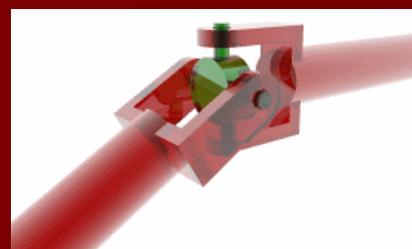
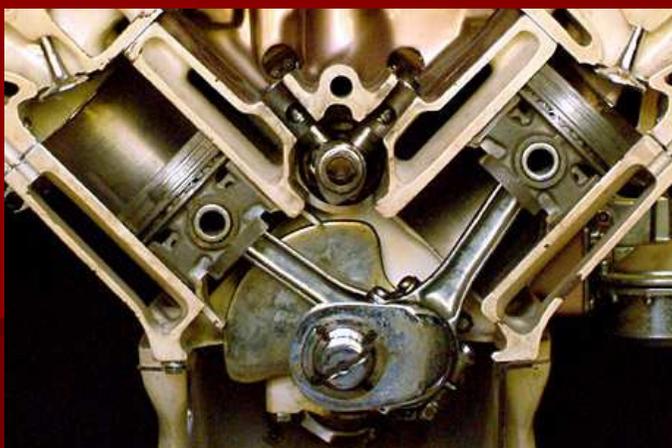




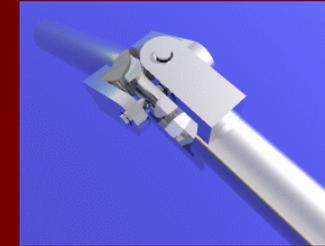
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP



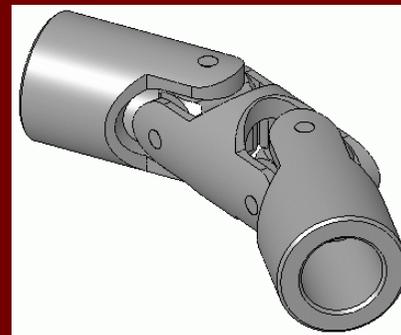
Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento



José António Almacinha



Transmissão de potência entre veios dotados de movimento relativo





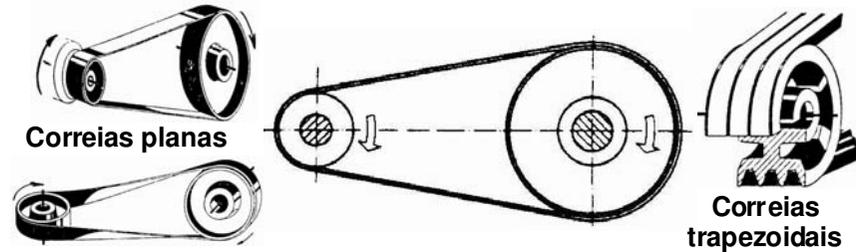
Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento

VEIOS COAXIAIS OU COMPLANARES	<p>UNIÕES DE VEIOS</p> <p>Rígidas: de flanges de pratos cilíndricas de manga</p> <p>Compensadoras: axiais laterais angulares</p> <p>Elásticas</p>	<p>União de flanges União cilíndrica União axial Anel de centragem União lateral</p> <p>União de pratos União de manga União angular (cardan) União elástica</p>
	<p>Embraiagens</p> <p>(“Clutches”)</p>	<p>Exemplo: embraiagem de garras</p>
	<p>Freios</p> <p>(Sistemas de absorção de potência)</p> <p>(“Brakes”)</p>	

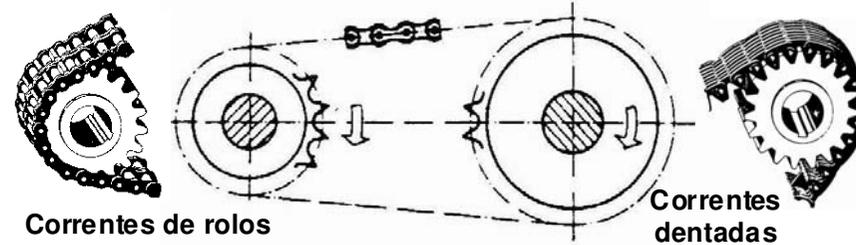


VEIOS NÃO COAXIAIS

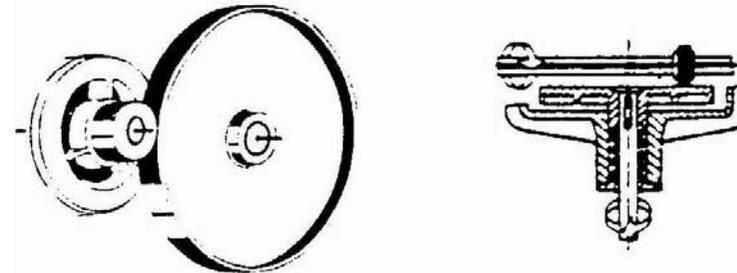
Correias e tambores
(ou polias)



Correntes
e rodas dentadas

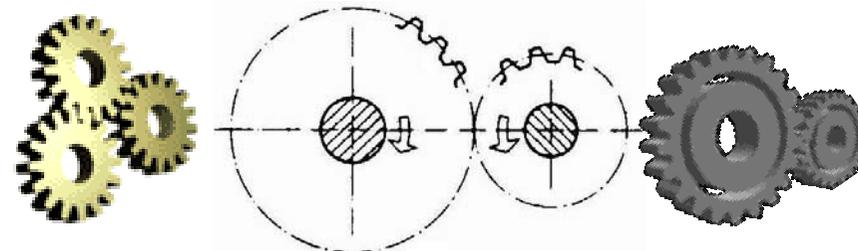


Rodas de atrito

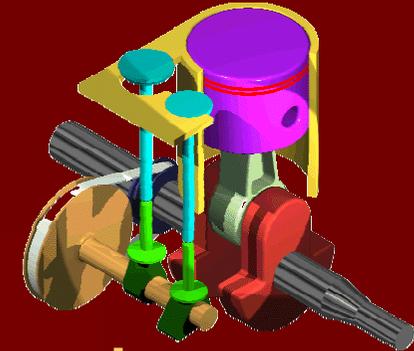


c/ veios paralelos; c/ veios concorrentes

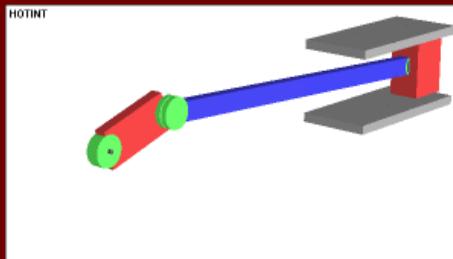
Engrenagens



Exemplo: engrenagem cilíndrica



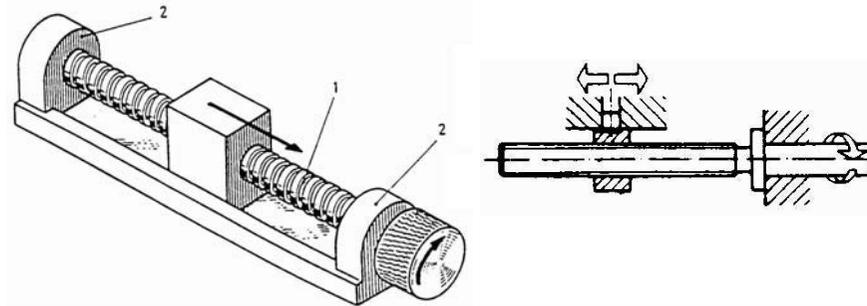
Transmissão de potência entre órgãos mecânicos, um deles animado de movimento de rotação e o outro de movimento de translação



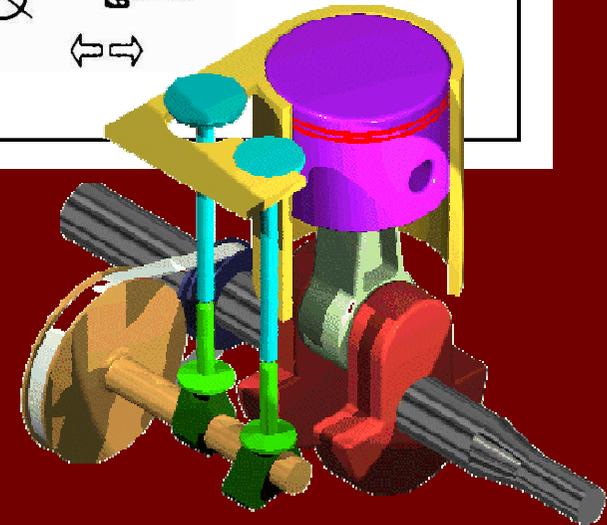
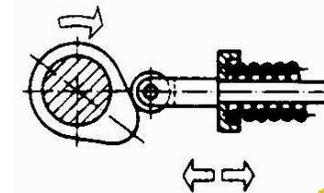


Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento

Parafuso - porca

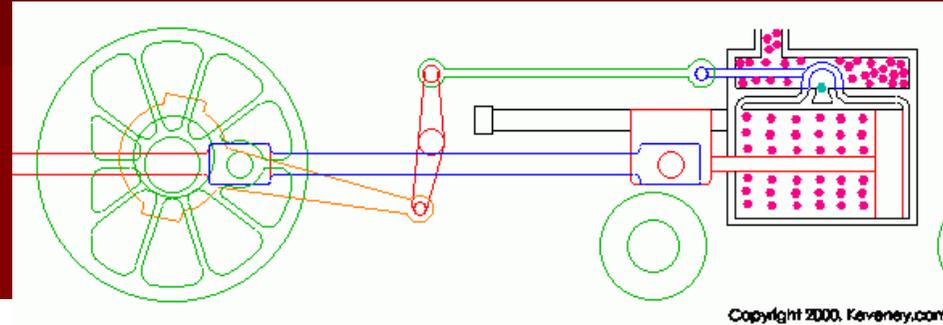


Mecanismos de excêntricos
(ou mecanismos de cames)





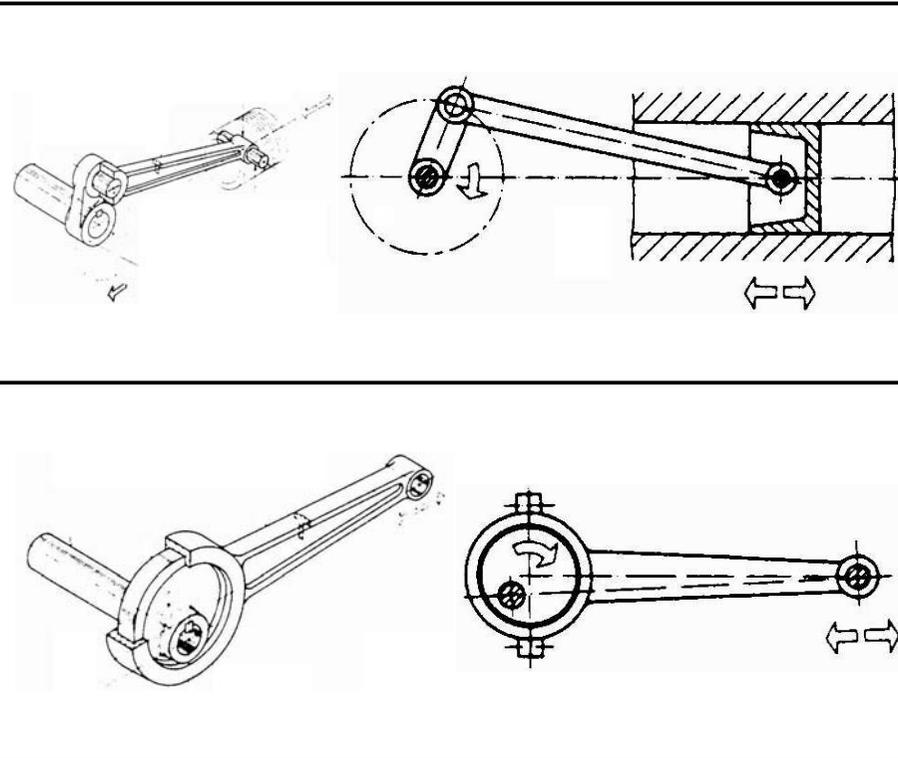
Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento



Biela-manivela

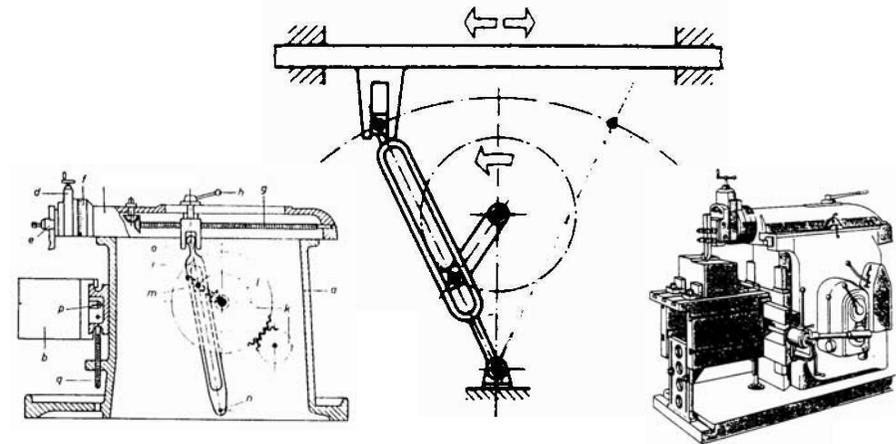
e

Excêntrico



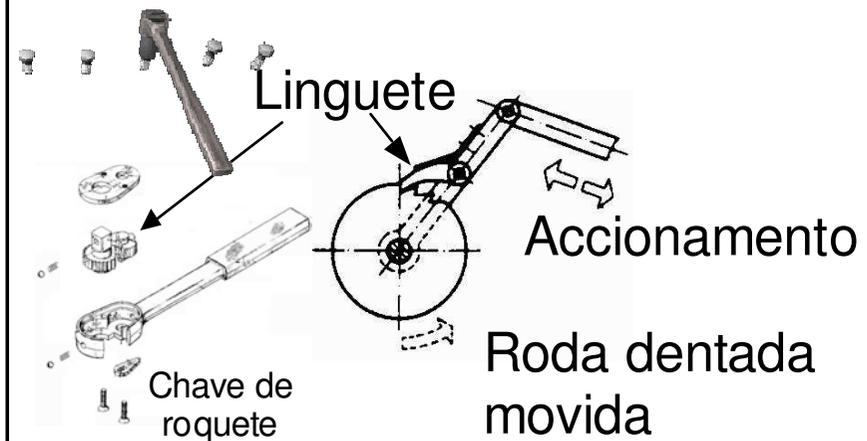


Biela oscilante de corrediça
(ou alavanca de comando
de corrediça)



Ex. mecanismo de retorno rápido
utilizado no limador

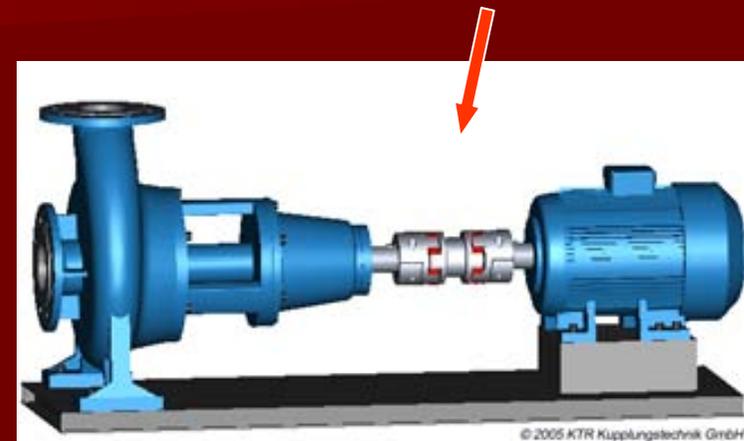
Mecanismo de roquete
com linguete





1.2 Órgãos mecânicos de transmissão de movimento

1.2.1 - Uniões de veios (“Couplings”)

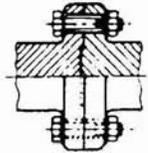


Este tipo de órgãos permite a união (“coupling”) de veios coaxiais ou complanares (ex: ligação entre as máquinas motrizes e os sistemas de produção).

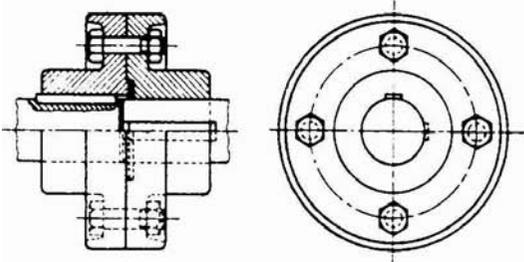


1.2.1.1 - Uniões rígidas

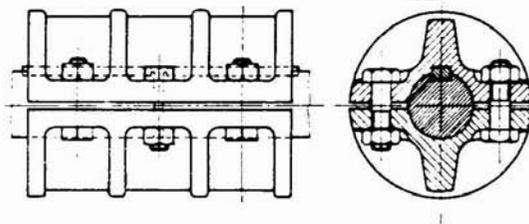
As uniões rígidas (“fixed couplings”) ligam rigidamente dois veios, impedindo qualquer movimento relativo.



