

TEMA 1: LA ELECTRICIDAD: CONCEPTOS, FENÓMENOS Y MAGNITUDES ELÉCTRICAS

1. ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?
2. FORMAS DE PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
3. TEORÍA ATÓMICA
4. CARGA ELÉCTRICA
5. CORRIENTE ELÉCTRICA
6. MATERIALES CONDUCTORES Y AISLANTES
7. TIPOS DE CORRIENTE: CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA
8. MAGNITUDES ELÉCTRICAS
 - RESISTENCIA ELÉCTRICA
 - INTENSIDAD DE CORRIENTE
 - TENSIÓN ELÉCTRICA O DIFERENCIA DE POTENCIAL
 - FUERZA ELECTROMOTRIZ
 - DENSIDAD ELÉCTRICA
9. RELACION ENTRE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS
 - 9.1. LEY DE OHM
 - 9.2. ENERGÍA ELÉCTRICA: TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA EN UN CIRCUITO. EFECTO JOULE
 - 9.3. POTENCIA ELÉCTRICA
10. COSTE DE LA ENERGÍA
 - LA FACTURA DE LA LUZ

1. ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

La electricidad constituye una forma de energía que está presente en casi todas las actividades del hombre de una sociedad desarrollada, ya que gran parte de los aparatos y máquinas que usamos funcionan con ella.

La energía eléctrica se produce en las centrales eléctricas a partir de la transformación de una energía primaria (hidráulica, térmica, solar, nuclear, eólica, ...). De ahí es transportada a través de las redes eléctricas hasta los núcleos de población e industrias, siendo entonces transformada en otras formas de energía (energía secundaria: luz, calor, sonido, movimiento, etc).

ENERGIA PRIMARIA → ENERGÍA ELÉCTRICA → ENERGÍA SECUNDARIA

Cabe resaltar la ventaja de que la electricidad se transforma en otras formas de energía, así como la relativa sencillez con la que se genera y se transporta hasta los centros de consumo. Sin embargo no está exenta de inconvenientes: las centrales térmicas producen gran cantidad de humos y emisiones contaminantes; en las nucleares, a los riesgos de accidentes, potencialmente graves, hay que sumar la generación de un importante volumen de residuos de difícil eliminación; las instalaciones hidráulicas alteran de forma significativa los ríos, etc. También el transporte y distribución de la energía eléctrica produce un impacto ecológico y paisajístico (rompen el paisaje y producen deforestación), existe riesgo de incendio provocado por la caída de cables sobre la vegetación, etc.

2. FORMAS DE PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Podemos obtener energía eléctrica de las siguientes maneras:

- A partir de una reacción química: si se sumergen dos metales distintos en una disolución apropiada, se producen determinadas reacciones químicas al mismo tiempo que se genera electricidad. Este es el fundamento de las pilas y baterías.
- Por inducción electromagnética: al mover un conductor en el interior de un campo magnético, aparece en el conductor una corriente eléctrica. Esta corriente se mantiene mientras el conductor o el imán continúen en movimiento. Este es el fundamento de las dinamos y los alternadores.
- A partir de luz: Algunos metales desprenden electrones cuando la luz solar incide sobre ellos. Si estos electrones se hacen circular por un hilo conductor, se puede obtener corriente eléctrica. Este fenómeno es conocido como efecto fotoeléctrico y es el fundamento de las células fotovoltaicas (paneles solares).

3. TEORÍA ATÓMICA

La palabra átomo proviene del griego y hace referencia a la parte más pequeña de un elemento que poseyendo las características del mismo, no se puede subdividir.

Un átomo está formado por un núcleo en el cual hay protones y neutrones y por una corteza en la que se encuentran los electrones del átomo describiendo órbitas alrededor del núcleo. Cuando el número de protones y e^- coincide el átomo se dice que es eléctricamente neutro, siendo éste su estado natural.

La última capa donde se encuentran los e^- es la capa de valencia. Esta capa de valencia, requiere para mantener su estabilidad tener 8 e^- , excepto cuando existe una sola capa, en cuyo caso puede tener un máximo de 2 e^- .

En ocasiones, como consecuencia de un aporte de energía externa, los electrones de la última capa pueden abandonar el átomo y moverse libremente a otro con facilidad. Este movimiento de electrones es conocido como corriente eléctrica.

