



ELREN

European Leader+ Renewable Energy Network



Carlow LEADER
Rural Development Co. Ltd.



Capítulo 2.

Introducción a la terminología de las Energías Renovables




**TIPPERARY
INSTITUTE**


NATIONAL DEVELOPMENT PLAN


EUROPEAN UNION
REGIONAL FUND

LEADER is supported by the European Union & The
Department of Community, Rural, and Gaeltacht Affairs
under the National Development Plan 2000-2006.

1ª edición del LEADER Carlow y del Instituto Tipperary (publicada electrónicamente en el sitio web de ELREN www.elren.net) en el 2007

ISBN: 978-0-9546561-2-6

© Carlow LEADER Rural Development Company, Ltd (LEADER Carlow) y el Tipperary Rural and Business Development Institute, Ltd. (Instituto Tipperary)

El contenido de esta publicación está protegido por la ley de copyright. No se puede reproducir, almacenar, introducir en ningún sistema de descarga ni transmitir de ningún otro modo (electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o cualquier otro) ni en todo ni en parte, sin permiso por escrito de los propietarios del copyright.

Ni la Comisión Europea ni sus contratistas, agentes o subcontratistas, autores, ni tampoco los autores del copyright garantizan o responden, ni en todo ni en parte, de la información contenida en la publicación ni asumen responsabilidad alguna derivada de los posibles daños que pueda causar su utilización.

Se han solicitado y obtenido los permisos pertinentes para incluir la mayoría de los gráficos, imágenes y datos de esta publicación. Sin embargo, no se ha obtenido respuesta de una pequeña parte de las solicitudes a la fecha de publicación. Los editores están disponibles en todo caso. Para ponerse en contacto diríjase por favor a Clifford Guest, del Instituto Tipperary, Nenagh Road, Thurles, Co. Tipperary, Ireland, email: cguest@tippinst.ie. Por lo que se refiere a las fuentes éstas se detallan en las secciones de bibliografía de cada uno de los capítulos.

El título de esta publicación es:

Tipperary Institute, 2007. ELREN Renewable Energy Training Manual [online at www.elren.net], publicado por el LEADER Carlow y el Instituto Tipperary, Irlanda.

Diseño de la cubierta: Ann Quinlan, Brosna Press Ltd., Irlanda

Editor: Clifford Guest, Tipperary Institute, Irlanda

Diseño: Una Johnston, Mementomori Ltd., Irlanda

Esta publicación no está a la venta o reventa, ya que ha sido financiada por el proyecto ELREN y el programa LEADER. LEADER está cofinanciado por la Unión Europea y el Department of Community, Rural and Gaeltacht Affairs y encuadrado dentro del Plan de Desarrollo Nacional 2000-2005, Irlanda.

Capítulo 2. Introducción a la terminología de las energías renovables

Kevin Healion, Instituto Tipperary

Índice

Capítulo 2. Introducción a la terminología de las energías renovables	21
Objetivos	27
Energía y potencia	27
Unidades de energía – Julio y Kwh	28
Contenido energético de los combustibles	29
Prefijos para las unidades	29
Cálculo del consumo o producción energéticos	31
Otras unidades de energía y potencia	33
Resumen	33
Bibliografía	34

Listado de tablas

- Tabla 2.1: contenidos energéticos de una selección de combustibles
- Tabla 2.2: selección de prefijos energéticos
- Tabla 2.3: aplicación de los prefijos seleccionados
- Tabla 2.4: conversión de kWh
- Tabla 2.5: conversión de TEP

Listado de gráficos

- Gráfico 2.1: James Joule
- Gráfico 2.2: James Watt
- Gráfico 2.3: bombilla de 11 W
- Gráfico 2.4: motocicleta de 45.000 W
- Gráfico 2.5: una factura eléctrica en la que se muestra la unidad de kWh

Listado de fórmulas

Fórmula 2.1: consumo o producción energéticos

Listado de ejemplos

Ejemplo 2.1: consumo de energía eléctrica

Ejemplo 2.2: producción de energía eléctrica

Ejemplo 2.3: producción de energía térmica

Objetivos

Una vez completada esta sección del manual debería de:

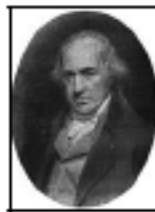
- Haber comprendido los conceptos de energía y potencia
- Estar familiarizado con los kWh y los kW.
- Saber cómo calcular el rendimiento energético de una caldera o de un generador

Energía y potencia

Energía y potencia son dos de los conceptos clave en el sector de las energías renovables. La palabra energía etimológicamente proviene de los términos griegos (en, en) y (ergon, trabajo) (Boyle, 2004). La energía es la capacidad de generar trabajo, esto es, de mover un cuerpo contra una fuerza que se opone. Un cuerpo puede ser sólido, líquido o gaseoso. El trabajo se desarrolla cuando se mueve un objeto sólido, o cuando se bombea el agua o el aire. Estos procesos requieren de energía. La unidad estándar de energía (sistema internacional de medidas) es el Julio (denominado así por James Joule, 1818-1889, gráfico 2.1). El símbolo del Julio es “J”.