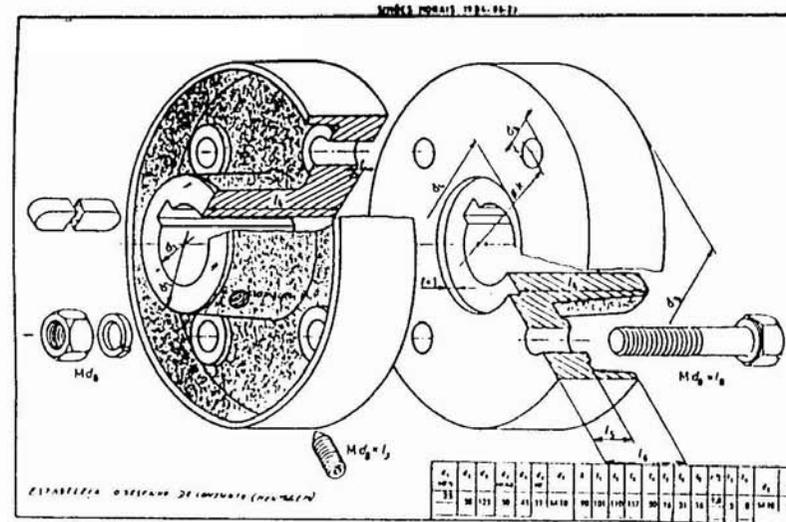
União de flanges



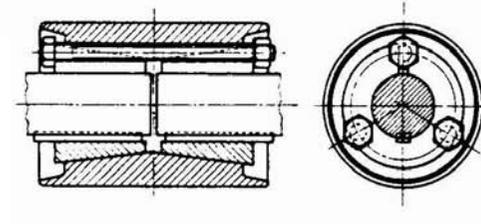
União de pratos



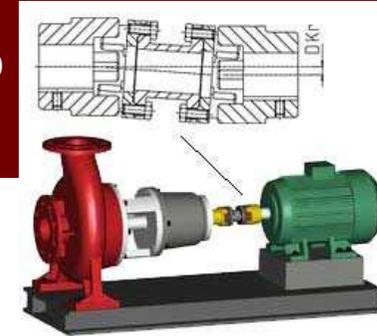
União cilíndrica



União de pratos

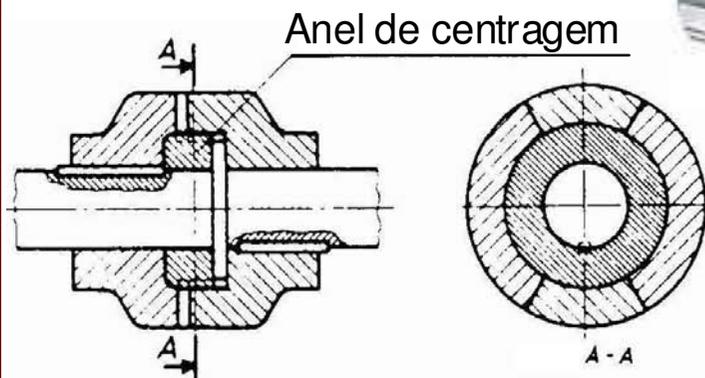


União de manga

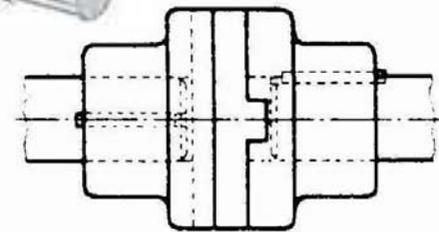


1.2.1.2 - Uniões compensadoras

As uniões compensadoras (ou móveis) (“**compensating couplings**”) garantem uma ligação permanente mas não invariável, permitindo, dentro de certos limites, deslocamentos relativos dos veios. Em função do tipo de deslocamentos permitidos, estas uniões podem ser: **axiais**, **laterais e angulares**.

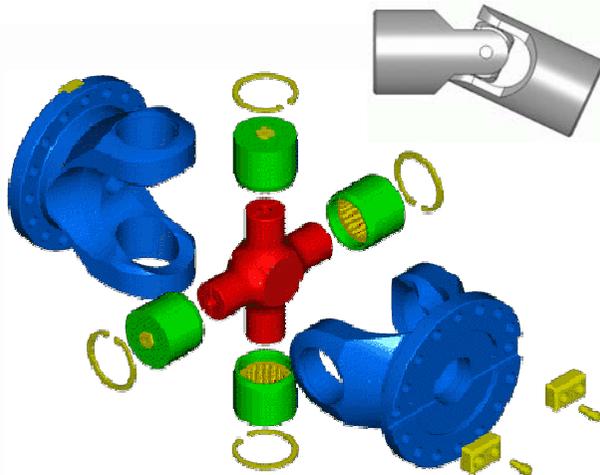


União axial



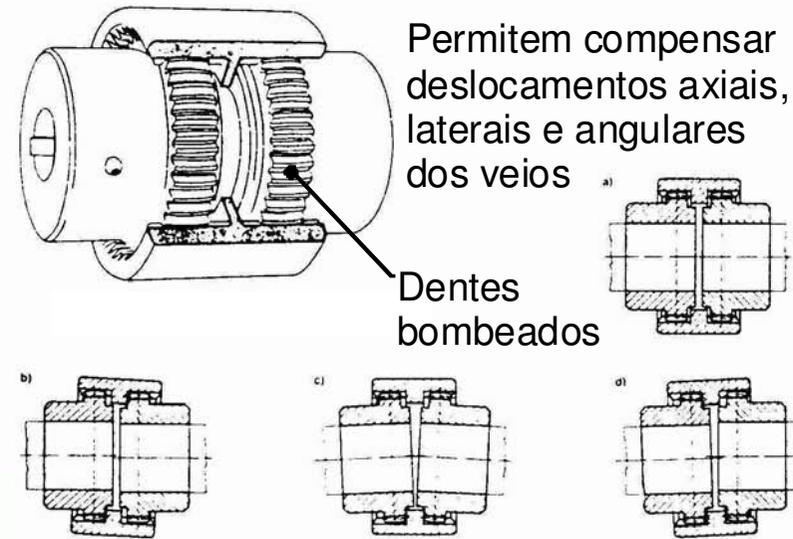
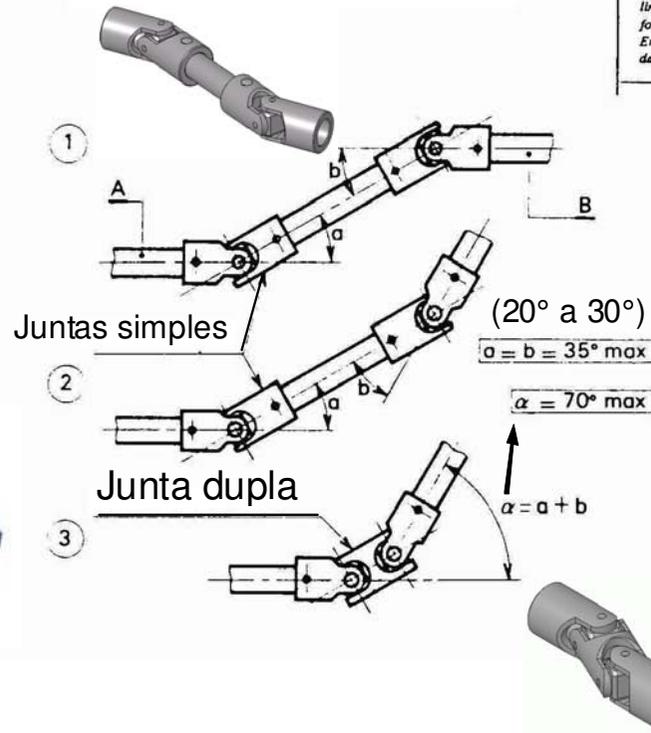
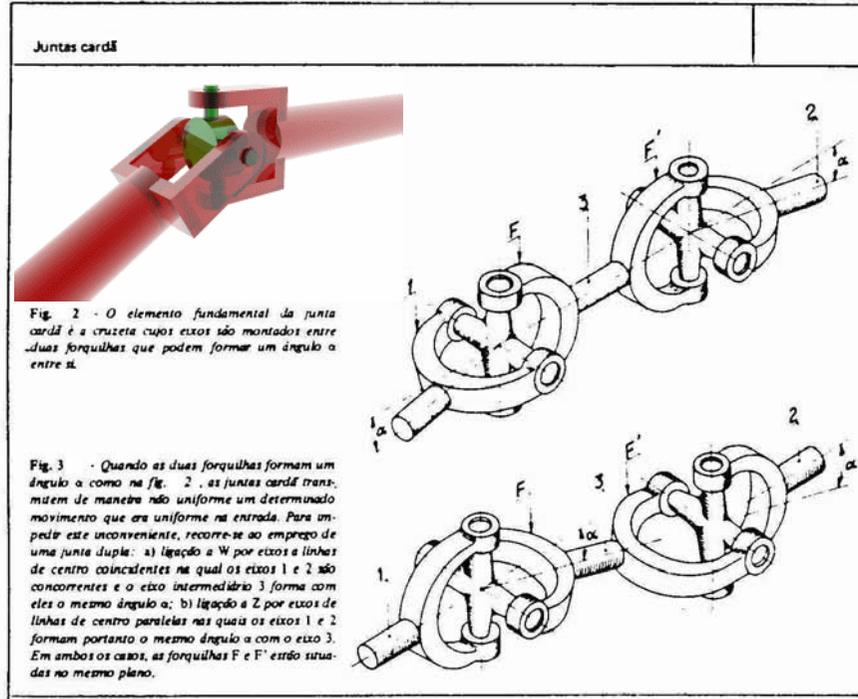
União lateral (união Oldham)





