

La energía y su transformación



PAU
Mayores de 25 años

Contenidos

Tecnología Industrial **Energía: La energía y su transformación**

1. Introducción y conceptos



Algunas de estas preguntas pueden ayudarte a comprender lo que vas a estudiar en el presente tema.

- ¿Qué representa la energía?
- ¿Qué tipos de energías conoces?
- ¿En qué unidades se mide la energía cinética? ¿y la potencial?
- ¿Qué ventajas tiene la energía nuclear respecto a otras fuentes energéticas? ¿Y que inconvenientes?
- ¿Qué camino recorre la energía desde que es generada hasta que llega a tu casa?

La manipulación y el control de la energía por el ser humano ha marcado su capacidad de desarrollo. Primero fue el control del fuego, después la rueda hidráulica, la aparición de los primeros molinos de viento, más tarde la máquina de vapor y por fin la producción de la electricidad que permitió disponer de cualquier cantidad de energía en cualquier lugar.

El desarrollo industrial está relacionado con la capacidad de producción de energía, por lo que la irrupción de tres países: China, India y Brasil, muy densamente poblados y en pleno proceso de expansión industrial, está obligando a reformular el mundo del consumo de energía.



Imagen en Wikimedia Commons de [Björn Appel](#) bajo [CC](#)

El objetivo de este primer tema del bloque "Energía" es definir los conceptos básicos que van a ser necesarios para desarrollar el resto de la unidad. En la última parte de la misma se lleva a cabo el estudio del proceso de producción y distribución de la energía eléctrica.

1.1. Conceptos

A lo largo de este tema vamos a referirnos continuamente a dos conceptos básicos: energía y trabajo.

Estas palabras son utilizadas frecuentemente en nuestra vida diaria. Así a nadie le costaría entender que queremos decir con expresiones del tipo "no tengo energía para nada" o "leer esta primera página del curso me está costando mucho trabajo".



Imagen en Intef de [P. M. García](#) bajo [CC](#)

Sin embargo, y tal y como sucede en muchas ocasiones, el concepto científico o técnico no coincide exactamente con la interpretación "corriente" que se tiene del mismo. Energía es la capacidad que tiene un sistema de producir cualquier tipo de cambio en su entorno. Ese cambio en su entorno puede manifestarse de muchas formas, desde una variación de la temperatura del mismo a un incremento en la velocidad de alguna de las partículas que lo forman.



Energía:

Capacidad que tiene un sistema para producir trabajo. La energía de un sistema puede ser liberada y transformarse en otros tipos de energía.

Para poder comprender esta definición, es necesario definir el concepto trabajo.

Importante

Trabajo:

Es la forma de manifestarse la energía con consecuencias útiles, y se produce al aplicar una fuerza provocando un desplazamiento, en caso de no producirse desplazamiento tiene lugar una deformación del cuerpo.

Trabajo = Fuerza x desplazamiento

$$W = F \cdot d$$

Comprueba lo aprendido

Lúptiple

Selecciona la opción correcta:

Un sistema tendrá más energía que otro cuando:

☐

Tenga más trabajo.

☐

Sea capaz de producir más trabajo.

☐

Cuando sea capaz de realizar un trabajo más rápidamente.

Mostrar retroalimentación

2. Unidades y relación entre magnitudes

En este apartado vas a conocer las unidades de medidas utilizadas, además de las pertenecientes al Sistema Internacional también mencionamos otras unidades habituales. También será importante conocer la relación que existe entre las magnitudes de energía y tiempo.

2.1. Unidad de medida

Importante

Julio:

Unidad del Sistema Internacional de Unidades para la **energía**, el **trabajo** y el **calor**. Se define como el **trabajo realizado** por una **fuerza de 1 newton** al producir un **desplazamiento de 1 metro** (N.m).

El símbolo que representa al julio es la letra **J**.



Imagen en [Wikimedia Commons](#)
de [Searobin](#) bajo [Domino Público](#)

Aunque el julio sea la unidad definida por el SI para la medida de la energía y el trabajo, eso no quiere decir que sea la unidad que se deba utilizar siempre.

En algunas ocasiones la tradición aconsejará utilizar otras unidades.

- En el sistema Cegesimal (CGS), la unidad se llama ergio y corresponde a (dina.cm, dina por centímetro).
- En el sistema Técnico (ST), la unidad se llama kilográmetro y corresponde a (kp.m, kilopondio por metro).

En otras ocasiones el valor de energía o trabajo que se quiere medir es tan grande o pequeño que será conveniente utilizar una unidad de un "tamaño" más adecuado. Puedes para ello utilizar múltiplos o submúltiplos propios del Sistema Internacional de Unidades.

[Prefijos del Sistema Internacional](#)

La siguiente tabla muestra los prefijos definidos por el SI para cualquier unidad.

10ⁿ	PREFIJO	SÍMBOLO	ESCALA CORTA	ESCALA LARGA	Equivalencia decimal
10 ²⁴	yotta	Y	Septillón	Cuadrillón	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10 ²¹	zetta	Z	Sextillón	Mil trillones	1 000 000 000 000 000 000
10 ¹⁸	exa	E	Quintillón	Trillón	1 000 000 000 000 000 000
10 ¹⁵	peta	P	Cuadrillón	Mil billones	1 000 000 000 000 000
10 ¹²	tera	T	Trillón	Billón	1 000 000 000 000
10 ⁹	giga	G	Billón	Mil millones (o millardo)	1 000 000 000
10 ⁶	mega	M	Millón		1 000 000
10 ³	kilo	k	Mil		1 000
10 ²	hecto	h	Centena		100
10 ¹	deca	da / D	Decena		10
10 ⁰	<i>ninguno</i>		Unidad		1
10 ⁻¹	deci	d	Décimo		0.1
10 ⁻²	centi	c	Centésimo		0.01
10 ⁻³	mili	m	Milésimo		0.001
10 ⁻⁶	micro	μ	Millonésimo		0.000 001
10 ⁻⁹	nano	n	Billonésimo	Milmillonésimo	0.000 000 001
10 ⁻¹²	pico	p	Trillonésimo	Billonésimo	0.000 000 000 001
10 ⁻¹⁵	femto	f	Cuadrillonésimo	Milbillonésimo	0.000 000 000 000 001
10 ⁻¹⁸	atto	a	Quintillonésimo	Trillonésimo	0.000 000 000 000 000 001
10 ⁻²¹	zepto	z	Sextillonésimo	Miltrillonésimo	0.000 000 000 000 000 000 001

10^{-24}	yocto	y	Septillonésimo	Cuadrillonésimo	0.000 000 001
------------	-------	---	----------------	-----------------	---------------

Ejemplos:

- $5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m} = 5 \times 0,01 \text{ m} = 0,05 \text{ m}$
- $3 \text{ MW} = 3 \times 10^6 \text{ W} = 3 \times 1.000.000 \text{ W} = 3.000.000 \text{ W}$

Reflexiona

Mira en el contador de luz de tu casa el consumo de energía eléctrica.