(Wikimedia, 2007)



(Wikimedia, 2007)

Gráfico 2.1: James Joule

Gráfico 2.2: James Watt

La potencia es la relación a la que la energía se convierte de una forma a otra, el ritmo al que se efectúa el trabajo. Por ejemplo, una turbina eólica convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica (electricidad). Una turbina con más potencia será capaz de producir energía eléctrica en una relación mayor que una más pequeña. La unidad de potencia es el vatio (w) (denominado así por James Watt, 1736-1819, gráfico 2.2). La potencia es igual a un vatio si el trabajo se desarrolla a razón de un julio por segundo. Así que, por definición, un vatio equivale a un julio por segundo. Una bombilla con una potencia de 100 vatios convierte la

energía eléctrica en luz a una razón de 100 julios por segundo (gráfico 2.3). Del mismo modo, el motor de una motocicleta con una potencia máxima de 45.000 vatios (45 kW) es capaz de utilizar la energía química (en forma de gasolina) para producir hasta 45.000 julios por segundo de energía cinética en la rueda motriz (gráfico 2.4).



(Wikimedia, 2007)



(Wikimedia, 2007)

Gráfico 2.3: bombilla de 11W

Gráfico 2.4: motocicleta (Wikipedia, 2007)

El término “capacidad” se utiliza con frecuencia en el ámbito de las energías renovables para referirse a la potencia de un equipo. Por ejemplo, de una turbina eólica se suele decir que tiene una “capacidad” máxima de 850 kW_e. El subíndice “e” se utiliza para indicar la capacidad de generación de electricidad (para la generación de calor se utiliza la “th”). Otros términos utilizados son “power rating”, “rated capacity”, “nameplate rating” (Boyle, 2004, p. 417).

Unidades de energía – Julio y Kwh

Un julio es una cantidad muy pequeña de energía – una barra de chocolate contiene alrededor de 1 millón de julios de energía. El kilovatio hora (kWh) es una unidad más útil de energía para el sector de las energías renovables por dos razones: la primera es que el kWh es una unidad mayor de energía que el julio – un kWh equivale a 3.600.000 julios; la segunda es que la definición de kWh se utiliza normalmente en los aparatos que consumen o producen energía (ver la sección de cálculo de producción o consumo energéticos). En nuestra factura se suelen utilizar los kWh (gráfico 2.5).

Lectura (presente, anterior) Unidades y tarifa (ct.) descripción de los cargos, Total € CR= crédito

Meter readings		Units and rates (cent)	Description of charges	Amount € CR = Credit
Present	Previous			
1645	1497	148 X €0.1435	GENERAL UNITS	21.24
VAT @ 13.5%				

Gráfico 2.5. Una factura eléctrica en la que se muestra la unidad de kWh (adaptado a partir de ESB, 2007)

Contenido energético de los combustibles

Combustible	Unidad de suministro	Contenido energético kWh por unidad de suministro
Carbón	Toneladas	7.759
Madera, en leños (28% de humedad)	Toneladas	3.700
Madera, en pelets (10% de humedad)	Toneladas	4.800
Gasoil	Litros	10,55
Gases líquidos derivados del petróleo	Kilogramos	7,09

Tabla 2.1: contenidos energéticos de una selección de combustibles (basado en el SEI)

Los contenidos energéticos (o valores caloríficos) de los combustibles se expresan frecuentemente en kWh. En la literatura técnica se utiliza el julio como unidad de energía de los combustibles antes de ser convertidos a calor o a electricidad, y el kWh como unidad energética para el calor o la electricidad producida. Sin embargo, esta convención no se sigue en las aplicaciones prácticas ni tampoco en este manual. La tabla 2.1 nos muestra los contenidos energéticos de una selección de combustibles, en kWh por tonelada o por litro (dependiendo de cómo se suministre). El impacto de la humedad sobre el valor calorífico de la madera se trata en el capítulo 10.

Prefijos para las unidades

El sistema internacional de medidas suministra una serie de prefijos y símbolos para permitir la formación de múltiplos y submúltiplos de las unidades (p.ej.: el julio). En la tabla 2.2 se presenta una selección de los más comunes.