União simples (para accionamento manual)

União angular (união Cardan)



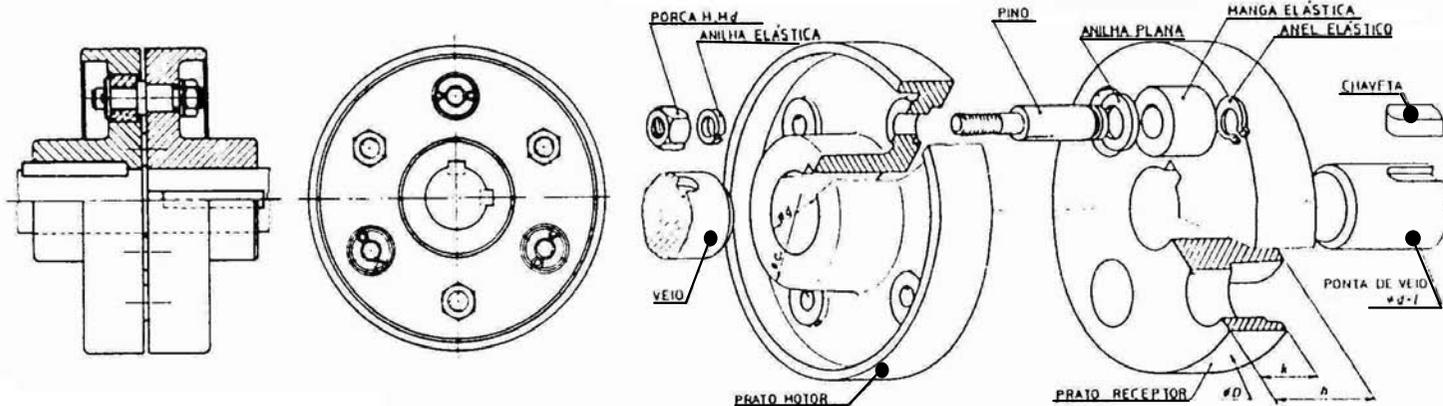
União compensadora de dentes

1.2.1.3 - Uniões elásticas

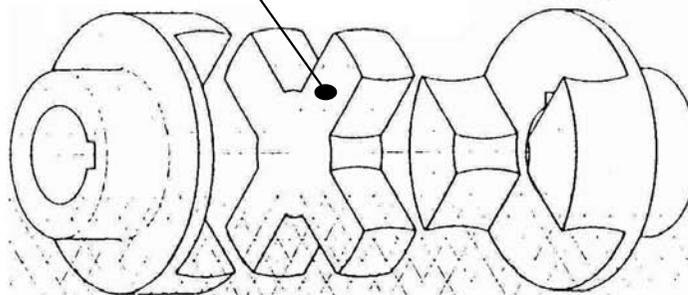


As uniões elásticas (“**elastic couplings**”) garantem a possibilidade dos veios sofrerem deslocamentos relativos muito pequenos. Por outro lado, podem compensar irregularidades no binário transmitido e absorver esforços dinâmicos, devido à sua capacidade de amortecimento.

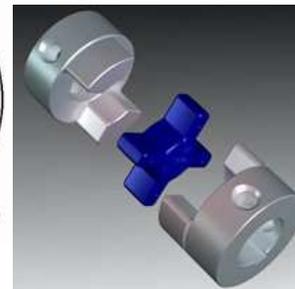
União elástica de pinos



Elemento elástico

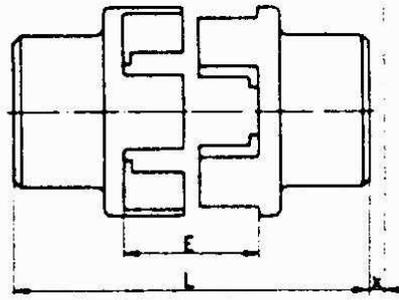
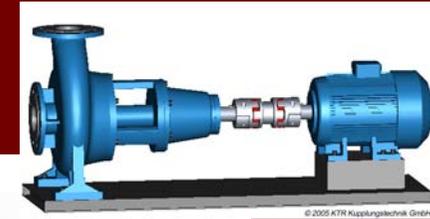


União flexível de cruzeta



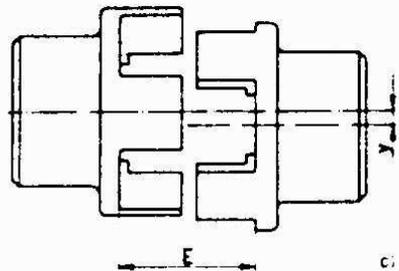


Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento



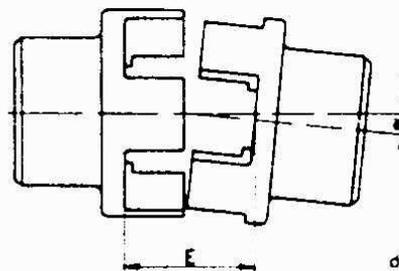
Deslocamento axial

b)



Deslocamento radial

c)

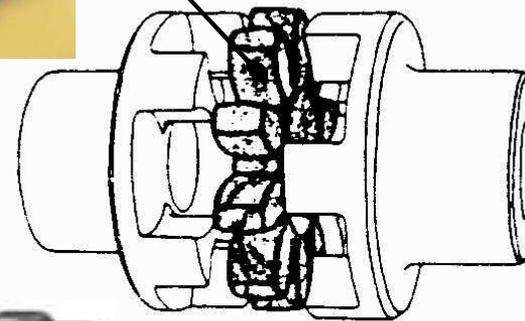


Deslocamento angular

d)



Elemento elástico



a)



