

PMR 3103

Transmissões

Transmissões de Potência

O emprego de transmissões torna-se necessário para **compatibilizar a velocidade angular ou conjugado da máquina motriz** com a necessidade da **máquina acionada**, as quais normalmente são diferentes pelas mais diversas razões. Estas também podem ser utilizadas para **ajustar o sentido da rotação** ou para **ligação de eixos distantes entre si**.



TRANSMISSÃO DA POTÊNCIA

■ MOTOR → TRANSMISSÃO → CONSUMIDOR
(Máquina Motora) (Máquina Movida)

■ POTÊNCIA $\xrightarrow{100\% \quad 100\%}$
Transmissão IDEAL

■ POTÊNCIA $\xrightarrow{100\% \quad \dots \quad < 100\%}$
Transmissão REAL

MOTOCICLETA COM TRANSMISSÃO POR CORRENTE



1. Introdução

■ Transmissão ideal

Potência de entrada(P_e) = Potência de saída(P_s)

$P_e = C_e \cdot \omega_e = P_s = C_s \cdot \omega_s$ onde ω é a velocidade angular e C o conjugado

$i = \omega_e / \omega_s$ é a relação de redução ($cte \geq 1$)

$$\text{Assim } C_s = i \cdot C_e$$

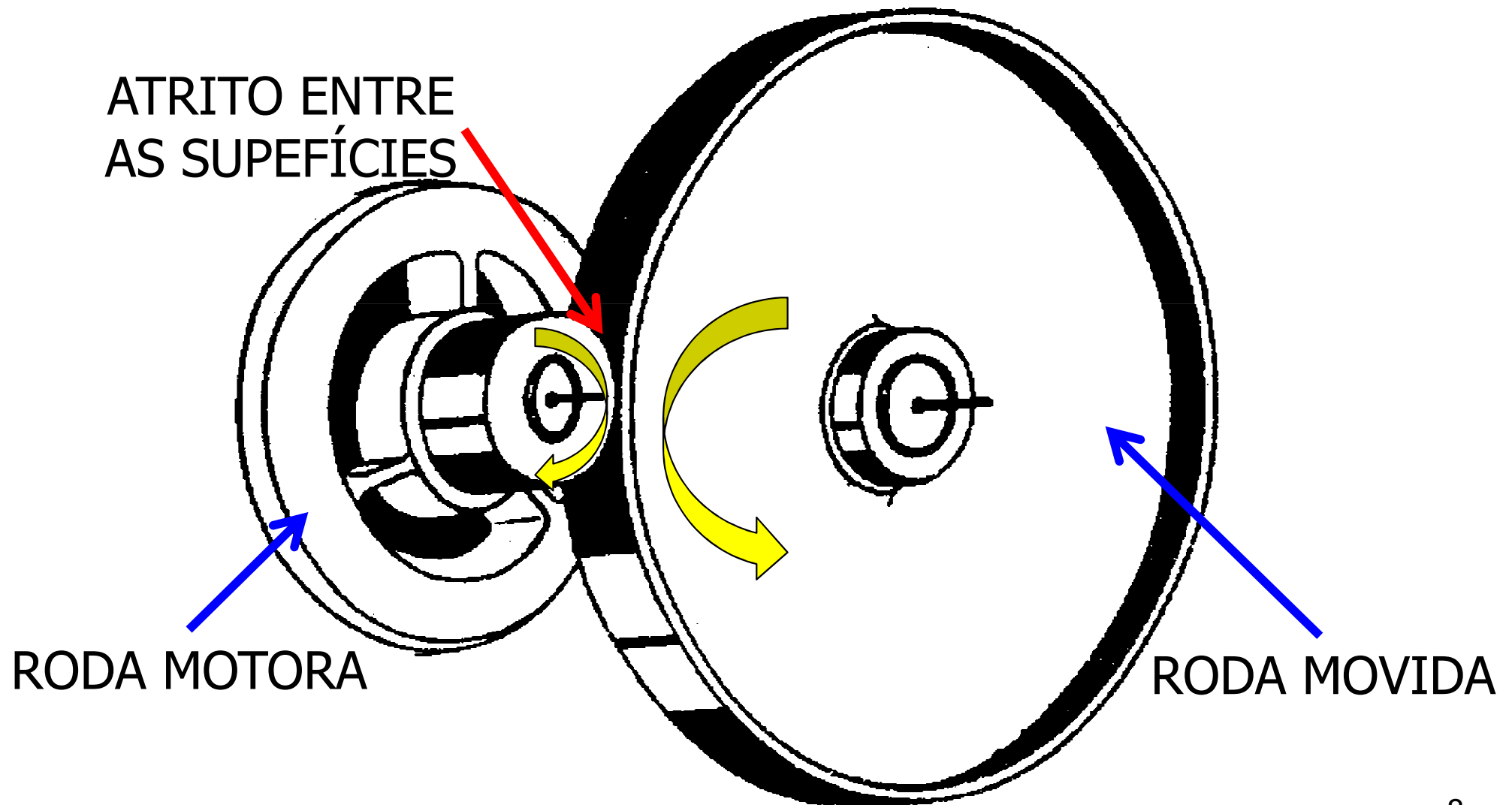
■ Transmissão real

$P_s = P_e \cdot \eta$, onde η é o rendimento da transmissão e P a potência

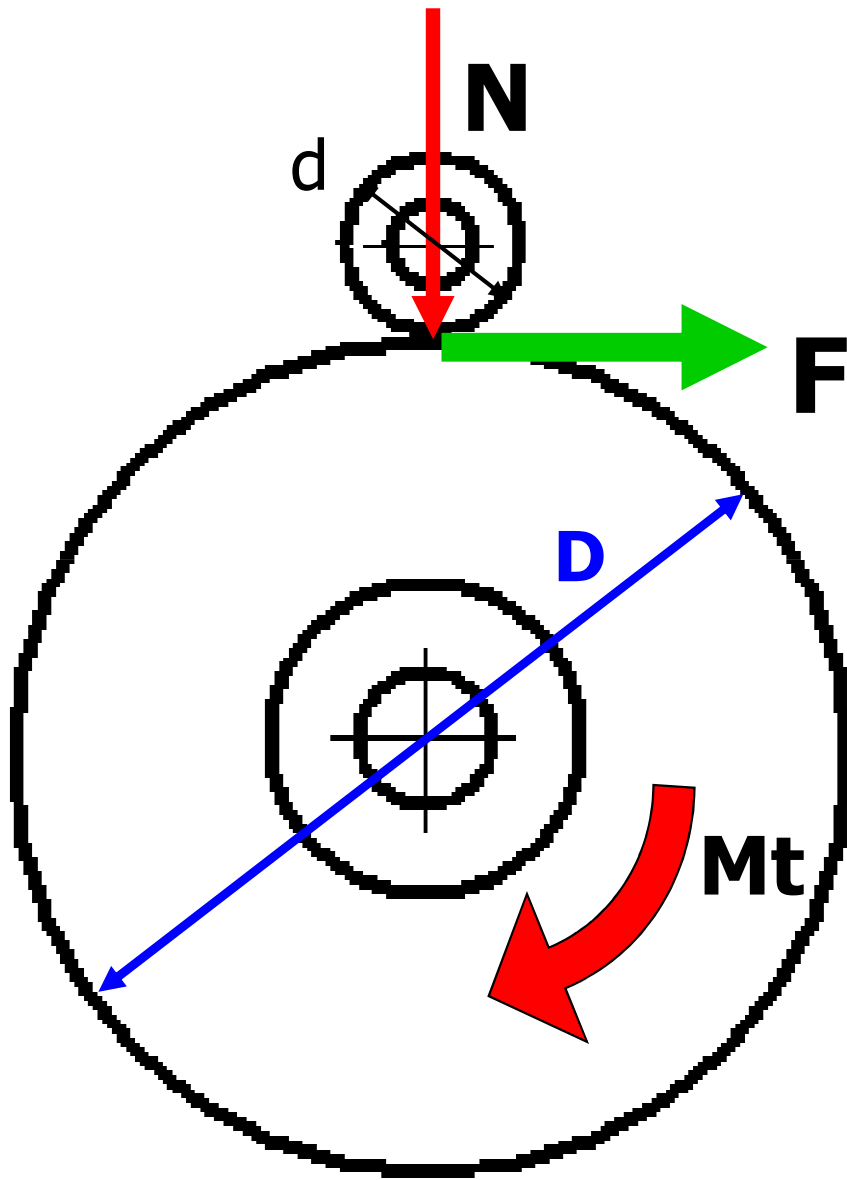
2. Tipos de Transmissões

- Transmissões por rodas de atrito;
- Transmissões por correias;
- Transmissões por correntes;
- Transmissões por engrenagens.

2.1 Transmissões por Rodas de Atrito



2.1 Transmissões por Rodas de Atrito



$$Fat = \mu \times N \text{ (Força de Atrito)}$$

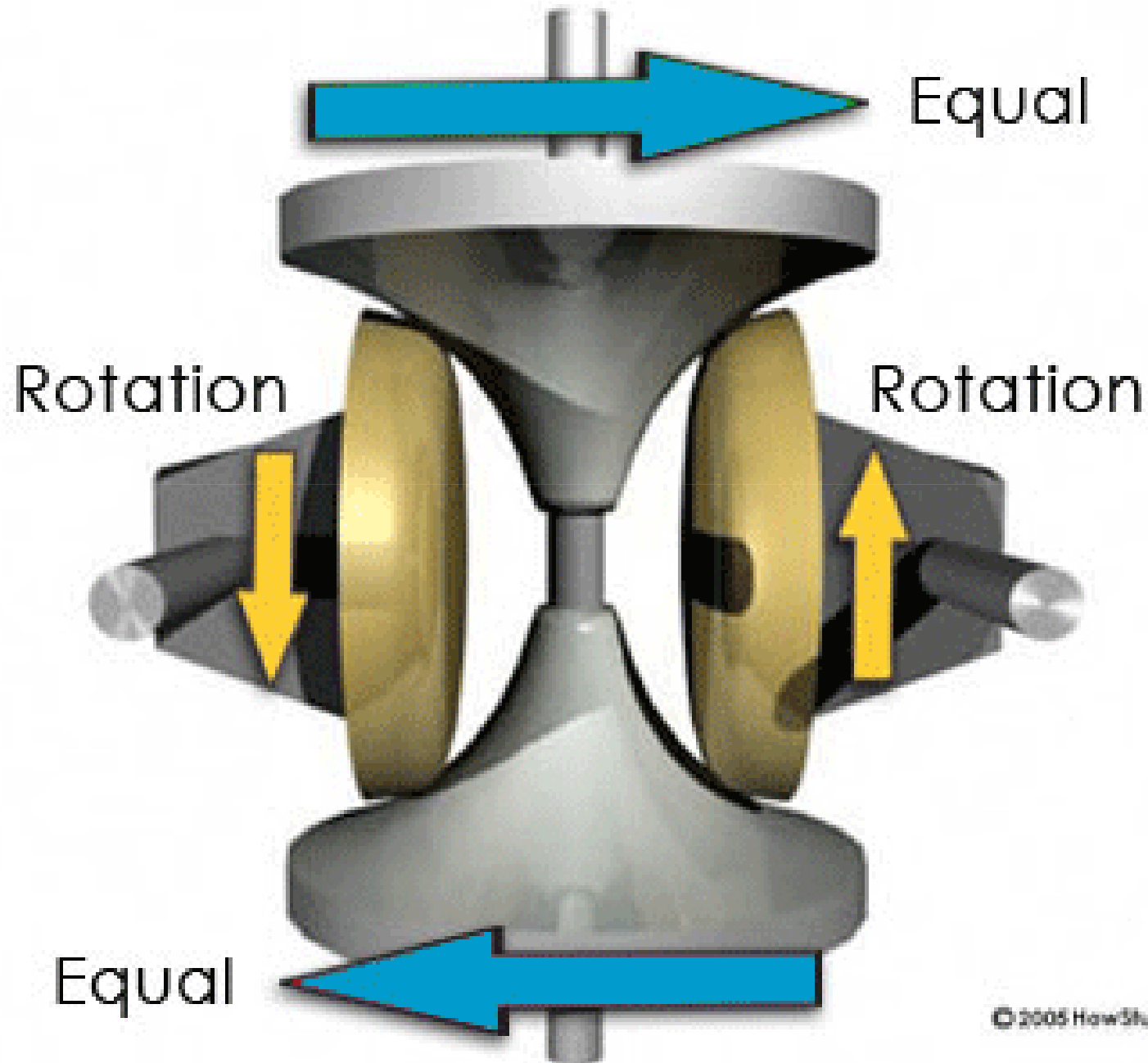
μ = coeficiente de atrito
 N = força normal

No limite (deslizamento)

$$Mt = Fat \times D/2 \text{ (Torque)}$$

$$i = D/d$$

TRANSMISSÃO CONTINUAMENTE VARIÁVEL POR RODA DE ATRITO



Transmissões por Rodas de Atrito

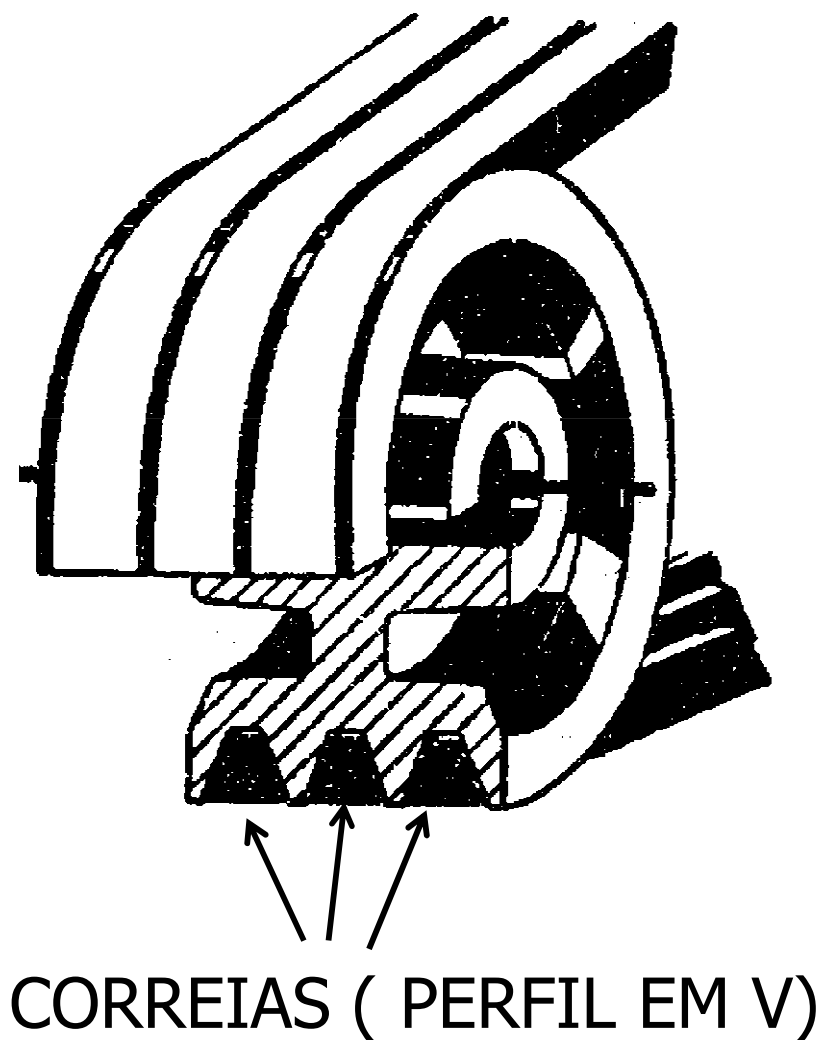
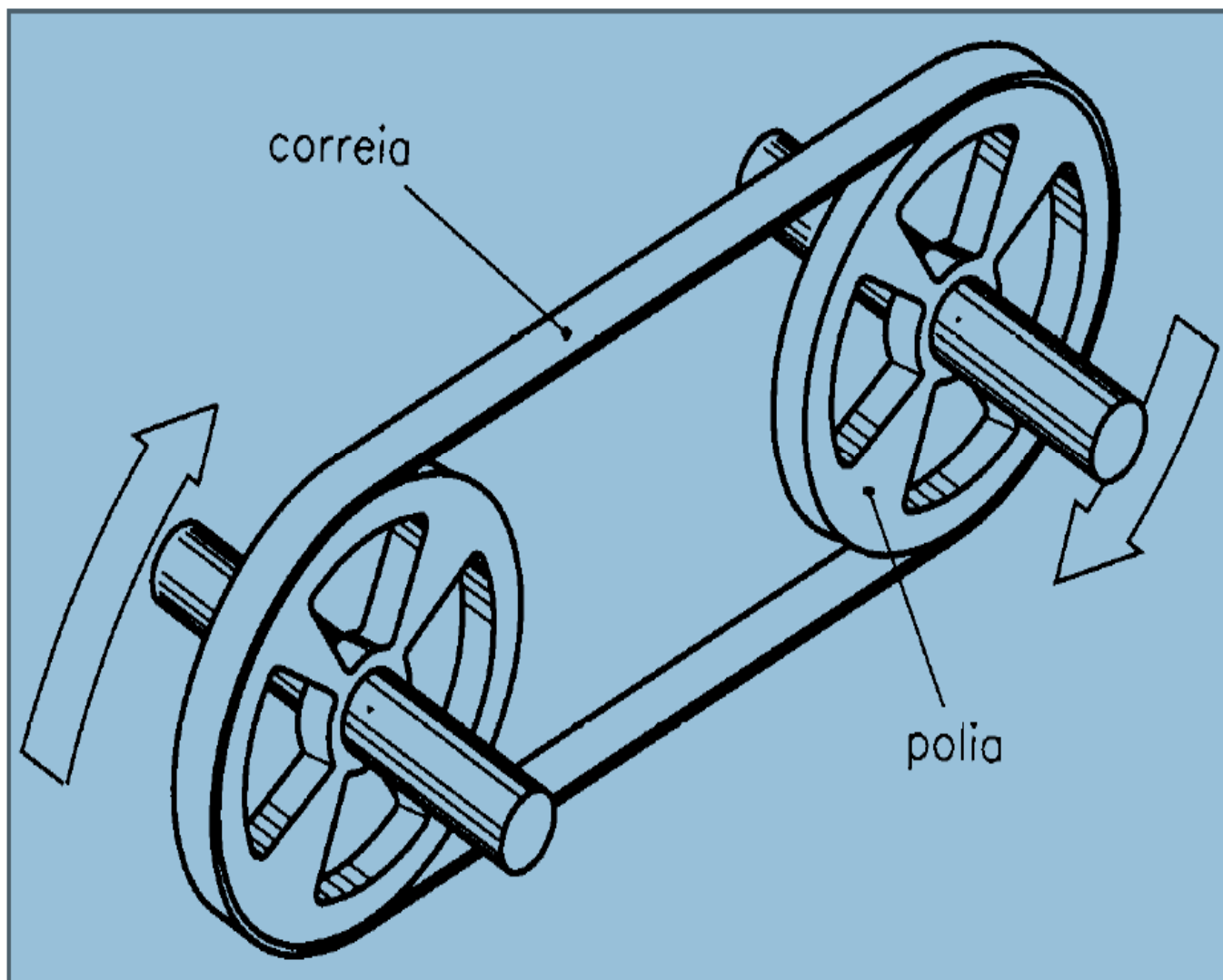
Características Básicas

- projeto não compacto;
- montagem entre eixos paralelos;
- relação de transmissão não constante;
- distância entre centros precisa;
- relação de transmissão até 6;
- potência de transmissão até 200 HP;
- velocidade tangencial de operação até 20 m/s;
- elementos não padronizados (uma solução para cada problema).

