

La Electricidad

La electricidad comercial tiene ya casi un siglo y medio de vida, y probablemente le quedan muchos más durante los cuales su importancia seguirá creciendo.

La llamada "segunda revolución industrial"

La primera revolución industrial (finales del siglo XVIII y primera mitad del XIX) estaba basada en la caldera de vapor. Multiplicó la fuerza disponible en la industria y el transporte (barcos y ferrocarriles), pero era poco adaptable y difícil de aplicar a usos domésticos y comerciales. El motor de explosión de gasolina permitió el surgimiento de automóviles y aviones, pero tampoco era de aplicación universal. Tuvieron que ponerse en marcha los primeros procesos de fabricación y distribución de electricidad comercial para que la energía entrara literalmente en las vidas de todos, entre finales del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX.

La generalización del uso del petróleo y la electricidad permitieron entonces hablar de una "segunda revolución industrial", que supuso una revolución en la vida cotidiana de las personas. Desde un principio, la electricidad fue considerada como la energía panacea, capaz de mejorar la vida de todos. Las exposiciones universales reservaban un lugar de honor a la electricidad, y técnicos e inventores se afanaban en crear aplicaciones prácticas para el nuevo tipo de energía.

La primera lámpara eléctrica (Edison)



La primera locomotora eléctrica (Siemens)



Los comienzos: cuando la electricidad era luz (1875 - 1925)

El objetivo de las primeras fábricas de electricidad era proporcionar fluido para la iluminación mediante lámparas de incandescencia. Estas fábricas eran pequeñas centrales térmicas, por lo general localizadas en el interior del casco urbano, y funcionaban quemando carbón o gas de alumbrado, un derivado del carbón.

La energía se distribuía al alumbrado público y a algunas casas pudientes. Poco a poco se fue extendiendo su uso al transporte -tranvías- a las fábricas y a usos comerciales, al mismo tiempo que comenzaba su inclusión en todos los hogares.

Existían muchas compañías de pequeño tamaño, que distribuían electricidad de manera local, a determinados barrios, calles o incluso pisos dentro de cada edificio.

Cómo se genera la electricidad

1.- Conversión de energía térmica en electricidad: circuitos de vapor y de gas.-

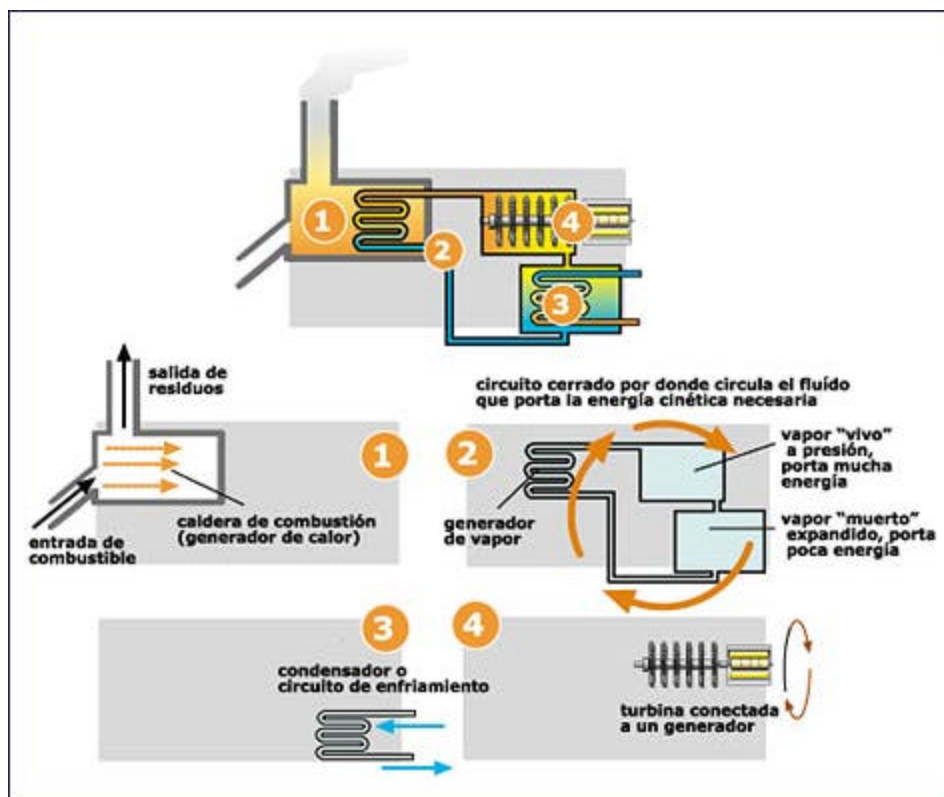
Las centrales térmicas convencionales y las térmicas nucleares utilizan la energía contenida en el vapor a presión. El ejemplo más sencillo consiste en conectar una pava llena de agua hirviendo a una

rueda de paletas, enlazada a su vez a un generador. El chorro de vapor procedente de la pava mueve las paletas, y éstas, el rotor.

Podemos conseguir vapor de muchas maneras: quemando carbón, petróleo, gas o residuos urbanos, o bien aprovechando la gran cantidad de calor que generan las reacciones de fisión nuclear. Incluso se puede producir vapor concentrando la energía del sol.

El proceso seguido en todas las centrales térmicas (convencionales o nucleares) tiene cuatro partes principales:

1. Generador de calor (puede ser una caldera para quemar carbón, fuel, gas, biogás, biomasa o residuos urbanos, o bien un reactor nuclear).
2. Circuito cerrado por donde circula el fluido que porta la energía cinética necesaria (agua en fase líquida y en fase de vapor). El generador de vapor tiene una gran superficie de contacto para facilitar la transferencia de calor de la caldera. (En las centrales de gas de ciclo combinado, el fluido es el propio gas en combustión).
3. Condensador o circuito de enfriamiento. convierte el vapor "muerto" de baja densidad en agua líquida de alta densidad, apta para ser convertida de nuevo en vapor "vivo". El calor residual del vapor "muerto" se transfiere a otro medio (generalmente un río o un embalse).
4. La turbina convierte la energía cinética del vapor "vivo" en movimiento rotatorio. Las ruedas de paletas se disponen una tras otra, con diferentes configuraciones, para aprovechar toda la energía contenida en el vapor a presión a medida que se expande y pierde fuerza. El generador convierte el giro en corriente eléctrica, gracias al proceso de inducción electromagnética.



Centrales térmicas convencionales

Las centrales térmicas convencionales utilizan la energía solar atrapada por la fotosíntesis, acumulada

en los tejidos de plantas y animales para producir electricidad. Se trata de compuestos de carbono e hidrógeno, muy reactivos con el oxígeno, que producen gran cantidad de calor al quemarse.

La mayoría de las centrales térmicas queman combustibles fósiles, producto de la descomposición y almacenamiento en las capas geológicas de plantas y animales que vivieron hace millones de años. Estos combustibles -carbón, petróleo y gas natural- tienen un poder calorífico muy variable, según el tipo de yacimiento del que son extraídos y la época en que éste se formó.

Otras centrales térmicas funcionan quemando biomasa viva, es decir, madera, leñas y residuos agrícolas. Otras pueden funcionar recuperando la energía contenida en materiales de alto poder calorífico presentes en los residuos urbanos, principalmente plásticos, papel y cartón. También es posible emplear el gas metano que produce la descomposición de la materia orgánica en los vertederos, o incluso de las deyecciones (purines) del ganado.

Sea cual sea el combustible utilizado, todas las centrales térmicas, así como las nucleares, comparten el mismo proceso básico basado en un circuito de vapor, y coinciden con las centrales "atmosféricas" en producir electricidad mediante el uso de turbinas conectadas a generadores de corriente.

