

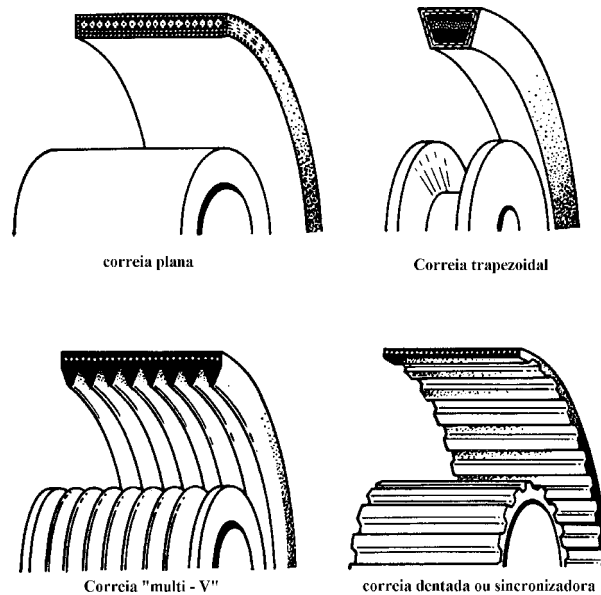
# TRANSMISSÕES POR CORREIAS

Prof. Marcelo A L Alves

## 1. Generalidades

Existem basicamente quatro tipos de transmissões por correias: A saber:

- Por **correias planas**
- Por **correias trapezoidais ("V")**
- Por **correias nervuradas**
- Por **correias dentadas ou sincronizadoras**



**Figura 1.1: Principais tipos de correias para transmissão de potência**

Os tipos mais empregados atualmente são as correias trapezoidais e as sincronizadoras, no que se refere à transmissão de potência. Correias planas, atualmente, encontram aplicação em transportadores contínuos (correias transportadoras), entretanto, o estudo deste tipo de equipamento está fora do escopo desta apostila.

De uma maneira geral a escolha do tipo de correia a ser usada numa transmissão depende de fatores tais como: Relação de transmissão, velocidade da correia, potência a ser transmitida, distância entre eixos, entre outros. A tabela seguinte apresenta um resumo comparativo entre os principais tipos de transmissão por correia.

	Correias planas	Correias Trapezoidais	Correias Dentadas
Rel. de transmissão (max. recom.)	1:16	1:12	1:11
Velocidade (m/min)	4000	1500	4900
Carga nos mancais	alta	baixa	muito baixa
Vida	Depende de fatores como: velocidade de operação, torque transmitido e comprimento da correia. Em geral a vida é de menos de 15.000 horas		
Distância entre eixos	Praticamente livre, podendo ser fixada previamente como um requisito do projeto da transmissão. O desgaste e o pré-tensionamento da correia podem exigir que um mecanismo para regulagem da distância entre eixos seja necessário.		
Resistência a choques	Boa		Razoável
Tolerância a desalinhamentos entre as polias	Mínima	Podem compensar alguns desvios	Mínima

Precisão na relação de transmissão	A relação de transmissão pode variar, em geral, de 1 a 5% devido a escorregamento e “creep”. O correto tensionamento da correia reduz esta variação		A relação de transmissão é <b>constante</b>
Vibração e ruído	Geralmente livre de vibrações.	Mínimos	Vibrações geradas pela ação dos dentes das polias.
Rendimento	Até 98% com carga constante. O rendimento cai se a carga for variável.		
Lubrificação	Não há necessidade de lubrificação		
Ambiente de operação	Praticamente qualquer condição ambiental. Entretanto, partículas sólidas, cavacos, óleos não devem entrar em contato com polias e correias. Temperatura de operação na faixa de: -15°C a 110°C		
Manutenção	Retensionamento		Inspeção da correia
Custo inicial	Baixo	Baixo	Moderado

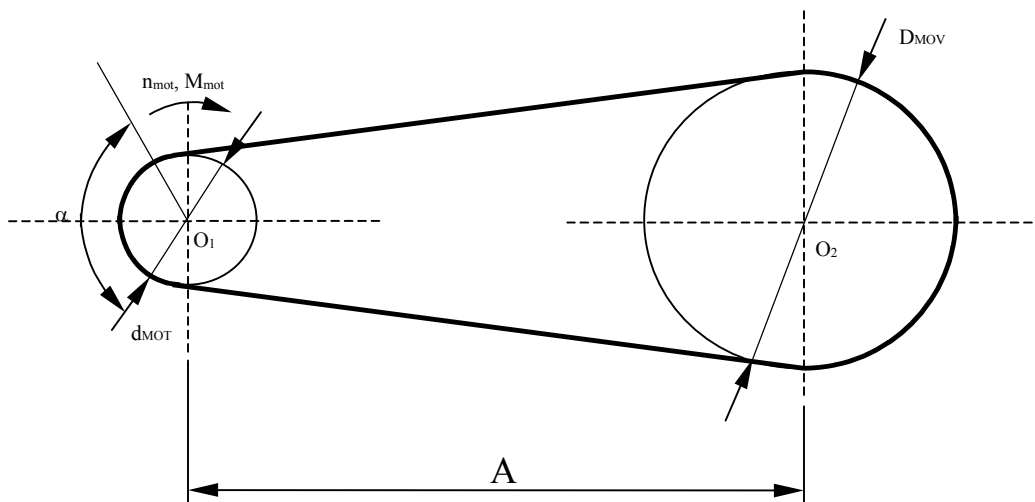
**Tabela 1.1.** Comparativo entre transmissões por correias. Adaptado de [Greenwood]

Notar que alguns dados da tabela 1.1 são puramente qualitativos. Os valores apresentados na mesma tabela são apenas indicativos da ordem de grandeza ou, como no caso da relação de transmissão, são valores máximos recomendados. Entretanto, há possibilidade destes valores serem excedidos. Os mesmos não devem ser vistos como limites que não possam ser ultrapassados.

