



*Unidades didácticas  
sobre Redes Eléctricas*  
**El sistema eléctrico**

# UNIDADES DIDÁCTICAS SOBRE REDES ELÉCTRICAS

## **El sistema eléctrico**

Coordinador de la serie: Futured

Entidad Autora: DeustoTech de la Universidad de Deusto

## Sinopsis

El presente documento es un texto de apoyo para el profesorado sobre la Unidad Didáctica: *El sistema eléctrico*, perteneciente a la serie de Unidades didácticas sobre las redes eléctricas. Esta serie ha sido desarrollada dentro del grupo de trabajo de Formación de la Plataforma de Redes Eléctricas del Futuro – FUTURED y ha sido coordinada por el IUIM CIRCE de la Universidad de Zaragoza y en ella han participado: CIRCE / Universidad de Zaragoza, CENER – CIEMAT, CEIT – TECNUM, ETSII - Universidad Politécnica de Madrid, FUNSEAM, Universidad de Oviedo, Universidad de Deusto y la Universidad de Girona. La presente ficha ha sido desarrollada por DeustoTech de la Universidad de Deusto.

Los principales objetivos de esta serie de unidades didácticas son:

- Hacer reflexionar a los alumnos sobre los interrogantes que surgen del sistema eléctrico.
- Mostrar el estado actual del sistema eléctrico, junto con las tecnologías que forman parte de él y el futuro próximo del sistema.
- Promover el interés del alumnado por los procesos de generación, así como por el funcionamiento de un sistema indispensable hoy en día.

Se plantea un desarrollo de la clase dividido en cinco grandes bloques:

1. Interrogantes: se realizan preguntas que tratan de promover el interés del alumno por el tema. Las preguntas tratan de averiguar el conocimiento previo del alumno sobre el tema. Son preguntas que tratan de forma general el funcionamiento del sistema, aplicaciones de la electricidad, forma de consumir, entender la factura eléctrica...
2. Necesidad: se expone en primer lugar el cambio que ha experimentado el sistema desde sus inicios hasta ahora, además se explica la necesidad de seguir creciendo y adaptándose a las necesidades de hoy en día.
3. Explicación del funcionamiento: se explica detalladamente cada actividad del funcionamiento del sistema eléctrico. Así se pretende que conozcan el proceso completo, desde la generación de la electricidad hasta el consumo en los hogares o industrias.
4. Situación actual: se expone cómo se comporta la demanda en función del mes, así como anualmente cómo ha ido cambiando. También se muestra la estructura de generación según tecnología.
5. Conclusiones y retos: se resumen el estado actual, el futuro probable y la necesidad de ese futuro probable para que el sistema sea lo más fiable posible.

<b>SINOPSIS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. OBJETIVO DE LA UNIDAD .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DESARROLLO DE LA CLASE .....</b>	<b>7</b>
2.1. INTERROGANTES .....	8
<i>¿Qué es un sistema eléctrico?.....</i>	8
<i>¿Cómo consumimos?.....</i>	9
<i>¿Entiendes la factura eléctrica?.....</i>	9
<i>¿Qué aplicaciones tiene la electricidad?.....</i>	13
<i>¿Dónde se consume más electricidad?.....</i>	13
<i>¿Cómo consumir energía eléctrica de forma más inteligente?.....</i>	14
2.2. NECESIDAD.....	14
2.3. FUNCIONAMIENTO.....	15
2.3.1. <i>Generación.....</i>	15
2.3.2. <i>Transporte.....</i>	16
2.3.3. <i>Distribución.....</i>	17
2.3.4. <i>Comercialización.....</i>	18
2.3.5. <i>Consumo.....</i>	19
2.4. SITUACIÓN ACTUAL.....	20
2.4.1. <i>Demanda de energía eléctrica.....</i>	20
2.4.2. <i>Estructura de la generación .....</i>	21
2.5. CONCLUSIONES Y RETOS .....	22
2.5.1. <i>Interconexiones.....</i>	22
2.5.2. <i>Control de consumos eléctricos.....</i>	23
2.5.3. <i>Sistemas de almacenamiento.....</i>	23
<b>3. OTRAS PREGUNTAS PERTINENTES .....</b>	<b>25</b>
¿QUIEN ES EL RESPONSABE DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA? .....	25
¿DÓNDE SE GENERA LA ELECTRICIDAD?.....	25
¿CÓMO SE TRANSPORTA LA ELECTRICIDAD? .....	26
¿QUÉ FUENTES DE ORIGEN RENOVABLE GENERAN ENERGÍA ELÉCTRICA? .....	26
¿QUÉ SON LAS SMARTGRIDS? .....	27
<b>4. GLOSARIO .....</b>	<b>28</b>
<i>Intensidad .....</i>	28
<i>Tensión o Voltaje .....</i>	28
<i>Frecuencia .....</i>	28
<i>Central eléctrica.....</i>	28
<i>Fisión nuclear .....</i>	28
<i>Régimen especial.....</i>	28
<i>Régimen ordinario .....</i>	29
<i>Corriente alterna .....</i>	29
<i>Corriente continua .....</i>	29
<b>5. OTROS ENLACES DE INTERÉS .....</b>	<b>30</b>
<b>6. REFERENCIAS.....</b>	<b>31</b>

---

## 1. Objetivo de la unidad



Los objetivos de la Unidad Didáctica: *El Sistema Eléctrico* son:

1. Dar a conocer el sistema eléctrico, para que el alumno conozca el funcionamiento desde la generación de la energía hasta el consumo tanto en hogares, como en comercios o industrias.
2. Describir la *situación actual* del sistema eléctrico:
  - Estructura de la demanda. Cómo se consume según mes del año y cómo ha variado la demanda en los últimos años.
  - Estructura de la generación, mix energético. Qué tecnologías cubren la demanda y en qué cantidad.
  - Interconexiones existentes de Francia-España, Portugal-España y Marruecos-España.
  - Necesidad de ampliar las interconexiones y proyectos existentes en la actualidad para alcanzar este reto.
3. Exponer:
  - *La realidad actual en España.*
  - *Los retos planteados:*
    - Interconexiones: ampliación de conexiones para que el sistema sea lo más fiable.
    - Control de consumos eléctricos: integración del coche eléctrico para aplanar la curva de demanda.
    - Sistema de almacenamiento: desarrollo de tecnología para almacenar energía en mayores cantidades.
  - *El escenario futuro* que prevé REE: alcanzar 4.000 MW de intercambio para 2020 y 1 MW de almacenamiento en batería.

## 2. Desarrollo de la clase



La presentación del sistema eléctrico está dividida en 5 grandes bloques:

- Interrogantes: en el que se hacen preguntas generales.
  - El principal objetivo de las preguntas planteadas es tratar de conseguir que el alumno se interese sobre el tema a tratar y conocer qué sabe del mismo.
  - El segundo objetivo es la posibilidad de establecer una discusión inicial entre los alumnos acerca de estos interrogantes y obtener su opinión, que podrá ser contrastada a posteriori con los datos que aparecen en la presentación.
  - Por último, los alumnos pueden proponer interrogantes nuevos que no se han planteado en la presentación y que pueden enriquecer el debate.
- Necesidad: donde se explica la problemática actual relacionada con la falta de interconexiones. Existen interconexiones pero son escasas, por ello hay proyectos de ampliar estas conexiones.
- Funcionamiento: en el que se presentan las distintas actividades que conforman el funcionamiento del sistema eléctrico. Desde la generación de la energía, diferentes plantas industriales de generación, el transporte de la energía, la distribución, comercialización y por último, el consumo.
- Situación actual: en el que se presentan las distintas tecnologías instaladas y en qué cantidad cubren la demanda. Además se hace un repaso a la demanda en los últimos años y mensualmente, ya que presenta estacionalidad.
- Conclusiones y retos: en el que se resumen la situación actual y las perspectivas de implantación de nuevas interconexiones y nuevas tecnologías de almacenamiento de energía en mayores cantidades.

## 2.1. Interrogantes

Existen multitud de interrogantes que rodean al sistema eléctrico, en este apartado se exponen las principales preguntas que pueden surgir cuando un usuario se pregunta por el significado de su factura, cómo consumimos, cómo podemos reducir nuestro consumo o qué aparatos consumen más.

A continuación se comentan las cuestiones expuestas y se da respuesta a muchas de ellas. Por razones de comodidad en la consulta de este documento la explicación a las preguntas se realiza en este apartado y algunas de ellas se repiten en apartados posteriores en los que se vuelven a tratar temas similares.

### ¿Qué es un sistema eléctrico?

La primera pregunta que surge cuando uno se plantea qué es un sistema eléctrico es acerca de su funcionamiento. ¿Qué es un sistema eléctrico? ¿Cómo funciona? ¿Por qué es tan importante?

A continuación se explica brevemente qué es un sistema eléctrico.

