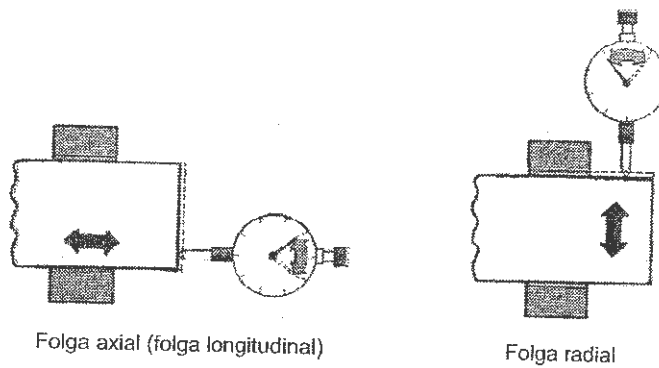
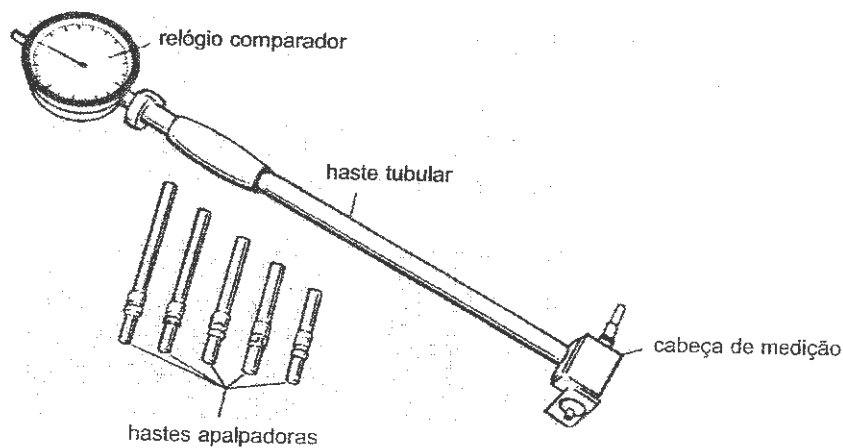


Em medição de folga através de relógios comparadores, serão bastante utilizadas as expressões folga radial e folga axial.

As figuras abaixo mostram o que cada expressão corresponde.



## DISPOSITIVOS PARA MEDIDAS INTERNAS



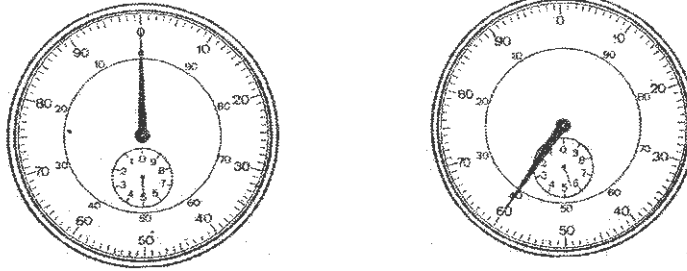
## RECOMENDAÇÕES ESPECIAIS

1. Limpar o relógio comparador e a peça antes de processar a medição.
2. Usar o relógio comparador distante de poeira e de líquidos corrosivos.
3. Antes de tomar qualquer medida, verificar se o relógio comparador está devidamente calibrado e se está firmemente fixado no suporte.
4. Conferir rigorosamente o alinhamento do instrumento em relação à peça.
5. A ponta de contato do relógio comparador deverá estar perpendicular à peça que está sendo medida.
6. Nunca se deve forçar a haste de medição lateralmente.
7. Após o uso, colocar o comparador em seu respectivo estojo.
8. Evitar a queda do relógio ou choques violentos.

