

# DESENHO TÉCNICO MECÂNICO I -SEM0502

## TEMA 6 - ELEMENTOS DE MÁQUINA

**E**lementos de transmissão: eixos, chavetas, conicidade, polias, engrenagens, correntes, acoplamentos.



Notas de Aulas v.2024

*Arthur Jose Vieira Porto*



---

# Elementos de Transmissão de Movimento

Os principais elementos de transmissão de movimento são: **eixos**, acoplamento cônico, polias, engrenagens, correntes, acoplamentos elásticos.

Os **eixos** são elementos sobre o qual se **assentam partes giratórias** de uma máquina e que **recebe** destas as **cargas** de trabalho, onde **parte e' transmitida para outros** elementos e **parte descarregada na estrutura** da máquina.

Os eixos destinam-se a guiar o movimento de rotação de uma parte ou um conjunto de peças, tais como uma **roda, uma polia ou engrenagens**.

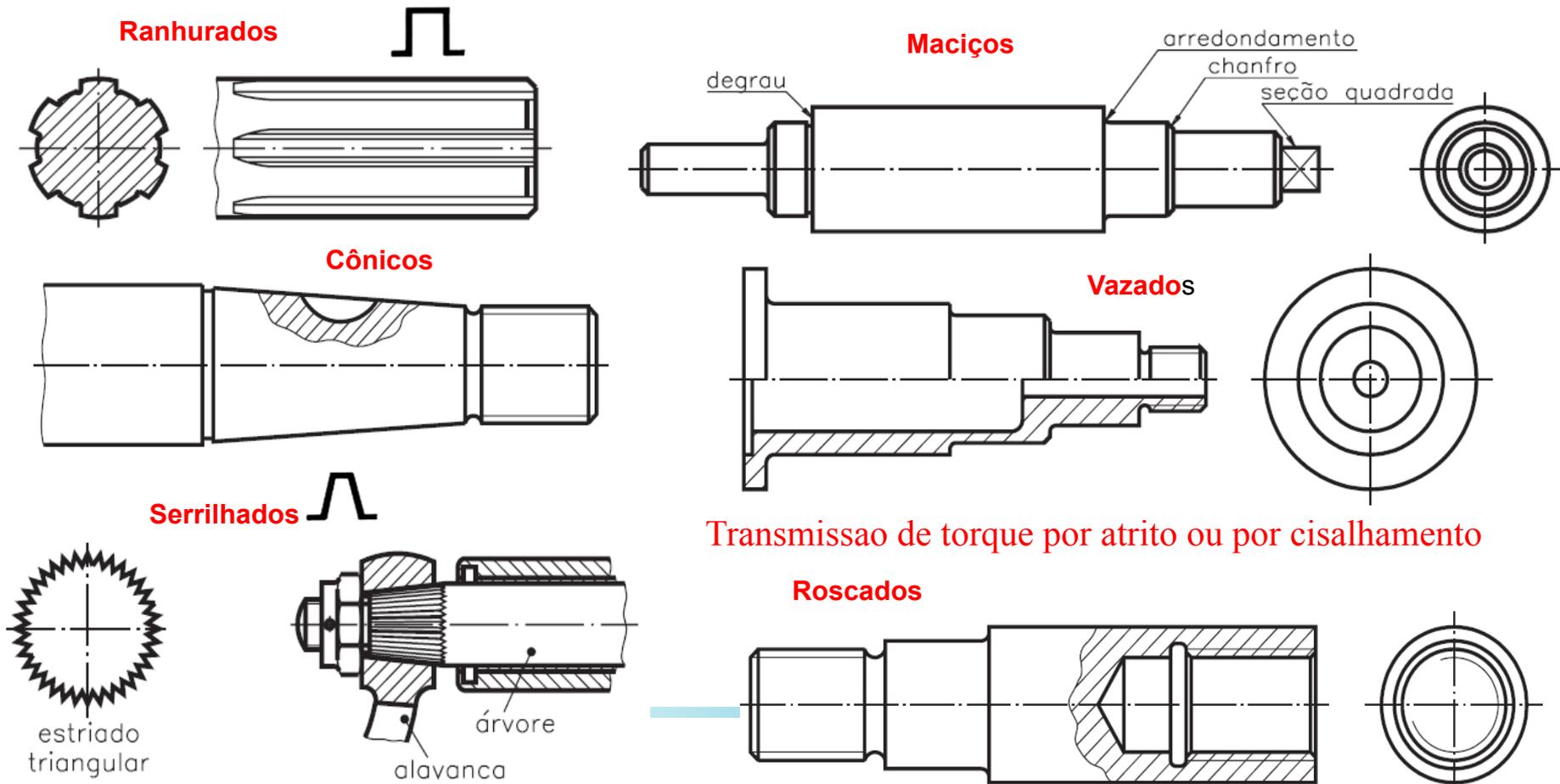
Os eixos permitem **transmitir torque** e velocidade angular, utilizando-se dos seguintes princípios físicos: **força de atrito e cisalhamento**.

*Cisalhamento* é o ato de cisalhar, isso significa cortar ou causar deformação numa superfície a partir da tensão provocada por forças que atuam em sentidos iguais ou contrários, mas seguindo uma mesma direção.

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

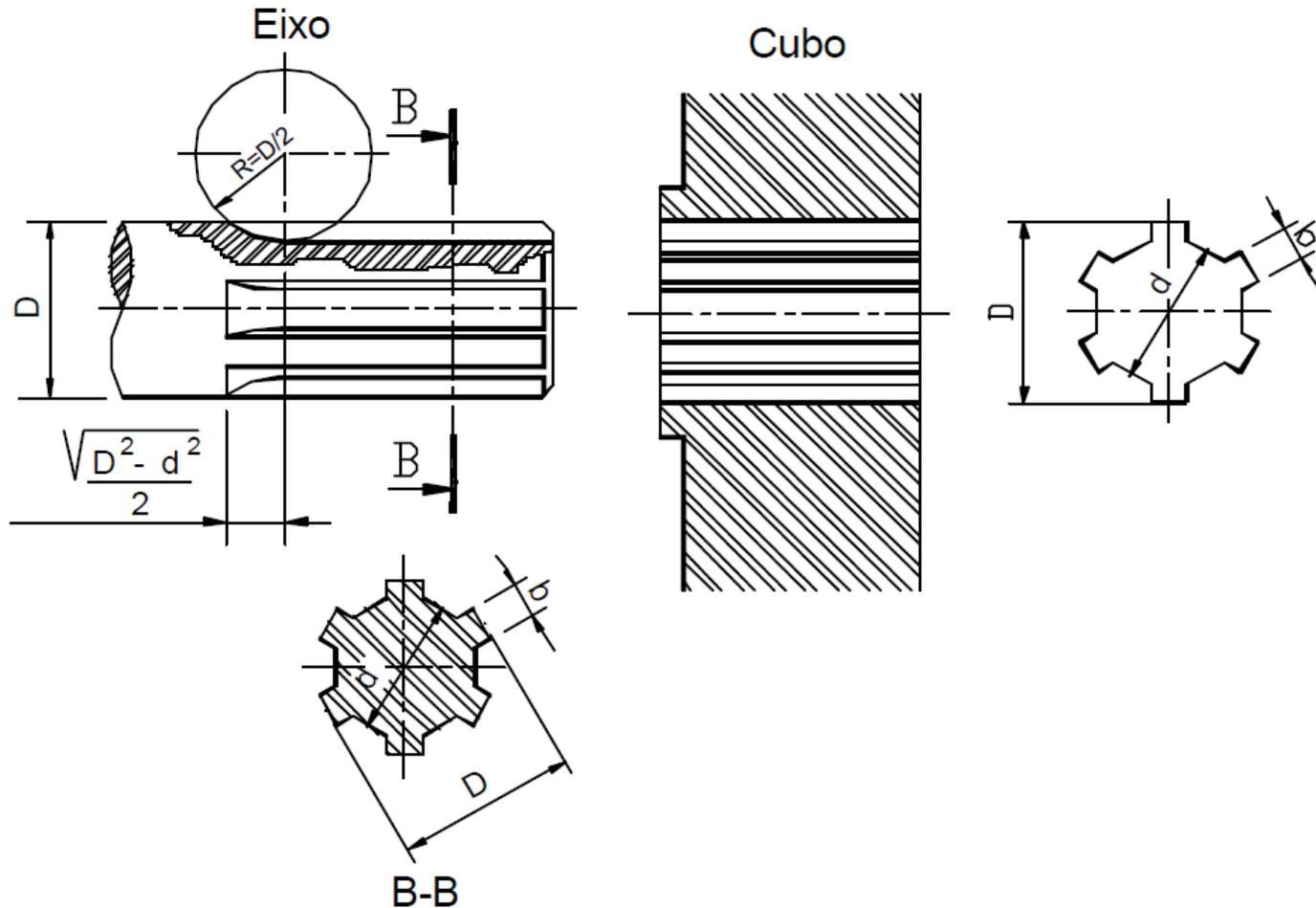
Os **EIXOS** podem ser de **6 tipos**:

- maciços e vazados** (transmitem movimento através de torção do eixo e cisalhamento de chaveta),
- roscados** (transmitem movimento através de torção do eixo e força de atrito pelo aperto da porca),
- cônicos** (transmite movimento através de torção do eixo e força de atrito pelo aperto da porca contra o o cone),
- ranhurados** (transmite movimento através de torção do eixo e cisalhamento das estrias ranhuradas)
- serrilhados** (transmite movimento através de torção do eixo e cisalhamento das estrias serrilhadas).



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – EIXOS

As figuras abaixo mostram a representação gráfica e a cotagem das estrias tanto em Eixo como em Cubo (o eixo é montado dentro do cubo de uma peça para transmitir o movimento dele para a peça através do cisalhamento das estrias).



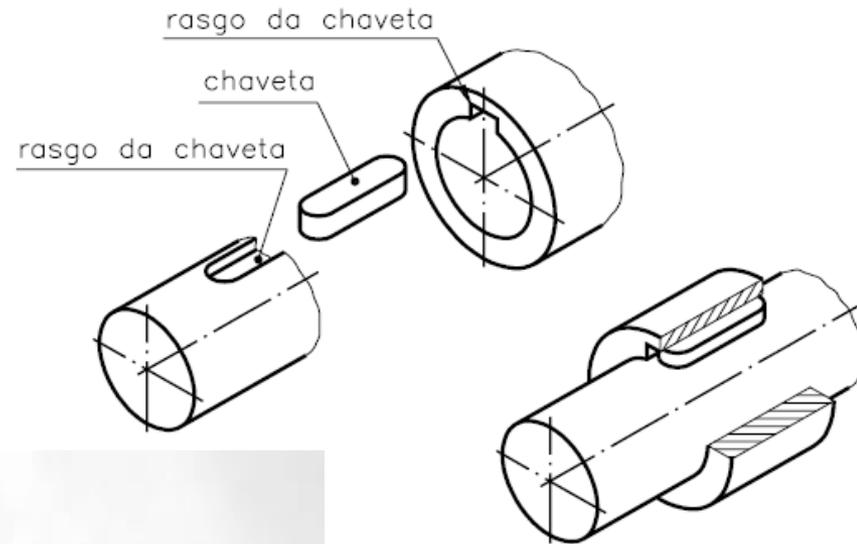
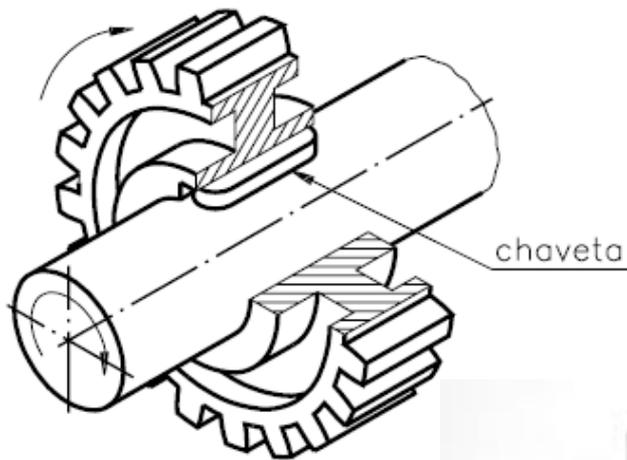
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – EIXOS

Tabela indicativa do numero de estrias (canaletas ou estrias) possíveis de serem usinadas em função do diâmetro externo do eixo **D** ou diâmetro efetivo ou de referencia **d**.

Diâmetro de referência	Diâmetro do eixo	Largura da canaleta	Número de canaletas	Diâmetro do eixo	Largura da canaleta	Número de canaletas
d	D	b	Z	D	b	Z
11	14	4	4	14	3	6
13	16	5	4	16	3,5	6
16	20	6	4	20	4	6
18	22	7	4	22	5	6
21	25	8	4	25	5	6
23	26	6	6	28	6	6
26	30	6	6	32	6	6
28	32	7	6	34	7	8
32	36	6	8	38	6	8
36	40	7	8	42	7	8
42	46	8	8	48	8	8
46	50	9	8	54	9	8
52	58	10	8	60	10	8
56	62	10	8	65	10	8
62	68	12	8	72	12	10
72	78	12	10	82	12	10
82	88	12	10	92	12	10
92	98	14	10	102	14	10
102	108	16	10	112	16	10
112	120	18	10	125	18	10

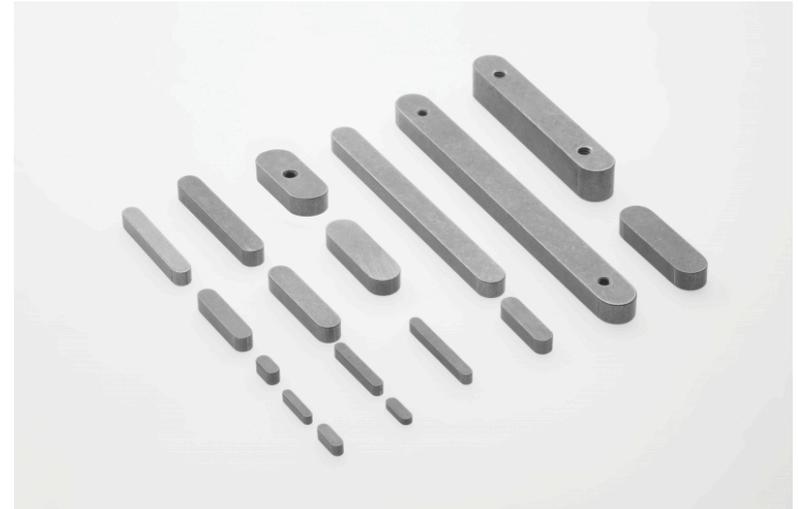
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO: CHAVETAS

A **CHAVETA** é elemento de transmissão de torque entre um eixo e uma peça montada sobre o eixo (polia, engrenagem, volante, etc). O torque é transmitido do eixo para a peça, e vice-versa, através da chaveta (o eixo “empurra” a chaveta e a chaveta “empurra” a peça). O princípio físico utilizado na transmissão do torque é o cisalhamento da secção transversal da chaveta, que define o limite de torque que pode ser transmitido. As chavetas são o **fusível mecânico**, que deve se romper antes de que o eixo ou da peça montada se rompa.

