

TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA

CV - HP - kWh - Rendimento

ENERGIA: capacidade de produzir trabalho

Cinética: é a energia em movimento

Potencial: é a energia em repouso

A unidade de trabalho é o Joule (J)

UNIDADES PADRÃO NO SI

Medidas	Unidades	Símbolos
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s
Força	Newton	N
Potência	Watt	W
Trabalho	Joule	J
Intensidade luminosa	Candela	cd
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K

Unidades de medidas de potência - CV e HP

CV (cavalo-vapor): é uma unidade de potência que corresponde a um trabalho mecânico para levantar um peso de 75kg a uma altura de 1 metro em 1 segundo.

Atualmente o CV é uma medida muito usada na indústria automobilística para a classificação da potência dos motores de combustão.

HP (horse power): Nos países anglo-saxônicos, utiliza-se o *horse power*, de símbolo, que é uma unidade de mesma escala de grandeza, mas com valores diferentes.

O *horse power* define-se como sendo a potência necessária para elevar verticalmente uma massa de 33.000 libras a uma altura de 30,48cm em 1 minuto.

Um pouco de história:

O termo horse power foi criado por James Watt (1736 – 1819) que foi um notável engenheiro escocês, conhecido pela sua enorme contribuição no desenvolvimento das máquinas a vapor e precursor da revolução industrial.

Watt utilizava cavalos que, na época, eram o instrumento de trabalho pesado ao qual mais se recorria.

Para poder expressar a potência da sua máquina a vapor, James Watt realizou diversas experiências avaliando o poder de tração dos cavalos, em elevarem baldes de carvão de uma mina.

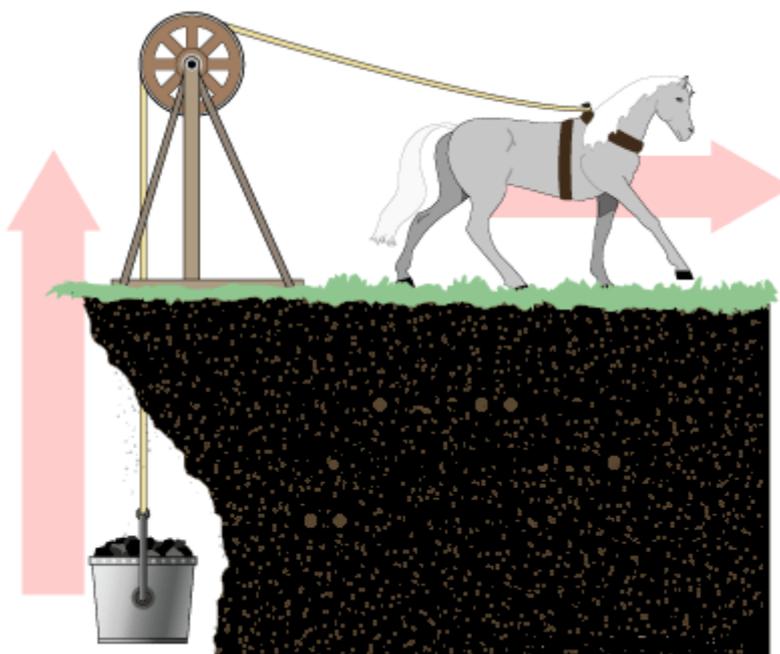
Watt determinou que, em média, um cavalo necessitava de 1 minuto para elevar 22.000 libras-pé (elevar um balde de carvão pesando 22.000 libras¹, a uma altura de um pé).

Ou seja, em unidades do sistema internacional: 9.970 kg a uma altura de 0,3048m ou 30,48cm em 1 minuto.

Posteriormente, após uma revisão de seus cálculos e conceitos, Watt decidiu aumentar o trabalho realizado pelos cavalos para 33.000 libras-pé, estabelecendo em definitivo a unidade de potência horse power.

Assim, um HP pode ser definido como o trabalho mecânico para elevar um peso de 14.979,82kg a uma altura de 30,48cm em 1 minuto.

Em unidades SI temos que $1 \text{ HP} = 745,6987158227022\text{W}$.



Tanto o CV como o HP mede potência cujos valores são muito próximos:

$$1 \text{ CV} = 735,49875\text{W} \text{ (735,5W)}$$

$$1 \text{ HP} = 745,6987158227022 \text{ (745,7W)}$$

$$\text{Potência} = \frac{\text{trabalho}}{\text{tempo}} = \frac{\text{força} \times \text{deslocamento}}{\text{tempo}}$$

¹ 1 libra = 453,59237 gramas ou 0,45359237kg

A UNIDADE DE POTÊNCIA WATT

É unidade de medida de potência usada nos meios científicos (SI)

$$\text{watt} = \text{joule/segundo} \rightarrow 1 \text{ watt} = 1\text{V} \times 1\text{A}$$

joule é a energia

logo: **Energia = P x t**

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

*energia em joules
potência em watts
tempo em segundo*

Aplicando o conceito, 1 lâmpada de 60W ligada durante 1 segundo, produz 60 joules de energia térmica e luminosa, pois:

$$E = P \times t$$

MEDIÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA

Quando ligamos um aparelho em nossa casa, seja uma lâmpada, rádio, geladeira, etc. realiza-se um trabalho e, por conseguinte certa energia é consumida em função do tempo.