¿En qué unidades se mide?

Reflexiona

Coge ahora un paquete de cereales, una lata de refresco o cualquier otro alimento envasado, y busca cuánta energía nos proporciona.

2.2. Relación Trabajo, Energía y Potencia

En cualquier aplicación práctica va a ser muy importante conocer la rapidez con que se puede transmitir un trabajo o una energía. Es decir, por mucha energía que seamos capaces de obtener de un sistema, no será útil si la velocidad con la que la energía es aportada al sistema no es suficiente para cubrir nuestras necesidades. Para ello se define la magnitud **potencia**.



Potencia:

Trabajo que se ha realizado durante la unidad de tiempo, es decir, la energía desarrollada por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Despejando en la ecuación anterior, si conocemos la potencia de una máquina y el tiempo que ha estado en funcionamiento, se puede calcular la energía que ha producido y el trabajo que ha desarrollado.

$$E = P \cdot t$$

Como ya se dijo al definir el concepto de energía, siempre que presentemos una nueva magnitud es necesario definir la unidad del sistema internacional que se va a utilizar para su medida. En este caso la unidad de potencia es el **vatio**. El nombre de esta unidad es un homenaje a James Watt, matemático e ingeniero escocés que consiguió evolucionar la máquina de vapor hasta convertirla en la base de la revolución industrial.

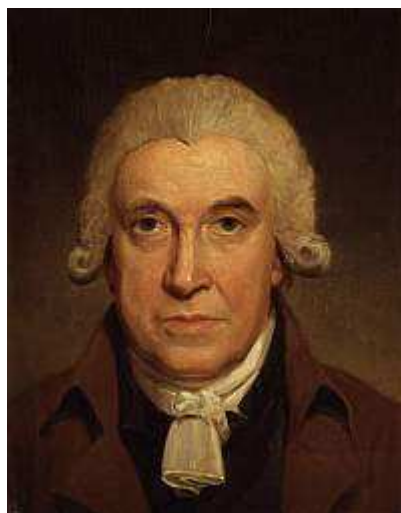


Imagen en [Wikimedia Commons](#)

Importante

Vatio

Unidad de medida de potencia en el sistema internacional, se representa por medio de la letra W.

Un vatio se define como la potencia desarrollada por un sistema que libera una energía de un julio en un tiempo de un segundo.

Muy frecuentemente cuando estamos refiriéndonos a sistemas mecánicos o a motores térmicos, se emplea como unidad de potencia el [caballo de vapor](#) (CV), un CV equivale a 736 W.

Reflexiona

Calcula la energía, en julios y en kWh, que ha consumido una lámpara incandescente de 80 W que ha estado conectada durante 45 minutos.

3. Formas de manifestación de la energía



La energía que posee un sistema puede manifestarse de muy distintas formas. Así un coche que se mueve por una carretera posee una energía asociada a la velocidad con la que se mueve y un líquido que hemos calentado a una determinada temperatura posee una energía que es capaz de calentar los elementos que pongamos en contacto con él.

Vamos a estudiar en este apartado los tipos de energía más importantes que puede presentar un sistema, así como las relaciones matemáticas que nos permiten calcular su valor.

3.1. Energía mecánica

La **energía mecánica** representa la **capacidad que poseen los cuerpos con masa de efectuar un trabajo** .

Sin embargo, la masa por sí misma no es una forma de energía mecánica. Para que un sistema tenga energía mecánica deberá o bien moverse con una cierta velocidad o estar alejado de su posición de reposo.



Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Ludraman](#) bajo [Domino Público](#)

Existen tres tipos de energía mecánica:

- **Energía cinética** . Es la energía asociada a la velocidad con la que un cuerpo de una determinada masa se mueve. En la fotografía de la derecha el niño que está saltando en la cama elástica posee energía cinética por el hecho de moverse. Esa energía cinética se manifestará como trabajo cuando caiga sobre la cama elástica deformándola.
- **Energía potencial** . Es la energía asociada a la posición que ocupa un objeto de una determinada masa respecto a un sistema de referencia. En el ejemplo de la fotografía, cuando el chico llega a una altura máxima sobre la cama elástica no tiene energía cinética, su velocidad es cero. Sin embargo, posee energía potencial por estar a una determinada altura sobre la cama elástica. En el instante que el niño comienza a descender la energía potencial se irá transformando en energía cinética y cuando llegue a la cama elástica se manifestará de nuevo como trabajo.
- **Energía potencial elástica** . Es la energía que posee un cuerpo por haber sido deformado y alejado de su estado de reposo. En el caso de la cama elástica el peso del niño que cae sobre ella produce una deformación que a su vez producirá un trabajo al "lanzar" al niño de nuevo por lo aires cuando recupere su forma.



Es la debida al movimiento que tienen los cuerpos, la capacidad de producir trabajo depende de la masa de los cuerpos y de su velocidad, según la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$



Importante

Energía potencial

Es la capacidad que tiene los cuerpos de producir trabajo en función de la posición que ocupan. En el caso de un cuerpo que se encuentra a una altura h respecto de un sistema de referencia:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$



Importante

Energía potencial elástica

Es la que se encuentra almacenada en los resortes o elementos elásticos cuando se encuentran comprimidos. El valor de esta energía es proporcional al valor de la constante de rigidez (k) del elemento elástico y la longitud de la deformación (x):

$$E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$$

Hemos visto pues que existen tres tipos de energía mecánica. La energía cinética asociada a la velocidad con la que se mueve un sistema, la potencial, asociada con la posición que ocupa el sistema respecto a una referencia y la energía potencial elástica asociada a sistemas que han sido deformados y que son capaces por su cuenta de recuperar su forma original.

La energía mecánica de un sistema será la suma de estos tres tipos de energía.



Importante

Energía mecánica

La energía mecánica de un sistema será la suma de la energía cinética, potencial y potencial elástica.

En un sistema aislado, la suma de las energías potenciales y cinética, es la energía mecánica y se mantiene constante.

$$E_M = E_c + E_p + E_{pe}$$

Reflexiona

Que energía cinética acumula un ciclista que tiene una masa de 75 kg y se desplaza a una velocidad de 12 metros por segundo.

Reflexiona

Calcula la energía que almacena un tirachinas cuando se ha estirado 12 cm si la constante de elasticidad de la goma es de 1.200 N/m.

