

Transmissão por roda dentada e corrente de roletes

David Lira Nunez¹

¹Affiliation not available

February 22, 2024

Resumo

Sistemas de correntes e rodas dentadas são um dos principais tipos de elementos de transmissão de potência mecânica flexível. Apesar de ser um sistema clássico, na atualidade graças a sua padronização, desenvolvimento de matérias e precisão de transmissão, esse tipo de elementos mecânicos vem sendo alavancados para aplicações da denominada Agricultura 4.0. No presente trabalho, com o objetivo de apresentar as principais normas, conceitos e recomendações de projeto, que regem nesses sistemas mecânicos, será desenvolvido um estudo de caso, possibilitando ao leitor se familiarizar e aprender a realizar uma escolha correta para um futuro projeto mecânico e/ou uma otimização de manutenção em um equipamento existente, selecionando elementos mecânicos: roda dentada e corrente.

Introdução

Um dos sistemas mecânicos, clássicos, de transmissão é o composto por roda dentada e corrente. Embora não sejam elementos mecânicos novos na engenharia, o desenvolvimento de materiais e a padronização da sua geometria faz com que na atualidade existam ainda aplicações, usando esse tipo de elementos, que sejam considerados de inovadores. Para [1] sistemas mecânicos de manipulação, em sistemas industriais de produção, devem ser desenvolvidos pensando na sua precisão e robustez; é por esse motivo que são empregados elementos mecânicos padronizados, compostos de rodas dentadas e correntes.

Para [2]; [3], na atualidade há muitas aplicações na área da agricultura, que acompanhando a tendência da Indústria 4.0, denominada de Agricultura 4.0. Nessa nova tendência, uma das aplicações que alavanca a produtividade do cultivo, depende muito do espaçamento uniforme da dosagem de sementes, e isso é possível com sistemas mecânicos compostos de corrente e roda dentada, graças a sua precisão, robustez e padronização.

Tradicionalmente, para garantir o sincronismo, os motores a combustão usavam correntes no seu sistema de distribuição, com o tempo foram substituídos esses elementos pelo conjunto de polias e correias síncronas. Mas, na atualidade, em função da constante evolução de matérias e padronização das suas medidas, novamente veículos modernos de alto desenvolvimento estão voltando a usar no sistema de distribuição, correntes e rodas dentadas, principalmente pelo fato de proporcionar sincronismo e um motor mais compacto [4].

Transmissão por corrente

Correntes ou cadeias (em inglês *chains*), realizam a transmissão flexível de potência por meio da junção de uma série de pinos conectados de forma equidistante, que engatam em rodas dentadas (em inglês *sprockets*) [5]. Na Figura 1 podem ser observadas as principais partes de uma corrente, que é uma adaptação de [6].

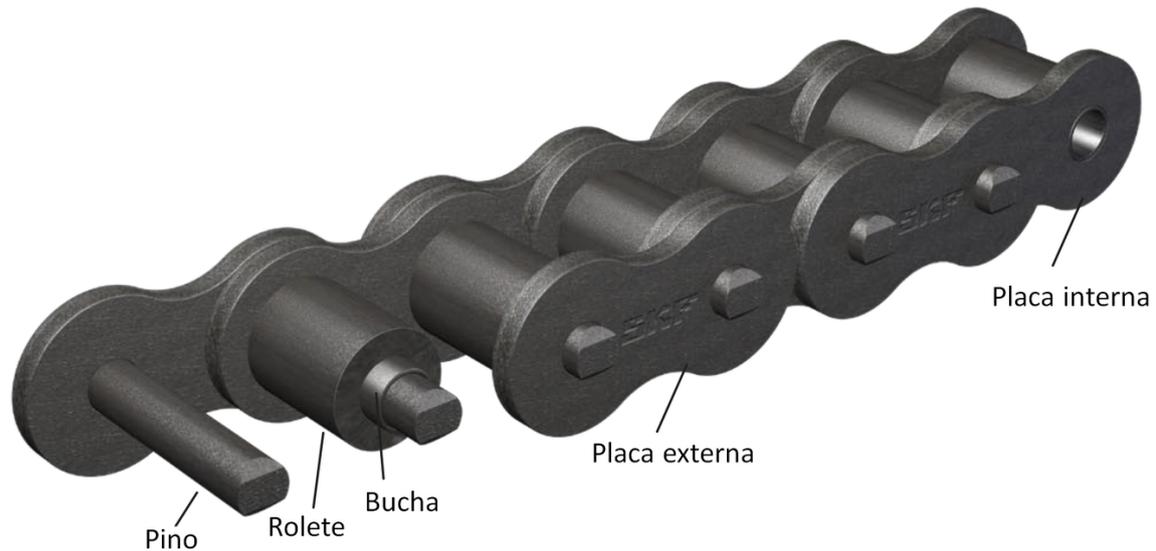


Figura 1: Partes de uma corrente de rolos

Esses elementos mecânicos, normalmente são usados em sistemas que possuem uma velocidade linear baixa, principalmente, quando comparadas as correias em V. A Vida útil Remanescente (RUL do inglês *Remaining Useful Life*) de uma corrente é aproximadamente 20 000 h.