4. CARGA ELÉCTRICA (Q)

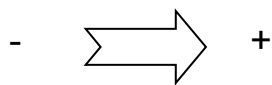
La carga eléctrica o cantidad de electricidad es número de electrones en exceso (carga negativa) o defecto (carga positiva) que un cuerpo posee. La unidad de carga en el Sistema Internacional de unidades es el culombio (C) y equivale a la carga que poseen $6,28 \cdot 10^{18} e^-$.

$$1 \text{ C} = 6,28 \cdot 10^{18} e^-$$

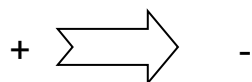
5. CORRIENTE ELÉCTRICA

Se denomina corriente eléctrica al desplazamiento continuo y ordenado de electrones a lo largo de un conductor.

Sentido **REAL** de la corriente: del **polo –** al **polo +** del generador (a través del conductor).



Sentido **CONVENCIONAL** de la corriente: del polo + al polo – del generador (a través del conductor).



6. MATERIALES CONDUCTORES Y AISLANTES

La estructura atómica de un material determina la mayor o menor facilidad con la que se desplazan los electrones por los mismos. En función de esto distinguimos materiales:

CONDUCTORES: Son aquellos que permiten que los electrones se muevan libremente de átomo en átomo a lo largo del elemento, es decir, permiten el paso de la corriente. Ejemplo: Ag, Cu, Au, Al, Fe...

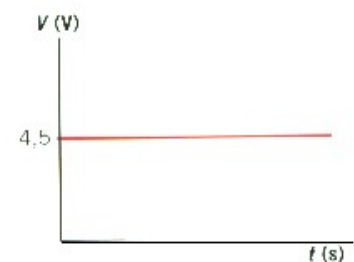
AISLANTES: Son aquellos en los que los átomos retienen a los electrones en sus órbitas y no permiten que circulen libremente. Son por lo tanto malos conductores de la electricidad. Ej.: plástico, vidrio, la madera, el aire seco....

SEMICONDUCTORES: Presentan propiedades intermedias entre los conductores y los aislantes. Los más importantes son el silicio y el germanio.

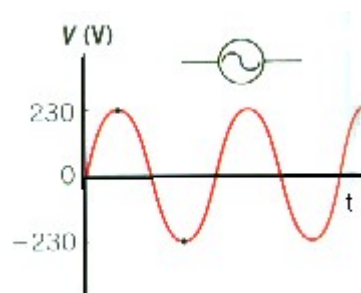
Con estos materiales se fabrican los componentes electrónicos como el diodo, el transistor, los circuitos integrados y los microprocesadores.

7. TIPOS DE CORRIENTE: CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA

Corriente continua (CC/ DC): Los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, del polo – al polo + que los atrae. La energía necesaria para que se muevan es generada por pilas y baterías (transforman energía química en eléctrica) , por células fotovoltaicas (transforman luz en electricidad), dinamos (transforma movimiento en electricidad). Los voltajes que proporcionan son constantes en el tiempo y pequeños: 1,5V; 4,5 V; 9 V.... Se utilizan en linternas, CD portátiles, móviles, cámaras fotográficas y de vídeo,



Corriente alterna (CA/ AC): Los electrones cambian continuamente su sentido de movimiento y su valor de voltaje no se mantiene constante en el tiempo. La ca más usada es la senoidal y en las viviendas los valores característicos son 230V de tensión y 50 Hz de frecuencia.



La ca se genera mediante alternadores en las centrales eléctricas aunque también se puede obtener a partir de grupos electrógenos. Es la que se utiliza en las viviendas e industrias ya que presenta una ventaja frente a la corriente continua y es que su valor de tensión se puede aumentar o reducir mediante el uso de transformadores, permitiendo así transportar la energía eléctrica a tensiones muy altas a lo largo de cientos de kilómetros sin que se pierda parte de ella debido al calentamiento de los cables.

8. MAGNITUDES ELÉCTRICAS

➤ RESISTENCIA ELÉCTRICA (R)

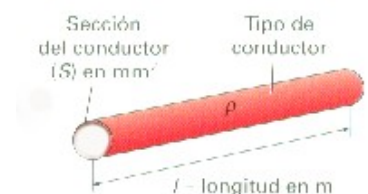
La resistencia eléctrica se define como la mayor o menor oposición ofrecida por un conductor a ser recorrido por la corriente eléctrica.