Reflexiona

Calcula a que velocidad llegará al suelo una maceta que se ha caído del alfeizar de una ventana que se encuentra a 5 metros de altura.

Ejercicio resuelto

... una cantidad de energía

¿Qué energía tiene el objeto durante el proceso?

3.2. Energía eléctrica

Importante

La energía eléctrica es la asociada a la corriente eléctrica. Su valor depende de la diferencia de potencial del componente, de la intensidad de corriente que lo atraviesa y del tiempo transcurrido.

$$E = I.t.V$$

También es muy frecuente utilizar la definición de energía eléctrica en función de la potencia:

$$E = P.t$$



Imagen en Flickr de [Jaime Nicolau](#) bajo CC

Como ya hemos dicho anteriormente, la unidad de energía en el Sistema Internacional de unidades es el **julio** . Sin embargo cuando se habla de energía eléctrica es muy habitual utilizar el kilovatio-hora, **kWh** .

Recuerda que la equivalencia entre estas unidades es:

$$1 \text{ kWh} = 3,6.10^6 \text{ J}$$

Reflexiona

Comprueba lo aprendido **so**

Indica si el siguiente enunciado es verdadero o falso.

Un generador aportará mas energía cuanto mayor sea su potencia.

Verdadero ☐ Falso ☐

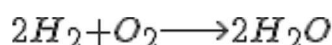
3.3. Energía química

Importante

Energía química:

Energía que se libera o que hay que comunicar al sistema cuando se produce en él una reacción química.

Una reacción química es un proceso en el que unas sustancias a las que llamamos reactivos se transforman en otras a la que llamamos productos. Así por ejemplo:



Es una ecuación química en la que se representa de forma ajustada como los reactivos, dos moléculas de hidrógeno reaccionan con una molécula de oxígeno, para producir los productos, en este caso dos moléculas de agua.

Si observáramos a nivel molecular esta reacción tendríamos algo similar a:

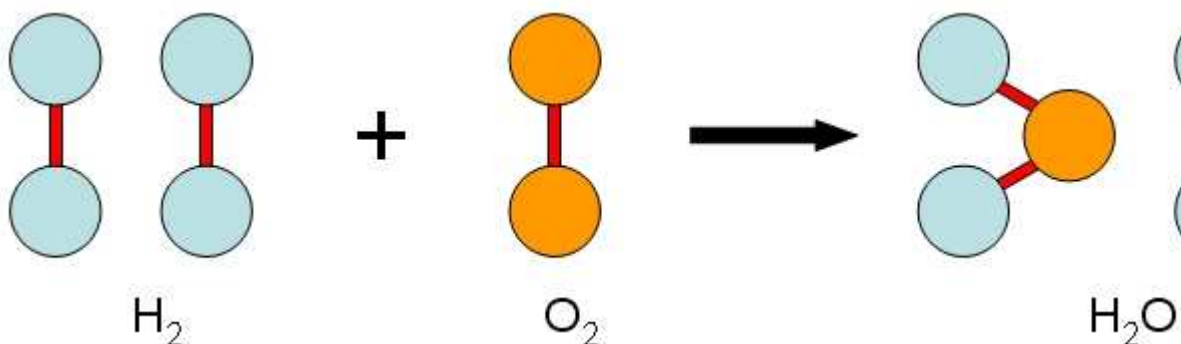


Imagen creación propia

Es decir, para que se produzca la reacción es necesario:

- Romper tres enlaces químicos (uno por cada molécula de hidrógeno y otro en la molécula de oxígeno), esto supone un gasto de energía.
- Formar cuatro enlaces químicos (dos enlaces entre los átomos de hidrógeno y oxígeno de cada molécula de agua), estos procesos estabilizan al sistema liberando energía.

Dentro de cualquier reacción química van a producirse una serie de procesos que van acompañados de un gasto o aporte de energía. Esta energía es la energía química.

La energía química está pues almacenada en los enlaces moleculares dentro de los cuerpos. Esta energía se libera en forma de calor. Es la energía de los alimentos y los combustibles.

En los procesos tecnológicos las reacciones químicas más habituales son las **reacciones de combustión**. En estas reacciones una sustancia llamada combustible reacciona con oxígeno para formar un producto y liberar energía en forma de calor. Esta energía se utilizará para realizar otros procesos.

La cantidad de energía que se puede obtener de un combustible depende de dos factores:

- **Poder calorífico** (P_c): Representa la energía que se puede obtener de un kg de combustible.
- **Cantidad de combustible** (m , V) en masa o volumen según se trate de un combustible sólido o de un fluido.

Es decir:

$$E = m \cdot P_c \quad E = V \cdot P_c$$



Imagen en Flickr de [calafellvalo](#) bajo [CC](#)



Imagen en Flickr de [swisscan](#) bajo [CC](#)

Comprueba lo aprendido

Determina que expresiones son correctas y cuales no entre las siguientes afirmaciones:

La energía química está almacenada en los enlaces moleculares.

Verdadero ☐ Falso ☐

El poder calorífico de un combustible, representa la potencia que ofrece frente a otro tipo de energía.

Verdadero ☐ Falso ☐

Ejercicio resuelto

Halla la energía desprendida en forma de calor cuando se han quemado 14 kg de gasolina,

$$P_c = 10.700 \text{ kcal/kg.}$$

Calcula la energía generada al producirse la combustión completa de 25 litros de gasóleo $P_c = 10.350 \text{ kcal/kg}$, si su densidad $\rho = 0,87 \text{ kg/dm}^3$

3.4. Energía térmica

Si pudiéramos observar una sustancia a nivel molecular veríamos que sus moléculas no están quietas, se agitan a diferentes velocidades. Cada una de estas partículas tiene pues una energía cinética. Para conocer la energía total de este tipo que tiene un sistema habría que sumar las energías cinéticas de todas sus moléculas, esto es algo que no tiene sentido.



Imagen en Flickr de [Andrés Rueda](#) bajo CC

En su lugar se define una propiedad macroscópica que nos indica el grado de agitación que en promedio tienen las moléculas. Esta propiedad es la **temperatura**.



Temperatura:

Magnitud que indica el grado de agitación de las moléculas de una sustancia, su valor está asociado a la energía cinética promedio del sistema.

Energía térmica:

Energía que tiene un sistema debida a la agitación de las moléculas que lo forman.

Es decir la temperatura representa el grado de agitación de las moléculas de un sistema, a mayor agitación más temperatura.