Cómo convertir energía térmica en electricidad: circuitos de vapor y de gas

Las centrales térmicas convencionales y las térmicas nucleares utilizan la energía contenida en el vapor a presión. El ejemplo más sencillo consiste en conectar una tetera llena de agua hirviendo a una rueda de paletas, enlazada a su vez a un generador. El chorro de vapor procedente de la tetera mueve las paletas, y éstas, el rotor.

Podemos conseguir vapor de muchas maneras: quemando carbón, petróleo, gas o residuos urbanos, o bien aprovechando la gran cantidad de calor que generan las reacciones de fisión nuclear. Incluso se puede producir vapor concentrando la energía del sol.

El proceso seguido en todas las centrales térmicas (convencionales o nucleares) tiene cuatro partes principales:

1. Generador de calor (puede ser una caldera para quemar carbón, fuel, gas, biogás, biomasa o residuos urbanos, o bien un reactor nuclear).
2. Circuito cerrado por donde circula el fluido que porta la energía cinética necesaria (agua en fase líquida y en fase de vapor). El generador de vapor tiene una gran superficie de contacto para facilitar la transferencia de calor de la caldera. (En las centrales de gas de ciclo combinado, el fluido es el propio gas en combustión).
3. Condensador o circuito de enfriamiento. convierte el vapor "muerto" de baja densidad en agua líquida de alta densidad, apta para ser convertida de nuevo en vapor "vivo". El calor residual del vapor "muerto" se transfiere a otro medio (generalmente un río o un embalse).
4. La turbina convierte la energía cinética del vapor "vivo" en movimiento rotatorio. Las ruedas de paletas se disponen una tras otra, con diferentes configuraciones, para aprovechar toda la energía contenida en el vapor a presión a medida que se expande y pierde fuerza. El generador convierte el giro en corriente eléctrica, gracias al proceso de inducción electromagnética.

central térmica clásica (carbón o petróleo)

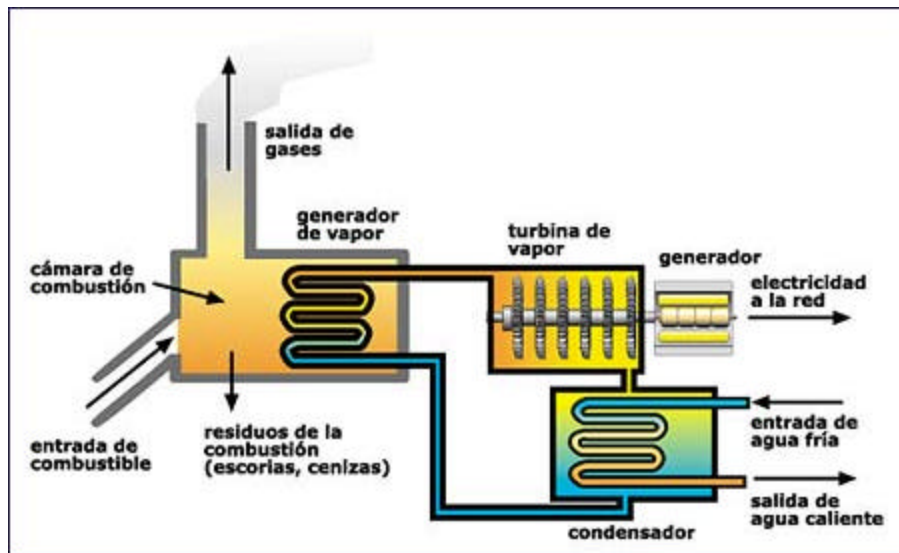
Las diferencias en el funcionamiento de una central térmica clásica dependen principalmente del tipo de combustible empleado.

En el caso de utilizar carbón, este material se tritura en molinos hasta que queda convertido en un polvo muy fino, lo que facilita su combustión. En las centrales de fuel, el combustible se calienta hasta que alcanza la fluidez óptima para ser inyectado en los quemadores. Las centrales de gas también tienen quemadores especiales para este tipo de combustible.

El generador de calor consiste en una red de millares de tuberías que tapizan las paredes de la cámara de combustión. De esta forma, la superficie de intercambio de calor es tan grande, que el agua se vaporiza a alta temperatura y penetra con gran presión en la turbina. El vapor es cuidadosamente deshumificado, esto es, "limpiado" de las gotas de agua en suspensión que pudiera contener. En caso contrario, las gotas de agua chocarían con las paletas de la turbina con la fuerza de un proyectil, dañándolas.

La turbina se compone de varios cuerpos, unidos al mismo eje. El más próximo a la salida de vapor a presión tiene paletas muy pequeñas, para aprovechar con pleno rendimiento el vapor a máxima presión. El cuerpo de la turbina más alejado tiene paletas más grandes, que le permiten aprovechar la energía del vapor con una presión disminuida.

El eje de la turbina está unido a un generador, que envía la corriente eléctrica a la red a través de un transformador. El vapor a baja presión, incapaz ya de mover las paletas de la turbina, es enviado al condensador, donde se convierte de nuevo en agua líquida.



Centrales térmicas de alto rendimiento:

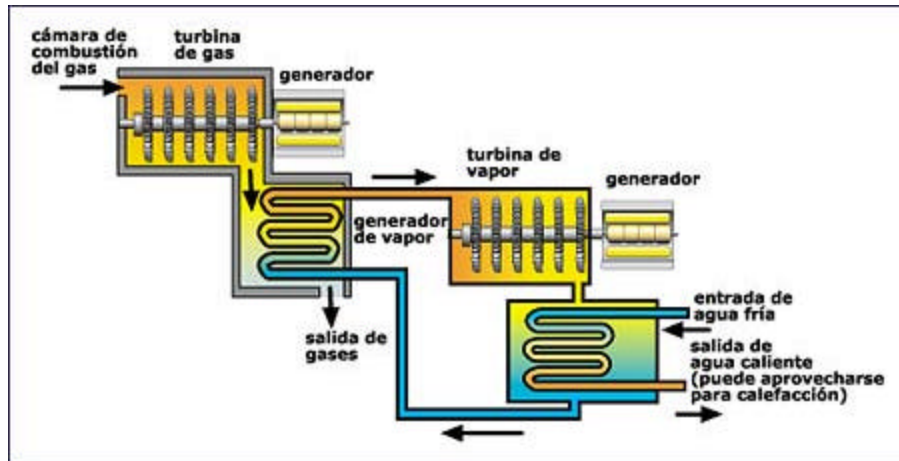
Gas y cogeneración

Uno de los principales problemas que plantean las centrales térmicas es que se trata de un proceso relativamente complejo de conversión de energías: la energía química contenida en los combustibles se transmite en forma de energía térmica a un circuito de vapor a presión, portador de energía mecánica a su vez, que se convertirá, tras su paso por la turbina y por el generador, en energía eléctrica.

En la práctica, las centrales térmicas convencionales no alcanzan más de un 30% de rendimiento, por lo que se están poniendo en marcha varios procedimientos para elevar esta cifra (algunos se describen en producción + limpia). Un enfoque muy interesante es el de las centrales de gas de ciclo combinado, que pueden superar fácilmente el 40% de rendimiento.

En las centrales de ciclo combinado, el gas en combustión es el fluido que mueve directamente una turbina especial de alta velocidad, sin pasar por un circuito de vapor. Además, los gases de salida de la turbina contienen suficiente energía como para alimentar un circuito convencional de vapor, que mueve una segunda turbina.

Central de gas natural de ciclo combinado



Otro enfoque para elevar el rendimiento de la conversión de las diferentes energías comerciales: cogeneración

La cogeneración consiste en sacar el máximo rendimiento del combustible (generalmente gas natural o fuel) utilizado en los procesos industriales que necesitan calor, como hornos o secadoras. La idea es utilizar el calor sobrante para generar electricidad, que se puede utilizar dentro de la fábrica o bien ser vendida a la red.