Un sistema eléctrico es el conjunto de elementos que operan de forma coordinada en un determinado territorio para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los consumidores.

Los sistemas eléctricos están constituidos básicamente por los siguientes elementos:

1. Los centros o plantas de generación donde se produce la electricidad. La generación se produce por medio de diferentes centrales como puede ser: centrales nucleares, hidroeléctricas, de ciclo combinado, parques eólicos, etc.
2. Subestación de transformación elevadora. Donde se eleva la tensión para disminuir las pérdidas del transporte. Se genera entre 5.000-25.000 V y se eleva a 220.000-400.000 V
3. Las líneas de transporte. Mediante estas líneas se transporta la electricidad.
4. Subestación de transformación. Donde se reduce la tensión de las líneas de transporte a alta tensión (37.500-176.000 V) para consumidores de grandes industrias.
5. Las estaciones transformadoras (subestaciones) que reducen la tensión o el voltaje de la línea. Puede ser de alta tensión a media tensión (1.000-37.500 V) o de media tensión a baja tensión (<1.000 V).
6. Las líneas de distribución de media y baja tensión que llevan la electricidad hasta los puntos de consumo.

La electricidad transportada tiene que cumplir unos parámetros físicos. Las características físicas más importantes de un sistema eléctrico son la intensidad, la tensión y la frecuencia, que son estables para cada sistema.

*La Ley de Ohm (en honor a su descubridor, el físico alemán Georg Simon Ohm) establece la relación matemática entre voltaje, intensidad y resistencia:  $I = V/R$ .*

## ¿Cómo consumimos?

Los electrodomésticos son los mayores responsables del consumo eléctrico en el hogar. Usamos a diario estos aparatos pero ¿somos realmente conscientes de lo que realmente consumen la lavadora, la nevera o la televisión?

Según el «Estudio sobre consumo energético del sector residencial en España» de IDAE, los hogares españoles gastan de media 990 euros anuales en consumo eléctrico, de los cuales 546 euros corresponden al consumo de los electrodomésticos. [1]

A continuación vamos a ir viendo que porcentaje se lleva cada electrodoméstico.

### 1. El frigorífico

Es esencial en cualquier hogar y lo sabe, por eso decide atribuirse el 30,6% del consumo eléctrico de nuestras casas.

La elección del frigorífico es fundamental. Elegir un frigorífico más barato puede salir más caro a largo plazo. Además hay que mantenerlo en buenas condiciones, así como no tenerlo abierto innecesariamente. Una buena elección y un buen uso del mismo nos puede suponer un ahorro del 25% de la energía consumida.

### 2. La televisión

Pasamos muchas horas delante del televisor. Concretamente, el 12,2% de nuestro consumo energético lo ocupa nuestra querida 'caja tonta'.

Podemos ahorrar mucha energía evitando el Standby, es decir, apagando completamente el televisor cuando no lo estés usando. Recuerda que el Standby de la televisión consume tanta electricidad como tu ordenador a pleno rendimiento.

### 3. La lavadora

Es la responsable del 11,8% de la energía consumida en nuestras casas. Una buena forma de ahorrar electricidad y agua a la vez, es utilizando programas cortos y lavados en frío o hasta 30º.

### 4. El Standby

Apaga todos los aparatos electrónicos completamente cuando no los estés utilizando. Así ahorraremos el 10,7% de nuestro consumo de electricidad.

### 5. El horno

Cada vez cocinamos menos. Aun así, el 8,3% de nuestro gasto energético se lo lleva el horno. Unos consejos para reducir el consumo: Mantenlo limpio de grasas, evita abrirlo durante la cocción y apágalo antes, para aprovechar el calor residual.

### 6. El ordenador

Pasar horas delante de la computadora puede suponernos hasta un 7,7% en nuestro consumo energético. Bajar la iluminación de la pantalla, quitar el salvapantallas y no tener conectados los periféricos (altavoces, impresora, escáner,...) son pequeños trucos para reducir su consumo.



#### 7. El lavavajillas

Hoy en día está presente en una de cada tres casas y consume un 6,1% de energía. Como sucede con la lavadora, usa programas cortos y a menor temperatura para ahorrar energía. No te olvides de llenarlo siempre al máximo y limpiar periódicamente el filtro.

#### 8. La secadora

Aunque sólo suponga un 3,3% del consumo eléctrico español este dato es engañoso, ya que sólo el 28,3% de la población española cuenta con secadora en casa lo que hace que la estadística parezca menor. Sin embargo su consumo energético es muy elevado por lo que sólo deberíamos usarla ocasionalmente y a plena carga. Seguir tendiendo al sol sigue resultando la medida más eficiente para reducir su gasto. [2]

### ¿Entiendes la factura eléctrica?

Según la comercializadora que tengamos contratada, la factura tendrá una estructura u otra, pero todas tendrán los siguientes datos. En este caso vamos a analizar una factura de Iberdrola. La factura se divide en diferentes apartados:

#### Datos de Factura:

- Período de facturación: indica las fechas correspondientes al inicio y fin del período facturado.
- Número de factura: cada factura lleva asignado un código diferente que la identifica.
- Fecha de emisión de factura: señala el momento en el que Iberdrola emite la factura correspondiente.
- Fecha de cargo: informa sobre el día en que se realizará el cargo correspondiente a esta factura en tu entidad bancaria. En caso de que tengas contratado el servicio Cuota Fija, en lugar de la fecha de cargo, aparecerá la Fecha de cobro de la Cuota Fija.
- Factura con lectura real: te damos la información sobre el tipo de lectura realizada en cada factura. En el ejemplo sería una factura real, aunque también podría ser estimada.
- Cuota Fija mensual a pagar: indica la cantidad mensual que pagas en caso de estar suscrito al servicio Cuota Fija.
- Total importe de factura: es el importe total, que incluye todos los conceptos que se detallan en tu factura. Si tienes contratado el servicio Cuota Fija, este dato será meramente informativo.

#### Resumen de facturación:

- Energía: Este término se forma sumando la potencia contratada más la energía consumida más el impuesto sobre la electricidad, que veremos más adelante en detalle.
- Servicios y otros conceptos: son los servicios contratados y el precio del alquiler del aparato de medida.
- IVA: Es el 21% de los dos términos anteriores.
- TOTAL A PAGAR: El total de la factura para la fecha de facturación que indica la factura

#### Evolución de Consumo:

Es un gráfico que detalla el consumo de electricidad en kWh durante los últimos meses. La línea horizontal resaltada marca el consumo medio de tu contrato. Cuando el consumo es estimado, la barra del gráfico correspondiente aparecerá con rayas.

Datos relacionados con su suministro:

- Titular del contrato: aparecerá el nombre de la persona que figura en el contrato.
- NIF: es el Número de Identificación Fiscal, por tratarse de una persona física.
- Número de contador: con el código que identifica tu aparato de medida o contador.
- Referencia contrato de suministro: es el código que identifica tu contrato.
- Número de contrato de acceso: es la referencia del contrato de suministro con la empresa distribuidora.
- Identificación punto de suministro (CUPS): el Código Universal de Punto de Suministro identifica el punto de suministro ante cualquier empresa distribuidora o comercializadora. Es como el DNI del suministro.
- Forma de pago: indica el modo de pago seleccionado para el pago de tus facturas. En la mayoría de casos, se realiza mediante domiciliación bancaria.
- Datos de la entidad, sucursal y cuenta bancaria en que se domicilian los pagos. Los últimos dígitos del código cuenta bancaria se ocultan para asegurar la confidencialidad de tus datos bancarios.
- Potencia contratada: indica la potencia que tienes contratada, en kW
- Tarifa de suministro: es el nombre de la oferta que tienes contratada con Iberdrola.
- Peaje de acceso a la red (ATR): peaje correspondiente de tu punto de suministro, para acceder a la red.
- Precios de los peajes: indica la fecha de publicación del BOE de los peajes de acceso aplicables.
- Duración de contrato: marca la fecha en la que finaliza el contrato y en la que, por tanto, se renovaría o rescindiría. La renovación se produce de forma automática.
- Actividad económica: es el código que indica cuál es la actividad económica principal en tu suministro. Por ejemplo, el 95100 corresponde a la vivienda habitual.
- Dirección fiscal: es el domicilio registrado ante la Administración pública en materia tributaria.

Conozca al detalle su facturación y consumos:

ENERGÍA: engloba conceptos relacionados con el suministro de energía:

- Potencia facturada: es una cantidad fija mínima, cuyo valor depende de la potencia contratada por el usuario. La potencia contratada es la potencia que la empresa está obligada a suministrarte en todo momento y por la que va a cobrarte como mínimo. Aunque te hayas ido de vacaciones y no hayas utilizado ningún aparato eléctrico durante ese periodo, la compañía te cobrará ese importe mínimo.