Por otro lado la experiencia dice que cuando ponemos en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, el que está a una temperatura mayor cede parte de su energía (disminuye su temperatura) al que está a menor temperatura (aumenta su temperatura). Este proceso termina cuando las temperaturas de los cuerpos se han igualado. En ese instante se dice que el sistema ha alcanzado el **equilibrio térmico** y a la energía que ha pasado de un cuerpo a otro se le llamará **calor**.

Importante

Calor:

Energía que fluye desde un cuerpo que se encuentra a una cierta temperatura a otro que se encuentra a una temperatura inferior.

El **calor** es pues una forma de **energía en tránsito entre dos cuerpos**. Esta energía puede ser almacenada por los cuerpos en forma de energía térmica.

Cuando dos cuerpos a diferente temperatura alcanzan el equilibrio térmico (cuando sus temperaturas se igualan), la cantidad de energía que ha pasado del cuerpo "caliente" al "frío" en forma de calor depende de tres factores:

- La masa del sistema (m).
- De un coeficiente llamado calor específico (c_e). Este valor es característico de cada sustancia e indica la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 kg de material para aumentar su temperatura un grado kelvin.
- Del incremento de temperatura del elemento: ($\Delta T = T_f - T_i$), donde T_f es la temperatura final que ha alcanzado el sistema y T_i es la temperatura inicial del elemento.

Es decir:

Importante

El calor comunicado o desprendido para que un sistema de m kg pase de una temperatura inicial T_i a una temperatura final T_f viene dado por:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_i)$$

Donde c_e es el calor específico de la sustancia.

Tabla de calores específicos

A continuación tienes una tabla en la que aparecen los calores específicos de varias sustancias.

Sustancia	Fase	c_p (másico) kJ Kg^{-1} K^{-1}	c_p (molar) kJ mol^{-1} K^{-1}
Gas monoatómico (Ideal)	gas		$\frac{5}{2} R = 20.8$
Helio	gas	5,1932	20,8
Argón	gas	0,5203	20,8
Gas diatómico (Ideal)	gas		$\frac{7}{2} R = 29.1$
Hidrógeno	gas	14,30	28,82
Nitrógeno	gas	1,040	29,12
Oxígeno	gas	0,918	29,4
Aire (en condiciones típicas de habitación)	gas	1,012	29,19
Aluminio	sólido	0,897	24,2
Amoniaco	líquido	4,700	80,08
Antimonio	sólido	0,207	25,2
Arsénico	sólido	0,328	24,6
Berilio	sólido	1,82	16,4
Cobre	sólido	0,385	24,47
Diamante	sólido	0,5091	6,115
Etanol	líquido	2,44	112
Gasolina	líquido	2,22	228
Oro	sólido	0,1291	25,42
Grafito	sólido	0,710	8,53
Hierro	sólido	0,450	25,1
Plomo	sólido	0,127	26,4
Litio	sólido	3,58	24,8
Magnesio	sólido	1,02	24,9
Mercurio	líquido	0,1395	27,98
Neón	gas	1,0301	20,7862
cera de parafina	sólido	2,5	900
Sílice (fundido)	sólido	0,703	42,2
Uranio	sólido	0,116	27,7
Agua	gas (100 °C)	2,080	37,47

Agua	líquido (25 °C)	4,1813	75,327
Agua	sólido (0 °C)	2,114	38,09
Todas las medidas son a 25 °C a menos que se indique lo contrario. Los mínimos y máximos notables se muestran en negrita .			

Formas de intercambio de la energía térmica

La energía térmica o calorífica se puede transmitir de tres formas diferentes:

- **Radiación** : El calor se transmite en forma de ondas electromagnéticas, de modo que un cuerpo más caliente irradia calor en todas las direcciones.
- **Convección** : Este tipo de transmisión se da en los fluidos, tanto líquidos como gaseosos, ya que al calentarse disminuyen su densidad y pasan sus moléculas a ocupar la zona superior, por lo que el lugar vacante es reemplazado por nuevas moléculas frías, estableciéndose una corriente llamada convección.
- **Conducción** : El calor es transmitido entre dos cuerpos que tengan diferentes temperaturas por medio de un contacto físico, hasta que se igualen las temperaturas de los cuerpos.

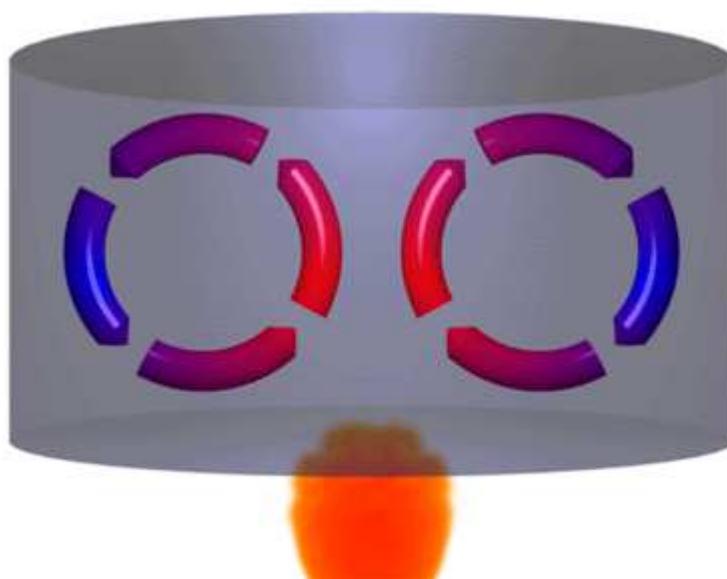


Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Oni Lukos](#) bajo [CC](#)

Reflexiona

Calcula la cantidad de energía térmica acumulada en el agua del radiador de un automóvil en el que la temperatura ha pasado de 7 °C a 93 °C antes de entrar en funcionamiento el ventilador, si en el radiador caben 2,3 litros. $c_e = 1 \text{ kcal/kg.K}$

3.5. Energía nuclear



En una reacción nuclear la relación entre la masa desaparecida y la energía liberada viene dada por:

$$E = m \cdot c^2$$

Donde m es la masa desaparecida expresada en kg y c la velocidad de la luz (300.000 km/s).

Aunque la masa desaparecida en una reacción nuclear es un valor muy pequeño, el alto valor de la velocidad de la luz (que además aparece elevado al cuadrado) indica que en estos procesos el valor de la energía liberada es extraordinariamente alto.



Imagen en Flickr de [Arkangel](#) bajo [CC](#)

La energía nuclear se manifiesta en las llamadas **reacciones nucleares** . Existen dos tipos de reacciones nucleares.