## Exercícios

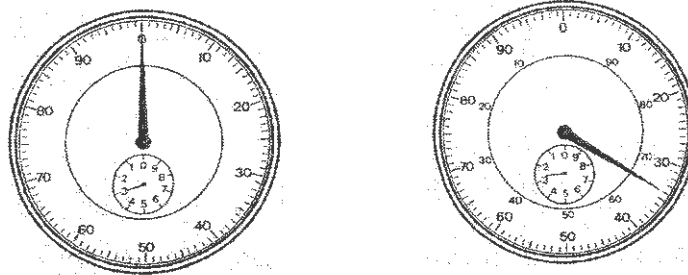
À esquerda mostramos os relógios comparadores com pré-carga, à direita a nova posição ocupada pelos seus ponteiros. Quais serão as leituras.

### 1. Ressalto



Resposta: \_\_\_\_\_

### 2. Rebaixo

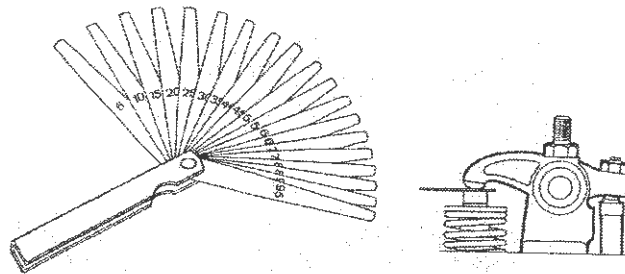


Resposta: \_\_\_\_\_

# LÂMINAS CALIBRADORAS E CALIBRADORES DE RAIO

## LÂMINAS CALIBRADORAS

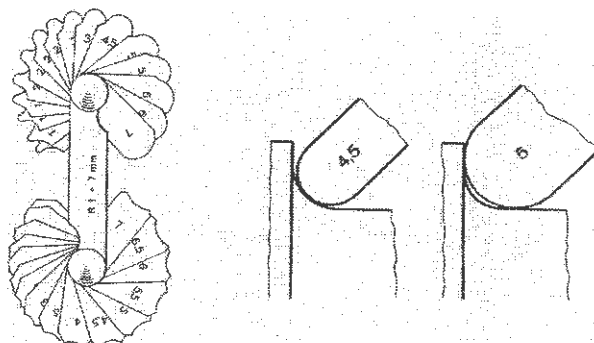
As lâminas calibradoras (calibre de lâminas) constituem um prático instrumento para o controle de folgas nos mais diversos tipos de mecanismos. O mais usado é do tipo "Canivete" constituído de um jogo de lâminas, articuladas em um "cabo estojo".



## CALIBRADORES DE RAIOS

Duas setas que entre si formam um ângulo diferente de  $180^\circ$  são chamadas discordantes e podem ser unidas por um arco (parte de uma circunferência). A medida do centro da circunferência até a sua extremidade recebe o nome de raio e, neste caso particular, raio de concordância.

A execução do raio de concordância é um recurso utilizado na construção de componentes mecânico para aumentar sua resistência mecânica. A medida do raio de concordância deve ser feita com um calibre de raios.



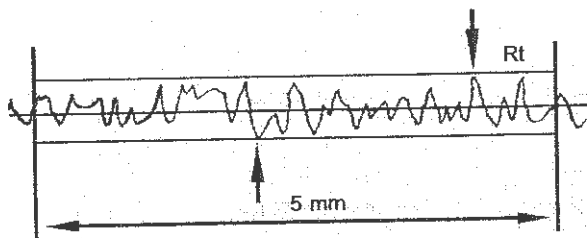
# RUGOSIDADE

Toda superfície retificada apresenta certo grau de aspereza (rugosidade). Esta aspereza não deverá ser igual para todos os casos, devendo variar de acordo com o tipo de trabalho a que será submetida a superfície em questão.

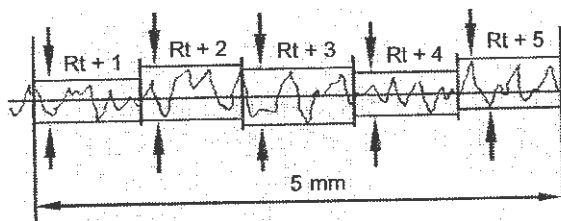
A rugosidade se mede com aparelhos especiais (rugosímetro) que, após ampliação, indicam seu valor e/ou registram graficamente o perfil da superfície.

