

TRANSMISSÕES POR CORRENTES

Prof. Marcelo A. L. Alves

1. Introdução

De maneira similar às transmissões por correia, as transmissões por corrente são empregadas para transmitir potência entre eixos separados por distâncias relativamente grandes, com separação entre centros da ordem de até 10 metros. Além de transmissão de potência, algumas correntes são usadas em transportadores. Entretanto estes tipos de corrente estão fora do escopo desta apostila e não serão discutidos.

A transmissão consiste basicamente de, pelo menos, duas engrenagens de corrente montadas nos eixos e unidas pela corrente. Não é raro encontrar uma corrente acionando várias engrenagens de corrente, conforme apresentado na figura 1.1a. Uma engrenagem de corrente (*sprocket*) é uma roda dentada na qual a corrente irá se encaixar transmitindo assim um esforço tangencial por tração positiva, de modo similar a uma correia sincronizadora (como mostrado na figura 1.1b).

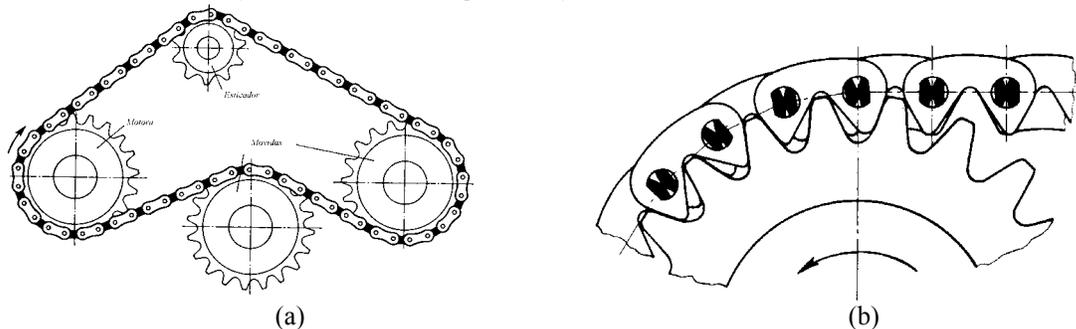


Figura 1.1. (a) Acionamento de múltiplas engrenagens de corrente; (b) Encaixe da corrente na engrenagem. [Decker]

A corrente, nas suas mais diferentes formas construtivas, consiste num conjunto de elos articulados. O formato e a construção destes elos é que irá diferenciar os tipos de corrente existentes.

Ainda em comparação com as correias, as correntes são capazes de transmitir um torque mais elevado devido ao fato da corrente ser mais resistente que a correia, além de não existir escorregamento.

Como desvantagens das transmissões por correntes pode-se enumerar, entre outras:

- Limite nas velocidades da corrente. Este limite é da ordem de 15 m/s e existe pois a corrente é consideravelmente pesada (comparando com a correia). Logo, no caso de velocidades excessivas, as correntes podem vir a falhar ou ter sua vida útil reduzida por ação de esforços devidos à força centrífuga ou às vibrações
- Os eixos obrigatoriamente devem ser paralelos e as engrenagens de corrente devem estar num mesmo plano, sob pena de haver desmontagem ou falha da corrente.
- Necessidade de lubrificação da corrente para redução do atrito entre os componentes desta.
- Variação na velocidade da corrente devido ao **efeito poligonal**, a ser discutido posteriormente. Conseqüentemente a relação de transmissão deixa de ser constante.

Os tipos principais de corrente são:

- **Correntes de rolos** (figura 1.2). São compostas de quatro elementos básicos. As talas internas e externas (2) são unidas entre si por meios de pinos (1) e buchas (3). Sobre as buchas são montados os rolos cilíndricos (4). Estes podem girar sobre as buchas e ao entrarem em contato com os dentes das engrenagens de corrente, estes rolos executam um rolamento sobre as superfícies dos flancos dos dentes. Este tipo de corrente é o mais usado.
- **Correntes de buchas**. Similares às correntes de rolos. Entretanto, não possuem estes elementos. Os pinos e as buchas tem diâmetros maiores que os das de rolos. Estas correntes apresentam uma eficiência menor. Isto é devido ao fato de haver escorregamento das buchas em relação aos dentes da engrenagem de corrente. Esta também é a razão para o maior desgaste e ruído das correntes de buchas. (figura 1.3)

- Correntes silenciosas.** Sobre cada pino articulado há várias talas dispostas uma ao lado da outra, sendo que talas pertencentes a elos consecutivos alternam-se ao logo dos pinos (figura 1.4). Esta forma construtiva permite que sejam feitas correntes largas e bastante resistentes a esforços de tração. Em comparação com os outros tipos de corrente, as silenciosas, de fato produzem menos ruído. No entanto necessitam de maiores cuidados de manutenção e de lubrificação, além de serem mais custosas. Para evitar que este tipo de corrente saia da engrenagem durante o movimento, existe uma tala-guia (figura 1.4), que pode ser instalada no meio da largura da corrente ou nas laterais. Neste tipo de corrente os pinos de articulação são basculantes e tem movimento restrito a, aproximadamente, 30° . Desta maneira o número mínimo de dentes da engrenagem de corrente fica restrito a 12.