La unidad de resistencia es el ohmio que se representa por la letra griega omega (Ω). Normalmente no se usan submúltiplos de esta unidad aunque si los múltiplos reflejados en la tabla.

MÚLTIPLOS	EQUIVALENCIA
Kiloohmio (k Ω)	$10^3 \Omega$
Megaohmio (M Ω)	$10^6 \Omega$

La resistencia de un conductor depende básicamente de 4 factores:

- El material de que está hecho (resistividad)
- La longitud del mismo
- La sección del conductor
- La temperatura



Resistividad (ρ): Es característica de cada material y se define como la resistencia que ofrece al paso de la corriente un conductor de un material determinado de 1 metro de longitud y 1 mm² de sección.

Tabla de resistividad de algunos elementos

MATERIAL	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
cobre	0,0178
Aluminio	0,028
Hierro	0,13
Plata	0,016
Nicrom	1

La resistencia de un conductor se calcula mediante la fórmula:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

MAGNITUD

R: resistencia eléctrica

ρ : resistividad

l : longitud del conductor

S: sección del conductor

UNIDAD

Ohmios (Ω)

$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

metros (m)

mm²

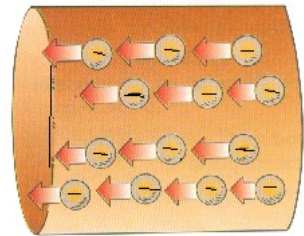
Para medir resistencias se utiliza el óhmetro y se debe recordar que en un circuito no puede existir energía eléctrica conectada al mismo para poder medir la resistencia (el propio ohmetro ya dispone de una batería interna para poder efectuar la medición, sinó la medida realizada, en el mejor caso sería errónea y lo más probable es que se estropease el óhmetro).

A la hora de realizar la medida con un polímetro se coloca el borne rojo en Ω y la negra en COM. A continuación se selecciona ohmios y se conecta la resistencia a los terminales del polímetro .

➤ INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA (I)

La intensidad de corriente se define como la carga o el número de electrones (expresado en culombios) que circula por un conductor en cada segundo. Su unidad en el SI es el Amperio(A).

	MAGNITUD	UNIDAD
$I = \frac{Q}{t}$	I= intensidad de corriente	Amperio (A)
	Q= carga eléctrica	Culombios
	t = tiempo	segundo (s)



Cabe resaltar que el Amperio es una unidad tan grande que a menudo se utilizan submúltiplos:

- El miliamperio (1 mA = 10⁻³ A)
- El microamperio (1μA = 10⁻⁶ A)
- El nanoamperio (1nA = 10⁻⁹ A)

La intensidad de corriente se mide con el amperímetro, que debe conectarse en serie con el elemento cuya intensidad se quiere medir, de modo que todos los e⁻ tengan que pasar por él.

Para medir intensidades con el polímetro hay que prestar mucha atención para no estropearlo: el selector central debe señalar DC. La sonda roja se introduce en el agujero mA o A (según las intensidades sean bajas o altas) y la negra en COM.

Como no sabemos que intensidad circula, hacemos que el selector apunte al máximo y vamos moviéndola hasta que aparezca la medida correcta.

➤ TENSIÓN ELÉCTRICA O DIFERENCIA DE POTENCIAL (V)

Se denomina tensión eléctrica a la diferencia de nivel eléctrico que existe entre dos puntos de un circuito eléctrico. Esta diferencia de potencial entre dos puntos del circuito es necesaria para que la corriente circule entre ellos. La unidad de tensión en el SI es el **voltio** aunque a veces pueden usarse múltiplos y submúltiplos del mismo.

La función del generador de un circuito es mantener una diferencia de potencial entre los polos para que así los electrones estén continuamente circulando desde el polo – al polo + del mismo. Esto lo consigue gracias a lo que se denomina **fuerza electromotriz (fem)**.

La diferencia de potencial entre dos puntos se mide con un voltímetro conectado a dichos puntos, es decir, conectado en paralelo con los elementos del circuito.

Para medir tensiones con un polímetro el selector central señalará AC o DC según el tipo de corriente con la que se trabaje. La sonda roja se introduce en el agujero V y la negra en COM. A continuación se selecciona el valor que más próximo a nuestra medida pero superior a la misma y se va bajando a medida que sea necesario.