No caso das correias planas e trapezoidais o mecanismo de transmissão é o atrito da correia com as polias. Já nas correias dentadas o engrenamento dos dentes da correia com os da polia é o responsável pela transmissão. É este o fato responsável pela principal diferença entre os tipos de correia vistos. Por não empregar o atrito, a correia dentada permite que a relação de transmissão seja constante, o que não ocorre com as correias planas e trapezoidais. Inicialmente serão vistas as transmissões que empregam o atrito. As correias dentadas serão vistas separadamente devido as suas características particulares.

## 2. Geometria e conceitos gerais

A figura 2.1 apresenta um arranjo típico de transmissão por correias. Há uma polia motora de diâmetro  $d_{mot}$ , montada num eixo que gira a uma rotação  $n_{mot}$ , acionado por um torque  $M_{mot}$ . Por sua vez a polia movida possui diâmetro  $D_{mov}$ , é montada num eixo que gira a uma rotação  $n_{mov}$ , recebendo um torque  $M_{mov}$ . As duas polias estão separadas por uma distância  $A$ , denominada distância entre centros ou entre eixos. Outra grandeza de fundamental importância é o ângulo de abraçamento  $\alpha$ . Este é o ângulo formado pela correia ao passar na polia motora. (ver detalhe na figura 2.2)



**Figura 2.1 Geometria básica de uma transmissão por correias**

Das grandezas apresentadas acima é possível obter as seguintes expressões para a relação de transmissão,  $i$ .

$$i = \frac{n_{\text{mot}}}{n_{\text{mov}}} = \frac{D_{\text{mov}}}{d_{\text{mot}}} = \frac{M_{\text{mov}}}{M_{\text{mot}}} \quad (2.1)$$

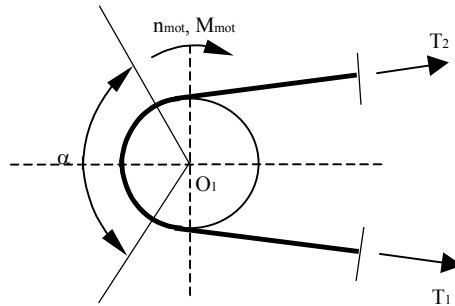
As expressões acima foram obtidas impondo-se as condições de velocidade da correia constante, de potência transmitida constante e que a correia não é extensível.

Ainda da figura 2.1 pode-se deduzir o comprimento da correia,  $L$ , e o ângulo de abraçamento  $\alpha$ .

$$L = 2A \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + (d_{\text{mot}} \cdot \alpha + D_{\text{mov}} \cdot (360^\circ - \alpha)) \cdot \left(\frac{\pi}{360^\circ}\right) \quad (2.2)$$

$$\alpha = 2 \cdot \arccos\left(\frac{D_{\text{mov}} - d_{\text{mot}}}{2 \cdot A}\right) \quad (2.3)$$

Notar que a expressão 2.2 é válida para o ângulo de abraçamento,  $\alpha$ , medido em graus.



**Figura 2.2 Forças atuantes na correia (polia motora)**

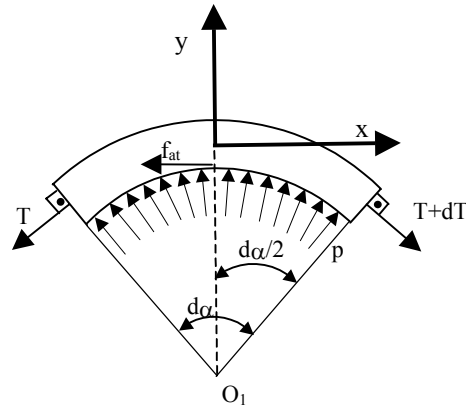
A figura 2.2 mostra a polia motora e os esforços aplicados na mesma. Há o torque de acionamento,  $M_{\text{mot}}$ , e as forças  $T_1$  e  $T_2$ . Da estática deduz-se que:

$$M_{\text{mot}} = (T_1 - T_2) \cdot \frac{d_{\text{mot}}}{2} \quad (2.4)$$

A soma de  $T_1$  e  $T_2$  é transmitida ao eixo onde está montada a polia, sendo muito importante no dimensionamento do mesmo.

Quando a correia não está em movimento há a ação de uma força de intensidade  $T_0$ , em cada ramo da correia. Esta força corresponde a tensão de montagem da correia na polia e existe para garantir o atrito entre as duas. Esta força precisa ser alta para maximizar o atrito, consistindo assim numa desvantagem na aplicação de correias (planas e trapezoidais) uma vez que esta carga é transmitida ao eixo onde está montada a polia.

Para que a expressão 2.4 possa ser usada é necessário conhecer as componentes,  $T_1$  e  $T_2$ . Euler foi quem inicialmente estudou o problema do enrolamento de um cabo sobre um tambor. Este problema é similar ao da correia sobre uma polia, considerando apenas que ao invés de voltas num tambor, como seria no caso do cabo, a correia monta na polia segundo o ângulo de abraçamento,  $\alpha$ .



**Figura 2.3: Esforços atuantes num elemento de correia**

A figura 2.3 é um representa um elemento da correia sobre uma polia, neste caso a polia motora da figura 2.2. Este elemento está sujeito as forças T e T+dT, bem como a uma pressão de contato p, atuante ao longo do arco de contato com a polia e de uma força de atrito elemental,  $f_{at}$ . Esta força de atrito segue a condição abaixo:

$$f_{at} \leq \mu \cdot p \cdot dS \quad (2.5)$$

Sendo dS a área elemental de contato entre o elemento de correia e a polia.

Impondo o equilíbrio de forças no elemento nas direções x e y, a condição 2.5 e integrando ao longo do arco de contato, obtém-se a expressão 2.6.

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha} \quad (2.6)$$

Esta expressão, conhecida como “Lei de Euler”, indica a condição de escorregamento de uma transmissão por correia. No limite, iminência de escorregamento, tem-se a igualdade, também correspondendo a máxima capacidade de transmissão. Notar que na expressão 2.6,  $\alpha$  deve se considerado em radianos.

Mais do que um interesse quantitativo, a expressão 2.6, em conjunto com a 2.4, nos dá uma série de informações de como melhorar a capacidade de uma transmissão por correia. Por exemplo, caso se queira aumentar o torque transmitido, a expressão 2.4 informa que a diferença entre  $T_1$  e  $T_2$  deve ser a maior possível, sendo que, por hipótese inicial mantém-se o diâmetro da polia motora constante. Para que a diferença entre  $T_1$  e  $T_2$  seja grande e não haja escorregamento a expressão 2.6 indica que é necessário ter um maior coeficiente de atrito,  $\mu$ , entre polia e correia ou um aumento do ângulo de abraçamento,  $\alpha$ .