Normalmente utilizamos as rugosidades:  $R_t$  - utilizada para árvore de manivelas,  $R_z$  - utilizada para superfícies do cabeçote, bloco, volante, placa de pressão (platô),  $R_{3z}$  - utilizada para superfície do cilindro. Para a determinação das rugosidades adotamos geralmente zonas de 5mm de comprimento (comprimento efetivo de medição).

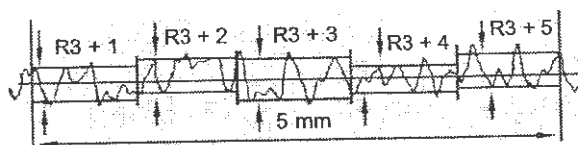
## DETERMINAÇÃO GRÁFICA DA RUGOSIDADE



$R_t$  = valor entre o ponto mais saliente e o ponto mais reentrante



$R_z$  = média dos valores entre o ponto mais reentrante, de cada uma das 5 zonas



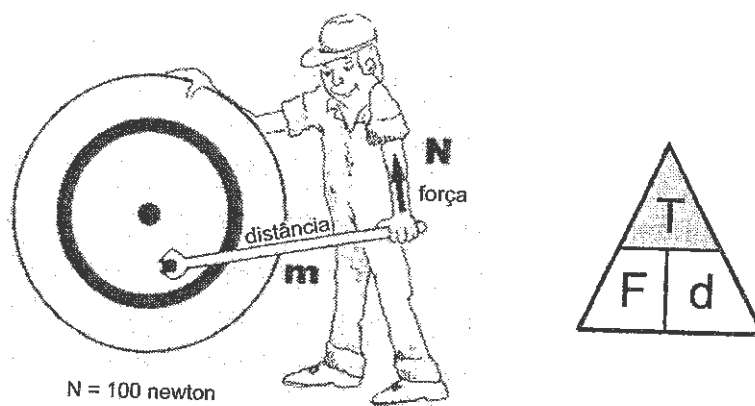
$$R_{3z} = \frac{R_{3z1} + R_{3z2} + \dots + R_{3z5}}{5}$$

$R_{3z}$  = média dos valores entre o 3º ponto mais reentrante de cada uma das 5 zonas

# TORQUE

Torque é o produto de uma força por uma distância.

Torque = força x distância →  $T = F \cdot d$



1 newton metro = 1 newton x 1 metro →  $1Nm = 1N \times 1m$

Unidade nova	Unidade antiga
Nm	mkgf
newton metro	1 metro kilograma-força
$1Nm = 0,101972 \text{ mkgf}$	$1 \text{ mkgf} = 9,80665 \text{ Nm}$
$1Nm \cong 0,1mkgf$	$1mkgf \cong 10Nm$

Para fazer a conversão de mkgf em Nm é necessário multiplicar mkgf pela constante 9,80665 (na área automotiva pode-se multiplicar por 10).

## EXEMPLO

$1mkgf \times 10 = 10Nm$

$10mkgf \times 10 = 100Nm$

$75mkgf \times 10 = 750Nm$

## TORQUE CONJUGADO

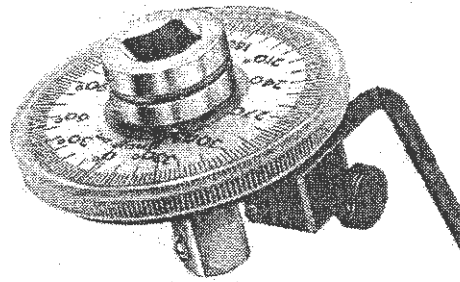
### Torque + Aperto angular

EXEMPLO

60 Nm + 90°

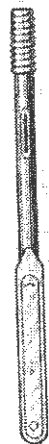
Com o grande avanço tecnológico nos veículos automotores, houve necessidade de maior precisão na construção e fixação dos seus componentes. Para garantir “melhor” fixação de alguns deles, tem-se utilizado parafusos “elásticos”, onde são aplicados torques conjugados (torque + aperto angular); após o aperto inicial com o torquímetro aplica-se o aperto em ângulo.