Por ejemplo, el gas natural se quema en una turbina conectada a un generador. Obtenemos calor para el proceso industrial, pero también electricidad

3.- Centrales hidroeléctricas.-

La energía procedente del sol eleva grandes masas de agua en forma de vapor, que volverán a caer en forma de lluvia alimentando a los ríos. La enorme cantidad de energía que contiene la masa de agua de un río fluyendo a favor de la gravedad se puede utilizar para producir electricidad, simplemente intercalando una rueda de paletas en la corriente para que mueva el rotor. Este tipo de centrales de derivación de aguas suelen ser de pequeño tamaño.

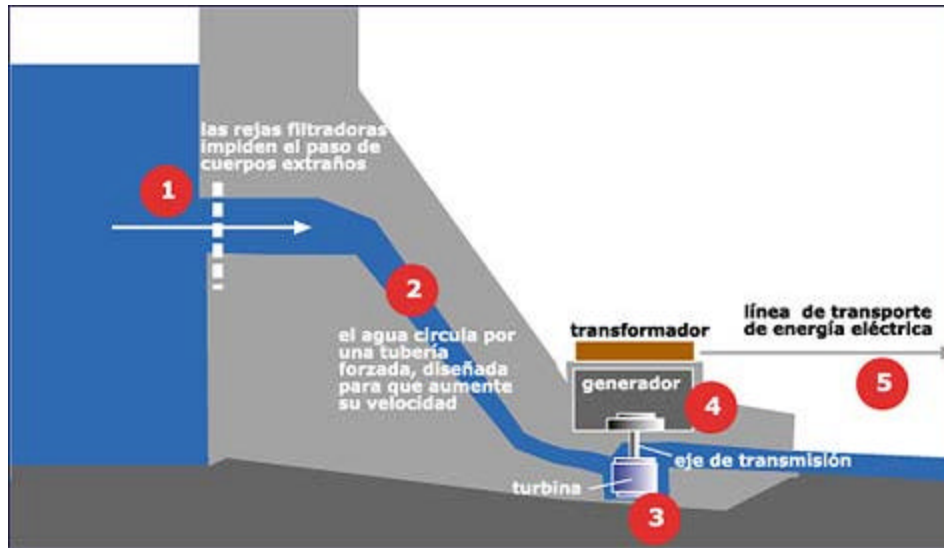
Las centrales hidroeléctricas comerciales de acumulación de aguas utilizan como "combustible" el agua almacenada en un embalse. Esto les permite escapar, en cierto grado, de la aleatoriedad de la disponibilidad de agua, que a su vez depende de la irregularidad de las lluvias.

La central aprovecha así la energía contenida en la masa de agua retenida en altura dentro de la presa. El agua es canalizada por tuberías especiales que aumentan su velocidad y mueve turbinas diseñadas para extraer la mayor cantidad posible de energía útil del agua fluyente.

Funcionamiento de una central hidroeléctrica

La clave del diseño de las centrales hidroeléctricas está en un diseño adecuado de la tubería forzada de agua, que aumentará su velocidad, y en la elección de la turbina más adecuada para que extraiga la mayor cantidad posible de energía del agua en movimiento.

Uno de los modelos más utilizados es la turbina Kaplan, con eje vertical y provista de paletas móviles, que le permiten adaptarse a las condiciones de presión del chorro de agua.



2.- Centrales nucleares.-

Los elementos de elevado peso atómico, como el uranio, el torio o el plutonio, tienen densos núcleos compuestos por gran cantidad de protones y neutrones. Algunos isótopos de estos elementos, como el uranio 235, poseen núcleos inestables.

Si los golpeamos con un neutrón, se escinden en dos partes, produciendo una gran cantidad de energía y dos o tres neutrones. Estos neutrones podrán partir a su vez dos o tres núcleos, produciendo más energía y más neutrones libres listos para impactar con otros núcleos.

El resultado final es una reacción en cadena que, si no se controla, puede provocar una enorme liberación de energía en un instante. Las centrales nucleares regulan la reacción en cadena de manera que se produce una gran cantidad de energía de forma regular. Esta energía se utiliza para producir vapor, que a su vez moverá una turbina conectada a un generador para producir electricidad.

Las centrales nucleares necesitan para funcionar pastillas de "combustible nuclear", que suele ser uranio con gran concentración de su isótopo inestable. Estas pastillas se introducen en la vasija del reactor en una estructura conectada a un soporte móvil que contiene una sustancia capaz de atrapar neutrones, frenando así la reacción en cadena que se produce de manera espontánea en la masa del combustible nuclear.

La fisión nuclear continúa así de manera controlada. Si se necesita más energía, se retira el moderador. Para frenar o detener la producción de energía, se introduce por completo. Esto por lo que respecta a la producción de calor por el reactor, pues las centrales nucleares, a partir de este punto, utilizan un **circuito de agua - vapor** muy similar al de las centrales térmicas convencionales.

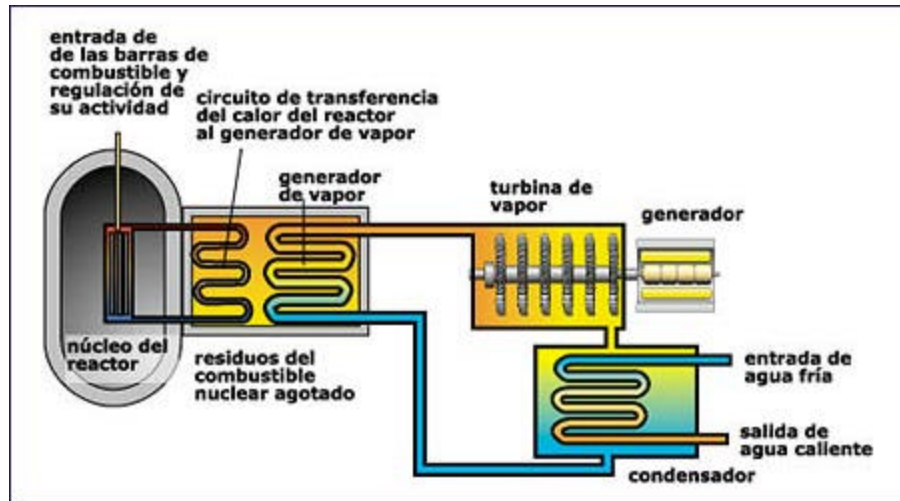
Proceso térmico nuclear

La diferencia principal del proceso térmico nuclear con respecto al convencional radica en la existencia de un núcleo del reactor, equivalente a la cámara de combustión de las centrales térmicas convencionales, que debe estar separado del medio ambiente por varias capas de seguridad.

La transferencia del calor del núcleo al generador de vapor se puede hacer mediante un circuito cerrado intermedio, que asegura el aislamiento necesario. En un tipo muy corriente de reactor, el fluido que circula por este circuito es agua a presión.

Este circuito intermedio falta en los llamados reactores de agua en ebullición, que tienen un único circuito de agua que se vaporiza en contacto con el reactor y pasa acto seguido a la turbina de vapor.

El tercer tipo de reactor se denomina de grafito - gas, pues el núcleo utiliza grafito como moderador y un circuito de transferencia de calor de gas, por lo general dióxido de carbono.



3.- Centrales "atmosféricas".-

Estas centrales utilizan la energía solar de manera distinta a las centrales térmicas. En este caso, se valen de la enorme cantidad de energía que genera la máquina atmosférica terrestre bajo la acción del sol. Esta energía se manifiesta principalmente en el movimiento de masas de aire desde los centros de altas presiones a los de baja presión, y el continuo ciclo de evaporación, condensación y precipitación del agua.