Quanto mais tempo um aparelho ficar ligado, maior será a energia consumida.

Essa energia é medida em joules por segundo. No entanto em virtude de assumir valores muito elevados (conforme exemplo que veremos a seguir), esses valores são convertidos em múltiplos do Sistema Internacional de unidades.

Imagine uma conta de luz com valores de energia expressos em joules e o tempo em segundos. Isso seria impraticável devido aos números muito extensos que terão que ser interpretados.

Assim, uma conta de luz tem seus valores de consumo expressos em kWh (quilowatt por hora).

Vejamos um exemplo para esclarecer melhor:

Calcular o consumo de energia de uma casa em um dia, com os seguintes dispositivos ligados:

- 1) 10 lâmpadas de 60W ligadas durante 6 horas;
- 2) 2 lâmpadas de 100W ligadas durante 1/2 hora;
- 3) 1 rádio de 30W ligado durante 1 hora;
- 4) 1 ferro elétrico de passar de 1.000W ligado durante 1/2 hora.

Resolvendo:

1) 10 lâmpadas de 60W → total = 600W

$$1 \text{ hora} = 3.600\text{s} \rightarrow 6 \text{ horas} = 3.600 \times 6 = 21.600\text{s}$$

$$E = P \times t = 600 \times 21.600 = \mathbf{12.960.000 \text{ joules}}$$

2) 2 lâmpadas de 100W → total = 200W

$$1 \text{ hora} = 3.600\text{s} \rightarrow 1/2 \text{ hora} = 1.800\text{s}$$

$$E = P \times t = 200 \times 1.800 = \mathbf{360.000 \text{ joules}}$$

3) 1 rádio de 30W

$$1 \text{ hora} = 3.600\text{s}$$

$$E = P \times t = 30 \times 3.600 = \mathbf{108.000 \text{ joules}}$$

4) 1 ferro elétrico de passar de 1.000W

$$1 \text{ hora} = 3.600\text{s} \rightarrow 1/2 \text{ hora} = 1.800\text{s}$$

$$E = P \times t = 1.000 \times 1.800 = \mathbf{1.800.000 \text{ joules}}$$

CONSUMO DIÁRIO:

$$\begin{array}{r} 12.960.000 \\ 360.000 \\ 108.000 \\ 1.800.000 \\ \hline 15.228.000 \text{ joules} \end{array}$$

$$\text{CONVERTENDO PARA watts/hora: } \frac{15.228.000}{3.600} = 4.230\text{Wh}$$

$$\text{CONVERTENDO PARA kilowatt/hora: } \frac{4.230}{1.000} = 4,23\text{kWh}$$

O MESMO EXERCÍCIO PODERÁ SER RESOLVIDO CONVERTENDO OS VALORES PARA OS MÚLTIPLOS DO SI.

Assim, watts em kilowatts e o tempo permanece em horas, como no enunciado.

lâmpadas de 60W = 0,06kW

lâmpadas de 100W = 0,1kW

rádio de 30W = 0,03kW

ferro elétrico de passar de 1.000W = 1kW

meia hora = 0,5

- 1) $10 \times 0,06\text{kW} \times 6 = 3,6\text{kWh}$
- 2) $2 \times 0,1\text{kW} \times 0,5 = 0,1\text{kWh}$
- 3) $1 \times 0,03 \times 1 = 0,03\text{kWh}$
- 4) $1 \times 1.000 \times 0,5 = 0,5\text{kWh}$

CONSUMO DIÁRIO: $3,6\text{kWh} + 0,1\text{kWh} + 0,03\text{kWh} + 0,5\text{kWh} = \mathbf{4,23\text{kWh}}$

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

São gastas 4 toneladas de gás para alimentar um forno industrial. Quanto sairia por meio de energia elétrica a alimentação desse forno, supondo que um kilowatt-hora custa R\$0,30 e supondo que um quilo de gás equivale a 18.000BTU?

Resolvendo:

Observe que trata-se da conversão de uma forma de energia para outra forma de energia, neste caso vamos substituir o gás por eletricidade.

Veja a seguir uma tabela de conversão de algumas unidades importantes para BTU (**B**ritish **T**hermal **U**nit)

Quant.	U. medida	BTU
1	Wh = watt-hora	3,4121414799
1	kWh = quilowatt-hora	3.412,414799
1	Ws = watt-segundo	0,0094781707775
1	kWs = quilowatt-segundo	0,94781707775
1	J = joule	0,00094781707775
1	KJ = kilojoule	0,94781707775
1	cal = caloria	0,0039683205411
1	kcal = kilocaloria	3,9683205411

$$\text{Transformando BU em kWh: } \frac{4000 \cdot 18000}{3.412,415} = 21.099\text{kWh}$$

$$\text{Custo: } 21.099\text{kWh} \times 0,30 = \text{R}\$6.329,70$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Em um galpão industrial existem 500 lâmpadas de 100W cada, para iluminação geral.

