4 - Os geradores de eletricidade são aparelhos que:

a) produzem energia para transmiti-la a grandes distâncias
b) transformam a energia mecânica aplicada em energia elétrica
c) produzem energia mecânica.

5 - O cavalo vapor equivale à energia mecânica empregada quando se levanta um peso de:

a) 4.500 quilogramas a 1 metro de altura em 1 minuto
b) 75 quilogramas a 1 metro de altura em qualquer período de tempo
c) 4.500 quilogramas a 1 metro de altura em 1 segundo

6 - A unidade elétrica que se usa comumente para indicar a energia consumida em relação a um tempo determinado é o:

a) watt e o quilowatt
b) cavalo vapor
c) quilowatt-hora

7 - Pela linha de transmissão circula uma corrente de 15 ampères, e a resistência total da linha é de 2 ohms. A queda de tensão produzida nesta linha é de:

a) 30 volts
b) 225 volts
c) 450 volts
d) 7,5 volts

8 - A potência elétrica que uma corrente de elétrons pode desenvolver depende da:

a) resistência do circuito e da watagem do mesmo
b) f.e.m. aplicada e do número de ampères que fluem pelo circuito
c) resistência do circuito ao quadrado

9 - Calcular a queda de tensão de uma linha de transmissão de 20 quilômetros (2 fios) onde a tensão é de 220 volts, a corrente é de 30 ampères e a resistência do fio condutor é de 0,3 ohm em cada 10 quilômetros.

a) 36 volts
b) 90 volts
c) 180 volts

10- Sabendo que um motor elétrico requer 220 volts para seu funcionamento e que sua potência elétrica é de 3.000 watts, qual é a sua corrente?

a) 12,09
b) 13,36
c) 13,63

Printed in Brazil
Impresso no Brasil

OCCIDENTAL SCHOOLS
ESCOLA DEDICADA EXCLUSIVAMENTE AO ENSINO ESPECIALIZADO DE ELETRÔNICA — RÁDIO — TELEVISÃO E SUAS RAMIFICAÇÕES
ESTABELECIDA EM 1947
C.Walsh, Diretor
RUA CAPITÃO SALOMÃO 59 - C.E.P. 01034 - SÃO PAULO - S.P. - BRASIL

LIÇÃO E-14
TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA

Para que o aluno possa compreender o assunto desta lição, seria interessante esclarecermos inicialmente alguns conceitos relacionados com a terminologia usada no texto.

ENERGIA - Energia é a capacidade de produzir trabalho. Pensando bem, tudo que existe na Natureza trabalha, ou é capaz de produzir trabalho, razão pela qual se diz que na Natureza *nada se cria, nada se perde, tudo se transforma*, ou então, que a *energia não é criada e nem destruída, mas transformada em outra forma de energia*. É fácil deduzir, portanto, que a energia elétrica que utilizamos em nossa casa e nas indústrias deve ter origem na transformação de outro tipo de energia. Existem dois tipos de energia: *cinética e potencial*. A energia cinética é a energia em

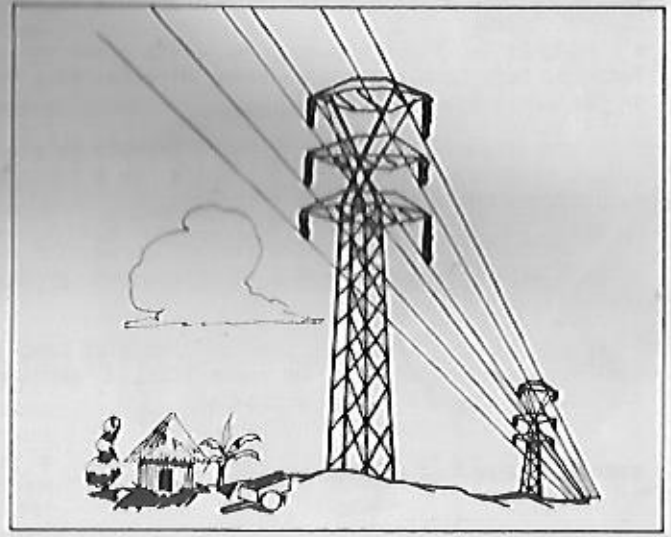


FIGURA 1
LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

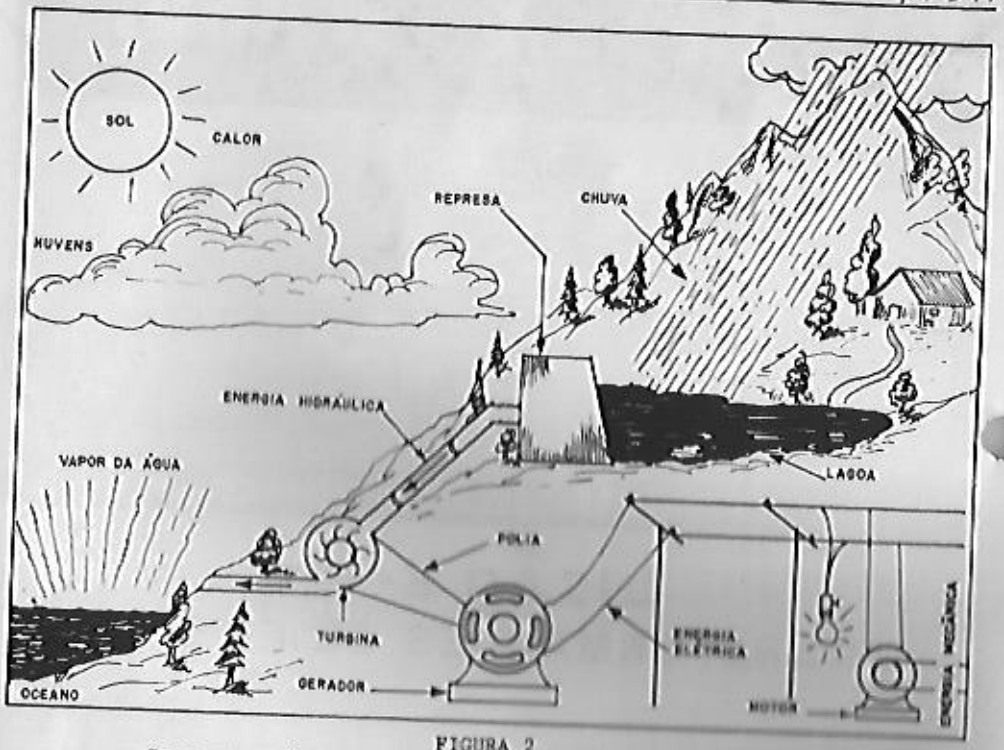


FIGURA 2
TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA (ORIGEM DA ENERGIA ELÉTRICA)

movimento, e a energia potencial é a energia em repouso.

FORÇA - A força produz ou evita o movimento. Ela depende de inúmeros fatores, tais como gravidade, peso, direção, etc. Podemos dizer que a força é um dos atributos da energia.

TRABALHO - Trabalho é outro produto da energia, e pode ser definido como o produto da força pela distância. Se a força atua sobre um corpo e o move, dizemos que ela produziu trabalho.

POTÊNCIA - Potência é o trabalho produzido na unidade de tempo; também podemos dizer que potência é a capacidade de produzir trabalho na unidade de tempo.

PRESSÃO - A pressão pode ser definida como sendo a força exercida por qualquer coisa na unidade de superfície. É geralmente usada na mecânica dos fluidos, ou seja, líquidos e gasosos.