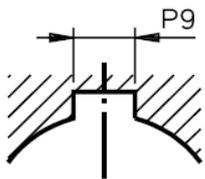


## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO: **FORMATOS DE CHAVETAS**

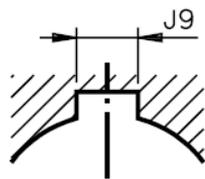
É um elemento mecânico fabricado em aço. Sua forma, em geral, é retangular ou semicircular. Os ajustes indicados para as montagens das chavetas são:



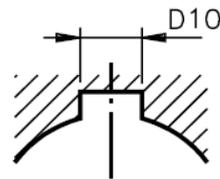
Ajustes utilizados para a montagem de chavetas



ajuste forçado  
(montagens fixas)



deslizante justo  
(montagens justas)



deslizante livre  
(peças móveis)

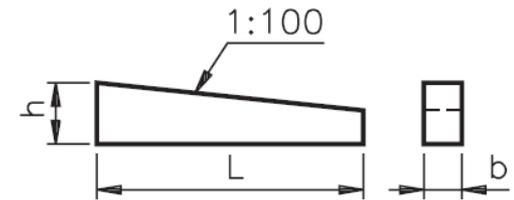
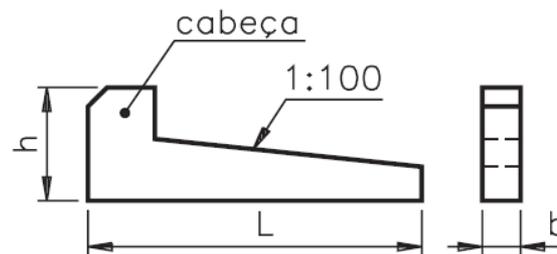
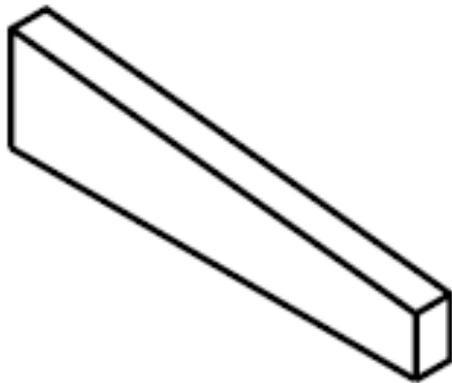
## ELEMENTOS DE TRANSMISSAO: TIPOS DE CHAVETAS

As chavetas se classificam em:

- chavetas de cunha;
- chavetas paralelas;
- chavetas de disco.

### Chavetas de cunha

As chavetas têm esse nome porque são parecidas com uma cunha. Uma de suas faces é inclinada, para facilitar a união de peças.



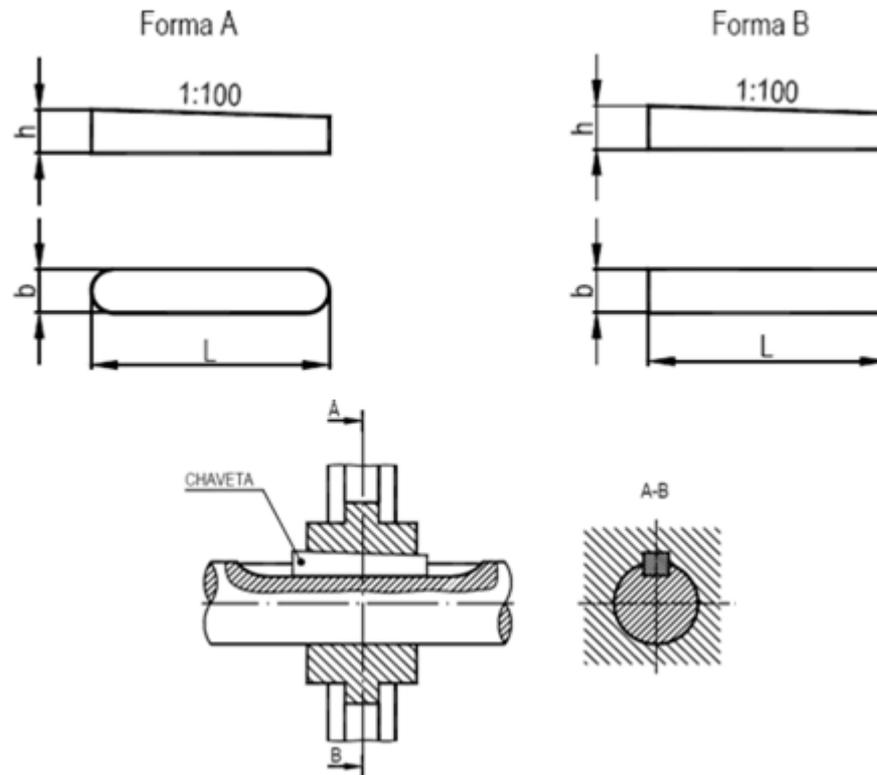
As chavetas de cunha classificam-se em dois grupos:

- chavetas longitudinais;
- chavetas transversais.

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO: CHAVETAS DE CUNHA LONGITUDINAIS

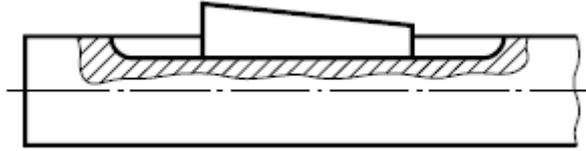
**Chavetas de cunha longitudinais:** Elas são colocadas na extensão do eixo para unir roldanas, rodas, volantes etc. Podem ser com ou sem cabeça e são de montagem e desmontagem fácil. Sua inclinação é de 1:100 e suas medidas principais são definidas quanto a:

- altura ( $h$ );
- comprimento ( $L$ );
- largura ( $b$ ).

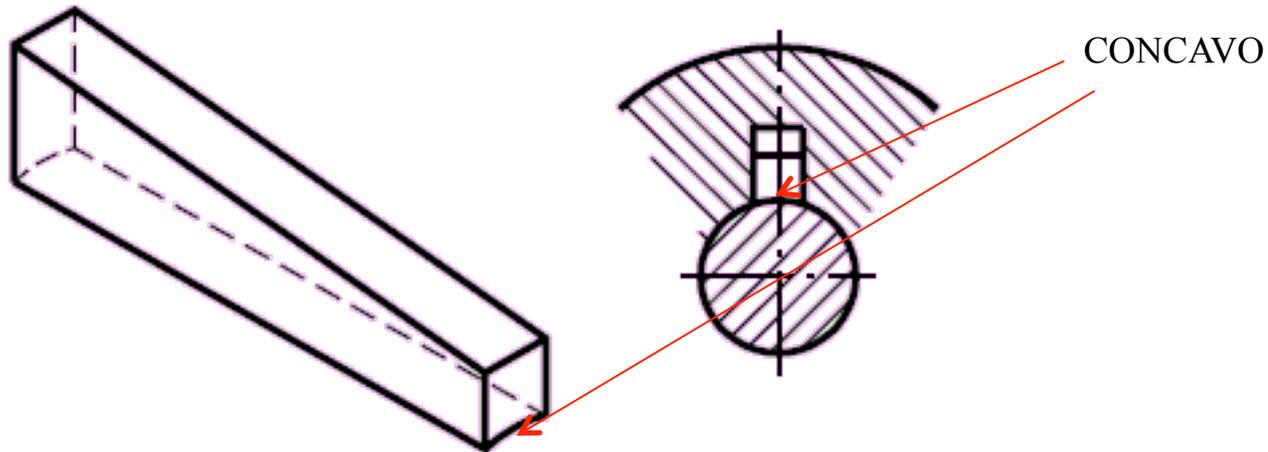


## ELEMENTOS DE TRANSMISSAO: CHAVETAS LONGITUDINAIS MEIA-CANA

**Chavetas de cunha longitudinais encaixadas** - São muito usadas. Sua forma corresponde à do tipo mais simples de chaveta de cunha. Para possibilitar seu emprego, o rasgo do eixo é sempre mais comprido que a chaveta.

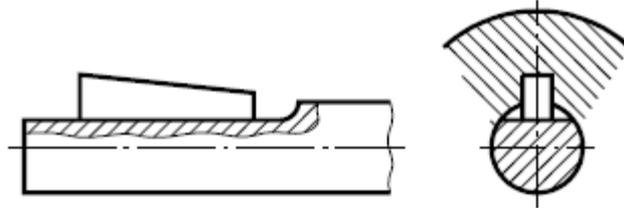


**Chavetas de cunha longitudinais meia-cana** - Sua base é côncava (com o mesmo raio do eixo). Sua inclinação é de 1:100, com ou sem cabeça. Não é necessário rasgo na árvore, pois a chaveta transmite o movimento por efeito do atrito. Desta forma, quando o esforço no elemento conduzido for muito grande, a chaveta desliza sobre a árvore.

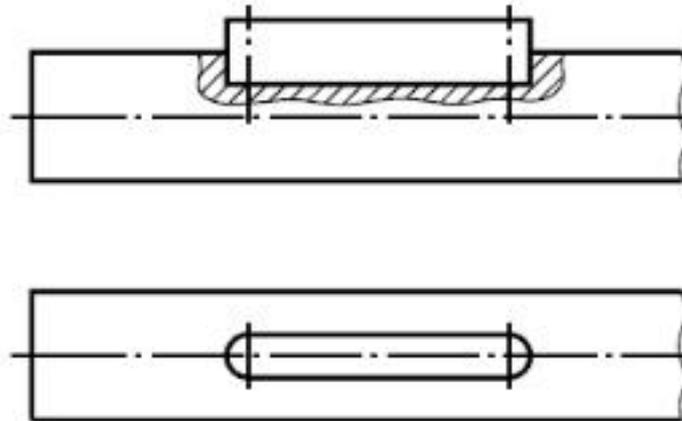


## ELEMENTOS DE TRANSMISSAO: CHAVETAS LONGITUDINAIS PLANAS

**Chavetas de cunha longitudinais plana** - Sua forma é similar à da chaveta encaixada, porém, para sua montagem não se abre rasgo no eixo. É feito um rebaixo plano.

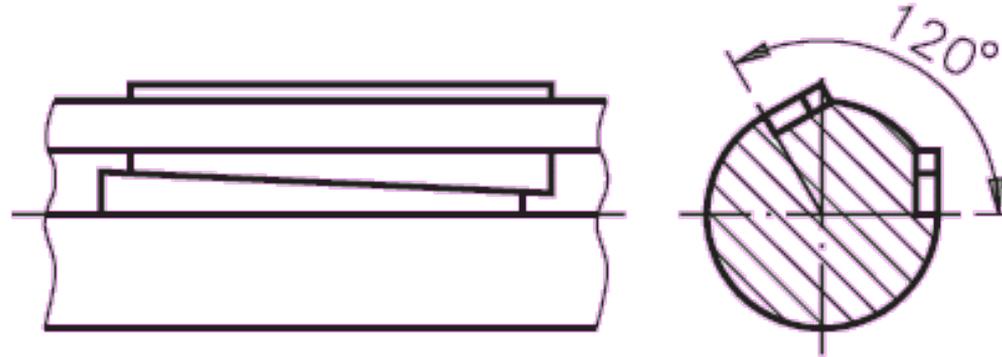


**Chavetas (de cunha) longitudinais embutidas** - Essas chavetas têm os extremos arredondados, conforme se observa na vista superior ao lado. O rasgo para seu alojamento no eixo possui o mesmo comprimento da chaveta. As chavetas embutidas nunca têm cabeça.



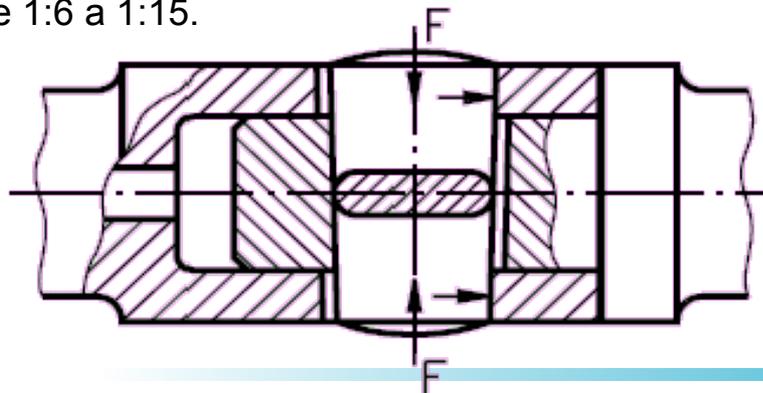
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO: CHAVETAS LONGITUDINAIS TANGENCIAIS

**Chavetas de cunha longitudinais tangenciais** - São Chavetas tangenciais formadas por um par de cunhas, colocado em cada rasgo. São sempre utilizadas duas chavetas, e os rasgos são posicionados a  $120^\circ$ . Transmitem fortes cargas e são utilizadas, sobretudo, quando o eixo está submetido a mudança de carga ou golpes.