No fim do mês (30 dias) veio uma conta de R\$2.056,00. Sabendo-se que 1kWh custa R\$0,40 determine quanto tempo ficou ligada cada lâmpada por dia.

Resolvendo:

$$\text{Consumo mensal: } \frac{2.056,00}{0,40} = 5.140\text{kWh}$$

$$\text{Consumo diário: } \frac{5.140}{30} = 171,333\text{kWh}$$

$$\text{Consumo de cada lâmpada: } \frac{171,333}{500} = 0,343\text{kWh}$$

$$\text{Se } E = P \times t \rightarrow t = \frac{E}{P} = \frac{0,343\text{kWh}}{0,1\text{kW}} = 3,43\text{h}$$

Lembrar que a potência de cada lâmpada = 100W = 0,1kW

Cada lâmpada ficou ligada 3,43h por dia.

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Determinar a potência de 1 ferro elétrico, sabendo que em 2 minutos ele consome a mesma energia de uma lâmpada de 100W ligada durante 1/2 hora.

$$E = P \times t$$

$$E = 100 \times 1.800\text{s} = 180.000 \text{ joules (energia da lâmpada)}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{180.000\text{J}}{120\text{s}} = 1.500\text{W}$$

Lembrar que J/s = Watt

RENDIMENTO

O rendimento é representado por "η" (letra grega *eta* minúscula).

O rendimento é a relação da energia produzida ou energia total, com a energia efetivamente utilizada.

Exemplificando: uma lâmpada de 100W ligada durante 1 minuto, produz uma energia de 5.000 joules. Qual é o rendimento da mesma?

$$E = P \times T = 100 \times 60 = 6.000 \text{ joules (energia total)}$$

Essa é a energia luminosa que a lâmpada deveria produzir, no entanto, sabemos que existe uma perda devido a resistência do filamento em forma de calor (energia térmica).

A energia térmica não é utilizada para iluminação. É uma energia desperdiçada ou não aproveitada.

Como a lâmpada produz 5.000 joules de energia luminosa, os 1.000 joules restantes são desperdiçados, daí podemos calcular o rendimento:

$$\eta = \frac{E. \text{ util}}{E. \text{ total}} \times 100\% \rightarrow \frac{5.000}{6.000} = 0,833 \times 100\% = 83,3\%$$

E. util = energia utilizada ou aproveitada → E. total = energia produzida

Daí conclui-se que 16,7% é calor devido ao efeito joule.

O rendimento pode ser calculado também em relação a potência desenvolvida.

Assim:

$$\eta = \frac{P. \text{ util}}{P. \text{ total}} \times 100\%$$

P. útil = potência utilizada ou aproveitada → P. total = potência produzida

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Um ferro elétrico apresenta uma potência de 1.000W e rendimento de 90%.

Determinar durante quanto tempo ele deve permanecer ligado, para que a energia térmica por ele produzida seja igual a energia térmica de uma lâmpada de 100W com rendimento de 60%, que permanece ligada durante 3 minutos.

Resolvendo:

A energia total da lâmpada:

$$E = P \times t = 100W \times 180s = 18.000 \text{ joules}$$

Como a lâmpada tem um rendimento de 60%:

60% de 18.000 joules é 10.800 joules

Logo, a lâmpada está produzindo 7.200 joules de energia térmica, que é a energia que o ferro deverá produzir durante um certo tempo.

Como o ferro tem um rendimento de 90%, implica que a energia total produzida pelo ferro terá que ser maior do que 7.200 joules.

Deduz-se então que 10% da energia total não é aproveitada pelo ferro.

$$\eta = \frac{E. \text{ util}}{E. \text{ total}} \rightarrow 90 = \frac{7.200}{E \text{ total}} \times 100 \rightarrow E \text{ total} = \frac{7.200}{90} \times 100 = 8.000J$$

Assim, a energia total do ferro é 8.000 joules

$$t = \frac{E}{P} = \frac{8.000}{1.000} = 8 \text{ segundos}$$

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Deseja-se iluminar uma sala com uma potência luminosa de 50W. Utiliza-se para isso uma lâmpada cujo rendimento é de 70%.

Sabemos que a lâmpada permanece acesa 5 horas por dia e que um kWh custa R\$0,40. Determinar o gasto diário.

Resolvendo:

Cálculo da potência luminosa: $50\text{W} = 0,05\text{kW}$

$$E = P \times t = 0,05\text{kW} \times 5 \text{ horas} = 0,25\text{kWh}$$

$$\eta = \frac{P. \text{util}}{P. \text{total}} \times 100 \rightarrow P. \text{total} = \frac{0,25}{70} \times 100 \rightarrow P \text{ total} = 0,357\text{kWh}$$

$$\text{Gasto diário: } 0,357\text{kWh} \times 0,40 = \text{R\$ } 0,143$$