El importe que hay que abonar por este concepto, se obtiene multiplicando la potencia contratada por el periodo de facturación y por el término de potencia (que depende del tipo de tarifa).

Por ejemplo si tienes una potencia contratada de 3,3 kW para un periodo de facturación de 60 días y en el que término de potencia publicado en BOE es de 21,8927 €/kW y año, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Término de potencia por día} = \frac{21,8927 \text{ €/kW y año}}{365 \text{ días}} = 0,05998 \frac{\text{€}}{\text{kW día}}$$

$$\text{Potencia contratada} = 3,3 \text{ kW} * 60 \text{ días} * 0,05998 \text{ €/kW día} = 11,88 \text{ €}$$

- Consumo facturado: es la energía real que consumimos, es decir cada vez que encendemos la luz, o ponemos la lavadora se pone en funcionamiento un contador el cual nos mide la energía que consumimos. Por lo que el término se calcula multiplicando los kWh que hayamos consumido por

el valor fijado por la TUR (Tarifa de Último Recurso). Si tuviéramos contratada la discriminación horaria, este término se dividiría en dos, uno para los kWh consumido en las horas valles y otro para los kWh consumido en las horas punta.

Por ejemplo si se han consumido 334 kWh y el precio fijado por la TUR es de 0,150938 €/kWh, el precio de la energía consumida es de  $334 \text{ kWh} * 0,150938 \text{ €/kWh} = 50,41\text{€}$ .

- Descuentos: se indica el ahorro obtenido en caso de que corresponda aplicarlos.
- Impuesto sobre electricidad: es un impuesto de los denominados especiales, como los que gravan el alcohol, tabaco o hidrocarburos. Se calcula de la forma establecida por la Ley 38/1992 de Impuestos Especiales, multiplicando lo que se paga por el consumo y la potencia facturados por 5,1127%.

SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS: engloba conceptos relacionados con otros servicios, adicionales a la energía, en caso de haberse contratado.

- Alquiler equipos de medida: se calcula multiplicando el nº de días del período de facturación por el precio del alquiler del contador, salvo que el contador sea propiedad del cliente, que en tal caso no se factura. Su precio está regulado por la Administración.
- Pueden aparecer otro tipo de servicios como el seguro de Protección de Pagos, así como descuentos, si corresponde su aplicación.

TOTAL ENERGÍA, SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS: recoge el importe total a facturar de energía, servicios y demás conceptos detallados en los apartados anteriores. Sobre este importe se añade el IVA

- IVA: Impuesto sobre el Valor Añadido. Se aplica el tipo vigente sobre la suma de los conceptos anteriores. En el caso de Canarias, aplicaría el IGIC al tipo vigente y en el caso de Ceuta y Melilla el IPSI al tipo vigente.
- TOTAL IMPORTE FACTURA: es el importe final de factura a pagar.

En ocasiones puede aparecer más de una línea en la facturación sobre un mismo concepto. Se puede producir por dos motivos:

- Cuando dentro del mismo período de facturación se ha producido un cambio en los precios a aplicar.
- Cuando se tienen contratados diferentes periodos horarios, como se ha comentado anteriormente.

CONSUMOS: Se detallan las lecturas anterior y actual del contador así como sus fechas correspondientes. Al restar la lectura actual menos la lectura anterior, se obtiene el consumo (kWh) realizado en el período recogido en tu factura. Este consumo es el mismo que se recoge en el detalle de facturación, en consumo facturado.

Puede haber distintos tipos de lectura:

- La lectura real es el valor leído por tu empresa distribuidora en el contador de tu suministro en la fecha correspondiente.
- La lectura estimada es un valor que la empresa distribuidora calcula tomando como base los consumos históricos y según una fórmula reglamentada por el Ministerio de Industria.

Destino de la factura: Se detalla información sobre la cantidad de euros de la factura destinada a pagar los impuestos y recargos marcados por la normativa vigente y la destinada a la producción y suministro de la energía eléctrica y a las redes de distribución. [3]

### ¿Qué aplicaciones tiene la electricidad?

Hoy en día sería impensable prescindir de esta fuente de energía, la electricidad. Cada actividad que realizamos está relacionada con la electricidad.

En el hogar, tanto los electrodomésticos (la lavadora, el lavavajillas, el frigorífico...) como otros aparatos que podemos encontrar en casa (la plancha, el televisor, el ordenador, la calefacción o el equipo de aire acondicionado) se accionan con corriente eléctrica. Además no hay que olvidarse del sistema de iluminación.

En la industria, la electricidad se utiliza tanto como fuente impulsora de los motores eléctricos de las máquinas y aparatos propios de cada sector, como para calentar los contenidos de tanques, depósitos o calderas. Además del sistema de iluminación como sucede en el sector doméstico.

En el transporte, el tranvía, el metro o el tren son los medios de transporte eléctricos por excelencia. Además, se están diseñando vehículos eléctricos dirigidos sobre todo a usos urbanos, así como vehículos denominados “híbridos” en los que el motor eléctrico se combina con un motor de explosión, de forma que disfruta de las ventajas de ambas fuentes de energía. Con un simple enchufe de corriente eléctrica puede recargarse la batería. [4]

### ¿Dónde se consume más electricidad?

Es difícil entender ninguna actividad sin electricidad. Se demanda electricidad en fábricas para producir bienes, para desarrollar actividades de comercios y empresas y para mantener la vida en los hogares. Según REE el 45% del total de la electricidad se consume a nivel industrial, el 30% en el sector servicios y un 25% en los hogares.

Como la energía eléctrica no es almacenable, a lo largo del día se van produciendo cambios en la curva de demanda. En general, la sociedad demanda más energía en ciertos momentos del día, estos son las llamadas horas punta. Durante estas horas, es más costoso producir la electricidad ya que es necesario que entren en funcionamiento las centrales de producción más caras, que son a su vez, las que emiten más CO<sub>2</sub>. Además, todo el sistema eléctrico tiene que dimensionarse para poder atender la demanda en estas horas tan demandadas.

En invierno las horas punta del sistema se producen por la mañana y por la tarde/noche, mientras que en verano tienen lugar en las horas centrales del día, coincidiendo con las horas de mayor temperatura. A las 6.00 de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral, se produce el ascenso de la demanda eléctrica. Después existen dos picos que se alcanzan tanto en invierno como en verano, pero con desfase de horas. En invierno, entre las 11.00 h y las 12.00 h, se alcanza un valor máximo de demanda, ya que en estas horas la actividad de las empresas de servicios es máxima y en los hogares comienza el uso de lavadora y cocinas. Entre las 19.00 h y las 20.00 h, se alcanza otro valor máximo de demanda, por la unión de la actividad comercial con el aumento de la ocupación de los hogares. En verano, además de la punta de la tarde/noche se produce otro máximo de demanda en las horas centrales del día, entre las 14.00 h y las 16.00 h, como consecuencia del uso de cocinas, lavavajillas y televisión, a los que se suman los equipos de aire acondicionado. A las horas de menor consumo se las denomina horas valle y se corresponden con las horas nocturnas, coincidiendo con la menor actividad de todos los sectores de consumo. [4]

## ¿Cómo consumir energía eléctrica de forma más inteligente?

Anteriormente, hemos visto cómo ahorrar energía con trucos fáciles en los electrodomésticos. Estos pequeños cambios en los hábitos de uso de los distintos aparatos, electrodomésticos y sistemas eléctricos pueden ayudar a disminuir progresivamente el consumo de energía en el hogar o en el trabajo, sin que ello suponga una pérdida de confort. Cuando estos pequeños gestos, son asumidos por un conjunto de ciudadanos, el ahorro crece y se afianza.

Algunos de los hábitos que puede cambiar y ejercer cualquier ciudadano son los siguientes:

- Adquirir aparatos eficientes. Todos los aparatos, de acuerdo a la normativa europea, han de incorporar una etiqueta energética que informe de su comportamiento energético. Este nivel de eficiencia se representa mediante siete letras de la A a la G. Los electrodomésticos de clase A son los que obtienen un mayor rendimiento de la energía que utilizan.
- Regular adecuadamente la temperatura de los sistemas de climatización, utilizando la ropa adecuada para cada época del año. Reducir la temperatura del aire acondicionado o aumentar la de la calefacción un grado representa un incremento del consumo del 8%.
- Desconectar los equipos que no se están utilizando y apagarlos totalmente. Los aparatos en modo stand by continúan consumiendo energía.
- Utilizar los temporizadores para que determinados electrodomésticos funcionen durante las horas de menor demanda.
- Aprovechar la luz y el calor solar como fuentes de iluminación y calefacción naturales.
- Aprovechar las corrientes de aire y los sistemas de protección solar (toldos, persianas...) para reducir la temperatura en el hogar y el uso del aire acondicionado. [4]
- Cambiar el sistema de iluminación convencional por lámparas más eficientes. Además se pueden poner sensores de presencia para evitar tener encendida la luz cuando la habitación está vacía.

