

Producción y transporte de la electricidad

La corriente eléctrica empleada para aplicaciones industriales es corriente alterna y desde su transformación a partir de otra energía llamada primaria, hasta su utilización por el consumidor sufre una serie de procesos que estudiaremos seguidamente.

Generador de corriente. Corriente alterna

Una de las aplicaciones tecnológicas más importantes del fenómeno de inducción electromagnética, es el generador de corriente eléctrica. Una fuente de energía hace girar una bobina entre los polos de un imán o electroimán. Al atravesar el plano de las bobinas móviles, las líneas de fuerza del campo magnético, hay un flujo magnético variable a través de ellas que induce una *fem*. La corriente eléctrica que se genera sale de las bobinas mediante un sistema de contactos móviles, llamadas escobillas.

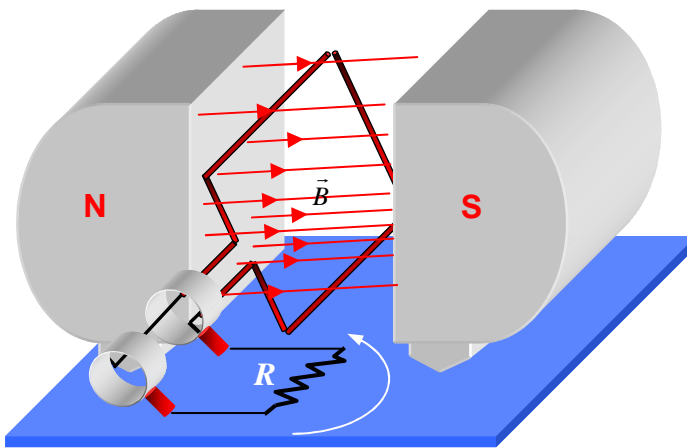


Fig.8.21 Generador elemental de corriente

En la fig.8.21, se muestra un generador elemental, en el que una espira rectangular, de área \vec{A} puede girar en el seno de un campo magnético uniforme \vec{B} . Los extremos de la espira están unidos a unos anillos conductores deslizantes que giran con ella. Unos contactos que se apoyan en dichos anillos, llamados escobillas, permiten la salida de la corriente. El circuito que utiliza la energía eléctrica procedente del generador, es en este modelo elemental, una sola resistencia de valor R .

Llamando con \vec{A} a un vector normal a la espira de módulo igual a su área, fig.8.22, el flujo magnético de \vec{B} a través de la espira para el sentido de la intensidad señalado en la figura, vale:

$$\Phi_m = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

Si la espira gira con movimiento circular uniforme mantiene constante su velocidad angular ω y considerando su rotación desde una posición inicial en la que los vector \vec{A} y \vec{B} forman un ángulo $\theta = 0$, entonces el ángulo θ girado por la espira en función del tiempo vale $\theta = \omega t$. La ecuación del flujo magnético en función del tiempo es:

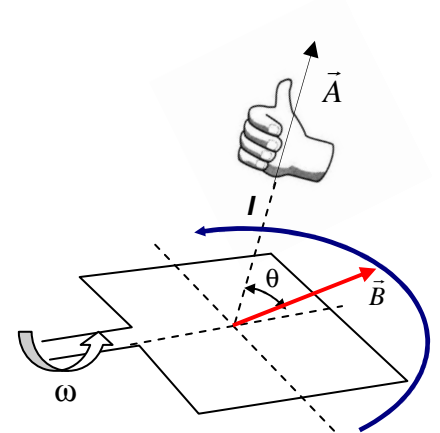


Fig.8.22. Tomando para la corriente I el sentido del dibujo, la regla de la mano derecha permite definir la dirección y el sentido del vector superficie \vec{A} .

$$\phi_m = B \cdot A \cdot \cos \omega t \quad [8.14]$$

Si en lugar de una espira, hubiese una bobina formada por N espiras planas y paralelas, el flujo sería N veces mayor $\Phi_m = N \cdot \phi_m$ y la *fem inducida* de acuerdo con la ley de Faraday es:

$$\mathcal{E}_{ind} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d[N\phi_m]}{dt} = -\frac{d[N \cdot B \cdot A \cdot \cos \omega t]}{dt} = N\omega B A \operatorname{sen} \omega t$$