- **Reacción de fisión:** Cuando se rompen núcleos pesados de material fisionable (uranio, plutonio), para constituir otros más ligeros.
- **Reacción de fusión:** Cuando los núcleos de varios átomos ligeros (tritio y deuterio) se unen para formar un núcleo más pesado (helio).

En estos procesos una pequeña **parte de la materia** de los núcleos implicados **desaparece , transformándose en energía** . Albert Einstein llegó a cuantificar la relación entre la masa desaparecida y la energía generada.

Reflexiona

Calcula la energía generada, en kcal, cuando en una reacción nuclear han desaparecido $2\text{ }\mu\text{g}$ de materia.

4. Transformación de la energía



Transformación energética

Una transformación energética va ser cualquier proceso en el cual un tipo de energía a través de un proceso físico o químico se transforma en otro tipo de energía.

4.1. Conservación de la energía

Un ejemplo en que suceden múltiples transformaciones energéticas sería un motor de combustión.

Inicialmente el combustible almacena energía química en las moléculas que lo forman. Cuando el combustible explota dentro de los cilindros esa energía química se transforma en energía térmica. La energía térmica liberada hace mover los pistones de los cilindros, la energía pasa a ser energía cinética. Por último, parte de la energía se pierde a través de las paredes del motor como calor y como energía de rozamiento entre sus piezas.

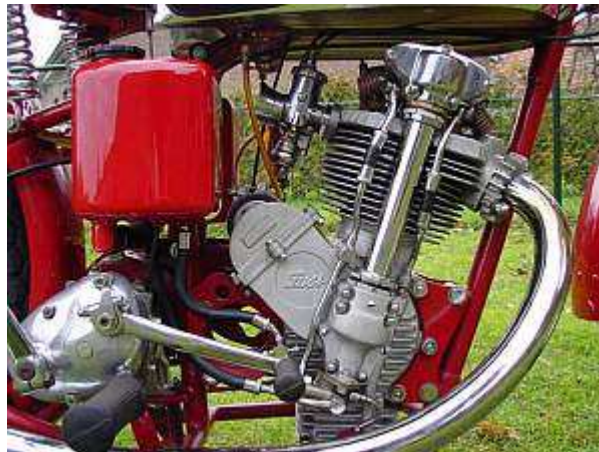


Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Piero](#) bajo [CC](#)

En ninguno de los procesos anteriores se crea o desaparece energía, lo que ocurre es que la energía pasa a tener distinta forma. Este es un caso particular del principio de conservación de la energía.



Principio de conservación de la energía

En toda transformación energética la energía total de un **sistema aislado** permanece constante. La energía no puede crearse ni destruirse, solo se puede transformar de una forma a otra.



Imagen en Flickr de [vjbp56](#) bajo [CC](#)

Si reflexionas un poco sobre el principio de conservación de la energía y el ejemplo del motor de explosión tal vez te des cuenta de que las cosas parecen no ser tan sencillas.

El **principio de conservación** establece que la **energía total del sistema es constante**. En principio pues, toda la energía química liberada por el combustible debería de transformarse en energía cinética en el pistón. Sin embargo, el motor al funcionar se calienta, parte de la energía se está perdiendo en forma de calor a través de las paredes del motor, parece que no se esté cumpliendo el principio de conservación. ¿Qué está pasando?

Si te fijas en la definición del principio de conservación de la energía hay una expresión que aparece resaltada en negrita "sistema aislado". Un sistema aislado es aquel que no puede intercambiar ni materia ni energía con su entorno. El motor de explosión no es un sistema aislado ya que intercambia calor con el exterior (las paredes del motor emiten calor aumentando la temperatura del entorno), no se le puede aplicar el principio de conservación.

La mayoría de los sistemas físicos y máquinas industriales en particular no son sistemas aislados, necesitamos pues un principio más general que incluya al anterior pero que permita estudiar cualquier tipo de sistema, este principio es el primer principio de termodinámica.

Importante

Primer principio de la termodinámica:

La variación de la energía interna de un sistema cerrado en una transformación energética es igual al calor comunicado al sistema desde el entorno menos el trabajo realizado por el sistema. Es decir:

$$\Delta E = E_f - E_i = Q - W$$

donde:

- ΔE = Variación de energía interna en el sistema.
- E_f y E_i = Energía final e inicial del sistema.
- Q = Calor o energía de cualquier tipo que recibe el sistema.

4.2. Rendimiento

En cualquier transformación energética, siempre existen pérdidas de parte de la energía debidas a diversos factores, las más habituales son:

- Rozamientos entre componentes móviles de los mecanismos.
- Rozamientos con el aire.
- Pérdidas debidas al efecto Joule en sistemas eléctricos.
- Causadas por efectos parásitos en los campos electromagnéticos.

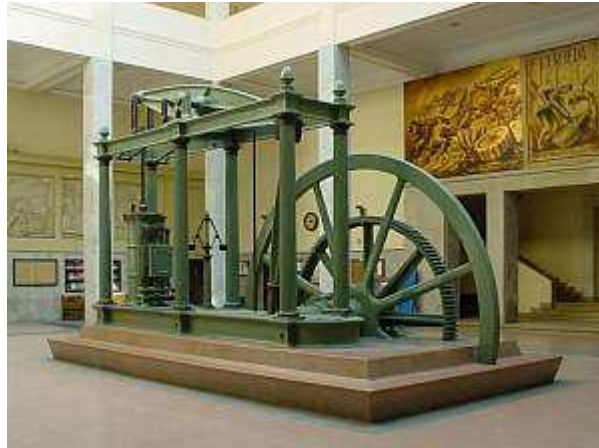


Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Nicolás Pérez](#) bajo [CC](#)

Recuerda que la ley de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, solo se puede transformar de una forma a otra.

Parece pues que llegamos a una contradicción, por un lado decimos que la energía se conserva y por otro que se pierde.

En realidad no existe ninguna contradicción, lo que estamos diciendo es que la energía se degrada en un proceso irreversible. En cualquier transformación parte de la energía pasa a estar en una forma menos útil.

Es importante definir un parámetro que establezca una relación entre la energía que se aporta a un sistema y la cantidad de esa energía que el sistema llega a aprovechar. Este parámetro es el rendimiento.