ENERGIAS, CINÉTICA E POTENCIAL

Na figura 2 ilustramos a origem da energia elétrica, proveniente de uma usina hidroelétrica. Observamos que a fonte original de energia é o Sol (calor solar, energia na forma de ondas eletromagnéticas). O calor solar produz a evaporação da água nos oceanos, formando nuvens que, ao se condensarem,

caem em forma de chuva.

As águas provenientes das chuvas possuem mais energia do que quando estavam no oceano, pois se encontram a uma maior altura, em relação ao nível do mar. Represando a água, ela ao fluir pelos tubos da represa moverá as pás de uma turbina, *transformando a energia hidráulica em energia mecânica* (força mecânica).

Esta energia mecânica é utilizada para mover um gerador de eletricidade, que transforma a *energia mecânica em energia elétrica*. Esta energia elétrica é transmitida (com uma tensão muito alta) por meio das linhas de transmissão, para as cidades e centros industriais. Ao chegar à nossa casa, ela pode se transformar novamente em outra forma de energia, como a luz, calor, movimento mecânico ou energia mecânica, etc.

Um exemplo da transformação da energia elétrica em luz (e parte em calor), é observada nas lâmpadas elétricas incandescentes comuns. Neste caso, a corrente eletrônica ao passar pelo filamento da lâmpada, produz uma enorme quantidade de calor no filamento, com tal intensidade, que o filamento se torna incandescente (emite luz).

Outro exemplo comum da transformação de energia elétrica em calor encontramos nos aquecedores elétricos. Neste caso, a corrente eletrônica, de uma intensidade considerável (de 5 a 10 ampères), produz uma quantidade de calor ao fluir pelo elemento resistivo de um destes aparelhos.

A energia elétrica se transforma em energia mecânica nos motores elétricos (figura 3), para suprir a força mecânica numa indústria.

Retornando à figura 2, observamos que o que se faz é aproveitar a energia natural, para transformá-la em outra forma de energia, que pode ser utilizada mais facilmente, e para diversos fins, como a energia elétrica. A fonte original da energia neste caso é o Sol, que produz energia devido à desintegração atômica das substâncias de que está composto. Esta desintegração atômica do Sol produz uma enorme irradiação de energia, em forma de ondas eletromagnéticas, como as ondas infravermelhas (calor), as ondas luminosas (luz visível), os raios ultravioleta, etc.

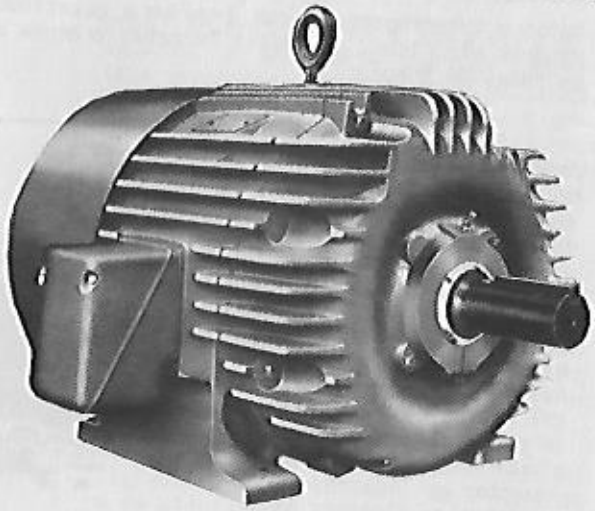


FIGURA 3
O MOTOR ELÉTRICO TRANSFORMA A ENERGIA ELÉTRICA EM ENERGIA MECÂNICA

Retornando às origens da energia elétrica, devemos mencionar que não é em todos os casos que utilizamos a energia hidráulica, pois há geradores de eletricidade que são propulsionados por turbinas que funcionam a vapor. Em outros casos, especialmente em pequenos geradores, são utilizados motores a gasolina (ou óleo diesel), conforme

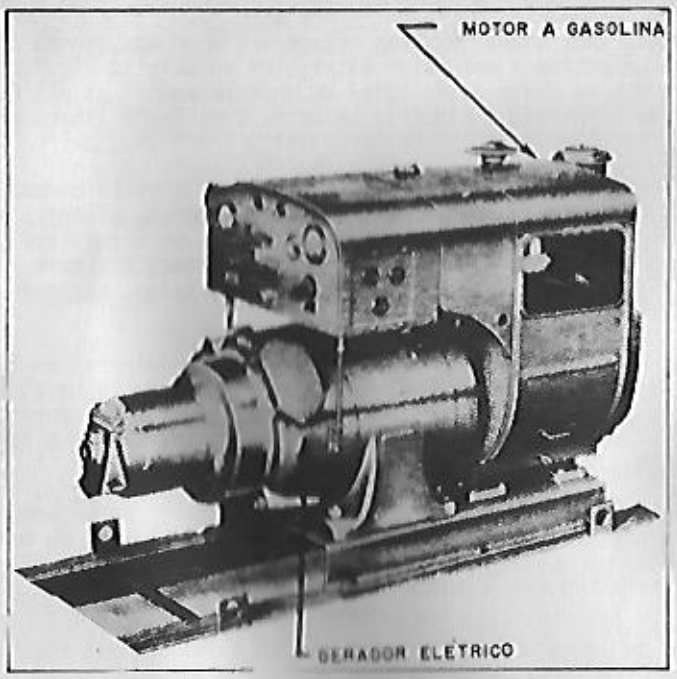


FIGURA 4
GERADOR DE ELETRICIDADE ACIONADO POR UM MOTOR A GASOLINA

ilustramos na figura 4. Neste caso, a energia provém da combustão interna dos gases no motor.

Uma das principais vantagens obtidas ao transformar uma forma de energia em energia elétrica, é a facilidade em controlar e converter a energia elétrica em outras formas de energia. Por exemplo, atualmente estão ganhando muita popularidade as locomotivas diesel-elétricas, devido à facilidade de controlar a força de tração e arranque dessas locomotivas. Neste caso, a energia original provém de um motor diesel que fornece energia mecânica necessária para mover um gerador de eletricidade. A energia elétrica produzida por este gerador é facilmente controlada por reostatos e interruptores, que regulam a quantidade da eletricidade aplicada aos motores elétricos, os quais fornecem energia mecânica necessária para mover as rodas de tração.

Na figura 5 ilustramos um desses tipos de locomotivas, que apresentam a vantagem de seu fácil manejo, devido aos controles que atuam sobre a energia elétrica aplicada aos motores. Como a energia elétrica é facilmente controlável, é muito fácil controlar a direção em que giram os motores elétricos, pois basta inverter as ligações para mudar a direção; para controlar a velocidade são utilizados reostatos que regulam a quantidade de corrente aplicada aos motores.



FIGURA 5
LOCOMOTIVA DIESEL-ELÉTRICA

Estas vantagens não podem ser obtidas em simples locomotivas diesel, pois é impossível mudar a direção de rotação de um motor diesel, e a margem de controle de velocidade não é muito ampla.

Concluindo, temos, pois, que a energia elétrica é capaz de se transformar em outras formas de energia, para determinados trabalhos. Por isso, é necessário que exista uma unidade que indique a quantidade de *eletricidade dinâmica* necessária a fim de realizar determinados trabalhos, como produzir luz, sons num alto-falante, etc.

Antes, porém, vamos explicar a unidade que é utilizada para indicar a potência mecânica requerida para realizar determinado trabalho.

UNIDADES DE POTÊNCIA MECÂNICA

Para levantar um peso de 1 quilograma a 30 centímetros de altura em 1 segundo, é necessário empregar determinada quantidade de potência mecânica. Por conveniência, estabelecemos que, quando realizamos tal trabalho (figura 6), empregamos uma potência mecânica equivalente a 1 Kg a 30 cm de altura por segundo.