O valor do coeficiente de atrito,  $\mu$ , é um parâmetro sobre o qual o projetista tem pouco controle, uma vez que as correias tem sua especificação de material determinada pelo fabricante de correias e não há muita diferença de coeficiente de atrito quando se consideram as combinações de borracha (material típico das correias) com os materiais mais usados nas polias. A tabela 2.1 fornece alguns valores típicos.

Material da correia	Material da polia		
	Madeira	Aços	Ferro Fundido
couro curtido	0,35	0,25	0,25
algodão esticado	0,25	0,20	0,20
borracha	0,35	0,30	0,30

**Tabela 2.1 Valores típicos para o coeficiente de atrito entre polia e correia**

Quanto ao aumento do ângulo de abraçamento,  $\alpha$ , há muitas alternativas. É possível aumentar a distância entre centros (ver expressão 2.3), caso o projeto permita. Entretanto, a opção mais comum é a adoção de um dispositivo denominado **esticador**. Na figura 2.4 estão apresentados alguns exemplos de esticadores. Algumas formas construtivas de correias oferecem restrições ao uso de esticadores, como por exemplo as correias trapezoidais.

### 2.1 Escorregamento e creep

Durante o funcionamento da transmissão a correia tende a esticar no arco de contato da polia motora e a afrouxar na polia movida. Este fato ocorre pela correia ser elástica e, portanto, razoavelmente

deformável. A este fenômeno dá-se o nome de "creep" ou "elastic creep". Este fenômeno acentua-se conforme a carga na transmissão aumenta e é um dos responsáveis pela relação de transmissão não ser constante, além de reduzir o rendimento das transmissões por correia.

O fenômeno de creep não deve ser confundido com o escorregamento da correia em relação a polia, onde comumente se diz que a corria fica "patinando". Este escorregamento ocorre devido a qualquer razão que torne a relação 2.6 não satisfeita para uma determinada transmissão. Dentre as causas é possível citar: Sobrecarga, redução do coeficiente de atrito entre correia e polia (contaminação por óleo, água ou outro fluido), modificação na geometria reduzindo o ângulo de abraçamento.

Outra razão para a escorregamento pode ser o **laceamento** da correia. A medida que vai sendo tracionada a correia se deforma e ao longo do tempo vai sofrendo deformações permanentes no sentido de aumentar seu comprimento. Devido a este efeito deve-se prever na transmissão um mecanismo que compense este aumento no comprimento da correia. Em geral esta compensação é feita pelo ajuste da distância entre centros e, mais raramente, por meio de um esticador.

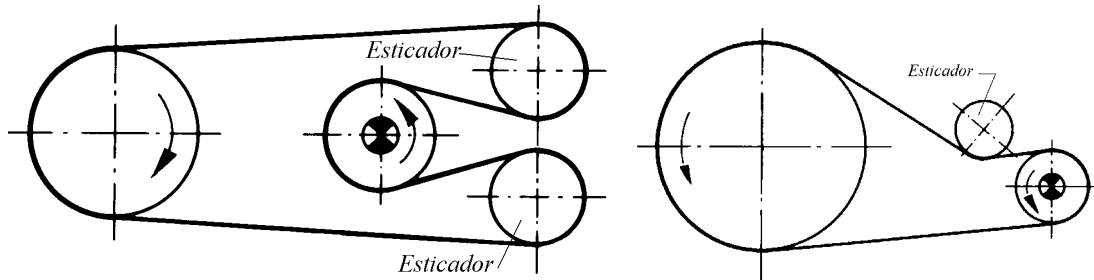


Figura 2.4 Exemplos de aplicação de esticadores [Decker]

### 3. Correias planas

Para a transmissão de potência, correias planas já não constituem uma alternativa interessante para o projetista de máquinas devido a sua baixa capacidade de transmissão de potência, se comparadas com as correias trapezoidais e com as sincronizadoras. O seu uso é restrito a algumas situações onde a correia deve acionar várias polias que estão em planos diferentes e separadas por pequenas distâncias, conforme apresentado na figura 3.1.

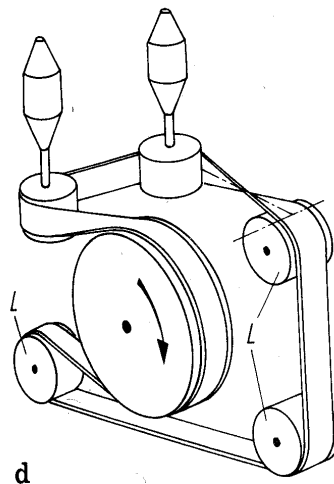
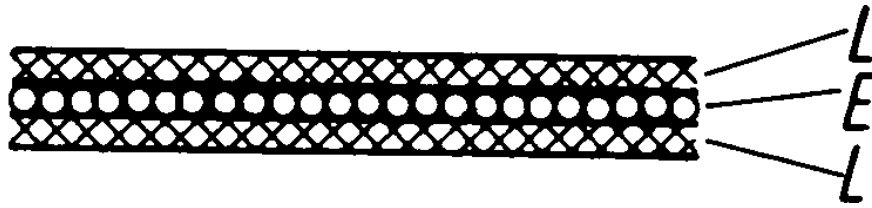


Figura 3.1 Acionamento de múltiplas polias em planos diferentes [Beitz]

Esta é uma situação onde uma correia trapezoidal seria de difícil aplicação uma vez que não é tão deformável quanto a correia plana e uma vez deformada é difícil mantê-la nos canais das polias.

Ainda é possível encontrar algumas transmissões empregando correias planas em algumas máquinas mais antigas que continuam em operação.