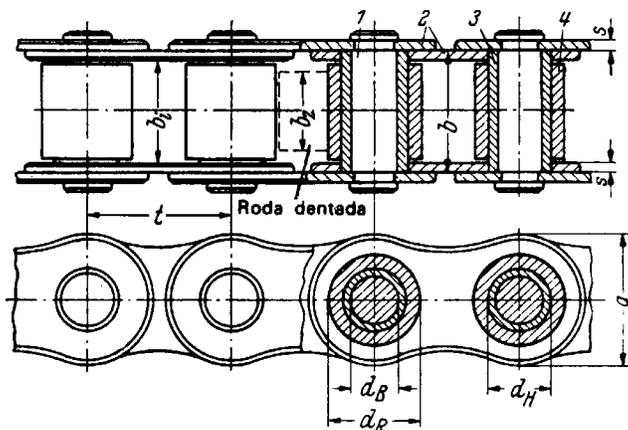


Figura 1.2. Corrente de rolos [Niemann]

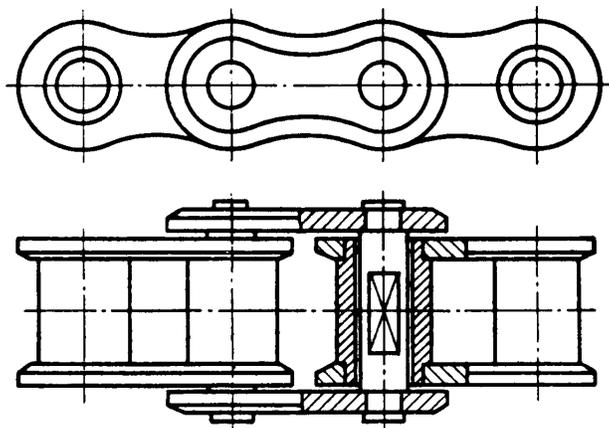


Figura 1.3 Corrente de buchas [Niemann]

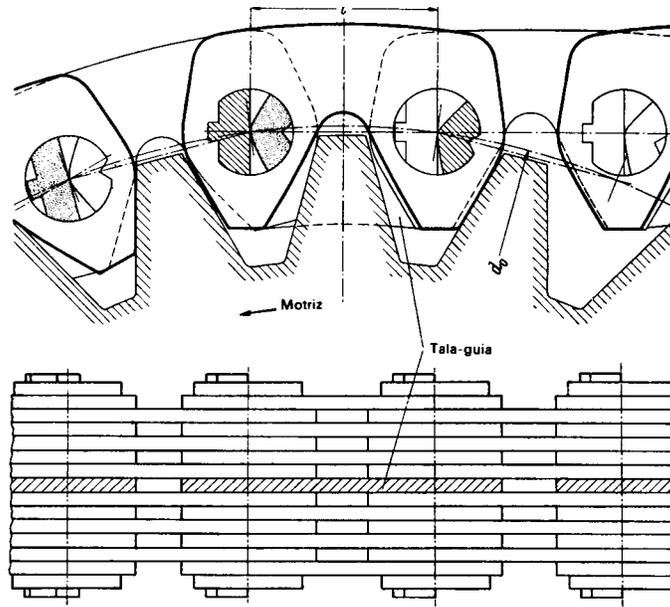


Figura 1.4 Corrente silenciosa (Os pinos hachurados estão fixos a torção em relação as talas do meio da figura, enquanto os sombreados estão fixos em relação ao grupo de talas da esquerda) [Niemann]

As correntes ainda podem ser combinadas de maneira a existirem correntes com mais de uma fileira de elos dispostos paralelamente, para assim aumentar a capacidade da transmissão (figura 1.5). Deve ser notado que este tipo de corrente é usado sempre em preferência a correntes com uma fileira de rolos montadas em paralelo, devido a facilidade de montagem.

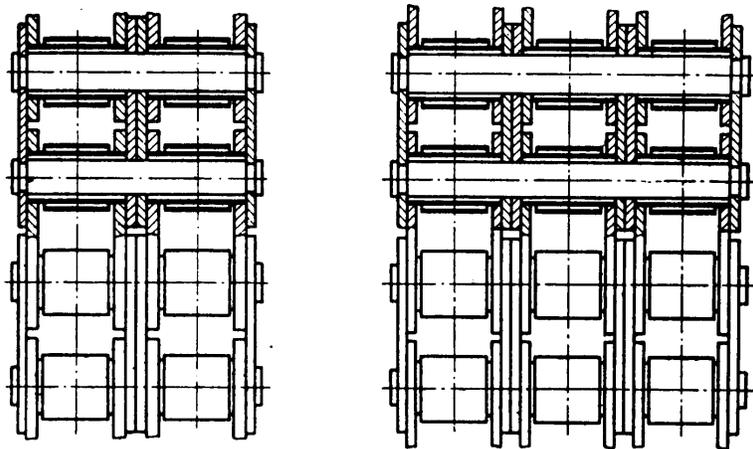


Figura 1.5 Correntes de rolos dupla e tripla [Niemann]

2. Geometria e grandezas básicas

A principal grandeza que caracteriza uma corrente é o passo, t . O passo é a distância entre os centros de duas articulações consecutivas (figuras 1.2 e 1.4). Geralmente o passo vem tabelado em *polegadas*. Nas correntes de rolos, outras medidas importantes são o diâmetro do rolo, d_R , e a largura interna, b_i (figura 1.2).

Na engrenagem de corrente considera-se a circunferência primitiva como sendo aquela que contém os centros das articulações entre os elos. O diâmetro desta circunferência é denominado **diâmetro primitivo**, d_o , sendo usado nos cálculos das transmissões por corrente (figura 2.1).

Circunscrito a circunferência primitiva está o polígono formado pelos elos da corrente sobreposta a engrenagem. Os lados deste polígono tem medida igual ao passo da corrente, t . Outra medida importante é o ângulo de divisão, 2α , que pode ser obtido a partir do passo e diâmetro primitivo ou do número de dentes, Z , da engrenagem de corrente.