## 2.2. Necesidad

Antes la península se encontraba fragmentada en regiones donde las diferentes empresas eléctricas habían creado su propia red. Hasta que se nacionalizó la red de transporte y así nació Red Eléctrica España (REE), con la filosofía de explotación conjunta del sistema eléctrico en todo el país. Esto hace que se garantice el suministro eléctrico en toda la península.

Las islas se encuentran separadas del sistema peninsular, Baleares tiene dos subsistemas eléctricamente aislados y Canarias posee seis. La falta de conexión de estos subsistemas con el sistema eléctrico de mayor tamaño supone una menor estabilidad del sistema y un mayor coste de generación eléctrica.

Por tanto, el poseer de un sistema eléctrico unificado garantiza el suministro de energía eléctrica a todos los consumidores en cualquier parte.

Además las interconexiones proporcionan estabilidad y seguridad a los sistemas eléctricos.

La interconexión entre sistemas eléctricos permite garantizar el suministro eléctrico en un determinado territorio cuando su sistema eléctrico no puede generar suficiente energía para cubrir la demanda. Esto se da cuando se produce una punta imprevista de consumo, por ejemplo, una ola de frío, o cuando algún centro de producción deja de estar operativo temporalmente por alguna razón y

no puede suministrar energía al sistema. Por este motivo, cuanto más interconectados estén los sistemas eléctricos y mayor sea su capacidad de intercambio de energía, mayor será también la seguridad y calidad de servicio que proporcionen.

El sistema eléctrico español está interconectado con los sistemas más próximos: el portugués (conformando así el sistema eléctrico ibérico), el europeo a través de la frontera con Francia y el del norte de África a través del estrecho de Gibraltar. A su vez, el sistema eléctrico europeo continental está conectado con el de los Países nórdicos, con los del este y con las Islas Británicas.

## **2.3. Funcionamiento**

El Sistema Eléctrico no descansa, la oferta y la demanda tienen que estar en constante equilibrio, debido a la peculiaridad que caracteriza a la electricidad; no se puede almacenar en grandes cantidades.

Cuando encendemos la luz o conectamos un aparato eléctrico se pone en marcha un complejo proceso. Pero para que este proceso funcione y la electricidad llegue hasta nuestros hogares, nuestras tiendas o nuestras fábricas en el momento en que queremos hacer uso de ella, es necesario operar en tiempo real cada hora de cada día, y mantener en constante equilibrio la generación y el consumo. Esto es debido a que la energía eléctrica no se puede almacenar en grandes cantidades y, por esta razón, tiene que generarse en cada momento la cantidad precisa que se necesita.

El Sistema eléctrico se divide en cuatro actividades: generación, transporte, distribución y comercialización. Todas ellas independientes unas de otras. A continuación, vamos a ir viendo y explicando cada actividad.

### **2.3.1. Generación**

Para que exista electricidad es necesario generarla. Para ello, son necesarias las centrales eléctricas. Existen diferentes tipos de centrales, según el combustible que se emplee para el proceso de generación de energía. Las principales fuentes de energía son el agua, el gas, el uranio, el viento y la energía solar.

Como se ha dicho, una manera de clasificar las centrales es en función de la fuente de energía que utilizan para producir la energía mecánica necesaria para generar electricidad. Por tanto, se diferencian:

- Centrales hidroeléctricas: el agua de una corriente natural o artificial, por el efecto de un desnivel, actúa sobre las palas de una turbina hidráulica.
- Centrales térmicas convencionales: el combustible fósil (carbón, fueloil o gas) es quemado en una caldera para generar energía calorífica que se aprovecha para generar vapor de agua. Este vapor acciona las palas de una turbina de vapor, transformando la energía calorífica en energía mecánica.
- Centrales térmicas de ciclo combinado: combina dos ciclos termodinámicos. En el primero se produce la combustión de gas natural en una turbina de gas, y en el segundo, se aprovecha el calor

residual de los gases para generar vapor y expandirlo en una turbina de vapor.

- Centrales nucleares: la fisión de los átomos de uranio libera una gran cantidad de energía que se utiliza para obtener vapor de agua que, a su vez, se utiliza en un grupo turbina-alternador para producir electricidad.
- Centrales eólicas: la energía cinética del viento se transforma directamente en energía mecánica rotatoria mediante un aerogenerador.
- Centrales termoeléctricas solares: la energía del Sol calienta un fluido que transforma en vapor otro segundo fluido, que acciona la turbina-alternador que consigue el movimiento rotatorio y así, generar electricidad.
- Centrales de biomasa o de residuos sólidos urbanos (RSU): utilizan el mismo esquema de generación eléctrica que una central térmica convencional. La única diferencia es el combustible utilizado en la caldera, que proviene de nuestros residuos.[5]

### 2.3.2. Transporte

Las centrales eléctricas de las que acabamos de hablar, a menudo, se sitúan a gran distancia de donde se va a consumir finalmente la electricidad (ciudades o industrias). Por tanto, el objetivo de la red de transporte es transmitir las grandes cantidades de energía que se producen en las centrales hasta las proximidades de los centros de consumo.

El paso de estas grandes cantidades de energía por las líneas eléctricas que constituyen la red de transporte ocasiona unas pérdidas en forma de calor, lo que se llama el efecto Joule (en honor a su descubridor). Esto significa que una parte de la energía que se ha generado y que debe ser transportada se pierde o se disipa en los propios elementos del sistema. Para optimizar el transporte de energía eléctrica, se debe conseguir transportar la mayor cantidad de energía eléctrica con la menor cantidad de pérdidas.

Existen diferentes formas de reducir las pérdidas. Una de ellas, consiste en aumentar el grosor de los conductores eléctricos por los que circula la corriente, pero, el coste de inversión de las líneas es muy grande, por tanto esta medida económicamente suele ser inviable. Otra opción, más viable es utilizar un valor elevado de tensión tratando de minimizar lo máximo posible la corriente. Esta es la razón de que el transporte de energía eléctrica se realice en niveles de alta tensión.

Así, para transportar la misma potencia (o cantidad de energía) en dos sistemas diferentes, si en uno el transporte se realiza con una tensión de valor el doble que en el otro, las pérdidas se reducen 4 veces.

La tensión se consigue elevar a través de las máquinas denominadas transformadores. Los generadores se ven limitados en el nivel de la tensión a la que pueden generar. Por eso, a la salida de las centrales la tensión se eleva mediante un transformador elevador. Al llegar la energía eléctrica a los consumidores hay que reducir de nuevo el nivel de la tensión a valores bajos que sean más seguros, para ello se utilizan de nuevo transformadores llamados reductores que se encargan de disminuir el valor de tensión.[6]

Red Eléctrica Española (REE), fundada en 1985, fue la primera empresa en el mundo dedicada en exclusividad al transporte de energía eléctrica. Así, REE es el operador del sistema, el cual garantiza la continuidad y seguridad del suministro eléctrico manteniendo en constante equilibrio la generación y el consumo del país, y ejerce estas funciones bajo los principios de transparencia, objetividad e independencia. Además, Red Eléctrica es el gestor de la red de transporte y actúa como transportista único. [7]

Según REE, la red de transporte está compuesta por más de 41.200 kilómetros de líneas de alta tensión, más de 5.000 posiciones de subestaciones y más de 78.000 MVA de capacidad de transformación. Estos activos configuran una red mallada, fiable y segura, que ofrece unos índices de calidad de servicio de máximo nivel al sistema eléctrico.

### 2.3.3. Distribución

Las redes de distribución son las encargadas de repartir la energía eléctrica generada en las centrales a todos los usuarios finales. Por tanto, la distribución de energía eléctrica enlaza las instalaciones de transporte y de pequeños generadores con los consumidores.

La distribución de energía se realiza en niveles de tensión más bajo que los utilizados en el transporte puesto que la energía transmitida y las distancias son menores. Además, por motivos de seguridad, a medida que las instalaciones se acercan a los consumidores es obligación reducir la tensión. [8]

Según UNESA (Asociación Española de la Industria Eléctrica), el sistema de distribución eléctrico en España comprende más de 700.000 kilómetros de líneas y más de 300.000 transformadores, sin contar numerosos complementos eléctricos.