Al no necesitar la quema de ningún combustible, este tipo de centrales generan muy pocos residuos, y pueden funcionar de manera indefinida, ya que no dependen de ningún recurso que se pueda agotar. No obstante, al depender de procesos atmosféricos aleatorios, su producción eléctrica es también impredecible. Por ejemplo, los años de sequía la producción hidroléctrica desciende drásticamente.

Centrales eólicas

El sol también es la causa del movimiento de grandes masas de aire desde zonas de alta presión a zonas de baja presión. Este viento se puede recoger por grandes hélices o molinos, conectados a un rotor.

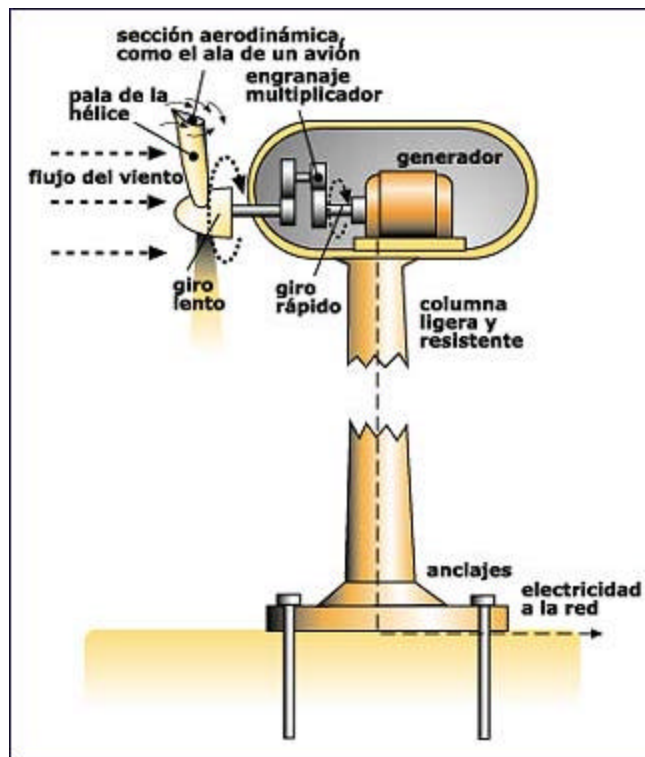
La clave de la conversión de la energía contenida en el aire en movimiento giratorio está en un diseño muy cuidadoso, tanto de las palas de la hélice como del multiplicador, que convierte su rotación lenta en un giro muy rápido. El viento choca contra las palas y provoca diferencias de presión entre sus dos caras, haciendo girar su estructura. Es un proceso idéntico al que hace avanzar un avión gracias al giro de la hélice.

El engranaje multiplicador convierte el movimiento lento de la hélice en un giro rápido para activar el generador. El tamaño de las palas también está en relación con la cantidad de energía que producirá el molino. El emplazamiento de los molinos debe ser elegido cuidadosamente. Los mapas de potencialidad eólica marcan las zonas más adecuadas para la instalación de aerogeneradores que, por lo general, coinciden con las cumbres de montañas y sierras y con la costa.

Funcionamiento de un aerogenerador

La eficiencia de conversión de la fuerza del viento en electricidad depende en gran medida del diseño de las palas de la hélice. Existen modelos muy diversos, con dos, tres y hasta seis palas. Deben soportar y aprovechar condiciones de presión del viento muy variables, por lo que su aerodinámica se diseña con tanto cuidado como la de un avión.

El engranaje multiplicador transforma el giro lento de las palas del molino en un giro muy rápido que alimentará el generador. Todos estos mecanismos están colocados en una navecilla situada a gran altura sobre el suelo por medio de un soporte.



4.- Centrales fotovoltaicas .-

Las centrales fotovoltaicas producen electricidad sin necesidad de turbinas ni generadores, utilizando la propiedad que tienen ciertos materiales de generar una corriente de electrones cuando incide sobre ellos una corriente de fotones.

La clave del funcionamiento de las células fotovoltaicas está en la disposición en forma de sandwich de materiales dopados de diferente forma, de manera que unos tengan exceso de electrones y otros, por el contrario, "huecos" con déficit de electrones. Los fotones de la luz solar portan una energía que arranca los electrones sobrantes de una capa y los hace moverse en dirección a los "huecos" de la otra capa.

El resultado es la creación de flujo de electrones excitados, y por lo tanto, un voltaje eléctrico. Este voltaje conseguido es muy pequeño: por ejemplo, una iluminación con una potencia de 1 kW por metro cuadrado genera apenas un voltaje de 0,5 voltios.

La solución consiste en conectar en serie gran número de células: en el ejemplo anterior, conectando

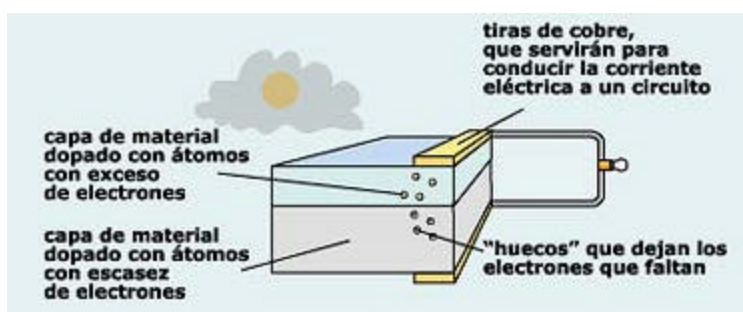
36 células obtendremos una tensión de 18 voltios. Conectando gran número de células, podremos alcanzar el voltaje que deseemos.

En la práctica, muchas instalaciones fotovoltaicas son pequeñas y se usan para propósitos específicos: por ejemplo, para apoyar el suministro eléctrico de una casa, o para señalizaciones de carretera. Pero también existen algunas grandes instalaciones más o menos experimentales.

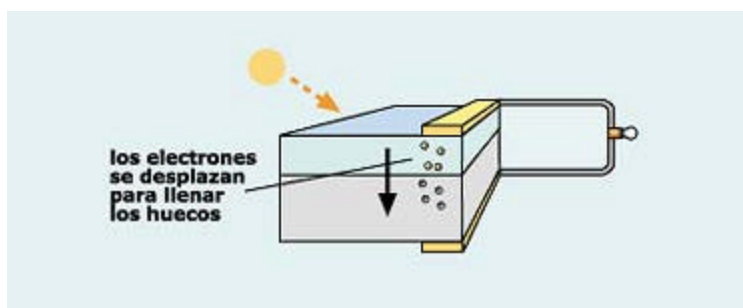
Numerosos laboratorios en todo el mundo trabajan para conseguir células capaces de convertir la luz del sol en electricidad con el mayor rendimiento posible. A medida que el rendimiento aumenta y la fabricación de las células se abarata, la electricidad fotovoltaica se hará cada vez más competitiva en comparación con las otras maneras de producir electricidad.

Funcionamiento de una célula fotovoltaica

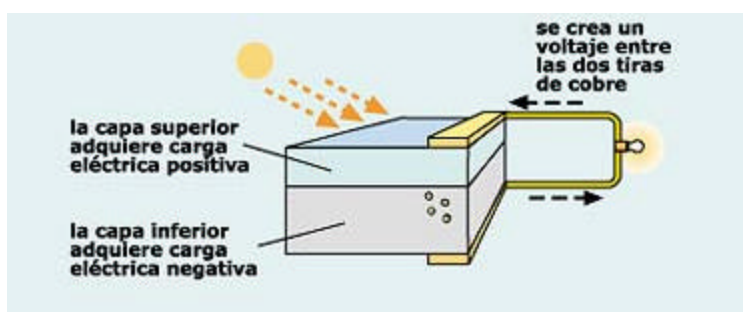
En ausencia de luz, el sistema no genera energía



Cuando la luz solar incide sobre la placa, la célula empieza a funcionar. Los fotones de la luz solar interactúan con los electrones disponibles e incrementan su nivel de energía



A medida que la luz solar se hace más intensa, el voltaje que se genera entre las dos capas de la célula fotovoltaica aumenta



Transporte y almacenamiento de electricidad

Una vez fabricada, la electricidad se debe transportar desde las centrales de producción hasta los centros de consumo. De esta labor se encarga una red de conducciones que cubre todo el país. También debemos tener en cuenta las actividades de transporte que implica la producción de electricidad: buena parte de los combustibles utilizados en la producción térmica o de electricidad proceden de lejanos países. Y no podemos olvidar que parte de la electricidad producida puede viajar a otros países, pues la red de transporte está interconectada, de país en país, a escala mundial.