Esse tipo de torque uniformiza os valores de aperto preestabelecidos pelo fabricante. Para obter o torque conjugado utilizamos o dispositivo de aperto angular conforme desenho abaixo.

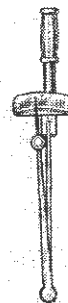


## CHAVE DINAMOMÉTRICA (TORQUÍMETRO)

Destina-se a medir o esforço de aperto. É um cabo especial para chaves tubular (soquete), com dispositivo de medições de torque. Os tipos mais comuns são: de estalo, de ponteiro e de relógio.



de estalo



de ponteiro



de relógio

A precisão na medição do aperto, depende do estado da chave dinamométrica, tipo de rosca, lubrificação do parafuso e da atenção do mecânico.

Para uma medição de aperto com boa precisão, é preciso que as roscas dos parafusos estejam limpas e bem lubrificadas. Portanto, limpe e lubrifique os parafusos e porcas antes de apertá-los.

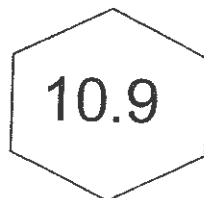
Sempre que fizer montagem de qualquer conjunto ou peças, procure a tabela de especificação de aperto e faça a montagem tecnicamente, obedecendo às recomendações da tabela.

## PARAFUSOS E PORCAS

Todos os parafusos e porcas recebem valores de aperto (torque) em função de sua classe de resistência e em função do componente a ser fixado.

### EXEMPLO

Classe de resistência



A seguir são apresentados o limite de elasticidade, a resistência à torção de parafusos e porcas e exemplo de dimensões de parafusos.

### LIMITE DE ELASTICIDADE

$$10 = \frac{1}{100} \text{ do limite de elasticidade} \rightarrow 10 \times 100 = 1000\text{N/mm}^2$$

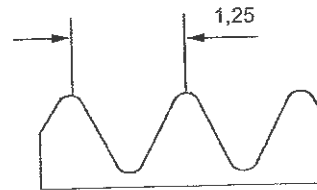
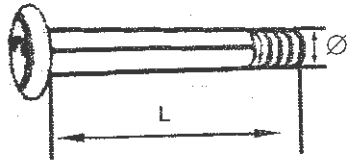
O número anterior ao ponto (10) indica  $\frac{1}{100}$  do limite de elasticidade

## RESISTÊNCIA À TORÇÃO

$$9 \times 10 = \frac{1}{10} \text{ resistência à torção} \rightarrow 10 \times 9 \times 10 = 900 \text{ N/mm}^2$$

O número posterior ao ponto (9) multiplicado pelo anterior (10) indica  $\frac{1}{10}$  da resistência à torção.