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{Z} \quad (2.1)$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{t}{d_o} \quad (2.2)$$

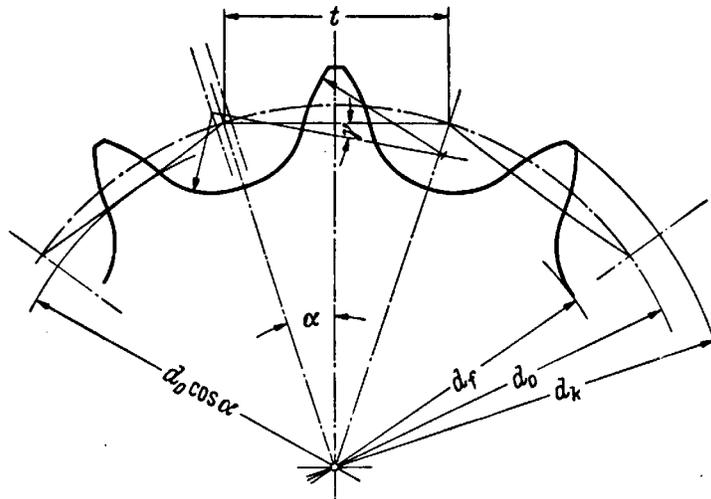


Figura 2.1. Geometria da engrenagem de corrente (corrente de rolos ou buchas) [Niemann]

Ainda sobre a engrenagem de corrente destacam-se os diâmetros, d_k e d_f , de topo e de fundo do dente respectivamente. O valor destes diâmetros, bem como a forma dos dentes da engrenagem, dependerá do tipo e das dimensões da corrente empregada na transmissão. Nos catálogos dos fabricantes de correntes, ou em normas específicas, são encontradas todas as dimensões das rodas dentadas em função das diferentes correntes.

Ao contrário da transmissão por correia, há uma restrição a distância entre centros devido ao fato do comprimento da corrente ser função do passo (valor tabelado) e do número de dentes das engrenagens de corrente (número inteiro). Caso não seja possível adequar a distância entre centros as restrições citadas, a corrente irá operar com folga, isto é com o comprimento maior do que o necessário (figura 2.2). Para altas velocidades há o problema de vibrações com grande amplitude, e neste caso é recomendado o uso de um esticador ou de um apoio para limitar a amplitude das vibrações (ver figura 2.6).

Para uma geometria de transmissão semelhante a da figura 2.2 tem-se uma engrenagem motora, com Z_1 dentes e diâmetro primitivo, d_{o1} . A engrenagem movida possui Z_2 dentes e diâmetro primitivo, d_{o2} . As duas engrenagens estão separadas de uma distância entre centros, A .

A engrenagem motora gira com rotação n_1 , sendo acionada por um torque M_1 . A engrenagem movida é acionada por um torque M_2 e gira com rotação n_2 . Assim a relação de transmissão, i , é dada por:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_2}{M_1} \quad (2.3)$$

Da geometria da transmissão ainda é possível obter mais uma expressão para a relação de transmissão agora em função de parâmetros construtivos das engrenagens de corrente.

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_{o2}}{d_{o1}} \quad (2.4)$$

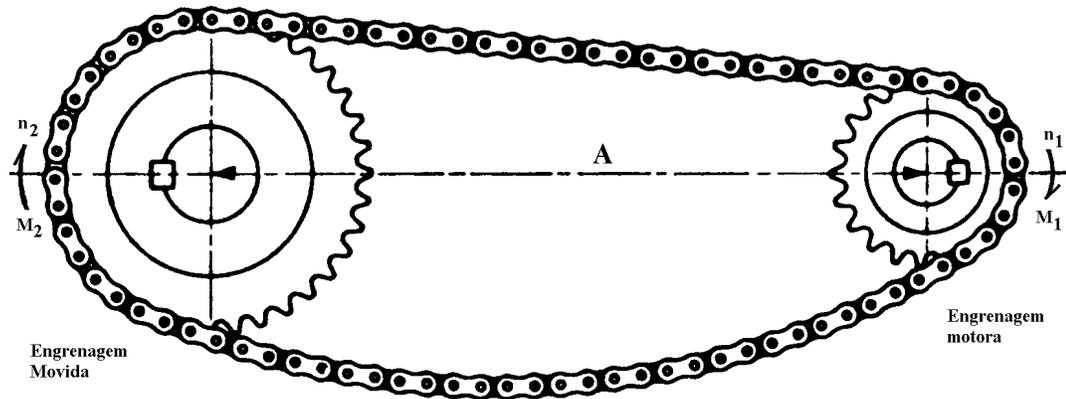


Figura 2.2 Geometria básica de uma transmissão por correntes [Manfê]

O número de elos da corrente, N é dado pela expressão seguinte:

$$N = \frac{2A}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{A} \quad (2.5)$$

O comprimento da corrente, L_k , é dado por:

$$L_k = N \cdot t \quad (2.6)$$

Preferencialmente o número de elos deve ser par. Caso contrário deve ser usado um elo de fechamento como o da figura 2.3. Este elo é diferente dos demais da corrente, pois possui talas em forma de “S”. Estas talas, ao contrário de todas as outras, estarão sujeitas não só a tração mas também a flexão, pois os pontos de transferência de esforços entre talas e pinos não estarão sobre a mesma linha. Esta solicitação extra (flexão) sobrecarrega este elo tornando o mesmo um “ponto fraco” na corrente.