Os principais modos de falha em uma corrente estão relacionados a: fraturas por fadiga nas placas de conexão; fratura por impacto nos roletes; desgaste nos pinos [5].

As principais recomendações de projeto para garantir uma boa RUL do sistema corrente roda são:

- A menor passo o sistema fara menos ruído;
- Considere 17 rentes como limite mínimo na roda dentada;
- Para rodas dentadas que precisem de menos de 17 dente, considere uma rotação máxima de 100 rpm;
- Para a roda motriz, evite mais de 120 dentes;
- Relação máxima de transmissão 1:7.

Tipos de correntes

Na atualidade, os principais tipos de corrente são definidos pela norma ISO e ANSI.

Tabela 1: Equivalência entre ANSI e ISO

ASME/ANSI B29.1			ISO 606		
25-1	25-2	25-3	04B-1	04B-2	04B-3
			05B-1	05B-2	05B-3
35-1	35-2	35-3	06B-1	06B-2	06B-3
40-1	40-2	40-3	08B-1	08B-2	08B-3
41-1	41-2				
50-1	50-2	50-3	10B-1	10B-2	10B-3
60-1	60-2	60-3	12B-1	12B-2	12B-3
80-1	80-2	80-3	16B-1	16B-2	16B-3
100-1	100-2	100-3	20B-1	20B-2	20B-3
120-1	120-2	120-3	24B-1	24B-2	24B-3
140-1	140-2	140-3	28B-1	28B-2	28B-3
160-1	160-2	160-3	32B-1	32B-2	32B-3
180-1	180-2	180-3	36B-1	36B-2	36B-3
200-1	200-2	200-3	40B-1	40B-2	40B-3
240-1	240-2	240-3	48B-1	48B-2	48B-3

A classificação de correntes no sistema inglês é dada pela norma [7], revisada e confirmada em 2022, que abrange correntes, acessórios e rodas dentadas de transmissão.

As correntes de rolos podem ser de cordão simples, com uma fileira de elos de rolo, ou de cordão múltiplo, com mais de uma fileira de elos de rolo. Para indicar o número de fileiras é acrescentado ao código da corrente o sufixo com o número de fileiras. Na norma, são fornecidas tabelas para dimensões gerais da corrente, diferenciadas por tamanhos. Nesse sentido, dependendo da carga de aplicação podem ser classificados nos seguintes tamanhos:

- Carga leve: para tamanhos 25, 35 e 41;
- Carga moderada: para tamanhos 40 a 240;
- Carga pesada: para tamanhos de H60 a H240 (acrescentado o prefixo H).

A classificação de correntes no sistema métrico, equivalentes às já citadas pela norma ANSI são:

- Carga leve: padronizada pela [8], revisada e confirmada em 2020, com códigos de S32 a S88. Suportam cargas de 8 kN a 45 kN e são recomendadas para aplicações na área de agricultura, construção civil e indústrias relacionadas e, manipulação mecânica.
- Carga moderada: padronizada pela [9], revisada e confirmada em 2021, com códigos de 04B a 72B. Suportam cargas de 4 kN a 900 kN, aproximadamente. São recomendadas para aplicações de transmissão de energia mecânica.
- Carga pesada: padronizada pela [10], revisada e confirmada em 2018, com códigos de 2010 a 5628. Suportam cargas de 260 kN a 2070 kN, aproximadamente. Uma vez que essas correntes foram derivadas de uma série de correntes em “polegadas”, suas dimensões são equivalentes, tanto para o sistema métrico como para o sistema inglês.

A seguir, na Tabela 1 são apresentados os códigos equivalentes entre normas ANSI e ISO.

Seleção de correntes

Para começar a análise e seleção do sistema de transmissão por corrente e rodas dentadas, deve ser encontrada o fator de serviço, que ajusta a potência inicial de entrada. Esse fator é retirado da Tabela 2, cruzando o tipo de equipamento acionado com o tipo de acionamento.

O fator de serviço, ao multiplicar a potência de entrada (normalmente dado fornecido no início do projeto), gera a potência de projeto, P_d , que é usada ao longo da análise para seleção do sistema de transmissão.

Uma vez encontrada a potência de projeto, é procurado em catálogos de fabricantes uma roda motriz padronizada que atenda a essa potência. Como na maioria dos elementos mecânicos, sempre a análise é focada no elemento de menor diâmetro, por ser o que sofre maior fadiga se comparado à roda maior, ou seja, analisa-se a roda motriz. Assim, para selecionar uma roda dentada, ingressa-se o valor de P_d mais a rotação da roda motriz, ω_1 . Dessa forma, encontrasse o diâmetro de passo da roda dentada, d , o número de dentes da roda motriz, N_1 , o passo da roda, p , e consequentemente o passo da corrente.