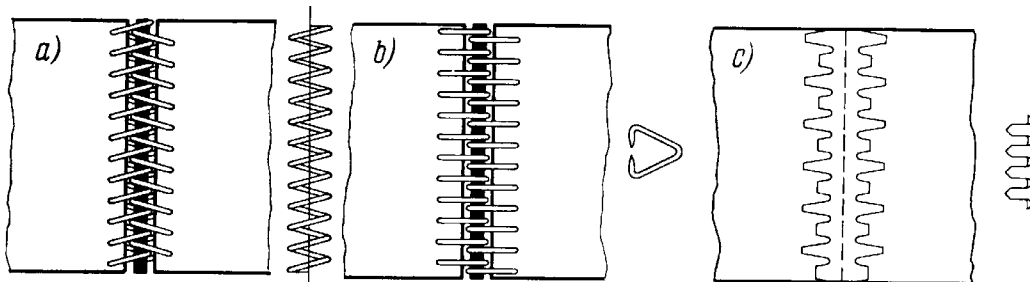
As correias planas são construídas, principalmente de borracha vulcanizada, sendo que há a possibilidade de que sejam usados elementos reforçadores, tais como cordonéis, em geral feitos de fios de poliamida (nylon) ou mesmo de aço. A função destes elementos é resistir às tensões de tração que atuam na correia, enquanto a borracha atua como elemento de contato com as polias. A figura 3.2 apresenta uma correia como a descrita acima.



**Figura 3.2** Seção transversal de uma correia plana (L – Lona de borracha; E – Cordões de nylon) [Decker]

Esta correia pode ser feita sem emendas (pequenos comprimentos) ou ser emendada por vulcanização, colagem, ou uso de grampos. Alguns métodos de ligação são mostradas na figura 3.3.

Ainda existem em funcionamento correias planas feitas de couro curtido ou em tecido de algodão. No entanto estes materiais não são mais empregados em novos projetos.



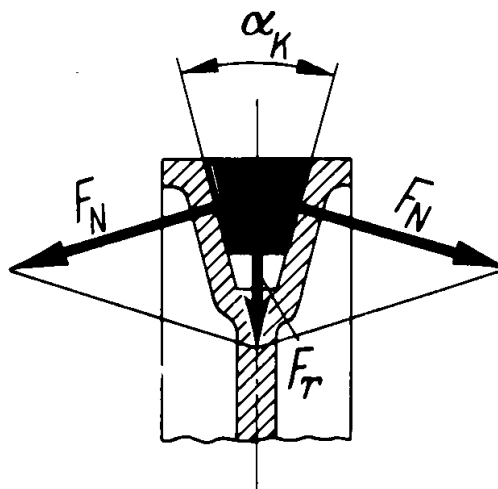
**Figura 3.3** Meios de ligação de correias planas [Decker]

Outra forma construtiva para a correia plana é a “fita de aço”. Conforme o nome diz, esta correia consiste numa fita feita em aço com alto teor de carbono, estirado e laminado a frio. Existem em larguras que vão de 12,7 mm até 76,2 mm. Com espessura da ordem de 0,0025mm. A correia é fechada por soldagem ou por meio de rebites.

Este tipo de correia é usado para transmitir torques elevados, mas é necessário um grande esforço de pré-tensionamento dado o baixo coeficiente de atrito com as polias.

#### 4. Correias trapezoidais

Correias trapezoidais (correias "V") são as mais empregadas em transmissões de potência. Caso não haja exigência de precisão na relação de transmissão, as correias trapezoidais são escolhidas preferencialmente pois apresentam maior capacidade de transmissão, se comparadas com as correias planas e um menor custo, se comparadas com as correias sincronizadoras, correntes e engrenagens.



**Figura 4.1** Efeito de cunha na correia trapezoidal [Decker]

A maior capacidade de carga vem do fato das correias trapezoidais fazerem uso do **efeito de cunha** ao montarem nas polias. Diferentemente das correias planas, o contato entre a correia trapezoidal e polia é

feito pela superfície lateral do canal existente na polia, conforme a figura 4.1. Para uma mesma força,  $F_r$ , transmitida para o eixo, pode-se perceber pelo desenho que, a força normal de contato da correia com a polia será bem maior no caso da correia trapezoidal do que na plana. Da geometria, conhecido o ângulo de abertura do canal,  $\alpha_k$ , pode-se determinar a intensidade da força de contato  $F_N$ .

Caso se repita a dedução da expressão 2.6, levando em conta o efeito de cunha, obtém-se a seguinte expressão.

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\frac{\mu \cdot \alpha}{\sin(\alpha_k/2)}} \quad (4.1)$$

Na prática o valor do ângulo do canal,  $\alpha_k$ , varia de não menos que  $30^\circ$  a não mais que  $40^\circ$ . O valor exato depende de qual perfil de seção transversal (item 4.1) está sendo usado. Valores muito pequenos para a abertura deste canal se traduzem numa cunha muito fechada, de tal forma que uma vez inserida no canal, a correia passa a ter dificuldades de ser extraída do mesmo, o que reduz a eficiência da transmissão. Se a abertura do canal for muito grande, o efeito de cunha será pouco perceptível.

Efetivamente, em comparação com as correias planas, as trapezoidais podem ser usadas em transmissões com menores distâncias entre centros, o que causa uma redução no ângulo de abraçamento, redução esta que passa a ser compensada pela ação do efeito de cunha. Esta vantagem, juntamente com outras já citadas e o baixo custo, fez com que as correias trapezoidais passassem a ser largamente utilizadas nas mais diferentes situações de projeto.

#### 4.1 Formas construtivas

Por serem largamente empregadas as correias trapezoidais sofreram intenso processo de padronização. São padronizadas as dimensões da seção transversal da correia bem como o comprimento da mesma. Assim, cabe ao projetista selecionar qual das correias disponíveis no mercado é a mais adequada para uma determinada transmissão.

Existem basicamente duas séries de seções transversais. A primeira série, mais antiga, apresenta 5 tipos de seções transversais geometricamente semelhantes. Estas seções estão apresentadas na figura 4.2 e são denominadas A, B, C, D, E. A outra série apresenta também seções transversais semelhantes do ponto de vista geométrico. Entretanto, ao contrário do que foi feito na série anterior, deu-se preferência em aumentar a altura da seção transversal. Esta outra série é apresentada na figura 4.3.