## DIMENSÕES DOS PARAFUSOS



### EXEMPLO

M10 x 1,25

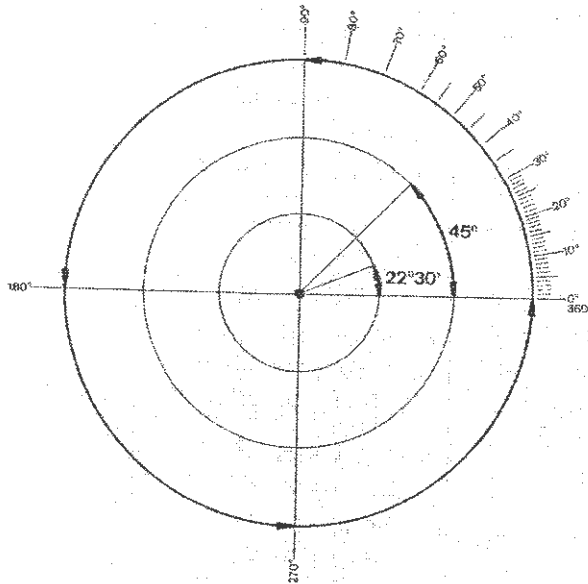
L : 35mm

Conversão de unidades de torque	
Onça . Pol em	Lb Pol x por 0,0625 Lb Pé x por 0,005208 cm kgf x por 0,072329 m kgf x por 0,0007332 N m x por 0,0070616
Lb . Pol em	Onça Pol x por 16 Lb Pé ÷ por 12 cm kgf x por 1,15247 m kgf x por 0,011524 N m x por 0,1129854
Lb . Pé em	Onça Pol x por 192,01 Lb Pol x por 12 cm kgf x por 13,83 mkgf x por 0,1383 N m x por 1,3556
cmkgf em	Onça Pol x por 13,83 Lb Pol x por 0,8677 Lb Pé x por 0,072329 mkgf ÷ por 100 N m x por 0,098068
mkgf em	Onça Pol x por 1,383 Lb Pol x por 86,77 Lb Pé x por 7,2329 cm kgf x por 100 N m x por 9,80665
Nn em	Onça Pol x por 141,61 Lb Pol x por 8,8507 Lb Pé x por 0,7376 cm kgf x por 10,197 m kgf x por 0,10197

# CÍRCULO GEOMÉTRICO

A circunferência tem  $360^\circ$  (trezentos e sessenta graus). Quando dividida ao meio, tem-se como resultado a semicircunferência com  $180^\circ$  (cento e oitenta graus). A divisão da semicircunferência ao meio, origina o quadrante, com  $90^\circ$  (noventa graus).

Se dividirmos uma semicircunferência, obtemos dois ângulos. Vamos chamá-los ângulo e seu suplemento. A soma do ângulo mais o suplemento é  $180^\circ$ .



1 circunferência =  $360^\circ$   
 (graus)  
 1 grau =  $60'$  (minutos)  
 1 minuto =  $60''$  (segundos)

## EXEMPLOS

$$\begin{array}{r} 22^\circ 30' \\ + 22^\circ 30' \\ \hline 44^\circ 60' = 45^\circ \end{array}$$

## SOMA

$$\begin{array}{r} 5^\circ 45' 18'' \\ + 8^\circ 22' 59'' \\ \hline 13^\circ 67' 77'' = 13^\circ 68' 17'' \rightarrow 14^\circ 8' 17'' \end{array}$$

SUBTRAÇÃO

$$\begin{array}{r} 28^{\circ} 56' 30'' \\ - 15^{\circ} 38' 49'' \\ \hline \end{array}$$

como não é possível efetuar a operação  
faz-se a transformação

$$\begin{array}{r} 56' 60'' \\ 28^{\circ} 56' 30'' \\ - 15^{\circ} 38' 49'' \\ \hline 13^{\circ} 17' 41'' \end{array}$$

EXERCÍCIOS

$$\begin{array}{r} 75^{\circ} 15' 25'' \\ - 14^{\circ} 44' 35'' \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38^{\circ} 57' \\ - 18^{\circ} 26' 15'' \\ \hline \end{array}$$

# GRANDEZAS FÍSICAS

Grandezas físicas são as propriedades mensuráveis de um dado fenômeno físico, por exemplo: calor, potência, comprimento, força, vazão, etc. Existem muitas grandezas físicas mas grande parte delas são derivadas de algumas grandezas fundamentais.

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, escolheram-se sete grandezas fundamentais, formando a base do Sistema Internacional de Unidades - SI, popularmente conhecido como sistema métrico.

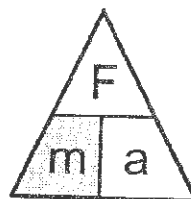
Unidades fundamentais do SI		
Grandeza	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Das grandezas fundamentais, as mais utilizadas na mecânica são: o comprimento, a massa, o tempo bem como algumas derivadas dessas três. Isto faz com que este sistema também seja conhecido como Sistema MKS ( metro quilograma segundo).