La intensidad de corriente proporcionada por el generador a la resistencia R , es de acuerdo con la ley de Ohm.

$$I = \frac{\mathcal{E}_{ind}}{R} = \frac{N\omega B A}{R} \operatorname{sen} \omega t$$

Estas dos ecuaciones de la *fem* y de la *intensidad*, varían sinusoidalmente con el tiempo. Observa que los valores máximos de la *fem*, $\mathcal{E}_{m\acute{a}x}$ y de la *intensidad*, $I_{m\acute{a}x}$; son los que toman estas magnitudes cuando el seno es la unidad y valen:

$$\mathcal{E}_{m\acute{a}x} = N \omega B A ; \quad I_{m\acute{a}x} = \frac{N \omega B A}{R}$$

Sustituyéndolos, resultan las siguientes ecuaciones para la *fem inducida* y la *intensidad*, que por depender del tiempo se llaman *valores instantáneos*.

$$\mathcal{E}_{ind} = \mathcal{E}_{m\acute{a}x} \operatorname{sen} \omega t \quad [8.15]$$

$$I = I_{m\acute{a}x} \operatorname{sen} \omega t \quad [8.16]$$

Las corrientes, cuya *fem inducida* (también llamada *tensión*) y la *intensidad*, varían con el tiempo de acuerdo con las ecuaciones [8.15] y [8.16] se llaman *corrientes alternas*. En la fig.8.23 puedes ver la variación con el tiempo de la intensidad de una corriente alterna sinusoidal.

La diferencia más significativa entre la corriente continua estudiada en cursos anteriores y la corriente alterna, está, en que en la corriente continua los valores de la tensión y de la intensidad, una vez que se ha establecido, permanecen constantes, fig.8.24. y en la alterna cambian continuamente con el tiempo, fig.8.23.

Una de las características fundamentales de la corriente alterna es su frecuencia f . Está relacionada con la velocidad angular ω de la espira por la ecuación.

$$f = \omega / 2\pi$$

La frecuencia f se mide en Hz y ω en rad/s .

En Europa, la frecuencia de la corriente alterna es de $50 Hz$, mientras que en los Estados Unidos de América es de $60 Hz$.

El periodo de la corriente alterna es el inverso de la frecuencia $T = 1/f$ siendo en Europa de $0,02 s$.

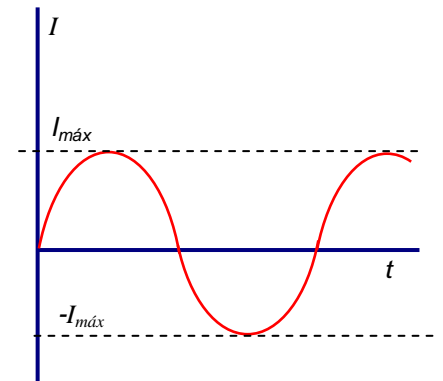


Fig.8.23. La intensidad de una corriente alterna varía en cada instante de tiempo, estando sus valores comprendido entre un valor máximo $I_{m\acute{a}x}$ y otro mínimo $-I_{m\acute{a}x}$.

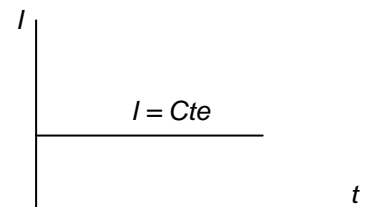
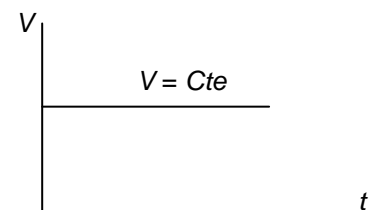


Fig.8.24. La tensión y la intensidad de una corriente continua no cambian con el tiempo.

Momento del par sobre la bobina

Cuando una bobina recorrida por una cierta intensidad I se halla en un campo magnético, aparece sobre ella un par de fuerzas, cuyo momento se opone a que la bobina gire libremente. Por este motivo para mantenerla girando en el campo magnético, con ω constante, es necesario utilizar una fuente de energía externa que proporcione constantemente un momento de sentido contrario.