Figura 4.2 Perfis de correia trapezoidal [Goodyear]

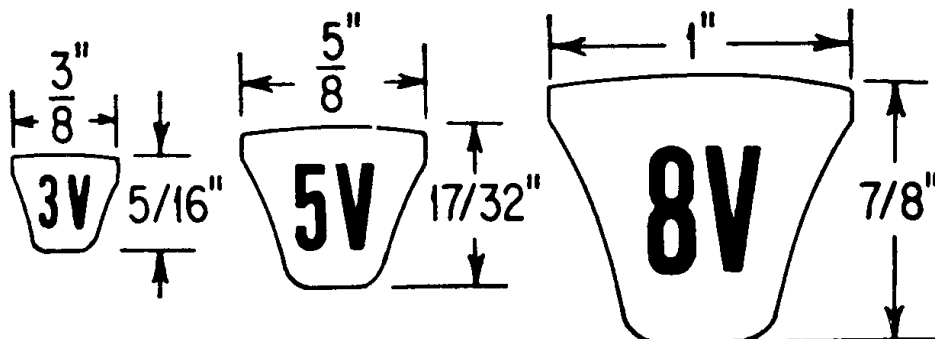
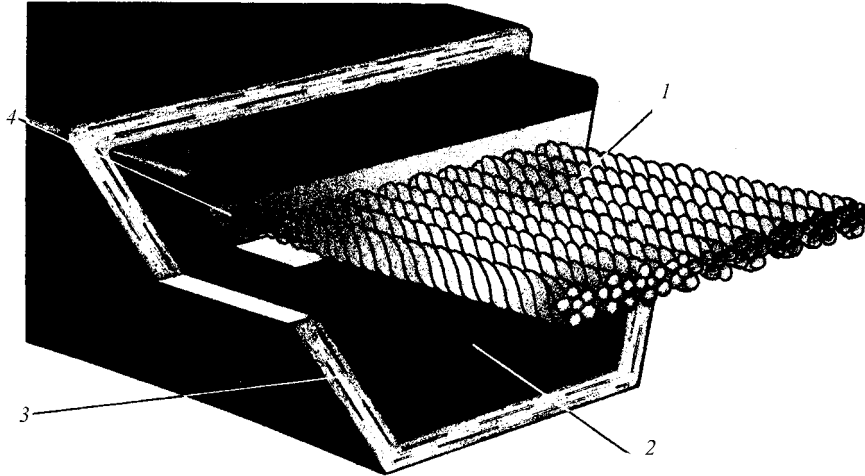


Figura 4.3. Perfis de correia trapezoidal [Greenwood]

Uma correia trapezoidal típica (figura 4.4) apresenta os seguintes componentes:

1. Cordonéis: Estes cordonéis são fios que podem ser de algodão, de fibra sintética (*Nylon* ou *Rayon*, na maioria das situações) ou mesmo fios de aço (em situações onde a potência transmitida é elevada). Basicamente são os cordonéis que resistem aos esforços de tração atuantes na correia.

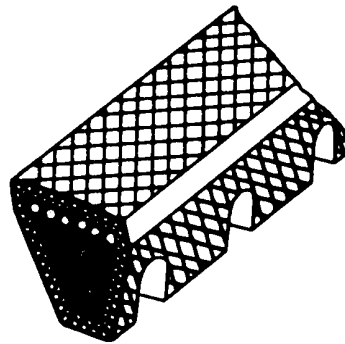
2. Elemento de compressão: Parte de correia feita em borracha sintética e sujeita a compressão quando a correia está enrolada sobre as polias.
3. Envelope: Lona impregnada de borracha que envolve a correia no sentido de protegê-la da ação de agentes como óleos e partículas sólidas. Atua também minimizando o desgaste da correia.
4. Elemento isolante: Faz a ligação dos cordoneis com o restante da correia. Evita movimentos relativos entre os componentes.



**Figura 4.4 Elementos básicos de uma correia trapezoidal [Goodyear]**

A configuração apresentada acima sofre variações conforme o tipo e aplicação da correia. Diferentes fabricantes também usam configurações modificadas e materiais distintos.

Uma variação na construção das correias trapezoidais é a fabricação do elemento de compressão descontínuo ao longo do comprimento da correia (figura 4.5). A vantagem desta construção reside na possibilidade de fletir a correia em raios de curvatura menores do que os permitidos com a construção contínua. Raios de curvatura menores se traduzem em polias de menor diâmetro fazendo com que a transmissão seja mais compacta.



**Figura 4.5 Correia com elemento de compressão descontínuo [Greenwood]**

Tal como ocorre com as correias planas, as correias trapezoidais são feitas em comprimentos padronizados. Assim, cabe ao projetista determinar qual o comprimento de correia será necessário numa determinada situação. Usando um equacionamento semelhante ao do item 2, o projetista faz esta determinação do comprimento. Na maior parte das vezes este comprimento não será exatamente igual a um dos disponibilizados pelos fabricantes, cabendo então ao projetista fazer as modificações necessárias para adequar o seu projeto as condições práticas. Em geral estas modificações são alterações na distância entre centros, nos diâmetros das polias e, raramente no caso de correias trapezoidais, a adoção de uma polia esticadora.

Além do comprimento, o projetista determina qual das seções transversais disponíveis será usada. Isto é feito segundo recomendações dos fabricantes de correias, levando em conta a potência transmitida e a rotação do eixo motor. Trata-se de fato da escolha da seção transversal mais adequada a resistir os esforços atuantes na correia. Via de regra, seções com maior área são usadas para esforços maiores.

Determinado o comprimento da correia e a seção transversal caberá ao projetista determinar o número de correias na transmissão. Cada correia tem uma capacidade de transmissão, sendo que em várias situações são empregadas várias correias para transmitir a totalidade da potência. Entretanto, há



uma limitação do número de correias em tais situações. Raramente este número excede cinco correias e as razões para tanto são várias. Pode-se dizer que um número excessivo de correias agrava o problema da carga transmitida aos mancais. Outro problema associado a um número elevado de correias na transmissão reside no fato de que nem todas as correias num lote tem comprimento igual ao nominal, isto é, por serem feitas em série, elas apresentam uma tolerância para o comprimento. Quando se usam muitas correias numa transmissão é possível que se esteja usando tanto a menor quanto a maior das permitidas pela tolerância, o que faz com que a carga atuante nas correias não seja igualmente repartida pois as condições de aperto inicial não serão as mesmas, logo as correias terão vidas úteis distintas.