União ROTEX

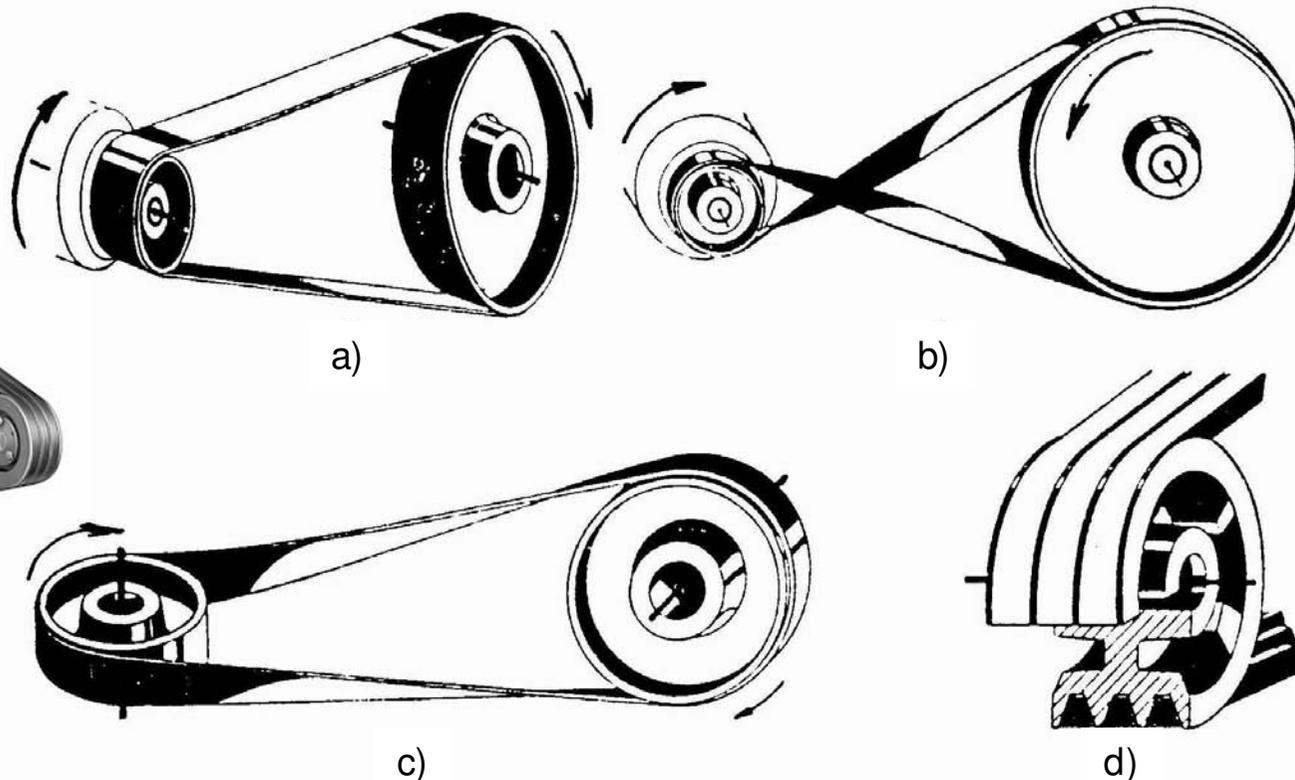
As três partes que compõem a articulação em metais ROTEX são: as duas semi-articulações e o elemento elástico em forma de roda dentada que é interposto entre estas. A junta ROTEX permite, como todas as articulações elásticas, deslocamentos axiais (b), radiais (c) e angulares (d), e transmite o movimento sem vibrações.

GRANDEZAS	ARTICULAÇÕES	
	menor	maior
E	16	85
máx. deslocamento axial x	1,2	6,4
máx. deslocamento radial y	0,4	2,2
máx. deslocamento angular α	1° 30'	

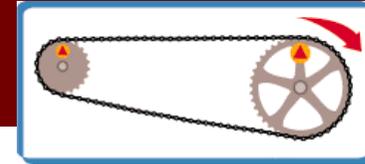


1.2.2 - Transmissões por correias (“belt drives”)

Transmissões de construção relativamente simples, com funcionamento silencioso e uma elasticidade que lhes confere uma capacidade considerável para absorver choques. **Rendimento elevado (95% a 98%), mas com um escorregamento de 1 a 3%, em transmissão de potência.** O preço é reduzido, sendo económicas para grandes distâncias entre eixos.

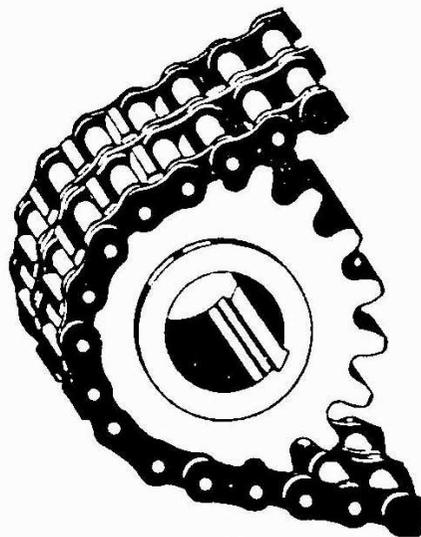


Transmissões por correias: a) aberta; b) cruzada; c) semicruzada; d) com correia trapezoidal (em V).



1.2.3 - Transmissões por correntes (“chain drives”)

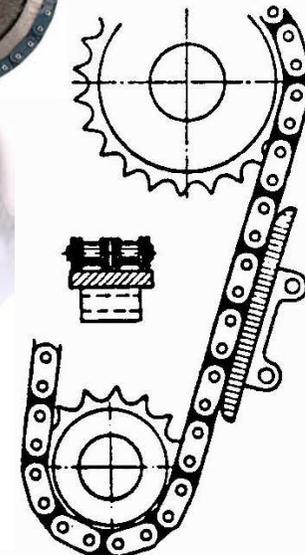
Entre veios paralelos relativamente distanciados, c/ razões de transmissão até $i = 6:1$ (10:1) e rendimentos de 97% a 98%, sem escorregamentos.



a)



b)



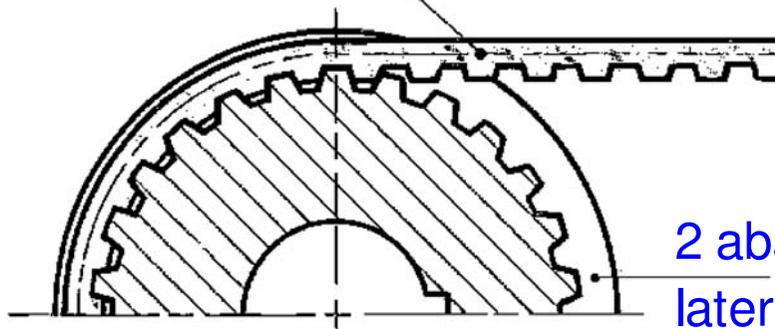
Transmissões por correntes: a) com corrente de rolos; b) com corrente dentada.



1.2.4 - Transmissões por correias dentadas

As correias dentadas (ou síncronas) (“**timing belts**”) asseguram uma transmissão silenciosa e sem escorregamento. O limite máximo da sua velocidade de funcionamento é de 50 m/s. As correias são fabricadas em neoprene reforçado com fibras de vidro ou fios de aço.

Correia dentada



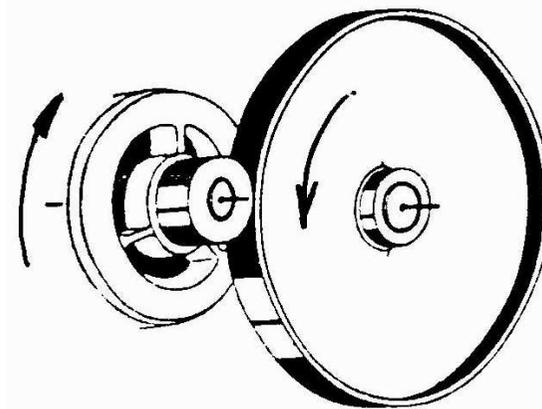
2 abas laterais





1.2.5 - Transmissões por rodas de atrito

Transmissões utilizadas entre veios paralelos, veios concorrentes ou veios não complanares, com **razões de transmissão até $i = 6:1$ (10:1)**, com **rendimentos de 95% a 98%** e escorregamentos idênticos aos obtidos com transmissões por correias, mas, em contrapartida, as distâncias entre eixos são menores e o peso e o preço são menos competitivos.



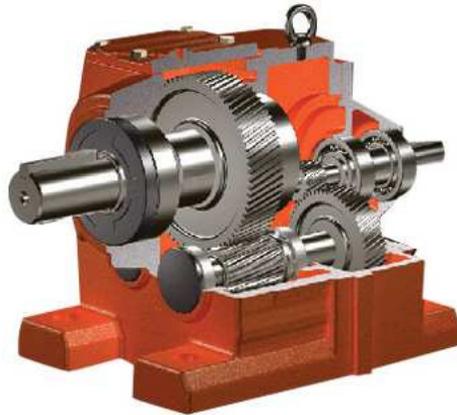
“Friction wheels”