2.2 Transmissões por Correia

Empregam-se **elementos flexíveis**, sendo estes denominados de **correias**, as quais se apoiam sobre elementos circulares fixados ao eixo, denominados de **polias**. Neste tipo de transmissão, monta-se uma polia em cada um dos eixos (normalmente paralelos) que a compõem, e sobre elas é instalada a correia, a qual deve ser montada com alguma **pre-tensão** forçando seu contato com as polias.

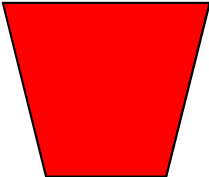
Transmissão por Correia





2.2.1 Tipos de Correias

Os tipos são definidos pela **geometria da secção transversal da correia**:

- Correias Planas;  Perfil
- Correias em "V" ou Trapezoidais;  Perfil
- Correias Dentadas ou Sincronizadoras.



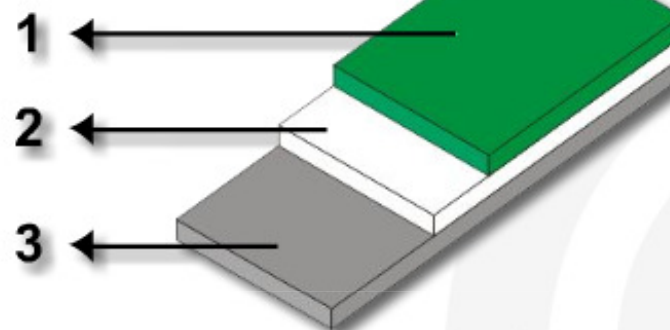
CORREIAS PLANAS

Perfil



ESTRUTURA DA CORREIA

1. CAMADA DE FRICÇÃO
2. CAMADA DE TRAÇÃO
3. COBERTURA EXTERNA



1. CAMADA DE FRICÇÃO

.C = COURO
.R = BORRACHA NITRÍLICA
.T = TECIDO DE NYLON

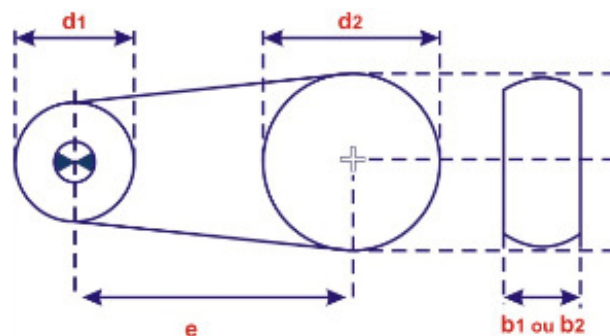
2. CAMADA DE TRAÇÃO

.LÂMINA DE NYLON
.TECIDO DE NYLON

3. COBERTURA EXTERNA

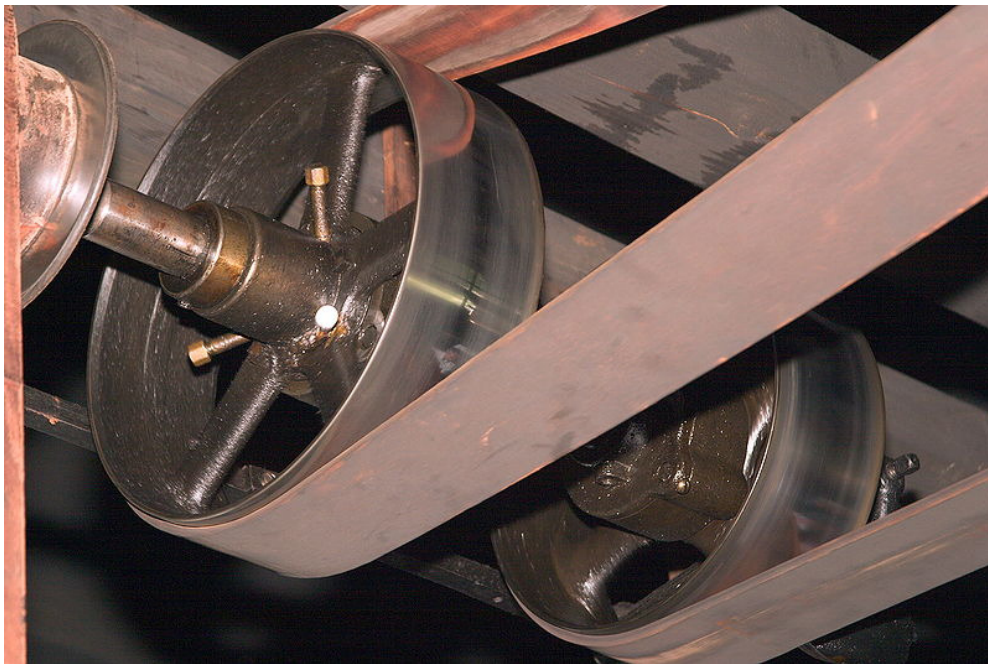
.C = COURO
.R = BORRACHA NITRÍLICA
.T = TECIDO DE NYLON

DETERMINAÇÃO DE LARGURA E COMPRIMENTO DA CORREIA



onde:

- d_1 = DIÂMETRO DA POLIA MOTORA [mm]
- b_1 = LARGURA DA POLIA MOTORA [mm]
- d_2 = DIÂMETRO DA POLIA MOVIDA [mm]
- b_2 = LARGURA DA POLIA MOVIDA [mm]
- e = ENTRE-CENTRO DAS POLIA [mm]
- b_0 = LARGURA DA CORREIA [mm]
- b = LARGURA DA POLIA [mm]
- L = COMPRIMENTO DA CORREIA [mm]

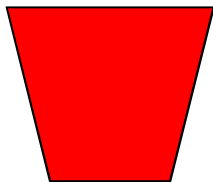


APLICAÇÃO DE TRANSMISSÃO POR CORREIA PLANA

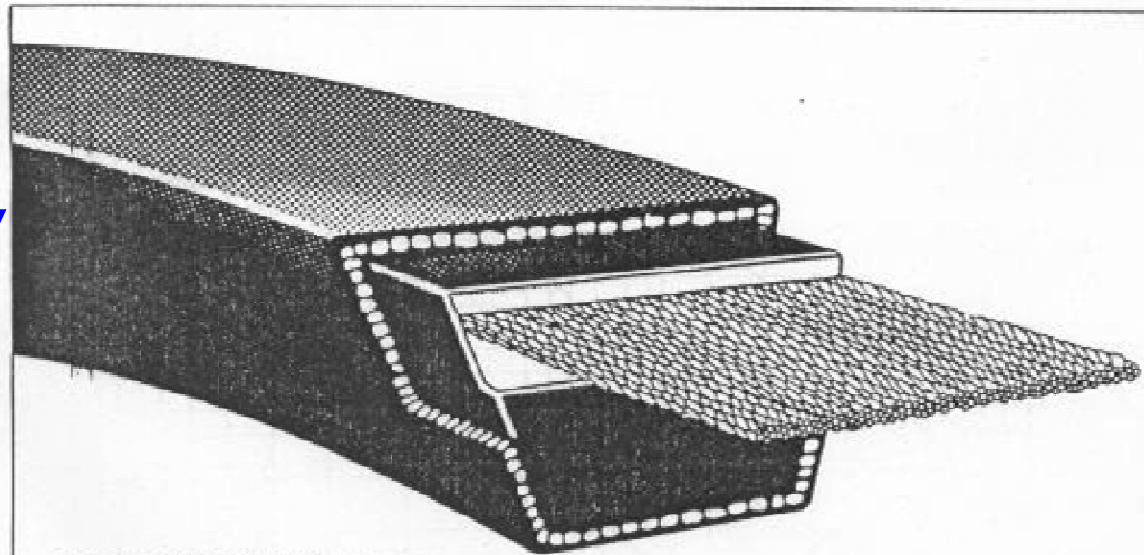


Correias em "V" ou Trapezoidais

Perfil

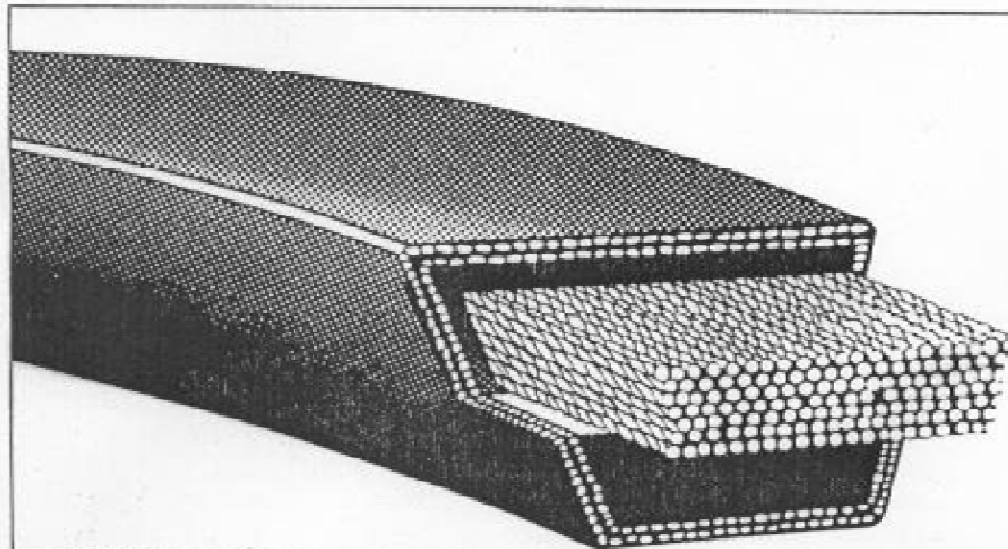


CORREIAS COM CAMADA SIMPLES DE CORDONÉIS 3-T



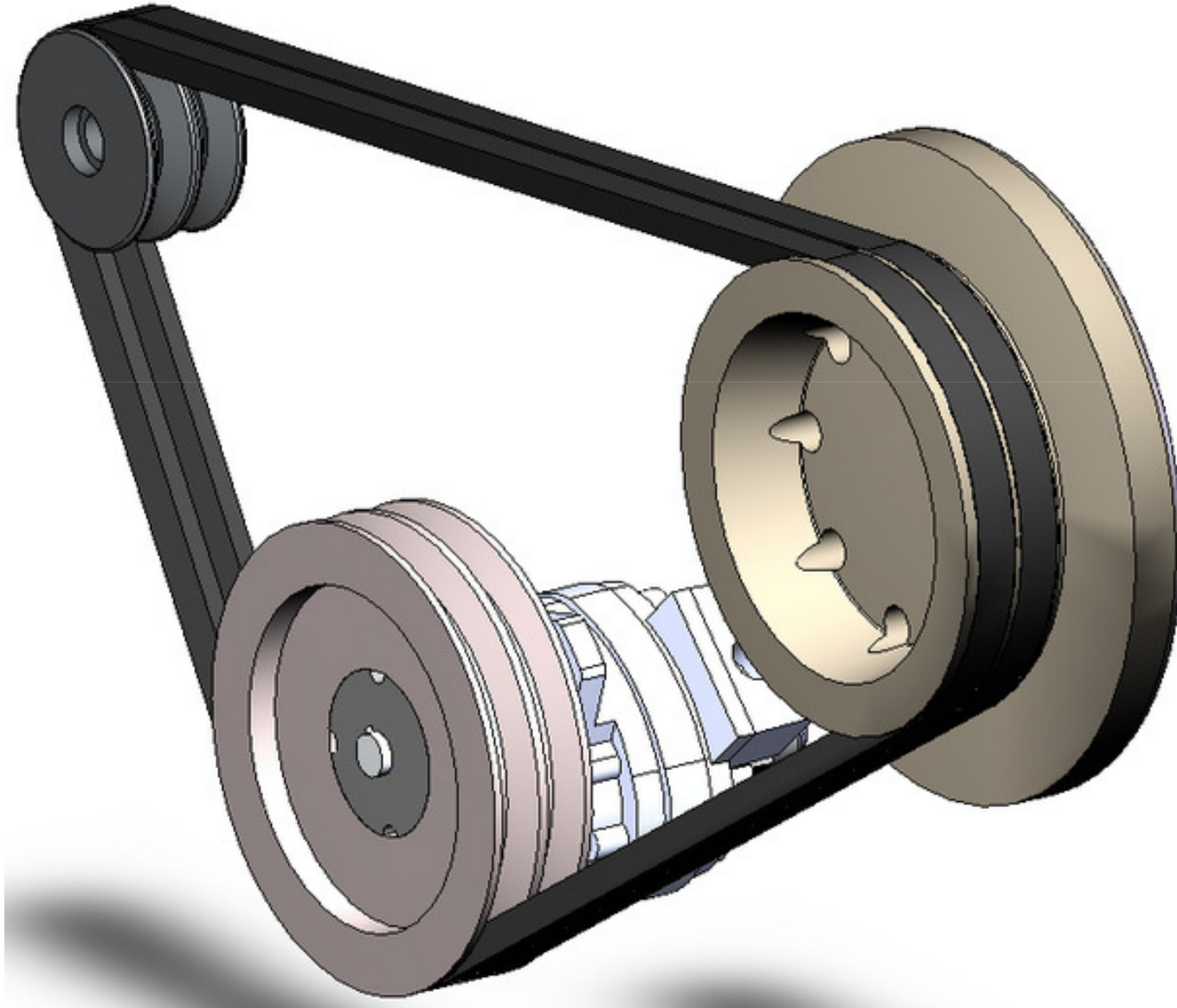
COMPRIMENTOS ATÉ 120" (3.100 mm)
PARA PEQUENAS DISTÂNCIAS ENTRE CENTROS E ALTA VELOCIDADE.

CORREIAS COM MÚLTIPLAS CAMADAS DE CORDONÉIS 3-T

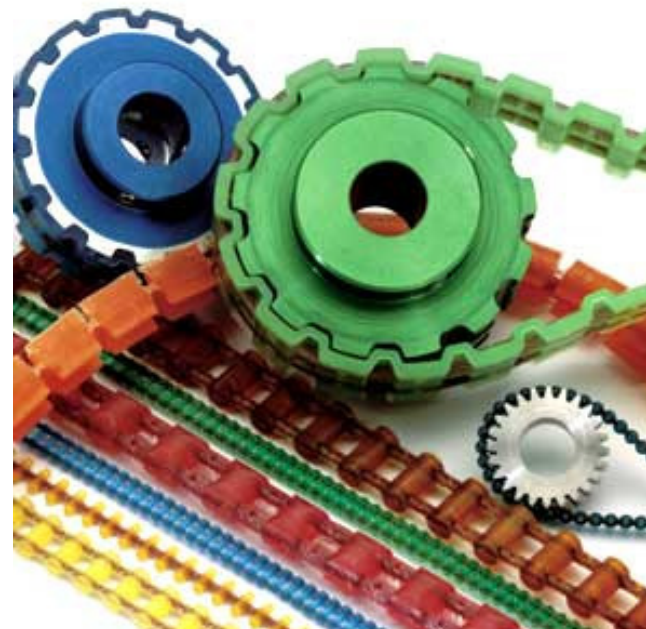
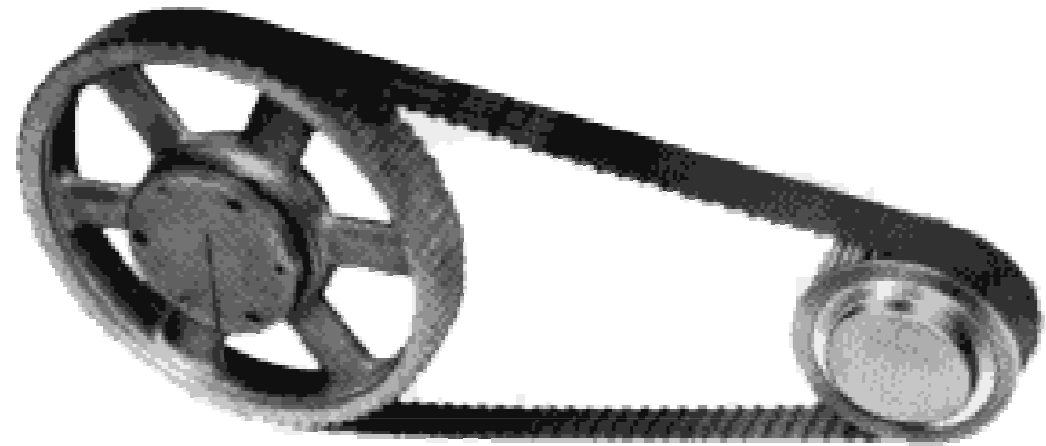
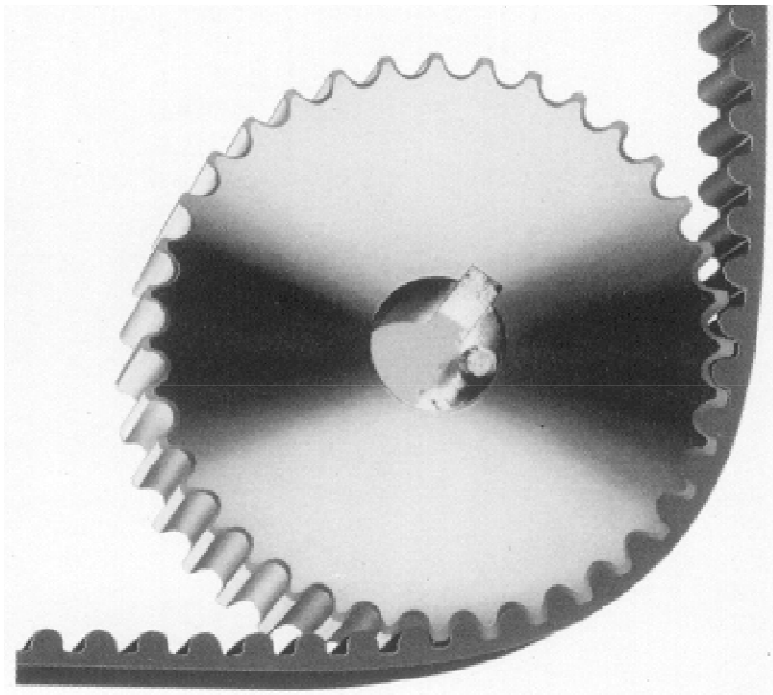


COMPRIMENTOS ACIMA DE 120" (> 3.100 mm)
PARA LONGAS DISTÂNCIAS ENTRE CENTROS, TRANSMISSÕES PESADAS COM AS MAIS ALTAS CARGAS DE CHOQUE E DIVERSAS SOLICITAÇÕES DE ESFORÇOS ENCONTRADAS.