## 5. Polias

### 5.1 Correias planas

No caso de correias planas as polias apresentam uma característica peculiar que é o abaulamento da região onde a correia faz contato com a polia (ver figura 5.1). A função deste abaulamento é permitir a autocentragem da correia sobre a polia. Esta centragem ocorre devido ao fato de que o centro da correia está mais deformado que as laterais.

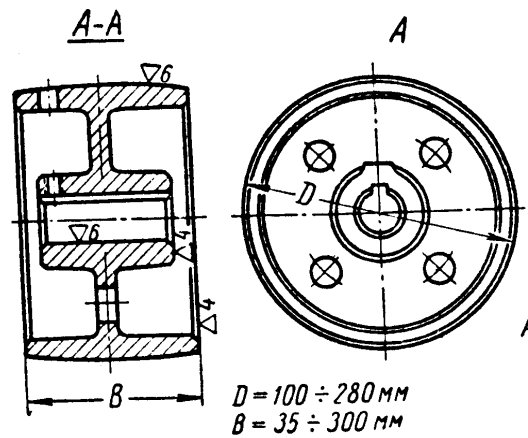
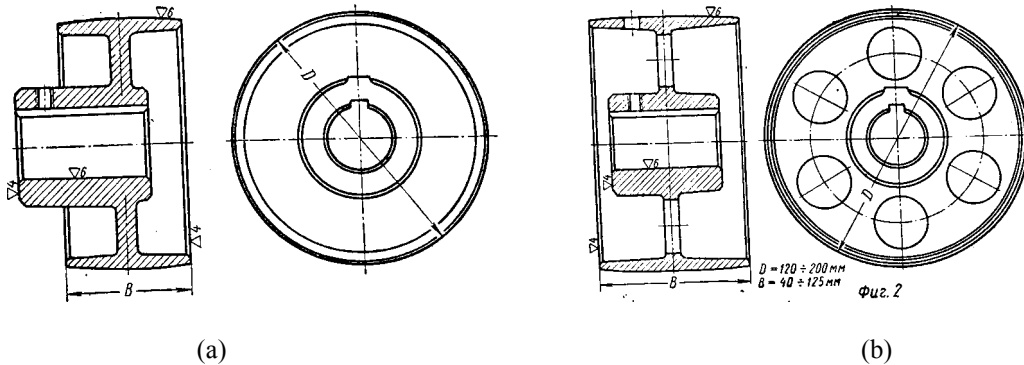


Figura 5.1 Polia motora para correia plana [Reshetov]

Normalmente as polias podem ser usinadas a partir de discos cortados de barras de aço laminadas a quente (para diâmetros menores) ou, mais comumente, feitas em ferro fundido. Nesta segunda situação, a coroa (região onde enrola-se a correia) e o cubo podem ser unidos por um disco ou por meio de raios. A figura 5.2 apresenta diferentes construções de polias para correias planas.

As dimensões da polia vão depender da relação de transmissão (diâmetros) e da correia usada (largura). Outros fatores que influenciam nas dimensões das polias são os esforços a serem transmitidos e o processo usado na fabricação da polia. Por exemplo, em muitos casos de polias fundidas algumas das dimensões (como largura dos raios) são determinadas por restrições impostas pelo processo de fundição tais como áreas mínimas para o escoamento do metal fundido.



□

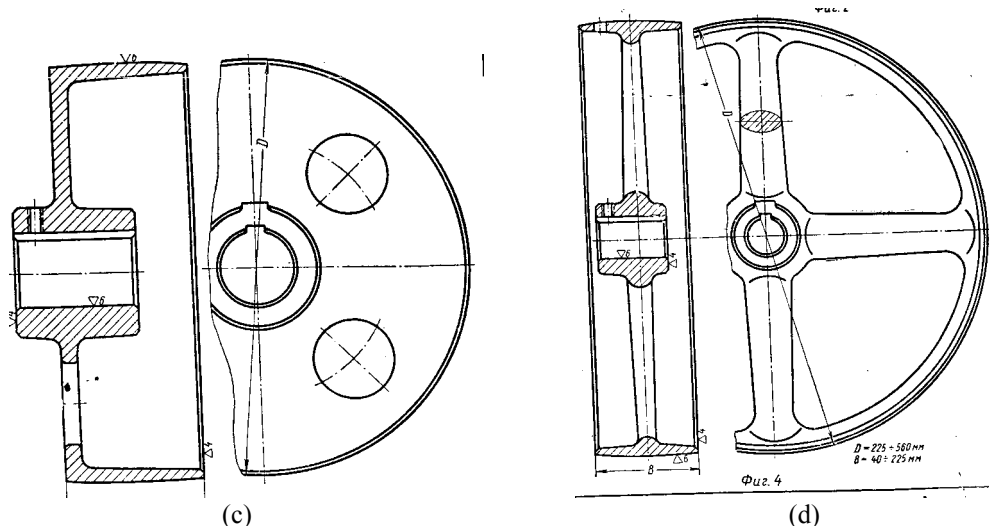
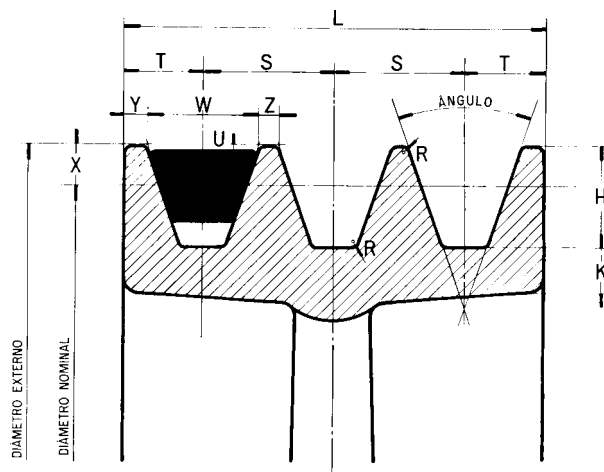


Figura 5.2 Exemplos de construção de polias para correias planas. (a) Polia motora com cubo deslocado; (b) Polia motora com olhais; (c) Polia movida com cubo deslocado e olhais, (d) Polia movida com raios. [Reshetov]

### 5.2 Correias trapezoidais

A principal característica das polias para correias trapezoidais é a presença dos canais onde se encaixam as correias. A dimensão destes canais é determinada pela seção transversal da correia que é usada. A figura 5.3 contém as dimensões dos canais das polias em função das dimensões da correia.