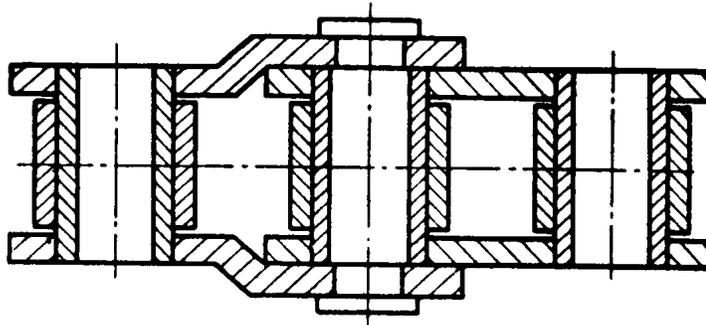


Figura 2.3 Elo de ligação para corrente de rolos com número ímpar de elos. [Niemann]

O arranjo da transmissão ainda deve ser tal que haja facilidade para a corrente sair da engrenagem. Para tanto usa-se, geralmente, a ação do peso próprio da primeira. A figura 2.4 apresenta as condições favoráveis e desfavoráveis para o desengrenamento da corrente, bem como o uso de engrenagens de apoio para facilitar este desengrenamento.

Caso a corrente venha a ser instalada para distâncias entre centros elevadas ($A \gg 50.t$) pode vir a ser necessário o uso de apoios para sustentação do peso da corrente (figura 2.5). Do contrário esta carga é transferida para os eixos. Estes devem ser preferencialmente horizontais, senão será necessário dotar a transmissão de guias de apoio para a corrente, evitando o movimento lateral da mesma.

Correntes que operam em altas velocidades ou que estejam sujeitas a vibrações necessitam de apoios com amortecimento capazes de limitar oscilações excessivas. (figura 2.6)

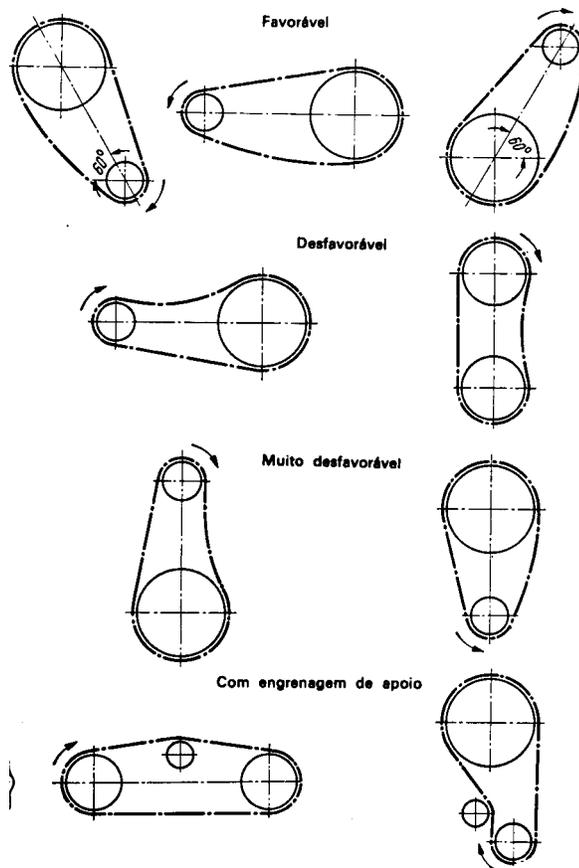


Figura 2.4 Condições de desengrenamento da corrente [Niemann]

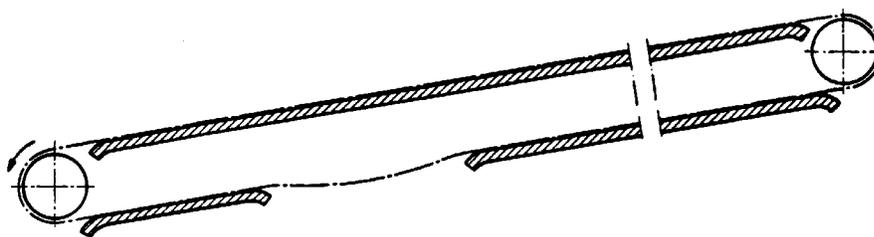


Figura 2.5. Apoios para corrente montadas sobre grandes distâncias [Niemann]

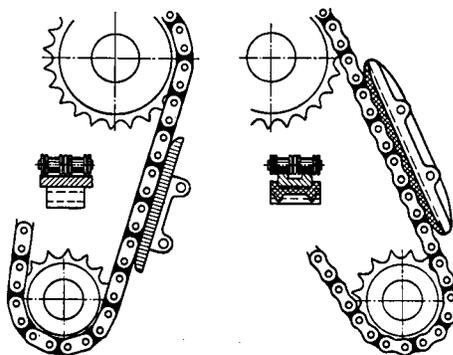


Figura 2.6. Apoios para correntes sujeitas à vibrações [Niemann]

3. Aspectos construtivos

3.1 Correntes

Para todos os tipos de corrente, os elementos que transmitem esforços entre os elos são as talas. Estas são fabricadas por estampagem, a partir de fitas ou chapas de aço. No caso das correntes de rolos e de buchas as talas estão sujeitas a tração. Enquanto nas correntes silenciosas existe também uma sollicitação de flexão.

Rolos e buchas podem ser obtidos por repuxamento de chapas de aço ou enrolados a partir de fitas de aço. Os pinos são fabricados a partir do corte de arames de aço.

O fechamento das correntes requer que ao menos um elo seja desmontável. Este elo pode ser composto por pinos travados por coupilhas (figura 3.1a) ou fechado por trava elástica (figura 3.1b). Para as correntes silenciosas, os pinos possuem extremidades acabadas de tal forma a promover o travamento do pino em relação a um grupo de talas (figura 1.4).