La potencia proporcionada por el par exterior P_{par} , es igual al producto del momento del par, M_{par} , por la velocidad angular de la espira ω , es decir, $P_{par} = M_{par} \cdot \omega$. Y debe ser igual a la potencia disipada en la resistencia del circuito por efecto Joule $R \cdot I^2$ de valor.

$$P = R \cdot I^2 = R \cdot (I_{m\acute{a}x} \text{sen } \omega t)^2 = R I_{m\acute{a}x}^2 \text{sen}^2 \omega t$$

Igualando las dos ecuaciones de las potencias $P_{par} = P$ y despejando el momento del par M_{par} resulta:

$$M_{par} = \frac{I_{m\acute{a}x}^2 R}{\omega} \text{sen}^2 \omega t = M_{m\acute{a}x} \text{sen}^2 \omega t \quad [8.17]$$

El momento del par también varía con el tiempo, pero con una ley distinta a la de la *fem inducida* y a la *intensidad*. Su variación con el tiempo aparece en la representación gráfica de la fig.8.25.

El mismo generador que se usa para producir una corriente alterna que se describe en la fig.8.21, puede emplearse de motor eléctrico, fig.8.22. Si hacemos pasar corriente eléctrica por las espiras, en el seno del campo magnético, éste produce en ellas una par, que las hace girar.

Un generador se compone de una bobina de 25 espiras, siendo cada espira de área $0,10 \text{ m}^2$. Está girando en un campo magnético uniforme de $0,2 \text{ T}$; con una frecuencia de 50 Hz ; y tiene conectada una resistencia de 100Ω . Determina:

- Valores máximos de la *fem* y de la intensidad.
- Valores instantáneos de la *fem* inducida y de la intensidad de la corriente.
- Momento del par que actúa sobre la bobina.

a) La velocidad angular de la espira es $\omega = 2 \pi f = 2 \pi 50 \text{ rad/s} = 100 \pi \text{ rad/s}$

$$\mathcal{E}_{m\acute{a}x} = N \omega B A = 25 \cdot 100 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,2 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} \cdot 0,10 \text{m}^2 = 157 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \text{V} \cdot \text{s} = 157 \text{V} ,$$

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{N \omega B A}{R} = \frac{157 \text{V}}{100 \Omega} = 1,57 \text{ A}$$

b) Los valores instantáneos son:

$$\mathcal{E}_{ind} = \mathcal{E}_{m\acute{a}x} \text{sen } \omega t = 157 \text{sen } 100 \pi t$$

$$I = I_{m\acute{a}x} \text{sen } \omega t = 1,57 \text{sen } 100 \pi t$$

c) El momento del par sobre la espira tiene de valor máximo:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{I_{m\acute{a}x}^2 R}{\omega} = \frac{1,57^2 \text{ A}^2 \cdot 100 \Omega}{100 \pi \text{ rad/s}} = 0,78 \frac{\text{A} \cdot \text{V}}{\text{rad/s}} = 0,78 \text{ C} \cdot \text{V} = 0,78 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_{par} = 0,78 \text{sen}^2 100 \pi t$$

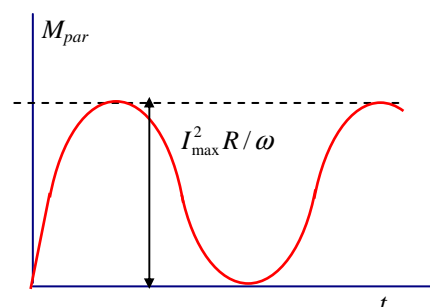


Fig.8.25. El momento del par de fuerzas que actúa sobre la espira también varía con el tiempo, ecuación [8.17], sin embargo, lo hace con una ley distinta a la intensidad, ecuación (8.16). Observa que varía entre un valor máximo y cero, sin poder tomar valores negativos por encontrarse el seno elevado al cuadrado.

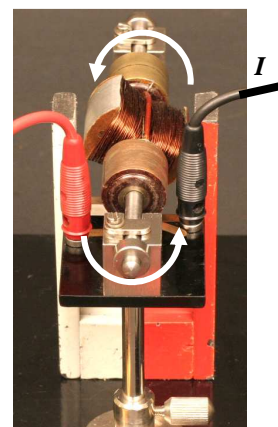


Fig.8.22. En un motor eléctrico, al pasar la corriente I por las espiras, situadas en un campo magnético, el momento del par de fuerzas que ejerce el campo sobre ellas las pone en rotación, transformándose la energía eléctrica en energía mecánica.