Em termos de material empregado existem polias de madeira, de materiais poliméricos ou de metais como os aços, ferro fundido e alumínio.



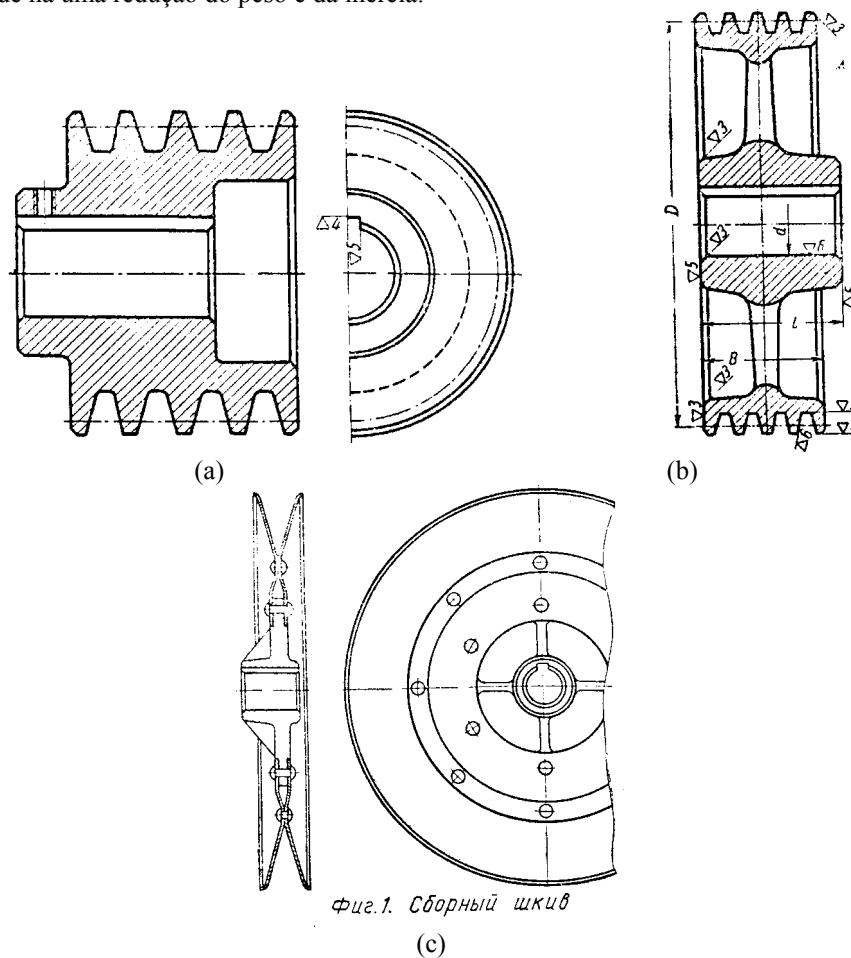
CORREIAS-V PERFIL	ÂNGULO DO CANAL		milímetros									
	DIÂMETRO EXTERNO milímetros	GRAUS	T	S	W	Y	Z	H	K MINIMO	U=R	X	L
<b>A</b>	De 75 a 170	34°	9,50	15,0	13,0	3	2,0	13	5,0	1,0	5,00	LARGURA = 2T + S(N-1) N = NÚMERO DE CANAIS
	Acima de 170	38°										
<b>B</b>	De 130 a 240	34°	11,50	19,0	17,0	3	2,0	17	6,5	1,0	6,25	
	Acima de 240	38°										
<b>C</b>	De 200 a 350	34°	15,25	25,5	22,5	4	3,0	22	9,5	1,5	8,25	
	Acima de 350	38°										
<b>D</b>	De 300 a 450	36°	22,00	36,5	32,0	6	4,5	28	12,5	1,5	11,00	
	Acima de 450	38°										
<b>E</b>	De 485 a 630	36°	27,25	44,5	38,5	8	6,0	33	16,0	1,5	13,00	
	Acima de 630	38°										

TOLERÂNCIAS: DIMENSÕES **W** | + 0,1 mm PARA OS CANAIS A, B e C  
| ± 0,2 mm PARA OS CANAIS D e E  
ÂNGULOS + 0,5° EM QUALQUER POLIA

Figura 5.3 Dimensões dos canais de polias para correias trapezoidais [Goodyear]

No caso de polias de aço o mais comum é usiná-las a partir de um disco cortado de uma barra laminada a quente. Há também casos de polias feitas a partir de chapas de aço dobradas e unidas por soldas ou rebites (figura 5.4).

Para as polias de maior diâmetro, muitas vezes é usado o ferro fundido. Neste caso são comuns as polias raiadas onde há uma redução do peso e da inércia.



**Figura 5.4 Exemplos de construção de polias para correias trapezoidais. (a) Polia motora usinada a partir de barra de aço laminada. (b) Polia movida fundida com raios. (c) Polia movida composta por chapa estampadas, rebitadas e cubo usinado a partir de uma peça fundida. (Desenhos fora de escala)**

Especial atenção é dada ao acabamento da superfície dos canais em contato com as correias. Este acabamento deve ser o mais liso possível para reduzir o desgaste da correia. Valores de rugosidade inferiores a  $4\mu\text{m}$  podem ser necessários.

Para transmissões operando em velocidades mais elevadas faz-se necessário o uso de materiais mais leves, tais como o alumínio, e deve haver também um cuidado maior com o balanceamento da polia.