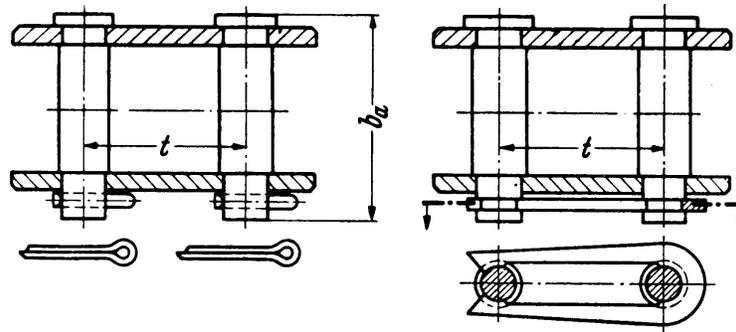


Figura 3.1. (a) fechamento com coupilhas. (b) fechamento com trava elástica [Niemann]

Em todos os componentes das correntes há uma preocupação com o desgaste. Como há movimento relativo entre componentes haverá atrito e, portanto, existe a possibilidade de desgaste. Além da lubrificação adequada, são tomados cuidados com o material destes elementos. Em geral todos eles sofrem tratamentos como o beneficiamento ou têmpera, dependendo da composição do material, com vistas a adequar o valor da dureza superficial às exigências de funcionamento. Em geral a dureza dos elementos das correntes é da ordem de 450 HB (dureza Brinell).

Apesar dos cuidados citados anteriormente sempre há o desgaste. No caso da corrente de rolos, mostrada na figura 3.2, o desgaste provocou um aumento no passo da corrente (Δt), o que faz com que a corrente não fique mais apoiada de forma correta sobre a engrenagem, além de haver um aumento nas vibrações e oscilações da transmissão pelo o aumento das folgas entre os componentes da corrente. No limite, a altura dos dentes passa a não ser suficiente para que os elos engrenem.

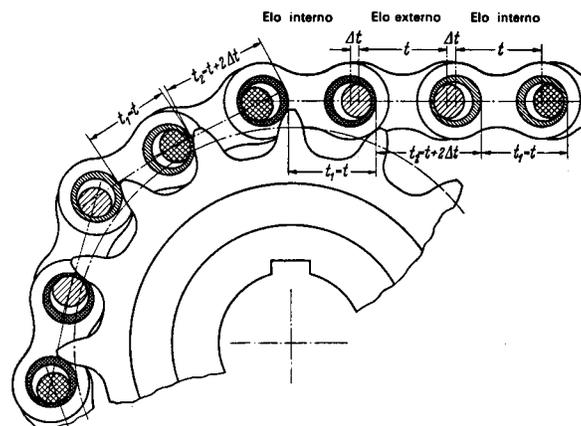


Figura 3.2. Corrente de rolos desgastada [Niemann]

3.2 Engrenagens de corrente

As engrenagens de corrente em geral são construídas em aço, ao menos a parte externa com os dentes, onde é necessário que o material seja tratado de maneira a garantir a resistência ao desgaste. O cubo

Uma das principais desvantagens das correntes reside no fato da relação de transmissão não ser constante devido ao efeito poligonal.

Este efeito tem origem no fato da corrente montar na engrenagem segundo um polígono, fazendo com que a distância da corrente ao centro da engrenagem varie com a movimentação desta, conforme apresentado na figura 4.1.

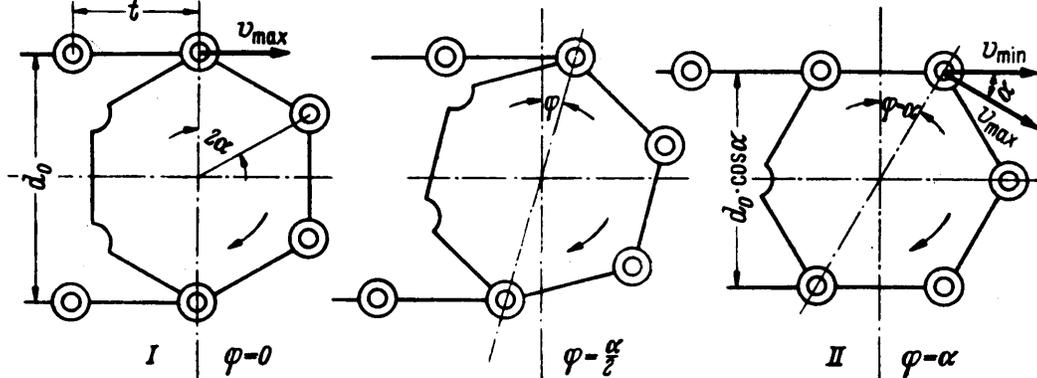


Figura 4.1. Efeito poligonal [Niemann]

Sendo a rotação da engrenagem constante, ω , e estando a corrente mais afastada do centro da engrenagem, a velocidade da corrente será máxima, v_{max} :

$$v_{max} = \frac{\omega \cdot d_0}{2} \quad (4.1)$$

Após a engrenagem girar de um ângulo igual a metade do ângulo de divisão (equação 2.1), a corrente estará o mais próximo possível do centro da engrenagem, logo, tem-se o valor mínimo da velocidade da corrente, v_{min} :

$$v_{min} = \frac{\omega \cdot d_0 \cdot \cos \alpha}{2} \quad (4.2)$$

A variação na velocidade da corrente, Δv , será dada por:

$$\Delta v = \frac{\omega \cdot d_0}{2} \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (4.3)$$

Esta variação na velocidade da corrente leva a que esta sofra acelerações e desacelerações longitudinais, que por sua vez traduzem-se em esforços ao longo da corrente, que são somados com aqueles já transmitidos. Por terem características de serem cíclicos, estes esforços podem levar a corrente a ter uma falha prematura por fadiga.