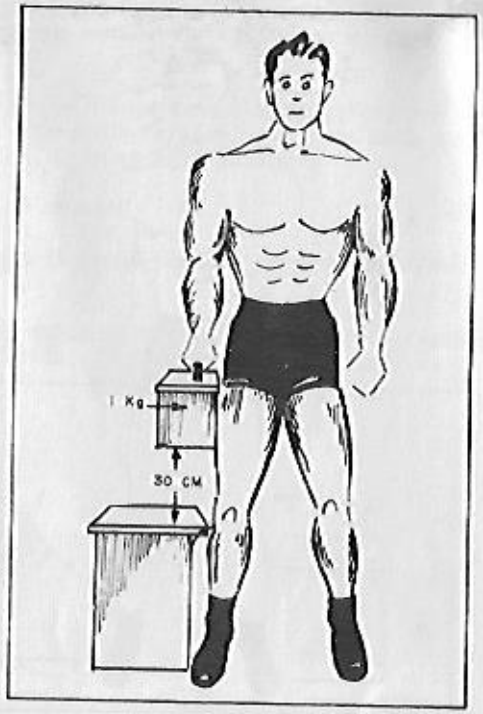


FIGURA 6
ERGUEU UM PESO DE 1 QUILOGRAMA A 30 CENTÍMETROS DE ALTURA EM 1 SEGUNDO

A potência mecânica se refere à relação que existe entre o trabalho realizado e o tempo nele empregado. Por exemplo, no caso da figura 6, indicamos que o atleta levantou um peso de 1 kg (força) a 30 cm de altura (distância) em 1 segundo (tempo).

Se ao invés de levantar o peso de 1 kg ele levantasse o peso de 2 kg a 30 cm de altura em 1 segundo (figura 7), a potência mecânica usada neste caso seria de 2 kg a 30 centímetros por segundo.

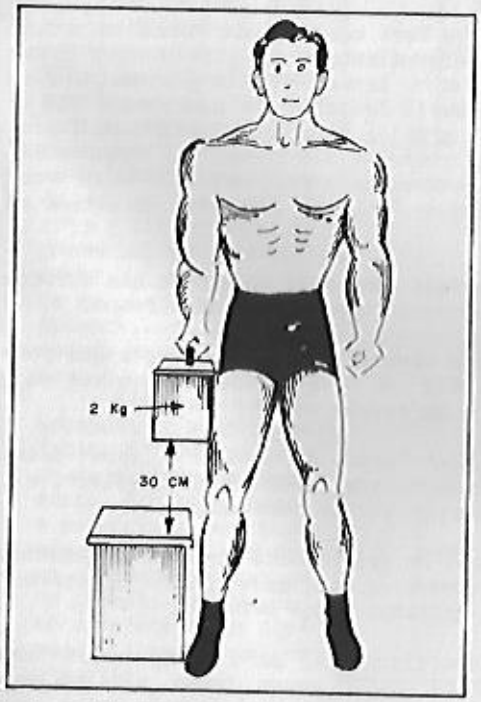


FIGURA 7
ERGUEU UM PESO DE 2 QUILOGRAMAS A 30 CENTÍMETROS DE ALTURA EM 1 SEGUNDO

Isto é questão de lógica pois, se o peso aumenta e o tempo que se vai empre

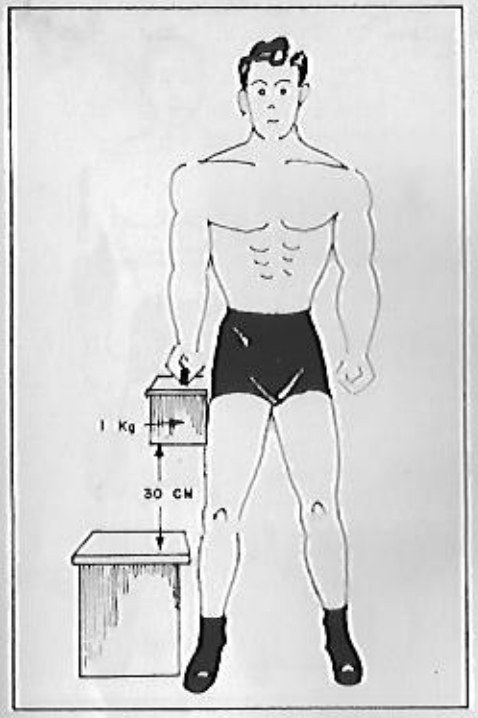


FIGURA 8
ERGUEU UM PESO DE 1 QUILOGRAMA A 30 CENTÍMETROS DE ALTURA EM MEIO SEGUNDO

gar é o mesmo, a força mecânica que devemos usar aumentará também. Da mesma forma, se desejarmos realizar determinado trabalho mecânico em menos tempo, a força utilizada deve ser maior. Por exemplo, se quisermos levantar um peso de 1 kg a 30 centímetros de altura em *meio segundo*, a força utilizada deverá ser de 1 kg a 60 centímetros por segundo (figura 8).

CAVALO VAPOR COMO UNIDADE DE POTÊNCIA MECÂNICA

Como o trabalho mecânico que representa levantar o peso de 1 kg a 30 cm de altura em 1 segundo é relativamente pequeno, recorremos à outra medida de potência mecânica maior: *O CAVALO VAPOR* (C.V.).

Como ilustramos na figura 9A, um cavalo vapor equivale à energia mecânica empregada para levantar um peso de 75 kg a 1 metro de altura em 1 segundo.

Para realizar um trabalho mecânico equivalente a um cavalo vapor durante mais tempo, como em 1 minuto, é necessário levantar um peso de 4.500 kg (75 x 60) à altura de 1 metro em 1 minuto, conforme ilustramos na figura 9B. Em outras palavras, um cavalo vapor equivale também à potência utilizada para erguer 4.500 kg a 1 metro de altura em 1 minuto.

Por esta razão, dizemos que as máquinas são mais poderosas que a força humana, porque são capazes de realizar o mesmo trabalho em menos tempo.

A relação que existe entre a unidade cavalo vapor e a potência que pode ter um cavalo é puramente comparativa, pois um cavalo pode desenvolver em 1 minuto um trabalho mecânico equivalente a um cavalo vapor.

Esta comparação teve origem no descobrimento da *máquina a vapor* pois, para ter uma idéia da potência que a máquina era capaz de desenvolver, ela foi comparada com a potência desenvolvida por vários cavalos.

Tenha presente que quando realizamos um determinado trabalho mecânico *em menos tempo*, é necessário usar mais *potência*. Se, pelo contrário, usarmos *mais tempo* para fazer o mesmo trabalho, gastamos *menos potência*.

Contudo, *a potência total usada* (energia gasta) para fazer determinado trabalho *será sempre a mesma*. Se quisermos gastar menos tempo, será necessário mais potência para um tempo mais curto. Se dispusermos de mais tempo, usaremos menos potência por mais tempo.

Por exemplo, se quisermos remover de um lugar para outro determinada

quantidade de pedras em menos tempo, será necessário utilizar mais trabalhadores. Se usarmos mais tempo, o mesmo trabalho poderá ser feito com menos trabalhadores.

Apesar de não ser imprescindível que o aluno tenha presente os conhecimentos sobre as unidades mecânicas, eles foram dados para servir de base para entender as unidades de potência elétrica. O importante é saber:

1 CAVALO VAPOR = 75 kg, 1 metro, 1 segundo
1 CAVALO VAPOR = 4.500 kg, 1 metro, 1 minuto

(Durante a explicação multiplicamos 75 x 60 porque 1 minuto, como sabemos, tem 60 segundos).