## 6. Correias sincronizadoras (correias dentadas)

De maneira distinta ao caso das correias planas e trapezoidais, as sincronizadoras não usam o atrito da correia com a polia para a transmissão de potência. Isto se dá pelo encaixe dos dentes das correias com os das polias (figura 6.1). É justamente neste fato que reside a principal vantagem deste tipo de correia, pois por não usar o atrito não existe o problema do escorregamento, logo a relação de transmissão permanece constante. Daí a denominação correia sincronizadora. Esta vantagem aliada ao menor custo (em comparação com as engrenagens e correntes) e menor peso fazem das correias sincronizadoras uma opção atrativa para o projetista, principalmente quando os esforços transmitidos não são muito elevados. Como aplicação corriqueira deste tipo de correia pode-se citar o acionamento dos eixos de comando de válvulas dos motores de combustão interna.

Outra vantagem do fato de não se empregar o atrito na transmissão é a menor carga transferida da correia aos mancais uma vez que não há a necessidade da elevada carga de pré-tensionamento empregada no uso dos outros tipos de correias.

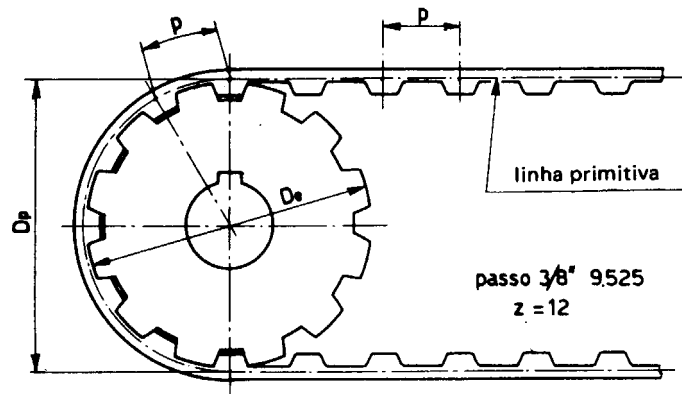


Figura 6.1 Correia dentada e polia [Manfê]

Do ponto de vista da geometria, podem ser usadas as mesmas expressões desenvolvidas para os outros tipos de corrente, tomando o cuidado de considerar sempre o diâmetro primitivo ( $D_p$ ) das polias dentadas. No caso das correias dentadas também é válida a seguinte expressão para a relação de transmissão,  $i$ .

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (6.1)$$

Em 6.1  $Z_1$  e  $Z_2$  são os números de dentes na polia motora e na movida respectivamente. Notar que as possíveis relações de transmissão ficam limitadas aos quocientes de números inteiros. Esta desvantagem pode ser eliminada com a combinação de outro tipo de transmissão.

De acordo com a figura 6.1 uma grandeza importante deste tipo de correia é o passo,  $p$ . O passo mede a distância entre dois dentes consecutivos e além de ser uma característica importante das correias é fundamental para a fabricação da polia dentada, uma vez que esta mesma medida, tomada sobre a circunferência primitiva, corresponde a distância entre dois dentes da engrenagem.

Do ponto de vista construtivo este tipo de correia é semelhante aos outros já vistos. Há um conjunto de fios (cordonéis) cuja função é resistir ao esforço trativo aplicado sobre a correia. Estes cordonéis pode ser de fibras sintéticas (*Nylon* ou *Rayon*) ou, para cargas maiores, de aço. Em torno dos cordonéis está o corpo propriamente dito da correias feito em borracha sintética. Para fins de minimizar o desgaste da correia os dentes são recobertos com uma lona de *nylon*. (ver figura 6.2)

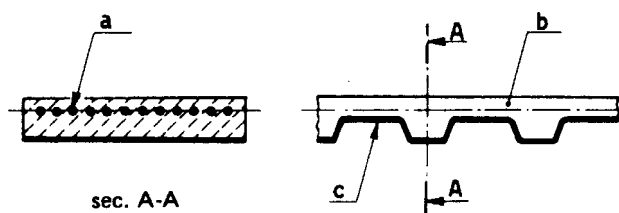


Figura 6.2 Componentes básicos da correia dentada. (a) Cordonéis; (b) Corpo de borracha, (c) Lona de revestimento dos dentes [Manfê]

### 6.1 Polias

As polias tem suas dimensões determinadas pela correia escolhida no que se refere a parte dentada. As outras dimensões são função da relação de transmissão e do esforço transmitido.

Obrigatoriamente pelo menos uma das polias tem uma proteção lateral (figura 6.3) que evita a desmontagem da correia durante o funcionamento. Quando a distância entre eixos for maior que oito vezes o diâmetro da polia menor ou no caso de eixos não horizontais é recomendado que as duas polias tenham esta proteção lateral.

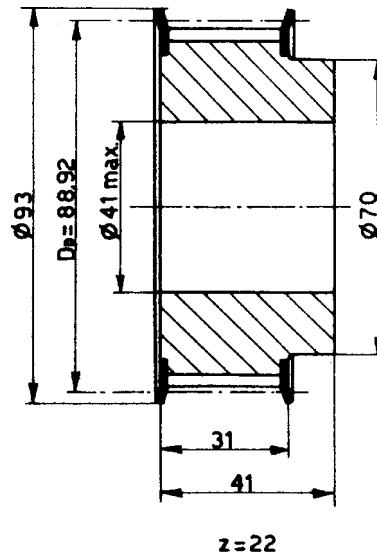


Figura 6.3 Polia dentada [Manfê]

## 7. Referências

- Beitz, W.; Küttner, K. -H.;** Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau, 17. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1990
- Decker, K. -H.;** Maschinenelemente – Gestaltung und Berechnung, 14. Auflage, Carl Hansen Verlag, München, 1998
- Dobrovolsky, V.; et alli;** Machine Elements, 2<sup>nd</sup> printing, Mir Publishers, Moscow, 1968
- Greenwood, D. C.;** Mechanical Power Transmission – Component selection and application, McGraw-Hill, New York, 1962
- Manfê, G., Pozza, R. Scarato, G.;** Desenho Técnico Mecânico, Editora Hemus, São Paulo, 1988
- Niemann, G.;** Elementos de Máquinas Vol. III, Editora Edgar Blücher, São Paulo, 1971
- Reshetov, D. N.;** Atlas de Construção de Máquinas, Editora Mir, Moscou, 1970
- Catálogos de fabricantes:** Gates e Goodyear (disponíveis na biblioteca da Mecânica – Naval)