Outra possibilidade de falha da corrente devida ao efeito poligonal é a ressonância, que pode ocorrer quando a frequência de variação da velocidade for próxima de uma frequência natural de vibração longitudinal da corrente.

A relação de transmissão é também afetada pelo efeito poligonal. Para uma transmissão como a da figura 2.2, onde a rotação da engrenagem motora é igual a ω_1 , tem-se que a velocidade da corrente, v_{cor} , tomada no ponto onde a corrente monta na engrenagem, num instante qualquer, é dada por:

$$v_{cor} = \frac{\omega_1 \cdot d_{01} \cdot \cos \varphi_1}{2} \quad (4.4)$$

Em 4.4, φ_1 é o ângulo descrito pelo movimento do dente da engrenagem motora, quando do engrenamento com a corrente. Este ângulo pode variar de 0° até metade do ângulo de divisão, para fins desta demonstração (ver figura 4.1).

A rotação da engrenagem movida, deduzida a partir da velocidade da corrente (4.4), e das dimensões da engrenagem, é dada por:

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot v_{\text{cor}}}{d_{02} \cdot \cos \varphi_2} \quad (4.5)$$

Onde φ_2 pode variar de 0° até metade do ângulo de divisão da engrenagem movida, conforme o movimento da mesma.

Instantaneamente tem-se que a relação de transmissão, i , é dada por:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\frac{2 \cdot v_{\text{corr}}}{d_{01} \cdot \cos \varphi_1}}{\frac{2 \cdot v_{\text{corr}}}{d_{02} \cdot \cos \varphi_2}}$$

$$i = \frac{d_{02} \cdot \cos \varphi_2}{d_{01} \cdot \cos \varphi_1} \quad (4.6)$$

O efeito poligonal será **mais acentuado** quanto **menor for o número de dentes** nas engrenagens de corrente. Isto porque os ângulos de divisão serão grandes e, conforme a equação 4.3, a variação na velocidade da corrente também será grande.

O número mínimo de dentes para uma engrenagem de corrente dependerá do tipo, tamanho e velocidade de operação da corrente. Em geral, para correntes de rolo operando em velocidades moderadas o número mínimo de dentes não deve ser inferior a 17. No caso de velocidades mais altas para a corrente, o número mínimo de dentes passa a ser igual a 21. Para correntes silenciosas o número mínimo de dentes no caso de altas velocidades de operação é igual a 25, em velocidades moderadas este número reduz-se a 21 dentes. Todavia, em cada caso particular de projeto de transmissão por correntes, deve-se consultar o catálogo do fabricante da corrente, a respeito do exato número mínimo de dentes para a situação.

5. Número máximo de dentes

O número máximo de dentes numa engrenagem de corrente é limitado pelo desgaste da corrente. Como já foi visto (item 3.1) a corrente ao sofrer desgaste, passa a ter o passo aumentado por uma quantidade Δt . Desta forma o diâmetro no qual a corrente se assenta sobre a engrenagem fica aumentado de uma quantidade Δd_0 (Figura 5.1).

$$\Delta d_0 = \frac{\Delta t}{\text{sen}(180^\circ/Z)} \quad (5.1)$$

Um número muito grande de dentes, num determinado diâmetro de engrenagem de corrente, faz com que altura do dente seja insuficiente, diminuindo a margem para o desgaste da corrente e conseqüente aumento do diâmetro primitivo, Δd_0 .

Para uma taxa de desgaste e variação do passo de 1,25% ($\Delta t/t = 0,0125$), o número de dentes na engrenagem de corrente não deve exceder 120 dentes para a corrente de rolos e 140 dentes para as correntes silenciosas.

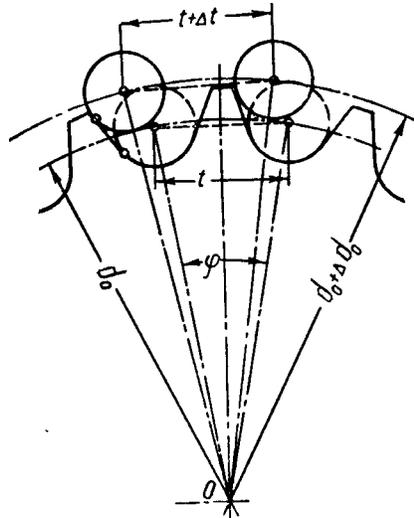


Figura 5.1 Aumento do diâmetro primitivo devido ao desgaste [Dobrovolsky]

6. Lubrificação

A função primordial da lubrificação numa transmissão por correntes é minimizar o atrito entre as partes móveis da corrente, para garantir a maior eficiência possível.

Conforme a potência transmitida e a velocidade da corrente existe um método de lubrificação mais adequado. Em geral usa-se óleo como lubrificante em preferência à graxa.

Em relação a velocidade da corrente tem-se a seguinte recomendação:

Velocidade da corrente (m/min)	Método de lubrificação
0 - 180	Manual: Pincel, gotejamento Gotejamento lento: 4 gotas/min Contínuo: Mecha, banho
180 - 500	Gotejamento rápido: 20 gotas/min Mergulho em banho de óleo
mais de 500	Sistema de lubrificação forçada

Tabela 6.1 Recomendação para o tipo de lubrificação das correntes [Greenwood]

A figura 6.1 apresenta alguns dos tipos mais comuns de lubrificação para as correntes.