## CHAVETAS TRANSVERSAIS

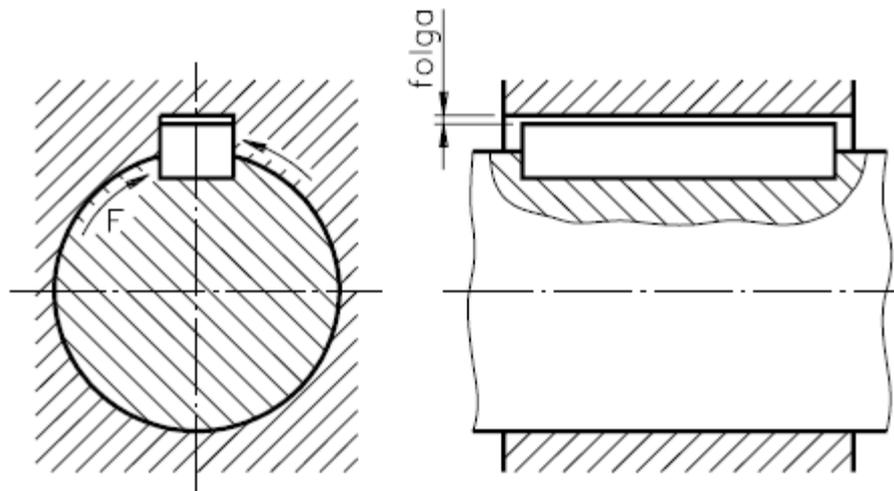
As chavetas transversais são aplicadas em união de peças que transmitem movimentos rotativos e retilíneos alternativos. Quando as chavetas transversais são empregadas em uniões permanentes, sua inclinação varia entre 1:25 e 1:50. Se a união se submete a montagem e desmontagem frequentes, a inclinação pode ser de 1:6 a 1:15.



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO: CHAVETAS PARALELAS

### Chavetas paralelas ou linguetas

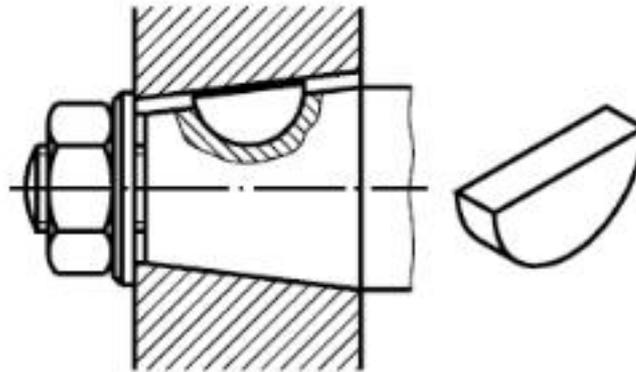
Essas chavetas têm as faces paralelas, portanto, não têm inclinação. A transmissão do movimento é feita pelo ajuste de suas faces laterais às laterais do rasgo da chaveta. Fica uma pequena folga entre o ponto mais alto da chaveta e o fundo do rasgo do elemento conduzido. As chavetas paralelas não possuem cabeça. Quanto à forma de seus extremos, eles podem ser retos ou arredondados. Podem, ainda, ter parafusos para fixarem a chaveta ao eixo.



## ELEMENTOS DE TRANSMISSAO: **CHAVETAS MEIA-LUA ou WOODRUFF**

### Chavetas de disco ou meia-lua (tipo woodruff)

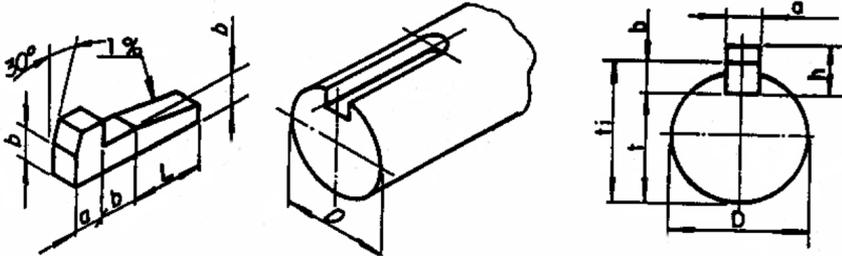
Chaveta de disco ou meia-lua (tipo woodruff) é uma variante da chaveta paralela. Recebe esse nome porque sua forma corresponde a um segmento circular. É comumente empregada em eixos cônicos por facilitar a montagem e se adaptar à conicidade do fundo do rasgo do elemento externo.



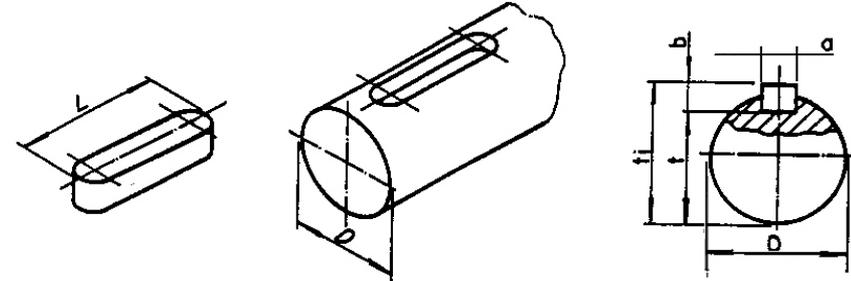
# ELEMENTOS DE TRANSMISSAO- CHAVETAS

## COTAGEM TIPICA DE CHAVETAS

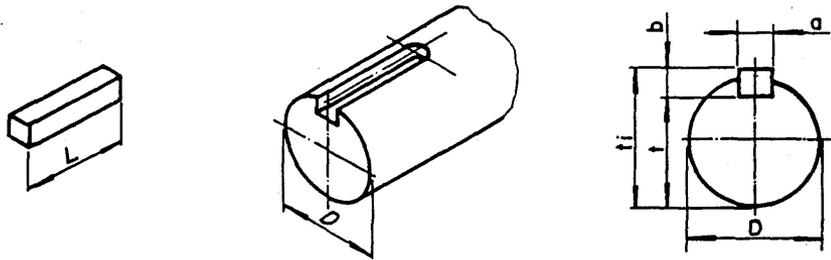
Chaveta de cabeça



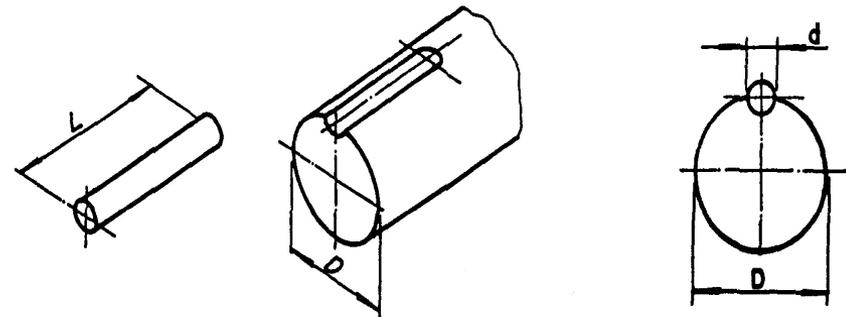
Chaveta embutida



Chaveta plana



Chaveta redonda

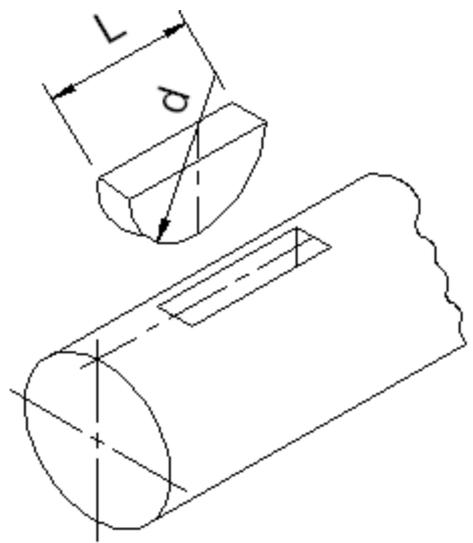


# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO- CHAVETAS

## VALORES DAS VARIÁVEIS DA COTAGEM DO SLIDE ANTERIOR

TABELA DE PROPORÇÕES						
Diâmetro do eixo (D)	a	b	h	t	ti	d
13 - 17	5	5	8	D - 3	D + 2	7,5
18 - 22	6	6	9	D - 3,5	D + 2,5	8,5
23 - 30	8	7	10	D - 4	D + 3	10,0
31 - 38	10	8	12	D - 5	D + 3	11,5
39 - 34	12	8	12	D - 5	D + 3	13,0
45 - 50	14	9	14	D - 5,5	D + 3,5	13,5
51 - 58	16	10	15	D - 6	D + 4	14,5
59 - 68	18	11	16	D - 7	D + 4	16,0
69 - 78	20	12	19	D - 7,5	D + 4,5	17,0
Obs.: O comprimento L é calculado em até duas vezes o diâmetro do eixo						

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO- CHAVETA WOODRUFF – cotagem

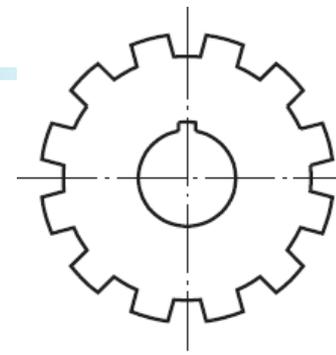


Diâmetro do eixo D	Largura e altura b x h	Rasgo		L	d
		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>		
de 3 a 4	1 x 1,4	1	0,5	3,82	4
>4 a 6	1,5 x 2,5	2	0,7	6,76	7
>6 a 8	2 x 2,6	1,8	0,9	6,76	7
	2 x 3,7	2,9	0,9	9,66	10
>9 a 10	2,5 x 3,7	2,9	0,9	9,66	10
	3 x 3,7	2,5	1,3	9,66	10
	3 x 5	3,8	1,3	12,65	13
	3 x 6,5	5,3	1,3	15,72	16
>10 a 12	4 x 5	3,5	1,6	12,65	13
	4 x 6,5	5	1,6	15,72	16
	4 x 7,5	6	1,6	18,57	19
>12 a 17	5 x 6,5	4,5	2,1	15,72	16
	5 x 7,5	5,5	2,1	18,57	19
	5 x 9	7	2,1	21,63	22
>17 a 22	6 x 7,5	5,1	2,5	18,57	19
	6 x 9	6,6	2,5	21,63	22
	6 x 10	7,6	2,5	24,49	25
	6 x 11	8,6	2,5	27,35	28
>22 a 30	8 x 9	6,2	2,9	21,63	22
	8 x 11	8,2	2,9	27,35	28
	8 x 13	10,2	2,9	31,43	32
>30 a 38	10 x 11	7,8	3,3	27,35	28
	10 x 13	9,8	3,3	31,43	32
	10 x 16	12,8	3,3	43,08	45

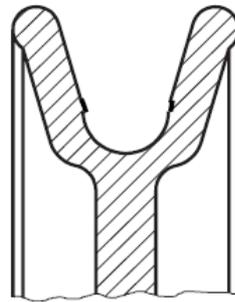
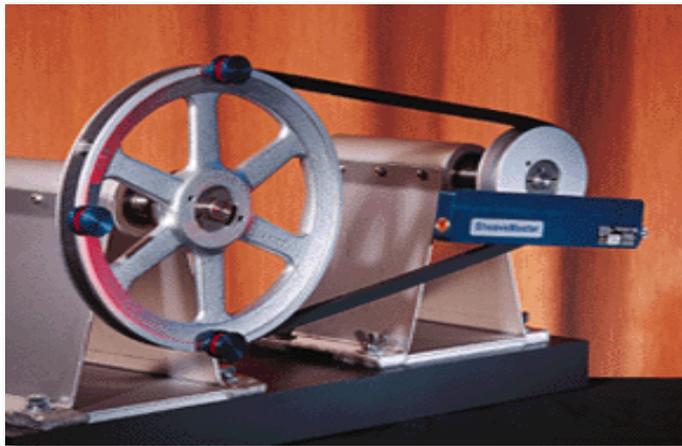


## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – POLIAS

Polias são elementos mecânicos circulares, com ou sem canais periféricos, acoplados a eixos motores e movidos por máquinas e equipamentos. As polias, para funcionar, necessitam da presença de vínculos chamados correias. Polia que recebe movimento e força é a polia movida ou conduzida. Os materiais empregados na confecção de uma polia são: Ferro fundido; Ligas leves; Aços; Materiais sintéticos.