## MASSA

Massa é uma grandeza física que não se define, apenas se comprova sua existência por meio de sua relação com a força e a aceleração. Sua fórmula é:

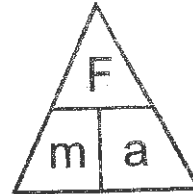
$$\text{Massa} = \frac{\text{força}}{\text{aceleração}}$$



Para determinar a massa de um corpo, utiliza-se uma balança.

Força é todo agente capaz de atribuir aceleração a um corpo. Sua fórmula é:

$$\text{Força} = \text{massa} \times \text{aceleração}$$

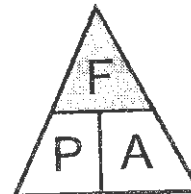


Unidade nova	Unidade antiga
N Newton	kgf kilograma-força
1N = 0,101972 kgf	1 kgf = 9,80665 Nm
1N ≅ 0,10kgf	1kgf ≅ 10N

## PRESSÃO

Numa superfície sujeita a ação de uma força, pressão é o quociente desta força pela área da superfície. Sua fórmula é:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{força}}{\text{área}} = \text{bar}$$



Unidade nova	Unidade antiga
bar	kgf/cm <sup>2</sup> = kilograma força por centímetro quadrado
1 bar = 1,019716 at	at = atmosfera
1 bar ≅ 1 at	1 at = 0,980665 bar
1 bar ≅ 1,019716 kgf/cm <sup>2</sup>	1 at ≅ 1 bar
1 bar ≅ 1 kgf/cm <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup> = 0,980665 bar ≅ 1 bar

Para fazer a conversão de kgf/cm<sup>2</sup> em bar é necessário apenas mudar a unidade.

Equivalência de unidade de medidas de pressão	
mmH <sub>2</sub> O	Para fazer a conversão - milímetro coluna d'água (mmH <sub>2</sub> O) em milibar é necessário multiplicar mmH <sub>2</sub> O pela constante 0,1: $1 \text{ mmH}_2\text{O} = 1 \times 0,1 = 0,1 \text{ milibar}$ $5 \text{ mmH}_2\text{O} = 5 \times 0,1 = 0,5 \text{ milibar}$ $10 \text{ mmH}_2\text{O} = 10 \times 0,1 = 1,0 \text{ milibar}$ $15 \text{ mmH}_2\text{O} = 1,5 \times 0,1 = 1,5 \text{ milibar}$ $650 \text{ mmH}_2\text{O} = 650 \times 0,1 = 65 \text{ milibar}$
mmHg	Para fazer a conversão - milímetro coluna mercúrio (mmHg) em milibar é necessário multiplicar mmHg pela constante 1,33: $1 \text{ mmHg} = 1 \times 1,33 = 1,33 \text{ milibar}$ $10 \text{ mmHg} = 10 \times 1,33 = 13,3 \text{ milibar}$ $100 \text{ mmHg} = 100 \times 1,33 = 133 \text{ milibar}$ $650 \text{ mmHg} = 650 \times 1,33 = 864,5 \text{ milibar}$ $760 \text{ mmHg} = 760 \times 1,33 = 1010,8 \text{ milibar}$

#### OBSERVAÇÃO

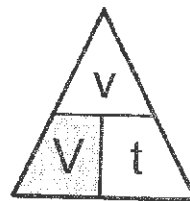
O instrumento utilizado para medir a pressão é o manômetro. Alguns cuidados para sua utilização são muito importantes:

- Evitar que ocorra contaminação do manômetro durante seu manuseio.
- Utilizar corretamente a aplicação da substância (líquido/gás) de acordo com o tipo de manômetro que se está usando.
- Observar se a capacidade do manômetro é adequada para a pressão que se deseja medir.
- Normalmente, como o manômetro possui uma ou mais escalas de medidas, observar atentamente qual escala está se usando.
- Ao medir, observar sempre a menor medida da divisão da escala.