Dependendo da carga de aplicação, e/ou caso queria se manter um diâmetro de passo relativamente pequeno, em alguns casos não será possível encontrar uma roda dentada com um cordão simples (uma fileira). Assim, deve ser aumentado o número de fileira a mais que será selecionado para a roda dentada, isto de forma progressiva, ou seja, 2 fileiras, 3 fileiras, 4 fileiras, 5 fileiras, ou 6 fileiras, até encontrar uma roda que atenda à uma nova P_d junto à mesma ω_1 . Para tal, a potência de projeto deve ser dividida pelo fator de fileira, k . Esse fator de fileira aumentará a capacidade de potência de projeto, e consequentemente a largura da corrente, e proporcionará a manutenção de um diâmetro de passo pequeno. Na Tabela 3 encontram-se os fatores de fileira típicos que podem ser usados tanto para correntes da norma ISO como da norma ANSI [6].

Diâmetro de passo da roda dentada, normalmente é retirada do catálogo do fabricante, mas esse valor também pode ser encontrado por meio da Equação 1.

$$d = \frac{p}{\text{sen}\left(\frac{180^\circ}{N_1}\right)} \quad (1)$$

O comprimento ideal de uma corrente deve ser múltiplo integral do passo, preferencialmente número par. Por meio da Equação 2 pode ser calculado o comprimento prévio da corrente, L_p , que depois será ajustando segundo disponibilidade do fabricante, encontrando um comprimento em passos padronizado, L [5].

$$L_p = 2 \cdot C_p + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot C_p} \quad (2)$$

Onde C_p é a distância em passos, entre centros de eixos [5], normalmente está entre 30 a 80 passos [6]; N_2 e N_1 são os números de dentes da roda movida e motriz, respectivamente.

Segundo [5], para ajustar a distância de passos entre centros pode ser usada a Equação 3, e ao multiplicar C_p com o passo da corrente/roda já selecionada, p , obtém-se a distância de centros

em unidades de comprimento [mm], C .

$$C_p = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left(L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{N_2 - N_1}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right] \quad (3)$$

Além disso, o projetista deve considerar que para aproveitar ao máximo a potência do sistema, o ângulo de envolvimento da corrente, θ , na roda dentada, não deve ser inferior a 120. A Equação 4 pode ser usada para encontrar o ângulo de envolvimento, ou também chamado de ângulo de contato [5].

$$\theta = 180^\circ - 2 \cdot \text{sen}^{-1} \left[\frac{D - d}{2 \cdot C} \right] \quad (4)$$

Lubrificação de correntes

A lubrificação dos roletes durante o constante trabalho com os dentes da roda dentada, pode ser por meio do uso de buchas autolubrificantes, parafina (cera sólida), graxa ou óleo. Dentre essas formas de lubrificação, a mais recomendada é o óleo lubrificante que deve estar protegido contra poeira, sujeira e umidade. A substituição do óleo depende do tipo de aplicação e do tipo de lubrificação. Recomenda-se que a troca do óleo seja após as primeiras 500 horas de operação, e se repita conforme indicação do fabricante.

Para uma rápida escolha do óleo lubrificante, pode ser seguido como referência a Tabela 4 que leva em consideração o passo da corrente e sua temperatura de trabalho [11].

Além disso, existem três tipos, ou formas, de lubrificação com óleo [12]:

- Tipo 1: gotejamento, aproximadamente 4 a 10 gotas por minuto, normalmente em sistemas com rotações entre 10 a 200 rpm, ilustrado na Figura 2;
- Tipo 2: por imersão da corrente ou uso de um disco para carregar e alimentar de óleo a corrente, normalmente em sistemas com rotações entre 300 a 2000 rpm, ilustrado na Figura 3 ;
- Tipo 3: fluxo contínuo de óleo, alimentando de lubrificante a corrente, normalmente em sistemas com rotações acima de 2000 rpm, ilustrado na Figura 4 .