Al igual que pasaba en las redes de transporte, las redes de distribución pertenecen a una única empresa, ya que resulta más eficiente que la actividad la desarrolle una única empresa y no duplicar redes. Por tanto las distribuidoras en España son cinco, que se reparten las redes según el territorio de la siguiente manera. [9]

- Endesa (El 92% de Endesa es propiedad de su matriz Enel. Por tanto, es italiana). Endesa distribuye electricidad en 20 provincias de nueve comunidades autónomas (Cataluña, Andalucía, Baleares, Canarias, Aragón, Extremadura, Castilla y León, Navarra y Comunidad de Valencia), abarcando una extensión de 208.000 km<sup>2</sup> con una población total estimada en torno a los 22 millones de habitantes. [10]
- Iberdrola (Empresa Española). Iberdrola Distribución Eléctrica extiende su red de electricidad por 10 Comunidades Autónomas y 25 provincias, en una superficie que abarca 190.000 km<sup>2</sup>. [11]
- Gas Natural Fenosa (Empresa Española. Es la antigua Unión Fenosa). En España, la compañía realiza esta actividad a través de ocho distribuidoras regionales: Gas Natural Distribución (Madrid y Cataluña), Gas Natural Cegas (Comunidad Valenciana), Gas Natural Andalucía, Gas Natural Castilla-La Mancha, Gas Natural Castilla y León, Gas Navarra, Gas Natural Rioja, y Gas Galicia. La compañía cuenta con una red de distribución de 46.541



kilómetros con la que da servicio a 5,12 millones de puntos de suministro en más de 1.000 municipios. [12]

- HC Energía (El 96,6% de HC Energía es propiedad de EDP. Por tanto, es portuguesa)  
Cuenta con 1.270 kilómetros de líneas de alta tensión, 4.736 km de líneas de media tensión, 38 km de líneas subterráneas de alta tensión, 1.550 km de líneas subterráneas de media tensión, 12.391 km de redes de baja tensión aéreas, 3.001 km de redes de baja tensión subterráneas, 6.714 centros de transformación, 58 subestaciones y 120 transformadores en subestaciones. [13]
- E-On (Empresa Alemana).  
Distribuye electricidad en las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias, Castilla y León y Cantabria. Cuenta con una infraestructura de 33.000 km de red para dar servicio a más de 650.000 consumidores [14].

#### 2.3.4. Comercialización

Esta actividad surgió de la liberalización del sector eléctrico. Antes la distribución y comercialización se realizaba conjuntamente. El proceso de liberalización del sector eléctrico dio lugar a la separación de estas actividades.

La comercialización consiste en comprar y/o vender energía eléctrica. Los comercializadores pueden adquirir la energía en el mercado diario e intradiario, en el mercado a plazo, directamente de los generadores o por medio de otros comercializadores. De la misma forma la pueden vender a los mismos sujetos que se daban en la compra. [15]

Existen cinco comercializadoras de la TUR (Tarifa de Último Recurso) autorizadas por el Gobierno. Estas son:

- Endesa
- Iberdrola
- Gas Natural Fenosa
- HC Energía
- E.ON

Además existen muchas más comercializadoras en el mercado libre. En el siguiente link se facilita el listado completo, a día de hoy, de todas las comercializadoras existentes en España.

[http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/Listado\\_Comercializ\\_021013.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/Listado_Comercializ_021013.pdf)

A diferencia de la distribución, en la que la empresa de distribución es una única en función del área en el que se quiere suministro eléctrico, se puede escoger cualquier comercializadora autorizada independientemente del lugar. Por ejemplo, podemos vivir en Bilbao donde está Iberdrola como distribuidora y contratar E.ON como comercializadora. El proceso sería sencillo: E.ON compra la energía a la distribuidora de Bilbao (Iberdrola) y nos la vende a nosotros.

## Unidades didácticas sobre redes eléctricas: El sistema eléctrico

Cogiendo los datos del mes de julio de 2012, el 99,2 % del mercado eléctrico español está repartido sólo entre cinco empresas. Asimismo, Iberdrola es la que mayor cuota de mercado tiene (47,5% del total de suministros), seguida de Endesa (29,2%), Unión Fenosa + Gas Natural (13,4%), H.C Energía + Naturgas (6,4%) y E.ON (2,7%). [8]

### 2.3.5. Consumo

Desde el 1 de julio de 2009, existen dos tipos de consumidores eléctricos:

- Los consumidores adheridos a la TUR (Tarifa de Último Recurso)

Engloba a los consumidores que deseen contratar el suministro mediante una tarifa fijada trimestralmente por el gobierno. A esta modalidad sólo se pueden adherir consumidores conectados a baja tensión ( $T < 1000$  voltios), con potencias contratadas igual o inferior a 10 kW. [16]

Dentro de este grupo existe una tarifa reducida, llamada Bono Social, al que se pueden unir consumidores que reúnan alguna de las siguientes características: [17]

- a) Personas físicas con potencia contratada  $< 3$  kW en su vivienda habitual.
- b) Pensionistas con 60 años o más que perciban pensión mínima por:
  - Jubilación
  - Incapacidad permanente
  - Viudedad
- c) Familias numerosas
- d) Familias con todos sus miembros en situación de desempleo

Además, todos los consumidores domésticos pueden optar por la tarifa con discriminación horaria. Esto es que, la tarifa eléctrica se divide en dos periodos, en el que en un periodo la tarifa se reduce y en la otra se incrementa. Así, si nuestro consumo se realiza en esas bajas (horas valle) se reduce mucho el precio final de la factura eléctrica.

Los periodos se diferencian según sea verano o invierno. En verano las horas valle van desde las 23:00 horas hasta las 13:00 horas. Y las horas punta van desde las 13:00 horas hasta las 23:00 horas. En invierno las horas valle van desde las 22:00 horas hasta las 12:00 horas. Y las horas punta van desde las 12:00 horas hasta las 22:00 horas.

Como ejemplo decir que para el cuarto trimestre de 2013 la tarifa regulada se fija de la siguiente manera, la resolución se publica en el BOE [18]:

Término de potencia:  $TP = 35,649473$  €/kW y año

Tarifa 2.0 (TUR sin discriminación horaria):  $TE = 0,130485$  €/kWh

Tarifa 2.0 DHA (TUR con discriminación horaria):

- Punta =  $0,158548$  €/kWh
- Valle =  $0,055833$  €/kWh

Como podemos ver, la tarifa con discriminación horaria, en las horas valles, es mucho más barata, por lo que si nuestro consumo se produce en esas horas, merece la pena el cambio a esta tarifa.

- Los consumidores a Mercado Libre

Son aquellos consumidores que quieran contratar el suministro a un precio que pactan con una

empresa comercializadora, y por tanto la tarifa se fija por medio de un contrato entre las dos partes. A esta modalidad pueden optar todos los consumidores sin excepción de potencias. Para potencias mayores a 10 kW están obligados a contratar el suministro por esta modalidad.

## 2.4. Situación actual

### 2.4.1. Demanda de energía eléctrica

Lo más significativo del sistema eléctrico español en 2012 ha sido el comportamiento de la demanda de energía eléctrica que continúa estancada en niveles de 2006. Como se observa en la figura 1, en el gráfico de evolución anual, la tendencia de la demanda siempre ha sido creciente, pero en los últimos años la tendencia es decreciente. Este comportamiento es coherente con la trayectoria de la economía española que cerró el año 2012 con una caída del Producto Interior Bruto (PIB) del 1,4 %.

La demanda anual de energía eléctrica nacional registró un descenso respecto a 2011 del 1,4 %. En los últimos cuatro años se acumula un descenso del 5,1 %.

En cuanto a la evolución mensual (figura 2), se observa un aumento de demanda en meses más fríos como son enero, febrero, noviembre y diciembre, y en meses más cálidos como son junio, julio y agosto. Esto coincide con aumentos del uso de calefacción y aire acondicionado debido a las condiciones climatológicas.