Rendimiento

Se define el rendimiento (η) como el cociente entre la energía útil (E_U) y la energía total o absorbida (E_T) por el sistema. Se suele expresar en %.

$$\eta = \frac{E_U}{E_T}$$

Aspectos a tener en cuenta:

- El rendimiento es un valor adimensional, es decir que no tiene unidades, se expresa en tanto por uno, o bien si se multiplica este resultado por cien se expresa en tanto por ciento %.
- Su valor siempre ha de ser inferior a la unidad, solo en el caso ideal de que un sistema no tuviese pérdidas su valor sería la unidad, pero esto solo ocurre a nivel teórico, nunca en la práctica.
- El rendimiento también se utiliza referido a potencias (la energía es igual a la potencia por unidad de tiempo), así la fórmula sería:

$$\eta = \frac{E_u}{E_T} = \frac{P_u \cdot t}{P_T \cdot t} = \frac{P_u}{P_T}$$



En resumen:

1. En todas las máquinas y en cualquier proceso físico se producen pérdidas de energía.
2. Por lo tanto su rendimiento siempre será inferior al 100%.
3. Esto no se debe interpretar como un incumplimiento del principio de conservación de la energía sino como una transformación "irremediable" de la energía en formas más degradadas, generalmente en forma de calor.



Si expresamos el rendimiento de una máquina o sistema en %, se cumplirá:



Es siempre mayor que uno, ya que la energía útil es siempre mayor.



Es siempre igual a uno, ya que la energía útil será igual a la energía



Es siempre menor que uno, ya que la energía útil será menor que la absorbida por el sistema.

Mostrar retroalimentación

5. Generación, transporte y distribución de energía



La mayor parte de la energía que demanda y consume la sociedad actual se obtiene a partir de transformar la energía eléctrica en cualquier otro tipo de energía.

A pesar de que la **energía eléctrica** no es la más utilizada como energía final, si es muy demandada por dos razones:

- Es la **más sencilla de transportar y distribuir** .
- **Su transformación** en cualquier otro tipo de energía final **se hace con rendimientos relativamente altos** .

Así la electricidad se emplea en la producción de frío y calor, en iluminación, en elevación de cargas, en la mayoría de los procesos de producción industrial, e incluso últimamente está teniendo una gran penetración en el mundo de la automoción y actualmente las principales compañías fabricantes de automóviles están produciendo vehículos híbridos, que consumen combustible y electricidad. Incluso ya es posible encontrar en el mercado los primeros coches alimentados exclusivamente por energía eléctrica.

5.1. Generación

Importante

Inducción electromagnética

La generación de energía eléctrica se basa en el **principio de inducción electromagnética** : cuando se **mueve un conductor eléctrico** en el seno de un **campo magnético** , se genera en él una **fuerza electromotriz** (fem) que sirve para alimentar receptores eléctricos.

La fem inducida se mide en **voltios** y su valor depende:

- de la **inducción del campo magnético** (B) que se mide en teslas (T),
- de la **longitud** del **conductor** (l) expresada en metros y
- de la **velocidad de giro** del conductor dentro del campo magnético (ω) medida en radianes por segundo.

$$\epsilon = B.l.\omega$$

Pulsa sobre la imagen para ver una simulación de un motor de corriente continua.

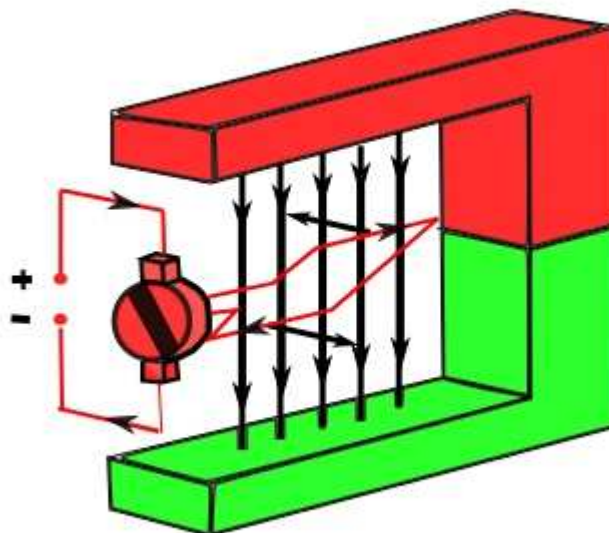


Imagen en Flickr de [vjbp56](#) bajo licencia [CC](#)

Para que un generador funcione, se necesita una fuente de energía externa (térmica, hidráulica, eólica, nuclear, etc.) que proporcione la energía cinética que haga que la bobina gire a la velocidad adecuada produciendo fuerza electromotriz.

Los **generadores** de energía eléctrica son por lo tanto las máquinas encargadas de transformar energía cinética rotativa en energía eléctrica. Los generadores están constituidos por una parte fija llamada estátor y una parte que gira llamada rotor, desde el punto de vista electromagnético se les llama inductor, porque es donde están ubicados los electroimanes que generan el campo magnético e inducido donde están montadas las bobinas constituidas por muchas vueltas (espiras) de hilo conductor, que es donde se genera la fem (fuerza electromotriz) inducida.

En función de como sea la energía eléctrica producida existen dos tipos de generadores: dinamo y alternador.

Importante

Dinamo

Generador que produce energía en forma de **corriente continua**. Este es el sistema utilizado por ejemplo, para generar energía eléctrica en las bicicletas para alimentar el faro.

Alternador

Generador que produce energía en forma de **corriente alterna**. Este es el caso de las centrales de producción de energía eléctrica.

Comprueba lo aprendido 1 Blanco

Lee las frases siguientes y completa los huecos.

Dos de las grandes ventajas de la energía eléctrica son el ser muy sencilla de y distribuir.

La generación de energía eléctrica se basa en el principio de .

Un generador siempre necesitará una fuente de externa que haga que la bobina gire a la velocidad adecuada.

: Generador que produce energía en forma de corriente continua. Este es el equipo que genera energía eléctrica en las bicicletas para alimentar el faro.

estudiaremos en los próximos temas.

Averiguar la puntuación

Mostrar/Ocultar las respuestas

5.2. Transporte

Importante

Sistema eléctrico de potencia:

Conjunto de elementos necesarios para transportar la corriente eléctrica desde el lugar en que se ha generado al lugar en que va a ser consumida.

Normalmente, las centrales de generación de energía eléctrica se instalan próximas a las fuentes de energía primarias, es decir, a pie de los yacimientos de carbón, saltos hidráulicos, etc. Sin embargo, también es habitual que la energía eléctrica sea consumida en puntos muy alejados de los lugares en que se ha generado. Por lo tanto, es necesario transportarla desde la central eléctrica hasta los puntos de consumo.

Esta tarea la realizan los distintos elementos que componen un **sistema eléctrico de potencia**, fundamentalmente las líneas (transporte, reparto y distribución) y las subestaciones transformadoras (modifican el nivel de tensión).

Estos sistemas de distribución pueden ser aéreos o subterráneos. Los últimos se dan más en los núcleos urbanos.

