, económico y seguro.
SmartCity	Ciudad comprometida con su entorno, en la que las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas más avanzadas para garantizar un desarrollo sostenible, un incremento de la calidad de vida de sus ciudadanos, una mayor eficiencia de sus recursos y una mejor participación ciudadana.
Inversores	Aparato que sirve para convertir la corriente continua generada por paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc., en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas.

SmartMetering	Tecnología que mediante la instalación de contadores inteligentes permite registrar los usos eléctricos, proporcionando un vínculo de comunicación y/o mando desde la compañía comercializadora hasta los aparatos de uso.
Tecnología PLC (Power Line Communication)	Comunicación de datos por medio de cable eléctrico que permite utilizar la propia infraestructura de Baja Tensión presente en la red.

B

Normas de referencia

Título	Norma
Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.	UNE-EN 50160
Standardising the characteristics of electricity.	IEC/TR 62510
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-2: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público en Baja Tensión.	UNE-EN 61000-2-2
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 6: Evaluación de los límites de emisión para las cargas perturbadoras conectadas a las redes de Media y Alta Tensión. Publicación básica CEM.	UNE-IEC/TR 61000-3-6:2006
Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-7: Limits - Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems.	IEC/TR 61000-3-7
Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-13: Limits - Assessment of emission limits for the connection of unbalanced installations to MV, HV and EHV power systems.	IEC/TR 61000-3-13
Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems.	IEC/TR 61000-3-14

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-15: Limits - Assessment of low frequency electromagnetic immunity and emission requirements for dispersed generation systems in LV network.	IEC/TR 61000-3-15
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro.	UNE-EN 61000-4-30
Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2-5: Environment - Description and classification of electromagnetic environments.	IEC/TR 61000-2-5
Sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES).	Serie UNE-EN 50090
Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS).	Serie UNE-EN 50491
Information technology – Home electronic system (HES) - Architecture.	Serie ISO/IEC 14543-3
Open Data Communication in Building Automation, Controls and Building Management — Home and Building Electronic Systems.	Serie EN 13221
Comunicación abierta de datos en automatización, control y gestión de edificios. Protocolo de red en edificios.	Serie UNE-EN ISO 14908
Automatización de edificios y sistemas de control. Parte 5: Protocolo de comunicación de datos.	UNE EN ISO 16484-5
Sistemas de automatización y control de edificios (BACS).	Serie UNE-EN ISO 16484
Eficiencia energética de los edificios. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios.	UNE-EN 15232
Regulación para los sistemas de calefacción. Parte 3: Equipos de regulación en función de la temperatura exterior para los sistemas de calefacción eléctrica.	UNE-EN 12098-3
Information technology -- UPnP Device Architecture -- Part 1: UPnP Device Architecture.	ISO/IEC 29341-1
IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs).	IEEE 802.15.4
Energy management system application program interface (EMS-API).	IEC 61970

Este libro tiene como objetivo dar a conocer la forma en que el material eléctrico de Baja Tensión contribuye al desarrollo e implementación de las SmartGrids y la visión de AFME para su adecuado despliegue. En especial, y con el fin de proporcionar información sobre los productos ya disponibles y los futuros desarrollos, está dirigido a los siguientes colectivos:

- Ingenieros, arquitectos, empresas de servicios energéticos (ESE) y Administración en tanto que son prescriptores de los equipos a instalar en las instalaciones interiores.
- Compañías eléctricas distribuidoras, en tanto que son prescriptores de los equipos a instalar en la red de distribución.
- Instaladores, en tanto que son los profesionales que instalan, mantienen y reparan las instalaciones eléctricas.
- Distribuidores de material eléctrico, en tanto que actúan como asesores de los instaladores.
- Propietarios, arrendatarios y explotadores de edificios.
- Gestores energéticos.



ediciones **EE** experiencia