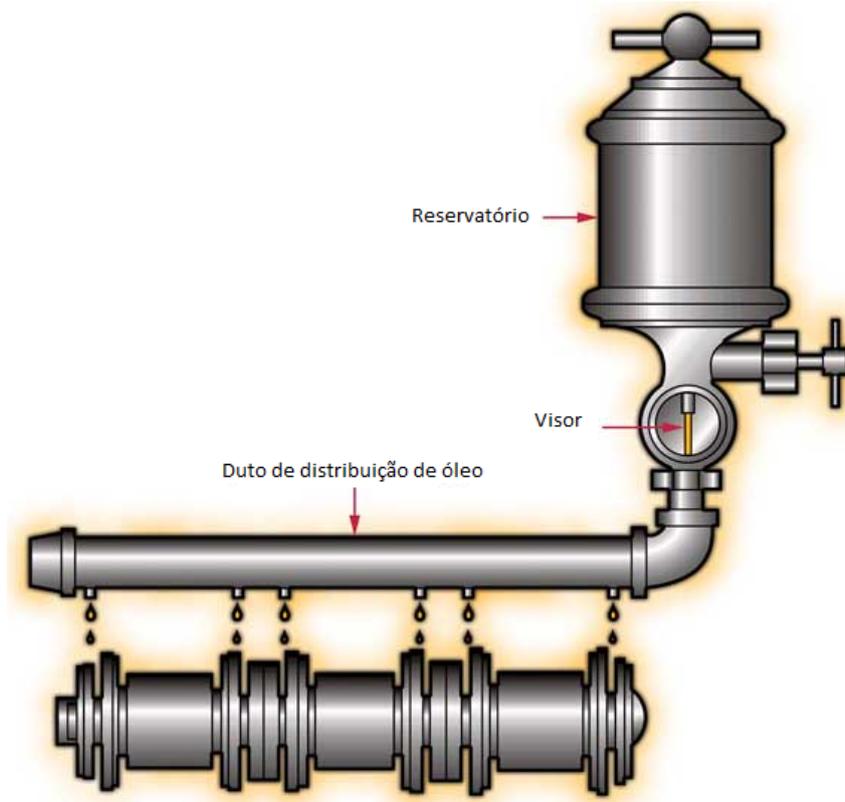


Figura 2: Tipo 1: gotelamento de óleo

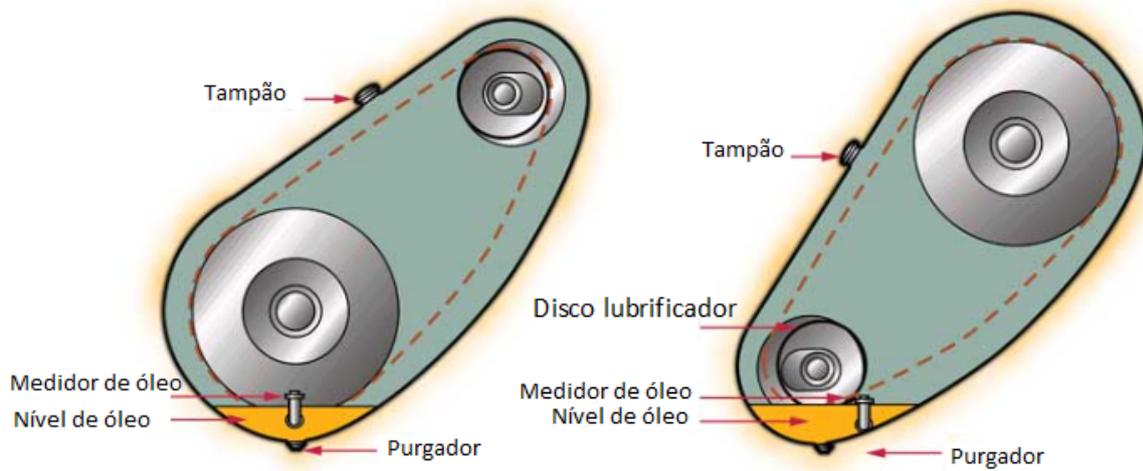


Figura 3: Tipo 2: imersão de óleo

Tabela 3: Fator de fileiras de multiplicação

Fileiras	fator k	Fileiras	fator k
1	1,0	4	3,3
2	1,7	5	3,9
3	2,5	6	4,6

Tabela 4: Tipo de óleo em função do passo e temperatura

Passo	0 °C	0 °C a 10 °C	40 °C a 50 °C	50 °C a 60 °C
< 15,875 mm	SAE 20	SAE 10	SAE 30	SAE 30
19,05 a 25,4 mm	SAE 30	SAE 20	SAE 40	SAE 50
31,75 mm	SAE 30	SAE 20	SAE 40	SAE 50
> 38,10 mm	SAE 40	SAE 30	SAE 50	

