

Calculando RPM

O problema

Os conjuntos formados por polias e correias e os formados por engrenagens são responsáveis pela transmissão da velocidade do motor para a máquina.

Geralmente, os motores possuem velocidade fixa. No entanto, esses conjuntos transmissores de velocidade são capazes também de modificar a velocidade original do motor para atender às necessidades operacionais da máquina.

Assim, podemos ter um motor que gire a 600 rotações por minuto (**rpm**) movimentando uma máquina que necessita de apenas 60 rotações por minuto.

Isso é possível graças aos diversos tipos de combinações de polias e correias ou de engrenagens, que modificam a relação de transmissão de velocidade entre o motor e as outras partes da máquina.

Em situações de manutenção ou reforma de máquinas, o mecânico às vezes encontra máquinas sem placas que identifiquem suas rpm. Ele pode também estar diante da necessidade de repor polias ou engrenagens cujo diâmetro ou número de dentes ele desconhece, mas que são dados de fundamental importância para que se obtenha a rpm operacional original da máquina.

Vamos imaginar, então, que você trabalhe como mecânico de manutenção e precise descobrir a rpm operacional de uma máquina sem a placa de identificação. Pode ser também que você precise repor uma polia do conjunto de transmissão de velocidade.

Diante desse problema, quais são os cálculos que você precisa fazer para realizar sua tarefa? Estude atentamente esta aula e você será capaz de obter essas respostas.

Nossa aula

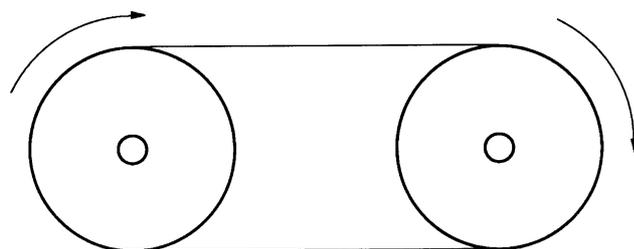
Rpm

A velocidade dos motores é dada em **rpm**. Esta sigla quer dizer **rotação por minuto**. Como o nome já diz, a rpm é o número de voltas completas que um eixo, ou uma polia, ou uma engrenagem dá em um minuto.

Dica

O termo correto para indicar a grandeza medida em rpm é **freqüência**. Todavia, como a palavra **velocidade** é comumente empregada pelos profissionais da área de Mecânica, essa é a palavra que empregaremos nesta aula.

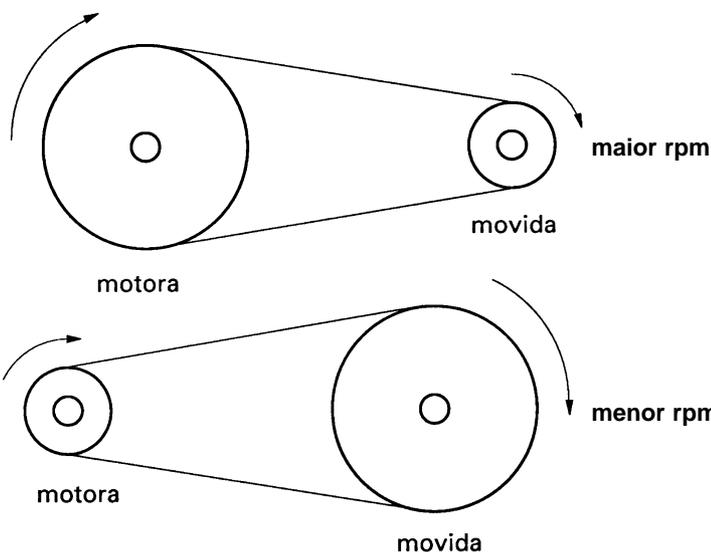
A velocidade fornecida por um conjunto transmissor depende da relação entre os diâmetros das polias. Polias de diâmetros iguais transmitem para a máquina a **mesma** velocidade (**mesma** rpm) fornecida pelo motor.



mesma rpm

Polias de tamanhos diferentes transmitem **maior** ou **menor** velocidade para a máquina. Se a polia **motora**, isto é, a polia que fornece o movimento, é **maior** que a **movida**, isto é, aquela que recebe o movimento, a velocidade transmitida para a máquina é **maior** (**maior** rpm).

Se a polia movida é **maior** que a motora, a velocidade transmitida para a máquina é **menor** (**menor** rpm).