De la mina a la central

Cuando apretamos el interruptor para encender una lámpara, damos fin a un proceso de transporte de energía de miles de kilómetros de longitud.

La red eléctrica

Cómo se distribuye y transporta la electricidad producida desde las centrales a los centros de consumo: desde las autopistas de la energía hasta el enchufe de nuestras casas.

El comercio internacional de energía eléctrica

La energía eléctrica es objeto de un activo comercio internacional a través de líneas de alta tensión. España mantiene así intercambios con Francia, Andorra, Portugal y Marruecos.

Formas de almacenar la energía eléctrica

No es fácil almacenar la energía eléctrica, pero existen métodos para hacerlo de manera más o menos indirecta.

Usos de la electricidad

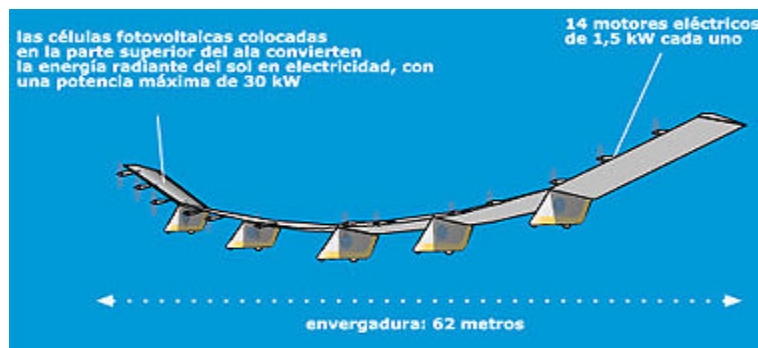
Dada su adaptabilidad, no existe ninguna actividad económica que no utilice la electricidad.

En las fábricas

La industria utiliza aproximadamente la mitad de la energía eléctrica, una cuarta parte de su consumo de energía. La electricidad tiene muchos usos en las fábricas: se utiliza para mover motores, para obtener calor y frío, para procesos de tratamiento de superficies mediante electrólisis, etc. Una circunstancia reciente es que la industria no sólo es una gran consumidora de electricidad, sino que, gracias a la cogeneración, también empieza a ser productora.

En el transporte

Tan sólo el transporte público (y dentro de él los ferrocarriles) emplea energía eléctrica. No obstante, se lleva ya tiempo trabajando en versiones eléctricas de los vehículos de gasolina, pues supondrían una buena solución para los problemas de contaminación y ruido que genera el transporte en las ciudades. Incluso es posible (aunque no habitual) emplear la electricidad para hacer volar un avión.



En la agricultura

Especialmente para los motores de riego, usados para elevar agua desde los acuíferos, y para otros usos mecánicos.

En los hogares

La electricidad se utiliza en los hogares para usos térmicos (calefacción, aire acondicionado, agua caliente y cocina), en competencia con otros combustibles como el butano, el gasóleo, el carbón y el gas natural, siendo la única energía empleada para la iluminación y los electrodomésticos.

En el comercio, la administración y los servicios públicos (como los centros educativos)

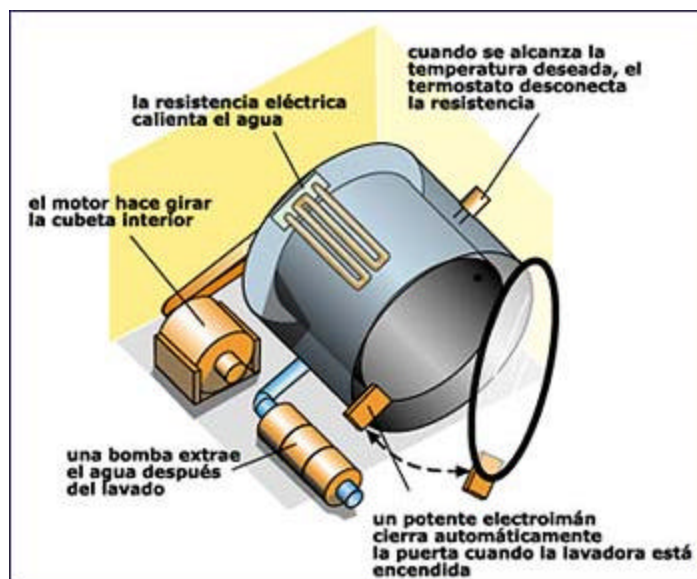
De manera similar a como se utiliza en el sector doméstico, con el elemento añadido de un uso cada vez mayor de sistemas de procesamiento de la información y de telecomunicaciones, que necesitan electricidad para funcionar.

La electricidad debe ser convertida en otras formas de energía para que se pueda realizar un trabajo útil. Un ejemplo típico es la conversión que tiene lugar en una lavadora.

Aquí examinaremos las cuatro formas de conversión más habituales:

- En movimiento
- En calor y frío
- En luz
- En energía química

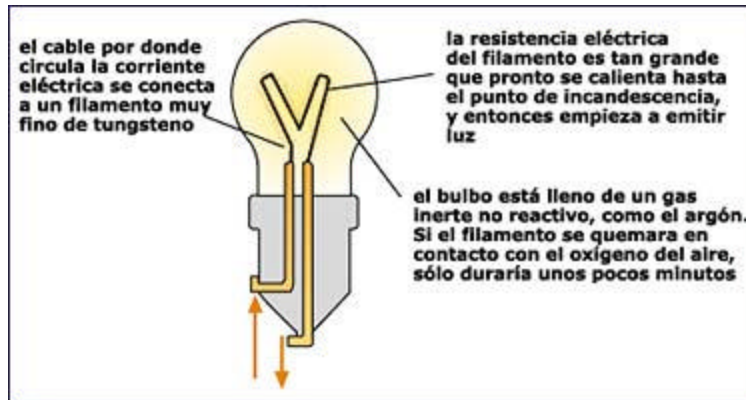
Y también veremos cómo se emplea para amplificar y procesar señales portadoras de información, en la gran rama de la electricidad aplicada que llamamos electrónica.



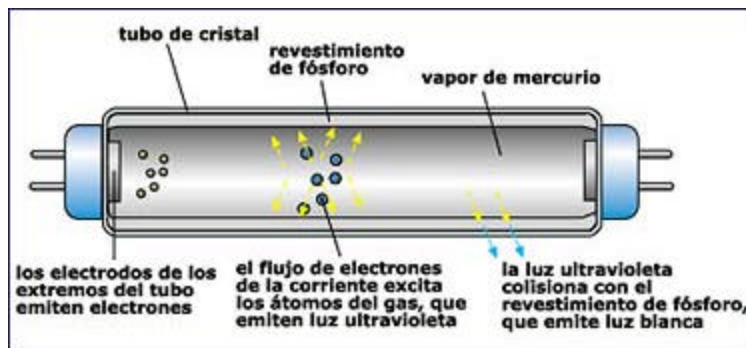
Conversión de la electricidad en luz: iluminación

Existen dos métodos de producir luz a partir de la electricidad:

Las lámparas de incandescencia utilizan la propiedad de algunos materiales de emitir luz cuando la corriente eléctrica los calienta a elevadas temperaturas. Esto ocurre en el filamento de las bombillas convencionales. Por desgracia, el proceso emite tanta luz como calor, por lo que es poco eficiente.



