

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Subdirección General de Operaciones
División Programación Didáctica
Bogotá - Colombia
Agosto de 1977

SERIE UNIDADES ELECTRICIDAD BASICA

LA LEY DE JOULE

Unidad Autoformativa No. 13

Elaborado por: GERARDO MANTILLA Q.
HELMAN GONZALEZ D.

"Prohibida la publicación total o parcial de este documento sin la autorización expresa del SENA".

CONTENIDO

- I. OBJETIVOS
- II. AUTOPRUEBA DE AVANCE
- III. INTRODUCCION
- IV. VOCABULARIO
- V. DESARROLLO
 - A. Equivalencia en Trabajo y Calor
 - B. Energía Eléctrica y Calor
- VI. RECAPITULACION
- VII. AUTOPRUEBA FINAL
- VIII. BIBLIOGRAFIA



I. OBJETIVOS

A. OBJETIVO TERMINAL:

El estudiante al finalizar el estudio de la presente Unidad, estará capacitado para conocer las leyes que relacionan el trabajo, calor y potencia.

Podrá resolver los problemas relacionados con el calor, trabajo y potencia eléctrica, al mismo tiempo que conoce las unidades de cada uno de los factores anteriores y podrá hacer las conversiones que en la práctica se le presenten.

B. OBJETIVOS INTERMEDIOS:

A medida que usted avance en el estudio de la presente Unidad, estará en capacidad de:

1. Definir con sus palabras qué es el equivalente mecánico del calor.
2. Enunciar la Ley de Joule y su unidad de medida.
3. Calcular la cantidad de calor producido por una resistencia conociendo su valor, la tensión y el tiempo.
4. Calcular el valor de resistencia capaz de producir por calorías conociendo el tiempo y la intensidad eléctrica.
5. Definir con sus palabras qué es energía y en qué unidad se mide.
6. Resolver todos los problemas relacionados con calor, potencia y energía.

II. AUTOPRUEBA DE AVANCE

Es probable que usted ya sepa todos los temas que en esta Unidad se tratan, si es así le pedimos el favor de leer el cuestionario siguiente y dar respuesta a este. Para su satisfacción personal no se permita ningún margen de error.

Ha estudiado alguna vez los temas que se relacionan con la Ley de Joule?

SI _____ NO _____

Si usted ha respondido negativamente, lo invitamos a que estudie los temas que tratamos en la presente Unidad.

Si por el contrario respondió afirmativamente, le rogamos que de respuesta al cuestionario siguiente, tratando de contestar el 100% de las preguntas correctamente.

AUTOPRUEBA

1. Defina con sus palabras qué se conoce como el equivalente mecánico del calor.

2. Con una línea horizontal subraye la frase correcta.

La Ley de Joule trata sobre:

- a. Calor producido por una resistencia.
- b. Potencia producida por una resistencia.
- c. Cambios de temperatura en una resistencia.
- d. Solución de resistencias.

3. Con una "X" marque la frase correcta.

La Ley de Joule relaciona a:

- a. Una constante, una resistencia y una intensidad.
- b. Una constante, una tensión, una intensidad y un tiempo.
- c. Una resistencia, una tensión y una intensidad.
- d. Una resistencia, una intensidad, una tensión y un tiempo.

4. Marque con una "X" la respuesta correcta.

La cantidad de calor producido por una resistencia de $1\text{K}\Omega$ si la tensión es de 400V y está conectada durante 2 horas será de:

- a. 276.480 calorías

b. 2.764.800 calorías

c. 138.240 calorías

d. 27.648 calorías

5. Una resistencia está conectada durante 45 minutos y produce 80.000 calorías, cuando circulan por ella 5 amperios el valor de esta resistencia será:

a. 476 Ω

b. 0,49 Ω

c. 4,93 Ω

d. 493 Ω

6. Defina con palabras sencillas qué es energía y cuál es su unidad de medida.

7. Un calentador de 5kw produce 86.000 calorías. El tiempo durante el cual estaba conectado fué de:

a. 7 minutos 16 segundos

- b. 7 segundos 11 décimas
- c. 1 minuto 11 segundos
- d. 7 minutos 11 segundos

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS QUE APARECEN EN LA PAGINA NUMERO 16 DE ESTA UNIDAD. SI TODAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO CON LA UNIDAD SIGUIENTE. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR LA PRESENTE UNIDAD.