O sistema de lubrificação manual por meio de pincel (figura 6.1a) é usado para sistema que operam com potências pequenas e baixas velocidades. Neste caso deve-se evitar que algum contaminante abrasivo, tais como cavacos ou areia entrem em contato com a corrente.

Na figura 6.1b está representado o sistema de lubrificação por gotejamento que também é indicado para cargas menores e velocidades baixas. O sistema de gotejamento é posicionado de maneira a que as gotas de óleo caiam na parte mais baixa da corrente montada entre dois eixos.

A lubrificação por mergulho em banho de óleo é apresentada na figura 6.1c. Neste caso é necessário que a corrente esteja instalada dentro de um caixa fechada, o que também tem a vantagem adicional de proteger a corrente. Este sistema é usado para cargas e velocidades maiores. Neste caso também considera-se a ação do óleo como fluido de refrigeração.

Quando a potência transmitida e a velocidade da corrente forem elevadas pode haver a necessidade do uso de um sistema de lubrificação forçada (figura 6.1d) onde uma bomba faz com que um jato (*spray*) de óleo lubrificante seja aplicado diretamente sobre a corrente. Além da lubrificação, um sistema de lubrificação forçada atua como meio de refrigeração da transmissão.

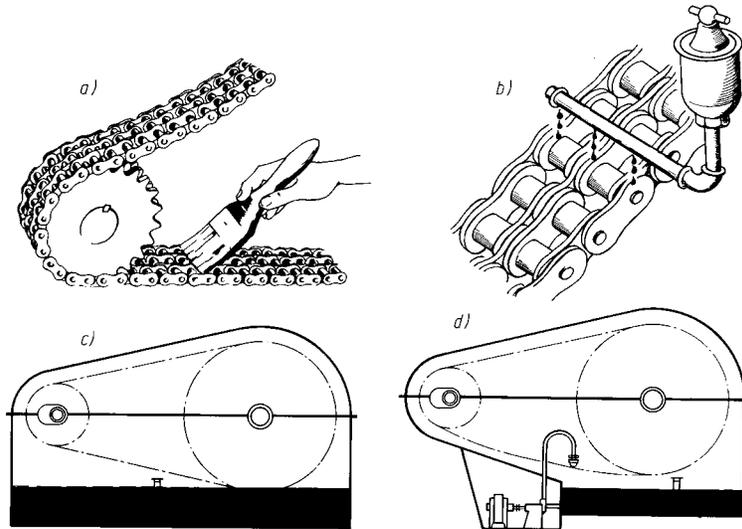


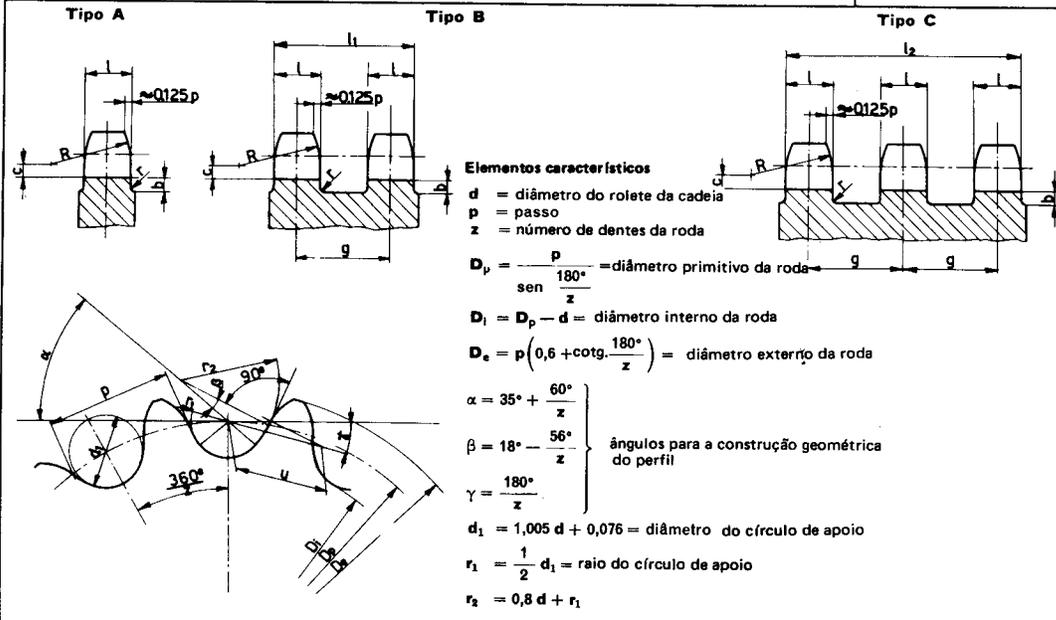
Figura 6.1. Sistemas de lubrificação de correntes [Decker]

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, 2nd printing, Mir Publishers, Moscow, 1968
- Greenwood, D. C.;** Mechanical Power Transmission – Component selection and application, McGraw-Hill, New York, 1962
- Manfé, G., Pozza, R. Scarato, G.;** Desenho Técnico Mecânico, Editora Hemus, São Paulo, 1988
- Niemman, 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:** Cerello, GKW, Renolds (disponíveis na biblioteca da Mecânica – Naval)

RODAS DENTADAS PARA CORRENTES DE ROLETES
Perfis, tipos e dimensões (UNI 3750)