TRANSMISSÃO por Correias em “V” ou Trapezoidais



Correias Sincronizadoras (Dentadas)



Perfil

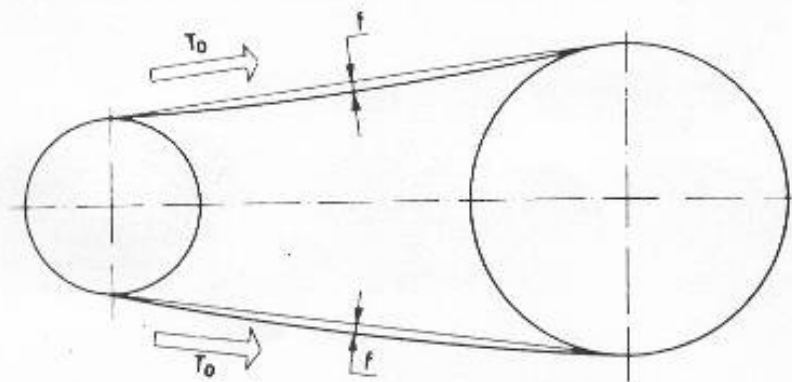


2.2.2 Princípio de Operação das Correias em “V” e Planas

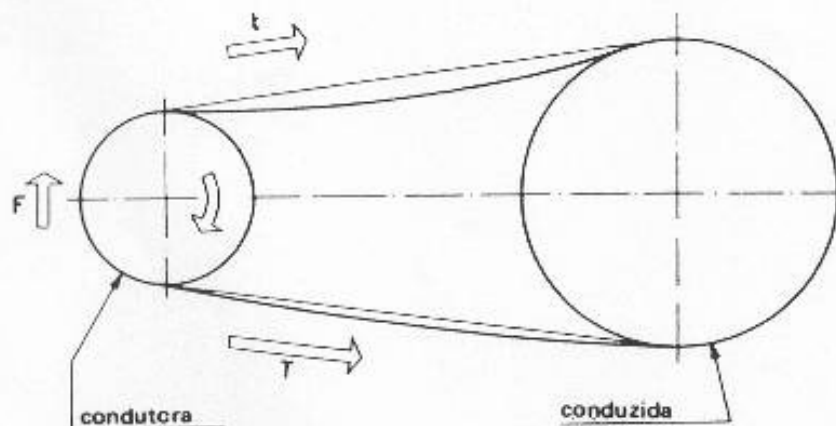
- A transmissão de esforços entre a correia e a polia é baseada na **força de atrito existente entre a correia e a polia**.
- A magnitude desta força de atrito é dependente do valor do **coeficiente de atrito estático entre a polia e a correia** e da **pressão** entre a polia e a correia.
- A magnitude desta pressão é dependente da magnitude da **força de pré-tensão** aplicada na correia.

2.2.2 Princípio de Operação das Correias em “V” e Planas

- Em função do movimento de rotação da polia motora, há um acréscimo de força em um dos tramos da correia e um decréscimo de força no outro tramo.
- A relação entre as forças atuantes nestes tramos é calculada com o emprego da equação de Euler, a qual é dependente do coeficiente de atrito estático e do ângulo de abraçamento da correia na polia menor.



Em condições de repouso a correia está sujeita a uma tensão inicial T_0 tal a assegurar a aderência necessária entre correias e polias. Na realidade os dois ramos da correia que vão de uma polia a outra não são retilíneos mas se desviam da reta de uma flecha f devido ao peso próprio de cada ramo



Durante a transmissão do movimento entre os dois eixos a tensão T do ramo condutor se torna

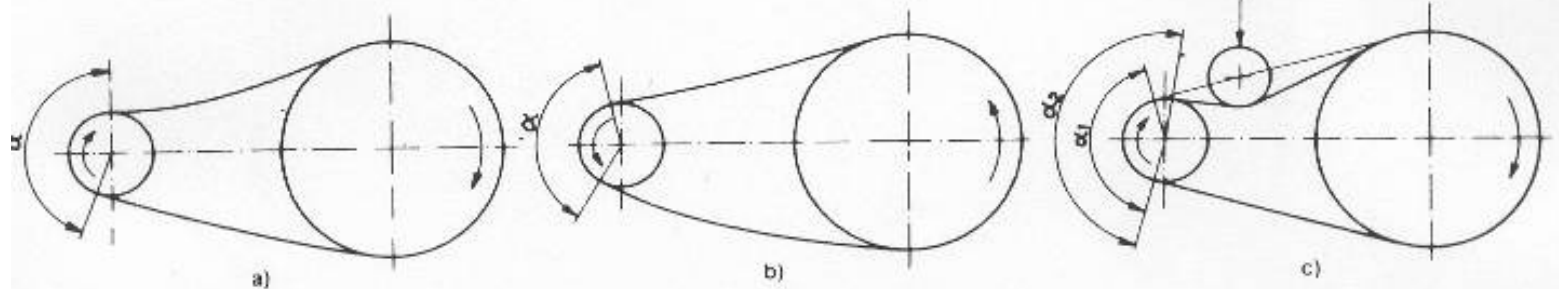
$$T > T_0$$

E a tensão no ramo conduzido

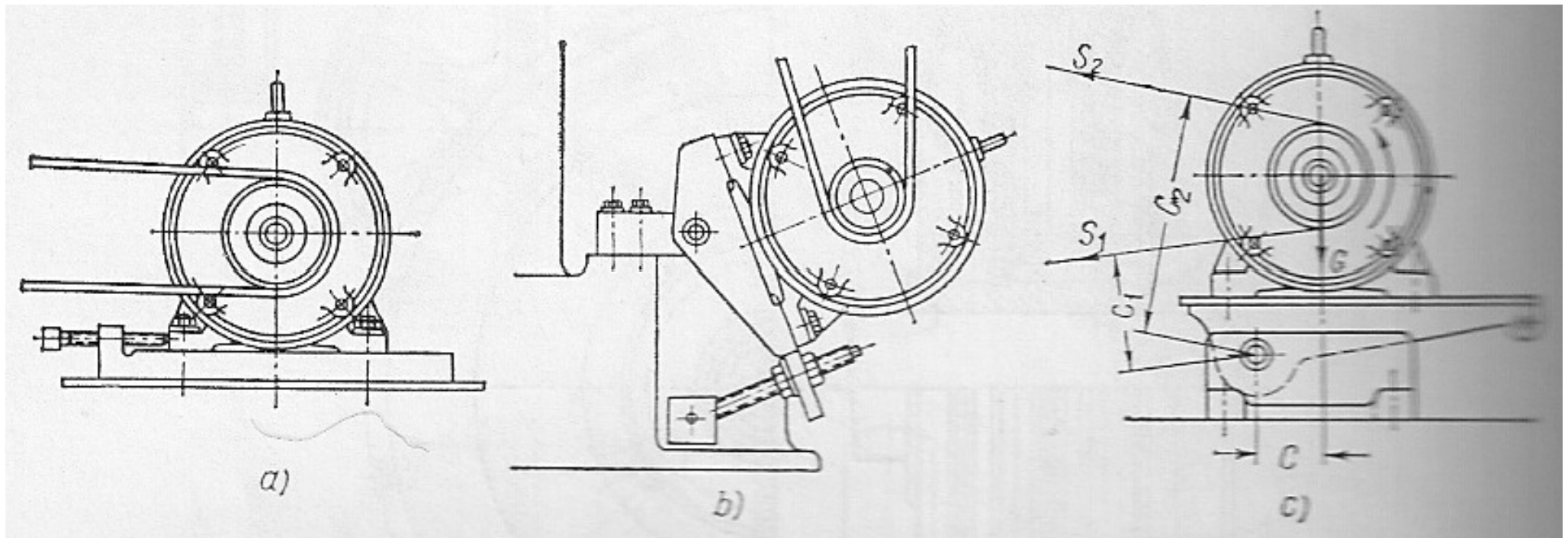
$$t < T_0$$

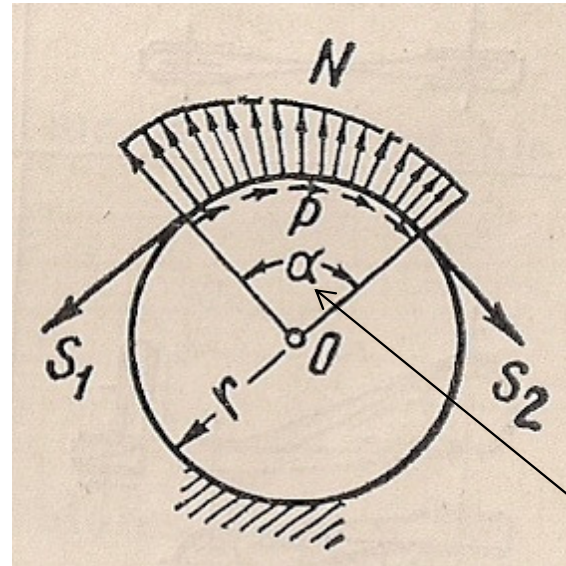
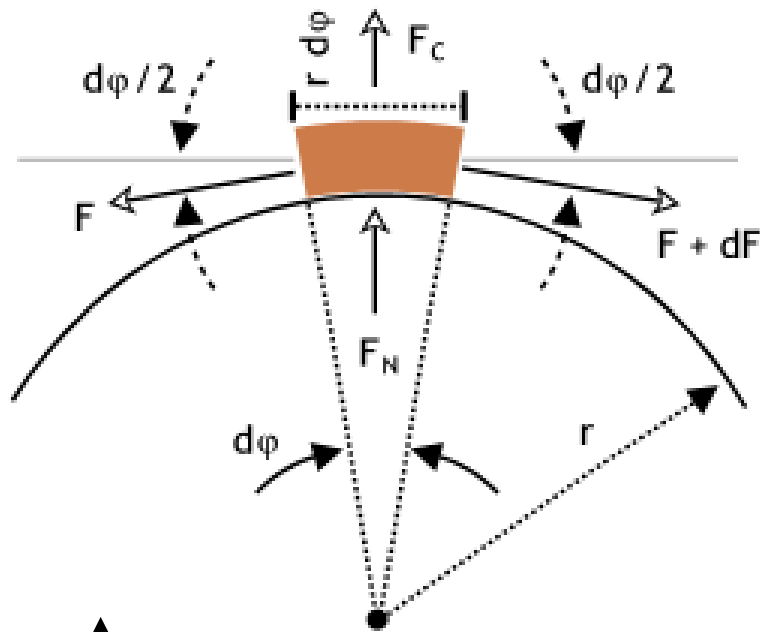
A força tangencial útil resulta:

$$F = T - t$$



Tensionamento de Correias Acionadas por Motor Eléctrico



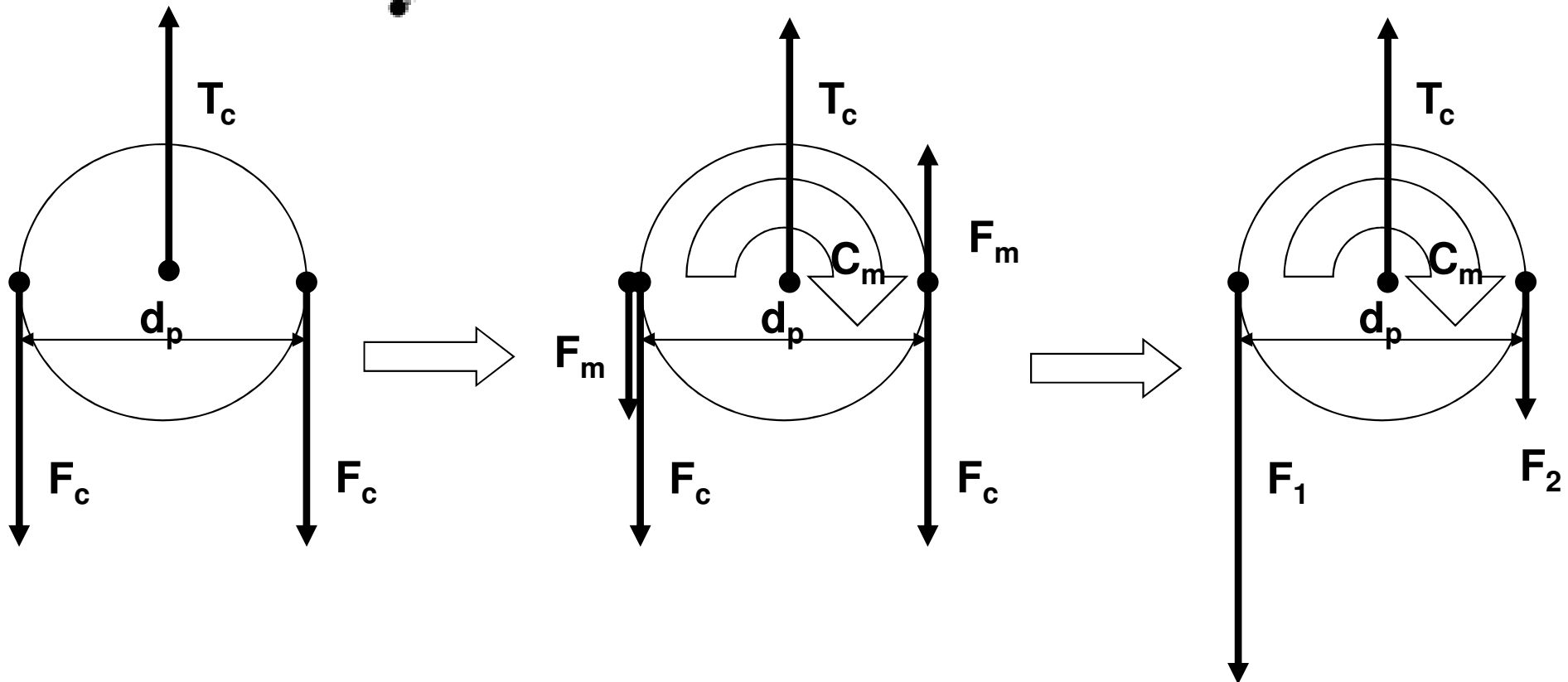


Equação de Euler

$$S_1/S_2 = e^{\mu\alpha}$$

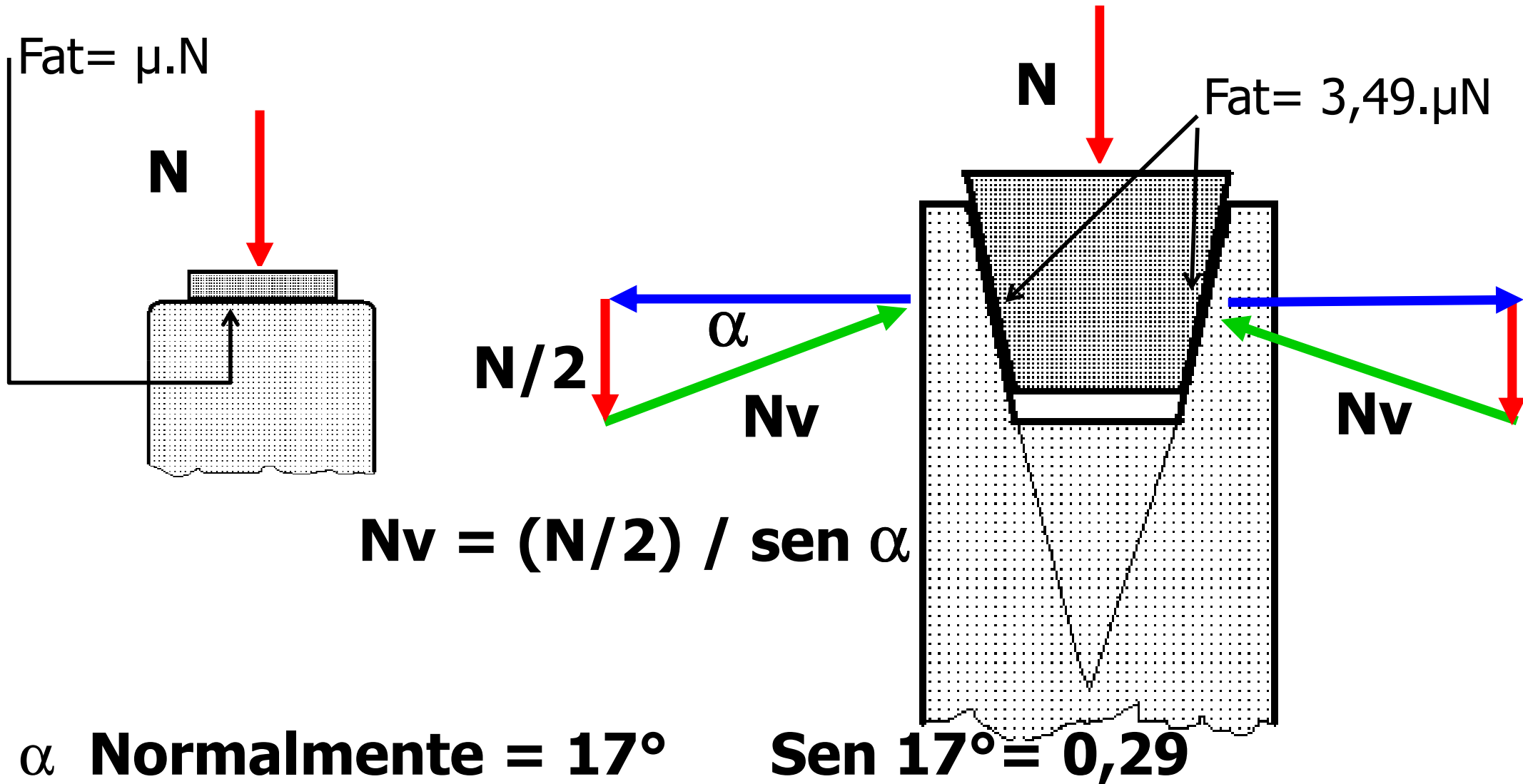
μ = coeficiente de atrito
 α = ângulo de abraçamento

Fio flexível e inextensível



Força Normal x Capacidade de Tração

Correia Plana e Correia em V



$$N_v = (N/2) / 0,29 = N/0,58$$

$$2 N_v = 3,49 N$$

TRANSMISSÃO POR CORREIAS

- A velocidade tangencial de uma transmissão por correias é limitada pela força centrífuga que atua sobre a correia quando a mesma se apoia sobre as polias. A ação desta força centrífuga tende a afastar a correia da polia, reduzindo a pressão existente entre as mesmas e reduzindo a capacidade de transmissão.