Con este sistema de transporte se consigue aprovechar mejor las fuentes de energía, a la vez que se reducen los costes de transformación, al concentrarlos en pocos lugares. También, de esta forma, es posible la instalación de industrias en zonas que carezcan de fuentes primarias de energía.



Imagen en Wikimedia Commons
de [Light current](#) bajo [Dominio Público](#)

Por la propia característica de la energía eléctrica se debe transportar y distribuir por medio de conductores. La energía eléctrica es muy costosa de almacenar por lo que debe ser suministrada en el momento que se solicita, por tanto, la producción y distribución de energía eléctrica debe ser flexible y adaptarse constantemente a las exigencias de la

demanda.

Comprueba lo aprendido

Determina qué expresiones son correctas y cuáles no entre las siguientes afirmaciones:

La instalación de las centrales energéticas se procura realizar lo más alejado de las fuentes de energías primarias.

Verdadero ☐ Falso ☐

La energía eléctrica prácticamente no se puede almacenar o es muy costoso este procedimiento.

Verdadero ☐ Falso ☐

5.3. Distribución

Los componentes más importantes de las líneas de transporte y distribución eléctricas son los representados en la siguiente imagen:

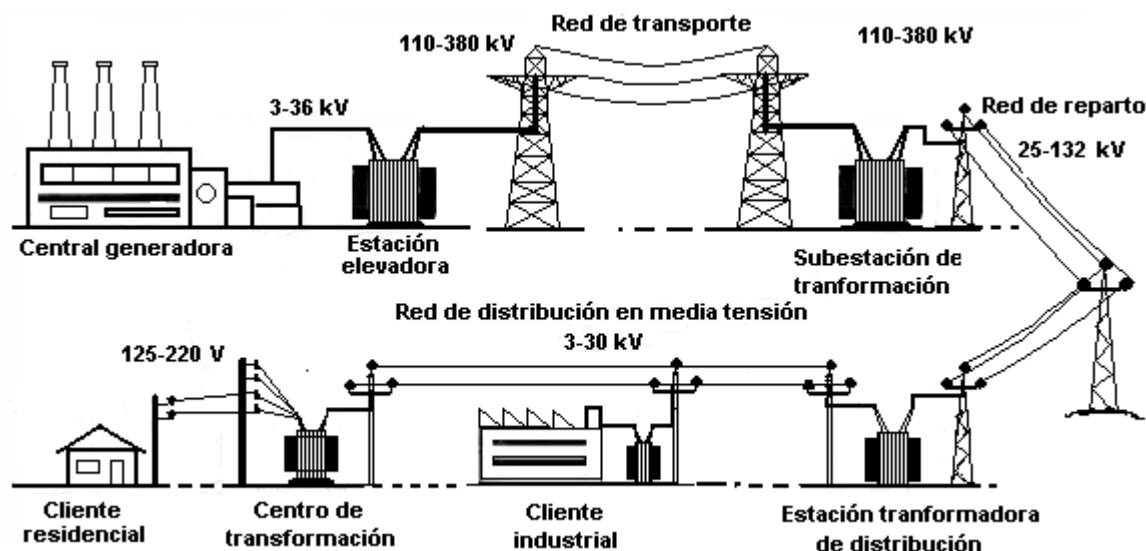


Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Paco](#) bajo [CC](#)

Estas instalaciones suelen utilizar corriente alterna, ya que es fácil modificar la tensión con transformadores. De esta forma, cada parte del sistema puede funcionar con el voltaje apropiado.

- **Central eléctrica:** En ella se transforma la energía primaria en energía eléctrica. La energía eléctrica producida en una central tiene un voltaje de 26 kilovoltios; valores superiores no son adecuados por ser muy difíciles de aislar y por el elevado riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias.
- **Centro de transformación:** En él se eleva el voltaje de la energía eléctrica generada hasta las altas tensiones necesarias en las redes de transporte. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138 y 765 kilovoltios para la línea de transporte primaria, cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas por calor (efecto Joule) en los conductores, ya que estas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente.
- **Líneas de transporte:** Son el medio de transporte físico de la energía eléctrica entre los centros de transformación y las subestaciones.
- **Subestaciones:** Instalaciones en las que se reduce el voltaje para adecuarlo a las líneas de reparto o distribución. En ellas el voltaje se transforma en tensiones entre 69 y 138 kilovoltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución.
- **Líneas de distribución en media tensión:** Transmiten la corriente eléctrica hasta los transformadores.
- **Transformadores :** Adaptan el voltaje al valor requerido por los consumidores. En ellos la tensión se vuelve a reducir en cada punto de distribución para abastecer convenientemente a los diferentes usuarios, así la industria pesada suele trabajar a 33 kilovoltios, los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. La tensión industrial está comprendida entre 380 y 415 voltios, y el consumo doméstico se alimenta a 220 voltios.

En España, [Red Eléctrica](#) es la empresa que se encarga de transportar la energía eléctrica en alta tensión, gestionar las infraestructuras eléctricas que componen la red de transporte y conectar las centrales de generación con los puntos de distribución a los consumidores. La red de transporte la constituyen más de 33.500 kilómetros de líneas eléctricas de alta

tensión y más de 3.000 subestaciones de transformación, configurando una red mallada.

Si la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables se generalizase, los sistemas de distribución y transformación no serían ya los grandes distribuidores de energía eléctrica, pero actuarían para equilibrar las necesidades de electricidad de las pequeñas comunidades. Los que tienen excedentes de energía venderían a los sectores deficitarios.

El uso a pequeña escala de energías renovables, disminuye la necesidad de disponer de sistemas de distribución de electricidad. Se ha comprobado que un hogar medio que disponga de un sistema solar con almacenamiento de energía, y paneles de un tamaño suficiente, solo tiene que recurrir a fuentes de electricidad exteriores algunas horas por semana.

Infografía:

En ella se explica todo el proceso seguido por la corriente eléctrica desde que es producida en el generador hasta que es consumida por algún tipo de receptor.

Animación en [Eroski Consumer](#) bajo [Dominio Público](#)



Reproduce el siguiente video para averiguar en que consiste el principio de inducción electromagnética y cómo se manifiesta en el circuito de la segunda bobina.