Tendo dado uma explicação sobre as unidades de potência mecânica, vamos explicar agora a unidade elétrica que indica a potência elétrica requerida para fazer determinado trabalho, ou converter a energia elétrica em outra forma de energia, como o calor, a luz, etc.

WATT, UNIDADE DE POTÊNCIA ELÉTRICA

Nas lições anteriores dissemos que uma corrente elétrica é um fluxo de pequenissimas partículas de eletricidade negativa chamadas *elétrons*, e que se põem em movimento em virtude de um desequilíbrio (diferença de potencial ou f. e. m.) entre as extremidades de um condutor ; este potencial ou f.e.m. é medido em *VOLTS*.

Além disso, já sabemos que a corrente indica o fluxo ou número de elétrons em movimento. Por esta razão, a potência elétrica *depende da força* que põe os elétrons em movimento (tensão) e do *número de elétrons* em movimento (corrente) do circuito.

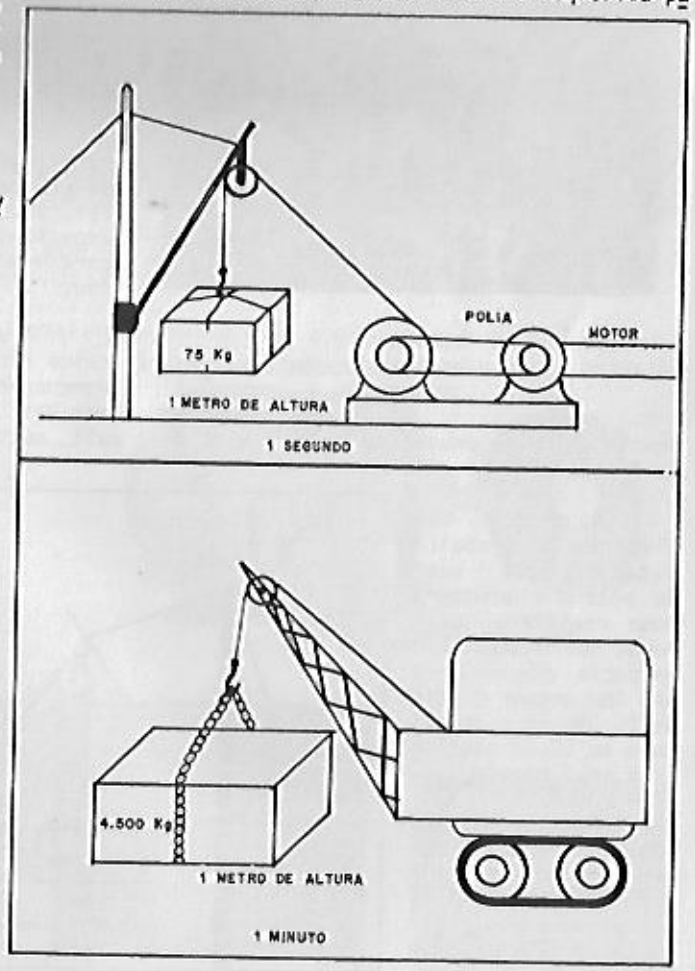


FIGURA 9
TRABALHOS PARA OS QUAIS É NECESSÁRIO EMPREGAR UMA POTÊNCIA MECÂNICA MAIOR, EQUIVALENTE A UM CAVALO VAPOR

A relação que existe entre a tensão e a corrente de um cir



FIGURA 10
VÁLVULAS "GE" PARA TRANSMISSORES DE GRANDE POTÊNCIA

cuito é a mesma que existe entre um desnível de uma queda de água e o número de litros por segundo que podem atuar numa turbina.

No caso da eletricidade, quanto mais alta for a tensão e a corrente disponíveis, maior será a potência elétrica. No caso da água, quanto maior for a pressão e o número de litros de água que atuam na turbina, tanto maior será a potência mecânica que a água é capaz de produzir.

Por este motivo, se aumentarmos a tensão num circuito (a força que põe os elétrons em movimento), *aumentaremos a energia* (trabalho que a eletricidade é capaz de desenvolver). Da mesma forma, se aumentarmos o número de elétrons em movimento (corrente), *aumentaremos a potência* (a capacidade) da corrente elétrica para realizar determinado trabalho.

A unidade de potência elétrica é o *WATT*; assim chamada em homenagem ao cientista inglês James Watt. O *watt* equivale à potência elétrica produzida pela f.e.m. de 1 volt, multiplicada pela corrente de 1 ampère.

Na figura 11 ilustramos o trabalho mecânico que 1 watt de potência elétrica pode realizar. Observamos que o watt é a potência elétrica capaz de erguer o peso de 20,094 kg a uma altura de 30,48 centímetros em 1 minuto.

Neste caso, utilizamos uma polia acionada por um motor elétrico, que gasta 1 minuto para erguer um peso de 20,094 kg à altura de 30,48 cm. Observe que o motor requer a corrente de *1 ampère, 1 volt e 1 minuto*; por esta razão, a potência elétrica transformada neste caso é de 1 watt durante 1 minuto.

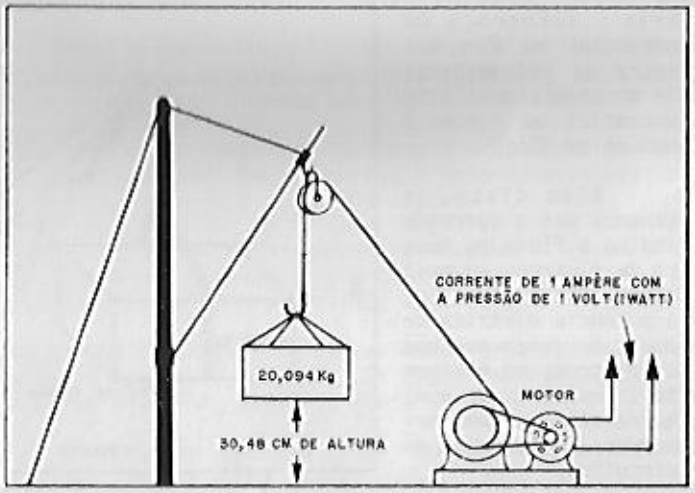


FIGURA 11
TRABALHO MECÂNICO QUE UM WATT DE POTÊNCIA ELÉTRICA PODE DESENVOLVER

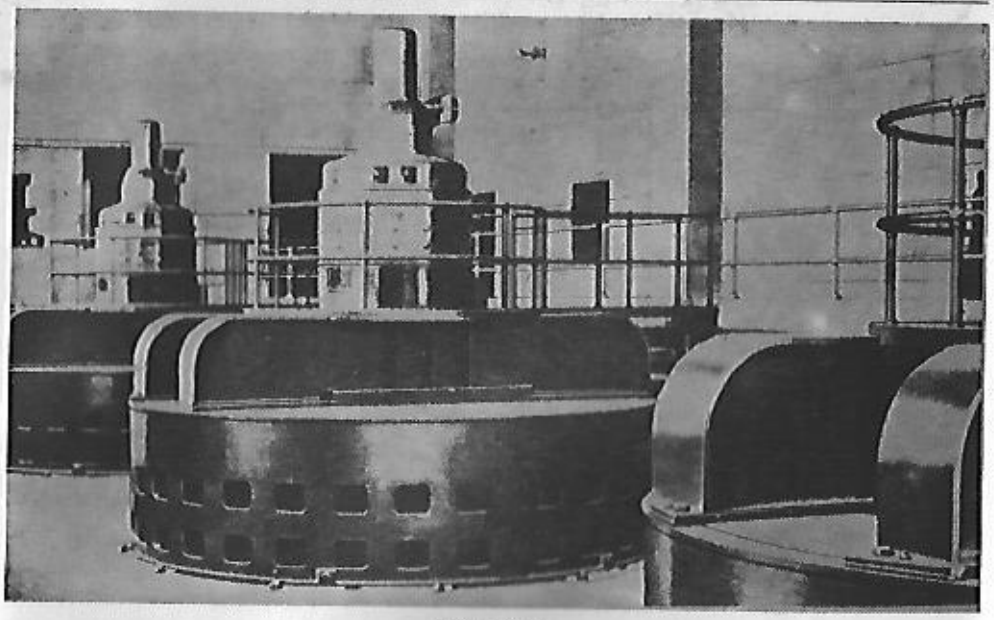


FIGURA 12
TRÊS PODEROSOS GERADORES ELÉTRICOS QUE PRODUZEM UMA POTÊNCIA ELÉTRICA DE 12 MILHÕES DE WATTS (12.000 KW) CADA UM