2.2.2.1 Tensões nas Correias

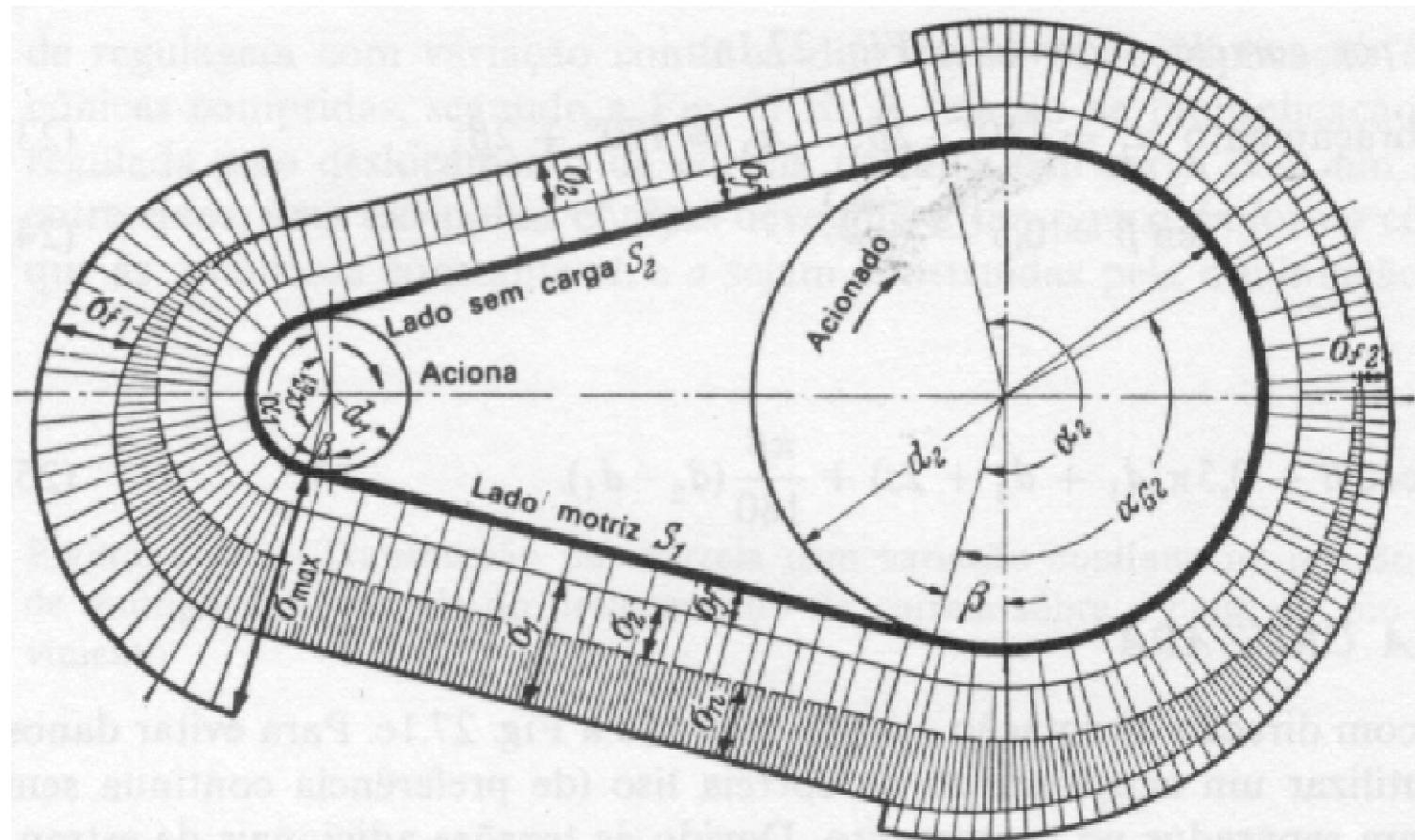
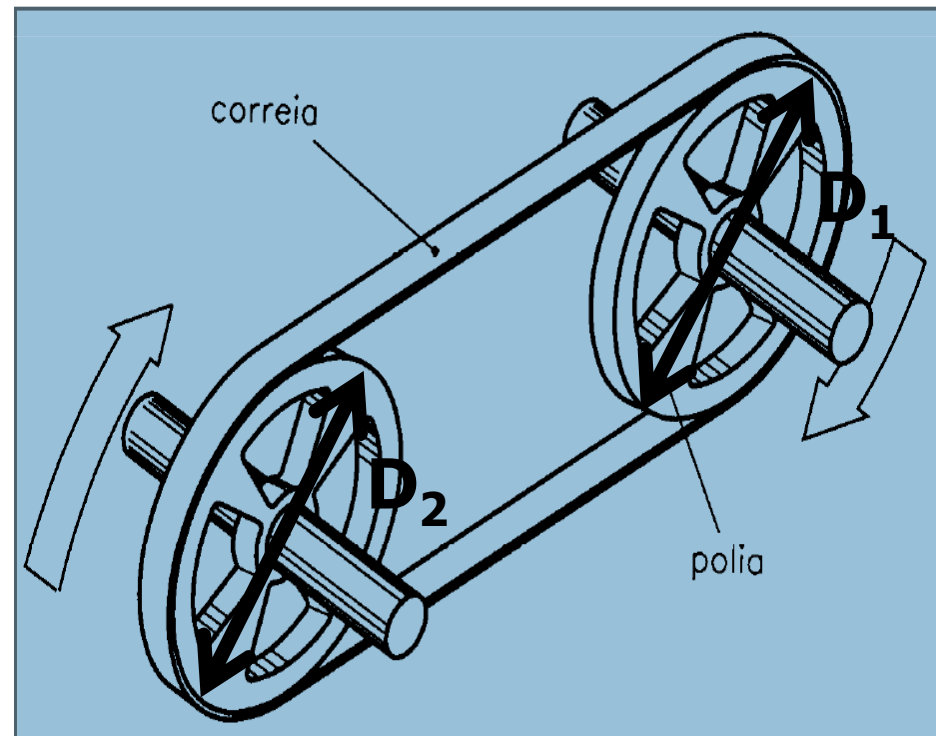


Figura 27.5 – Tensão na correia na transmissão aberta:
 σ_f tensão na força centrífuga; σ_2 tensão no lado vazio;
 σ_1 tensão no lado em carga = $\sigma_2 + \sigma_n$; σ_n tensão
 útil = σ_U ; σ_{f1} , σ_{f2} tensões de flexão nas polias 1 e 2;
 α_G ângulo de escorregamento (no campo da variação
 da tensão devido ao alongamento de deslizamento)

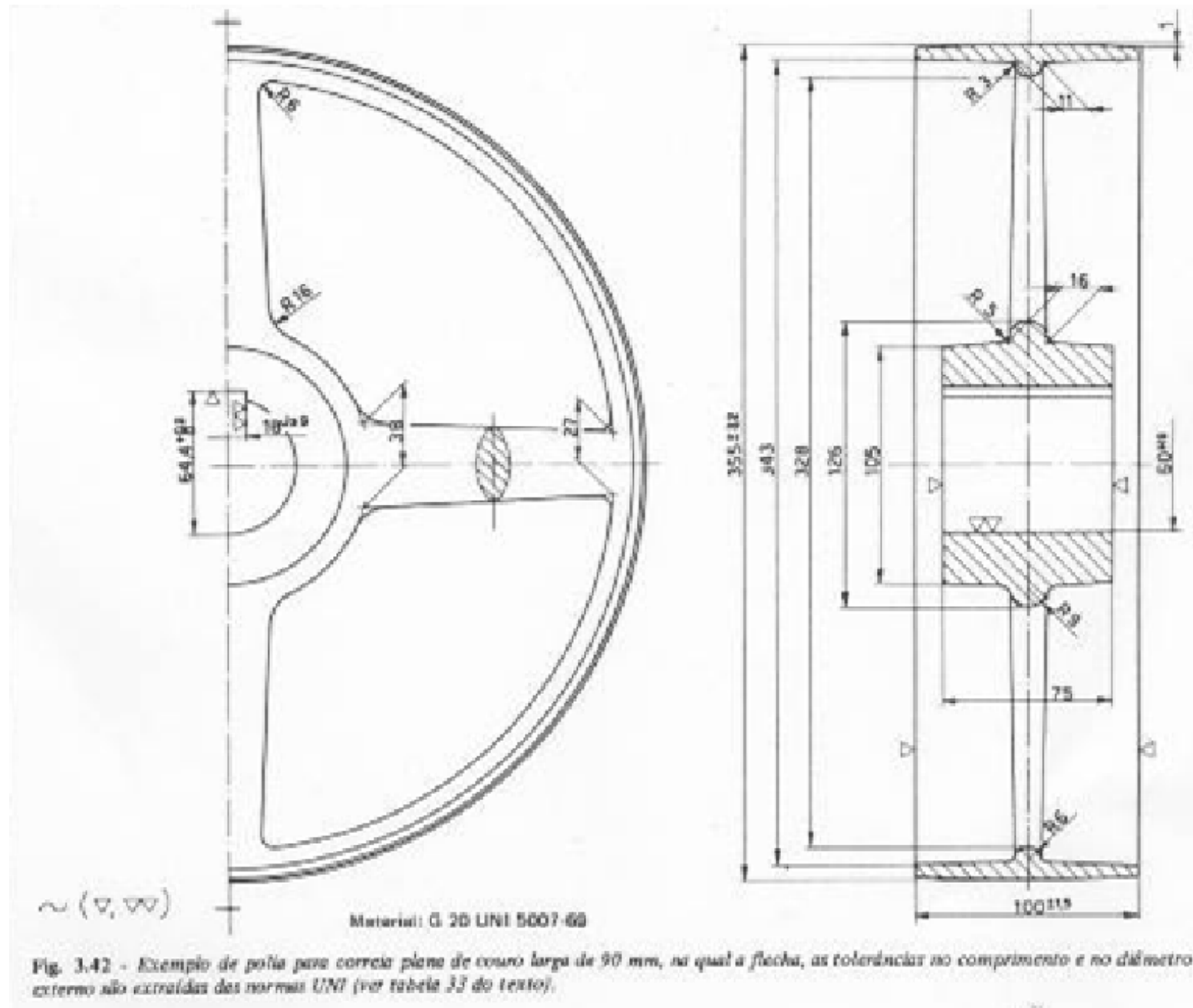
2.2.3 Relação de Transmissão

A relação de transmissão (i) é igual a relação entre os diâmetros primitivos das polias maior (D_2) e menor (D_1) ou seja:

$$i = D_2 / D_1$$

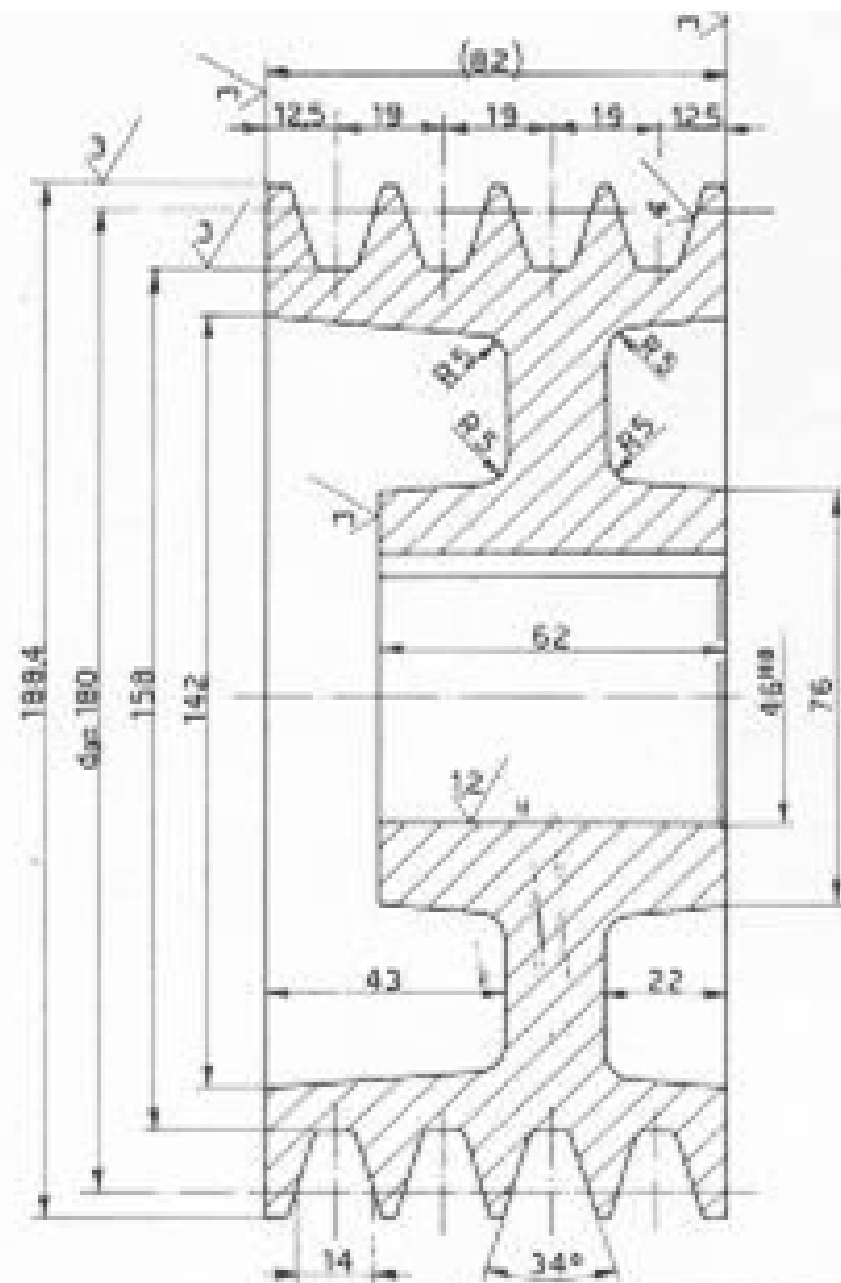
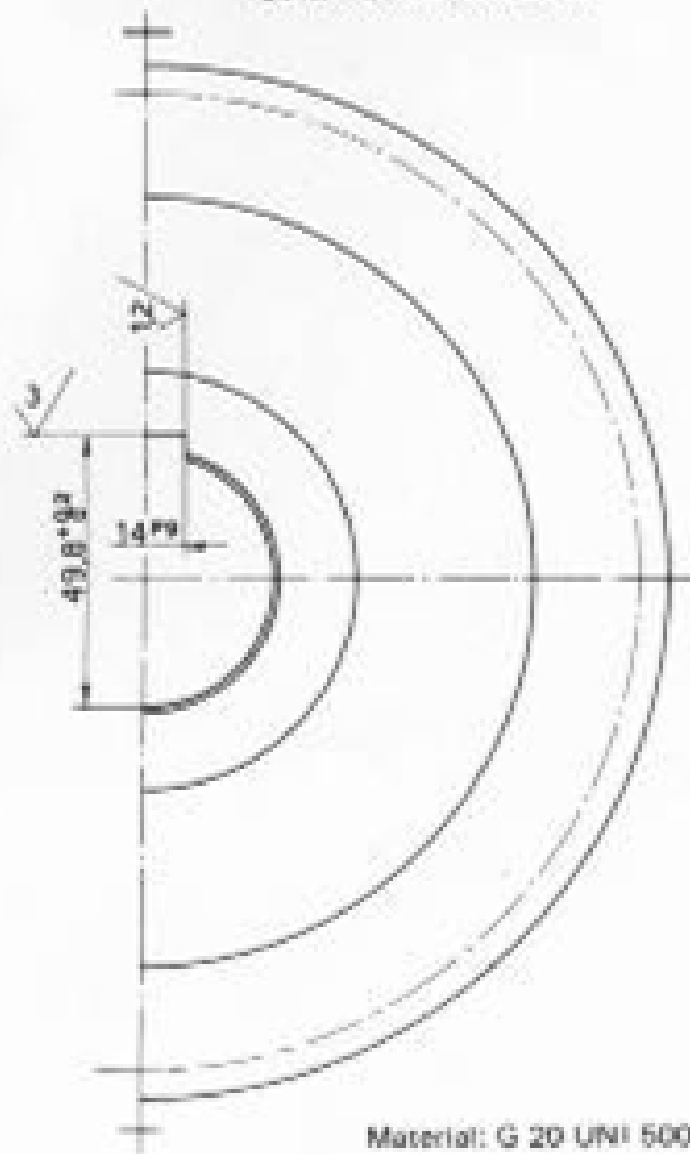


