

Roteiro Aula Prática



ELEMENTOS DE MÁQUINAS

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Unidade: U2 _MANCAIS DE CONTATO ROLANTE

Aula: A1_TIPOS DE MANCAIS

Tempo previsto de execução de aula prática: 5h

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

1. Compreender a seleção de mancais;
2. Realizar os cálculos para dimensionamento para seleção de mancais;
3. Selecionar corretamente um mancal de acordo com os cálculos realizados.

SOLUÇÃO DIGITAL

- Microsoft Excel (Software)

O Excel é um software de planilhas eletrônicas. Ou seja, é um programa que utiliza tabelas para realizar cálculos ou apresentar dados. Com ele, é possível organizar desde o orçamento financeiro familiar, o fluxo de caixa de uma loja de materiais de construção, calcular as horas trabalhadas dos funcionários de uma pequena empresa, organizar os dados de vendas e diversas outras possibilidades. Tudo isso usando fórmulas matemáticas em grades de células.

LINK:

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

NSA

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Realizar o cálculo e desenvolver uma planilha eletrônica para auxiliar na seleção de um rolamento para mancal de contato rolante.

Procedimentos para a realização da atividade:

Os catálogos dos fabricantes de rolamentos apresentam um valor denominado capacidade de carga de catálogo, que é definida pela carga radial que causa a falha de 10% do conjunto do tipo de rolamento avaliado durante uma vida nominal. Esta capacidade de carga também pode ser representada como C_{10} . Assim, esta capacidade catalogada é frequentemente referida como capacidade básica de carga, se a vida nominal dada pelo fabricante é de 10^6 rotações. Esta capacidade de carga deve ser vista como um valor de referência e não como a carga real a ser suportada pelo rolamento. Ao selecionar um rolamento para uma determinada aplicação, é necessário relacionar a carga desejada e a carga apresentada no catálogo do fabricante. Assim, podemos elaborar uma relação entre o que desejamos no projeto e o que os catálogos de fabricante nos oferecem.

Portanto, para realização dessa prática, você deve elaborar uma planilha eletrônica para facilitar o cálculo da capacidade de carga.

Você deve iniciar essa prática, encontrando a capacidade de carga, manualmente, do seguinte exemplo

Um projeto de uma máquina que possui um rotativo, onde deve ser considerado um rolamento para um milhão de rotações com uma vida de 5000 horas, a 3000 RPM, com carga de 5000 N, com confiabilidade de 90%, e, devido ao eixo, o diâmetro interno do rolamento deve ser de 50 mm.

Com o cálculo manual da carga base, você deve iniciar o desenvolvimento da planilha eletrônica para que posteriormente o mancal seja selecionado no catálogo do fabricante, como recomendação, você pode utilizar o seguinte link: <https://productselect.skf.com/>

Através da equação, podemos encontrar a capacidade de carga:

$$C_{10} = F_R = F_d \cdot \left(\frac{L_D}{L_R}\right)^{\frac{1}{a}} = F_D \left(\frac{\ell_D \cdot n_D \cdot 60}{\ell_R \cdot n_R \cdot 60}\right)^{\frac{1}{a}}$$

Algumas considerações:

- Como não foi informado o elemento rolante, vamos considerar que ele é do tipo esfera, portanto $a = 3$; (Caso fosse do tipo de rolos cilíndricos, $a = \frac{10}{3}$)
- O termo $\ell_R \cdot n_R \cdot 60$ é igual 10^6 ;
- F_D, ℓ_D, n_D , são conhecidos.

Basta substituímos os valores na equação:

$$C_{10} = 5 \left(\frac{5000 \cdot 3000 \cdot 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} = 48,27 \text{ kN}$$

Observe que o valor de 5000 N foi convertido para 5 kN.

Esse resultado servirá para confrontarmos os dados da nossa planilha eletrônica, e posteriormente selecionar o rolamento no site SKF.

Agora, vamos utilizar o Excel para construir a planilha eletrônica. Utilizaremos as células A2, A3, A4 e A5 para indicar os parâmetros F_D , L_D , n_D e a . Seus respectivos valores serão alimentados nas células B2, B3, B4 e B5, enquanto nas células C2, C3, C4 e C5 estarão as unidades dos parâmetros. Aqui estarão nossos dados de entrada, e eles podem ser vistos na Figura 1

Figura 1 – Dados de entrada

	A	B	C
1	Dados de entrada		
2	F_D		kN
3	L_D		horas
4	n_D		RPM
5	a		
6			

Fonte: o autor

Além dos dados de entrada, podemos criar uma tabela com as restrições do projeto, como largura e diâmetros do rolamento.