5.3 Transformadores

Un transformador es un dispositivo que se usa para aumentar o bajar la tensión y la intensidad de una corriente alterna en un circuito, sin apenas pérdida de potencia eléctrica. En la fig.8.23, se muestra un transformador formado por un núcleo de hierro y sendos conductores enrollados en él. El devanado de la izquierda, al cual se dirige la corriente de entrada, se llama primario y el de la derecha, secundario.

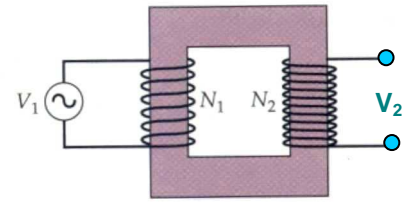


Fig.8.23. Un transformador con el primario que tiene N_1 espiras y el secundario con N_2 ; trasforma una corriente alterna de tensión V_1 en otra corriente alterna de tensión V_2 .

La corriente alterna de entrada de tensión V_1 produce un flujo magnético variable con el tiempo y el núcleo de hierro lo canaliza hasta el secundario. Éste flujo magnético variable a través del secundario, induce a su vez en él, una corriente inducida cuya tensión es V_2 y de acuerdo con la ley de Faraday, ec.(810).

$$\text{En el primario se cumple que: } V_1 = - \frac{d(N_1 \phi)}{dt} = - N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

Como el flujo está restringido al interior del núcleo de hierro, el mismo flujo atraviesa las espiras del secundario, produciendo la tensión V_2 .

$$V_2 = - \frac{d(N_2 \phi)}{dt} = - N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

Despejando de la primera $d\phi/dt$ y llevándolo a la segunda se obtiene la relación siguiente entre las tensiones del secundario y del primario:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad [8.18]$$

El cociente entre las tensiones es igual al cociente entre el número de espiras de los dos devanados. La relación N_2 / N_1 se conoce como *relación de transformación*. Si $N_2 > N_1$ el transformador se llama *elevador*, pero sí $N_2 < N_1$ el transformador se llama *reductor*.

Considerando el caso del transformador ideal, en el que pérdidas de potencia eléctrica son despreciables, se verifica, que la potencia absorbida por el transformador en el primario, es igual a la potencia cedida en el secundario y de aquí se obtiene la ecuación [8.19] que permite racionar las intensidades en el primario y en el secundario.

$$P_1 = P_2 \quad \Rightarrow \quad V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad [8.19]$$

Un alternador de una central eléctrica produce una potencia de 50 MW, a una tensión de 20 kV. Determina: a) La razón entre el número de espiras del secundario y del primario de un transformador, para que la tensión enviada a las líneas de transporte sea de 220 kV. b) La intensidad de la corriente en la línea.

a) La razón de transformación es: $\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{220 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} = 11$

b) De los datos del alternador deducimos la intensidad de la corriente que recorre el primario, pues la potencia vale $P = V_1 \cdot I_1$

$$I_1 = \frac{P}{V_1} = \frac{50 \cdot 10^6 \text{ W}}{20 \cdot 10^3 \text{ V}} = 2500 \text{ A}$$

De la razón de transformación: $I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1 = \frac{1}{11} 2500 \text{ A} = 227 \text{ A}$

Corrientes de Foucault

En las piezas metálicas sometidas a campos magnéticos variables con el tiempo, como es el núcleo de hierro de un transformador, o las piezas que sirven de soporte a las bobinas metálicas de generadores y motores, pasa un flujo magnético variable con el tiempo que induce unas corrientes llamadas de Foucault. Estas corrientes parásitas disipan energía, produciendo calentamiento y envejecimiento de los aparatos y además se oponen al movimiento de piezas metálicas dentro de campos magnéticos por lo que son perjudiciales.