NOTA - Este nosso exemplo da figura 11, na prática não é exato, pois, nem o motor nem a polia trabalham com uma eficiência de 100%, já que há perdas pela fricção mecânica e pela resistência elétrica que fazem com que a força consumida seja realmente superior a 1 watt.

A potência elétrica necessária para desenvolver a potência mecânica de 1 cavalo vapor é de 735 watts.

Na figura 13 e 14 ilustramos vários tipos de motores de diferentes potências, capazes de desenvolver potência mecânica à custa de um determinado número de watts de potência elétrica.

Apesar de 1 cavalo vapor equivaler à potência

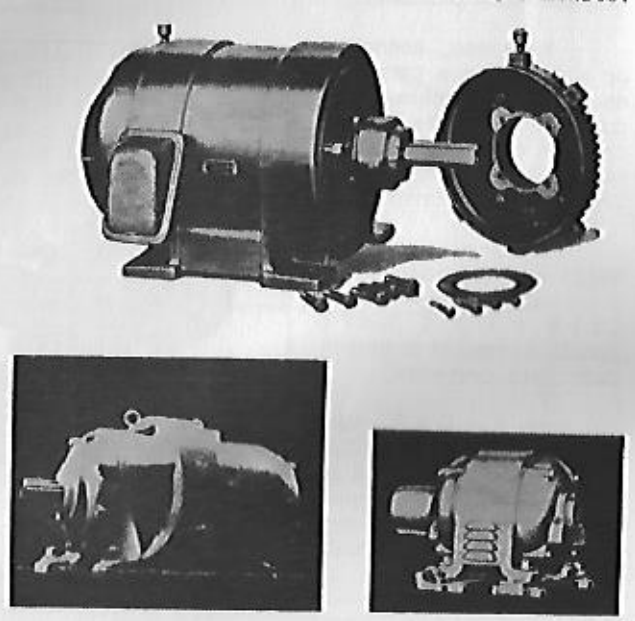


FIGURA 13
VÁRIOS TIPOS DE MOTORES ELÉTRICOS DE DIVERSAS POTÊNCIAS

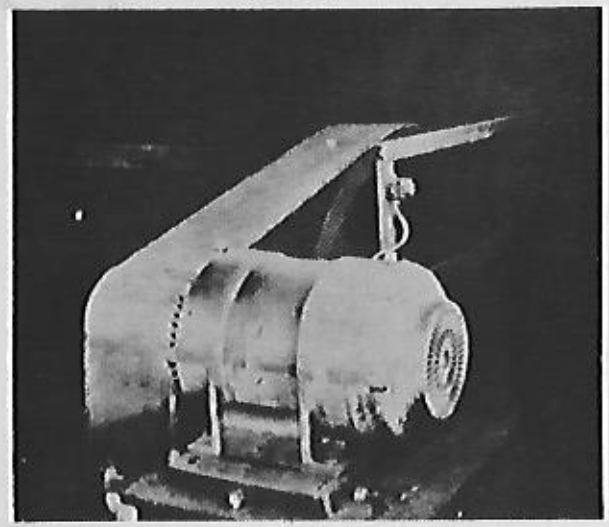


FIGURA 14
MOTOR ELÉTRICO DE 25 CAVALOS (25 CV)

elétrica de 735 watts, isto não quer dizer que um motor de 1 cavalo consuma somente 735 watts; no motor há *perdas de energia elétrica* devidas à resistência das bobinas e também *perdas mecânicas* devidas à fricção das partes mecânicas em movimento.

Por esta razão, para desenvolver uma força mecânica de 1 cavalo vapor (HP "*horse-power*" em inglês e C.V. em português), na realidade empregaremos uma potência elétrica um pouco maior que 735 watts, para compensar as perdas.

CÁLCULO DA POTÊNCIA ELÉTRICA

Como indicamos anteriormente, a potência elétrica de um circuito (wattagem) depende do número de volts aplicados ao circuito, e do *número de ampères que flui por ele.*

Portanto, conhecendo a tensão e a corrente do circuito, podemos calcular a potência elétrica que o circuito é capaz de transformar em outra forma de energia.

A fórmula (lei de Watt) é a seguinte:

(1) W = E x I (Watt é igual à tensão multiplicada pela corrente).

(2) Como E = I x R, substituindo E por I x R, teremos: W = I x I x R ou $W = I^2 \times R$ (Watt é igual à corrente ao quadrado, multiplicada pela resistência em ohms).

(3) Outrossim, como $I = \frac{E}{R}$, substituindo I por $\frac{E}{R}$, teremos: $W = \frac{E \times E}{R}$ ou

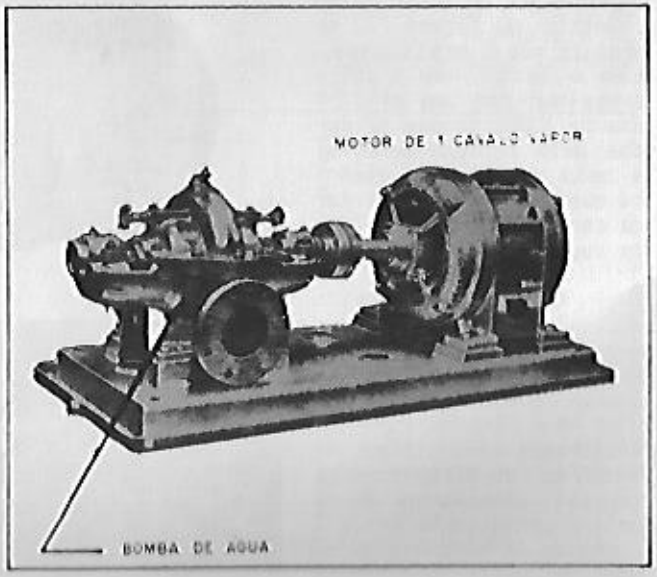


FIGURA 15
MOTOR ELÉTRICO DE UM CAVALO VAPOR PARA MOVIMENTAR UMA BOMBA DE ÁGUA

$\frac{E^2}{R}$ (Watt é igual à tensão ao quadrado, dividida pela resistência em ohms).

Observe que, na segunda fórmula (2) *não conhecemos a tensão, mas conhecemos a resistência.* Na última fórmula (3) *não conhecemos a corrente, mas conhecemos a resistência.*

Por esta razão, substituimos o valor desconhecido pelo conhecido, conforme a Lei de Ohm: I = W ÷ E; E = W ÷ I. Em lição mais avançada do nosso Curso encontraremos explicações mais detalhadas sobre a origem dessas fórmulas; no momento, vejamos alguns problemas simples.

EXEMPLO Nº 1 - Suponhamos que não sabemos qual é a potência elétrica consumida pelo motor da figura 11. Então aplicamos a fórmula W = E x I.