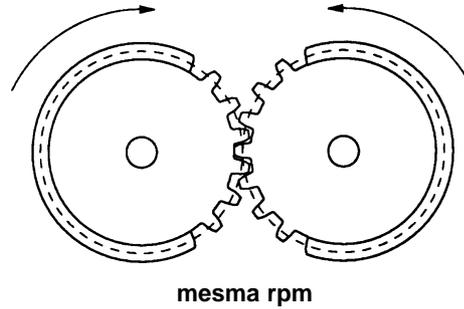
Existe uma relação matemática que expressa esse fenômeno:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

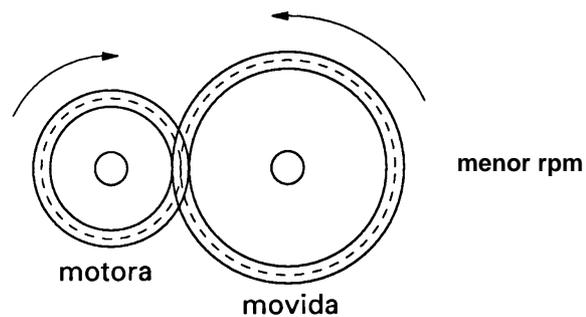
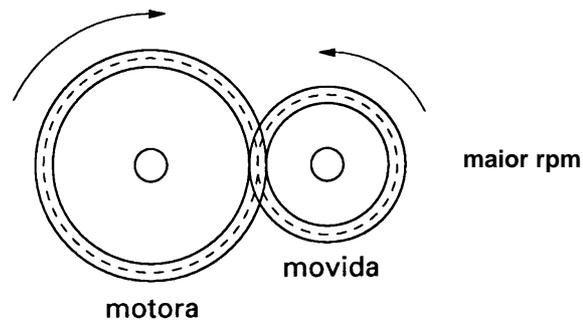
Em que n_1 e n_2 são as rpm das polias motora e movida, respectivamente, e D_2 e D_1 são os diâmetros das polias movida e motora.

Da mesma forma, quando o conjunto transmissor de velocidade é composto por engrenagens, o que faz alterar a rpm é o número de dentes. É importante saber que, em engrenagens que trabalham juntas, a distância entre os dentes é sempre igual.

Desse modo, engrenagens com o **mesmo** número de dentes apresentam a **mesma** rpm.



Engrenagens com números **diferentes** de dentes apresentam **mais** ou **menos** rpm, dependendo da relação entre o **menor** ou o **maior** número de dentes das engrenagens motora e movida.



Essa relação também pode ser expressa matematicamente:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

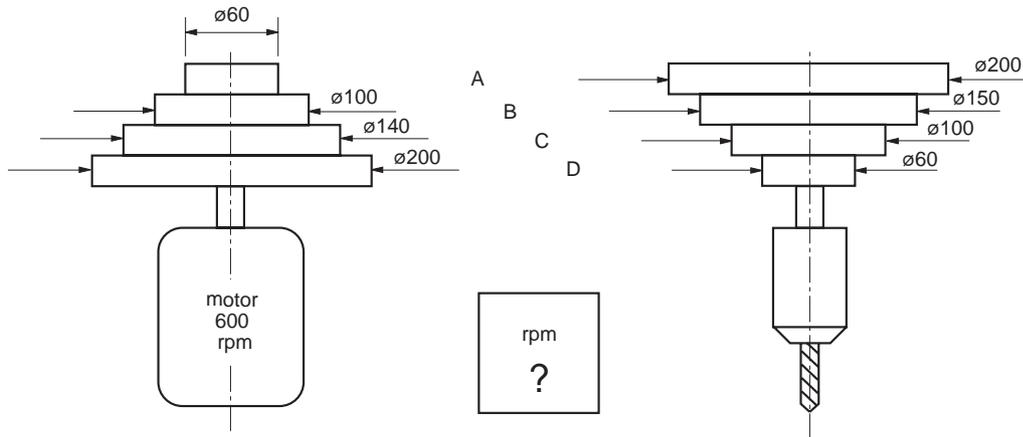
Nessa relação, n_1 e n_2 são as rpm das engrenagens motora e movida, respectivamente. Z_2 e Z_1 são o número de dentes das engrenagens movida e motora, respectivamente.

Mas o que essas informações têm a ver com o cálculo de rpm? Tudo, como você vai ver agora.

Cálculo de rpm de polias

Voltemos ao nosso problema inicial. Você está reformando uma furadeira de bancada na qual a placa de identificação das rpm da máquina desapareceu. Um de seus trabalhos é descobrir as várias velocidades operacionais dessa máquina para refazer a plaqueta.

A máquina tem quatro conjuntos de polias semelhantes ao mostrado na figura a seguir.



Os dados que você tem são: a velocidade do motor e os diâmetros das polias motoras e movidas.