Significado	Factor	Prefijo	Símbolo
Un millar	10^3	Kilo	k
Un millón	10^6	mega	M
Un billón	10^9	giga	G
Un trillón	10^{12}	tera	T
Una cuatrillón	10^{15}	peta	P
Un quintillón	10^{18}	Exa	E

Tabla 2.2: selección de prefijos energéticos

Como ya se ha comentado con anterioridad, un julio es una cantidad muy pequeña de energía. Por ello, los prefijos se utilizan frecuentemente, como se muestra en la tabla 2.3.

Como ejemplo del uso de dichos prefijos, la demanda energética de Irlanda en el año 2005 fue de 655 PJ (SEI, 2006). Estos prefijos se pueden aplicar también a la unidad de potencia, el vatio. En el sector de las energías renovables, la potencia se expresa generalmente en kW, MW o GW. Por ejemplo, la capacidad de generación energética de la república de Irlanda es de 6.524 MW_e (EirGrid, 2006). La tabla 2.4 nos muestra las conversiones entre múltiplos del julio y del vatio.

En palabras	En Números	En factor	En prefijo y símbolo
Un millar	1.000 J	10 ³ J	Un kilojulio (kJ)
Un millón	1.000.000 J	10 ⁶ J	Un megajulio (MJ)
Un billón	1.000.000.000 J	10 ⁹ J	Un gigajulio (GJ)
Un trillón	1.000.000.000.000 J	10 ¹² J	Un terajulio (TJ)
Una cuatrillón	1.000.000.000.000.000 J	10 ¹⁵ J	Un petajulio (PJ)
Un quintillón	1.000.000.000.000.000.000 J	10 ¹⁸ J	Un exajulio (EJ)

Tabla 2.3: aplicación de los prefijos seleccionados

Tabla 2.4: conversión de kWh

EQUIVALENCIAS			
1	kWh	3,6	MJ
1	MWh	3,6	GJ
1	GWh	3,6	TJ
1	TWh	3,6	PJ

Cálculo del consumo o producción energéticos

Como ya se ha dicho con anterioridad, la definición de kWh se utiliza para calcular el consumo o producción energética de los equipos (ver sección previa de las unidades de energía – julio y kWh). Un kWh se define como la cantidad de energía consumida (o producida) por un aparato de 1 kW (1.000 w) en una hora. Por lo tanto hay una relación entre el consumo o producción energéticos y la potencia del aparato. La relación se muestra en la fórmula 2.1.

$$\text{Consumo o Producción Energéticos} = \text{Potencia} \times \text{Tiempo}$$

Fórmula 2.1: consumo o producción energéticos

En la fórmula 2.1, si la potencia se formula en kW y el tiempo en horas, el consumo o producción energéticos lo será en kWh. Si la potencia está en MW y el tiempo en horas, entonces la unidad será MWh. El kWh es la medida más utilizada en los hogares; sin embargo la más comúnmente utilizada como medida de intercambio de electricidad renovable es el MWh. En el ejemplo 2.1 se ilustra cómo la fórmula 2.1 se puede aplicar para el consumo energético de un hogar. En los ejemplos 2.2 y 2.3 se ilustra su uso en electricidad y en la producción de calor a mayor escala. La potencia de la fórmula 2.1 puede por lo tanto ser tanto un valor de entrada (consumo) como de salida (producción), dependiendo del contexto.

Pregunta:

Si una ducha eléctrica tiene una potencia máxima de 8,5 kW, ¿cuántas unidades de electricidad se consumirán en diez minutos a potencia máxima?

Respuesta:

Consumo energético (kWh) = Potencia (kW) x Tiempo (horas)

En primer lugar, el tiempo (10 minutos) se convierte a horas

$$= 10 / 60 = 0,167 \text{ horas}$$

El consumo energético se puede ahora calcular mediante la fórmula 2.1

$$= 8,5 \text{ kW} \times 0,167 \text{ horas}$$

$$= 1,4 \text{ kWh}$$

Ejemplo 2.1: Consumo de energía eléctrica

Pregunta:

Si una turbina eólica tiene una potencia máxima de 1 MW_e , ¿qué cantidad de electricidad producirá en dos horas?

Respuesta:

Producción energética (MWh) = Potencia (MW) x Tiempo (horas)

= $1 \text{ MW}_e \times 2 \text{ horas}$

= 2 MWh de electricidad

= 2.000 kWh de electricidad (1MWh = 1.000 kWh)

Ejemplo 2.2: Producción de energía eléctrica (electricidad)

Pregunta:

Si una caldera de gasoil opera a su potencia máxima de 700 kW_t durante 5 horas, ¿cuánto calor producirá?