Subestación de transformación de corriente alterna, hasta donde llega la corriente procedente de los transformadores de las centrales. Los transformadores, son grandes máquinas que aumentan la tensión de la corriente alterna desde decenas de miles de voltios, hasta centenares de miles de voltios, reduciendo así la intensidad de la corriente y de este modo aminorando la disipación de energía eléctrica en el transporte, por su transformación en calor debido al efecto Joule.

Impacto ambiental de la producción de electricidad

La transformación de otras formas de la energía, en energía eléctrica supone el uso de energías primarias: como el carbón, el gas, combustibles líquidos derivados del petróleo y materiales radiactivos en las centrales nucleares. También se utilizan energías renovables como la energía potencial gravitatoria del agua embalsada, empleada en centrales hidroeléctricas, la energía eólica, la energía solar, la geotérmica y la maremotriz. Sin embargo, para valorar con cierta propiedad el problema, es conveniente conocer primero, todo el proceso de producción industrial de la corriente alterna.

Generación y transporte de la electricidad

La generación y el transporte de la energía eléctrica, necesitan de un conjunto de instalaciones que se utilizan para transformar otros tipos de energía en electricidad y transportarla hasta los lugares de uso, situados generalmente a cientos de kilómetros de los centros de producción. Se utiliza corriente alterna, ya que de este modo se puede reducir o elevar su voltaje, mediante transformadores.

Las instalaciones eléctricas de producción y transporte tienen seis elementos principales:

- La central eléctrica.
- Los transformadores que elevan el voltaje de la energía eléctrica hasta altas tensiones necesarias para las líneas de transmisión.
- Las líneas de transmisión.
- Las subestaciones donde se le baja el voltaje en transformadores reductores, para adecuarse a las líneas de distribución.
- Las líneas de distribución a media tensión.
- Otros transformadores que reducen de nuevo el voltaje, a los valores utilizados para usos domésticos e industriales.

En una instalación normal, los generadores de la central suministran voltajes de unos 26.000 voltios; voltajes superiores no son adecuados por las dificultades que presenta su aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138.000 y 765.000 voltios para la línea de transmisión primaria. En la subestación, el voltaje se transforma en tensiones entre 69.000 y 138.000 voltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución. La tensión se baja de nuevo con transformadores en cada punto de distribución. La industria pesada suele trabajar a 33.000 voltios, y los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. Para el suministro a los consumidores se baja más la tensión: la industria suele trabajar a tensiones entre 380 y 415 voltios, y las viviendas entre 220 y 240 V.

El importante papel de los transformadores

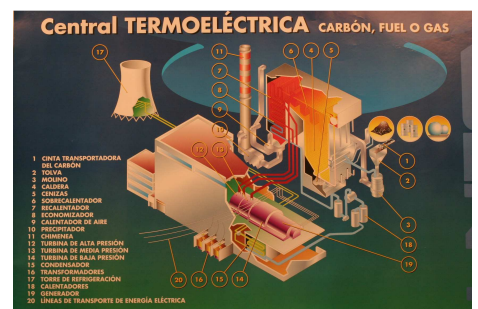
Una característica importante del transformador es que permite transportar la energía eléctrica con un bajo coste económico. En efecto, con objeto de minimizar las pérdidas por el efecto Joule, I^2R , con el consiguiente calentamiento, en las líneas de transmisión es más rentable usar alto voltaje y baja intensidad. Por otra parte, para aumentar la seguridad en el uso se requiere también que la potencia eléctrica distribuida al consumidor sea de bajo voltaje y alta intensidad. Supongamos, por ejemplo, que en una ciudad de 100.000 habitantes cada persona requiere para su consumo 1 kW de potencia



El agua almacenada en la presa tiene energía potencial, que al salir por la tubería de presión incide sobre una turbina hidráulica conectada a un alternador, transformándose la energía mecánica en energía eléctrica.



Es una central térmica en la que la energía primaria procede de la reacción de fusión de los átomos de uranio-235. La energía liberada la absorbe un fluido que mediante un intercambiador de calor la cede a un circuito de agua-vapor y en estado de vapor, incide sobre una turbina de vapor, poniéndola en rotación. Mediante un eje acoplado a un alternador se transmite a éste el movimiento y se genera la energía eléctrica.