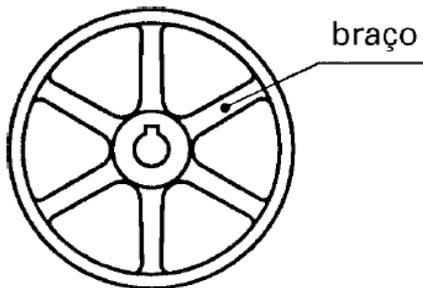
polia para correia dentada



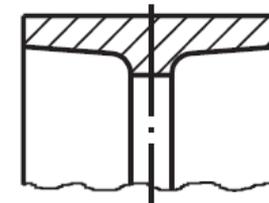
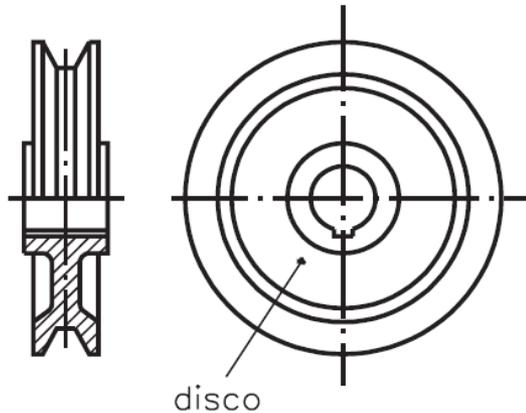
polia para correia e cabo de aço redondos



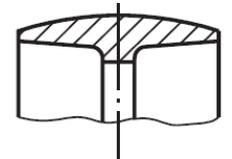
Polia com braço



Polia de disco



polia plana



polia abaulada

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – POLIAS



Jogo de polias com  
3 correias lisas

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

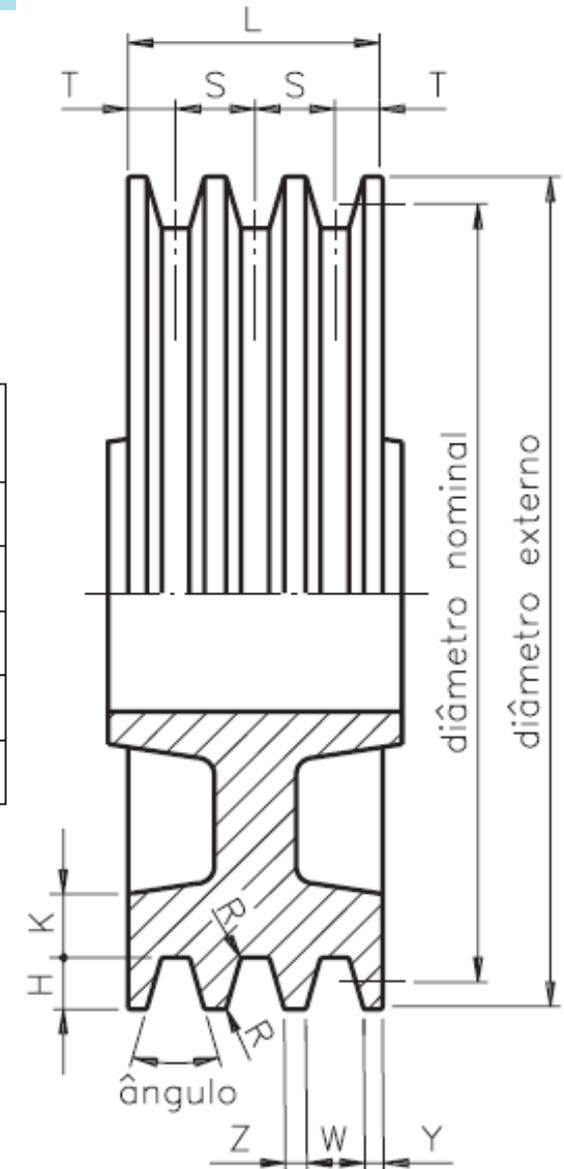
## POLIAS – **Cotagem**

A, B, C, D e E são tipos de correias

Perfil	Ângulo do canal		t	s	w	y	z	h	k	x	R <sup>4</sup>
	Diâmetro externo (mm)	Graus									
A	de 75 a 170 acima de 170	34° 38°	9,5	15	13	3	2	13	5	5	1
B	de 130 a 240 acima de 240	34° 38°	11,5	19	17	3	2	17	6,5	6,25	1
C	de 200 a 350 acima de 350	34° 38°	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	8,25	1,5
D	de 300 a 450 acima de 450	36° 38°	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	11	1,5
E	de 485 a 630 acima de 630	36° 38°	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	13	1,5

$$\text{Largura } L = 2t + s(n-1)$$

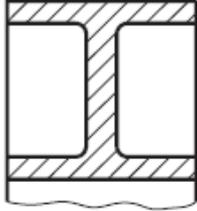
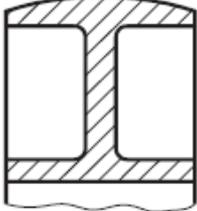
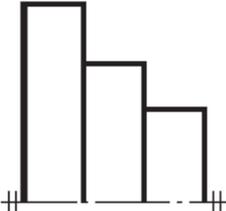
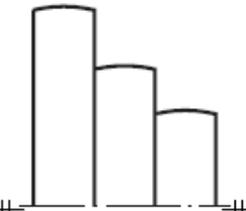
n = número de canais



# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

## POLIAS

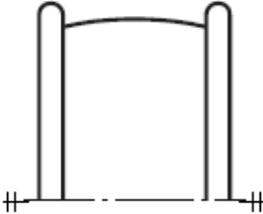
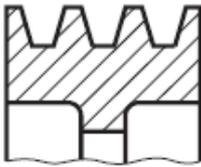
### nomenclaturas

		polia de aro plano
		polia de aro abaulado
		polia escalonada de aro plano
		polia escalonada de aro abaulado

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO

## POLIAS

### nomenclaturas

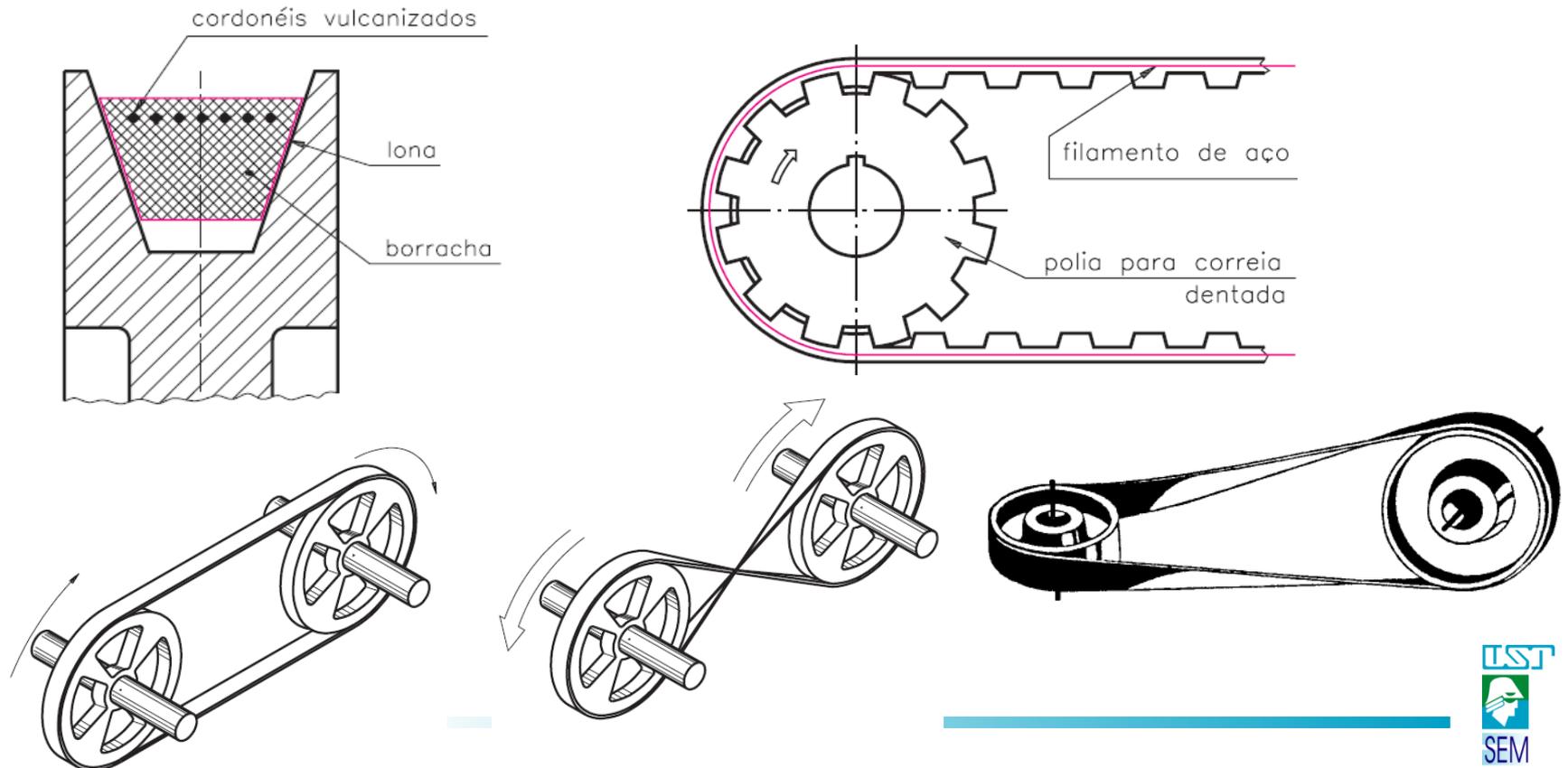
		polia com guia
		polia em "V" simples
		polia em "V" múltipla

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - CORREIAS

Correia, na mecânica, é uma **cinta de material flexível**, normalmente feita de camadas de lonas e borracha vulcanizada, que serve para transmitir a força e movimento de uma polia lisa ou polia dentada para outras.

Em sua forma mais simples, a transmissão por correias é composta por um par de polias, uma motriz (fixada ao eixo motor) e outra resistente.

A simplicidade de instalação, as exigências mínimas de manutenção, a alta confiabilidade e a adaptação a uma variedade de aplicações, também são características da transmissão por correia.



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE CORREIAS

Tipos de correias:

**Correias lisas.** Também conhecidas como correias planas, chatas ou de seção retangular, são utilizadas geralmente para transmitir força em máquinas grandes, sendo o modelo mais simples de correias, e a transmissão do torque depende da força de atrito entre as superfícies da correia e da polia. Trabalham com grandes unidades de força e rotações (até 500 hp com 10.000 rpm). Devido ao fato de permitirem grande tensão na correia (minimizando vibrações), são utilizadas para transmitir altas velocidades em máquinas-ferramentas (até 20.000 rpm). Necessitam de alinhamento preciso das polias para que o sistema não se desencaixe, pois não possui bordas que a mantenha em seu local em casos de desalinhamento, além de polias especiais com centralizadores.

**Correias dentadas ou Correias sincronizadoras.** Correias sincronizadoras ou correias dentadas, são correias em que o torque e a potência transmitidos para a polia não dependem do atrito para tal tarefa. Isso ocorre porque a correia dentada se encaixa nos canais da roda dentada. Esse encaixe promove uma velocidade angular constante sem deslizamento ou fluência. Durante a transmissão do torque por correias dentadas, a tensão na correia deve ser mantida de modo que os dentes da correia não saltem dos canais da roda dentada, promovendo a necessidade de uma pré-carga mínima para evitar o salto dos dentes quando se inicia ou quando se para a transmissão do movimento.

Correias dentadas são modelos utilizados geralmente em motores a combustão para sincronizar o movimento de abertura das válvulas com o movimento dos pistões, onde não pode haver alteração nas posições relativas de ambas as peças, o que ocasionaria o choque entre elas.

O sincronismo deve ocorrer entre o pistão e as válvulas para que a explosão e a exaustão ocorram no tempo certo.

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE CORREIAS

**Correias em V.** Foram desenvolvidas em 1917, trabalham **com rotações entre 1000 e 7000 rpm**, e são construídas com uma **mistura de fibras e polímeros**, em diversos tamanhos (secções transversais) e comprimentos.

As correias em V transmitem o movimento através da força de atrito entre as superfícies da polia e da correia, proporcionais e proporcionadas por uma **pré-carga** na montagem das correias.

As correias em V são utilizadas somente em transmissões em árvores (eixos) paralelas, são correias em que a cada volta de operação estão sujeitas a diferentes cargas cíclicas: forças de tração, de compressão, e da força centrífuga. Tais forças cíclicas em média não são nulas, sugerindo assim que **a falha por fadiga** tem grande probabilidade de ser uma falha para correias em V.

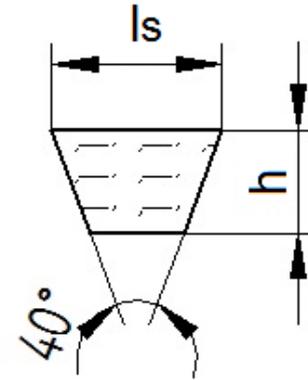
E a correia utilizadas por motores e maquinas que necessitam transmitir alto torque de entrada, necessitando mais de duas polias (às vezes quatro), e neste caso são construídas com material mais resistente devido o maior esforço.

### **Valores de referencia máximos das correias em V**

- potência de 1100 kW (~1500 CV);
- velocidade tangencial de 26 m/s;
- relação de transmissão ideal até 1:8;
- relação de transmissão máxima 1:15;
- rendimento de transmissão de 0,95 a 0,9

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - CORREIAS

### Dimensões da correia em V.



Seção		Largura superior ( $l_s$ ) (mm)	Altura (h) (mm)	Ângulo ( $^\circ$ )
Designação	Largura primitiva (mm)			
A	11	13	8	$40 \pm 1$
B	14	17	11	$40 \pm 1$
C	19	22	14	$40 \pm 1$
D	27	32	19	$40 \pm 1$

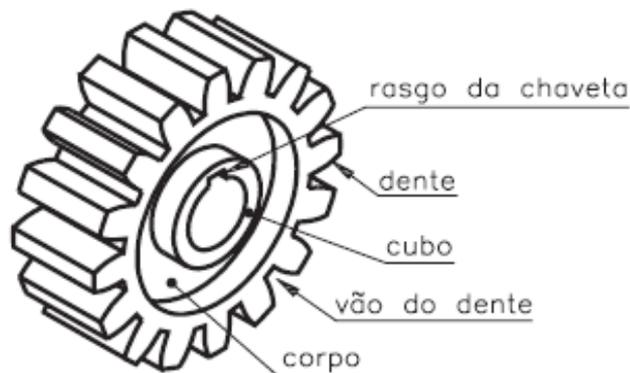
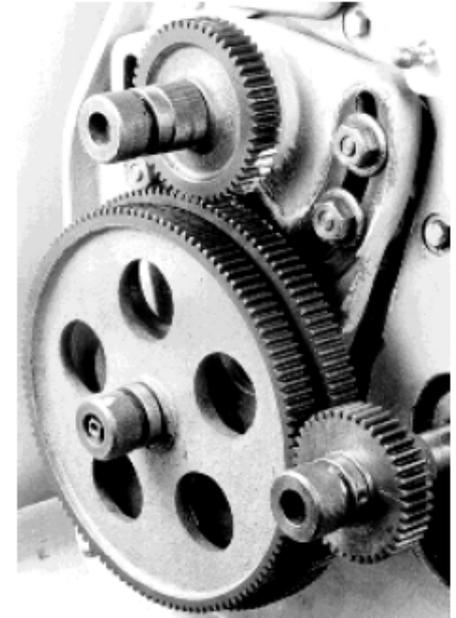
A Largura Primitiva é a largura média do contato correia-polia utilizada para cálculos.

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - ENGRENAGENS

Engrenagens são elementos mecânicos compostos de rodas dentadas montadas em eixos (através de chavetas ou estrias), aos quais transmitem rotação e torque, transmitindo assim potência.