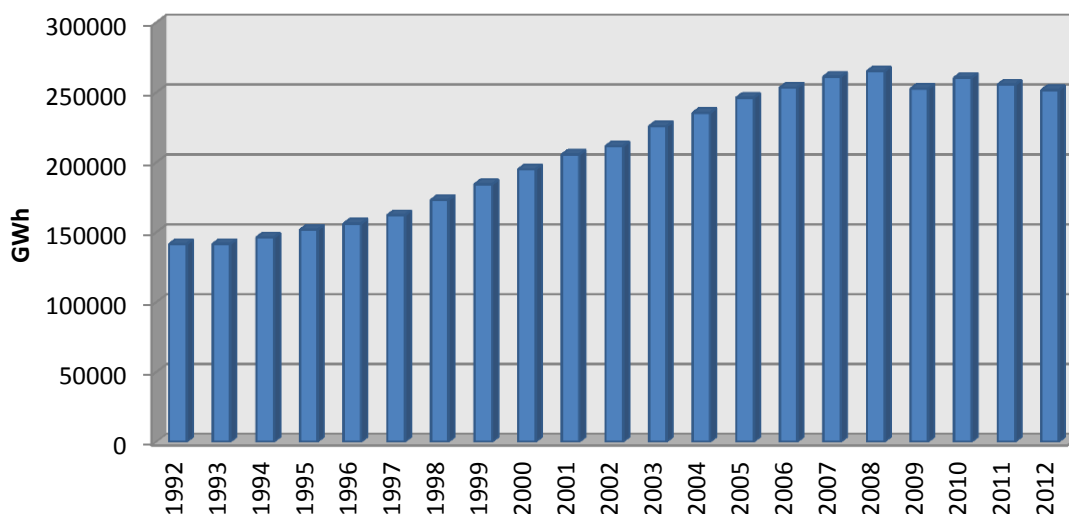


Figura 1. Evolución anual de la demanda

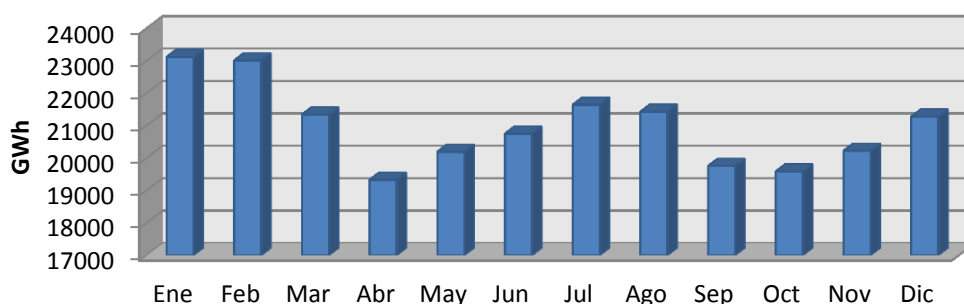


Figura 2. Evolución mensual de la demanda-año 2012

## 2.4.2. Estructura de generación

En cuanto a la estructura de generación, cabe destacar un año más el crecimiento de las energías renovables, especialmente la eólica. Concretamente desde 2008, se han instalado 6.596 MW

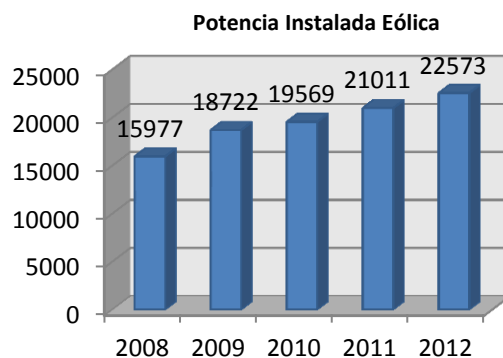


Figura 3. Evolución potencia instalada eólica

Las centrales pertenecientes al régimen ordinario han continuado un año más la línea de descenso de producción iniciada en el 2008. Al contrario pasa con las instalaciones que se incluyen en el régimen especial, que van aumentando año tras año, hasta que en 2012 han alcanzado 102.152 GWh (39.106 MW potencia instalada). Este volumen de energía supera en un 10,2 % el registrado el año anterior y representa el 38 % de la producción de energía global del sistema peninsular en 2012.

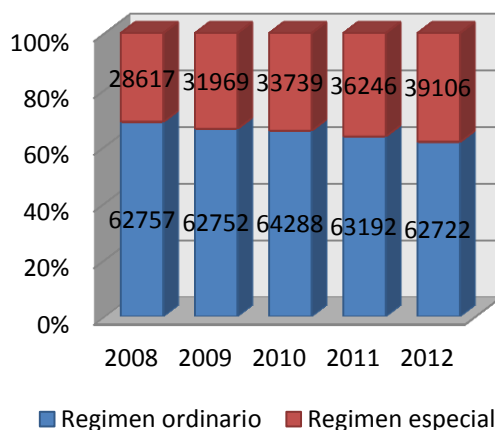


Figura 4. Evolución potencia instalada

El crecimiento continuado del volumen de generación del régimen especial se debe principalmente al progresivo aumento de las energías renovables, cuya potencia instalada se situó a finales del 2012 en 31.866 MW (2.885 MW más que en 2011). De estas energías, como la principal, la eólica que, con una capacidad instalada al finalizar el año de 22.573 MW, registró una producción de 48.103 GWh, lo que supone un crecimiento del 14,2 % respecto a 2011 y una contribución a la producción anual peninsular de energía del 18,1 %, dos puntos más que en 2011. Como se observa en la figura 4, la energía eólica es la segunda en cuanto a potencia instalada (22%) y la tercera en cuanto a cubrir la demanda (18%). [19]

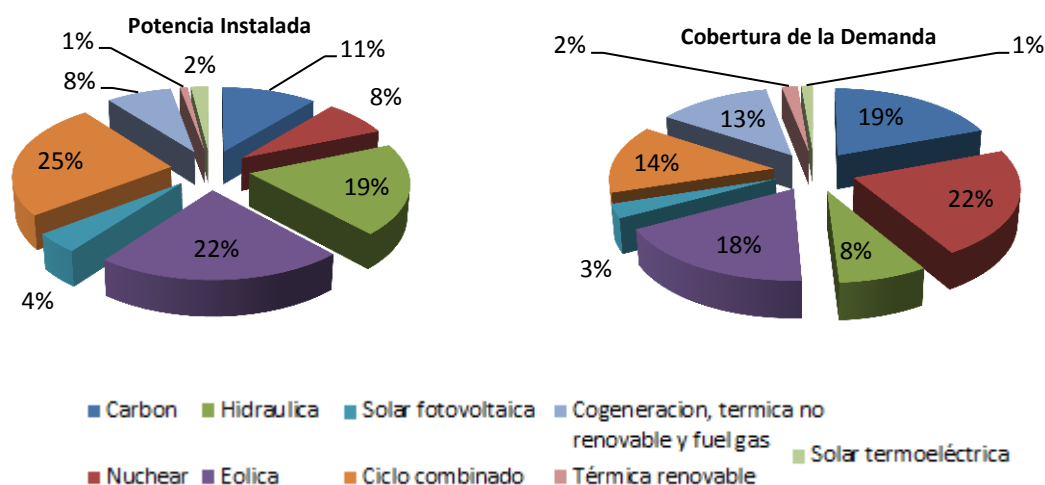


Figura 5. Tecnologías

## 2.5. Conclusiones y retos

En este apartado se va a exponer los retos a superar para disponer de un sistema eléctrico que garantice el suministro en todo momento.

### 2.5.1. Interconexiones

En la actualidad la península Ibérica tiene uno de los niveles de interconexión más bajos de la unión europea. Solo puede importar o exportar una proporción muy pequeña de energía, limitando así las posibilidades de ayudar o recibir ayuda en caso de un incidente eléctrico.

Por tanto, reforzar la unión con el sistema europeo, que es 10 veces superior al español, es la inversión más importante que debe realizarse en los próximos años.

Un primer paso es la nueva línea de alta tensión que se está construyendo con Francia para 2014 y que enlazará los municipios de Santa Llogaia y Baixas. Este enlace que se unirá a las 4 líneas ya existentes (Arkale-Argia, Hernani-Argia, Biescas-Pragnères, Vic-Baixas) duplicará la capacidad de intercambio con Europa, que pasará de los 1.400 MW actuales, a los 2.800 MW. Esto supondrá una mayor seguridad de suministro y sobre todo una mayor estabilidad del sistema ante posibles riesgos. Esta nueva línea de 64,5 km (33,5 km de Francia y 31 km de España) es un reto tecnológico.

Se compone de 4 cables, 2 por enlace que irán en una zanja de hormigón durante la mayor parte del recorrido, excepto en el tramo que atraviesa los Pirineos (8,5 km desde La Junquera hasta Montesquieu des Albères) que irá en túnel. Debido a su longitud (64,5 km) y a que todo el trazado es soterrado, el enlace utilizará corriente continua, en lugar de alterna como el resto de los sistemas eléctricos, por eso el proyecto contempla la construcción de sendas estaciones convertoras en los extremos. Será la primera línea en el mundo que transportará 2.000 MW de corriente continua a 320 kV.

Sin embargo con esto no es suficiente y España tiene como reto la construcción de nuevas líneas para llegar a tener una capacidad de intercambio de al menos 4.000 MW en el 2020.

La interconexión con Portugal presenta una situación más favorable, está formada por 7 líneas

(Cartelle-Lindoso, Aldeadávila-Lagoaca, Aldeadávila-Pocinho, Aldeadávila-Pocinho, Saucelle-Pocinho, Cedillo-Falagueira, Brovales-Alqueva) con una capacidad de intercambio de unos 2.400 MW.

2 nuevas líneas una por Galicia (O Covelo-Portugal) y otra por Andalucía (Puebla de Guzmán-Tavira) conseguirán una capacidad de 3.000MW para 2015.

Finalmente España y Marruecos (Estación terminal Estrecho-Melloussa) están conectados por dos cables eléctricos submarinos que transportan alrededor de 800MW. [20]

### 2.5.2. Control de consumos eléctricos

La curva de la demanda eléctrica tiene una forma muy significativa. No es para nada estable en cada hora, sino que presenta poca demanda en horas entre las 23.00 horas y 06.00 horas, las llamadas horas valle y dos picos; uno entre las 10.00 horas y 13.00 horas y otro entre las 18.00 horas y 22.00 horas, las llamadas horas pico.