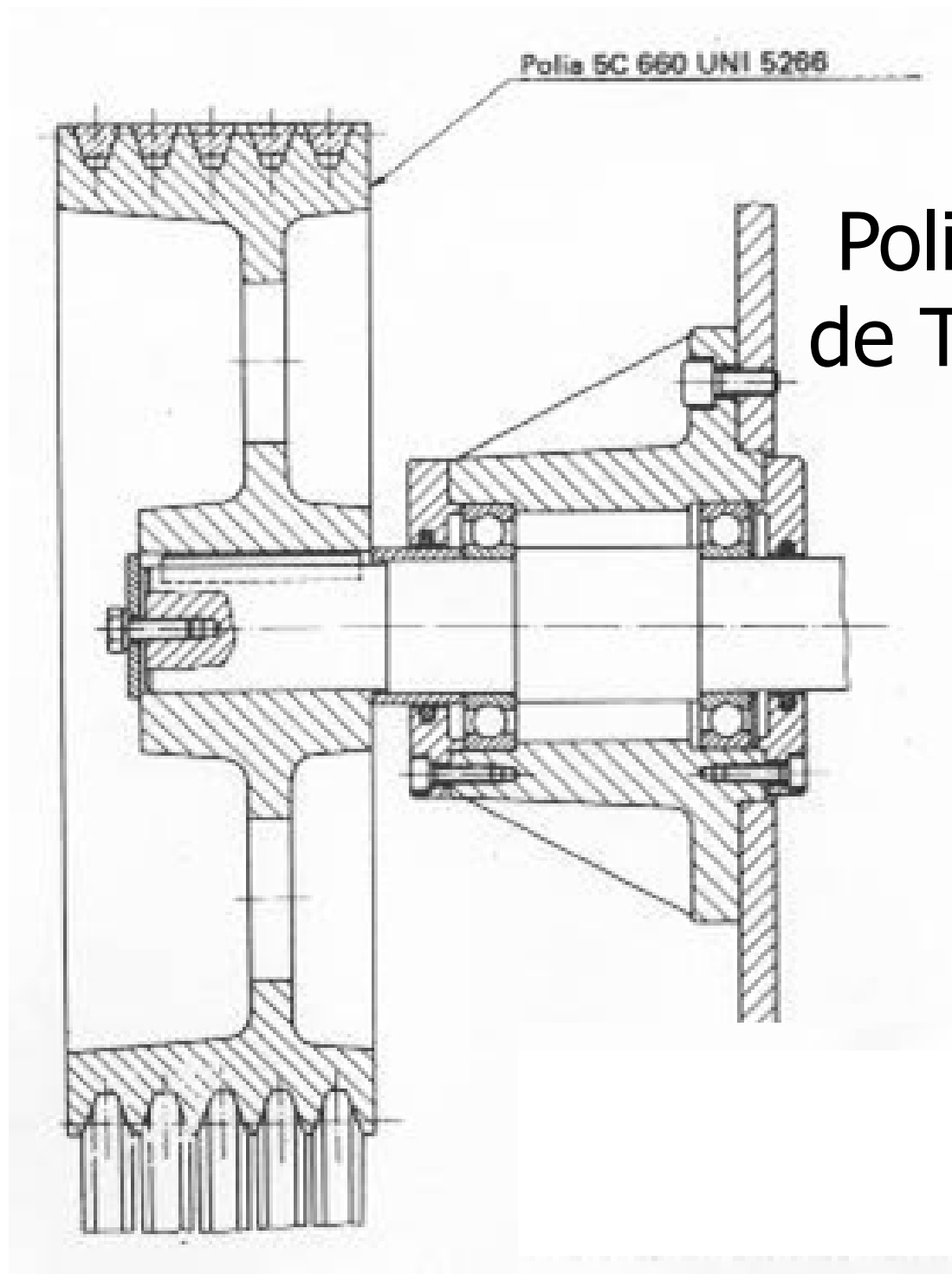
Polia para Transmissão por Correia Plana



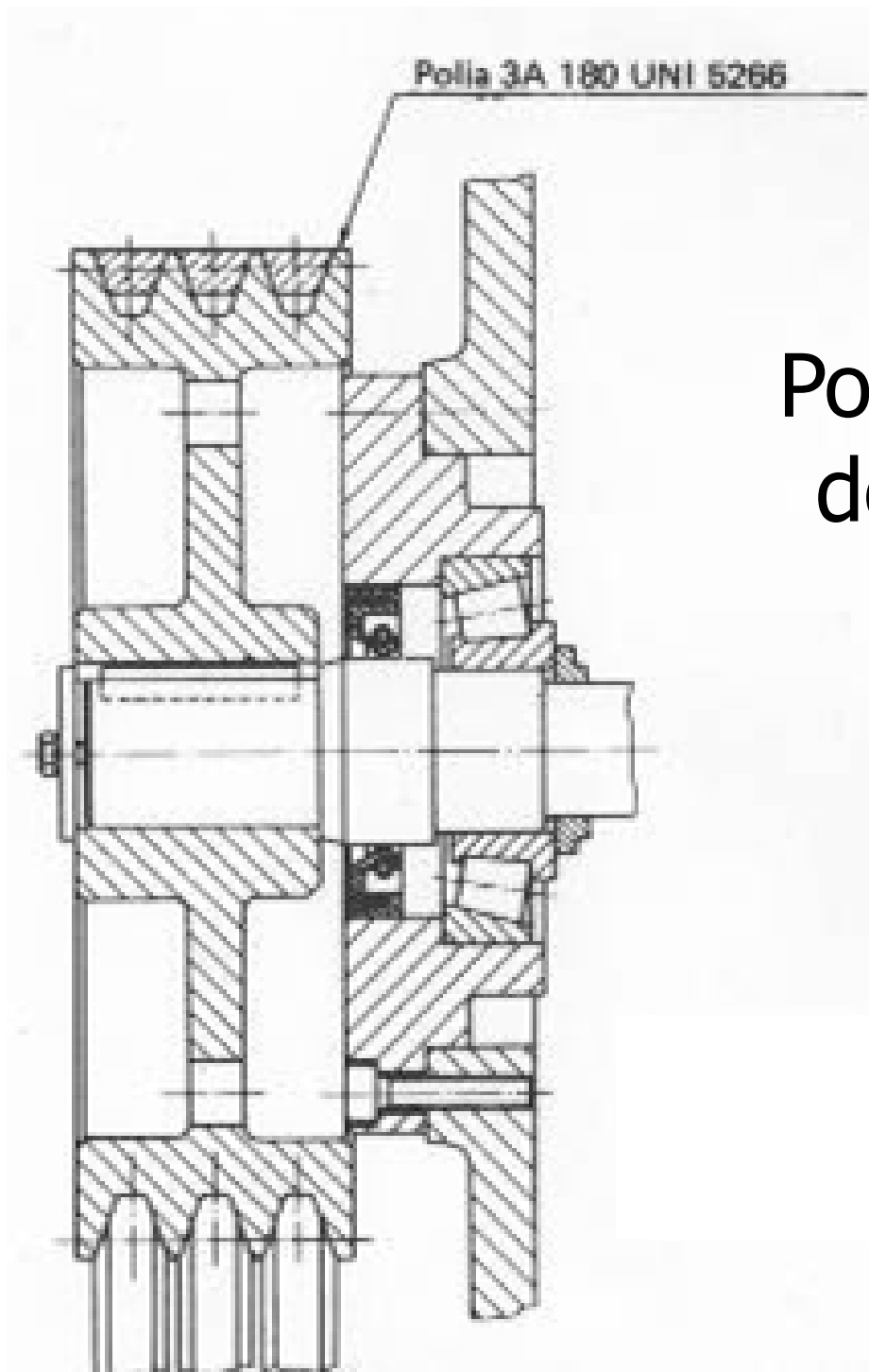
Polia para Transmissão por Correia em V

Fig. 3.43 - Exemplo de polia para correias trapezoidais:
Polia 4 R 180 UNI 5266.



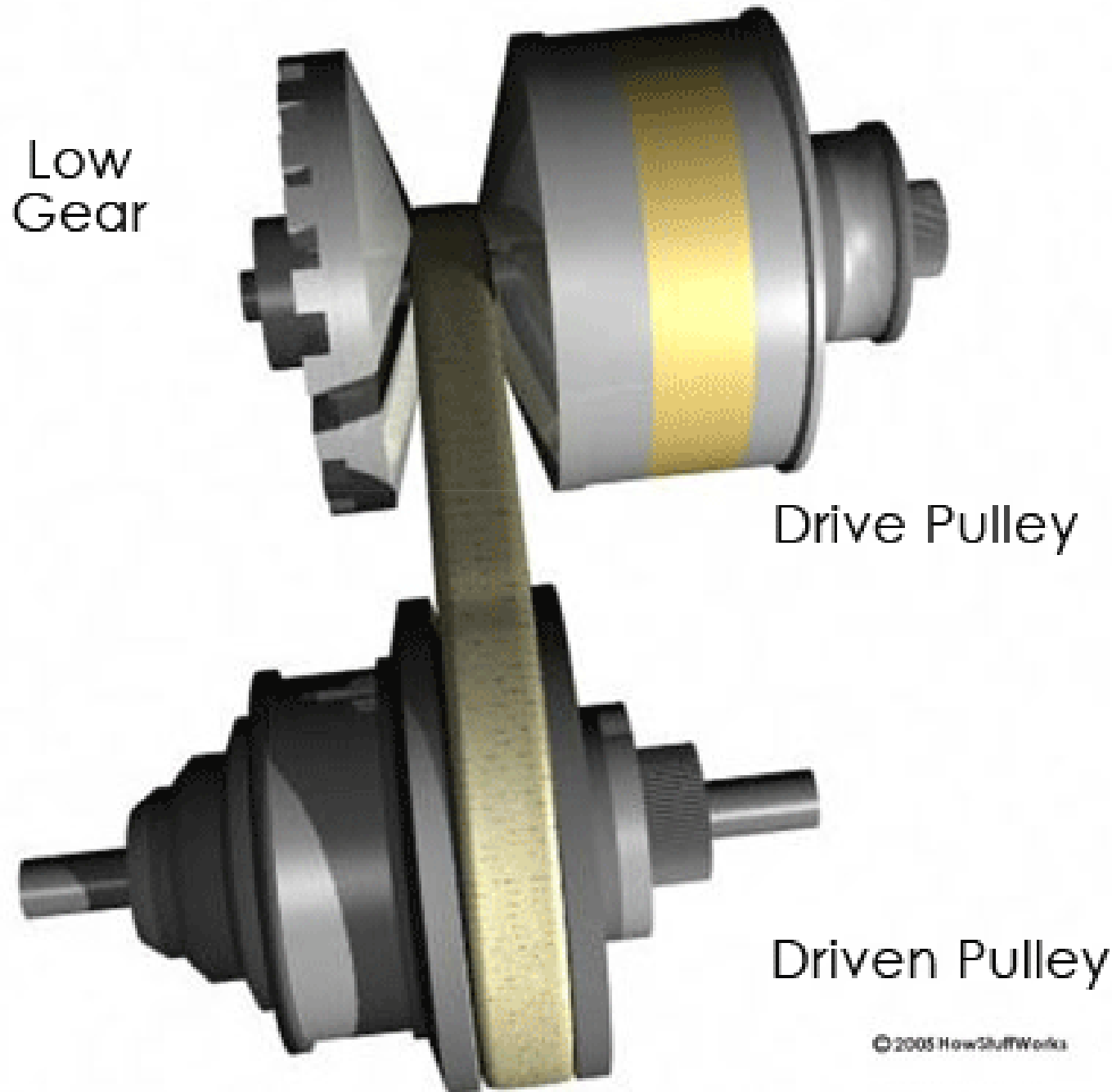


Polia de Acionamento de Tambor de Elevador



Polia de Acionamento de Torno Horizontal

TRANSMISSÃO CONTINUAMENTE VARIÁVEL POR CORREIA "V"



TRANSMISSÕES POR CORREIAS

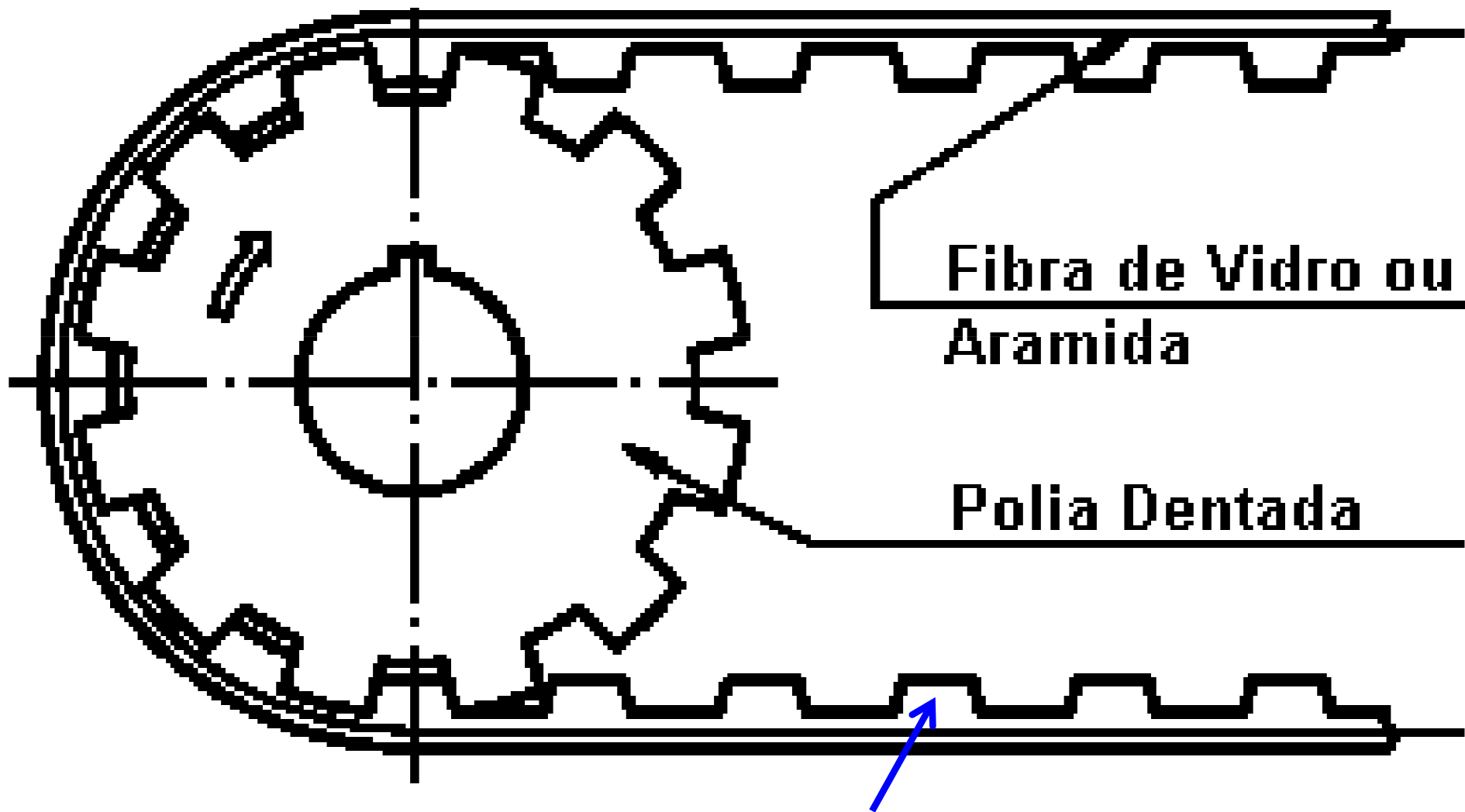
CARACTERÍSTICAS

- projeto não compacto
- projeto simples (elementos padronizados, correias - polias)
- montagem entre eixos paralelos e até com 4 correias em paralelo (para correias trapezoidais)
- escorregamento (1-3%)
- distância entre centros não precisa e pode variar com o uso
- potência de transmissão até 1500 HP
- velocidade tangencial de operação até 26 m/s
- rendimento elevado (95-98%)
- a correia, sendo um elemento flexível, absorve vibrações e choques
- funcionamento silencioso
- vida reduzida das correias

2.2.4 Comparação entre Correias Planas e Correias em "V"

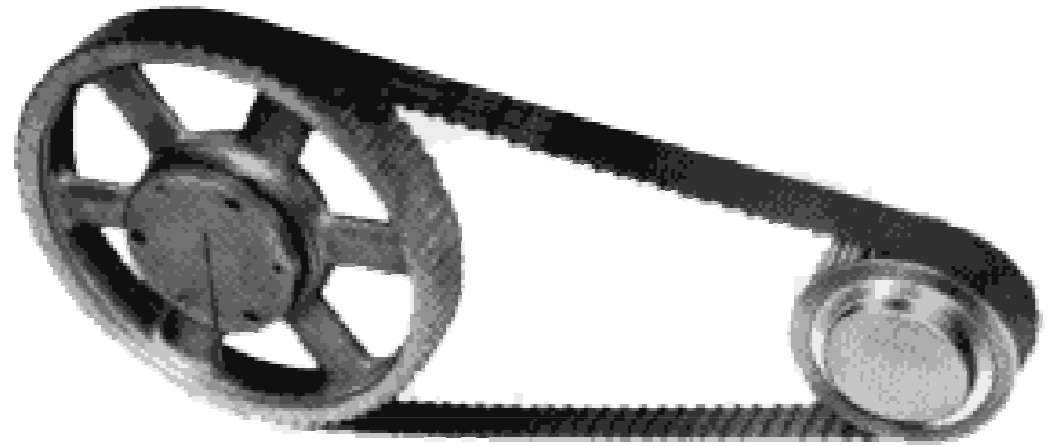
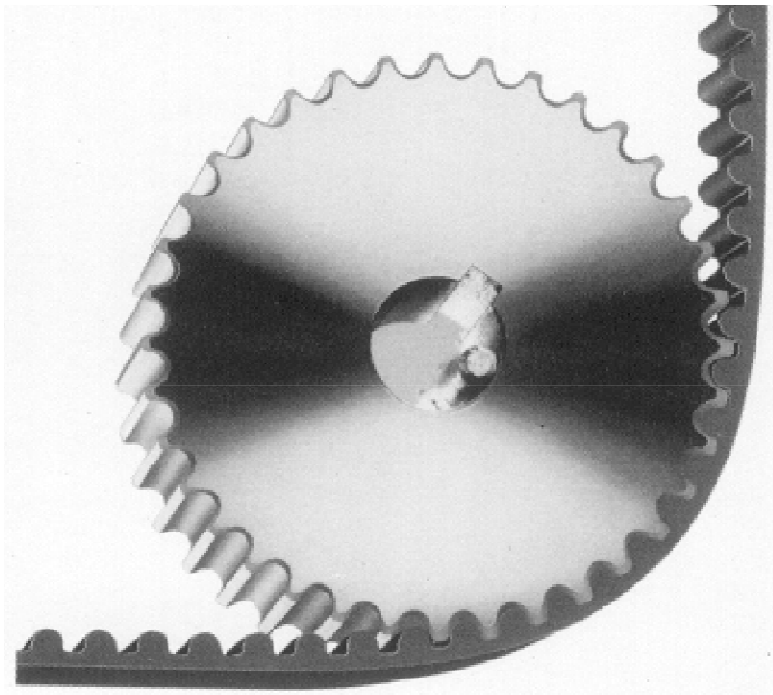
<i>Característica</i>	<i>Correia Plana</i>	<i>Correia "V"</i>
Velocidade	maior	menor
Carga nos Mancais	maior	menor
Relação de transmissão	menor	maior
Capacidade de Operação com mais Correias na Polia	não	sim
Sincronização	não	não