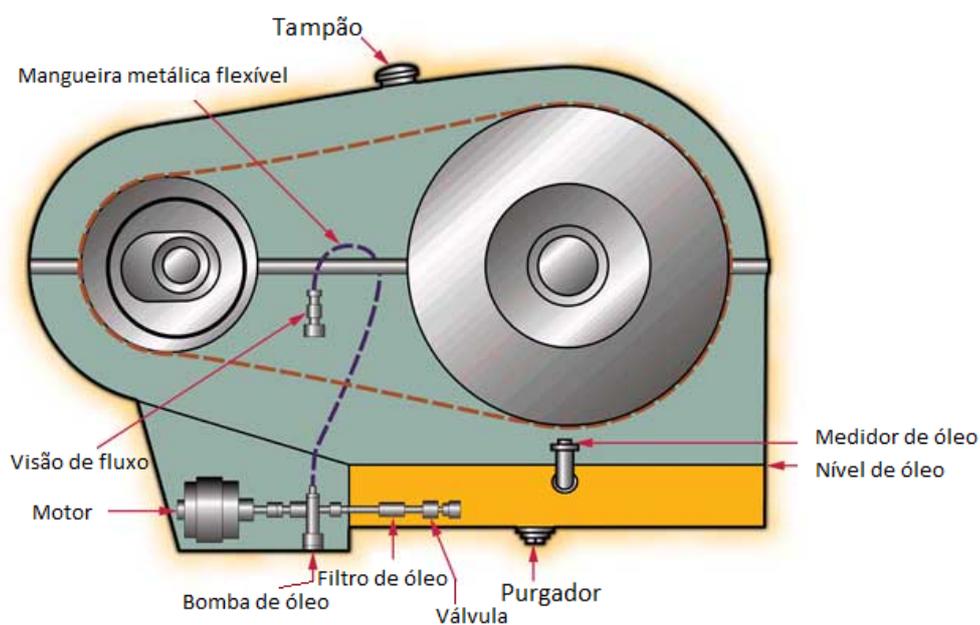


Figura 4: Tipo 3: fluxo contínuo de óleo

Estudo de caso

É necessário projetar um acionamento por corrente para uma máquina de papel que trabalha com carga moderada. O acionamento é realizado por um motor elétrico que tem uma potência de entrada de 37 kW, rotação de 1160 rpm e, o eixo do motor é de 60 mm de diâmetro. A rotação de saída desejada deve ser maior ou igual a 650 rpm.

Da Tabela 2 encontramos o fator de serviço para o equipamento a ser projetado, sendo este de $f = 1,3$. Assim, $P_d = 37 \cdot 1,3 = 48,1 \text{ kW}$.

Inicialmente encontra-se uma relação de transmissão previa com os dados de rotação, fornecidos até o momento. Isto é, $i_p = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1160}{650} = 1,78$.

Com $P_d = 48,1 \text{ kW}$ e $\omega_1 = 1160 \text{ rpm}$, procura-se no catalogo do fabricante [6], uma roda dentada, padronizada pela norma [9], que atenda esses dados de entrada. Verifica-se que não há nenhuma roda de uma fileira; sendo assim, de forma progressiva será considerado o aumento de fileiras para a roda dentada e conseqüentemente para a corrente. Inicialmente considera-se 2 fileiras, ou seja, P_d é dividido pelo fator 1,7, valor retirado da Tabela 3; obtendo uma nova $P_d = \frac{48,1}{1,7} = 28,3 \text{ kW}$. Como já encontrada uma roda para duas fileiras não há necessidade de aumentar o número de fileiras.

Agora, procura-se novamente uma roda dentada no catalogo [6] para a nova $P_d = 28,3 \text{ kW}$ e $\omega_1 = 1160 \text{ rpm}$. Interpolando esses valores, da Figura 5, encontra-se uma potência de 30,92 kW para uma roda com número de dentes $N_1 = 19$, diâmetro de passo $d = 154,32$, passo $p = 25,4 \text{ mm}$, além disso, a lubrificação é tipo 3, ou seja, por fluxo contínuo.

No de dentes	Diâmetro de passo	16B (passo 25,4 mm)															potência de projeto em kW
		Rotação em rpm da roda dentada motriz															
N	d [mm]	25	50	75	100	200	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	1800
13	106,14	1,00	1,85	3,05	3,46	6,45	9,27	12,02	14,68	19,27	19,91	24,60	21,63	16,48	13,05	10,73	8,93
15	122,17	1,15	2,16	3,23	4,04	7,53	10,82	14,08	17,17	20,45	23,26	26,09	26,78	20,42	16,22	13,21	11,07
17	138,23	1,33	2,47	3,97	4,61	8,58	12,44	16,05	19,65	25,11	26,60	32,04	32,27	24,54	19,49	15,97	13,39
19	154,32	1,49	2,79	4,61	5,21	9,70	13,99	18,11	22,15	29,20	30,05	37,27	38,19	29,10	23,09	18,88	15,79
21	170,42	1,67	3,11	5,08	5,80	10,82	15,63	20,26	24,72	32,13	33,48	40,99	44,37	33,81	26,78	21,97	18,36
23	186,54	1,83	3,43	5,54	6,41	11,93	17,17	22,32	27,21	35,04	36,90	44,72	50,81	28,41	29,80	25,15	21,12
25	202,66	2,01	3,76	5,99	7,01	13,05	18,80	24,38	29,87	37,97	40,35	48,44	55,70	43,86	34,84	28,50	23,87
Lubrication method		TYPE 1					TYPE 2					TYPE 3					

Figura 5: Rodas padronizadas pela ISO 606, código 16B

Neste estágio, por meio da Equação 1, pode ser verificado o diâmetro de passo, caso seja necessário.

A seguir, com a relação de transmissão previa, i_p , encontra-se número de dentes prévio para a roda dentada movida; $N_{2p} = i_p \cdot N_1 = 1,78 \cdot 19 = 33,91$. Esse valor é ajustado segundo padronização e/ou disponibilidade de rodas, do catalogo [13], além de considerar as exigências de projeto, ou seja, atender a uma rotação de saída maior ou igual a 650 rpm. Dessa forma, é selecionada uma roda com número de dentes $N_2 = 32$.