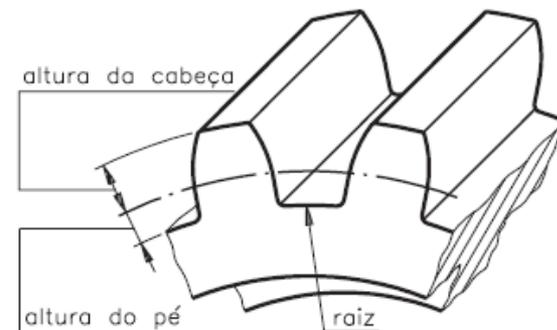
As engrenagens operam aos pares, os dentes de uma encaixando nos espaços entre os dentes de outra. **Em um mesmo instante do tempo, somente um dente de uma engrenagem tem contato com o dente da outra engrenagem.** Como os dentes de um par de engrenagens se dispõem em círculo, a razão entre as velocidades angulares e os torques dos eixos será constante.

Para transmitir movimento uniforme e contínuo, as superfícies de contato da engrenagem devem ser cuidadosamente moldadas, de acordo com um perfil específico (setor de espiral). Se a engrenagem menor do par estiver no eixo motor, o engrenamento atua de maneira a reduzir a velocidade e aumentar o torque; contrariamente, se a engrenagem maior estiver no eixo motor, o engrenamento atua como um acelerador da velocidade e redutor do torque.



Desenho Técnico Mecânico

### Nomenclatura de uma engrenagem



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE ENGRENAGENS

Tipos de engrenagens: As engrenagens não só apresentam tamanhos variados, mas também se diferenciam em formato e tipo de transmissão de movimento.

**Retas ou Engrenagem cilíndrica de dentes retos.** Os dentes são dispostos paralelamente entre si em relação ao eixo de giro da engrenagem. É o tipo mais comum de engrenagem e o de mais baixo custo, sendo também uma engrenagem de fácil engrenamentos. Como apenas um dente de uma engrenagem tem contato simultâneo com um dente da outra, a transmissão não é contínua, gerando um ruído quando ocorre cada contato entre dentes. É mais empregada na transmissão de baixa rotação do que na de alta rotação, por causa do ruído que produz.

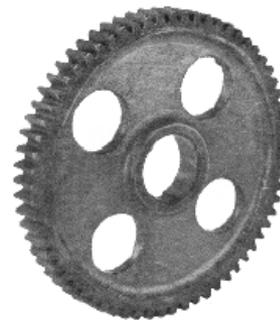
### Dente Reto



corpo em forma de disco  
com furo central



corpo em forma de disco  
com cubo e furo central



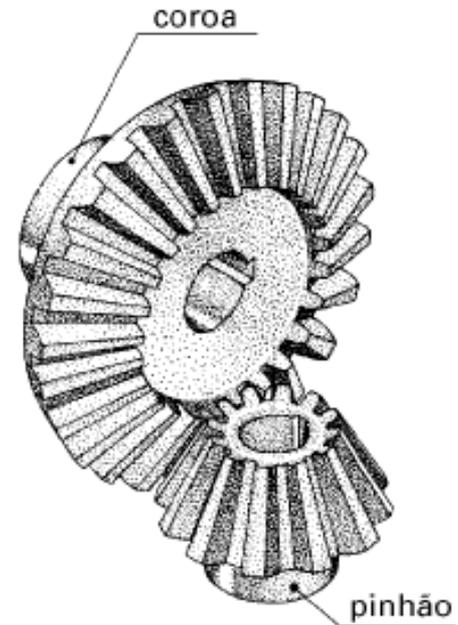
corpo com 4 furos,  
cubo e furo central



corpo com braços,  
cubo e furo central

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE ENGRENAGENS

**Cônicas.** São empregadas quando as árvores se cruzam; o ângulo de intersecção é geralmente  $90^\circ$ , podendo ser menor ou maior. Os dentes das rodas cônicas tem formato também cônico, o que dificulta a sua fabricação, diminui a precisão e requer uma montagem precisa para o funcionamento adequado. A engrenagem cônica é usada para mudar a rotação e a direção da força, em baixas velocidades.



Cônicas



Dente Helicoidal

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE ENGRENAGENS

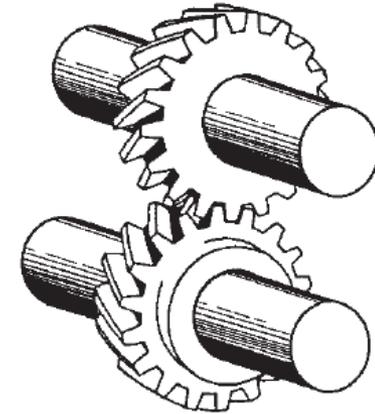
### Helicoidais ou Engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais.

Os dentes são dispostos transversalmente em forma de hélice em relação ao eixo. É usada em transmissão fixa de rotações elevadas, por ser silenciosa (em relação a engrenagem de dentes retos) devido ao fato de que a hélice elimina a folga dos engrenamentos, pois sempre haverá um dente engrenado (quando um dente esta desengrenando o outro já engrenou), porem a hélice impõe aos dentes uma componente axial de força que deve ser compensada por mancal ou rolamento. Serve para transmissão de eixos paralelos entre si e também para eixos que formam um ângulo qualquer entre si (normalmente 60 ou 90°).

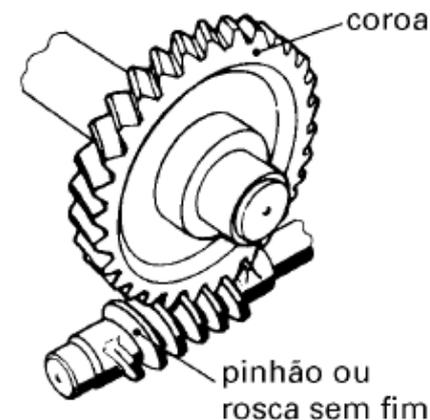
Helicoidal



Montagem



**Parafuso de rosca sem fim.** Engrenagens sem-fim são usadas quando grandes reduções de transmissão são necessárias. Esse tipo de engrenagem costuma ter reduções de 1:20, chegando até a valores maiores do que 1:300. O eixo gira a engrenagem facilmente, mas a engrenagem não consegue girar o eixo, e isso se deve ao fato de que o ângulo de hélice do eixo é tão pequeno que quando a engrenagem tenta girá-lo, o atrito entre a engrenagem e o eixo não permite o movimento, sendo que esta função de travamento pode ser utilizada como um freio.

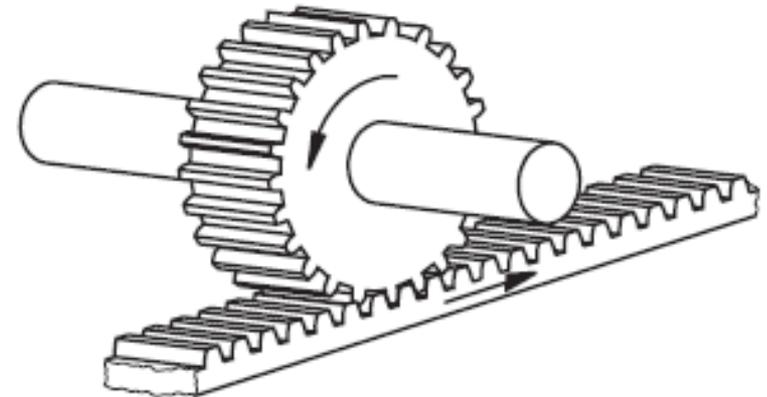


sem fim

## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – TIPOS DE ENGRENAGENS

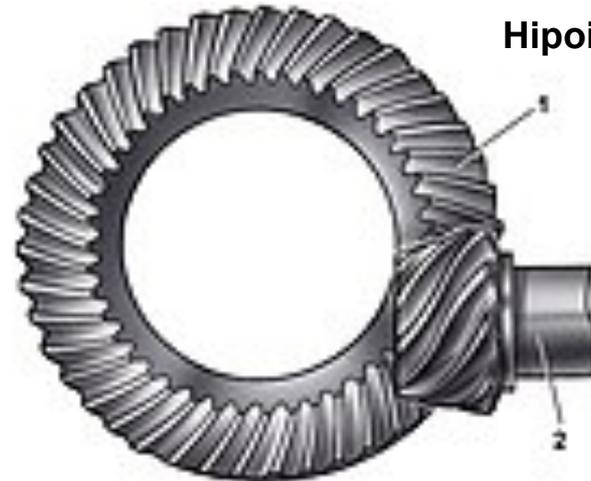
**Cremalheira.** É conjunto formado por uma barra linear com retos usinados em uma das superfícies e uma engrenagem cilíndrica de dentes retos. Assim pode se transformar um movimento de rotação em movimento retilíneo ou vice-versa. A cremalheira permite transferir grandes cargas e é utilizada em baixas velocidades.

Cremalheira



**Hipoides.** As engrenagens hipoides são uma variedade de engrenagens que, ao contrário das cônicas, os seus eixos não se cruzam. São empregadas para transmitir movimento e cargas elevadas entre eixos que não se cruzam. Podem ser de diversos tipos de dentados espirais, por exemplo dentes gleason.

Hipoide



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - **ENGRENAGENS** - Simbologia

Sistema de dentes	Símbolo
Helicoidal à direita	
Helicoidal à esquerda	
Dupla helicoidal (espinha de peixe)	
Espiral	

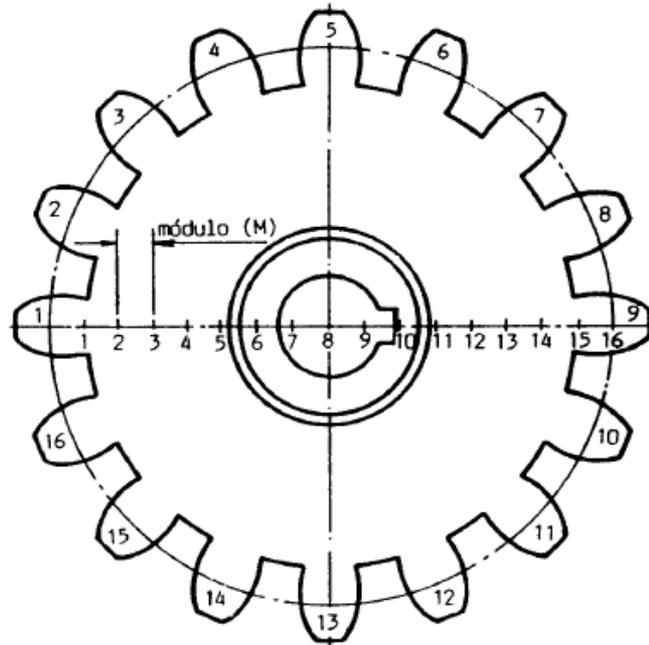
# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - ENGRENAMENTO

O tamanho e perfil (evolvente) de um dente de uma engrenagem é definido por um fator denominado **MODULO**.

Diâmetro de trabalho de uma engrenagem é denominado Diâmetro Primitivo ou Diâmetro de Contato (duas engrenagens somente se tocam no diâmetro de contato) e é calculado por:

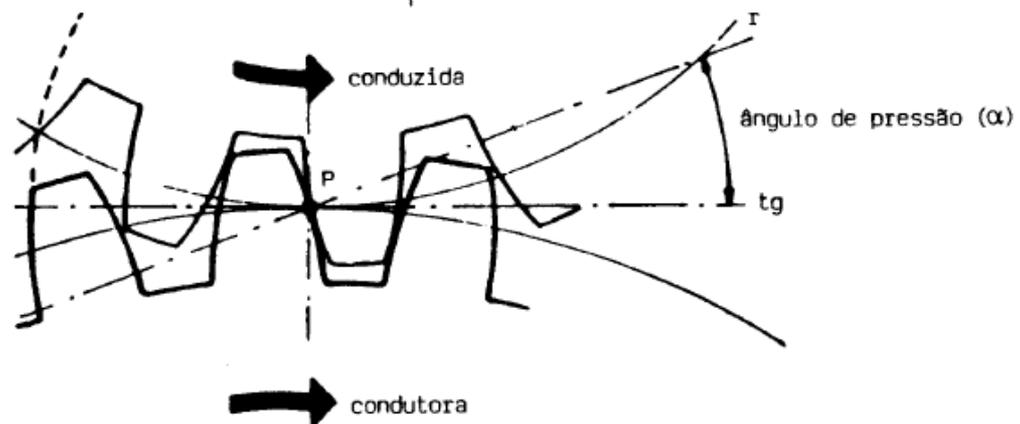
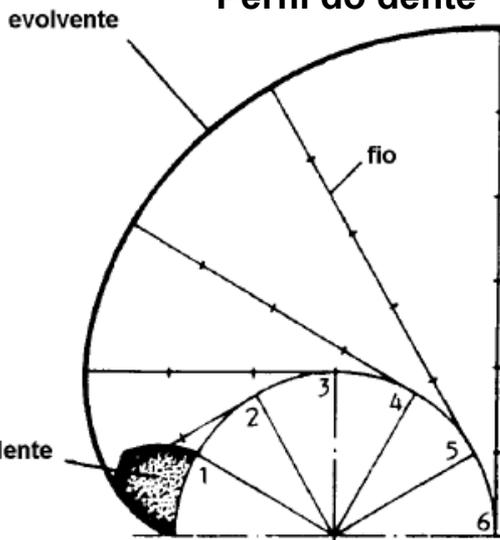
$D_p = M * Z$  ou  $N$ , onde  $M$  é o módulo e  $Z$  ou  $N$  é o número de dentes.