Como as polias motoras são de tamanho diferente das polias movidas, a velocidade das polias movidas será sempre diferente da velocidade das polias motoras. É isso o que teremos de calcular.

Vamos então aplicar para a polia movida do conjunto A a relação matemática já vista nesta aula:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$
$$n_1 = 600 \text{ rpm}$$
$$n_2 = ?$$
$$D_2 = 200 \text{ rpm}$$
$$D_1 = 60$$

Substituindo os valores na fórmula:

$$\frac{600}{n_2} = \frac{200}{60}$$
$$n_2 = \frac{600 \cdot 60}{200}$$
$$n_2 = \frac{36000}{200}$$
$$n_2 = 180 \text{ rpm}$$

Vamos fazer o cálculo para a polia movida do conjunto B:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$n_1 = 600$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 150 \text{ mm}$$

$$D_1 = 100 \text{ mm}$$

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$\frac{600}{n_2} = \frac{150}{100}$$

$$n_2 = \frac{600 \cdot 100}{150}$$

$$n_2 = \frac{60.000}{150}$$

$$n_2 = 400 \text{ rpm}$$

**Tente você
também**

O processo para encontrar o número de rpm é sempre o mesmo. Faça o exercício a seguir para ver se você entendeu.

Exercício 1

Calcule a rpm dos conjuntos C e D.

Conjunto C:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$n_1 = 600$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 100$$

$$D_1 = 140$$

Substituindo os valores:

$$\frac{600}{n_2} = \frac{100}{140}$$

$$n_2 =$$

Conjunto D:

$$n_1 = 600$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 60$$

$$D_1 = 200$$

Dica

A fórmula $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$

também pode ser usada para descobrir o diâmetro de polias que faltam. Por exemplo: se tivéssemos de descobrir o diâmetro da polia movida do conjunto A, teríamos:

$$n_1 = 600$$

$$n_2 = 180$$

$$D_1 = 60$$

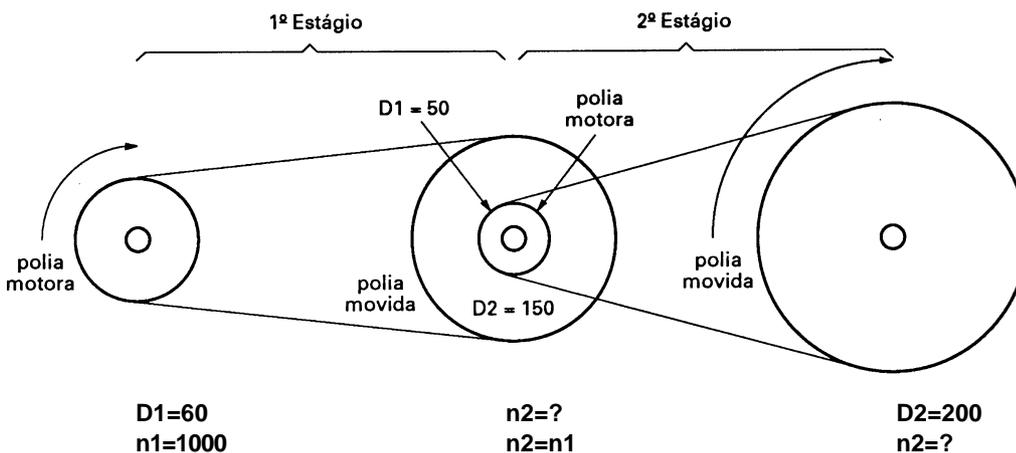
$$D_2 = ?$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{600}{180} = \frac{D_2}{60}$$

$$D_2 = \frac{600 \cdot 60}{180} = \frac{36000}{180} = 200 \text{ mm}$$

Cálculo de rpm em conjuntos redutores de velocidade

Os conjuntos redutores de velocidade agrupam polias de tamanhos desiguais de um modo diferente do mostrado com a furadeira. São conjuntos parecidos com os mostrados na ilustração a seguir.



Apesar de parecer complicado pelo número de polias, o que você deve observar nesse conjunto é que ele é composto de dois estágios, ou etapas. Em cada um deles, você tem de descobrir quais são as polias motoras e quais são as polias movidas. Uma vez que você descubra isso, basta aplicar, em cada estágio, a fórmula que já aprendeu nesta aula.

Então, vamos supor que você tenha de calcular a velocidade final do conjunto redutor da figura acima.