La energía primaria es carbón, fuel o gas, combustibles con los que se calienta agua hasta el estado de vapor a alta presión y temperatura en una caldera. Éste vapor incide sobre una turbina acoplada a un alternador y así se genera la energía eléctrica. Las centrales térmicas con independencia del combustible primario, necesitan un circuito de refrigeración para que pueda funcionar la turbina que es una máquina térmica y por este motivo han de estar emplazadas cerca de grandes caudales de agua.

eléctrica. Para usos domésticos la tensión es de 220 V y la corriente que necesitaría cada persona sería:

$$I = \frac{1000 \text{ W}}{220 \text{ V}} \approx 4,5 \text{ A} .$$

La intensidad total que necesita la ciudad de 100.000 habitantes es por lo tanto de 450.000 A. El transporte de esa corriente desde la central eléctrica donde se produce (a muchos kilómetros de distancia) hasta el consumidor requeriría cables conductores de una gran sección y aún así las pérdidas por el calentamiento debido al efecto Joule, I^2R , serían substanciales. ¡El precio del kWh de energía eléctrica se dispararía! Para evitar este perjuicio, se eleva el voltaje de la corriente para el transporte, y se disminuye después para distribuirlo dentro de la ciudad a los consumidores. Por ejemplo, a la salida de la central eléctrica se eleva el voltaje hasta 600.000 V, pero como la potencia transportada será la misma, la intensidad valdrá

$$600.000 \text{ V} \times I = 220 \text{ V} \times 450.000 \text{ A}, \quad \Rightarrow \quad I \approx 165 \text{ A} .$$

La corriente transportada de 165 A, desde la central hasta la ciudad, no supone pérdidas importantes y el transporte resulta más económico. A continuación, en las afueras de la ciudad suele haber una subestación de potencia o transformación que reduce el voltaje a unos niveles más seguros, de aproximadamente 10.000 V, para la distribución por el interior de la ciudad. Finalmente, otra serie de transformadores reducen todavía más el voltaje, a 220 V, para el consumo final del usuario doméstico.

Una línea de transmisión tiene una resistencia de 0,02 Ω /km. Calcula las pérdidas por efecto Joule en la línea de 10 km de longitud si una potencia de 440 kW debe ser transportada. a) a 220 V, b) a 5000 V.

$$a) \quad I = \frac{P}{V} = \frac{440 \text{ kW}}{220 \text{ V}} = 2000 \text{ A}, \quad P = I^2 R = (2000)^2 \times 0,02 \times 10 = 400.000 \text{ J} .$$

$$b) \quad I = \frac{P}{V} = \frac{440 \text{ kW}}{5000 \text{ V}} = 88 \text{ A}, \quad P = I^2 R = (88)^2 \times 0,02 \times 10 = 1549 \text{ J} .$$

Efectos sobre el medio ambiente

El más reciente de los acontecimientos medioambientales importantes en la historia de la Tierra se produjo en el cuaternario (entre 1,6 millones y 10.000 años atrás), llamado también periodo glacial. El clima subtropical desapareció y cambió la faz del hemisferio norte, Grandes capas de hielo retrocedieron y se retiraron en América del Norte y en Europa, haciendo oscilar el clima de frío a templado, influyendo en la vida vegetal y animal dando lugar al clima que hoy conocemos.

El ser humano, apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades. Fue con la Revolución Industrial cuando el hombre empezó realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado de su calidad y capacidad para sustentar la vida.



Utilizan como energía primaria, la energía cinética del viento y mediante un aerogenerador la transforman en energía eléctrica. La potencia individual de estos aparatos oscila entre 0,1 MW y 0,5 MW y sus posibilidades de producción viene condicionada por las condiciones eólicas del momento, si bien, se instalan en zonas donde el viento tiene durante muchos días al año la velocidad necesaria. Constituye una buena fuente de apoyo energético. España es uno de los países del mundo con mayor potencia eléctrica instalada mediante esta tecnología.



Transforma la energía de la radiación solar, mediante unas células fotovoltaicas, construidas de silicio fundamentalmente, en energía eléctrica. Su capacidad de producción hoy por hoy, es muy limitada y su coste de instalación muy alto, además no producen por la noche y están muy condicionadas por la presencia de nubes.