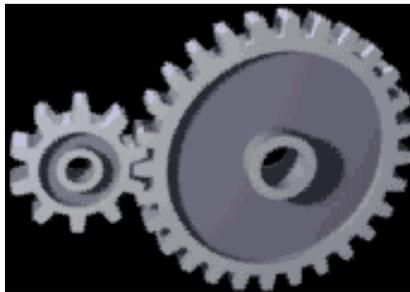
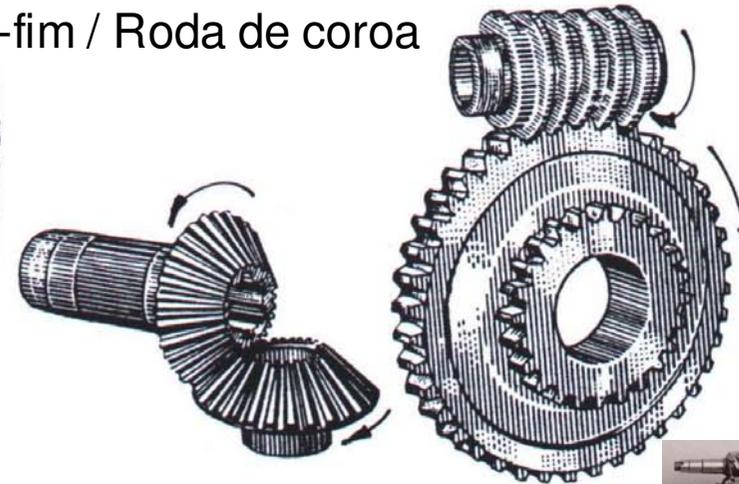
1.2.6 - Transmissões por engrenagens



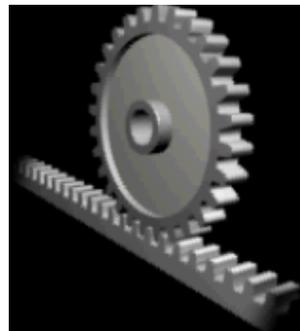
Mecanismos elementares formados por duas rodas dentadas



Parafuso sem-fim / Roda de coroa

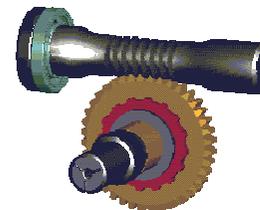


Pinhão
+ Roda dentada

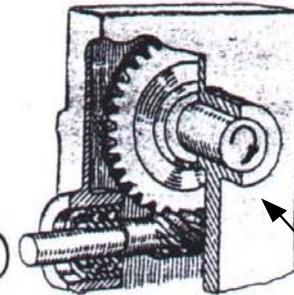


Pinhão
+ Cremalheira

Rodas dentadas
cônicas



Entrada



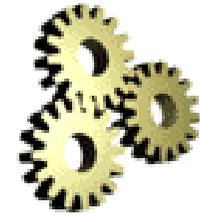
Saída

(d) Redutor

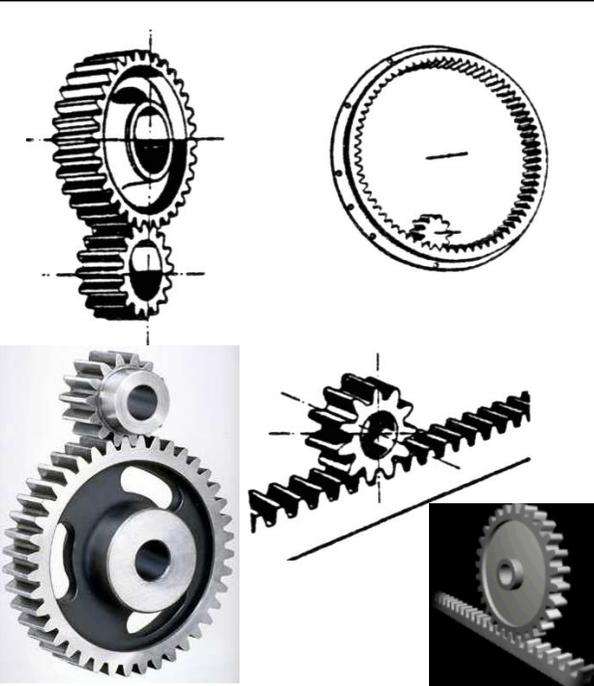
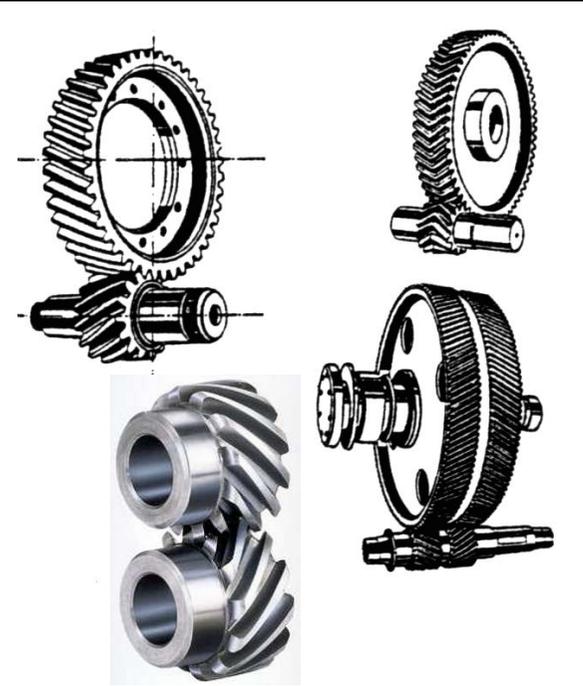
“Gear transmissions”



Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento



Quadro 1.2 - Diferentes tipos de engrenagens.

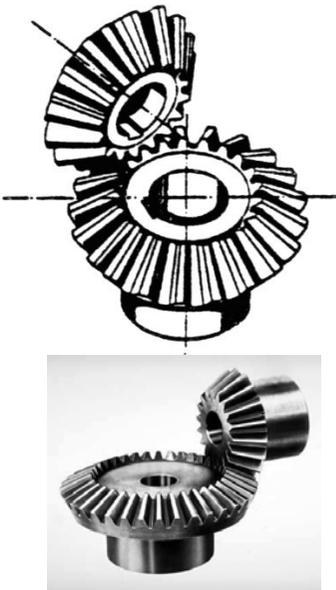
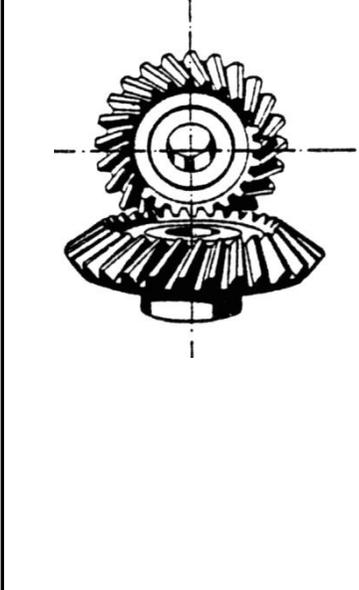
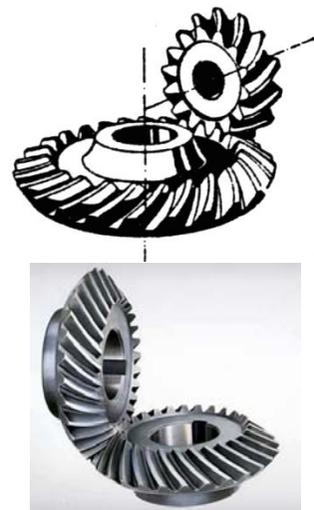
ENGRENAGENS PARALELAS OU CILÍNDRICAS (EIXOS PARALELOS)		
DENTADO RECTO	DENTADO HELICOIDAL	OBSERVAÇÕES
		<p>Para mecanismos com um ou mais andares de transmissão e com as seguintes características limites nominais:</p> <p>Razões de transmissão até 8:1 (10:1), por andar.</p> <p>Potências até 15 000 kW a 22 400 kW.</p> <p>Velocidades tangenciais no primitivo de funcionamento até 150 a 200 m/s.</p> <p>O rendimento, por andar, situa-se entre 95% e 99% (98%).</p>



Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento



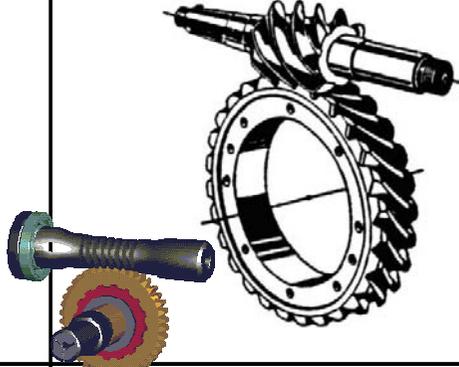
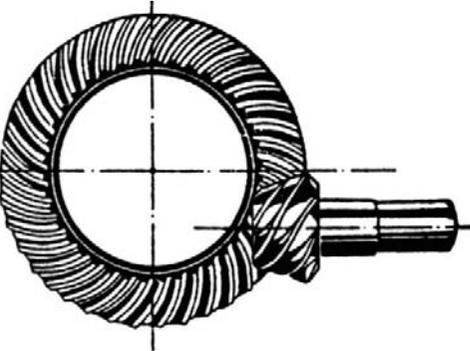
Quadro 1.2 (continuação) - Diferentes tipos de engrenagens.