O que precisamos encontrar é a rpm das polias movidas do primeiro e do segundo estágio. A fórmula, como já sabemos, é: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$

Primeiro estágio:

$$n_1 = 1000$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 150$$

$$D_1 = 60$$

Calculando:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 60}{150}$$

$$n_2 = \frac{60000}{150}$$

$$n_2 = 400$$

No segundo estágio, a polia motora está acoplada à polia movida do primeiro estágio. Assim, n_2 da polia movida do primeiro estágio é n_1 da polia motora do segundo estágio (à qual ela está acoplada), ou seja, $n_2 = n_1$. Portanto, o valor de n_1 do segundo estágio é 400.

$$n_1 = 400$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 200$$

$$D_1 = 50$$

$$n_2 = \frac{400 \cdot 50}{200}$$

$$n_2 = \frac{20000}{200}$$

$$n_2 = 100 \text{ rpm}$$

Portanto, a velocidade final do conjunto é **100 rpm**.

Tente você também

Chegou a hora de exercitar a aplicação dessa fórmula. Faça com atenção os exercícios a seguir.

Exercício 2

Um motor que possui uma polia de 160 mm de diâmetro desenvolve 900 rpm e move um eixo de transmissão cuja polia tem 300 mm de diâmetro. Calcule a rotação do eixo.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$n_1 = 900$$

$$n_2 = ?$$

$$D_2 = 300$$

$$D_1 = 160$$

Exercício 3

Uma polia motora tem 10 cm de diâmetro. Sabendo que a polia movida tem 30 cm de diâmetro e desenvolve 1200 rpm, calcule o número de rpm que a polia motora desenvolve.

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = 1200$$

$$D_2 = 30$$

$$D_1 = 10$$

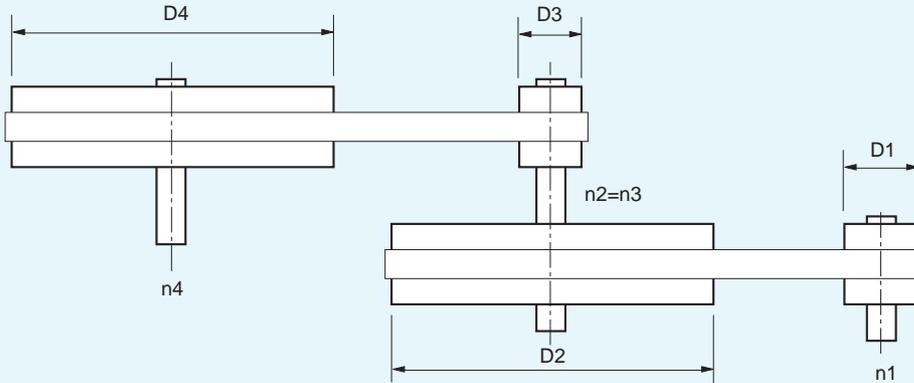
$$n_1 = \frac{n_2 \cdot D_2}{D_1}$$

Exercício 4

Se a polia motora gira a 240 rpm e tem 50 cm de diâmetro, que diâmetro deverá ter a polia movida para desenvolver 600 rpm?

Exercício 5

No sistema de transmissão por quatro polias representado abaixo, o eixo motor desenvolve 1000 rpm. Os diâmetros das polias medem: $D_1 = 150$ mm, $D_2 = 300$ mm, $D_3 = 80$ mm e $D_4 = 400$ mm. Determine a rpm final do sistema.

**Cálculo de rpm de engrenagem**

Como já dissemos, a transmissão de movimentos pode ser feita por conjuntos de polias e correias ou por engrenagens.

Quando se quer calcular a rpm de engrenagens, a fórmula é muito semelhante à usada para o cálculo de rpm de polias. Observe:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Em que n_1 e n_2 são, respectivamente, a rpm da engrenagem motora e da engrenagem movida e Z_2 e Z_1 representam, respectivamente, a quantidade de dentes das engrenagens movida e motora.

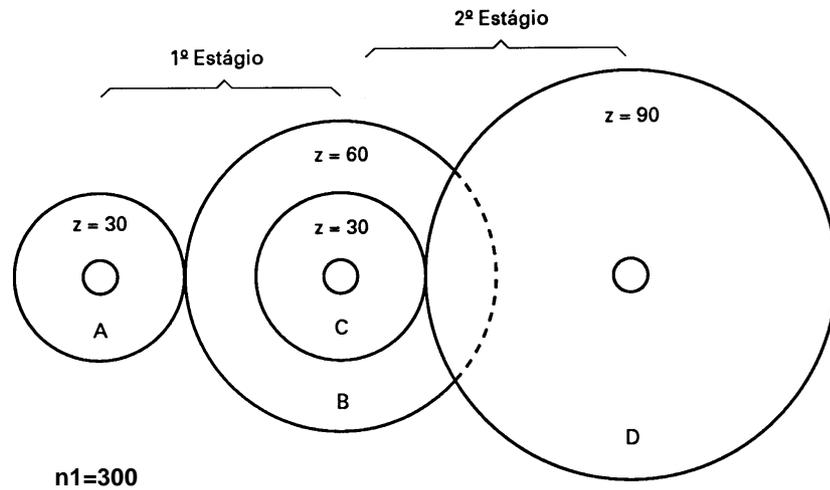
Vamos supor que você precise descobrir a velocidade final de uma máquina, cujo sistema de redução de velocidade tenha duas engrenagens: a primeira (motora) tem 20 dentes e gira a 200 rpm e a segunda (movida) tem 40 dentes.