De todos modos, las energías renovables constituyen un recurso energético inagotable, a diferencia de las energías tradicionales que exceptuando la hidráulica se agotarán algún día.

Para la producción de energía eléctrica es necesario el uso de combustibles. Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera. La cantidad de CO_2 atmosférico había permanecido estable, aparentemente durante siglos, en unas 260 ppm (partes por millón), pero en los últimos 100 años ha ascendido a 350 ppm. Lo significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero. El dióxido de carbono atmosférico tiende a impedir que la radiación infrarroja salga al espacio exterior; al generarse más calor y emitirse menos al espacio, la temperatura global de la Tierra podría aumentar.

Un calentamiento global significativo de la atmósfera tendría graves efectos sobre el medio ambiente. Aceleraría la fusión de los casquetes polares, haría subir el nivel de los mares, cambiaría el clima regional y globalmente, alteraría la vegetación natural y afectaría a las cosechas. Estos cambios, a su vez, tendrían un enorme impacto sobre la civilización humana. Desde 1850 se ha producido un aumento medio en la temperatura global de cerca de 1°C . Algunos científicos han predicho que el aumento de la concentración en la atmósfera de CO_2 y otros “gases invernadero” provocará que las temperaturas continúen subiendo. Las estimaciones van de 2 a 6°C para mediados del siglo XXI. No obstante, otros científicos que investigan los efectos y tendencias del clima rechazan las teorías del calentamiento global, atribuyendo la última subida de la temperatura a fluctuaciones normales que están muy afectadas por las variaciones de la actividad solar.

Asociado también al uso de combustibles fósiles, existe el problema de la deposición ácida, la cual se debe a la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno por las centrales térmicas y por los escapes de los vehículos a motor. Estos productos interactúan con la luz del sol, la humedad y los oxidantes produciendo ácido sulfúrico y nítrico, que son transportados por la circulación atmosférica y caen a tierra, arrastrados por la lluvia y la nieve en la llamada lluvia ácida, o en forma de depósitos secos, partículas y gases atmosféricos. La lluvia ácida es un importante problema global. La acidez de algunas precipitaciones corroe los metales, desgasta los edificios y monumentos de piedra, daña y mata la vegetación y acidifica lagos, corrientes de agua y suelos. La lluvia ácida puede retardar también el crecimiento de los bosques.

Durante el periodo comprendido entre 1959 y 1990, la producción y consumo anual de electricidad aumentó de poco más de 1 billón de Kwh. a más de 11,5 billones de Kwh. También tuvo lugar un cambio en el tipo de generación de energía. En 1950 las dos terceras partes de la energía eléctrica se generaban en centrales térmicas y un tercio en centrales que hacen de soporte de las bobinas hidroeléctricas. En 1990 las centrales térmicas seguían produciendo alrededor del 60% de la electricidad, pero las centrales hidroeléctricas han descendido hasta poco más del 20% y la energía nuclear genera el 15% de la producción mundial. Sin embargo, el crecimiento de la energía nuclear ha descendido en algunos países debido a consideraciones de seguridad o de naturaleza ideológica. En Estados Unidos las centrales nucleares generaron el 20% de la electricidad en 1990, mientras que en Francia, líder mundial del uso de energía atómica, las centrales nucleares proporcionan el 75% de su producción eléctrica.



El efecto invernadero

es debido a la reflexión de la radiación infrarroja en el conjunto de gases que forman la atmósfera, en las partículas que lleva en suspensión, y en el vapor de agua de las nubes. Este fenómeno se ha producido siempre y permite la regulación de las temperaturas en nuestro planeta, equilibrando la energía que entra procedente del Sol y la que radia la Tierra al espacio exterior, como radiación infrarroja.

Una polémica parece surgir en los últimos años a causa del incremento en la atmósfera de gases debidos a las actividades humanas, como el CO_2 y otros, que aumentan la reflexión de la radiación infrarroja hacia la superficie terrestre, rompiendo el equilibrio natural y en tal caso contribuyendo a una posible elevación de la temperatura media del planeta. Sin embargo, no todos los científicos están de acuerdo con la influencia de las actividades humanas en el clima y consideran que los cambios son procesos naturales en la evolución de nuestro planeta.