III. INTRODUCCION

A medida que se avanza en el estudio de los principios eléctricos, comprendemos con mayor claridad algunos fenómenos que se presentan; y que para una persona que no haya tenido nociones de electricidad pasan desapercibidos, pero que para el Aprendiz de electricidad son de gran importancia. Hemos visto cómo algunos aparatos eléctricos como un motor, una licuadora, brilladora, nuestra máquina de afeitar eléctrica, etc. cuando permanecen conectados algún tiempo "Se calientan" y se dice que es debido al "Efecto Joule". En este capítulo veremos que dicho efecto de Joule es beneficioso en unos casos y para otros es perjudicial, por lo consiguiente amigo Aprendiz, esta unidad lo orientará para poder utilizar adecuadamente los efectos de Joule.

MEDIOS:

Para una mejor comprensión de esta Unidad de parte del alumno y una ayuda para el Instructor, es importante que se recurra a los medios didácticos siguientes:

1. Diapositivas sobre la Ley de Joule.
2. Película sobre el "Efecto Joule".

PRE-REQUISITOS:

Para el estudio de la presente Unidad, es indispensable que el estudiante tenga algunos conocimientos sobre ciencias naturales, las cuatro operaciones matemáticas fundamentales y despejar términos.

Haber estudiado las Unidades que tratan de la Ley de Ohm y la Ley de Watt.

IV. VOCABULARIO

Efecto: Resultado de una causa.

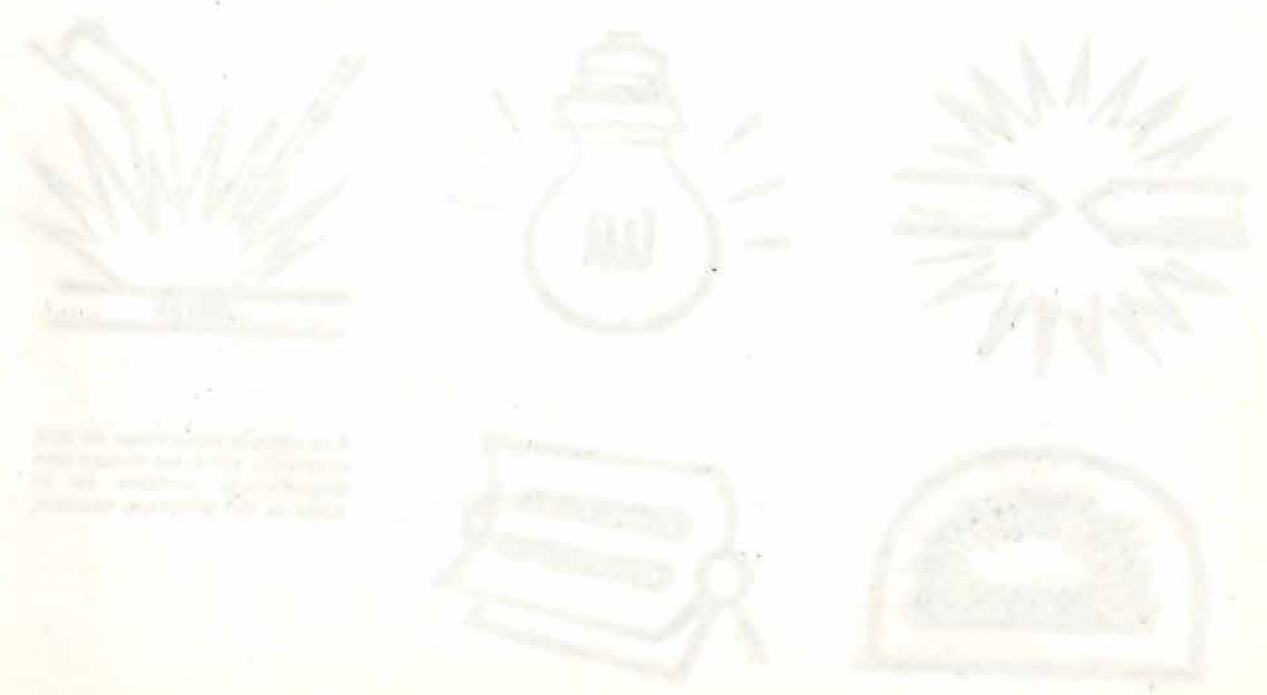
Equivalencia: Igualdad.