## Elementos de uma engrenagem



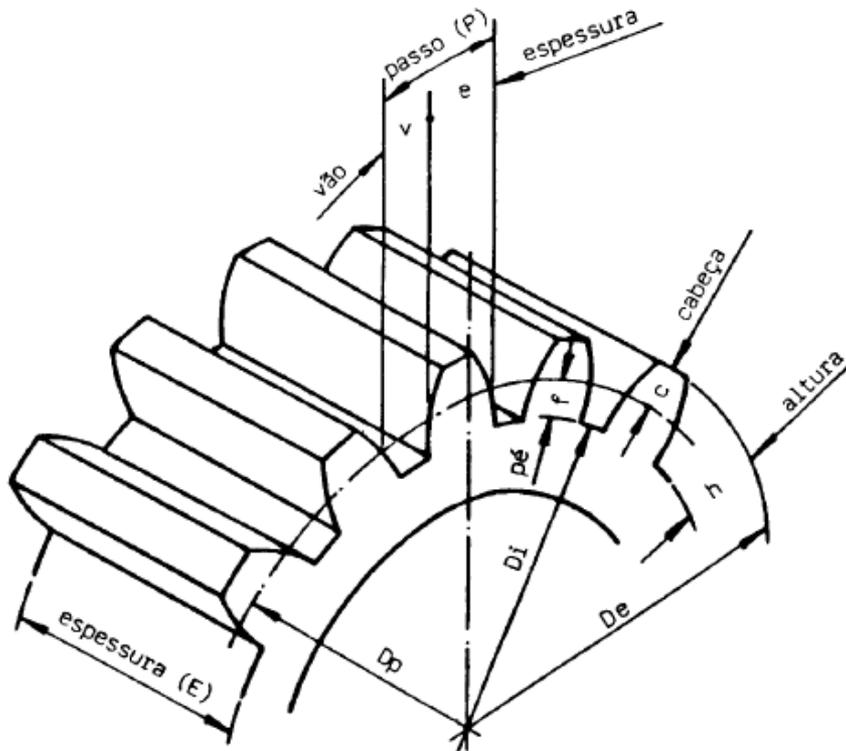
$$\text{número de dentes } (Z) = 16$$
$$\text{Módulo } (M) = \frac{D_p}{Z} \text{ ou } \frac{P}{\pi}$$

## Perfil do dente



# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - ENGRENAGENS

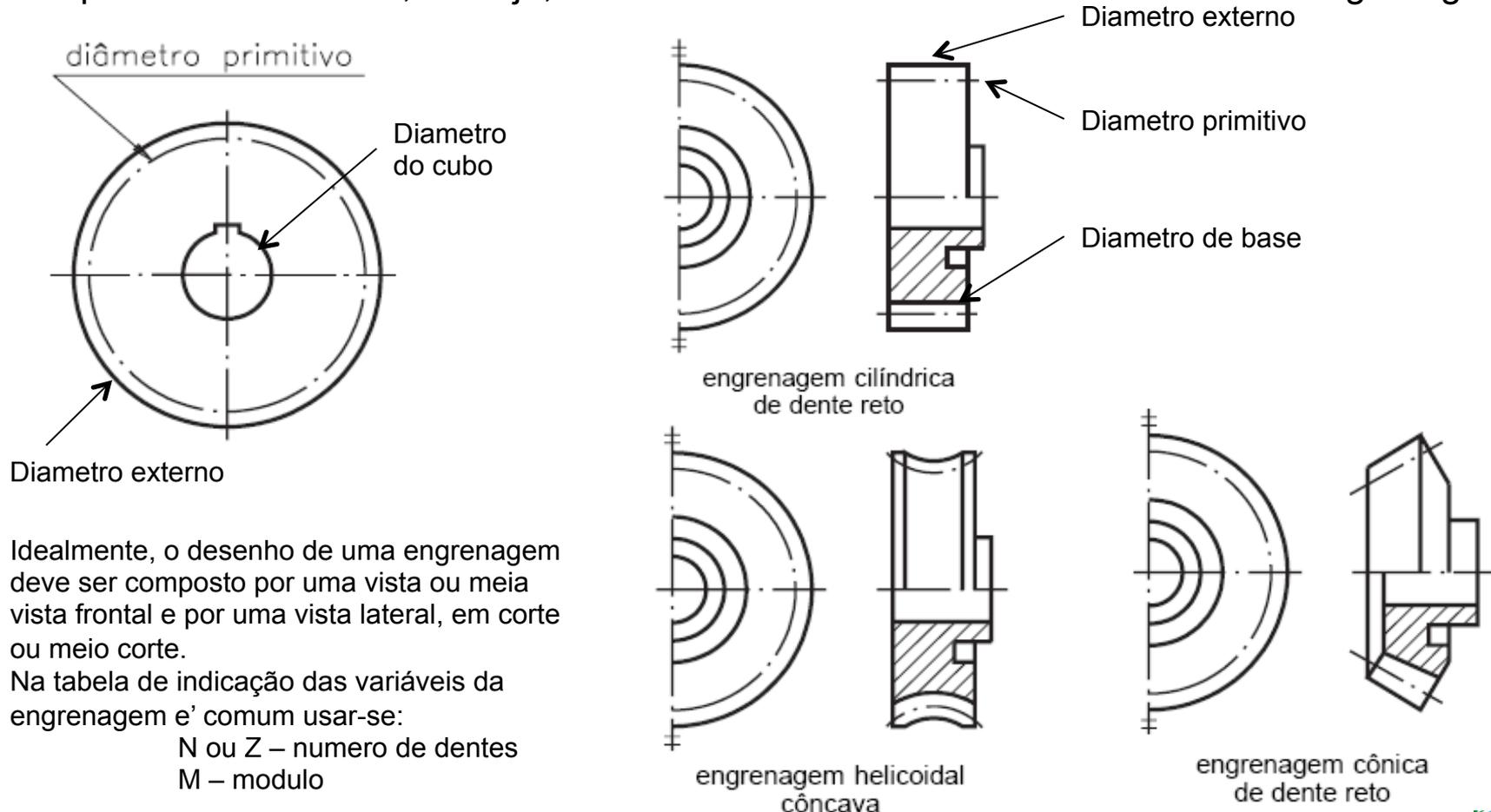
## Formulações



- **(De)** Diâmetro externo  
É o diâmetro máximo da engrenagem  $D_e = m (z + 2)$ .
- **(Di)** Diâmetro interno  
É o diâmetro menor da engrenagem.
- **(Dp)** Diâmetro primitivo  
É o diâmetro intermediário entre  $D_e$  e  $D_i$ . Seu cálculo exato é  $D_p = D_e - 2m$ .
- **(C)** Cabeça do dente  
É a parte do dente que fica entre  $D_p$  e  $D_e$ .
- **(f)** Pé do dente  
É a parte do dente que fica entre  $D_p$  e  $D_i$ .
- **(h)** Altura do dente  
É a altura total do dente  $\frac{D_e - D_i}{2}$  ou  $h = 2,166 \cdot m$
- **(e)** Espessura de dente  
É a distância entre os dois pontos extremos de um dente, medida à altura do  $D_p$ .
- **(V)** Vão do dente  
É o espaço entre dois dentes consecutivos. Não é a mesma medida de  $e$ .
- **(P)** Passo  
Medida que corresponde a distância entre dois dentes consecutivos, medida à altura do  $D_p$ .

## Representação Gráfica

Uma engrenagem é sempre representada por: diâmetro externo, diâmetro primitivo (traço-ponto) e diâmetro do cubo (diâmetro que se encaixa no eixo), sendo que a representação do diâmetro de base é facultativa. Os dados sobre os dentes da engrenagem são fornecidos sempre em uma tabela, ou seja, não se desenha a evolvente dos dentes das engrenagens.

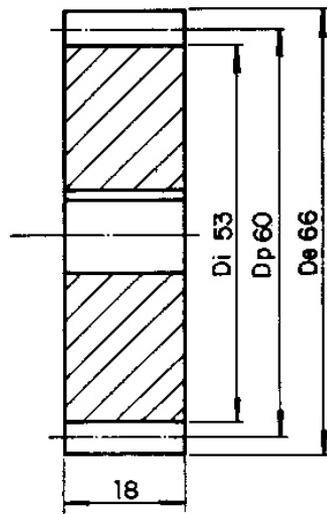
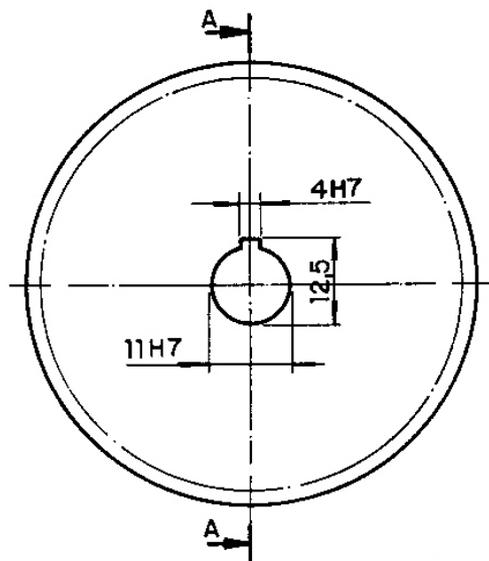


Idealmente, o desenho de uma engrenagem deve ser composto por uma vista ou meia vista frontal e por uma vista lateral, em corte ou meio corte.

Na tabela de indicação das variáveis da engrenagem é comum usar-se:

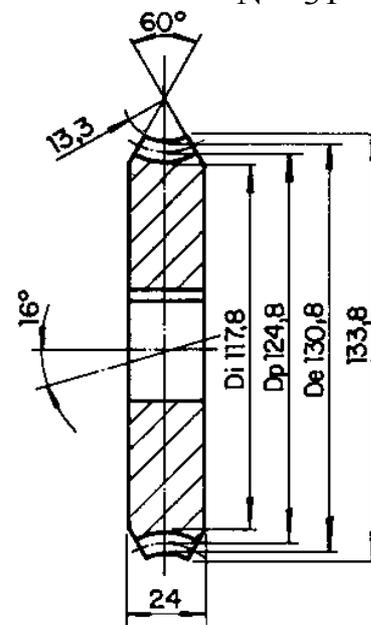
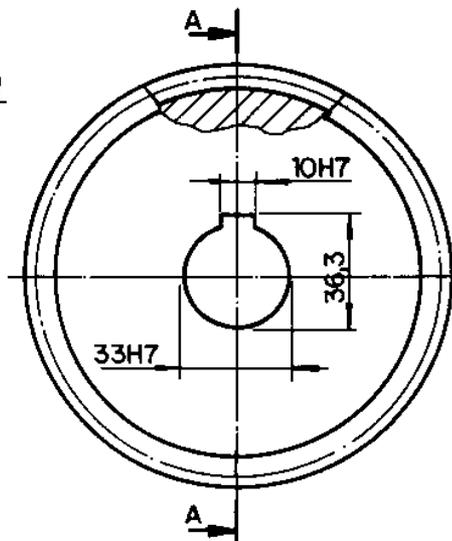
- N ou Z – número de dentes
- M – módulo

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – ENGRENAGENS – engrenagens cotadas



Corte AA

M = 3  
N = 20

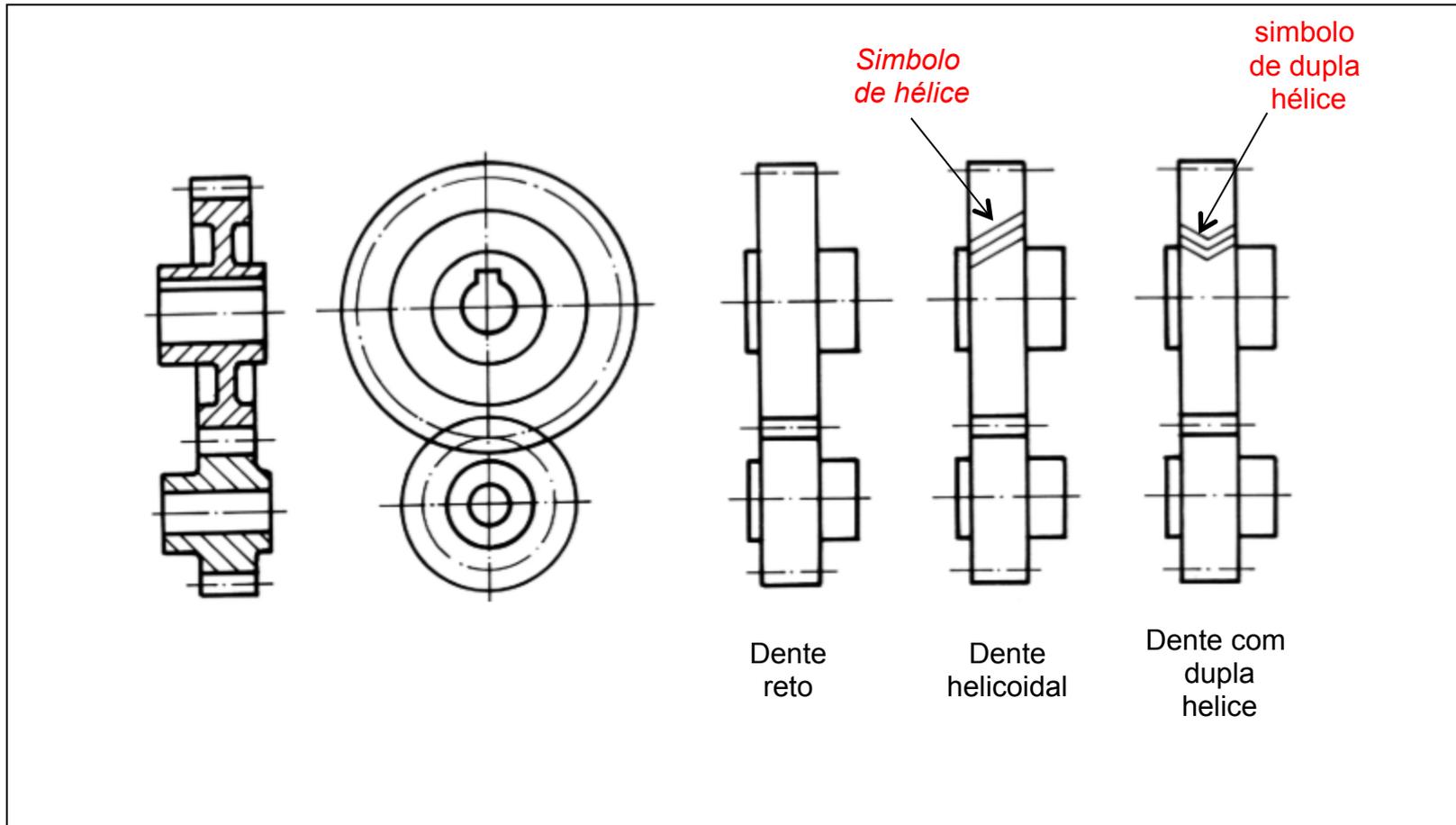


M = 4  
N = 31

Corte AA

# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – ENGRENAGENS

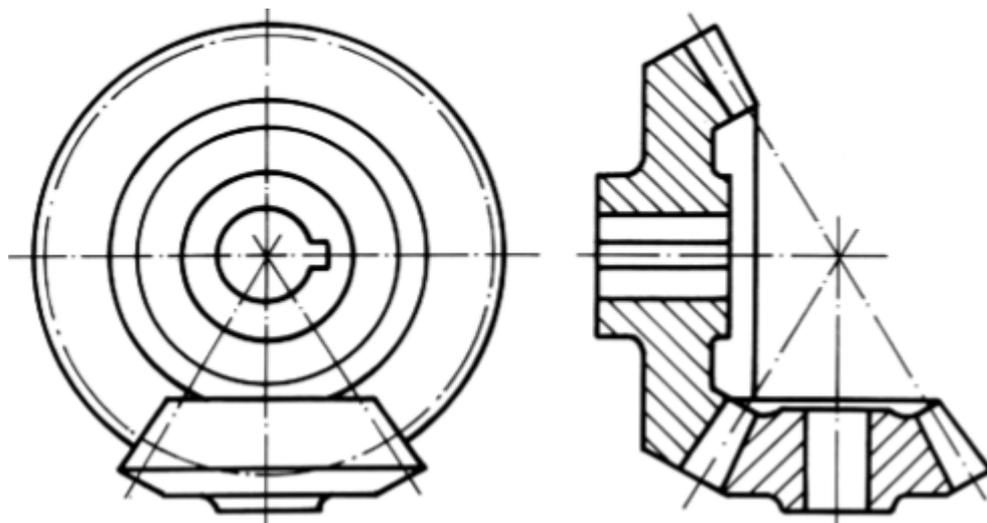
## Exemplos de representação de engrenamentos