2.2.5 Correias Sincronizadoras

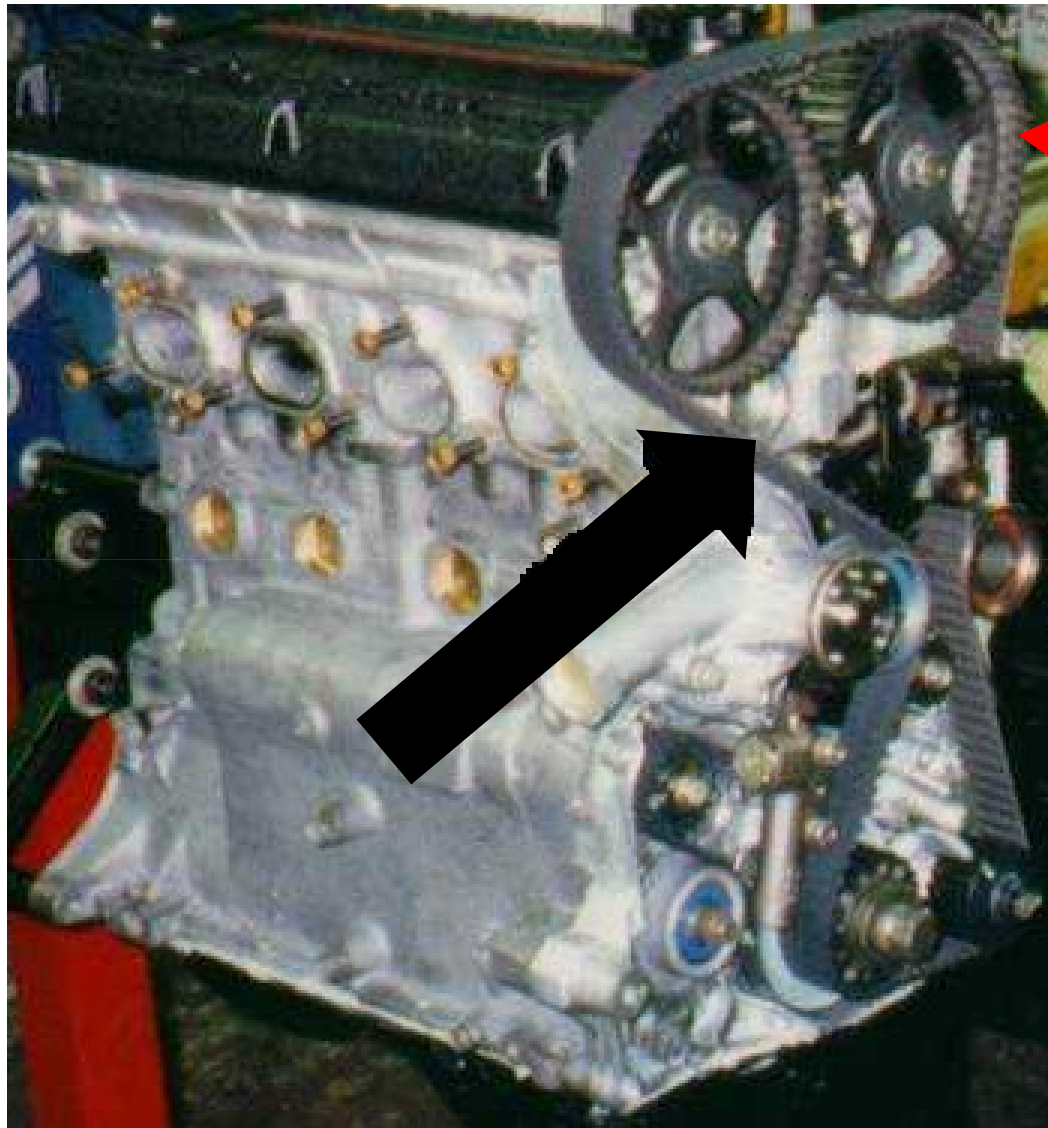


CORREIA SINCRONIZADORA

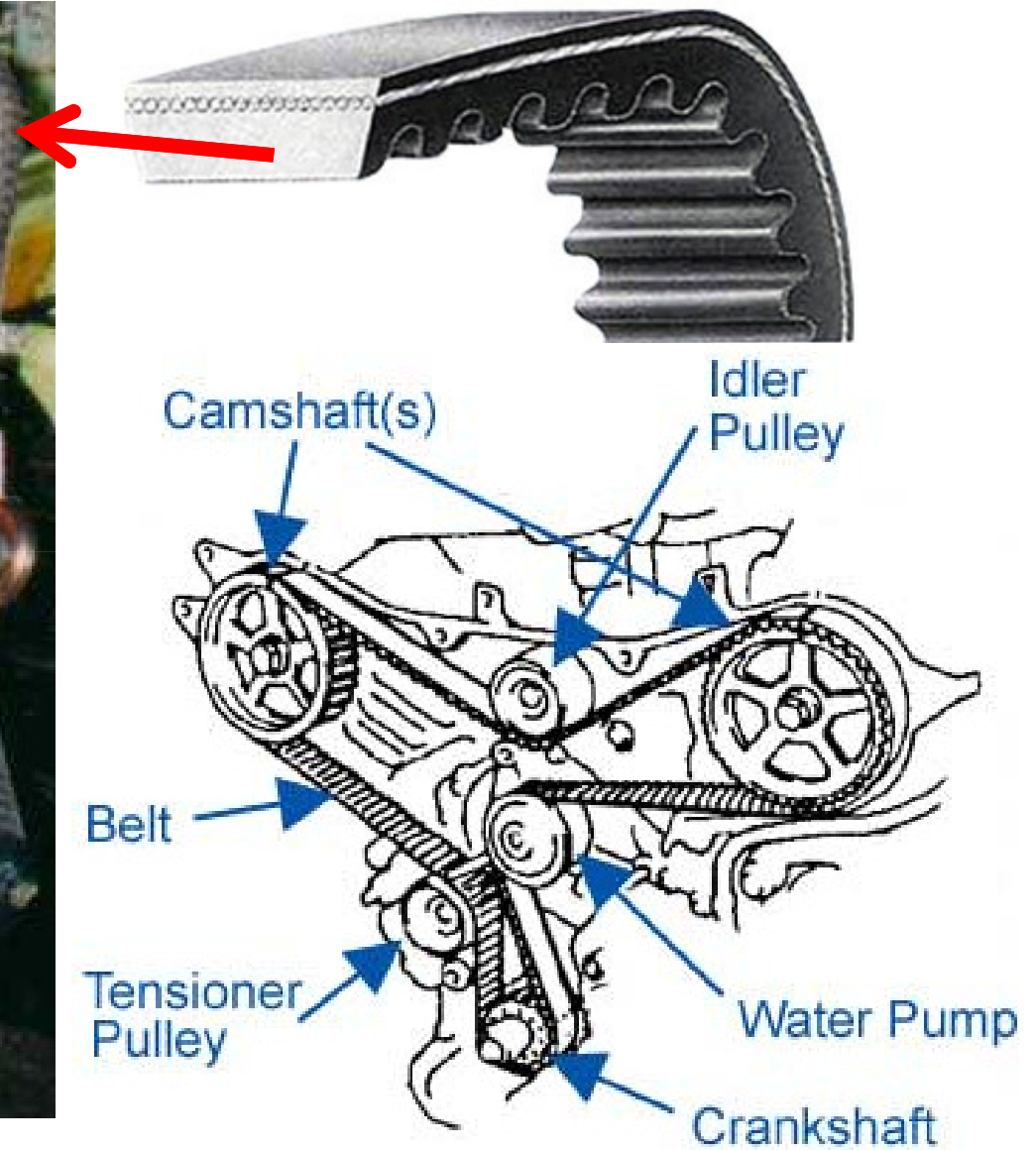
Correias Sincronizadoras (Dentadas)



CORREIAS SINCRONIZADORAS EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA



MOTOR DE 4 CILINDROS



MOTOR DE 6 CILINDROS 40

APLICAÇÕES DE CORREIAS DENTADAS



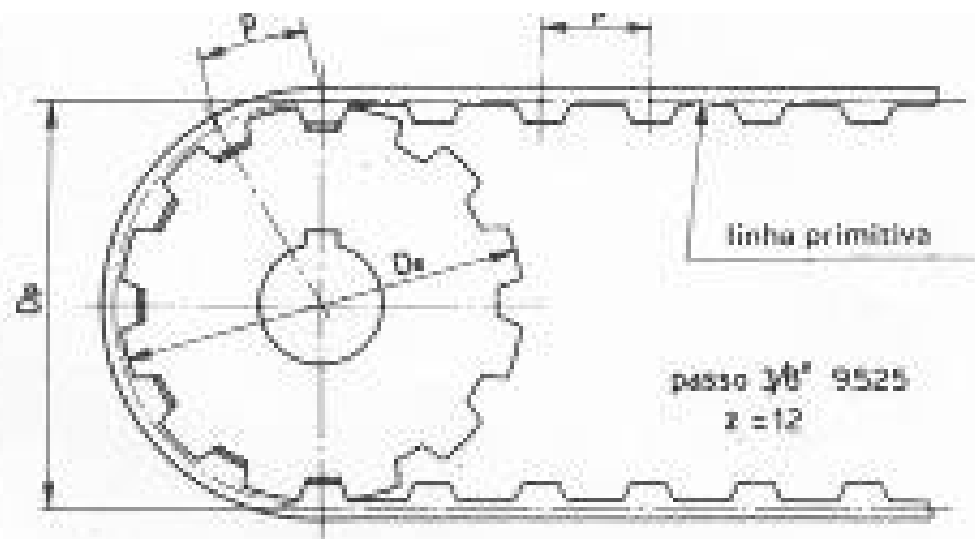


Fig. 3.48 - Exemplo de transmissão mediante correia dentada: a linha primitiva coincide com o eixo do inserto.

DIMENSÕES DOS DENTES DA CORREIA SINCRONIZADORA

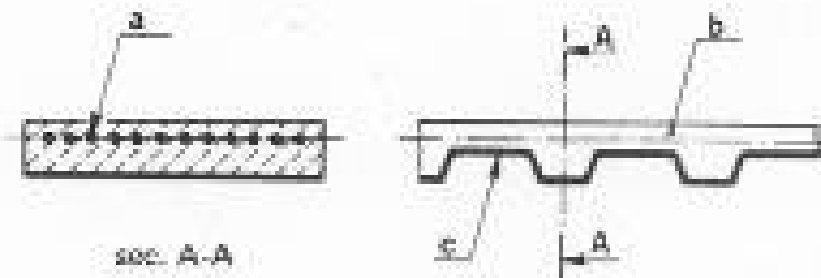


Fig. 3.49 - Vista e seção de uma correia dentada: a) inserto resistente constituído por fios de material de alta resistência; b) corpo da correia em borracha sintética; c) revestimento em nylon dos dentes e da parte interna da correia.

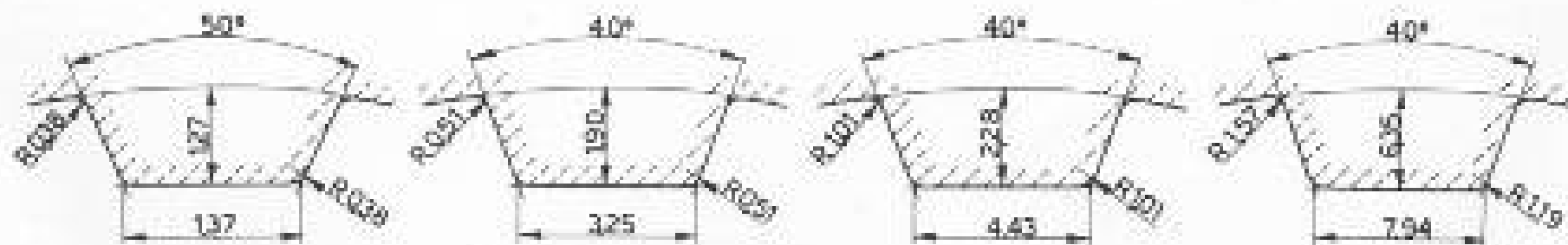


Fig. 3.50 - Dimensões dos quatro tipos de dente das correias POWER GRIP.

DIMENSÕES DE POLIAS FLANGEADAS PARA CORREIAS SINCRONIZADORAS

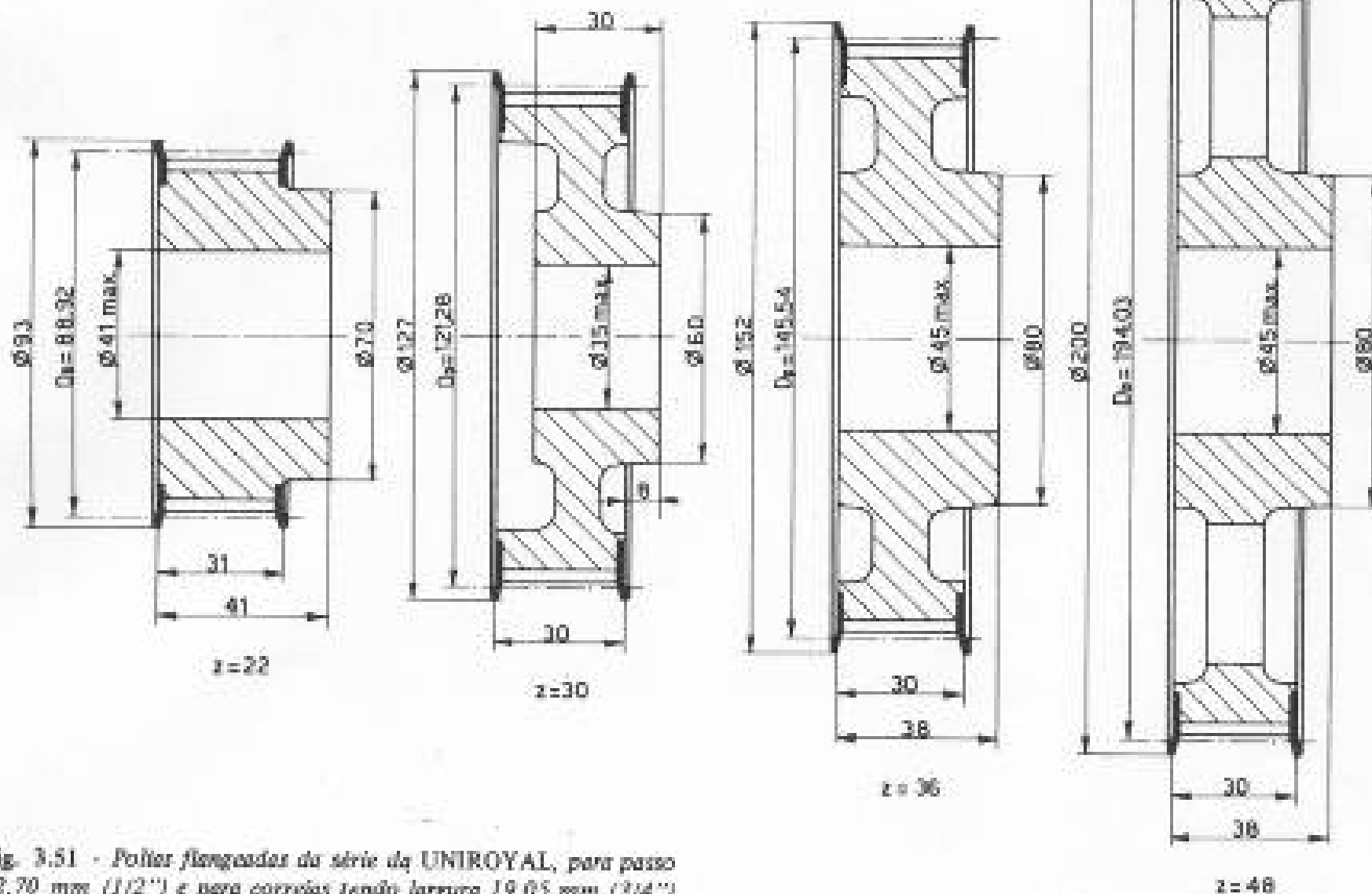


Fig. 3.51 - Polias flangeadas da série da UNIROYAL, para passo 12,70 mm (1/2") e para correias tendo largura 19,05 mm (3/4") e 25,40 (1").