Embolo: Pistón.

Este vocabulario contiene los términos más importantes de la física y la química que se utilizan en el curso de la enseñanza de estas ciencias en los institutos de enseñanza media.

Los términos están ordenados alfabéticamente y se acompañan de una definición clara y concisa.

Este libro será de gran utilidad para los estudiantes que deseen profundizar sus conocimientos en estas ciencias.



V. DESARROLLO

EFECTOS CALORIFICOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA: LEY DE JOULE

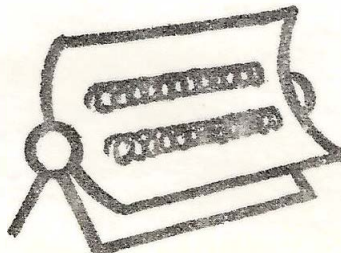
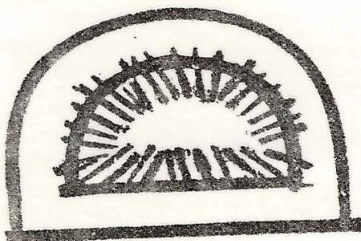
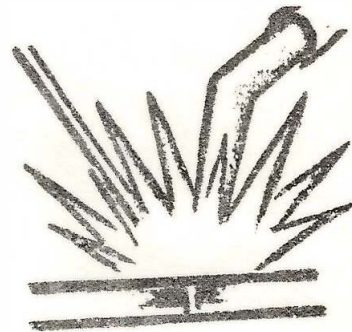
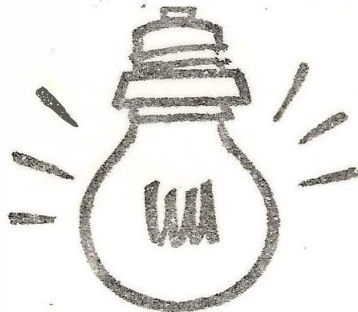
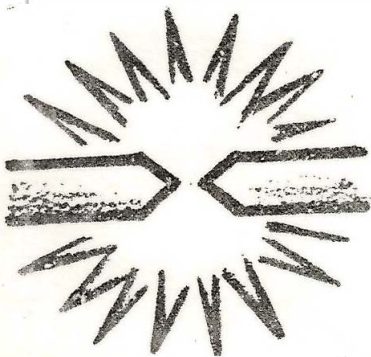
A. EQUIVALENCIA EN TRABAJO Y CALOR:

Generalidades:

Ha llegado usted a una de las partes básicas de nuestro tema, debemos relacionar dos conceptos fundamentales, ellos son el calor y el trabajo. Donde hay trabajo, allí se produce calor; donde existe un foco de calor, allí hay una fuente de trabajo.

Lo anterior se demuestra fácilmente. Basta con frotarse las manos para que nuestros músculos experimenten cansancio y nuestras manos un calentamiento.

Todo motor eléctrico se calienta después de un lapso de tiempo de funcionar. Parte de la corriente que absorbe se pierde en calor y solo el resto se transforma en energía mecánica.



Los efectos caloríficos de una corriente eléctrica tienen una importancia decisiva en la historia del progreso técnico.