Aqui, iremos utilizar as células E2, E3 e E4 para nomear esses dados que serão alimentados nas células F2, F3 e F4 respectivamente, conforme podemos observar na Figura 2.

Figura 2 – Restrições do Projeto

	A	B	C	D	E	F	G
1	Dados de entrada				Restrições do projeto		
2	F_d		kN		Largura		mm
3	L_D		horas		Diametro interno		mm
4	n_D		RPM		Diametro externo		mm
5	a						

Fonte: o autor

Com essas informações, podemos criar o campo onde o resultado da carga básica será apresentado. Neste caso, usaremos a célula A9 para nomear como C_{10} , a célula B9 exibirá o valor e a célula C9 terá a unidade.

Para que a célula B9 exiba o valor de C_{10} , é necessário criar uma formula com base na equação que já utilizamos anteriormente e o posicionamento dos dados de entrada.

$$C_{10} = F_R = F_d \cdot \left(\frac{L_D}{L_R}\right)^{\frac{1}{a}} = F_D \left(\frac{\ell_D \cdot n_D \cdot 60}{\ell_R \cdot n_R \cdot 60}\right)^{\frac{1}{a}}$$

Para isso, clique na célula B9 e digite " $= B2 * ((B3 * B4 * 60)/10^6)^{(1/B5)}$ ".

Figura 3 – Cálculo de C_{10}

	A	B	C	D
1	Dados de entrada			
2	F_d		kN	
3	L_D		horas	
4	n_D		RPM	
5	a			
6				
7				
8	Resultados			
9	C_{10}	$=B2*((B3*B4*60)/10^6)^{(1/B5)}$		

Fonte: o autor

Deste modo, podemos preencher a tabela com os valores do exemplo que já fizemos o cálculo manualmente. Além disso, nas restrições do projeto, podemos inserir o valor do diâmetro interno estipulado no exemplo que é de 50 mm, essa informação será útil ao selecionar o rolamento adequado (Figura 4).

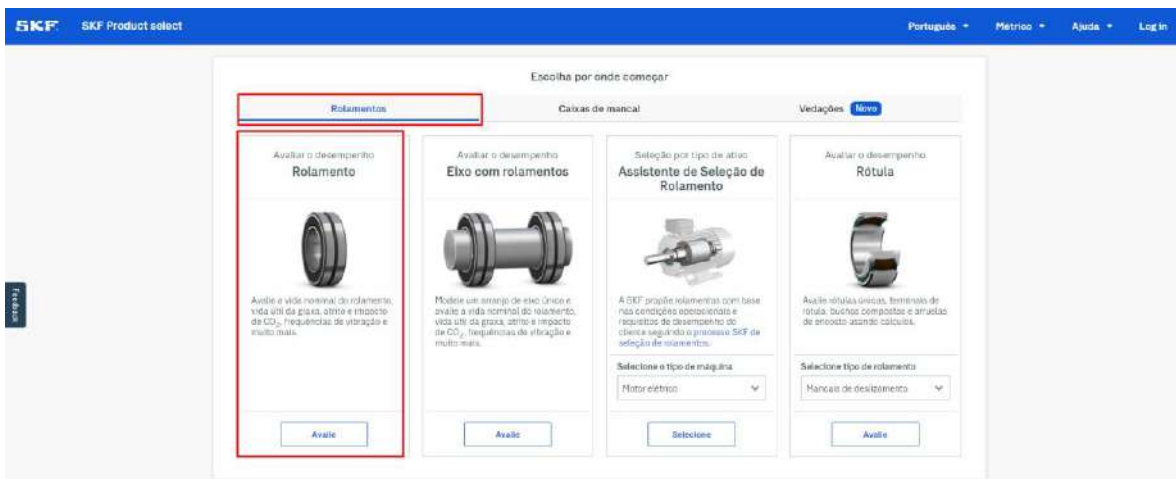
Figura 4 – Cálculo com a planilha eletrônica

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Desenvolvedor Ajuda						
Recortar Colar Copiar Pincel de Formatação		Calibri 11 N I S		Alinhamento		Geral
F12						
	A	B	C	D	E	G
1	Dados de entrada				Restrições do projeto	
2	F_d	5	kN		Largura	mm
3	L_D	5000	horas		Diametro interno	50 mm
4	n_D	3000	RPM		Diametro externo	mm
5	a	3				
6						
7						
8	Resultados					
9	C_{10}	48,27	kN			
10						

Fonte: o autor

No processo de seleção do rolamento, devemos acessar o site. <https://productselect.skf.com/> e ir em “Avaliar o desempenho Rolamento” (Figura 5).