TRANSMISSÕES POR CORREIAS SINCRONIZADORAS

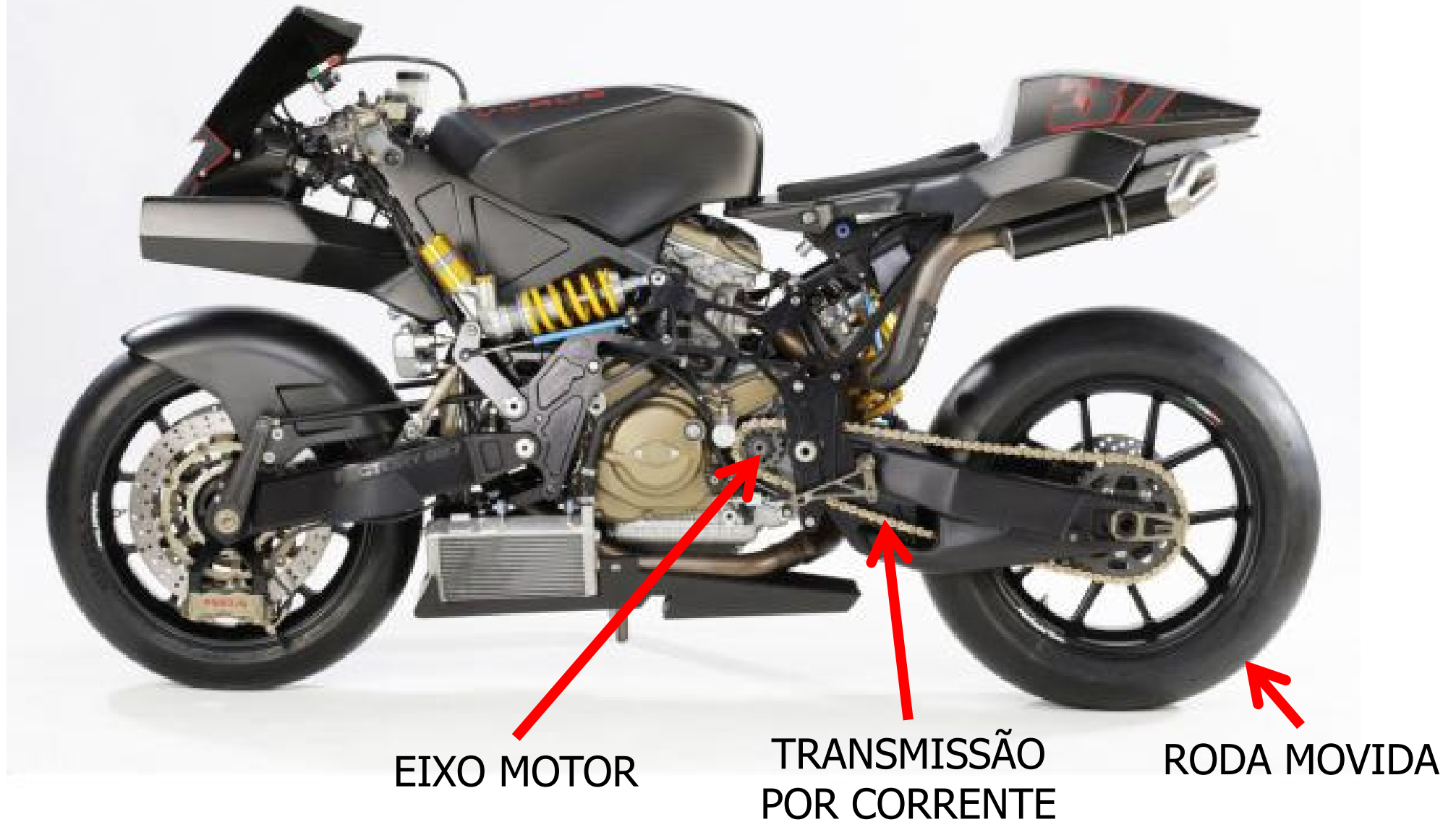
CARACTERÍSTICAS

- Sincronismo entre eixo motor e movido
- Menor peso
- Menor raio de dobramento
- Maiores velocidades
- Menores conjugados
- Maior custo (correia e polias)

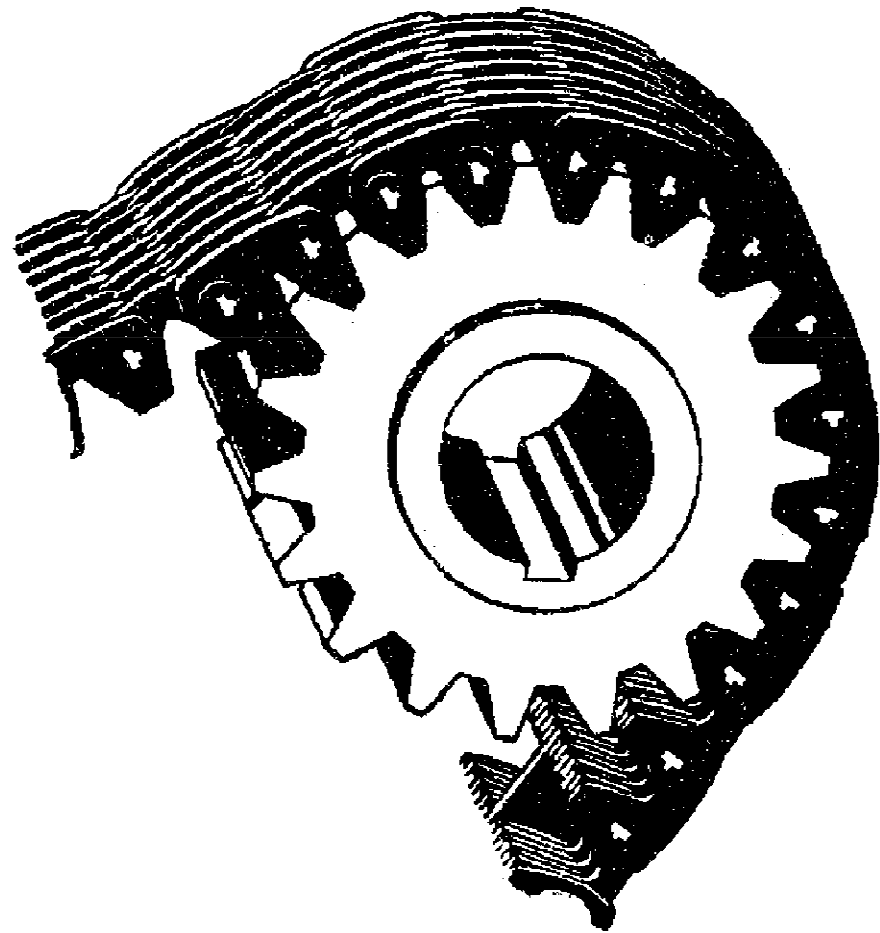
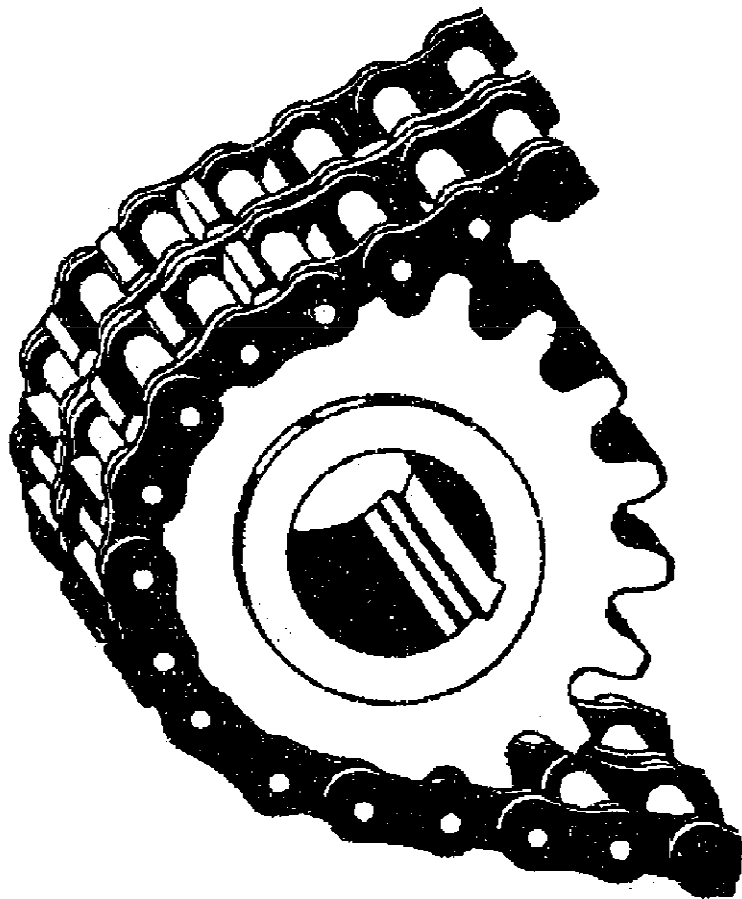
2.3 Transmissões por Correntes

A transmissão por **corrente** é alternativa à transmissão por correias quando se deseja transmitir potência entre eixos paralelos distantes entre si. Neste tipo de transmissão emprega-se a corrente, que é um elemento formado por elos padronizados, montados sobre uma roda dentada. Há contacto entre partes da corrente e os dentes da roda dentada, sendo que é através deste contato que se observa a transmissão de potência.

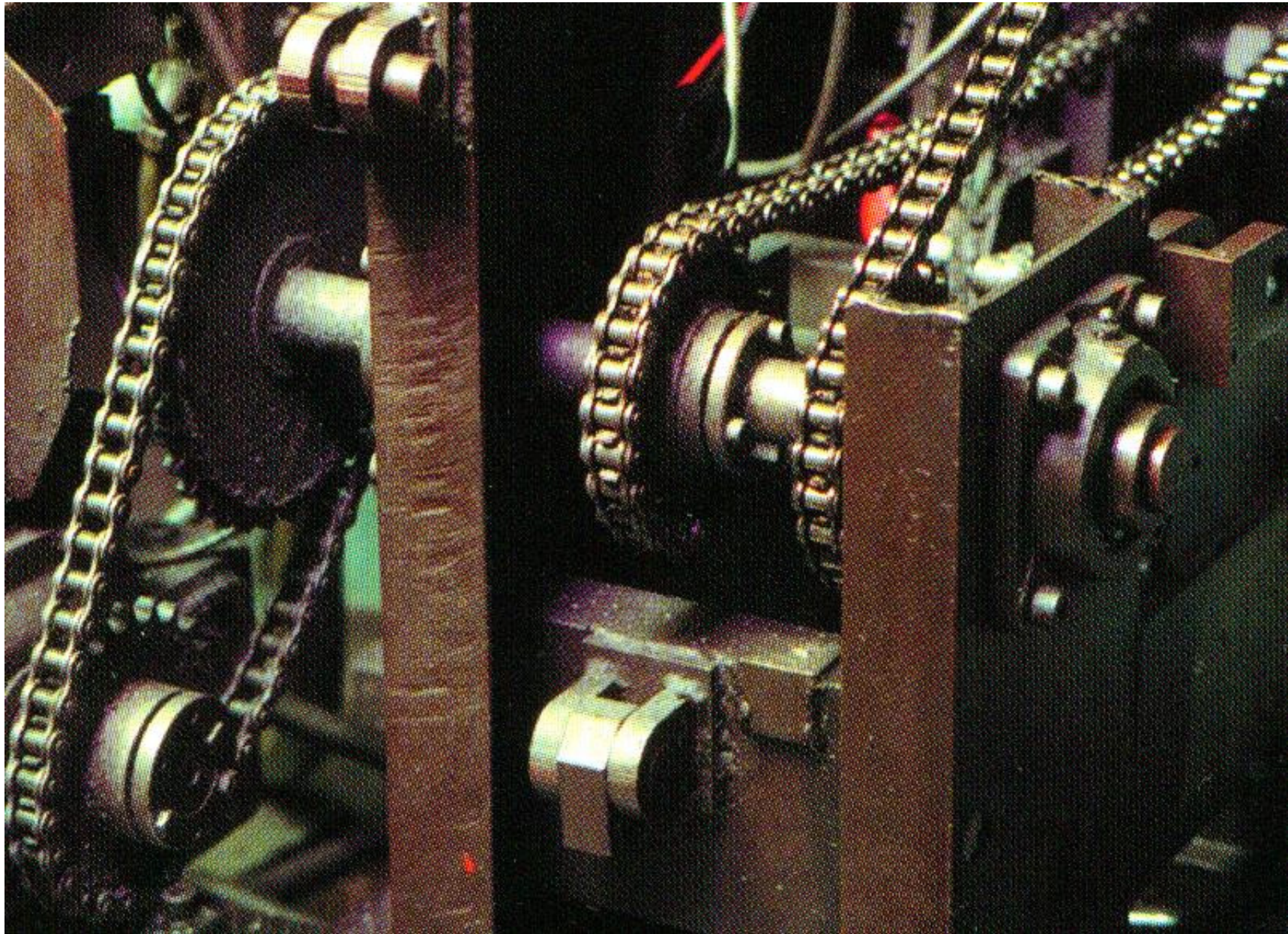
MOTOCICLETA COM TRANSMISSÃO POR CORRENTE



CORRENTES E RODAS DENTADAS



ACIONAMENTOS POR CORRENTES



TIPOS DE CORRENTES



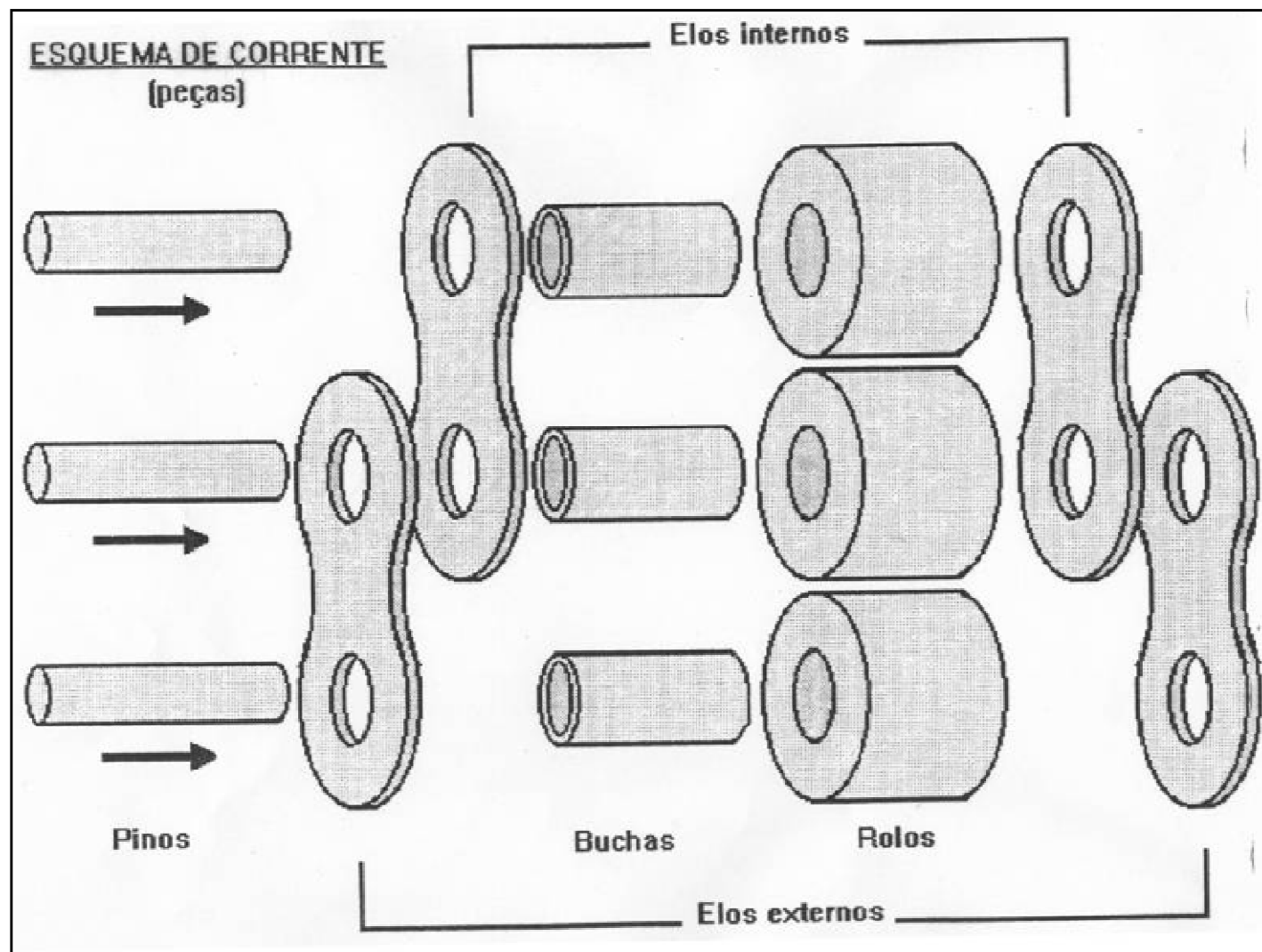
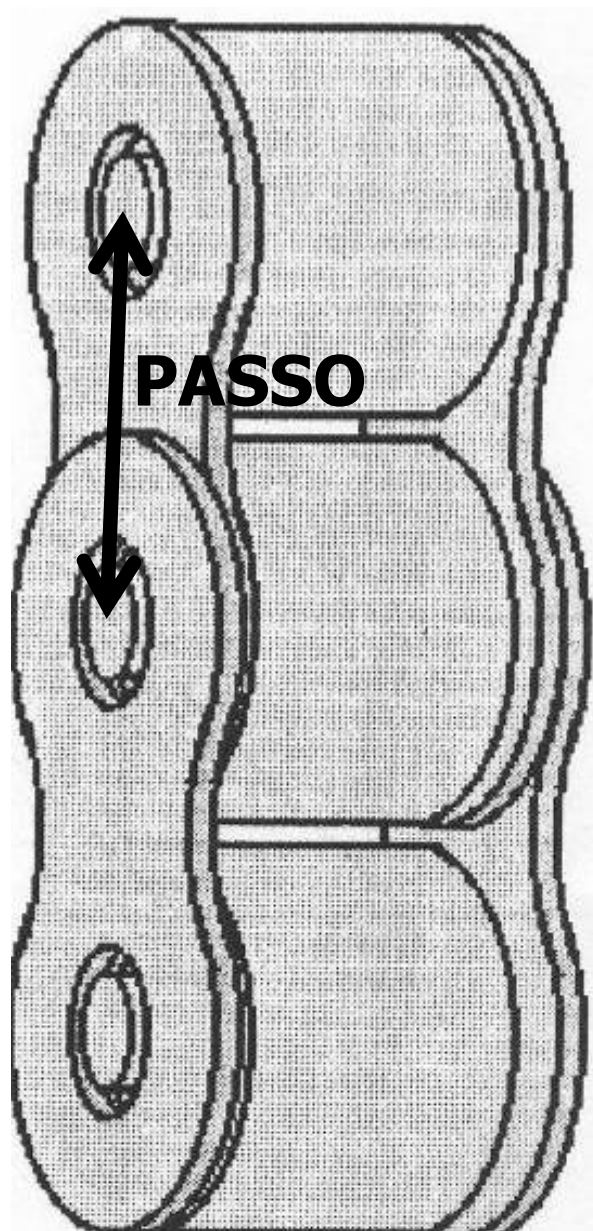
Ferramenta para Emenda de Corrente