Calentando el agua de una caldera, obtenemos el vapor capaz de accionar el émbolo de una locomotora. Aquí el calor produce trabajo.

Después de múltiples experiencias, se ha logrado obtener una constante matemática que es el valor numérico de la relación entre el calor y el trabajo y se expresa así:

$$J = 0,427$$

Es decir, una caloría equivale a 0,427 kilográmetros de trabajo mecánico, o sea el trabajo mecánico equivalente para trasladar 0,427 kg. a lo largo de un metro.

La constante 0,427 recibe el nombre de EQUIVALENTE MECANICO DEL CALOR.

CANTIDAD DE CALOR PRODUCIDO POR LA CORRIENTE ELECTRICA: LEY DE JOULE

Generalidades:

Es evidente que si la electricidad lleva implícita una producción de calor entre ambas manifestaciones de energía, debe existir una relación matemática que unida a la tensión y al valor de la intensidad, nos diga cuál es el valor del calor producido por una corriente eléctrica.

Fué el físico inglés James Joule quien se dedicó al estudio de los efectos caloríficos producidos por la corriente eléctrica, llegando a formular la siguiente Ley:

La cantidad de calor producido por una resistencia eléctrica, es igual al producto de la diferencia de potencial aplicada a la resistencia por la intensidad que por ella circula, por una constante cuyo valor es 0,239 y por el tiempo en segundos, durante el cual circule la corriente.

Q = Calor en calorías

U = Tensión en V

I = Intensidad en A

t = Tiempo en segundos

$$Q = 0,239 \times U \times I \times T \text{ calorías}$$

En la práctica, la constante 0,239 se toma por exceso como 0,24
Ejemplo: Por una resistencia conectada a 220V circula una corriente de 4A. Qué cantidad de calor producirá en una ho.

B. ENERGIA ELECTRICA Y CALOR:

Cuando al concepto de trabajo unimos el factor tiempo, llegamos a la noción de potencia que es el trabajo realizado en la unidad de tiempo. Siendo la potencia una consecuencia del trabajo y siendo el trabajo una causa del calor, es inmediata la conclusión que nos lleva a relacionar la potencia y el calor de la misma manera como relacionamos calor y trabajo.

Si al concepto de potencia unimos el factor tiempo obtenemos el concepto de energía.

Energía es la potencia desarrollada en la unidad de tiempo considerada.

La unidad de energía es el vatio-hora (wh)

Si usted observa la fórmula inicial de la Ley de Joule

$$Q = 0,24 \times U \times I \times t$$

Recordará que: $W = U \times I$

entonces:

$$Q = 0,24 \times W \times t$$

En esta fórmula $W \times t$ es la expresión de la energía, que en el caso de ser 1 wh (1h = 3600 segundos) nos dará como resultado:

$$Q = 0,24 \times 1 \times 3.600 = 864 \text{ calorías}$$

Podemos afirmar que una resistencia cuya potencia sea de 1w produce 864 calorías en 1 hora.

En consecuencia una resistencia cuya potencia sea de 1 kw producirá en 1 hora una cantidad de calor 1.000 veces mayor.

$$1\text{kwh} = 864.000 \text{ calorías}$$

Desarrollo:

Sabemos que una hora tiene 3600 segundos.

Aplicamos la Ley de Joule

$$Q = 0,24 \times U \times I \times t \text{ calorías}$$

$$Q = 0,24 \times 220 \times 4 \times 3.600 = 760.320 \text{ calorías}$$

Observe usted que siendo la fórmula de la Ley de Joule, reemplazamos la U por la expresión que obtuvimos de la Ley de Ohm, obtendremos lo siguiente:

$$Q = 0,24 \times U \times I \times t$$

$$U = I \times R$$

$$Q = 0,24 \times I \times R \times I \times t$$

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t \text{ calorías}$$

Ahora, si sustituimos la I por equivalente $\frac{U}{R}$

$$Q = 0,24 \times U \times I \times t \text{ calorías}$$

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

$$Q = 0,24 \times U \times \frac{U}{R} \times t \text{ calorías}$$

$$Q = 0,24 \times \frac{U^2}{R} \times t \text{ calorías}$$

La primera fórmula nos da el calor en función de la R y la I

La segunda fórmula nos da el calor en función de la U y la R

En ellas la R debe darse en ohm, la U en voltios, la I en amperios y el tiempo en segundos.