El vehículo eléctrico como nuevo consumidor de electricidad puede convertirse en un aliado para operar de forma más eficiente el sistema eléctrico, reduciendo las grandes diferencias que se producen entre los periodos de mayor y menor consumo eléctrico y facilitando la integración de las energías renovables.

Para una mejor operación del sistema es muy importante que la demanda se desplace hacia las horas de menor consumo; y es ahí donde la recarga lenta nocturna del coche eléctrico puede jugar un papel fundamental en el aplanamiento de la curva de la demanda. En las horas de mayor consumo (horas punta) es más costoso producir electricidad porque funcionan las centrales más caras y con más emisiones de CO<sub>2</sub>.

Red Eléctrica dispone de un vehículo eléctrico para su uso por parte de los empleados y es pionera en la instalación de puntos de recarga en sus instalaciones contando ya con nueve puntos de recarga entre Madrid, Sevilla y Valencia. [21]

### 2.5.3. Sistemas de almacenamiento

La imposibilidad de almacenar la energía eléctrica en grandes cantidades hoy en día, es un gran problema. Actualmente, la única manera existente de almacenar energía es mediante centrales hidroeléctricas de bombeo.

Una central hidroeléctrica de bombeo es un tipo especial de central hidroeléctrica que tiene dos embalses. El funcionamiento de este tipo de centrales es el siguiente:

Durante las horas en que la demanda de energía eléctrica es mayor, la central de bombeo funciona como cualquier central hidroeléctrica convencional: el agua que previamente es acumulada en el embalse superior llega hasta la sala de máquinas de la central eléctrica. El agua va adquiriendo energía cinética (velocidad) que, al chocar contra los álabes de la turbina hidráulica, se convierte en energía mecánica rotatoria.

Esta energía se transmite al generador para su transformación en electricidad de media tensión y alta intensidad. Una vez elevada su tensión en los transformadores es enviada a la red general mediante líneas de transporte de alta tensión. El agua, una vez que ha generado la electricidad, circula por el canal de desagüe hasta el embalse inferior, donde queda almacenada.

Cuando se registra un menor consumo de energía eléctrica (generalmente durante las horas nocturnas de los días laborables y los fines de semana), se aprovecha el que la electricidad en esas horas tiene en el mercado un coste bajo, y se utiliza para accionar una bomba hidráulica que eleva el agua desde el embalse inferior hasta el embalse superior

Una vez efectuada la operación de bombeo, el agua almacenada en el embalse superior está en condiciones de repetir otra vez el ciclo de generación eléctrica.[22]

Existen actualmente 24 centrales de bombeo, con una potencia total de 5.000 MW (la potencia total hidroeléctrica es de 20.000 MW).

Actualmente, existe un proyecto de instalación en campo de una batería Li-Ion de 1MW-3MWh. Su objetivo es la validación en campo de la viabilidad –económica de esta tecnología, así como de sus características técnicas en relación de la operación del sistema y a la maximización de la integración de renovables. Está ubicado en la subestación de Carmona. El valor de la inversión es de 3-4 millones de euros. Y el funcionamiento sería cargar la batería en las horas valles para soltarla en las horas punta. [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.]

---

---

### 3. Otras preguntas pertinentes



#### ¿Quién es el responsable del correcto funcionamiento del sistema?

La responsable de la operación del sistema eléctrico es Red Eléctrica de España (REE), mediante su Centro de Control Eléctrico (Cecoe). Aquí se hacen cargo de mantener constantemente en equilibrio la producción y el consumo, así garantizan la continuidad y la seguridad del suministro eléctrico.

Para poder mantener en equilibrio la generación y el consumo, es necesario hacer una buena previsión de la demanda de la electricidad. Por tanto, Cecoe tiene que hacer una buena previsión de la cantidad de energía que va a ser necesaria en cada momento. Para ello, debe tener en cuenta tanto previsiones climatológicas, como fiestas patronales, huelgas o días de grandes eventos (partidos de fútbol, conciertos...).

Con esta previsión, las centrales eléctricas preparan sus programas de producción para cada una de las horas del día. Posteriormente, Cecoe se encarga de mantener el equilibrio entre la producción programada y el consumo demandado en cada instante. Esto se hace en tiempo real, es decir, según varíe la demanda, envía las órdenes oportunas a las centrales para que ajusten sus producciones, aumentando o disminuyendo la generación de energía.

Desde el Cecoe también se controla el transporte de la energía eléctrica, desde las turbinas de una central hasta los puntos de distribución de las diferentes compañías eléctricas que suministran energía a todos los consumidores, así como el flujo de energía que se realiza a través de los intercambios internacionales. [4]

#### ¿Dónde se genera la electricidad?

Existen fuentes de energía primaria y secundaria. La electricidad es una fuente de energía secundaria, por tanto se genera de forma artificial en centrales eléctricas. Se puede generar a partir de recursos energéticos de origen fósil (petróleo, carbón o gas natural) o por medio de recursos renovables (sol, viento, agua o biomasa) o por medio de uranio en las centrales nucleares.

Como se ha podido ver en secciones anteriores, existen prácticamente tantos tipos de centrales eléctricas como fuentes de energía. Pero, todas ellas poseen dos elementos clave necesarios para conseguir generar electricidad: la turbina, que transforma el calor o el movimiento producido por la fuente de energía primaria en energía mecánica, y el generador, que convierte la energía mecánica de la turbina en electricidad.

Habitualmente, las centrales eléctricas se encuentran situadas en lugares adecuados para facilitar su producción. Así las centrales térmicas se sitúan cerca de los puntos de abastecimiento de combustible, las centrales hidroeléctricas se sitúan junto a embalses o pantanos, los parques eólicos, instalaciones fotovoltaicas y termosolares se sitúan en puntos en los que se dan condiciones de viento y sol favorables.



## ¿Cómo se transporta la electricidad?

La electricidad necesita un sistema de transporte para llegar desde los centros de generación hasta los centros de consumo. Este transporte se realiza mediante una extensa red de líneas eléctricas.

La red de transporte es un elemento fundamental del sistema eléctrico y tiene un doble objetivo: por una parte, garantizar en todo momento el suministro de electricidad a los consumidores, y por otra parte, que se produzca el transporte de energía con las menores pérdidas posibles.

La red de transporte de electricidad tiene más de 34.500 km de líneas de alta tensión, a los que hay que añadir las líneas de distribución de media y baja tensión. La longitud total supera los 600.000 km, unas 15 veces el perímetro de la Tierra.

Red Eléctrica de España posee las líneas de alta tensión y las más de 400 estaciones transformadoras. Otras cinco compañías eléctricas son propietarias de las líneas de media y baja tensión.

No todas las líneas eléctricas tienen el mismo voltaje. En función de la cantidad de energía a transportar y de la distancia a recorrer, cada parte de la red conduce la electricidad a una tensión u otra.

El voltaje de la energía eléctrica, una vez generada, se eleva a alta tensión para reducir las pérdidas de energía que se producen en el transporte, y posteriormente se va transformando a media y baja tensión para acercarla al consumidor final a través de las redes de distribución. En función de su voltaje existen: las líneas de alta tensión (AT), las líneas de media tensión (MT) y las líneas de baja tensión.

## ¿Qué fuentes de origen renovable generan energía eléctrica?

Sustituyendo los recursos fósiles como son el petróleo, el gas natural y el carbón o los minerales radiactivos como es el uranio, por recursos renovables como son el viento, el agua, la radiación solar o la biomasa no solo se genera electricidad de la misma manera sino que estamos aprovechando unas fuentes renovables inagotables.

Estas tecnologías, que hacen uso de las fuentes renovables inagotables, han ido evolucionando y mejorando su eficiencia, hasta el punto que han aumentado significativamente su presencia en la producción de electricidad. Así, actualmente en España casi una cuarta parte de la electricidad que se genera tiene su origen en estas fuentes, los cuales han permitido asumir una parte del gran incremento de la demanda que ha tenido lugar en estos últimos años.

Las energías renovables, al aprovechar recursos naturales locales, permiten disminuir la importación de recursos energéticos de otros países, fundamentalmente petróleo y gas natural, y contribuyen a frenar el cambio climático, debido a la ausencia de gases de efecto invernadero en su proceso de generación de electricidad.

En la última década, España ha experimentado un fuerte y continuado aumento en la capacidad renovable instalada. Según datos de la Comisión Nacional de la Energía (CNE), en 2008 se llegó a 21.820 MW de potencia instalada y a finales de 2012 ya había 31.866 MW instalados, llegando a ser la energía eólica la energía renovable más importante y consolidada.