## VAZÃO EM VOLUME

Pode-se definir vazão como o volume deslocado durante um intervalo de tempo. Sua fórmula é:

$$\text{Vazão} = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}}$$



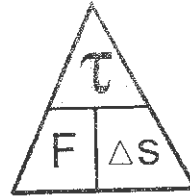
V = vazão  
v = volume  
t = tempo

#### EXEMPLO

Litros por minuto → L/min

É a energia mecânica para deslocar um corpo sob a ação de uma força. Portanto é o produto de uma força pelo deslocamento. Sua fórmula é:

$$\text{Trabalho} = \text{força} \times \text{deslocamento}$$



τ = trabalho  
F = força  
Δs = deslocamento

Exemplo

$$1\text{Newton} \times 1\text{metro} = 1\text{Nm} = 1\text{Joule}$$

## POTÊNCIA

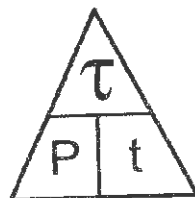
Potência é o trabalho realizado em uma unidade de tempo. Sua fórmula é:

$$\text{Potência} = \frac{\text{trabalho}}{\text{tempo}}$$

→

$$P = \frac{F \cdot \Delta S}{\text{tempo}}$$

P = potência  
F = força  
Δs = deslocamento  
t = tempo

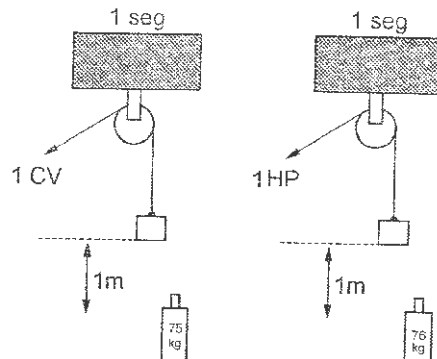


Exemplo

$$P = \frac{\tau}{t} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}} = \text{watt}$$

## Cavalo-Vapor (CV)

CV é uma das unidades de medida de potência. Pode ser definida como a força necessária para elevar 75 kg a altura de um metro em um segundo.



Conversão de unidades de potência					
	CV	PS	HP	W	KW
CV	1	1	0,9863	735,5	0,7355
PS	1	1	0,9863	735,5	0,7355
HP	1,014	1,014	1	745,7	0,7457
W	0,00136	0,00136	0,00134	1	0,001
KW	1,36	1,36	1,341	1000	1

## TEMPERATURA

Temperatura é o estado de calor em que um corpo se encontra, determinando a capacidade de fornecer ou receber calor do outro.

O "grau" é uma parte da variação aparente de volume da substância empregada no aparelho medidor de temperatura (termômetro). Esta parte é obtida pela divisão de um certo número de partes iguais entre dois pontos tomados como referência.

## ESCALA CENTÍGRADA (CELSIUS) E ESCALA FAHRENHEID

Estudaremos apenas as escalas centígrada e fahrenheit por serem as mais empregadas na indicação de temperatura de motores na mecânica automotiva.

- Escala centígrada - ponto de referência  
0° (zero grau centígrado) - gelo fundente  
100° (cem graus centígrados) - vapor de água em ebulição (ao nível do mar)

O espaço entre esses dois pontos (0 e 100) está dividido em 100 partes iguais, sendo que cada parte representa 1 grau centígrado.

• Escala fahrenheit - ponto de referência

0° F (zero grau fahrenheit) - gelo fundente com sal e amoníaco

212° F (duzentos e doze graus fahrenheit) - vapor de água em ebulição

O espaço entre esses dois pontos (0 e 212) está dividido em 212 partes iguais, sendo que cada parte representa 1 grau fahrenheit.

Conversão de grau centígrado em fahrenheit e vice-versa.

$$C = \frac{(F - 32) \times 5}{9}$$

$$F = \frac{C \times 9}{5} + 32$$

#### EXEMPLOS DE CONVERSÃO DE UNIDADES DE TEMPERATURA

**85°C para °F**

$$°F = \left( \frac{°C \times 9}{5} \right) + 32$$

$$°F = \left( \frac{85 \times 9}{5} \right) + 32$$

$$°F = 185$$

Resposta: 85° = 185°F

**221°F para C**

$$°C = \left( \frac{°F - 32}{9} \right) \times 5$$

$$°C = \left( \frac{221 - 32}{9} \right) \times 5$$

$$°C = 105$$

Resposta: 221°F = 105°C

## CALOR

Calor é uma modalidade de energia que passa de um corpo para outro devido a diferença de temperatura.