TABELA 37



Designação da roda	Diâm. rolete d	Correntes		p	b	c	g	l	Tol. em l	l ₁	Tol. em l ₁	l ₂	Tol. em l ₂	R	r	r ₁	r ₂	u
		Designação	Tab. UNI															
A 8 x 2,6	5	8 x 3	2578	8	2,40	1,27	5,64	2,6	± 0,08	8,24	± 0,08	—	—	8,5	0,76	2,55	6,55	6,20
B 8 x 2,6		8 x 3	2579															
C 8 x 2,6		8 x 3	2580															
A 3/8 x 3,5	6,35	3/8 x 3,9	2578	9,525	2,30	1,52	—	3,5	± 0,08	—	—	—	—	10	0,76	3,23	8,31	7,87
B 3/8 x 5,2		3/8 x 5,7	2578															
C 3/8 x 5,2		3/8 x 5,7	2580															
A 1/2 x 2,8	7,75	1/2 x 3,2	2578	12,7	2,45	2,92	—	2,8	± 0,08	—	—	—	—	13,5	0,76	3,93	10,13	9,61
B 1/2 x 4,4		1/2 x 4,9	2578															
C 1/2 x 4,4		1/2 x 5,2	2578															
A 1/2 x 4,7	8,51	1/2 x 5,2	2578	12,7	3,00	2,03	—	4,7	± 0,10	—	—	—	—	13,5	0,76	4,31	11,12	10,55
B 1/2 x 7,1		1/2 x 7,8	2579															
C 1/2 x 7,1		1/2 x 7,8	2580															
A 1/2 x 7,2	7,94	1/2 x 7,9	2578	12,7	3,00	2,03	—	14,30	± 0,15	21,5	± 0,15	—	—	13,5	0,76	4,03	10,38	9,84
B 1/2 x 7,2		1/2 x 7,9	2579															
C 1/2 x 7,2		1/2 x 7,9	2580															
A 5/8 x 5,9	10,16	5/8 x 6,5	2578	15,875	3,50	2,54	—	5,9	± 0,12	—	—	—	—	16,8	0,76	5,14	13,27	12,60
B 5/8 x 8,9		5/8 x 9,6	2578															
C 5/8 x 8,9		5/8 x 9,6	2580															
A 3/4 x 10,8	12,07	3/4 x 11,7	2578	19,05	4,00	3,05	—	19,46	± 0,18	30,26	± 0,18	—	—	20,2	1,27	6,10	15,78	14,96
B 3/4 x 10,8		3/4 x 11,7	2579															
C 3/4 x 10,8		3/4 x 11,7	2580															
A 1 x 11,8	15,88	1 x 12,7	2578	25,4	4,80	4,06	—	11,8	± 0,18	—	—	—	—	27,6	1,27	8,02	20,72	19,69
B 1 x 15,9		1 x 17	2578															
C 1 x 15,9		1 x 17	2580															
A 1 1/4 x 18,3	19,05	1 1/4 x 19,6	2578	31,75	5,10	4,95	—	36,45	± 0,25	54,75	± 0,25	—	—	33,7	1,27	9,61	24,85	23,62
B 1 1/4 x 18,3		1 1/4 x 19,6	2579															
C 1 1/4 x 18,3		1 1/4 x 19,6	2580															
A 1 1/2 x 23,9	25,40	1 1/2 x 25,4	2578	38,1	6,00	5,97	—	48,36	± 0,30	72,26	± 0,30	—	—	40,5	1,27	12,80	33,12	31,50
B 1 1/2 x 23,9		1 1/2 x 25,4	2579															
C 1 1/2 x 23,9		1 1/2 x 25,4	2580															
A 1 3/4 x 29,2	27,94	1 3/4 x 31	2578	44,45	6,10	6,99	—	59,56	± 0,35	88,76	± 0,35	—	—	47,2	2,54	14,08	36,43	34,64
B 1 3/4 x 29,2		1 3/4 x 31	2579															
C 1 3/4 x 29,2		1 3/4 x 31	2580															
A 2 x 29,2	29,21	2 x 31	2578	50,8	8,90	8,00	—	58,55	± 0,35	87,75	± 0,35	—	—	54,0	2,54	14,72	38,09	36,22
B 2 x 29,2		2 x 31	2579															
C 2 x 29,2		2 x 31	2580															
A 2 1/2 x 35,9	39,37	2 1/2 x 38,1	2578	63,5	10,30	10,03	—	72,29	± 0,40	108,19	± 0,50	—	—	67,5	2,54	19,82	51,32	48,82
B 2 1/2 x 35,9		2 1/2 x 38,1	2579															
C 2 1/2 x 35,9		2 1/2 x 38,1	2580															
A 3 x 43,2	48,26	3 x 45,7	2578	76,2	11,00	11,94	—	91,21	± 0,50	134,41	± 0,50	—	—	81,0	2,54	24,29	62,9	59,84
B 3 x 43,2		3 x 45,7	2579															
C 3 x 43,2		3 x 45,7	2580															
A 3 1/2 x 50,4	53,98	3 1/2 x 53,3	2578	88,9	18,80	13,97	—	106,80	± 0,60	157,00	± 0,60	—	—	94,5	5,06	27,16	70,34	66,93
B 3 1/2 x 50,4		3 1/2 x 53,3	2579															
C 3 1/2 x 50,4		3 1/2 x 53,3	2580															
A 4 x 57,6	63,50	4 x 61	2578	101,6	21,10	16,00	—	119,89	± 0,65	177,49	± 0,65	—	—	108,0	5,06	31,94	82,74	78,74
B 4 x 57,6		4 x 61	2579															

Tabela 3.1 Geometria normalizada da engrenagem de corrente [Manfê]