➤ FUERZA ELECTROMOTRIZ

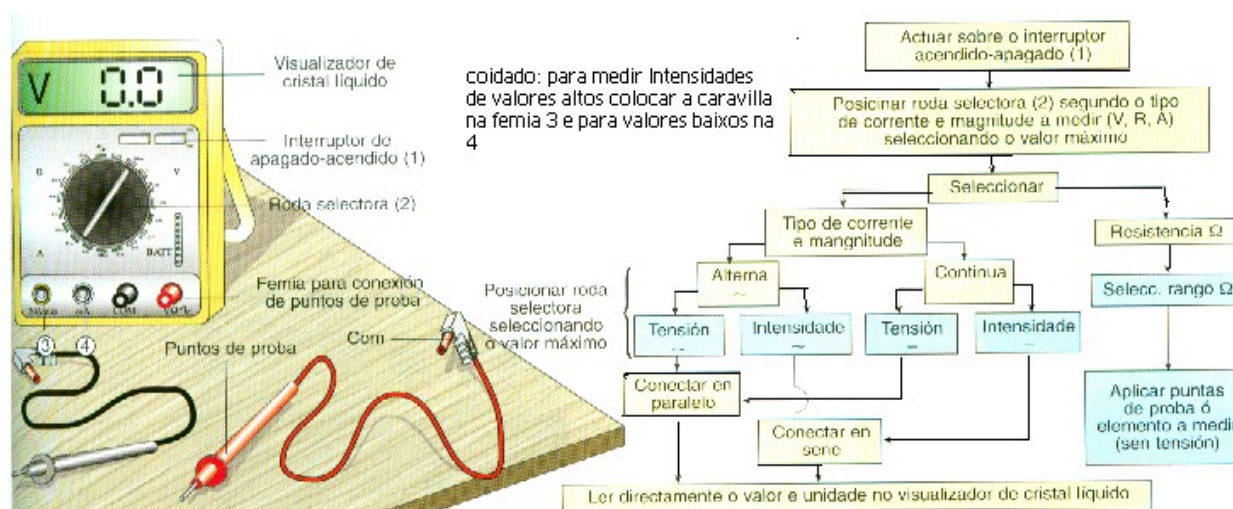
Es la capacidad de un generador de comunicar energía eléctrica a las cargas (e^-) para conseguir que permanezcan en movimiento. Su unidad en el SI es el voltio.

➤ DENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA

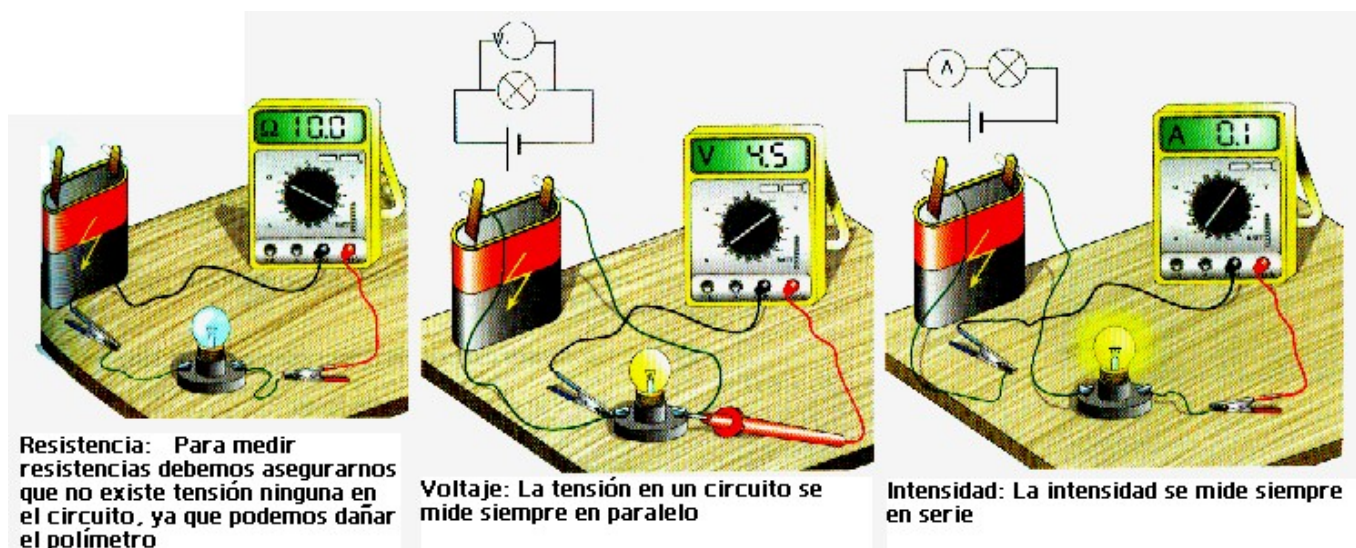
Esta magnitud mide la relación que existe entre el valor de la intensidad de corriente que recorre un conductor y la sección del mismo. Su unidad es el A/mm²