E = 1 volt; I = 1 ampère

W = 1 x 1 = 1, isto é, o motor elétrico da figura 11 está consumindo neste caso uma potência elétrica de 1 watt.

EXEMPLO Nº 2 - Suponhamos que a placa de identificação do motor elétrico da figura 15 indica que este motor requer uma tensão de 115 volts e uma corrente de 8 ampères. A potência elétrica do motor é igual a:

W = E x I = 115 x 8 = 920 watts

Isto quer dizer que o motor produz 920 watts, mas a potência mecânica útil do mesmo é de apenas 1 cavalo, ou seja, 735 watts. Os outros 185 watts (920 - 735), neste caso, foram consumidos pela fricção mecânica e pela resistência das bobinas do próprio motor.

EXEMPLO Nº 3 - Suponhamos que a lâmpada incandescente da figura 16 requeira uma corrente de 0,91 ampère e uma tensão de 110 volts. Qual será a energia elétrica que esta lâmpada consome ou transforma em luz e calor quando ligada? Aplicando a primeira fórmula da Lei de Watt, teremos: W = E x I; W = 110 x 0,91 = 100,10. Isto é, esta lâmpada consome uma energia elétrica de 100,10 watts durante o tempo que estiver ligada.

EXEMPLO Nº 4 - Um resistor ligado a um rádio-receptor na forma que mostra a figura 17, com a finalidade de obter uma queda de tensão, tem a resistência de 40 ohms, e por ele flui uma corrente de 1 ampère. Desejamos saber qual é a quantidade de energia elétrica que este resistor esta *dissipando* na forma de calor. Aplicando a segunda fórmula da Lei de Watt, teremos:

$W = I^2 \times R$

$W = 1^2 \times 40 = 40$

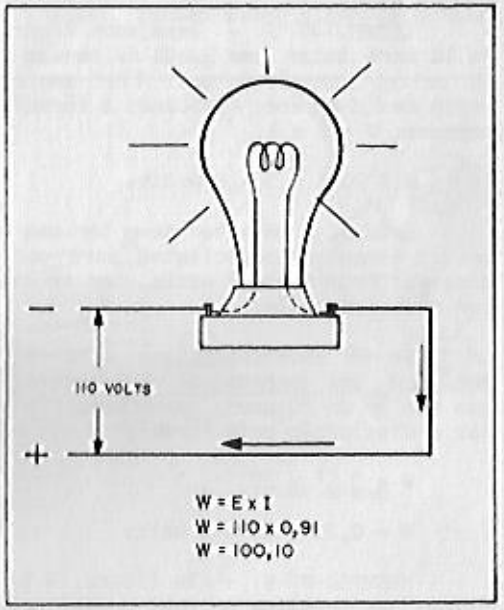


FIGURA 16
COMO CALCULAR A ENERGIA CONSUMIDA POR UMA LÂMPADA ELÉTRICA

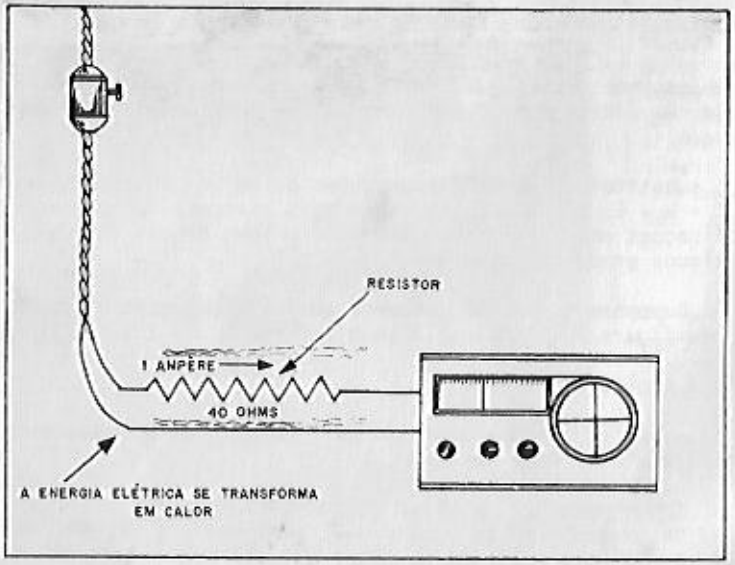


FIGURA 17
QUAL SERÁ A DISSIPAÇÃO EM WATTS DESTE RESISTOR?

Isto é, o resistor está transformando em calor uma energia elétrica de 40 watts.

A capacidade de dissipação (transformação de energia elétrica de um resistor) depende do diâmetro do fio *níchrome* (se for de fio), ou das dimensões do cilindro de carvão comprimido (se for deste tipo).

Quando um resistor usado em aparelhos elétricos for submetido a uma dissipação maior que a normal, ele se torna demasiadamente quente ou se queima. Por esta razão, ao comprar um resistor não somente é necessário especificar seu valor *em ohms*, como também sua *capacidade de dissipação em watts*.

EXEMPLO Nº 5 - Desejamos ligar um resistor na forma ilustrada na figura 18 para obter uma queda de tensão de 10 volts, através do qual flui uma corrente de 0,5 ampère. Aplicando a fórmula, teremos: W = E x I.

W = 10 x 0,5 = 5 watts.

Isto é, o resistor deve ter uma dimensão e wattagem suficientes para poder dissipar facilmente 5 watts, sem se aquecer demasiadamente.

Se só soubéssemos que pelo resistor flui uma corrente de 0,5 ampère, e que ele é de 20 ohms, poderíamos calcular a dissipação pela fórmula: $W = I^2 \times R$.

$W = 0{,}5^2 \times 20$

W = 0,25 x 20 = 5 watts

EXEMPLO Nº 6 - Na figura 19 ilustramos um problema no qual a aplicação destas fórmulas é de importância fundamental se quisermos fazer uma instalação elétrica eficiente. Neste caso, é necessário instalar as linhas de transmissão

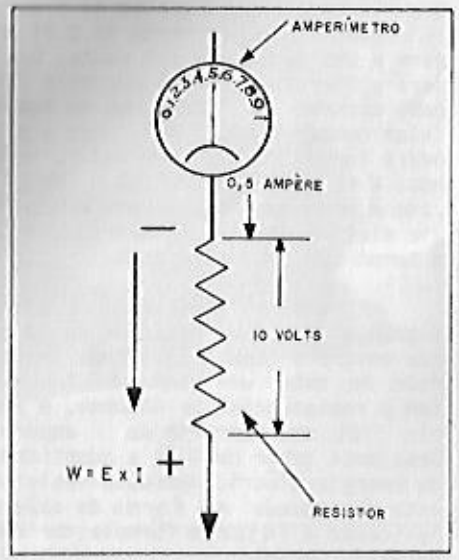


FIGURA 18
COMO CALCULAR A DISSIPAÇÃO DO RESISTOR

que conduzem a eletricidade, desde um pequeno gerador movido à água até à casa de moradia. Neste problema é indispensável calcular a quantidade de energia elétrica que podemos perder em forma de calor nas linhas de transmissão.

Tendo em mente usar fio de calibre 9, pela tabela das características dos fios de Cobre, sabemos que a resistência total de 1.100 metros deste fio é de 3 ohms. Sabemos que a resistência da linha de transmissão é de 3 ohms e por ela flui uma corrente de 10 ampères; aplicando a fórmula da Lei de Watt, teremos:

$W = I^2 \times R$; $W = 10^2 \times 3 = 300$ watts.