6. Apéndice

6.1. Curiosidades



Curiosidad

Unidades de energía y trabajo alternativas:

A continuación listamos las unidades de energía alternativas más habituales. También se incluye su equivalencia con el julio:

- Ergio: Unidad de energía del sistema c.g.s. es la energía producida cuando al aplicar una fuerza de una dina se produce un desplazamiento de un centímetro.

$$1 \text{ ergio} = 10^{-7} \text{ julios}$$

- Kilográmetro o kilopondímetro: Unidad de energía del sistema técnico, es la energía producida cuando al aplicar una fuerza de un kilopondio se produce un desplazamiento de un metro.

$$1 \text{ Kp m} = 9,8 \text{ julios}$$

- Caloría: Se suele emplear siempre que se hable de energía en forma de calor, se define como el calor que hay que aportar para elevar la temperatura de un gramo de agua entre 14,5 °C y 15,5 °C. Se suele emplear también la kilocaloría.

$$1 \text{ caloría} = 4,18 \text{ julios}$$

- Frigoría: Es la unidad de energía utilizada en refrigeración y equivale a absorber una caloría.
- Kilovatio hora: Se suele emplear siempre que consideremos la energía desde el punto de vista del consumo eléctrico.

$$1 \text{ kwh} = 3,6 \times 10^6 \text{ julios}$$

- Tonelada equivalente de petróleo (tep): Se suele emplear esta unidad para comparar cualquier tipo de energía y equivale al calor que se produce cuando se quema una tonelada de petróleo.

$$1 \text{ tep} = 41,84 \times 10^9 \text{ julios}$$

- Tonelada equivalente de carbón (tec): Es el mismo concepto anterior pero referido a la combustión de una tonelada de carbón.

$$1 \text{ tec} = 29,3 \times 10^9 \text{ julios}$$

- Electronvoltio: Es la energía que adquiere un electrón al ser acelerado en el vacío por una diferencia de potencial de un voltio.

$$1 \text{ ev} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ julios}$$



Curiosidad

Aclaraciones:

- Un sistema **cerrado** es aquel en el que **no puede entrar ni salir materia**.
- En el caso de que el sistema **cediese calor** al entorno en vez de recibirlo su valor se consideraría **negativo**.
- En el caso de que el **trabajo lo recibiera** el sistema en lugar de aportarlo su valor se consideraría **negativo** .


6.2. Para saber más



Para saber más

Concepto de trabajo:


- <http://www.fisicapractica.com/trabajo.php>



Para saber más

James Joule diseñó un curioso experimento para determinar la equivalencia entre trabajo y calor, desde este enlace puedes acceder a una animación muy sencilla que te permitirá comprender esta equivalencia.

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/otros/joule/joule.htm>



Para saber más

- http://es.wikipedia.org/wiki/Máquina_de_vapor
- http://es.wikipedia.org/wiki/Revolución_industrial



Para saber más

- <http://www.ibercajalav.net/actividades.php?codopcion=2252&codopcion2=2257&codopcion3=2390&codopcion4=2390>



Para saber más

Visita este enlace para acceder a una breve e interesante resumen sobre los distintos descubrimientos que han hecho a lo largo de la historia relacionados con la electricidad.

- http://www.acenor.cl/acenor/pag.gral/documentos/Historia_Electricidad.htm



Para saber más

¿Cómo se definen las distintas escalas termométricas?

- <http://www.textoscientificos.com/fisica/escalastermometricas>

Animación flash de cambio de unidades de temperatura.

- http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/leyes_gases/flash/escalas.swf



Para saber más

Reacción de fisión:

Las reacciones de fisión fueron las primeras producidas por el ser humano. Fue durante la II guerra mundial que un grupo de científicos norteamericanos, dentro del llamado [proyecto Manhattan](#) desarrollaron las primeras bombas atómicas. La primera de ellas fue lanzada en Alamogordo (Estado de Nuevo México) el 16 de julio de 1945. El poder destructor de esta [primera bomba](#) era equivalente al de 19.000.000 kg de TNT (19 kt). Tres semanas más tarde fue

otros 70.000 heridos. Pasados cinco años el número de víctimas mortales habría ascendido a más de 200.000 sumadas las causadas por la radiación nuclear.

Hubo que esperar hasta finales de 1951 para poder obtener electricidad en un reactor nuclear, fue en la estación experimental de Arco, en Idaho (EE. UU.). El 27 de junio de 1954 comenzó a funcionar la primera central nuclear del mundo en Obninsk (Rusia).

Desde entonces estas instalaciones han estado sometidas a continuos debates. [Por un lado](#) está la necesidad de conseguir energía abundante, económica y no dependiente de terceros países y [por otro lado](#) la peligrosidad de los residuos radiactivos que generan y las consecuencias de posibles accidentes.



Reacción de fusión:

La energía que se libera del sol es energía nuclear de fusión. En ella átomos de hidrógeno se unen formando átomos de helio liberando una cantidad ingente de energía. En cada segundo algo más de 4 millones de toneladas de masa se convierten en $4 \cdot 10^{26}$ julios de energía, que es enviada del sol a todo el espacio.

Debido a la distancia a la que el sol se encuentra la tierra, solo le llega una pequeña parte de esta energía. La mayor parte de esta energía se pierde en el espacio.

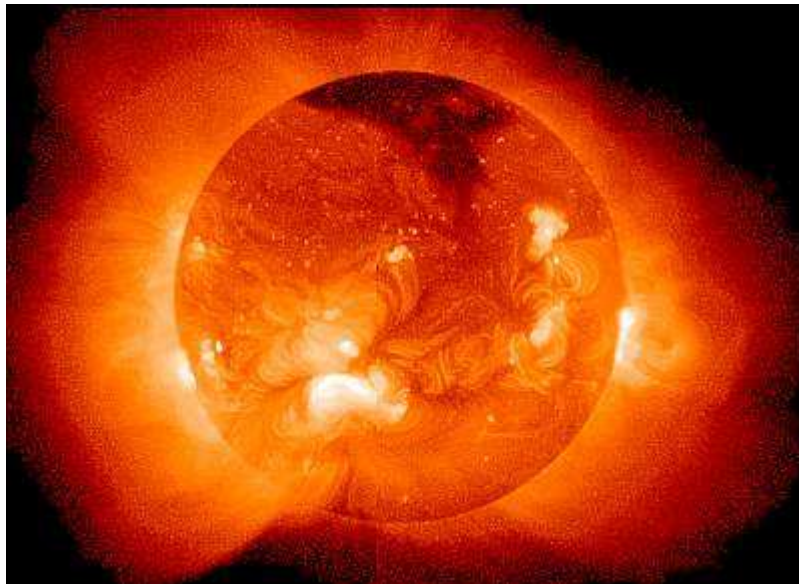


Imagen en [Wikimedia Commons](#) de [Arnomane](#) bajo [Dominio Público](#)

Para saber más

Visita el siguiente sitio web, realizado por Antonio Bueno. En él puedes encontrar dentro del punto 6 unos interesantes esquemas sobre el funcionamiento de un dinamo y un alternador.

[Magnetismo](#)