Com esses novos dados é encontrada a nova relação de transmissão $i = 1,68$ e a rotação de saída $\omega_2 = 688,75 \text{ rpm}$. Ambos valores atendem às demandas do projeto pelo que são aprovados.

No catalogo [13], extrai-se o diâmetro de passo da roda movida $D = 259,13 \text{ mm}$, lembrando que o passo é o mesmo que a roda motriz, ou seja $p = 25,4 \text{ mm}$.

Tendo selecionado as rodas dentadas, agora deve ser encontrado o comprimento da corrente. Conforme a literatura [6], devemos escolher a estimativa de distância de centros em passos, que pode ser entre 30 a 80. Segundo [5] recomenda-se usar 40.

Assim, com o uso da Equação 2 encontra-se o comprimento prévio da corrente $L_p = 105,61$. E esse valor é ajustado para um número par ou ímpar (de preferência par). Dessa forma, o comprimento da corrente selecionada será de $L_p = 106$ e se multiplicado pelo passo pode-se obter o valor em milímetros $L = 2692,4 \text{ mm}$.

A continuação com a Equação 3 ajusta-se a distância de passos entre centros, sendo esta de $C_p = 40,20$, que por sua vez, multiplicando pelo passo, $p = 25,4 \text{ mm}$, consegue-se a distância de centros em milímetros, $C = 1021 \text{ mm}$. Essa distância é importante para o tensionamento correto da corrente, entre eixos.

O ângulo de envolvimento é encontrado para a polia motriz com a Equação 4, alimentando as variáveis com unidades de comprimento [mm], tem-se $\theta_1 = 174$, lembrando que esse valor é recomendado que seja superior a 120.

Podem ser encontrados também:

- Torque $T = \frac{P \cdot 9,55}{\omega_1 \cdot 1000} = 304,6 \text{ N} \cdot \text{m}$
- Força tangencial $F^t = \frac{T \cdot 1000}{\frac{d}{2}} = 3947,8 \text{ N}$
- Velocidade linear $V = \frac{\pi \cdot d \cdot \omega_1}{60000} = 9,37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Finalmente, usando o programa de Projeto Assistido por Computador (CAD do inglês *Computer-aided design*) [14]. Na Figura 6 é representada uma ilustração do desenho técnico da polia motriz selecionada, considerando para o canal de chaveta do cubo a norma [15].

A especificações do sistema, usando norma [9], são:

- Roda motriz 16B-2 com diâmetro de passo $d = 154,3 \text{ mm}$, $p = 25,4 \text{ mm}$;
- Roda movida 16B-2 com diâmetro de passo $D = 259,14 \text{ mm}$, $p = 25,4 \text{ mm}$;
- Corrente 16B-2 com comprimento de $L = 106$ passos, $p = 25,4 \text{ mm}$;
- O sistema de transmissão deve trabalhar com lubrificação por fluxo contínuo (tipo 3).

Seleção de sistema segundo norma ANSI

1. No caso de precisar selecionar um sistema de transmissão por correntes, usando a norma [7], que possua um passo e diâmetro de passo igual, ou bem próximo, ao já encontrado com a norma ISO, ou seja, $p = 25,4 \text{ mm}$ e $d = 154,32 \text{ mm}$, segundo a Tabela 1 o equivalente seria um sistema de duas fileiras com código ANSI 80-2.
2. Se não há necessidade de manter essas dimensões, a norma [7] oferece um sistema com apenas uma fileira, ou seja, considera-se a potência de projeto $P_d = 48,1 \text{ kW}$. Usando