# NOVAS UNIDADES DE MEDIDAS SEGUNDO "SI"

No decorrer dos tempos foram implantados diversos sistemas de medidas, tornando-se cada vez mais difíceis serem entendidos.

A 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, fixou em Paris um novo sistema comum de medida. É o "Sistema Internacional de Unidades" que recebeu a abreviatura "SI" ( do francês *Système International d'Unités*), válida mundialmente.

As unidades "SI" mais utilizadas em mecânica automotiva são:

Nomenclatura	Unidade nova		Unidade antiga	
	Denominação	Abreviatura	Denominação	Abreviatura
Potência	watt	W	Cavalo Vapor	cv
Momento de força	newton metro	Nm	Metroquilograma força	mkgf
Massa	quilograma	Kg	-	-
Pressão	bar	bar	Quilograma força por centímetro quadrado	kgf/cm <sup>2</sup>
Força	newton	N	-	-
Longitude	metro	m	-	-
Intensidade de corrente	ampère	A	-	-
Tensão	volt	V	-	-

Tabela de conversão polegada/milímetro

Polegadas	Decimais de polegadas	Milímetros	Polegadas	Decimais de polegadas	Milímetros
1/64"	0,0156	0,3969	33/64"	0,5156250	13,0969
1/32"	0,0313	0,7938	17/32"	0,5312500	13,4938
3/64"	0,0469	1,1906	35/64"	0,5468750	13,8906
1/16"	0,0625	1,5875	9/16"	0,5625000	14,2875
5/64"	0,0781	1,9844	37/64"	0,5781250	14,6844
3/32"	0,0981	2,3813	19/32"	0,5937500	15,0813
7/64"	0,1094	2,7781	39/64"	0,6093750	15,5781
1/8"	0,1250	3,1750	5/8"	0,6250000	15,8750
9/64"	0,1406	3,5719	41/64"	0,6406250	16,2719
5/32"	0,1563	3,9688	21/32"	0,6562500	16,6688
11/64"	0,1719	4,3656	43/64"	0,6718750	17,0656
3/16"	0,1875	4,7625	11/16"	0,6875000	17,4625
13/64"	0,2031	5,1594	45/64"	0,7031250	17,8594
7/32"	0,2188	5,5563	23/32"	0,7187500	18,2563
15/64"	0,2344	5,9531	47/64"	0,7343750	18,6531
1/4"	0,2500	6,3500	3/4"	0,7500000	19,0500
17/64"	0,2656	6,7469	49/64"	0,7656250	19,4469
9/32"	0,2813	7,1438	25/32"	0,7812500	19,8438
19/64"	0,2969	7,5406	51/64"	0,7968750	20,2406
5/16"	0,3125	7,9375	13/16"	0,8125000	20,6375
21/64"	0,3281	8,3344	53/64"	0,8281250	21,0344
11/32"	0,3438	8,7313	27/32"	0,8437500	21,4313
23/64"	0,3594	9,1281	55/64"	0,8593750	21,8281
3/8"	0,3750	9,5250	7/8"	0,8750000	22,2250
25/64"	0,3906	9,9219	57/64"	0,8906250	22,6219
13/32"	0,4063	10,3188	29/32"	0,9062500	23,0188
27/64"	0,4219	10,7156	59/64"	0,9218750	23,4156
7/16"	0,4375	11,1125	15/16"	0,9375000	23,8125
29/64"	0,4531	11,5094	61/64"	0,9531250	24,2094
15/32"	0,4688	11,9063	31/32"	0,9687500	24,6063
31/64"	0,4844	12,3031	63/64"	0,9843750	25,0031
1/2"	0,5000	12,7000	1	1,0000000	25,4000