AUTOCONTROL

1. Cuál es la cantidad de calor producido por una resistencia de 10.000Ω si la tensión es de 220V y permanece conectada durante 90 minutos?
2. Qué valor de resistencia tendrá un receptor que está conectado durante 5 minutos y circula por él una intensidad de 8 amperios produciendo 56.000 calorías.
3. Durante cuánto tiempo estuvo conectado un calentador de 3kw que nos produjo 90.000 calorías?

COMPARE SUS RESPUESTAS CON LAS DE LA PAGINA SIGUIENTE

RESPUESTAS

1. 6.272, 64 calorías
2. $12,1 \Omega$
3. 2 minutos 5 segundos

SI TODAS SUS RESPUESTAS SON CORRECTAS, PUEDE CONTINUAR SU ESTUDIO. SI POR EL CONTRARIO TUVO ALGUN ERROR, LE SUGERIMOS ESTUDIAR NUEVAMENTE EL TEMA ANTERIOR.

VI. RECAPITULACION

Este capítulo trata de la relación que existe entre el calor y el trabajo.

Una caloría equivale a 0,427 kilográmetros de trabajo mecánico o sea el trabajo mecánico necesario para trasladar 0,427 kg. la distancia de 1 metro. A esta constante 0,427 se le da el nombre de EQUIVALENTE MECANICO DEL CALOR.

La relación matemática entre la corriente eléctrica y el calor nos da la Ley de Joule, que establece una igualdad entre el calor, teniendo en cuenta una constante, la tensión, la intensidad y el tiempo.

Energía es la potencia desarrollada en la unidad de tiempo considerada, esta unidad es el watio-hora (wh), relacionando la energía con el calor tenemos:

$Q = 0,24 \times w \times t$ o también de acuerdo con la Ley de ohm y reemplazando por su equivalente tendremos:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t \text{ o también } Q = 0,24 \times \frac{U^2}{R} \times t \text{ fórmulas}$$

que podemos aplicar de acuerdo con los factores que conozcamos.

VII. AUTOPRUEBA FINAL

Como usted ha llegado al final de la Unidad, para comprobar su aprendizaje, conteste las preguntas que se encuentran en la página número 3 de esta Unidad y compare sus respuestas con las que aparecen a continuación.

RESPUESTAS

1. Se llama equivalente mecánico del calor a el trabajo mecánico que se necesita para trasladar 0,427 kg. la distancia de 1 metro.
2. a. Calor producido por una resistencia.
3. b. Una constante, una tensión, una intensidad y un tiempo.
4. a. 276.480 calorías
5. c. 4,93 Ω
6. Es la potencia desarrollada en la unidad de tiempo considerada y se da en vatio-hora
7. 1 minuto 11 segundos

VIII. BIBLIOGRAFIA

PERRIN, M
Electricidad Industrial
III volúmenes

AGGER, L. T.
Introducción a la Electricidad
Editorial Continental, México 1975 2a. edición

VOLKENBURGH, Van
Electricidad Básica
Editorial Continental, México 1975 tomos 1, 2, 3, 5

SHICK, Kurt
Principios de Electricidad
Editorial Carvajal y Cía, Cali 1971

SHEPHERD, Walter
La Electricidad
Editorial Anaya, México 1974

ROBINSON, Rester
Conceptos de Electricidad
Editorial Diana, México 1974 1a. edición

ORTEGA CANADELL, R. y GARCIA TOLSA, J.
Fuentes de Energía