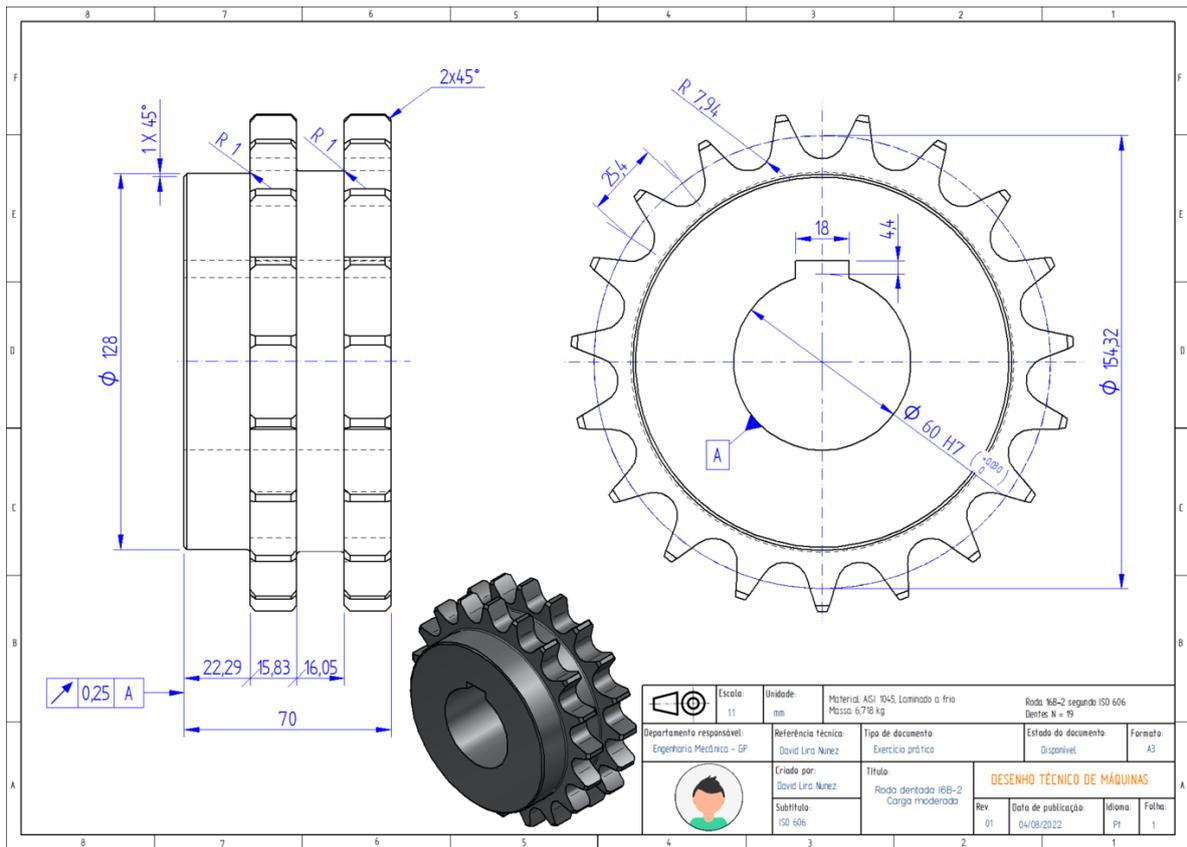


Figura 6: Desenho técnico roda 16B-2

os procedimentos e mesmas equações, usadas para a seleção de corrente e roda segundo da norma ISO, os valores encontrados para a norma ANSI são:

- Código ANSI 100-1;
- Roda motriz com número de dentes $N_1 = 25$
- Roda motriz 100-1 com diâmetro de passo $d = 253,32 \text{ mm}$, passo $p = 31,75 \text{ mm}$;
- Roda movida 100-1 com diâmetro de passo $D = 445,06 \text{ mm}$, passo $p = 31,75 \text{ mm}$;
- Rotação de saída $\omega_2 = 659,09 \text{ rpm}$;
- Relação de transmissão $i = 1,76$;
- Corrente ANSI 100-1 com comprimento de 116 passos, passo $p = 31,75 \text{ mm}$;
- Ângulo de envolvimento $\theta = 171$;
- Distância entre centros $C = 1290,24 \text{ mm}$;
- O sistema de transmissão deve trabalhar com lubrificação por fluxo contínuo, tipo 3;
- Torque $T = 304,6 \text{ N} \cdot \text{m}$;
- Força tangencial $F^t = 2404,9 \text{ N}$; e
- Velocidade linear $V = 15,39 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Finalmente, para fins de comparativos, usando o programa [14]. Na Figura é representada

uma ilustração do desenho técnico da polia motriz ANSI 100-1, considerando para o canal de chaveta do cubo a norma [15].