ENGRENAGENS CONCORRENTES OU CÔNICAS (EIXOS CONCORRENTES)			
DENTADO RECTO	DENTADO INCLINADO	DENTADO ESPIRAL	OBSERVAÇÕES
			<p>Para razões de transmissão até 6:1 (8:1).</p> <p>Potências até 370 (recto) a 740 kW (inclinado).</p> <p>Velocidades tangenciais no primitivo de funcion. até 50 a 75 (150) m/s.</p> <p>Para aumentar a capacidade de carga (até 3 700 kW) e o rendimento, diminuindo o ruído, utilizam-se dentes espirais.</p> <p>O rendimento é idêntico ao das engrenagens cilíndricas (97% a 99%).</p>



Quadro 1.2 (continuação) - Diferentes tipos de engrenagens.

ENGRENAGENS ESQUERDAS (EIXOS NÃO COMPLANARES)

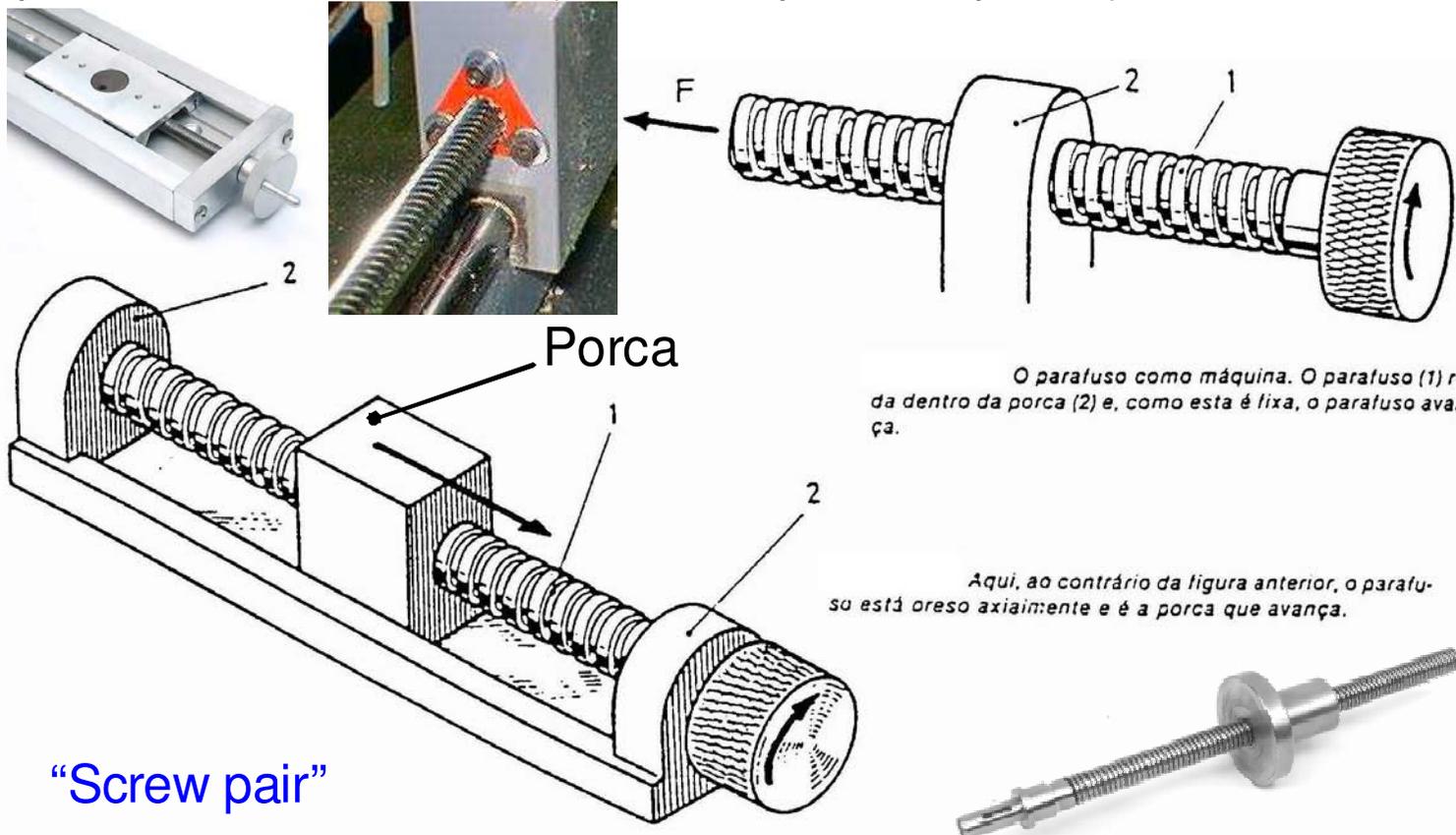
DENTADO HELICOIDAL	PARAFUSO SEM-FIM / RODA DE COROA	DENTADO HIPÓIDE
		
<p>OBSERVAÇÕES:</p> <p>Razões de transmissão até 5:1 e pequenos entreeixos, mas também (20:1 a 100:1). Para a transmissão de baixas potências (até 75 kW), pois o contacto entre dentes inicial é do tipo pontual.</p> <p>Veloc. tangenciais no primitivo de funcionamento até 25 a 50 m/s.</p> <p>Os rendimentos aproximam-se dos registados nas engrenagens cilíndricas helicoidais (até 95%).</p>	<p>Razões de transmissão de 10:1 até 60:1 (100:1).</p> <p>Potências até 560 a 750 kW.</p> <p>Velocidades tangenciais no primitivo de funcionamento até 60 a 70 m/s.</p> <p>O rendimento situa-se entre 45% e 95%, sendo superior para menores razões de transmissão. Baixos níveis de ruído e de vibrações.</p>	<p>Razões de transmissão até 10:1, (20:1 a 100:1), pois o número de dentes do pinhão pode descer até 5. Para pequenas distâncias entre eixos, com uma redução de ruído.</p> <p>Potências até 740 kW. Veloc. tang. no prim. de func. até 40 a 75 m/s.</p> <p>Rendimentos ligeiramente inferiores aos registados nas engrenagens cónicas, desde (60%) até 85% a 95% e um aquecimento um pouco mais elevado.</p>

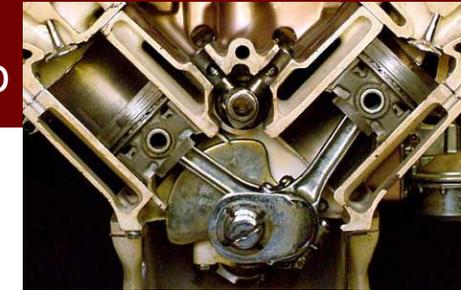




1.2.7 - Transmissões por parafuso de movimento (fuso) - porca (“Lead screw drive with a nut”)

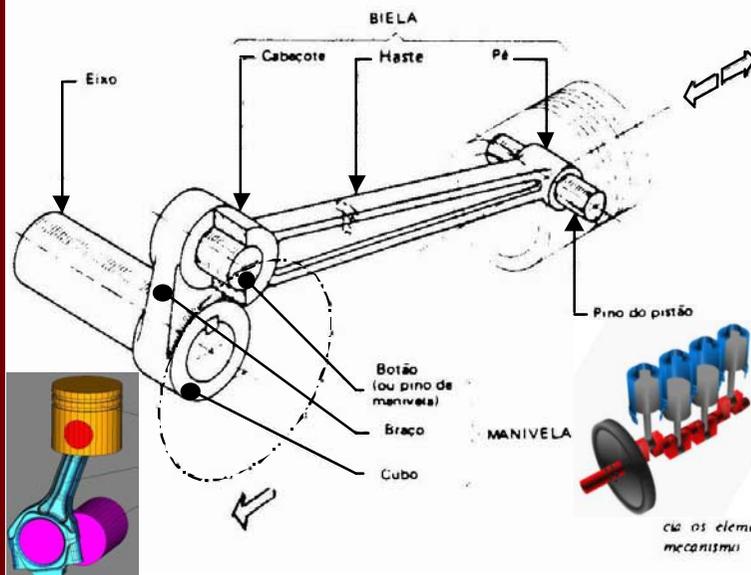
Permitem transformar, normalmente, um movimento de rotação do parafuso num movimento de translação da porca. Quando o movimento axial da porca dá origem a um movimento de rotação do parafuso, o parafuso diz-se reversível (menos frequente na prática).