## ¿Qué son las Smartgrids?

Nuestra red eléctrica actual se diseñó hace más de 100 años, cuando las necesidades eléctricas eran básicas y muy diferentes a las de hoy en día. La mayoría de hogares tenía la necesidad básica del uso de unas bombillas y un aparato de radio. La interacción era unidireccional en el que la empresa eléctrica se encargaba de facturar una vez al mes al cliente. Esto dificulta la capacidad de la red para dar respuesta a la creciente demanda de energía del siglo XXI, sujeta a un continuo cambio.

Estos problemas son los que se quieren solucionar con la red inteligente o smart grid.

La red inteligente o “Smart grid” es “una red que integra de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella (generadores, consumidores y aquellos que son ambas cosas a la vez), con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.” [24]

La red inteligente proporciona la automatización necesaria para administrar los recursos de energía mediante la mejora de su uso, minimizando los residuos e informando en tiempo real tanto a proveedores como a consumidores. Se requiere para ello una infraestructura moderna, inexistente hasta el momento, que maximiza la entrada y distribución de energía y a la vez sea económica de operar y mantener.

Algunos de los beneficios de una red inteligente son:

- Monitorización remota y control de la producción y consumo de energía.
- Medición precisa utilizando tecnología digital.
- Reducción de costes de electricidad debido a un consumo más preciso y sensible.
- Una mejora en la toma de decisiones del consumidor sobre su consumo de energía.
- La comunicación bidireccional entre la red y los usuarios finales.
- Gestión más eficaz de la red por parte de los proveedores.
- Implementación de la seguridad cibernética en todo el sistema de protección.
- Relación entre proveedores y consumidores de energía con más información y cooperación. [25]

---

---

## 4. Glosario



### Intensidad

La intensidad es la cantidad de cargas eléctricas que circulan por un conductor por unidad de tiempo, su unidad de medida en el sistema internacional es el amperio (A).

### Tensión o Voltaje

La tensión o voltaje es el trabajo que debe aplicarse para mover cargas eléctricas entre dos puntos, es decir, la fuerza que impulsa los electrones; su unidad de medida es el voltio (V).

### Frecuencia

La frecuencia es el número de veces que se repite la señal en un determinado tiempo; su unidad de medida es el hercio o hertz (Hz). En Europa tiene un valor de 50 Hercios -Hz-, mientras que en Estados Unidos y en Canadá es de 60 Hz.

### Central Eléctrica

Una central eléctrica es una instalación capaz de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

### Fisión Nuclear

La fisión nuclear es una reacción nuclear, lo que significa que tiene lugar en el núcleo atómico. La fisión ocurre cuando un núcleo pesado se divide en dos o más núcleos pequeños, además de algunos subproductos como neutrones libres, fotones (generalmente rayos gamma) y otros fragmentos del núcleo como partículas alfa (núcleos de helio) y beta (electrones y positrones de alta energía)

### Régimen especial.

Producción de energía eléctrica realizada en instalaciones cuya potencia instalada no supera los 50 MW, a partir de cogeneración u otras formas de producción de electricidad asociadas a actividades no eléctricas, siempre que supongan un alto rendimiento energético, o en grupos donde se utilicen como fuente de energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante, o residuos no renovables o procedentes de los sectores agrícola, ganadero y de servicios, con una potencia instalada igual o inferior a 25MW, cuando supongan un alto rendimiento energético. La producción en régimen especial está acogida a un régimen económico singular.

### **Régimen ordinario.**

Producción de energía eléctrica procedente de todas aquellas instalaciones no acogidas al régimen especial.

### **Corriente alterna.**

Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de alternating current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación sinusoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Es la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna.

### **Corriente continua.**

La corriente continua se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección. La corriente continua la producen las baterías, las pilas y las dinamos. Entre los extremos de cualquiera de estos generadores se genera una tensión constante que no varía con el tiempo, por ejemplo si la pila es de 12 voltios, todo los receptores que se conecten a la pila estarán siempre a 12 voltios (a no ser que la pila esté gastada).

## 5. Otros enlaces de interés

### Portales

- Red Eléctrica de España. Operador del Sistema. <http://ree.es>
- Primera comercializadora eléctrica online del mercado español. <https://www.holaluz.com>
- Instituto para la diversificación y el ahorro energético. <http://www.idae.es/>
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo. <http://www.minetur.gob.es/es-ES/Paginas/index.aspx>
- Asociación Española de la Industria Eléctrica. <http://www.unesa.net/unesa/unesa/intro/intro.html>
- Comisión Nacional de la Energía. <http://www.cne.es/cne/Home>

### Noticias

- Interconexión Península-Baleares: [http://www.ree.es/transporte/proyectos\\_singulares\\_romulo.asp](http://www.ree.es/transporte/proyectos_singulares_romulo.asp)
- Canarias alberga un proyecto pionero de almacenamiento de electricidad de 1 MW: <http://www.energias-renovables.com/articulo/canarias-albergara-un-sistema-pionero-de-almacenamiento-20120903>
- Nueva interconexión eléctrica con Francia: [http://www.ree.es/transporte/proyectos\\_singulares\\_francia.asp](http://www.ree.es/transporte/proyectos_singulares_francia.asp)
- Los electrodomésticos que más consumen: <http://www.abc.es/20120312/economia/abci-trucos-ahorro-energia-201203090920.html>
- Gestión de la demanda: [http://www.ree.es/operacion/gestion\\_demanda.asp](http://www.ree.es/operacion/gestion_demanda.asp)

## 6. Referencias

1. <http://www.idae.es/index.php/id.171/relcategoria.121/mod.noticias/mem.detalle>
2. <https://www.holaluz.com/blog/que-electrodomestico-consume-mas/>
3. <https://www.iberdrola.es/clientes/hogar/info/factura/factura-electricidad#imagenBloque7>
4. [http://www.ree.es/educacion/pdf/el\\_suministro\\_de\\_la\\_electricidad.pdf](http://www.ree.es/educacion/pdf/el_suministro_de_la_electricidad.pdf)
5. [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/vii.-las-centrales-electricas](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/vii.-las-centrales-electricas)
6. [http://www.energiaysociedad.es/detalle\\_preguntas\\_frecuentes.asp?id=7&secc=2](http://www.energiaysociedad.es/detalle_preguntas_frecuentes.asp?id=7&secc=2)
7. [http://www.ree.es/quien\\_es/presentacion.asp](http://www.ree.es/quien_es/presentacion.asp)
8. <http://actualidadeconomica2punto0.blogspot.com.es/2012/10/la-liberalizacion-del-mercado-electrico.html>
9. [http://www.energiaysociedad.es/detalle\\_glosario.asp?id=159&secc=2](http://www.energiaysociedad.es/detalle_glosario.asp?id=159&secc=2)
10. <http://www.endesa.com/es/nuestrocompromiso/PoliticaSostenibilidad/PlanDeEndesa/com-promisos/CompromisosClientes/EspanyaYPortugal>
11. <http://www.iberdroladistribucionelectricas.com/webibd/corporativa/iberdrola?IDPAG=ESSO CDISCONNENEG>
12. <http://www.gasnaturalfenosa.es/es/conocenos/mas+que+gas+y+electricidad/que+hacemos/en+gas+natural/1297100561979/distribucion.html>
13. <http://www.hcenergia.com/es/conocenos/distribucion/instalaciones>
14. <http://www.eonspaindistribution.com/>
15. <http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/Distribuidores/Paginas/Comercializadores.aspx>
16. [http://www.cne.es/consumidores/pdf/electricidad/CNE\\_Consumidores\\_Electricidad\\_Jul2011\\_Cap01.pdf](http://www.cne.es/consumidores/pdf/electricidad/CNE_Consumidores_Electricidad_Jul2011_Cap01.pdf)
17. [http://www.cne.es/cne/contenido.jsp?id\\_nodo=407&&keyword=&auditoria=F](http://www.cne.es/cne/contenido.jsp?id_nodo=407&&keyword=&auditoria=F)
18. <http://www.boe.es/boe/dias/2013/10/01/pdfs/BOE-A-2013-10146.pdf>
19. [http://www.ree.es/sistema\\_electrico/pdf/infosis/Inf\\_Sis\\_Elec\\_REE\\_2012\\_v2.pdf](http://www.ree.es/sistema_electrico/pdf/infosis/Inf_Sis_Elec_REE_2012_v2.pdf)
20. [http://www.ree.es/sala\\_prensa/ext\\_img/Interconexiones\\_Espana.swf](http://www.ree.es/sala_prensa/ext_img/Interconexiones_Espana.swf)
21. [http://www.ree.es/operacion/vehiculo\\_electrico.asp](http://www.ree.es/operacion/vehiculo_electrico.asp)
22. <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1342-central-bombeo>
23. <http://www.youtube.com/watch?v=vlgybslOT98>
24. <http://www.endesasmartgrids.com/index.php/es/>
25. <http://vse-smartenergy.com/wp/?portfolio=%C2%BFque-es-smart-grid>



# FutuRed