$$\begin{aligned} n_1 &= 200 \\ n_2 &=? \\ Z_2 &= 40 \\ Z_1 &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{n_1 \cdot Z_1}{Z_2} \\ n_2 &= \frac{200 \cdot 20}{40} \\ n_2 &= \frac{4000}{40} \\ n_2 &= 100 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Se você tiver um conjunto com várias engrenagens, a fórmula a ser usada será a mesma.

Como exemplo, vamos calcular a rpm da engrenagem D da figura a seguir.



Primeiro estágio:

$$\begin{aligned}
 n_1 &= 300 \\
 n_2 &=? \\
 Z_2 &= 60 \\
 Z_1 &= 30 \\
 n_2 &= \frac{300 \cdot 30}{60} \\
 n_2 &= \frac{9000}{60} \\
 n_2 &= 150 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Dica

Assim como é possível calcular o diâmetro da polia usando a mesma fórmula para o cálculo de rpm, pode-se calcular também o número de dentes de uma engrenagem:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Vamos calcular o número de dentes da engrenagem B da figura acima.

$$\begin{aligned}
 n_1 &= 300 \\
 n_2 &= 150 \\
 Z_2 &=? \\
 Z_1 &= 30 \\
 Z_2 &= \frac{300 \cdot 30}{150} \\
 Z_2 &= \frac{9000}{150} \\
 Z_2 &= 60 \text{ dentes}
 \end{aligned}$$

Você não terá nenhuma dificuldade no exercício que vem agora. Veja como é fácil!

Tente você também

Exercício 6

Seguindo o modelo do exemplo, faça o cálculo do segundo estágio.
Segundo estágio:

$$\begin{aligned}n_1 &= 150 \\n_2 &=? \\Z_2 &= 90 \\Z_1 &= 30\end{aligned}$$

Releia a lição com especial cuidado em relação aos exemplos. Em seguida, teste seus conhecimentos com os exercícios a seguir.

Teste o que você aprendeu

Exercício 7

Uma polia motora tem 10 cm de diâmetro. Sabendo-se que a polia movida tem 30 cm de diâmetro e desenvolve 1200 rpm, calcule o número de rpm da polia motora.

Exercício 8

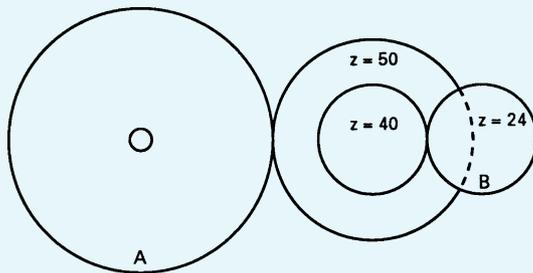
Se uma polia motora gira a 240 rpm e tem 50 cm de diâmetro, qual será o diâmetro da polia movida para que ela apresente uma velocidade de 600 rpm?

Exercício 9

Uma engrenagem motora tem 20 dentes e a outra, 30. Qual é a rpm da engrenagem maior, se a menor gira a 150 rpm?

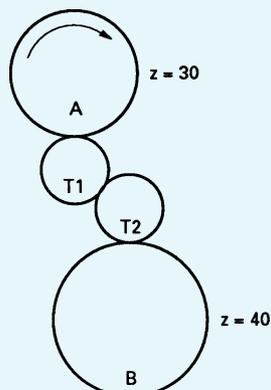
Exercício 10

Qual o número de dentes necessários à engrenagem A (motora) para que A e B girem respectivamente a 100 e 300 rpm?



Exercício 11

Na figura abaixo, qual é a rpm da engrenagem B, sabendo que a engrenagem A gira a 400 rpm? Observe que as engrenagens intermediárias T1 e T2 têm a função de ligar duas engrenagens que estão distantes uma da outra e não têm influência no cálculo.



Exercício 12

Calcular a rpm da engrenagem B, sabendo que A é motora e gira a 260 rpm.