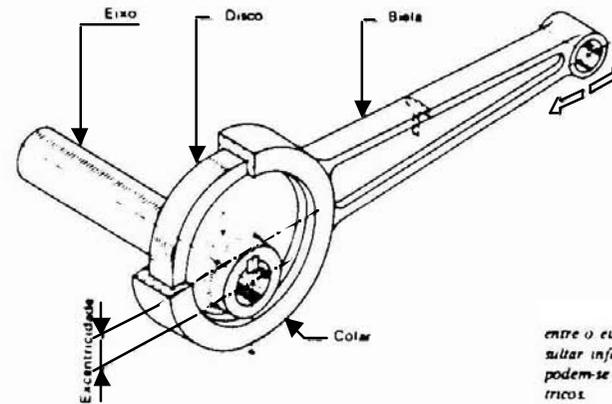
1.2.8 - Biela-manivela e excêntrico

Permitem a transformação de um movimento rectilíneo alternado em movimento circular contínuo (ex.: motor de combustão interna) ou, inversamente, a transformação de um movimento circular contínuo em movimento rectilíneo alternado (ex.. compressor de ar).



Sistema biela-manivela

(“Crank-connecting rod mechanism”)



Sistema de excêntrico

(“Eccentric mechanism”)



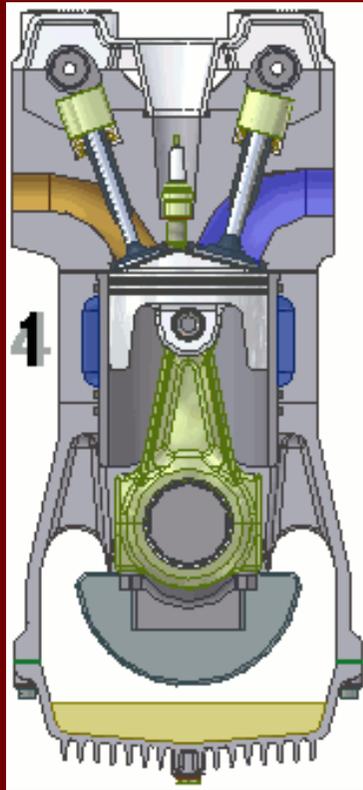
Em curtos curtos, o entre-eixo entre o eixo e o botão de manivela pode resultar inferior ao raio do eixo. Neste caso podem-se empregar discos ou eixos excêntricos.

São postos em evidência os elementos que compõem o mecanismo



Órgãos mecânicos para a transmissão de movimento

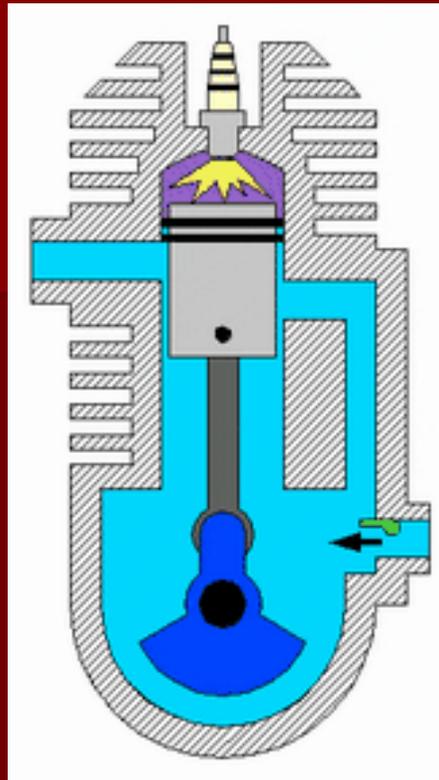
Exemplos de aplicação:



Motor de combustão
a 4 tempos

1) Admissão; 2) Compressão;
3) Explosão; 4) Escape.

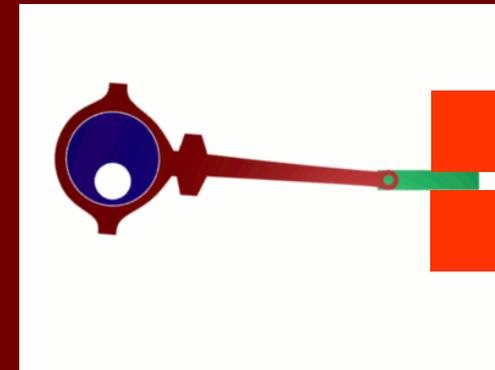
J.S.Almacinha-2008-12



Motor de combustão
a 2 tempos

1) Admissão e compressão
2) Explosão e escape

Sistemas e componentes mecânicos normalizados

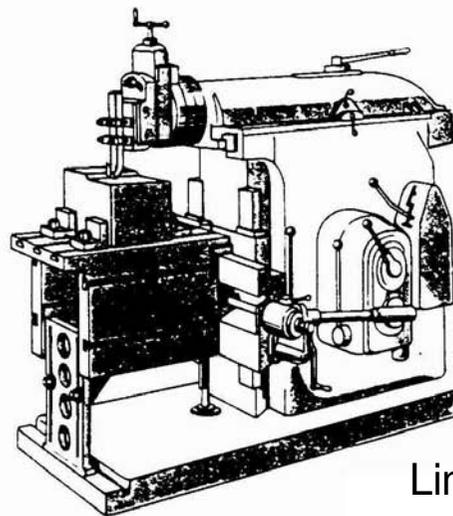


Mecanismo de
excêntrico

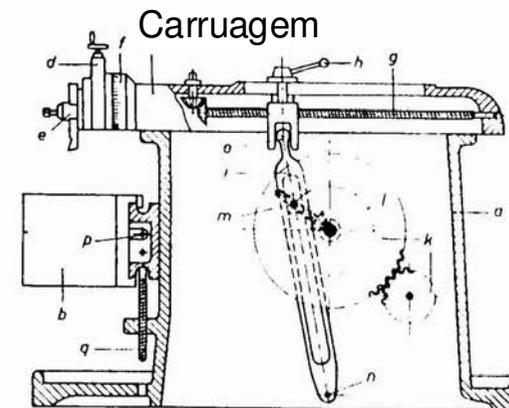


1.2.9 - Biela oscilante de corredeira

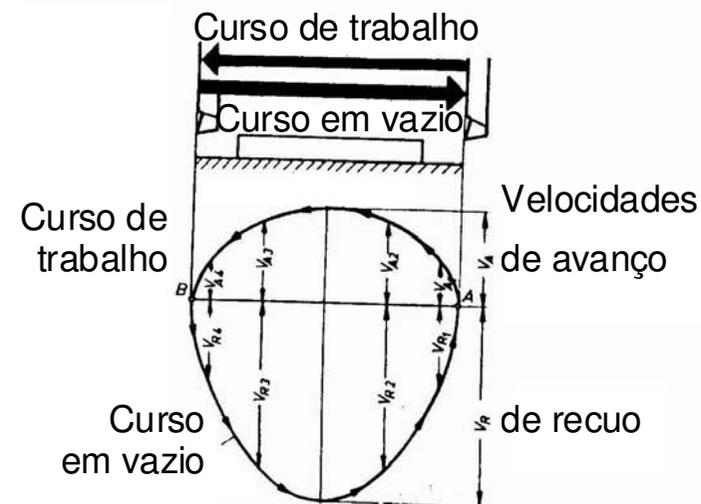
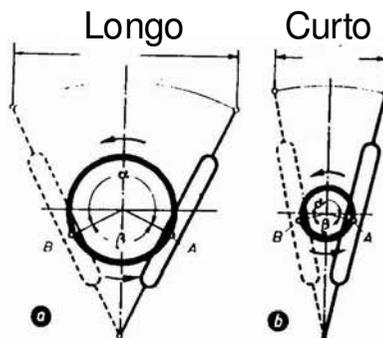
Sistema, também designado por corpo com ranhura de guiamento ou alavanca de comando da corredeira (“**slotted link (slotted lever)**”), utilizado, por exemplo, no mecanismo de retorno rápido do limador. O **recuo** da carruagem do limador (em vazio) processa-se mais rapidamente do que o seu **avanço** (em trabalho).



Limador



Cursos





1.2.10 – Mecanismo de roquete com linguete ("Ratchet mechanism with pawl")

A transmissão de movimento faz-se entre um órgão mecânico animado de um movimento rectilíneo alternado ou circular alternado e um outro animado de um movimento circular intermitente e de sentido único.