$$\delta = \frac{I}{s} \quad (\text{la } I \text{ se mide en A y la sección en mm}^2)$$

RESUMEN DE COMO MEDIR MAGNITUDES ELÉCTRICAS CON EL POLÍMETRO DIGITAL



Procedimiento para medir con un polímetro digital



9. RELACIÓN ENTRE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS

9.1. LEY DE OHM

En 1826 el físico alemán Georges Simon Ohm observó mediante un experimento que en un circuito eléctrico existía una relación entre las magnitudes eléctricas R , V e I . Basándose en este experimento estableció la ley de Ohm que dice que la intensidad de corriente que pasa por un circuito o por un elemento del mismo es directamente proporcional a la tensión aplicada en sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia que ese circuito o elemento presenta al paso de la corriente.

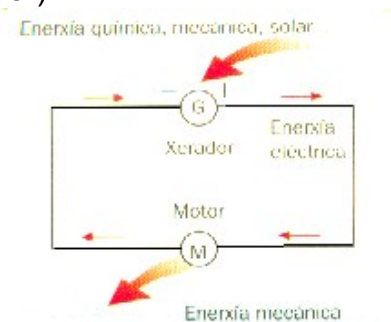
$$I = \frac{V}{R}$$

9.2. ENERGÍA ELÉCTRICA: TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA EN UN CIRCUITO. EFECTO JOULE

Se define la energía eléctrica como la cantidad de trabajo desarrollado por un elemento de un circuito eléctrico. Todos los componentes de un circuito transforman la energía eléctrica en otras formas de energía (o al revés en el generador) .

Consideremos un circuito formado por un generador (suministra energía eléctrica al circuito) y por un motor que consume dicha energía.

La energía suministrada por el generador a las cargas (trabajo realizado por el generador) es igual al producto de la carga transportada de un polo al otro del generador por la diferencia de potencial que existe entre estos:



$$E = Q \cdot V = I \cdot t \cdot V = I \cdot V \cdot t$$

La energía que consume un receptor (el motor en este caso) es igual a la carga que circula por el mismo multiplicado por la diferencia de potencial en sus extremos, con lo cual llegamos a la expresión anterior (hay que tener en cuenta que se pierde energía en forma de calor (el motor se calienta)).

En este circuito se cumple que la energía suministrada por el generador a las cargas es igual a la energía eléctrica consumida por el motor y transformada en energía mecánica más la energía perdida en forma de calor.

El **EFECTO JOULE** es el fenómeno por el cual la energía eléctrica se transforma en calor cuando la corriente atraviesa un conductor. Este efecto se produce en todos los aparatos eléctricos (ya que al estar encendidos se calientan) pero existen algunos especialmente diseñados para transformar la energía eléctrica en calor (estufa, plancha, horno, termo de

agua...) y que van provistos de una resistencia apropiada para tal fin. A la hora de calcular el calor disipado usaremos la fórmula de la energía en función de la resistencia:

$$E = Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

La unidad de energía en el sistema internacional es el **Julio** pero cuando se habla de calor disipado se suele expresar en **calorías**. Para pasar de julios a calorías se multiplica por 0,24 con lo cual la expresión anterior podemos transformarla para que dé el resultado directamente en calorías:

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

Dado que el Julio es una unidad muy pequeña se suele usar como unidad de energía en la práctica el kilovatio. hora (kw.h)

El instrumento que sirve para medir la energía eléctrica es el contador eléctrico, aparato del que todos disponemos en nuestra vivienda, y que a través de un mecanismo interno va mostrando el consumo de energía eléctrica en kW.h.