Isto é, a perda (transformação de energia elétrica em calor) neste fio condutor é de 300 watts. Uma perda de 300 watts é suficiente para acender 6 lâmpadas comuns, de 50 watts cada uma (50 x 6 = 300); portanto, não é aconselhável usar este calibre de fio para esta instalação. Supondo que o gerador não tenha indicação de sua potência em watts, podemos calculá-la pela fórmula da Lei de Watt, pois ele fornece 110 volts com uma corrente de 10 ampères.

W = E x I; W = 110 x 10 = 1.100 watts.

Isto é, a potência total do gerador é de 1.100 watts.

Comparando a perda da energia da linha de transmissão com a potência total do gerador, observamos que ela é bastante considerável, pois na linha de transmissão perderíamos quase um terço da potência total do gerador de eletricidade (300 watts em relação a 1.100 watts).

A queda de tensão produzida na linha de transmissão, se usássemos fio de calibre 9 (com resistência total de 3 ohms), também poderia ser calculada pela Lei de Ohm.

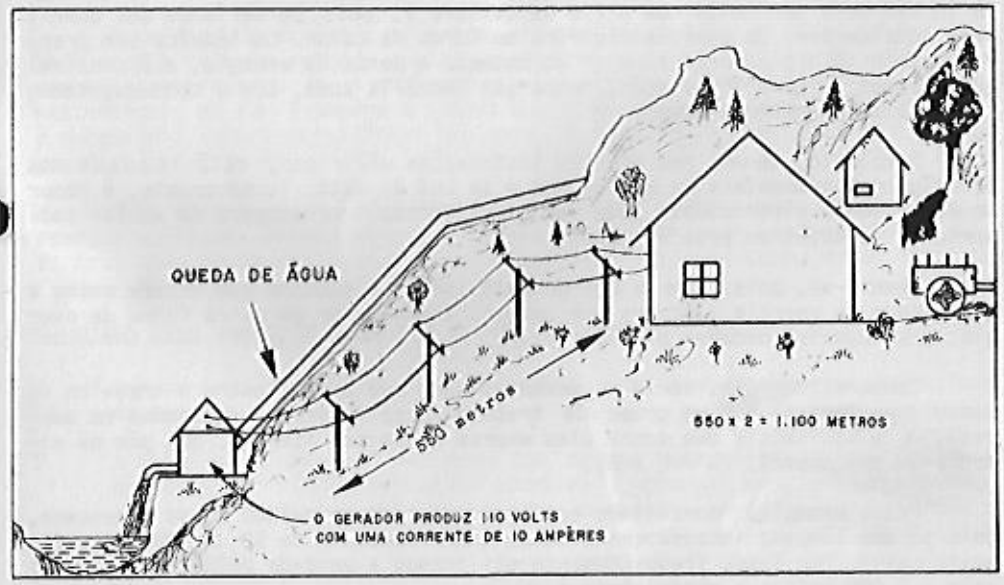


FIGURA 19
ANTES DE INSTALAR UMA LINHA DE TRANSMISSÃO, É NECESSÁRIO CALCULAR AS PERDAS

$E = I \times R$; $E = 10 \times 3 = 30$ volts

Isto é, na linha de transmissão teríamos uma queda de tensão de 30 volts. Como o gerador fornece 110 volts, na casa só chegariam 80 volts (110 - 30).

Por estas razões, é lógico supor que devemos escolher uma linha de transmissão que ofereça uma resistência menor que 3 ohms, na extensão de 1.100 metros. Por exemplo, se a resistência total do fio for somente de 0,5 ohm (usando fio de calibre 2 B&S), podemos calcular a perda total em watts e a queda da tensão na linha.

A perda total em watts desta linha de transmissão é de:

$W = I^2 \times R$; $W = 10^2 \times 0,5 = 50$ watts

Isto é, a perda é de 50 watts, ou seja, 1 consumo de uma única lâmpada.

A queda de tensão nesta linha é de:

$E = I \times R$; $E = 10 \times 0,5 = 5$ volts.

Isto é, a perda da tensão é somente de 5 volts.

É possível que, no princípio, a resolução destes problemas lhe pareça um pouco difícil de entender. Contudo, com um pouco de dedicação e estudo, se convencerá que eles são simples.

É de grande importância que o aluno comece a se familiarizar com a resolução desses problemas elétricos, pois esses conhecimentos são os que o diferenciam entre um simples reparador e um verdadeiro técnico, capaz de calcular por si mesmo, sem ter que se limitar a planos ou idéias de outros.

Por exemplo, é lógico supor que a instalação elétrica ilustrada na figura 19 não deve ser feita com o fio de calibre 9, pois perderíamos uma quantidade considerável de energia elétrica em forma de calor. Um técnico sem preparação teórica não poderá calcular de antemão a perda de energia, e é possível que uma vez feita a instalação, tenha que trocá-la toda, com a consequentemente perda de dinheiro e tempo.

O cálculo, mesmo nas grandes instalações elétricas, está baseado nos princípios fundamentais da Lei de Ohm e da Lei de Watt. Tecnicamente, é absurdo dizer que a eletricidade pode ser simplificada, ao extremo de abolir toda sorte de fórmulas ou princípios elétricos.

Lembre-se, pois, que a Lei de Watt indica a *relação* que existe entre a quantidade de energia elétrica que podemos transformar em outra forma de energia, e as demais unidades elétricas.

Comparativamente, seria a mesma relação que existe entre o trabalho desenvolvido (watts) por um grupo de trabalhadores (elétrons indicados em ampéres), e a vigilância que sobre eles exerce o capataz (tensão, que põe os elétrons em movimento): ($W = E \times I$).

Pelos exemplos, concluimos que a *unidade watt* em muitos casos é pequena, pois só uma lâmpada incandescente comum pode consumir de 50 a 100 watts (ou muito mais). Por isso, frequentemente utilizamos a unidade *QUILOWATT*, que equivale a 1.000 watts; a abreviatura é *KW*.

É possível que o aluno já tenha observado o medidor de eletricidade de sua casa. Notará que ele está calibrado em quilowatt-horas, isto é, ele registra 1 quilo watt por hora. No fim do mês, um empregado da Companhia de Serviços Elétricos anota a indicação do medidor para que o usuário pague, de acordo com o número de quilowatt horas consumido; isto é, a quantidade de energia elétrica que ele gastou para produzir luz, calor, trabalho mecânico, etc.

Cabe-nos indicar aqui que apesar de não ser tecnicamente correto dizer que *gastou* determinada quantidade de energia elétrica, pois o que realmente sucedeu foi a transformação da energia elétrica em outra forma de energia, usaremos frequentemente os termos *gasto ou consumido*, seguindo a tendência geral.

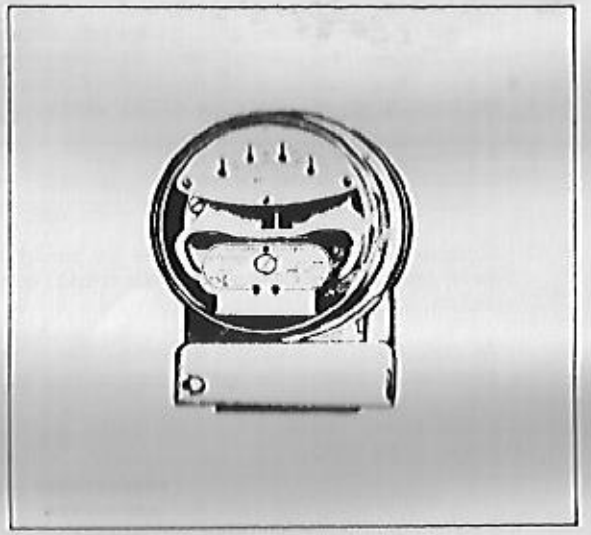


FIGURA 20
MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Na figura 20 mostramos um desses medidores de eletricidade. Esses aparelhos consistem de um motor elétrico com engrenagem redutora que move os ponteiros. Esse motor está ligado em série com a ligação elétrica da casa, de tal forma que, ao acender uma lâmpada, ligar um rádio, etc., completamos a ligação e o motor começa a funcionar. Quanto mais aparelhos ligarmos, menor será a resistência em série com o motor e, portanto, ele girará mais rapidamente.