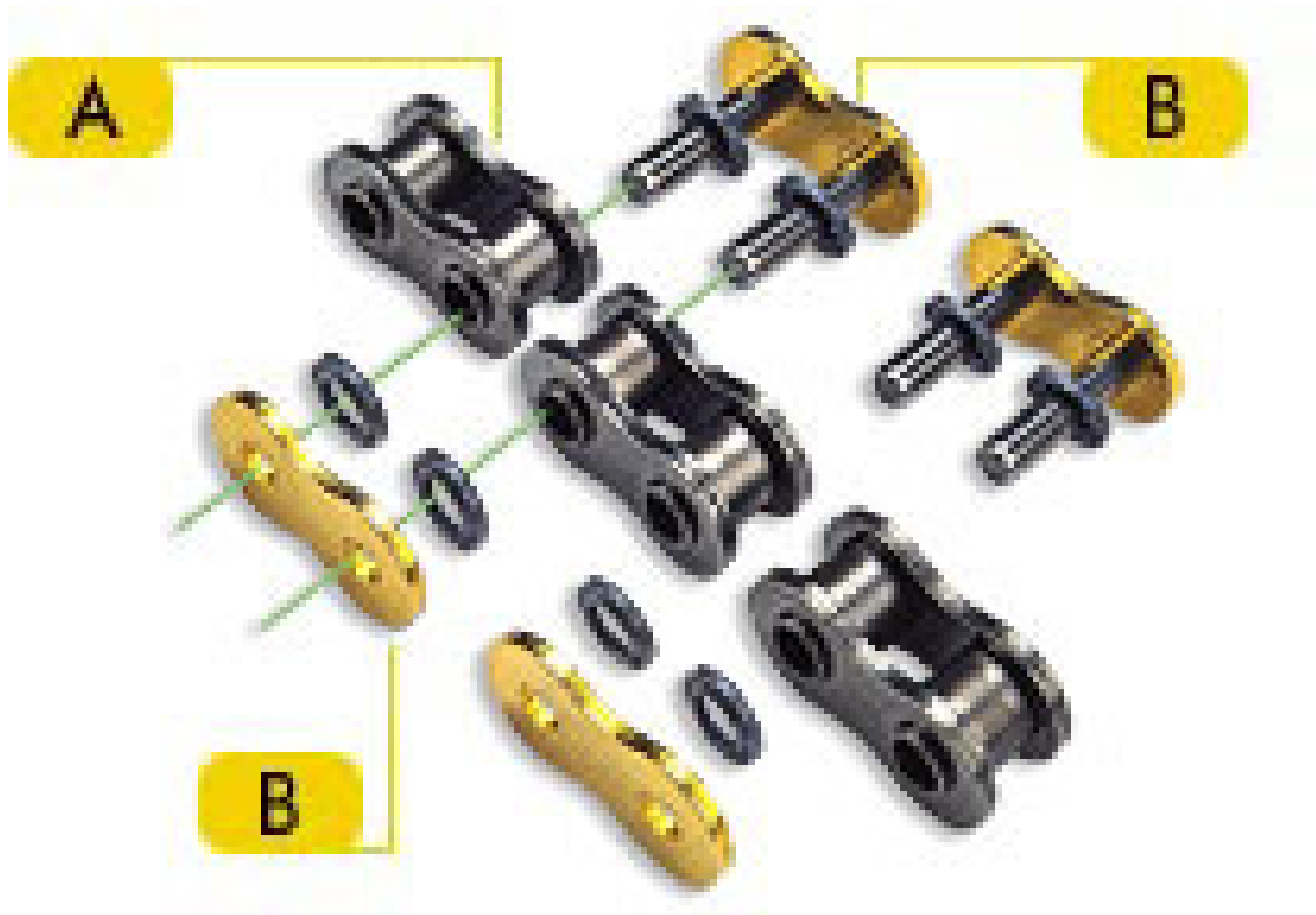
TRANSMISSÃO POR CORRENTE

- As correntes são elementos padronizados, significando que a geometria e as dimensões dos elos são definidas por normas técnicas. Conseqüentemente, a geometria dos dentes da roda também é padronizada, a fim de garantir a montagem dos elos da corrente. As correntes são especificadas em função do seu **passo**, ou seja, a distância entre os pontos de articulação de um elo.

CORRENTE DE ROLOS MONTADA E DESMONTADA



CORRENTE DE ROLOS COM VEDAÇÃO E LUBRIFICAÇÃO PERMANENTE



TRANSMISSÃO POR CORRENTE

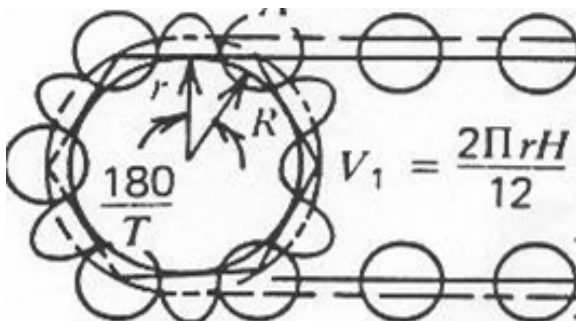
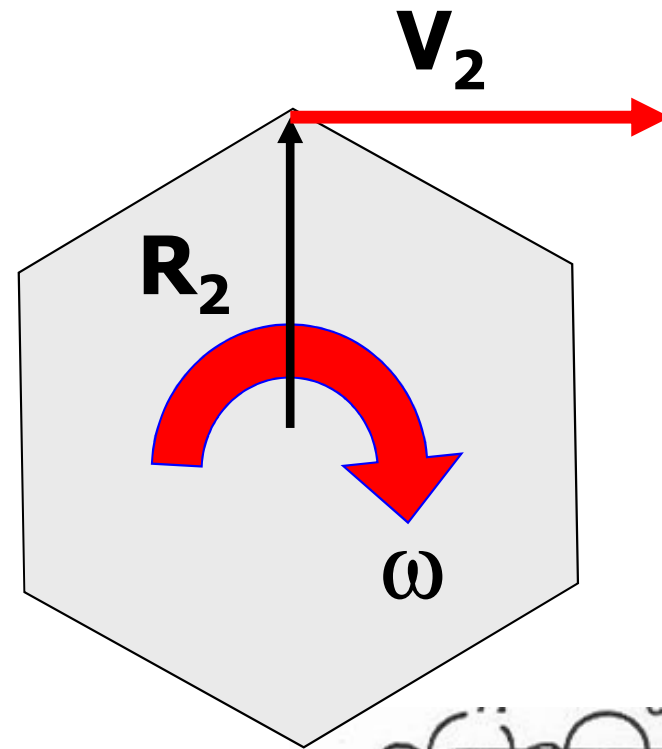
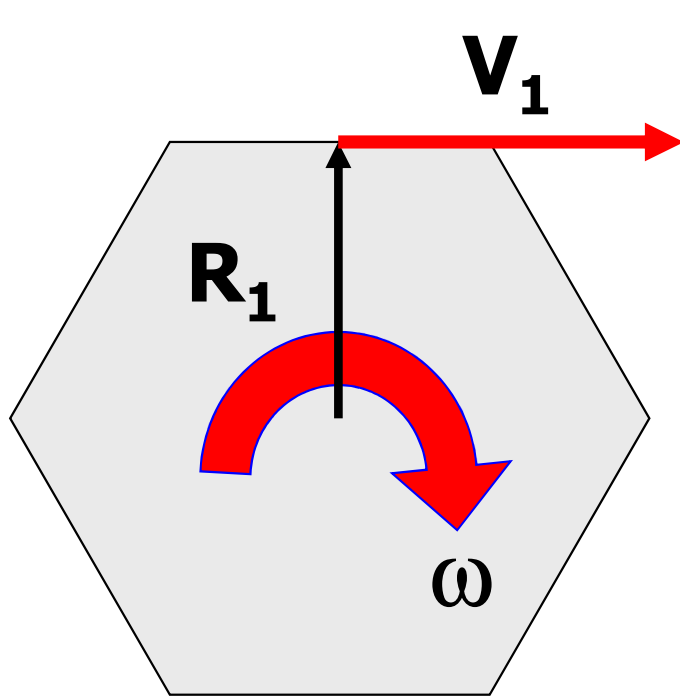
- Como há contato entre os dentes da roda e os elos da corrente, há a imperiosa necessidade de lubrificar tais elementos, a fim de evitar o desgaste.
- A transmissão por corrente apresenta como modo de falha básico a fadiga das talas (porção lateral) dos elos da corrente, fadiga superficial dos rolos e buchas, além do desgaste entre pinos e buchas.

TRANSMISSÃO POR CORRENTE

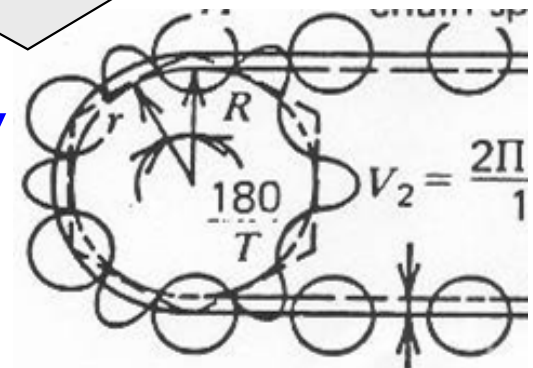
- A transmissão por corrente é sincronizada, porém a mesma não apresenta uma relação de transmissão constante, pois ocorre o chamado “efeito poligonal”. Este efeito ocorre em virtude da forma de encaixe da corrente à roda, o qual forma um polígono e não um arco de circunferência como nas correias.

EFEITO POLIGONAL NAS CORRENTES

$$R_2 > R_1 \longrightarrow V_2 > V_1, p/\omega = \text{cte}$$



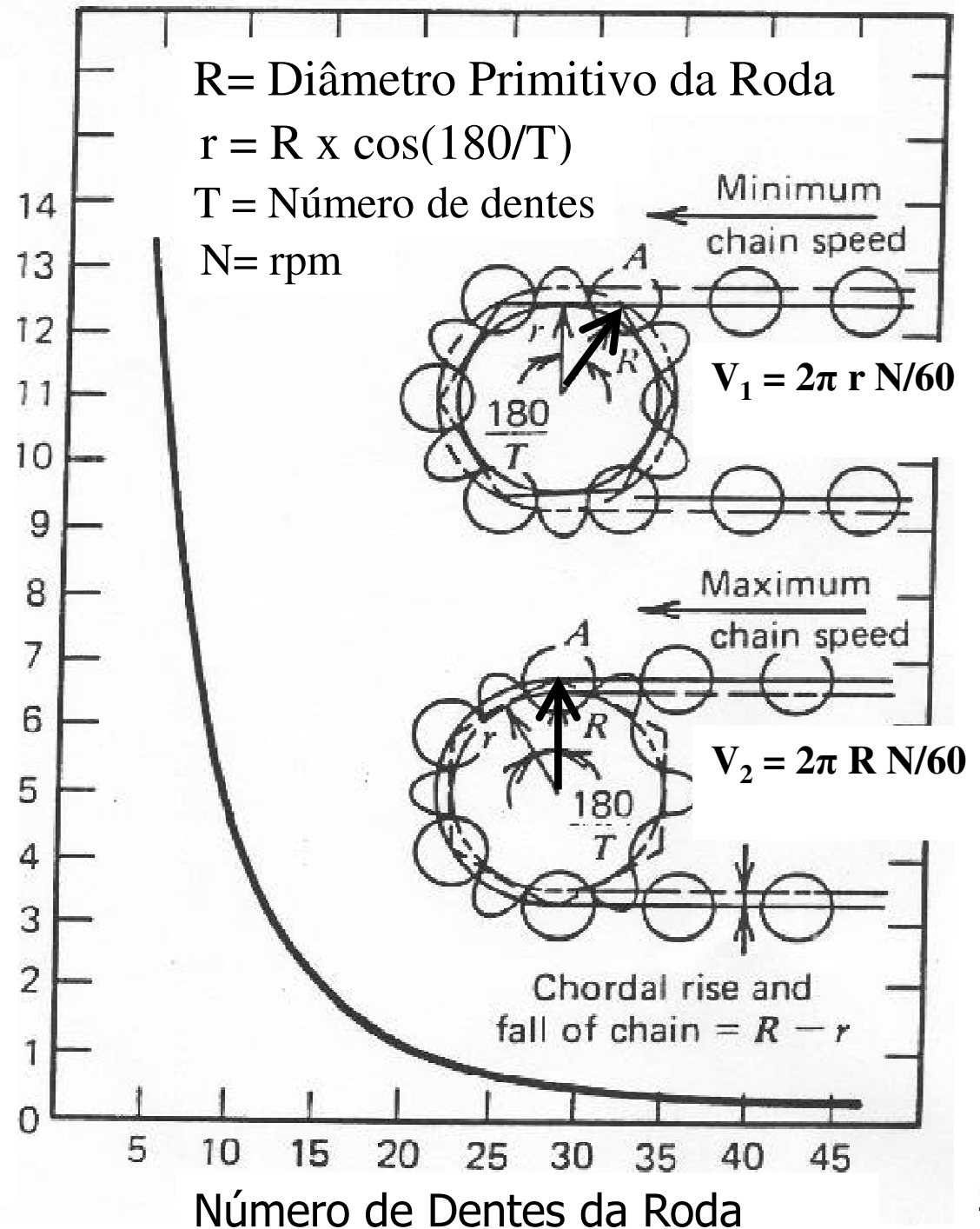
“Pinhão com 6 dentes”



EFEITO POLIGONAL NAS CORRENTES

rpm = rotações por minuto

Variação Percentual de Velocidade $[(V_2 - V_1)/V_2] \times 100$



EFEITO DO DESGASTE NA CORRENTE

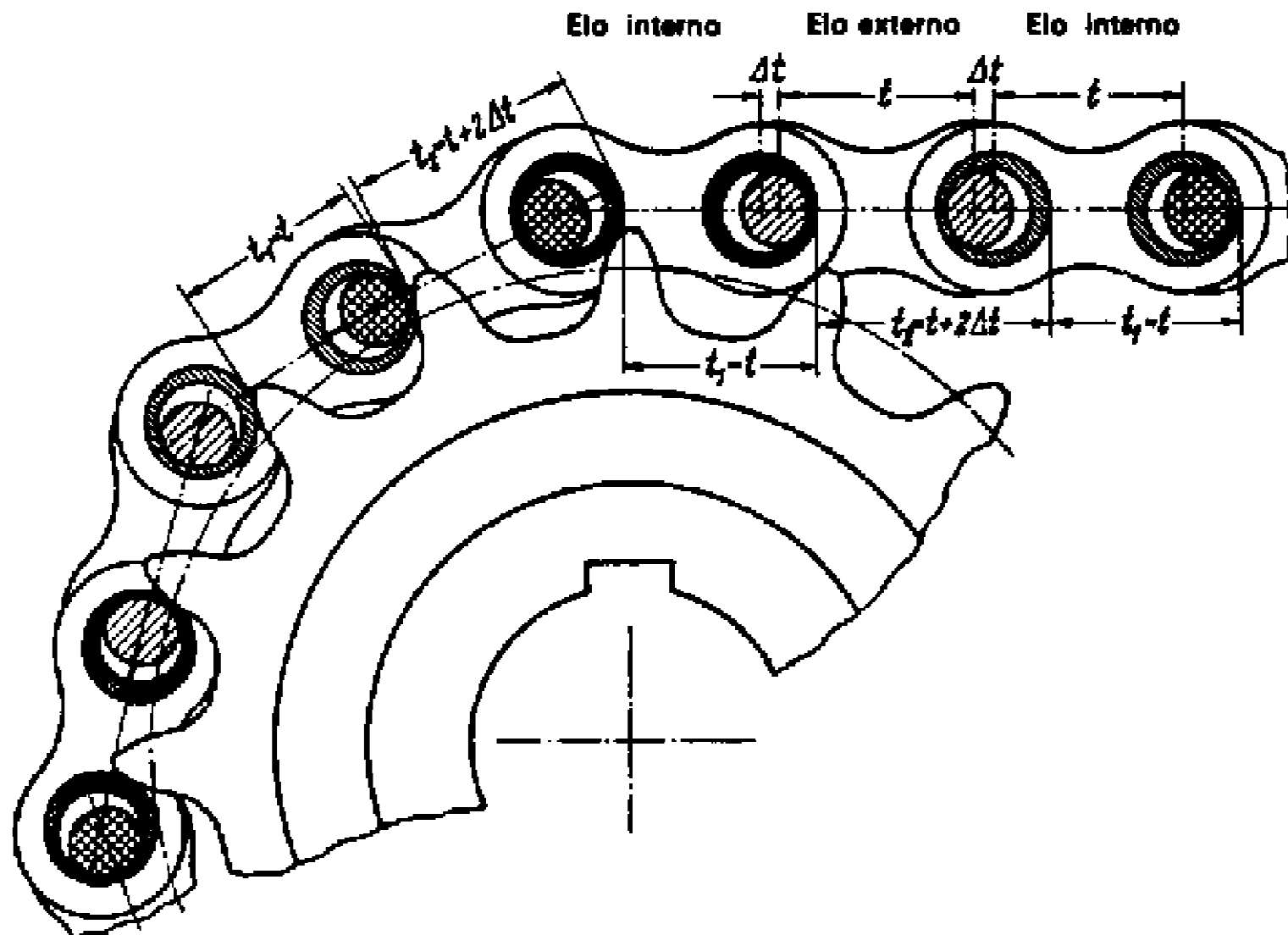


Figura 26.29 – Apoio desigual de uma corrente de buchas sobre uma engrenagem de corrente devido ao desgaste

Transmissões por Correntes

CARACTERÍSTICAS

- projeto não compacto
- montagem entre eixos paralelos
- uma só corrente pode acionar várias rodas
- sem escorregamento
- distância entre centros não precisa
- relação de transmissão até 6
- potência de transmissão até 5000 HP
- velocidade tangencial de operação até 17 m/s e rotações de até 5000 rpm
- rendimento elevado (97-98%)
- custo reduzido (85% das transmissões por engrenagens)
- elementos padronizados (correntes e rodas dentadas)