9.3. POTENCIA ELÉCTRICA (P)

La potencia eléctrica es una magnitud que mide la energía consumida o generada en la unidad de tiempo. Los aparatos de mayor potencia son los que disipan mayor cantidad de energía por unidad de tiempo, es decir, los que más consumen.

La unidad de potencia en el SI es el **vatio** (un vatio es la potencia de un generador o un receptor que suministra o consume un julio en cada segundo).

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

$$P = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = V \cdot I$$

MAGNITUD	UNIDAD
P: Potencia eléctrica	vatio (w)
V: Tensión eléctrica	voltio (V)
I : Intensidad de corriente	Amperio (A)

La tabla siguiente muestra los múltiplos y submúltiplos más usados de la unidad de potencia:

MÚLTIPLOS		SUBMÚLTIPLOS	
Kilovatio (KW)	1 Kw = 10^3 w	Milivatio (mW)	1 mW = 10^{-3} W
Megavatio (MW)	1 Mw = 10^6 w	Microvatio (μW)	1 μW = 10^{-6} W

✓ CONVERSIÓN DE KW . H A JULIOS

Dado que $E = P \times t$, 1 julio = 1 w . 1 s , entonces tengo que convertir los kW. h en W. s

$$1kW.h = 1Kw \cdot \frac{1000W}{1kW} \cdot 1h \cdot \frac{3600s}{1h} = 3.600.000W.s(J)$$

10. COSTE DE LA ENERGÍA

Sabiendo el consumo de la energía eléctrica (indicada en el contador eléctrico) y el precio unitario en euros del kwh, que será fijado por la compañía eléctrica que suministra la energía, es posible calcular el coste de la energía consumida de la siguiente forma:

$$\text{Coste (€)} = \text{Energía consumida (kw.h)} \times \text{precio (€/kw.h)}$$

LA FACTURA DE LA LUZ

El consumo eléctrico de una vivienda esta centralizado mediante los contadores. La compañía que suministra la electricidad emite bimestralmente un recibo eléctrico para cada vivienda en el que se detallan : datos de la compañía suministradora y del usuario, período de lectura, lectura del contador de la última factura y de la actual (su diferencia será el consumo de ese período), facturación por potencia (es una cantidad fija que depende de la potencia que el usuario tenga contratado y que hay que pagar aunque no se realice ningún consumo), facturación por consumo (depende del nº de kwh consumidos y del precio del kwh), impuestos de la electricidad, alquiler de contadores e IVA.

TIPO DE CONSUMO	Nº DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	CONSUMO	CÁLCULOS DE FACTURACIÓN	IMPORTE EN EUROS
TOTAL	5239610	6619	6975	356	FACTURACIÓN POR POTENCIA 5,50kW X 2,00MESES X 1,413629Eur	15,55
					FACTURACIÓN POR CONSUMO 356kWh X 0,080308 Eur	28,59
					IMPUESTO ESPECIAL SOBRE LA ELECTRICIDAD (44,14Eur X 1,05113)X 4,864%	2,26
PERÍODO DE LECTURA 26-12-02 A 28-02-03					C.N.A.E. 63124	
					Nº DE PÓLIZA 412401080004	
DATOS DE CONTRATACIÓN					ALQUILER EQ. DE MEDIDA 0,570000Eur X 2,00 MESES	1,14
TARIFA: 2.0 BOE = 28-12-01					IVA POTENCIA Y CONSUMO	
MODO POTENCIA = 1 POT.CONT = 5,50 kW					16,0%(46,40Eur) + 16,0%(1,14Eur) ...	7,60
					IMPORTE TOTAL	55,14 €
BANCO O CAJA					SUCURSAL	
Nº DE CUENTA O LIBRETA					COSTES SEGÚN BOE 31-12-02	
					COSTE DEL SERVICIO EN %	93,884
					COSTES PERMANENTES DEL SISTEMA EN %	1,736
					COSTES DE DIVERSIFICACIÓN Y SEGURIDAD DE ABASTECIMIENTO EN %	4,380

Ejercicio:

Recuerda que la conversión de unidades se realiza solamente si pertenecen a la misma magnitud y efectúa las siguientes conversiones:

50 V a mV:

20 mV a V:

100 μ V a V:

40 k Ω a Ω :

15 mA a A:

20 mA a μ A:

25 kWh a J: