

Elementos de Máquinas e Mecanismos

LER 332 - Mecânica e Máquinas Motoras
Departamento de Engenharia de Biossistemas

José P. Molin
ESALQ/USP
jpmolin@usp.br

Objetivo da aula

Abordar os conceitos básicos em torno de elementos de máquinas e de mecanismos de uso comum em máquinas agrícolas e florestais visando o entendimento do seu funcionamento e aplicações.

Bibliografia

Material no e-Disciplinas

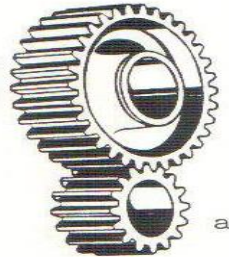
Conceitos básicos

Elemento de máquina – é o órgão unitário que no conjunto com outros forma os mecanismos e as máquinas

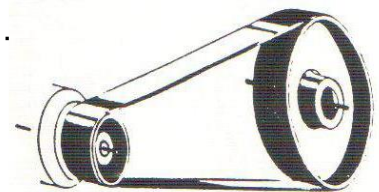
Ex.: parafuso, engrenagem, árvore

Par cinemático – dois elementos ligados entre si e a vinculação pode ser por:

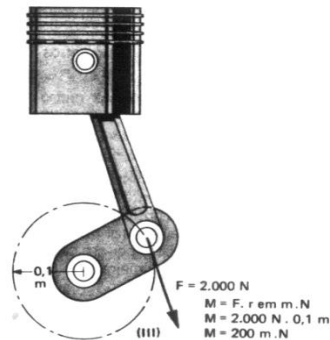
ponto – o dente de engrenamento das engrenagens



elemento flexível · correias



articulação – a rótula entre biela e manivela (mancal)



deslizamento – êmbolo (pistão) e camisa



Conceitos básicos

Mecanismo – é o conjunto de peças ou elementos de máquinas ligados de forma a produzir um movimento específico

Ex.: par de engrenagens acopladas e fixadas;

Cadeia cinemática ou sistema – vários elementos ligados entre si e fixados em bastidores

Ex.: caixa de câmbio

Bastidor – é o elemento fixo

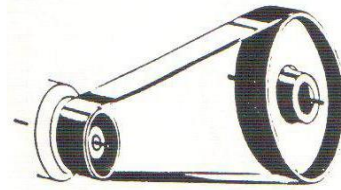
Ex.: carcaça da caixa de câmbio, bloco do motor, chassi

Elementos ou órgãos

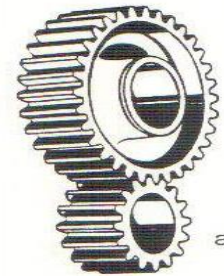
Elementos de transmissão de movimento:

-eixos e árvores (árvore transmite torque)

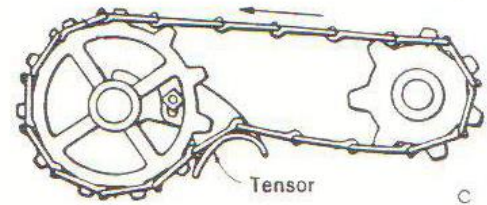
-polias e correias



-engrenagens



-rodas denteadas e correntes

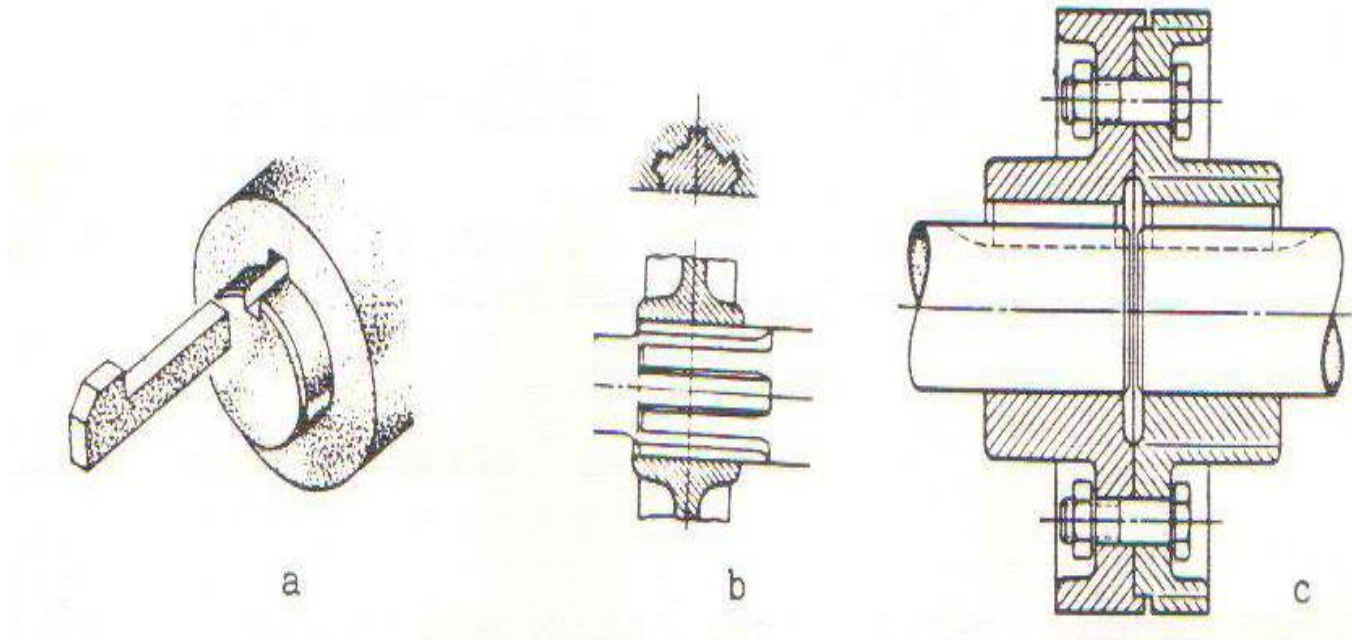


-rodas de atrito

-cabos flexíveis

Elementos de união:

- desmontáveis
 - acoplamentos rígidos

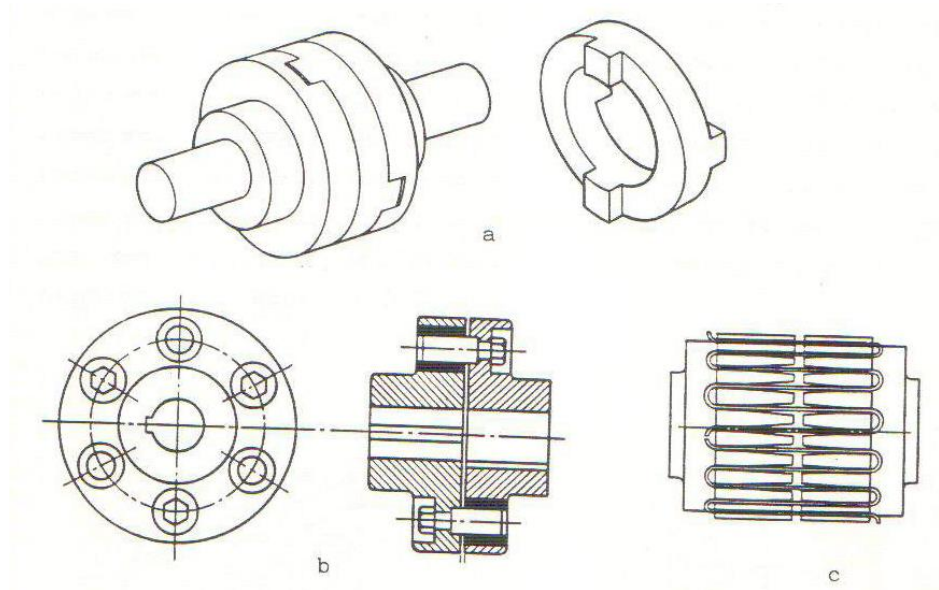


chaveta (a); árvore estriada (b); flanges (c)

Elementos de união:

-desmontáveis

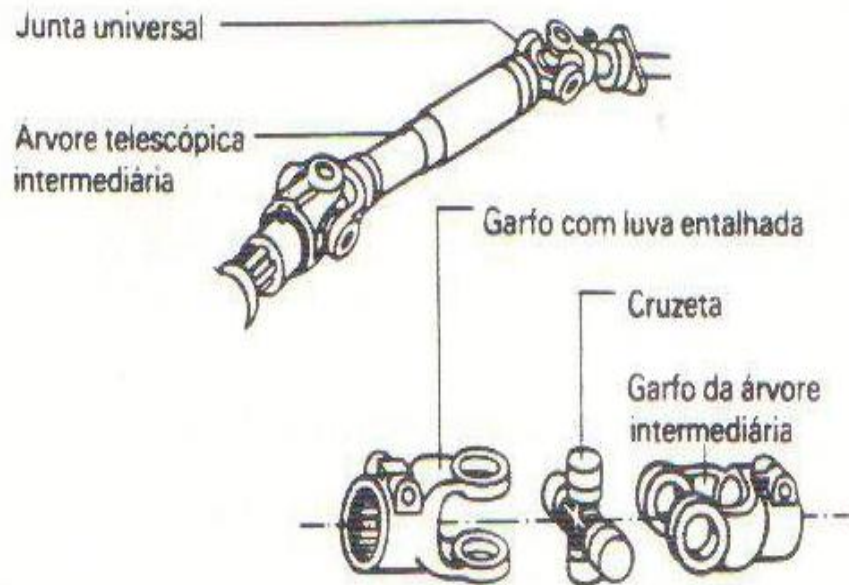
- acoplamentos flexíveis (com elementos)



elemento intermediário de borracha (a); com pinos de borracha (b); com pinos laminados (c); com corrente de elos (d); com recortes de correia plana; com capa de borracha (f)

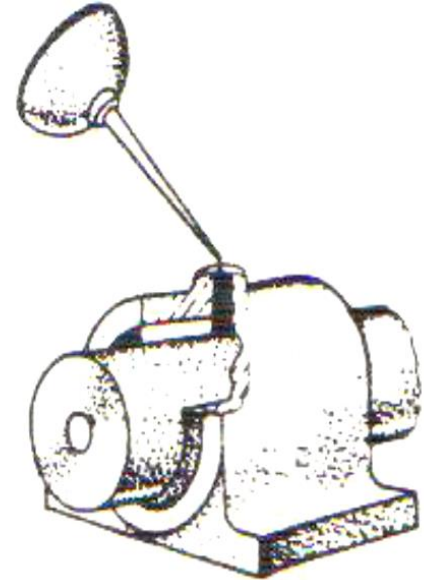
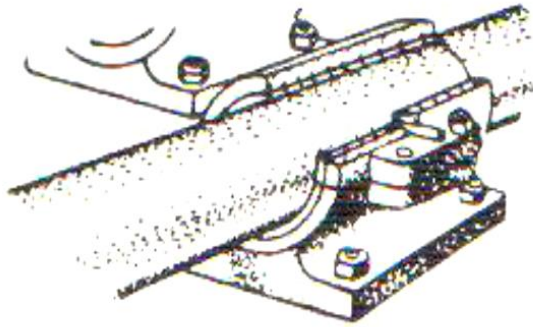
Elementos de união:

- desmontáveis
- juntas universais



Elementos de união:

- desmontáveis
 - mancais de deslizamento



Elementos de união:

- desmontáveis
 - mancais de rolamento



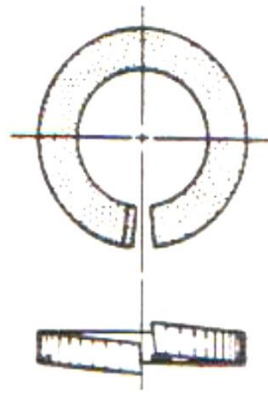
Elementos de união:

- desmontáveis
 - parafusos e porcas

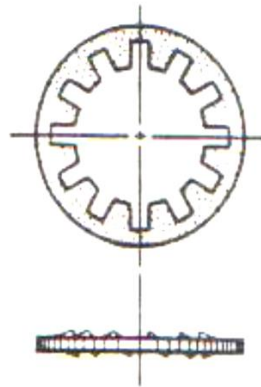


Elementos de união:

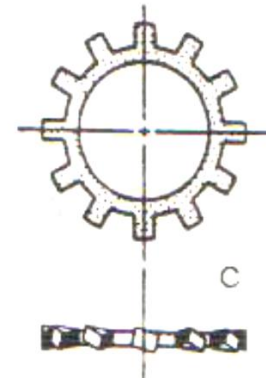
- desmontáveis
- arruelas



a



b



c



d

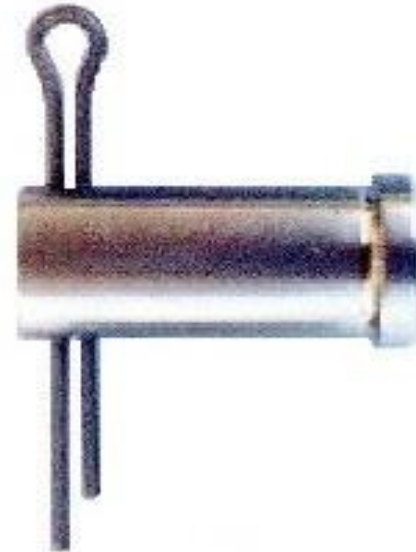
Elementos de união:

- desmontáveis
- pinos



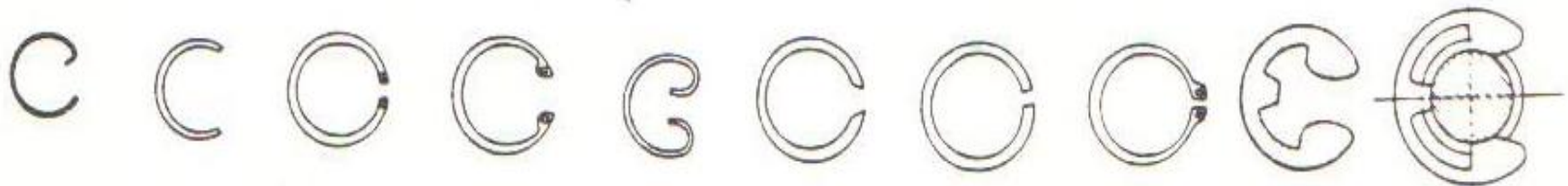
Elementos de união:

- desmontáveis
 - contrapinos ou cupilhas



Elementos de união:

- desmontáveis
 - aneis elásticos



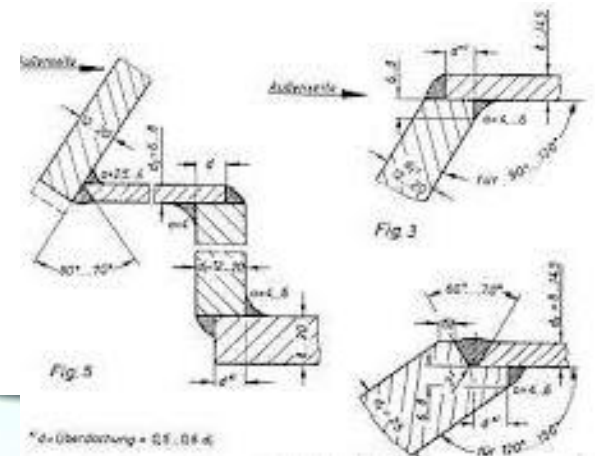
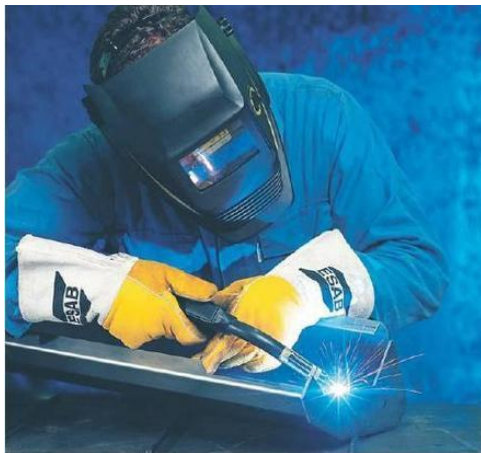
Elementos de união:

- uniões fixas
 - rebites



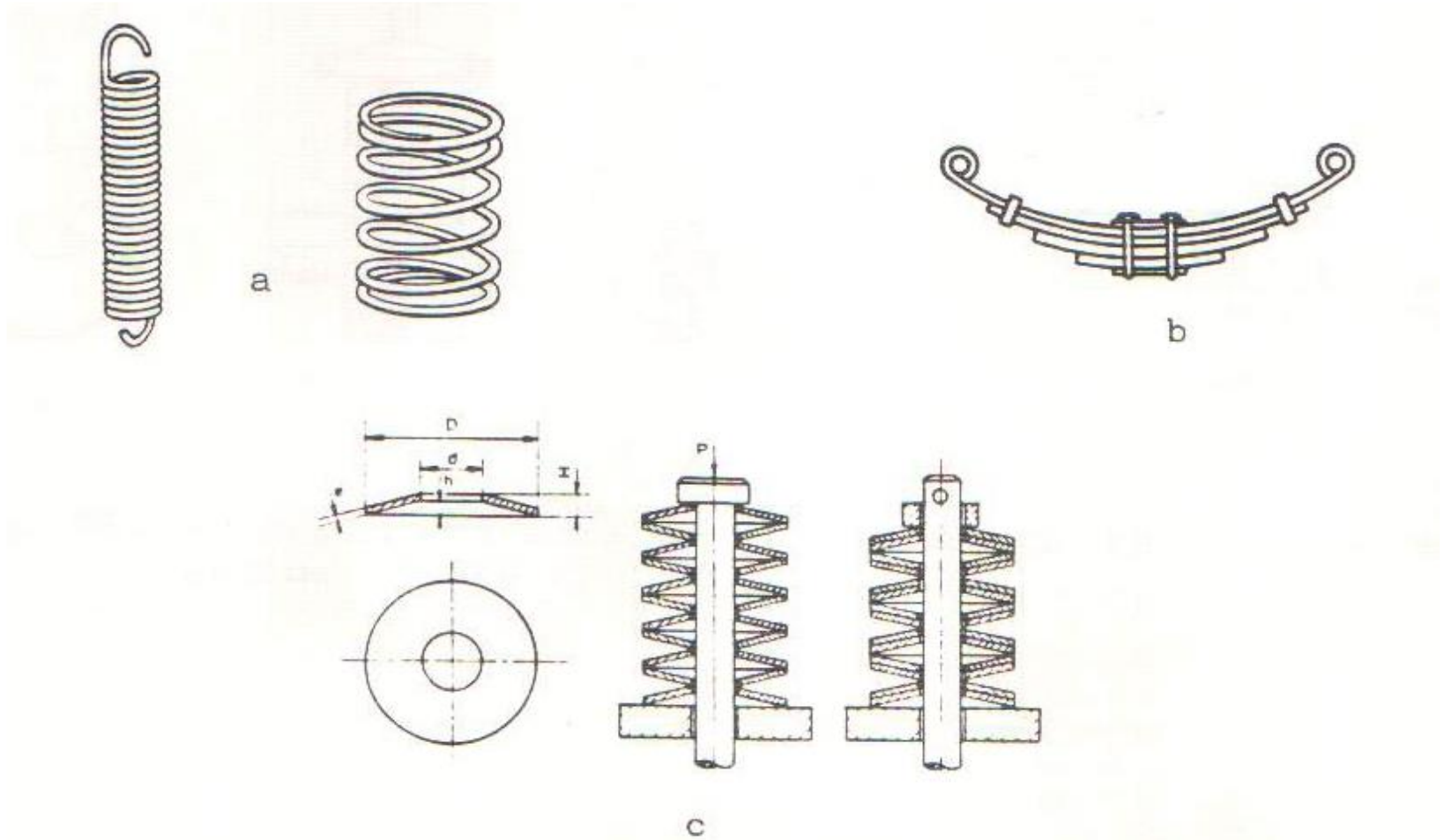
Elementos de união:

- uniões fixas
- solda



Elementos de união:

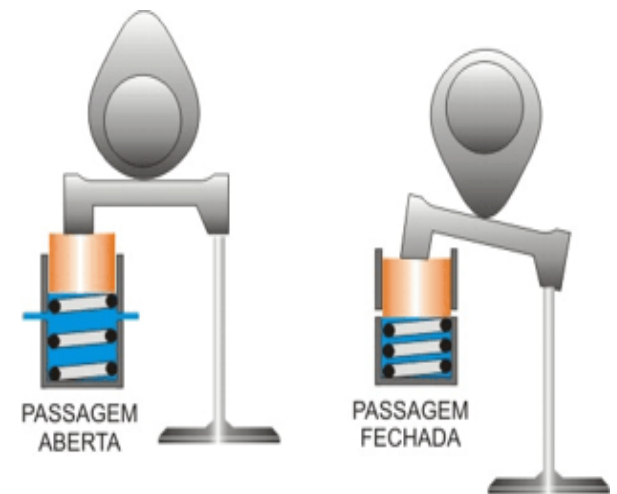
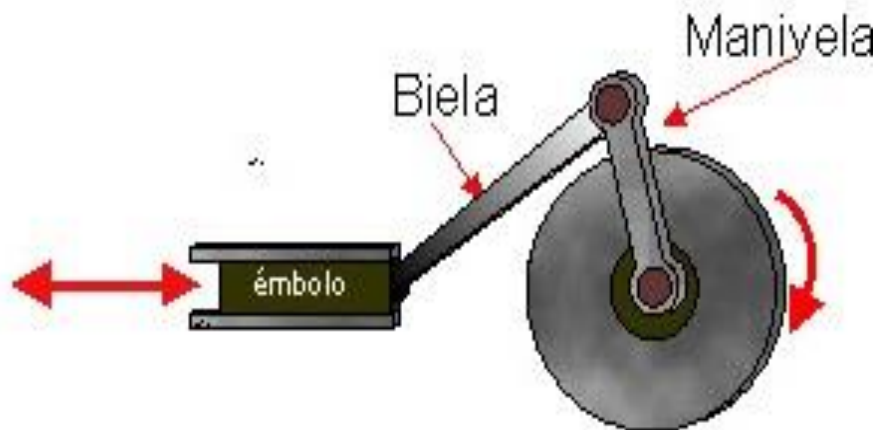
- uniões flexíveis
- molas



helicoidais (a); tipo lâmina (b); tipo prato (c)

Elementos de transformação de movimento

- biela
- came
- excêntrico



Mecanismos de transmissão

transmissão direta

por correias

por correntes

por engrenagens

por rodas de atrito

hidrostática

Transmissão com mecanismo de segurança

limitadores de torque

freios

acoplamentos direcionais (catracas)

Eficiência de transmissão

- em qualquer sistema mecânico existem perdas por atrito, dissipação de calor, ruído e outros
- a potência disponibilizada é sempre menor que a fornecida e a razão entre as duas (saída e entrada) é denominada de eficiência

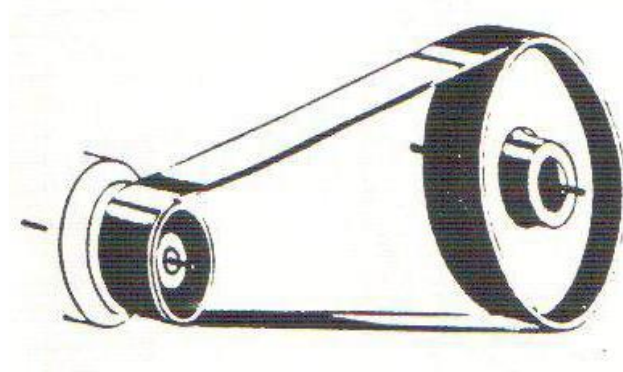
$$Ef = P_{saída} / P_{entrada}$$

Relações de transmissão:

Relação de transmissão:

$$i = D_2 / D_1$$

- por polias e correia



$D_1 \quad N_1 \quad T_1$

$D_2 \quad N_2 \quad T_2$

$$D_2 / D_1 = N_1 / N_2 = T_2 / T_1$$

Exemplo:

Motor elétrico:

$$N_1 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = 20 \text{ Nm}$$

polia do motor

$$D_1 = 220 \text{ mm}$$

Moinho

polia do moinho

$$D_2 = 410 \text{ mm}$$

$$E_f = 0,97$$

$$i = ?$$

$$N_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

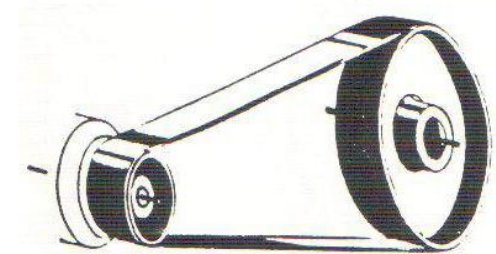
$$\text{Relação de transmissão: } i = D_2 / D_1$$

$$i = 410 / 220$$

$$N_2 = N_1 D_1 / D_2$$

$$N_2 = 1750 \cdot 220 / 410$$

$$N_2 = 939 \text{ rpm}$$



$$D_1 \quad N_1 \quad T_1 \quad D_2 \quad N_2 \quad T_2$$

$$D_2 / D_1 = N_1 / N_2 = T_2 / T_1$$

$$= 1,86: 1$$

$$= 1,86 \text{ (de redução da rotação)}$$

$$P_2 = 2 \pi N_2 T_2$$

$$P_2 = 0,97 P_1$$

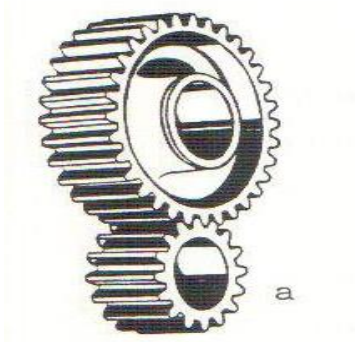
$$P_2 = 0,97 \cdot 2 \pi N_1 T_1$$

$$P_2 = 0,97 \cdot 2 \pi (1750/60) \cdot 20$$

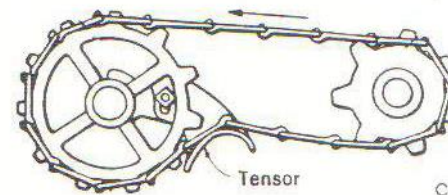
$$P_2 = 3555,1 \text{ W}$$

Relações de transmissão:

- por engrenagens ou rodas denteadas e correntes



$Z_1 \quad N_1 \quad T_1$



$Z_2 \quad N_2 \quad T_2$

$$Z_2 / Z_1 = N_1 / N_2 = T_2 / T_1$$

Exemplo:

Motor elétrico:

$$N_1 = 1750 \text{ rpm}$$

$$T_1 = 25 \text{ Nm}$$

$$Z_1 = 15$$

engrenagem do motor

Moinho:

engrenagem do moinho

$$Z_2 = 35$$

$$E_f = 0,98$$

$$i = ?$$

$$N_2 = ?$$

$$P_2 = ?$$

$$\text{Relação de transmissão: } i = Z_2 / Z_1$$

$$i = 35 / 15 = 2,33 : 1 = 2,33 \text{ (de redução da rotação)}$$

$$N_2 = N_1 Z_1 / Z_2$$

$$N_2 = 1750 \cdot 15 / 35$$

$$N_2 = 750 \text{ rpm}$$

$$P_2 = 2 \pi N_2 T_2$$

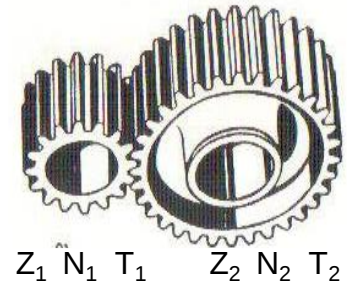
$$T_2 = (Z_2 T_1 / Z_1) E_f$$

$$T_2 = (35 \cdot 25 / 15) \cdot 0,98$$

$$T_2 = 57,2 \text{ Nm}$$

$$P_2 = 2 \pi (750 / 60) 57,2$$

$$P_2 = 4492,3 \text{ W}$$



$$Z_2 / Z_1 = N_1 / N_2 = T_2 / T_1$$