Respuesta:

Producción energética (kWh) = Potencia (kW) x Tiempo (horas)

= $700 \text{ kW}_h \times 5 \text{ horas}$

= 3.500 kWh

= 3,5 MWh

Ejemplo 2.3: Producción de energía térmica

Es importante resaltar que en los ejemplos 2.2 y 2.3 tanto la turbina como la caldera operan a potencia máxima durante todo el tiempo estipulado. Sin embargo, tanto una turbina eólica como una caldera experimentan variaciones en su rendimiento, desde cero hasta el máximo. Durante el transcurso de un año la turbina operará a todos los niveles de rendimiento, dependiendo de la fuerza del viento. De modo similar una caldera se utilizará de acuerdo a la demanda de calor del edificio, desde la ausencia de demanda en verano al pico máximo durante el invierno. Para poder estimar la producción total de energía durante un año se requiere la duración de la potencia / la duración de la carga / el factor de capacidad (ver capítulo sobre energía eólica para la aplicación de la aproximación al factor de capacidad).

Otras unidades de energía y potencia

La “tonelada equivalente de petróleo” (TEP) y sus múltiplos se usan con frecuencia en las estadísticas. La tabla 6 muestra la conversión entre esta medida y las anteriores.

TEP	Julio	kWh
1 TEP	42 GJ	11,7 MWh
1 kTEP	42 TJ	11,7 GWh
1 MTEP	42PJ	11,7 TWh

Tabla 2.5: Conversión de TEP

La Unidad Térmica Británica (UTB) es una unidad de energía que todavía se utiliza como base en determinados sistemas de calefacción. Equivale a 1.055 julios o 1, 055 kJ. El “therm” es una unidad de energía relacionada, equivalente a 100.000 UTB.

La unidad de potencia basada en el UTB es el UTB por hora, que equivale a 0,29 W, o 1.000 UTB por hora que equivale a 0,29 UTB.

La potencia de un motor se denomina con frecuencia en caballos de vapor (CV). Un CV equivale a 746 vatios (0,746 kW).

Resumen

El kWh es la unidad de energía más comúnmente utilizada en el sector de las energías renovables. El consumo/producción energéticos (en kWh) de un aparato térmico o eléctrico se puede calcular siempre que se disponga de la información del tiempo (horas) durante las cuales opera el aparato a una determinada potencia (en kW). El kWh se usa normalmente para expresar los contenidos energéticos de los combustibles y el rating energético de los edificios. Las cantidades expresadas en otras unidades de energía se pueden convertir a cantidades en kWh una vez conocido el factor de conversión.

Bibliografía

BIPM, 2006. El Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) [en línea]. Se ha accedido a su página web el 14 de octubre del 2006: <http://www1.bipm.org/en/si/>. Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, France.

Bord na Móna, 2001. Peat for Domestic Heating [online]. Se ha accedido a su página web el 17 de septiembre del 2006. Newbridge, Co. Kildare.

Boyle, G. (Ed.), 2004. Energía renovable: potencia para un futuro sostenible, 2ª edición. Oxford University Press y The Open University. Oxford.

DCMNR, 2006. Renewable Energy Feed in Tariff (RE-FIT - 2006) [en línea]. Se ha accedido a su página web el 27 de septiembre de 2006: <http://www.dcmnr.gov.ie>. Department of Communications, Marine and Natural Resources, Dublín.

EirGrid, 2006. Transmission Forecast Statement 2006-2012 [en línea]. Se ha accedido a su página web el 13 de noviembre de 2006: <http://www.eirgrid.ie>. EirGrid, Dublín.

ESB, 2007. Factura de Kevin Healion de Enero de 2007. Dublín.

Healion, K., 2002. COFORD Connects: Wood as a Renewable Source of Energy. National Council for Forest Research and Development (COFORD), Dublín.

SEI, 2006a. Commercial / Industrial Fuels – Comparison of Energy Costs. October 2006 [en línea]. Sustainable Energy Ireland, Dublín. Se ha accedido a su página web el 13 de noviembre de 2006: <http://www.sei.ie>.

SEI, 2006b. Ireland's Energy Balance 2005 (Provisional) [en línea]. Se ha accedido a su página web el 27 de septiembre de 2006: <http://www.sei.ie>. Sustainable Energy Ireland, Dublín.

SEI, 2006c. Fuel Cost Comparison [en línea]. Se ha accedido a su página web el 17 de septiembre de 2006: <http://www.sei.ie>. Dublín.

SEI, 2006d. Dwelling Energy Assessment Procedure (DEAP), 2006 Edition, Versión 2. Dublín.

SEI, 2006e. Proposed Building Energy Rating Label & Advisory Report for New Dwellings [en línea]. Se ha accedido a su página web el 17 de septiembre de 2006: <http://www.sei.ie>. Dublín.

SEI, 2007. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) [en línea]. Se ha accedido a su página web el 22 de marzo de 2007. Dublín. Se agradece el permiso del SEI para utilizar sus gráficos.

Wikipedia Foundation, 2007. Various pages [online]. Accessed at www.wikipedia.org in March 2007. Florida, USA.