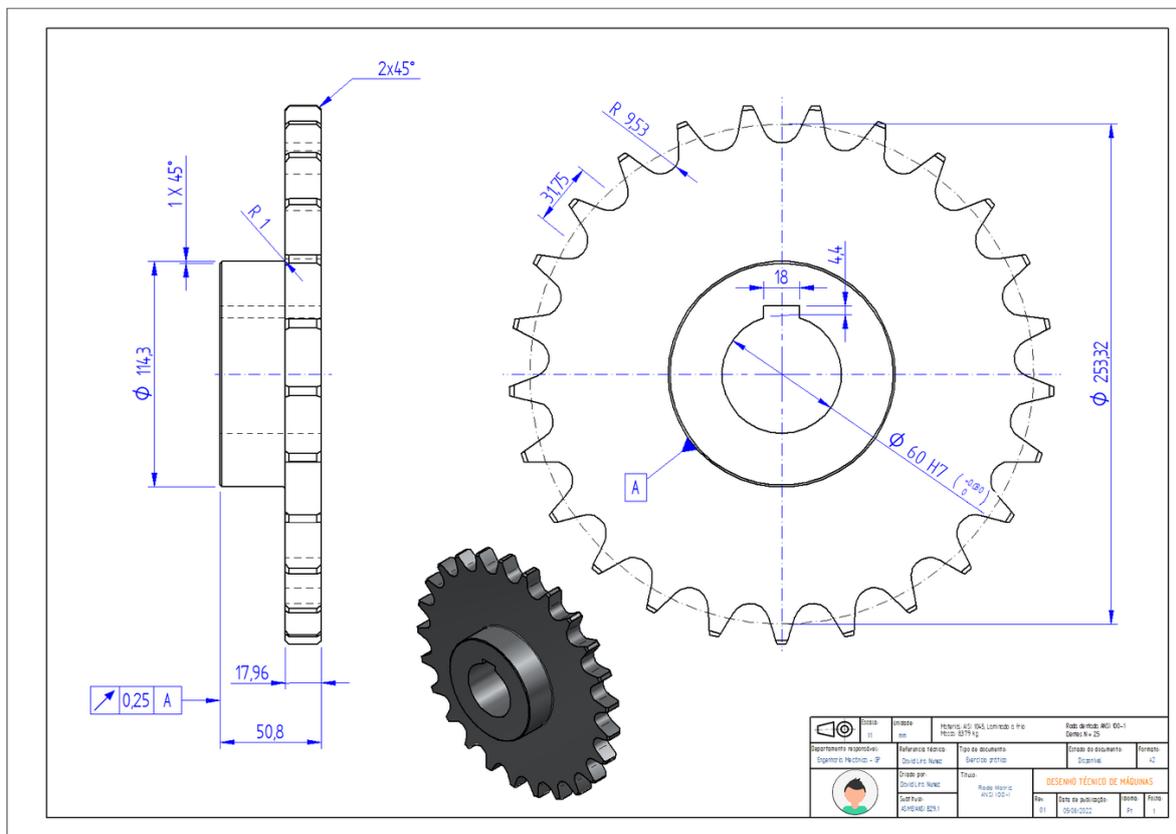


Figura 7: Desenho técnico roda ANSI 100-1

Conclusões

No estudo de caso verifica-se que há uma certa equivalência entre uma corrente 16B-2 da norma ISO e uma corrente 80-2 da norma ANSI, mas verificando as especificações técnicas de cada tipo de corrente, a corrente da norma ISO tem medidas mais reforçadas, o que faz que tenha uma maior resistência última a tração.

Por outro lado, a norma ANSI para uma mesma demanda apresenta sistemas de transmissão com apenas uma fileira, fato que pode influenciar em proporcionar menor custo de manutenção. Mas, a roda ANSI de uma fileira, considerando o mesmo material, apresente uma massa aproximadamente 20% superior à roda ISO.

Por último, embora o sistema de transmissão por corrente e roda dentada seja um elemento de máquinas clássico, na atualidade ainda há aplicações modernas usando esses componentes.

Referências

- [1]Z. Bi and B. Kang, “Testing Platform of Chains and Sprockets for Conveyor System Designs”, *Procedia Manufacturing*, vol. 55, pp. 96–101, 2021, doi: 10.1016/j.promfg.2021.10.014.
- [2]Q. Yang *et al.*, “Design of a control system for a mini-automatic transplanting machine of plug seedling”, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 169, p. 105226, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105226.
- [3]A. Cay, H. Kocabiyik, and S. May, “Development of an electro-mechanic control system for seed-metering unit of single seed corn planters Part I: Design and laboratory simulation”, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 144, pp. 71–79, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.compag.2017.11.035.
- [4]A. Garibaldi, “CORREA VS. CADENA de distribución del motor — ¿Cuál es la diferencia?”, AutotecnicaTV, 2022.
- [5]R. L. Mott, *Machine Elements in Mechanical Design*, 5th ed. Pearson, 2013.
- [6]G. SKF, “SKF Transmission chains”, SKF Group, 2016.
- [7]S. ANSI/ASME B29.1, “Precision Power Transmission Roller Chains, Attachments, And Sprockets”, *American National Standards Institute*, 2011.
- [8]S. ISO 487, “Steel roller chains, types S and C, attachments and sprockets”, *International Organization for Standardization*, 1998.
- [9]S. ISO 606, “Short-pitch transmission precision roller and bush chains, attachments and associated chain sprockets”, *International Organization for Standardization*, 2015.
- [10]S. ISO 3512, “Heavy-duty cranked-link transmission chains”, *International Organization for Standardization*, 1992.
- [11]R. Rombo, “Lubrication of chain drives”, 2022.
- [12]J. L. Wright, “Chain Lubrication Best Practices for Drives and Conveyors”, *Machineru, Lubrication*, 2022.
- [13]G. SKF, “SKF Power Transmission products”, SKF Group, 2016.
- [14]S. Solid Edge, “Solid Edge for Educators”, *PLM Siemens*, 2020.
- [15]S. DIN 6885-1, “Drive type fastenings without taper action, parallel keys, keyways - Deep pattern - Part 1: Dimensions, tolerances, mass”, *Deutsches Institut für Normung*, 2021.