A unidade de potência elétrica, o Watt, não inclui o fator tempo; somente indica a relação entre o número de ampéres e de volts. Se para realizar um trabalho precisarmos de 1 ampère e de 1 volt por minuto, teremos, então, 1 watt-minuto; se for 1 ampère e 1 volt por hora, teremos 1 watt-hora. Por isso, é necessário sempre especificar os watts consumidos e a unidade de tempo (segundo, minuto, hora).

Além desta unidade há também o *JOULE*, que corresponde à quantidade de energia utilizada quando se consome um watt, durante um segundo. Contudo, esta unidade é pouco usada, pois se refere a um período de tempo muito limitado.

RESUMO DOS PRINCÍPIOS MAIS IMPORTANTES APRENDIDOS NESTA LIÇÃO

1 - A energia não é criada e nem destruída, mas transformada em outra forma de energia.

2 - A energia elétrica proveniente das usinas hidroelétricas tem origem numa série de transformações de energia; a energia original provém do calor solar produzida pela desintegração atômica paulatina do sol.

3 - As unidades de força mecânica são o centímetro-grama por segundo, e o cavalo vapor (C.V.).

4 - A potência elétrica depende da tensão e da corrente.

5 - A unidade de potência elétrica é o Watt. O watt representa a potência transformada quando utilizamos uma corrente de 1 ampère à pressão de 1 volt.

6 - Um cavalo vapor equivale a 735 watts.

7 - A relação que existe entre o watt e as outras unidades elétricas é conhecida como a Lei de Watt, e é utilizada para calcular a potência elétrica (watagem), quando conhecemos outras unidades elétricas.

8 - A capacidade de dissipação de um resistor é expressa em watts; ela indica a quantidade de energia elétrica que o resistor pode transformar em calor, sem se danificar.

9 - As unidades de energia elétrica são o quilowatt-hora e o Joule; elas expressam o número de watts consumidos em relação a um determinado tempo.

****
****
****
*****
***
*

IMPRESSO NO BRASIL
DIREITOS RESERVADOS 1947

UNIDADES DE MEDIDA E SUAS EQUIVALÊNCIAS

1 METRO

1000 milímetros
100 centímetros
10 decímetros
39,37 polegadas
3,28 pés
1,094 jardas

1 JARDA

36 polegadas
3 pés
91,44 centímetros

1 PÉ

30,48 centímetros
12 polegadas
0,3333 jarda
0,3048 metro

1 MILÍMETRO

39,37 mils
0,03937 polegada
0,001 metro

1 POLEGADA

1000 mils
25,40 milímetros
2,54 centímetros
0,0833 pé
0,02777 jarda

1 QUILÔMETRO

3280,83 pés
1093,61 jardas
1000 metros
0,62137 milha

1 CENTÍMETRO

10 milímetros
0,3937 polegada
0,0328 pé
0,01 metro

1 MILHA

5280 pés
1760 jardas
1609,35 metros
1,60935 quilômetro

1 METRO QUADRADO

1000000 mm²
10000 cm²
1550 pol. quadradas
10,764 pés quadrados
1,196 jarda quadrada

1 PÉ QUADRADO

929,0204 cm²
144 pol. quadradas
0,11 jarda quadrada
0,0929 metro quadrado

1 MILÍMETRO QUADRADO

1973,52 circular mils
0,01 cm²
0,00155 pol. quadrada

1 POLEGADA QUADRADA

1273240 circular mils
6,4516 cm²
645,163 mm²
0,0069 pé quadrado

1 KM QUADRADO

1000000 metros quadrados
0,3861 milha quadrada

1 CM QUADRADO

197352 circular mils
0,155 pol. quadrada
0,00107584 pé quadrado
0,0001 metro quadrado

1 MILHA QUADRADA

27878400 pés quadrados
3098600 jardas quadradas
2,59 quilômetros quadrados

1 METRO CÚBICO

61023,4 pol. cúbicas
35,3145 pés cúbicos

1 MILÍMETRO CÚBICO

0,001 cm³
0,000061023 pol. cúbica

1 POLEGADA CÚBICA

16,3872 cm³

1 CENTÍMETRO CÚBICO

1000 mm³
0,0610234 pol. cúbica
0,0000353 pé cúbico

1 PÉ CÚBICO

1728 pol. cúbicas
28,317 dm³
0,037 jarda cúbica
0,0283 metro cúbico

1 QUILOGRAMA

1000 gramas
35,2739 onças
2,20462 libras

1 LIBRA

453,6 gramas
16 onças
0,4536 quilograma

1 ONÇA

28,35 gramas
0,0625 libra

1 LITRO

1000 cm³
1 decímetro cúbico
0,26417 galão americano
0,03531 pé cúbico
0,001 metro cúbico

1 GALÃO AMERICANO

3,785 litros

OUTRAS QUANTIDADES

1 hectólitro = 100 litros
1 decalitro = 10 litros
1 decilitro = 0,1 litro
1 centilitro = 0,01 litro

ALGUMAS ABREVIAÇÕES

Quilômetro = km
Metro = m
Decímetro = dm
Centímetro = cm
Milímetro = mm
Litro = ℓ
Decilitro = dℓ
Centilitro = cℓ
Segundo = s
Minuto = m
Hora = h
Dia = d
Quilograma = kg
Grama = g

OBSERVAÇÃO: As abreviações de pesos e medidas não recebem "s" se forem no plural, e nem ponto (.), tanto no singular como no plural.

Exemplo: 8 quilômetros, 300 metros, 29 centímetros e 99 milímetros = = 8km, 300m, 29cm, e 99mm

5 litros, 2 decilitros e 300 mililitros = 5ℓ, 2dℓ e 300mℓ

9 quilogramas e 350 gramas = 9kg e 350g

30 dias, 22 horas, 15 minutos e 50 segundos = 30d,22h,15m e 50s

IMPRESSO NO BRASIL
DIREITOS RESERVADOS 1947

OCCIDENTAL Schools

EXAME DA LIÇÃO E-14

10

- CADA QUESTÃO APRESENTA TRÊS OU MAIS RESPOSTAS.
- SOMENTE UMA DELAS ESTÁ CORRETA.
- MARQUE A QUE JULGAR CORRETA.
- TRANSCREVA AS RESPOSTAS CORRETAS PARA A FOLHA DE EXAME ANEXA.

1 - Quando um aparelho elétrico está recebendo uma corrente de 1 ampère de uma fonte de f.e.m. de 1 volt, ele está utilizando uma potência elétrica equivalente a:

a) 10 watts
b) 746 watts
c) 1 watt

2 - Quando um circuito elétrico recebe uma tensão de 110 volts e uma corrente de 5 ampères, a energia elétrica que o circuito está transformando em outra forma de energia equivale a:

a) 22 watts
b) 110 watts
c) 550 watts
d) 1.100 watts

3 - A fórmula empregada para verificar a potência elétrica consumida por um circuito, quando se conhece a tensão aplicada e a intensidade da corrente é:

a) $W = E \div I$
b) $W = E^2 \times I$
c) $W = E \times I$
d) $W = E \times I^2$