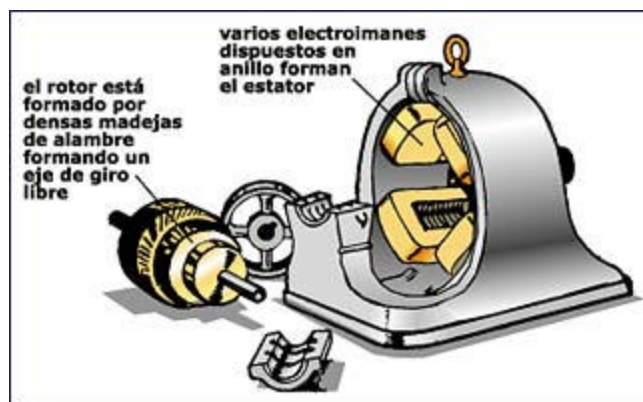
Las lámparas de fluorescencia aprovechan la propiedad de ciertos materiales de emitir luz cuando incide sobre ellos un flujo de electrones. El proceso es mucho más "frío" que en el caso anterior y, por lo tanto, más eficiente.



Conversión de la electricidad en movimiento: los motores eléctricos

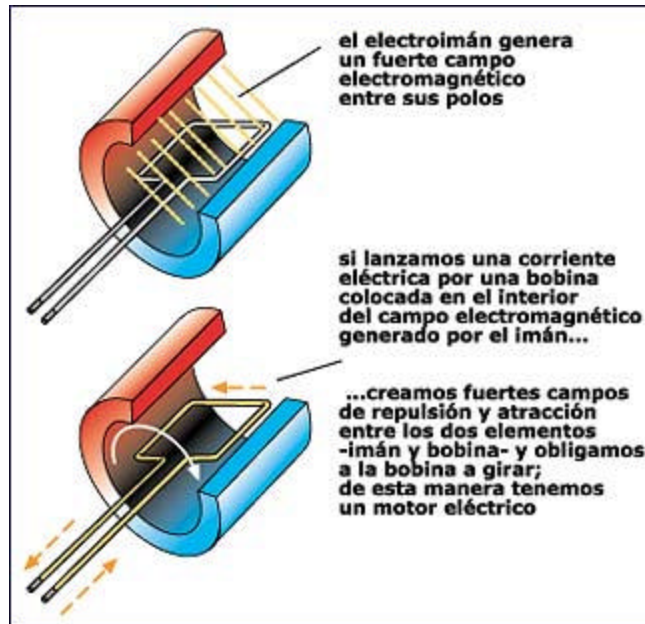
Los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica y se encuentran en todas partes: en las locomotoras del ferrocarril, el compresor del frigorífico o el mecanismo de arrastre del reproductor de vídeo. Se pueden construir en todos los tamaños imaginables, y son mucho más adaptables, silenciosos y menos contaminantes que los motores de vapor o de explosión, gasolina o diesel.

Un motor eléctrico clásico desmontado, que permite ver sus partes fundamentales



¿Cómo funciona un motor eléctrico?

Un motor eléctrico no es más que un generador funcionando a la inversa, que absorbe corriente eléctrica para producir movimiento.

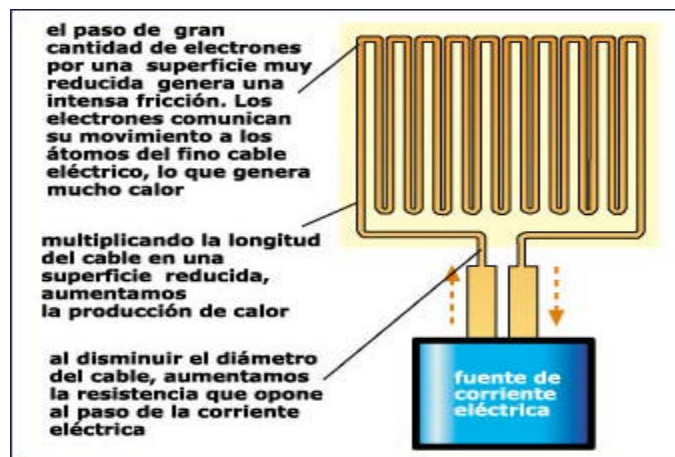


Conversión de la electricidad en energía térmica: calor y frío

La electricidad puede utilizarse para producir calor y frío: calefacción, refrigeración, aire acondicionado, agua caliente y cocina.

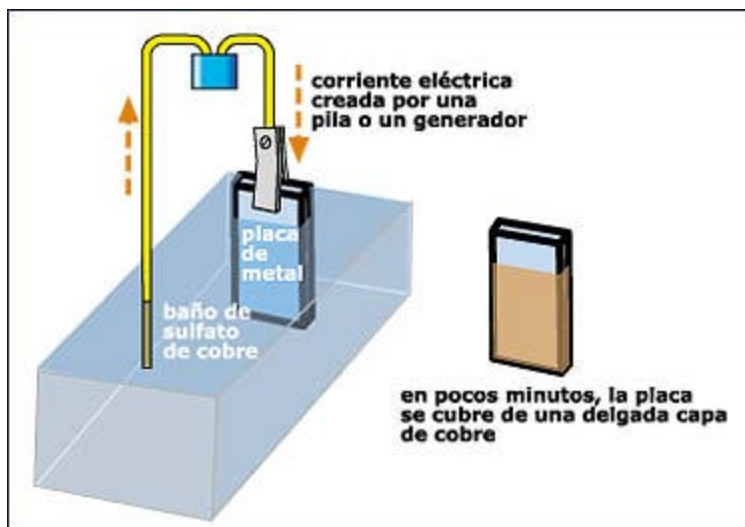
La gran resistencia que opone un cable muy fino al paso de la corriente eléctrica genera calor. Esta propiedad se usa en todo tipo de estufas y radiadores. Los hornos de microondas son algo más sofisticados: la corriente eléctrica induce la formación de ondas de alta frecuencia al pasar por un magnetrón.

Para producir frío, la electricidad debe seguir un camino distinto: un motor eléctrico que hace funcionar un compresor, parte de un circuito cerrado de circulación de un gas. El gas comprimido, al expandirse en otro compartimento del circuito, roba calor de su entorno (por ejemplo, del interior de una frigorífico), provocando un enfriamiento. El gas es nuevamente comprimido y cede el calor que robó al exterior del aparato. El ciclo expansión-compresión prosigue indefinidamente.



Conversión de la electricidad en energía química: electrólisis

La corriente eléctrica separa el sulfato de cobre en sus componentes. El cobre liberado es atraído por la carga eléctrica de la placa de metal y se deposita sobre ella como una fina capa de cobre metálico



La electricidad sirve para procesar información: electrónica

Además de convertirse fácilmente en cualquier tipo de energía final que deseemos -movimiento, calor y frío, luz y energía química-, la electricidad es el vehículo imprescindible para transmitir, amplificar y procesar señales en radios, televisores, ordenadores y, en general, en todos los aparatos que soportan nuestra sociedad de la información.

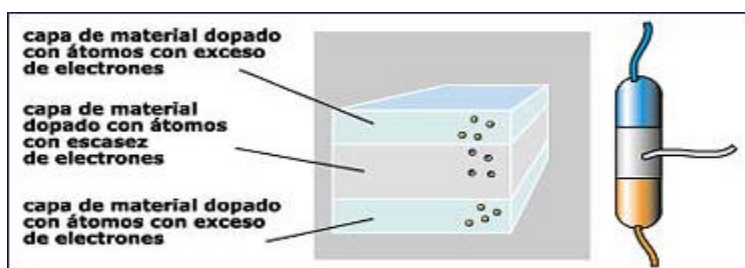
Esto se consigue construyendo circuitos eléctricos de la complejidad requerida. Los circuitos reciben una señal de entrada -puede ser una onda de radio o una pulsación del teclado de un ordenador- y proporcionan una señal de salida modificada.