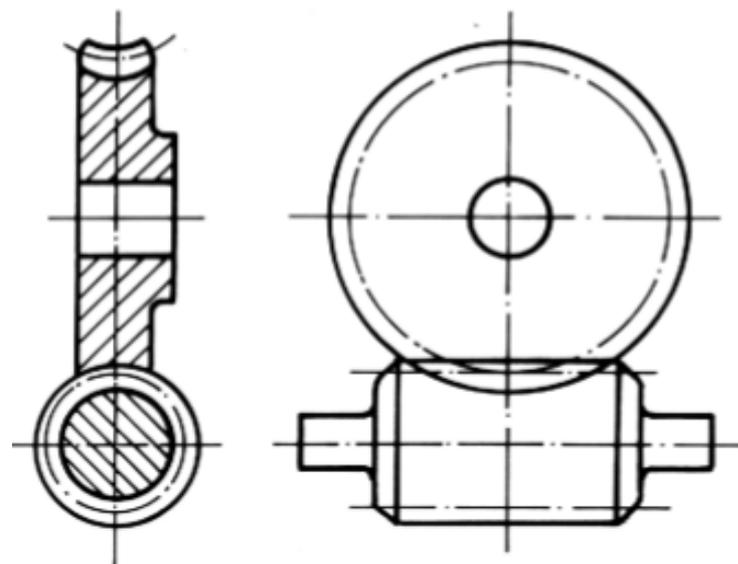
# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – ENGRENAGENS

## Exemplos de representação de engrenamentos

cônica

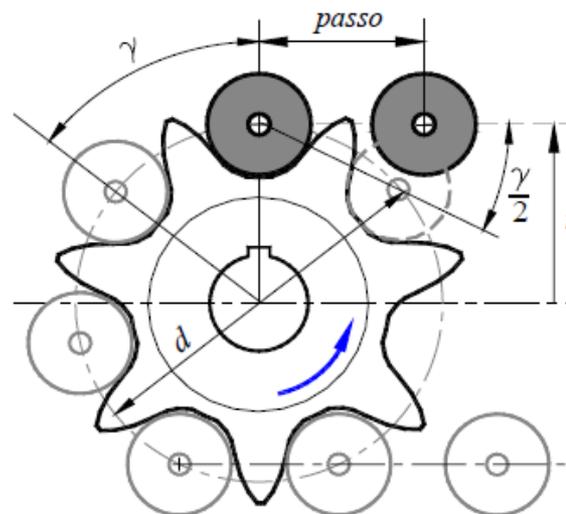


sem fim



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – Engrenagem corrente

As engrenagem corrente, ou correntes, são elementos mecânicos de transmissão de movimento, constituídas por elos metálicos que se acoplam a engrenagens, sendo uma delas motora, como é o caso das correntes de motocicletas. A função da corrente é semelhante à da correia, mas a corrente é feita de metal, podendo transmitir maior torque.



$$\gamma = \frac{2\pi}{z} = \frac{360}{z}$$

$\gamma$  – ângulo articulação

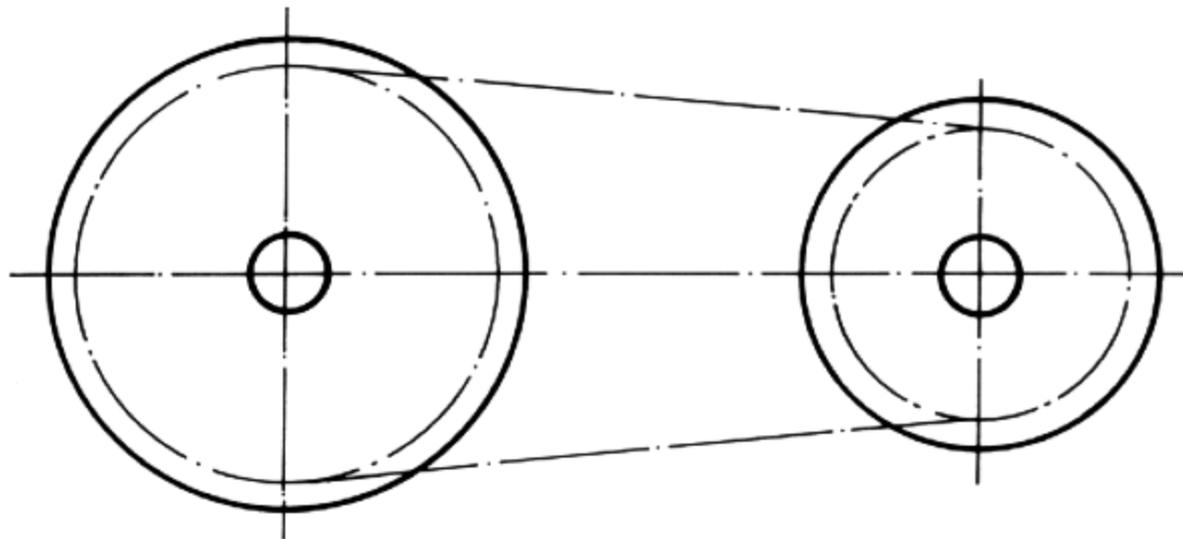
$z$  – número de dentes

$d$  – diâmetro primitivo



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO – Engrenagem corrente - engrenamento

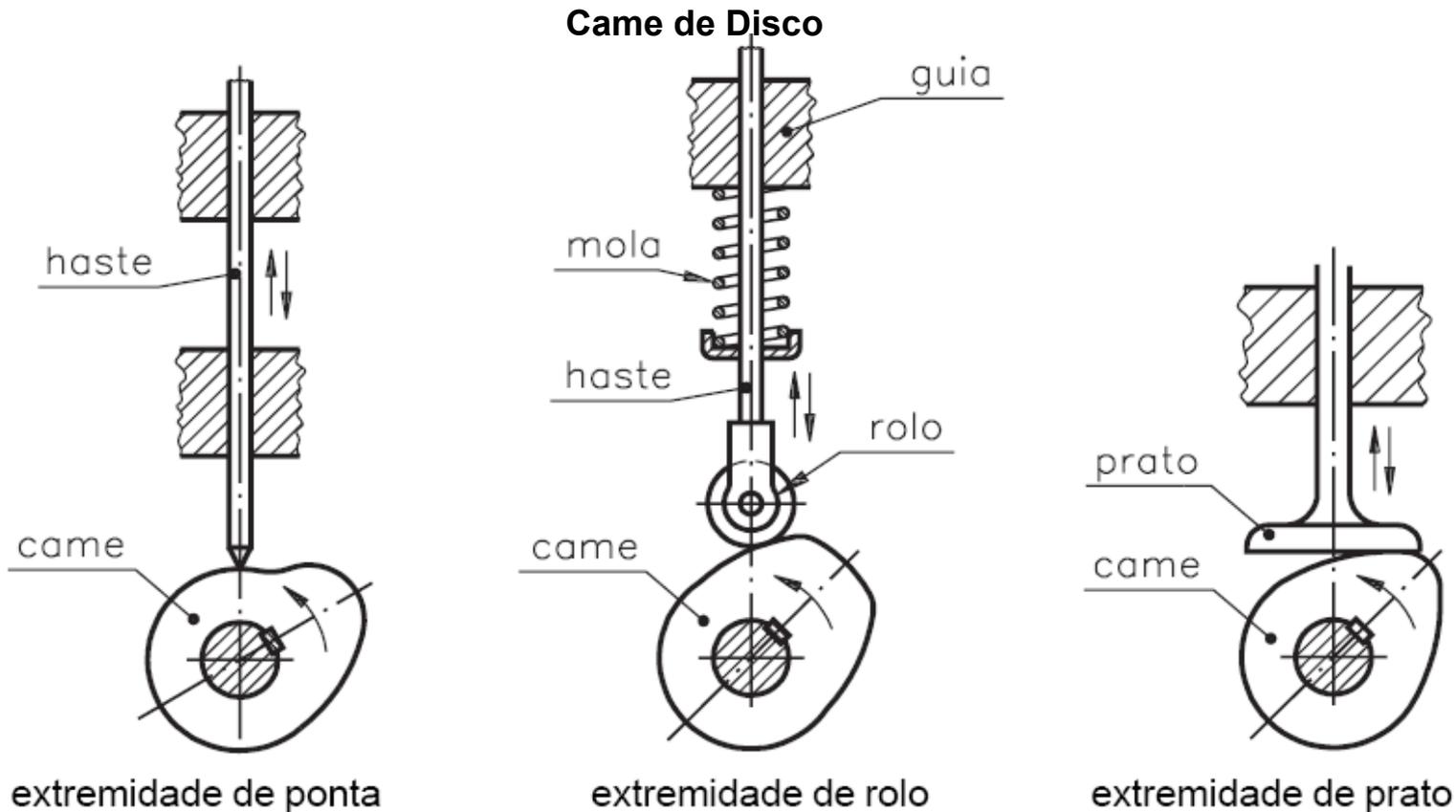
O engrenamento da transmissão por engrenagem corrente, assim como no engrenamento das engrenagens, e' representado pelo **diâmetro de contato**



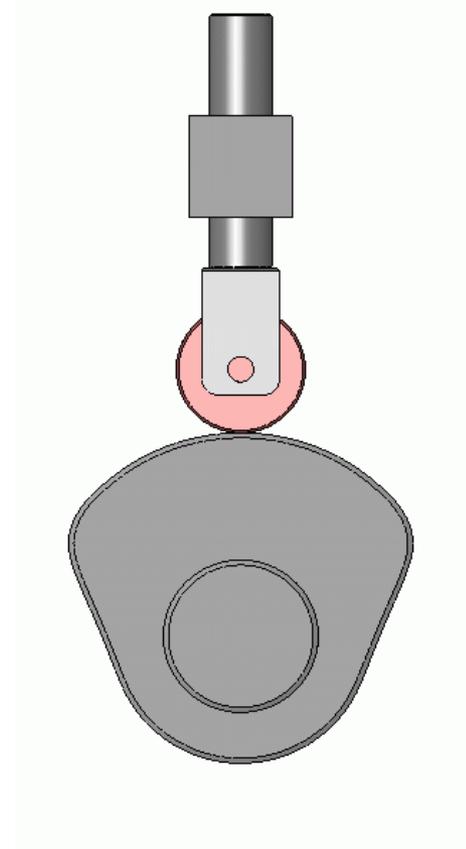
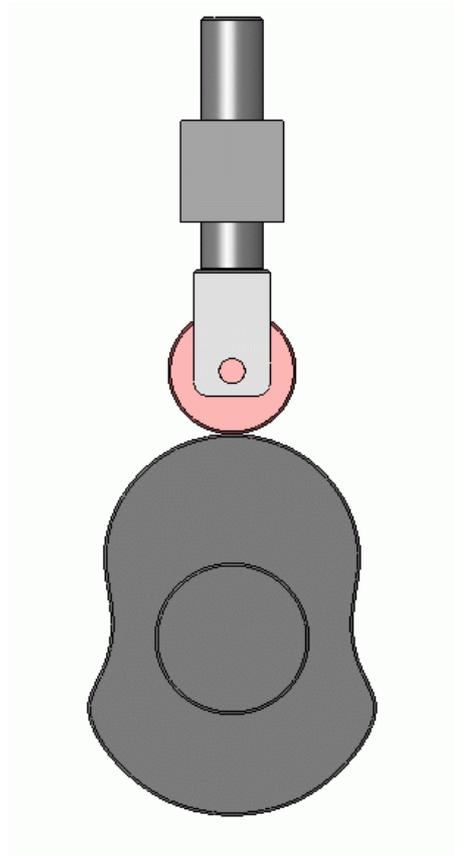
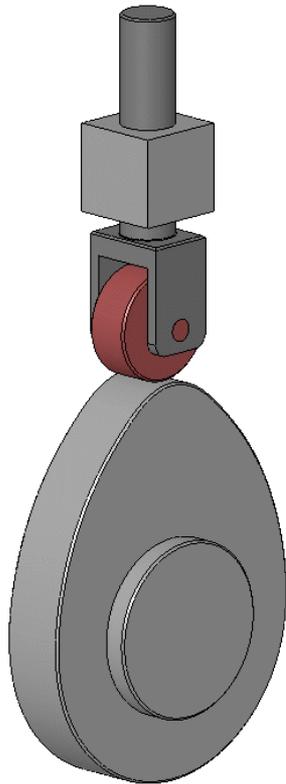
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - CAME

O **came** é um elemento de transmissão de movimento, projetado para transmitir um movimento alternado ou variável a um outro mecanismo. É um elemento fabricado de algum material (madeira, metal, plástico) que tem seu contorno modificado para que seu movimento rotativo, cause um novo movimento alternativo ou repetitivo em linha reta. **A cada giro do came o movimento se completa e é reiniciado.**

Por exemplo, no motor de combustão interna, trabalha sincronizado com o virabrequim um eixo chamado “comando de válvula”, que ao girar produz o movimento alternativo das válvulas de admissão de combustível e escape dos gases gerados pela queima.