La modificación más simple puede ser amplificar la señal, para que una onda de radio débil que llega a nuestra cadena de música se convierta en un potente sonido saliendo de los altavoces. Entonces decimos que el circuito funciona como amplificador.

Algunas modificaciones más complejas de la señal de entrada, permiten realizar diversos cálculos. El ejemplo más sencillo es un circuito con dos interruptores en serie y otro que los coloca en paralelo. Ambos procesan la información de manera diferente y se llaman puertas lógicas ("puertas" con lógicas o comportamientos diferentes).

En la práctica, el procesamiento de información requiere de interruptores ultrarrápidos, capaces de encenderse y apagarse millares de veces por segundo. Esta es la función que cumplen los transistores.

Un paso más consiste en imprimir millones de transistores unidos por conexiones muy complejas sobre capas de materiales conductores. Entonces tenemos un chip.



Conectando a su vez millares de chips, y con la programación adecuada, podemos procesar las entradas de información al sistema de la manera que deseemos. El caso más simple puede ser sumar $1+1$, obteniendo de salida "2". Los ordenadores más complicados son capaces de digerir millones de datos de presión, temperatura, velocidad del viento, etc., procedentes de distintos lugares, así como proporcionar mapas de pronósticos del tiempo a dos o tres días vista.

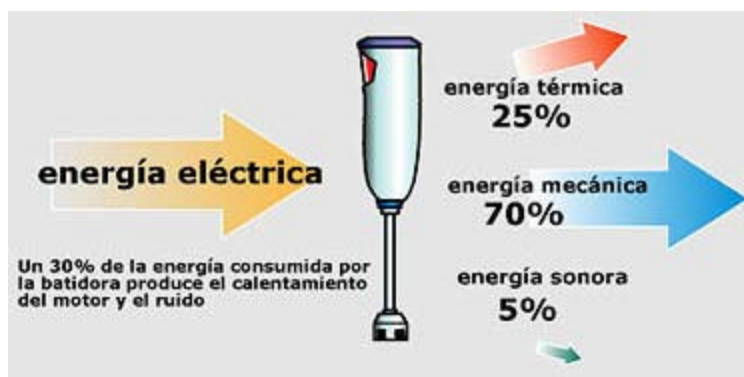
Gestión de la demanda: más rendimiento con el mismo (o menor) consumo de electricidad

La gestión de la demanda es una parte clave de las iniciativas para conseguir una electricidad sostenible. Se trata de estabilizar o reducir el consumo de energía eléctrica, pero sin menguar al mismo tiempo nuestra calidad de vida. Por lo tanto, no se trata de quedarnos sin frigoríficos ni iluminación, sino de disponer de luz y refrigeración con un consumo reducido de energía eléctrica. Esto se consigue con mejoras en el rendimiento de los aparatos que consumen energía eléctrica y con pequeños cambios en nuestra conducta.

Una de las claves de la mejora de la eficiencia en el consumo de electricidad está en reducir al mínimo la disipación de la energía. Aquí mostramos dos ejemplos, en una batidora y la lámpara. En ambos casos, la electricidad se consume en parte en calentar el artefacto, en lugar de producir un trabajo útil.

Conversión y eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

En la conversión de la energía eléctrica en trabajo útil, una parte se aprovecha para el fin previsto (iluminar, enfriar, proporcionar movimiento, etc.) pero otra parte se disipa.



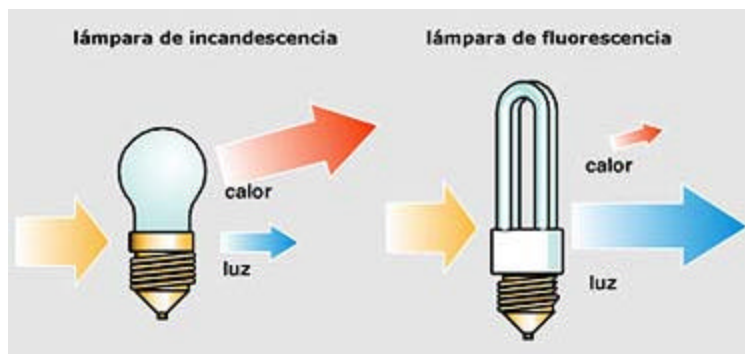
Algunos ejemplos de mejoras de la eficiencia son los siguientes:

Lámparas de bajo consumo

Las **lámparas de bajo consumo** utilizan la propiedad de ciertos materiales de emitir luz cuando son excitados por una corriente de electrones. Como no deben calentar un filamento hasta el punto de incandescencia, producen mucha más luz por cada unidad de energía eléctrica consumida.

Los modelos actualmente en el mercado producen cinco veces más luz por unidad de potencia. Así, una lámpara de bajo consumo de 20 W equivale a una convencional de 100 W. Tras 10 horas de encendido, la convencional ha consumido 1 kWh, y la de bajo consumo 0,2 kWh.

Las lámparas de incandescencia son muy poco eficientes, pues transforman en calor la mayor parte de la energía que reciben. Las lámparas de bajo consumo invierten esta proporción, por lo que sólo necesitan la cuarta parte de electricidad para producir la misma cantidad de luz.



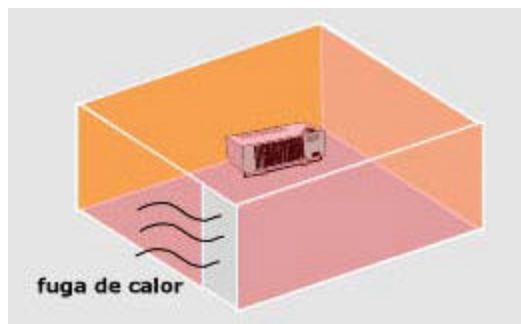
Electrodomésticos de clase A y Energy Star

Existen muchos sistemas para que los electrodomésticos proporcionen las mismas prestaciones con un consumo reducido de electricidad. Por ejemplo, los frigoríficos con aislamiento reforzado consumen hasta la mitad de electricidad que los convencionales. Los electrodomésticos con esta propiedad se identifican con una serie de etiquetas. Las etiquetas Energy Star identifican aparatos informáticos con un consumo reducido de energía.

- Mejora de la eficiencia en usos térmicos: mejoras de aislamiento

La calefacción eléctrica o el aire acondicionado mejoran mucho su rendimiento si la casa donde funcionan está bien aislada, con lo que se evitan pérdidas inútiles de calor y frío. Es una muestra de una manera indirecta, pero muy eficaz, de ahorrar energía eléctrica.

La eficiencia también puede disminuir por un uso incorrecto. Aunque el calefactor sea muy eficaz transformando la electricidad en calor, una ventana mal cerrada hace que deba gastar mucha más energía para alcanzar la temperatura de confort deseada.



Nuestra conducta también es importante

Hay muchas cosas que podemos hacer en nuestras casas para reducir el consumo eléctrico. Por ejemplo, evitando dejar vídeos y televisores toda la noche en stand by, eligiendo programas en frío al usar la lavadora, descongelando regularmente el frigorífico, si es un modelo que produce escarcha, reduciendo en uno o dos grados la temperatura de la calefacción, o elevando unos pocos grados la del aire acondicionado y, por supuesto, apagando la luz cuando salimos de una habitación.

Hacia una electricidad sostenible: el Protocolo de Kioto

El desarrollo sostenible es un concepto que surgió a mediados de la década de los ochenta, y que recibió el respaldo de todos los gobiernos del mundo en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Río de Janeiro de 1992.

En términos sencillos, significa que debemos aumentar nuestra calidad de vida sin comprometer por ello la calidad de vida de las generaciones que nos sucederán en este planeta. Es decir: debemos poner en marcha sistemas de producción y de consumo con el menor impacto negativo sobre nuestro

medio ambiente, capaces de funcionar indefinidamente de manera eficaz y de mejorar constantemente nuestra calidad ambiental y, por lo tanto, nuestra calidad de vida.

En diciembre de 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, el instrumento legislativo más importante disponible para la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero. En él los países industrializados se comprometen a reducir sus emisiones de estos gases -aproximadamente un 5% en 2010 con respecto a 1990-. La modestia del objetivo da buena idea de la magnitud del problema, pues supone cambiar paulatinamente todo el modelo de producción y consumo de energía en nuestro planeta. Posteriormente han tenido lugar varias reuniones internacionales sobre el mismo tema, sin que se haya llegado a un consenso general sobre las medidas concretas a tomar para cumplir la resolución de Kioto.

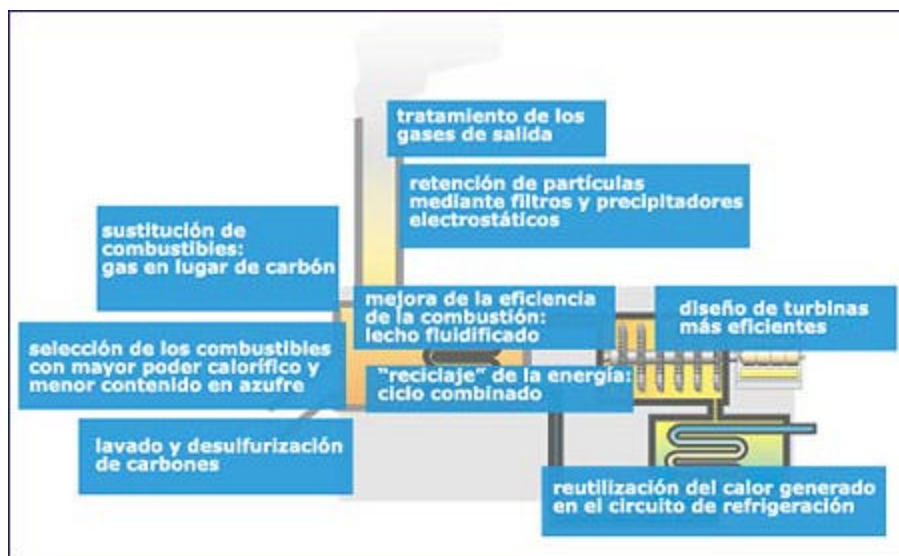
Es evidente que la energía eléctrica tiene mucho que decir en todo esto, pues constituye un elemento fundamental de nuestra calidad de vida, a la vez que un importante factor de impacto sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, la producción de energía eléctrica contribuye de manera significativa a la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que la lucha contra el calentamiento global es una prioridad mundial, la industria eléctrica tiene un papel muy importante que cumplir en las iniciativas de reducción de la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Y algo parecido se puede decir de otros aspectos de la huella ecológica de la electricidad.

¿Qué iniciativas se están poniendo en marcha para fabricar y consumir electricidad de una manera sostenible?

- Producción + limpia

La producción más limpia de electricidad reúne un conjunto de técnicas con el objetivo final de reducir el impacto negativo o huella ecológica de cada kWh producido al mínimo posible. Como se ve en la ilustración, es factible aplicar técnicas de producción más limpia en todas las fases del proceso de fabricación de energía eléctrica. Aquí representamos algunas sobre un esquema de una central térmica.



Las mejoras en el rendimiento

A efectos prácticos, se trata de producir más kWh por cada unidad de combustible consumido, o con la misma cantidad de agua o de viento disponible, para pasar por las turbinas o las hélices de las centrales hidráulicas o eólicas.

Por ejemplo, podemos pulverizar el carbón y quemarlo mientras está en suspensión en una corriente

de aire: se obtiene así una especie de fluido que proporciona más calor por cada unidad de carbón consumido. Es lo que se llama **combustión en lecho fluido**.

Otra línea de investigación trata de **mejorar el rendimiento de las turbinas**, cambiando la forma de las palas y la manera en que reciben el chorro de agua (en las centrales hidráulicas) o de vapor (en las centrales térmicas). También se pueden mejorar las características aerodinámicas de las palas de las hélices en los aerogeneradores.

Reducción de la emisión de contaminantes

Los combustibles utilizados en las centrales térmicas pueden contener sustancias indeseables, como el azufre. El azufre contenido en el carbón quemado sale por la chimenea en forma de dióxido de azufre (SO₂). Si se combina con el agua presente en la atmósfera, puede producir ácido sulfúrico, un peligroso contaminante que causa parte de la lluvia ácida.

Una solución es la llamada **desulfurización**, mediante la cual se elimina el azufre presente en el combustible o en los gases de combustión. Existen diversas técnicas, que suelen obtener buenos rendimientos.

Otras iniciativas de descontaminación trabajan para reducir la cantidad de partículas emitidas, o de óxidos de nitrógeno. Recientemente se está prestando atención a contaminantes como los orgánicos volátiles.

También se trabaja para eliminar el uso de determinados compuestos muy peligrosos usados en transformadores, condensadores y otros aparatos eléctricos. Es el caso de los PCBs (policlorobifenilos) y compuestos similares.

Cambio de combustibles

Otra solución para evitar la emisión de compuestos indeseados es utilizar combustibles con bajo contenido en los mismos. Los **carbones importados** de otros países, por ejemplo, tienen menor contenido en azufre que los nacionales.

Un cambio más radical es el empleo de gas natural. Los gases de salida son prácticamente limpios.

“Reciclaje” de la energía: cogeneración y centrales de ciclo combinado

Se puede sacar más energía disponible por cada unidad de combustible reciclando la energía. Por ejemplo, las **centrales de ciclo combinado** producen electricidad de dos maneras: el combustible (generalmente gas natural) se quema en una turbina de gas conectada a un generador, proceso que produce electricidad. Además, los gases de escape de la turbina de gas se canalizan para mover otra turbina convencional de vapor, que también produce electricidad.

Centrales de bajo impacto: las energías renovables

Es la opción más radical: se trata de evitar el consumo de combustibles fósiles y utilizar energías renovables para la producción de energía eléctrica. Es la mejor opción para reducir la emisión de CO₂, el importante gas de efecto invernadero. Aun en las mejores condiciones de rendimiento posibles, la emisión de CO₂ por cada kWh producido, ronda los 500 gramos.

Restauración y reducción de impactos sobre el paisaje y los ecosistemas

Una amplia batería de acciones, que va desde la restauración de minas de carbón a cielo abierto al enterramiento de líneas de alta tensión, así como el aislamiento de cables y la colocación de salvapájaros y plazas antiposadas. Aquí se pueden incluir también las medidas contra el ruido que producen las subestaciones y centros de transformación

- Gestión de la demanda

La gestión de la demanda trata de estabilizar o reducir el consumo de energía eléctrica, pero sin menguar al mismo tiempo nuestra calidad de vida.

- ¿Con qué instrumentos contamos?

Los instrumentos para la sostenibilidad son mecanismos legales y sociales que facilitan la implantación y consolidación de las iniciativas de producción más limpia y de gestión de la demanda.

- ¿Qué podemos hacer en nuestra casa o en nuestro centro educativo?

No todo depende de la tecnología o la legislación. Podemos hacer mucho desde nuestra vida cotidiana para utilizar la electricidad de la manera más eficiente posible, reduciendo su huella ecológica y dando un importante paso hacia la sostenibilidad