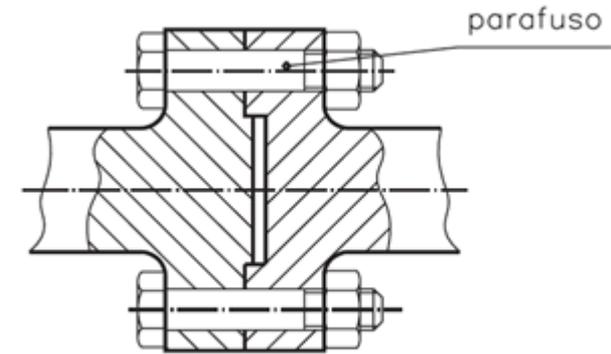
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - CAME - exemplos



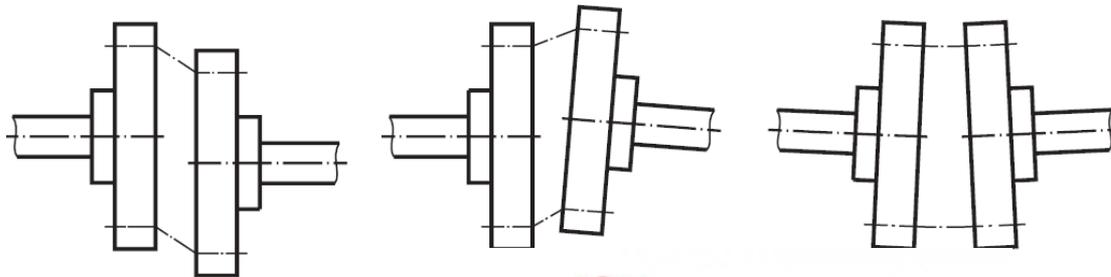
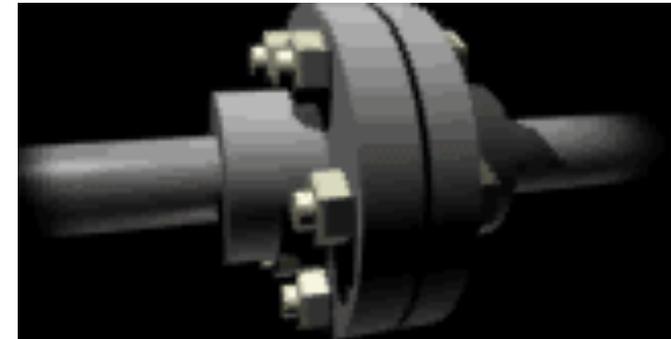
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - **ACOPLAMENTOS**

Acoplamentos são elementos mecânicos de transmissão de movimento muito importantes pois fazem a conexão entre outros sistemas mecânicos (motores, maquinas, eixos, etc). Esses elementos são responsáveis por reduzir vibrações, compensar desalinhamentos, aumentar a vida útil de redutores, motoredutores e máquinas acionadas. Os acoplamentos podem ser **fixos** (as peças a serem acopladas precisam estar totalmente alinhadas, mas transmitem muito torque) ou **elásticos** (as peças a serem acopladas podem estar desalinhadas, mas transmitem menos torque (rendimento mecanico)).

### **Acoplamentos Fixos**



acoplamento de discos



### **Acoplamentos Elásticos**

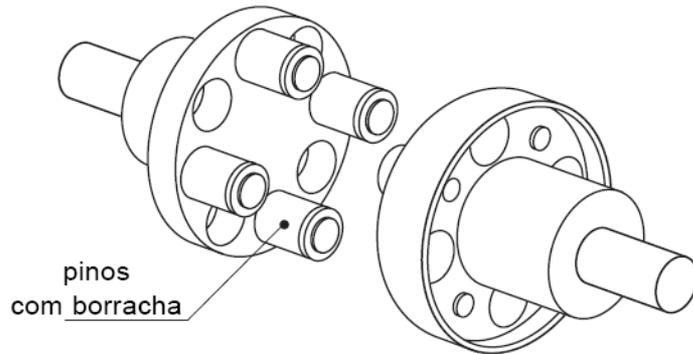


*Desenho Técnico .*

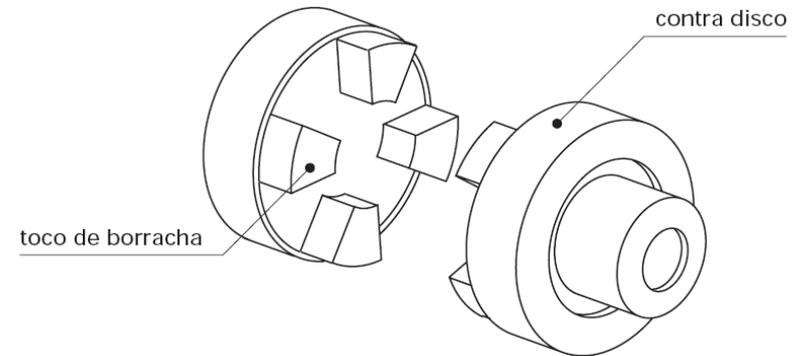
# ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - ACOPLAMENTOS

Os acoplamentos elásticos podem ter o elemento elástico na forma de garras ou de pinos

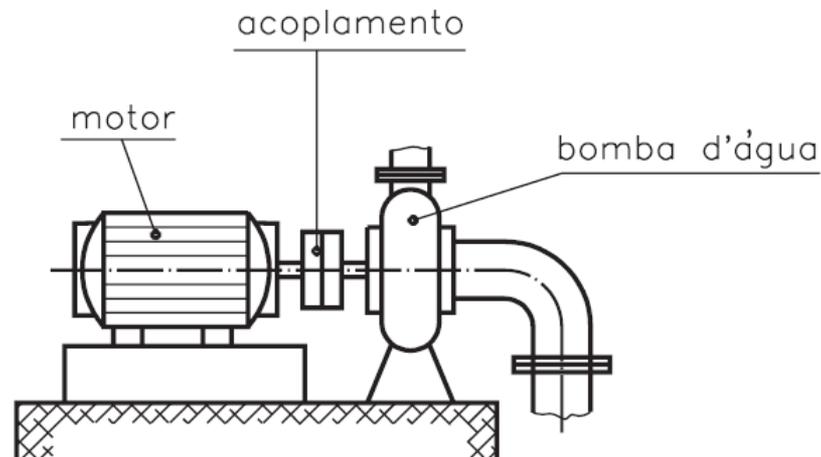
De pinos



De garras

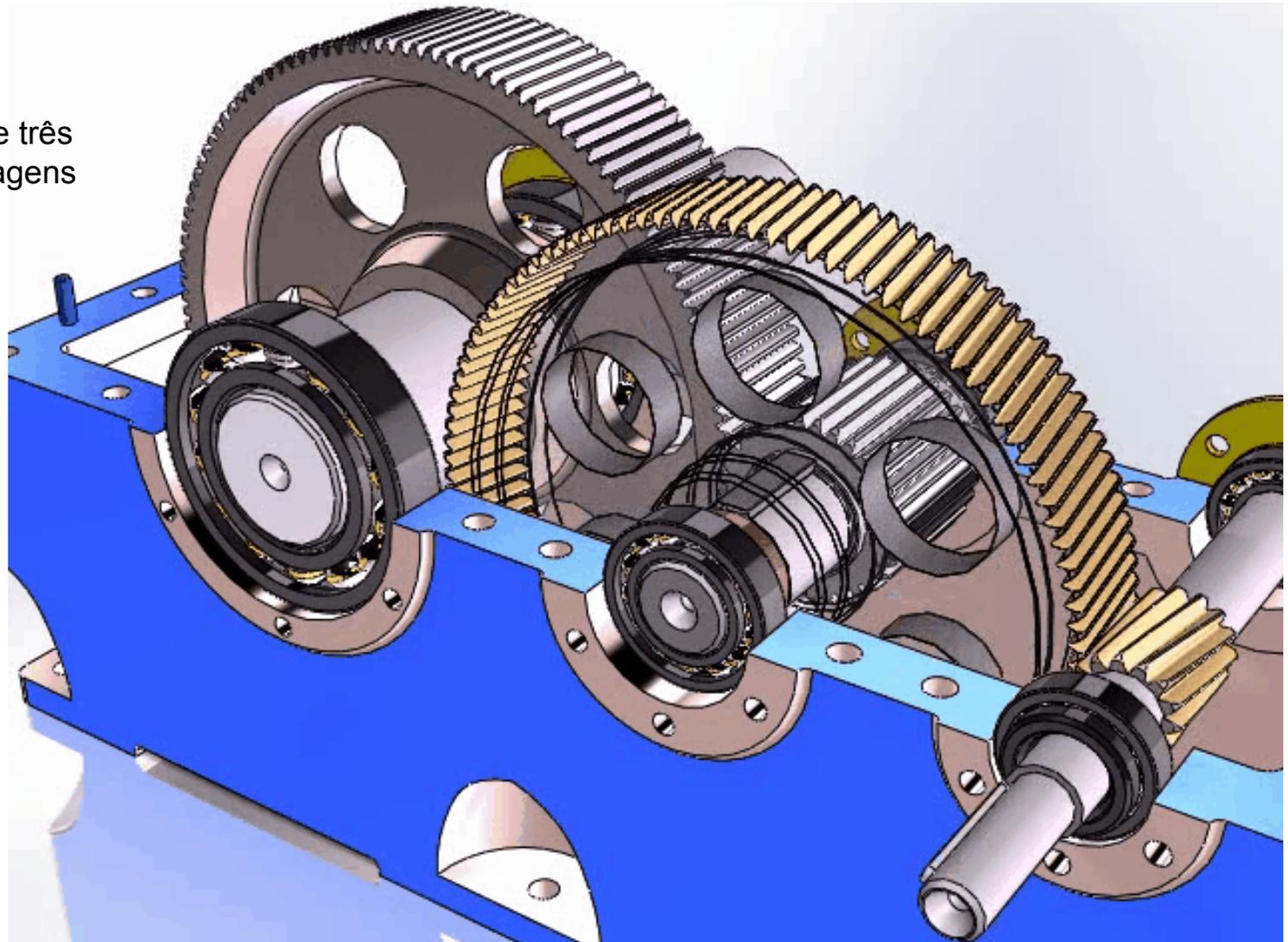


Exemplo:



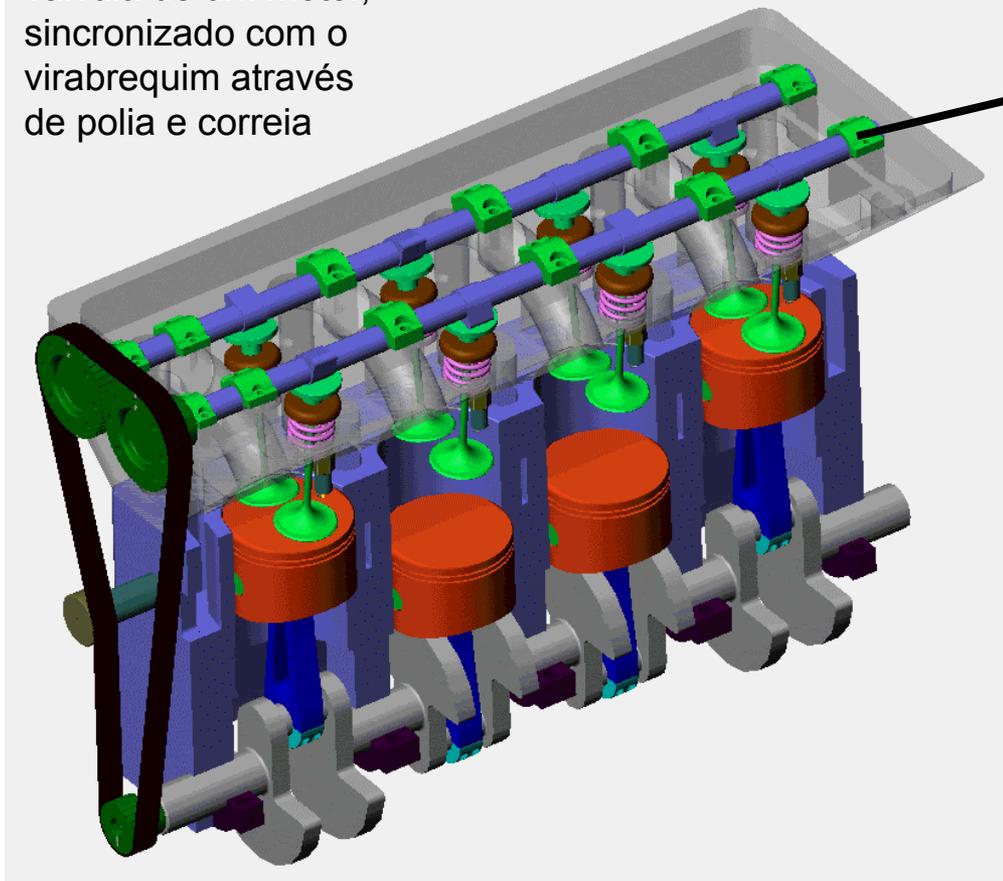
## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - EXEMPLOS

Redutor fixo de engrenagens de três eixos e engrenagens helicoidais



## ELEMENTOS DE TRANSMISSÃO - EXEMPLOS

Came do controle de válvula de um motor, sincronizado com o virabrequim através de polia e correia



---

## REFERÊNCIAS

Gordo, N.; Ferreira, J. **Elementos de Máquina**, Escola SENAI-SP.

Pauli, E. A.; Uliana, F. S. **Noções Básicas de Processos de Soldagem e Corte**, Escola SENAI-ES.

**WWW.GLOBALREDUTORES.COM**

HEINRICH DUBBEL, F. SASS, C. BOUCHE, A. LEITNER, **Manual Da Construção de Máquinas**.

**Apostila Desenho Mecânico**, v9. Projeção ortogonal. Convênio SENAI/São Paulo