Figura 5 – Avalia o desempenho do Rolamento



Fonte: o autor

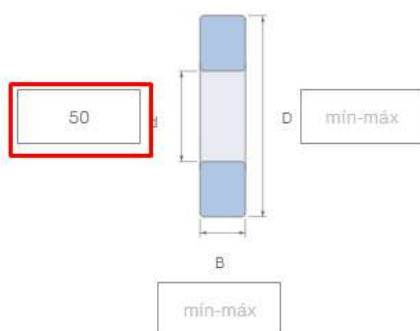
Nesta aba, preencha os filtros com as restrições dimensionais (Figura 6), no nosso caso, só temos a informação do diâmetro interno (d) que é de 50 mm. Depois, selecione o tipo de rolamento como “Rolamento rígido de esferas”.

Figura 6 – Filtros

Filtros

Restrições dimensionais

Insira dimensões exatas ou faixa em mm filtrar (e.g. 23-27, -40)



Tipos de rolamentos

Rolamento rígido de esferas

Rolamentos SKF Explorer ⓘ

Filtrar apenas por rolamentos SKF Explorer

Placas de vedação ⓘ

Filtrar por rolamentos abertos/vedados

Fonte: o autor

Deste modo, uma lista é exibida com os rolamentos que atendem aos filtros que utilizamos. Desta lista, devemos selecionar um rolamento que possua uma capacidade de carga básica (C) maior do que foi encontrado pela planilha eletrônica (48,278 kN).

Na primeira lista (Figura 7), não encontramos nenhum com a capacidade que nos atenda.

Figura 7 – Lista com os rolamentos

Q Procurar designação					
Dimensões principais			Capacidades de carga básica		Designação
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C ₀ (kN)	
50	80	10	16.6	11.4	■ 16010
50	90	20	39.1	34.5	210
50	90	20	39.1	34.5	210 NR
50	90	20	39.1	34.5	210-2Z
50	90	20	39.1	34.5	210-2ZNR
50	90	20	39.1	34.5	210-Z
50	90	20	39.1	34.5	210-ZNR

■ = SKF Explorer - Níveis maiores de carga e vida útil estendida com benefícios associados

1 - 7 of 78 < >

Fonte: o autor

Já na segunda lista (Figura 8a), podemos selecionar o rolamento “310” e apertar “PRÓXIMO”, onde é possível realizar alguns cálculos e ver as propriedades do rolamento selecionado.

Figura 8 – Seleção e cálculos do rolamento

Q Procurar designação

Dimensões principais			Capacidades de carga básica		Designação
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C ₀ (kN)	
50	110	27	64.4	52	310
50	110	27	64.4	52	310 NR
50	110	27	64.4	52	310-2Z
50	110	27	64.4	52	310-2ZNR
50	110	27	64.4	52	310-Z
50	110	27	64.4	52	310-ZNR
50	90	23	41	40	4210 ATN9

■ = SKF Explorer - Níveis maiores de carga e vida útil estendida com benefícios associados

8 - 14 of 78 < >

a) Avaliação do rolamento

Q 310 310

Dimensões principais			Capacidades de carga básica		Designação
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C ₀ (kN)	
✓ Press "Next" to start calculation					310
					Encontrar distribuidor
50	110	27	64.4	52	310-Z
50	110	27	64.4	52	310 NR
50	110	27	64.4	52	310-2Z
50	110	27	64.4	52	310-ZNR
50	110	27	64.4	52	310-2ZNR
50	110	27	65	38	■ 6310

■ = SKF Explorer - Níveis maiores de carga e vida útil estendida com benefícios associados

1 - 7 of 21 < >

Anterior

Próximo

b) Seleção do rolamento

Selecionar cálculo(s)
✕

Selecionar tudo

Vida da graxa e intervalo de relubrificação

Atrito e perda de potência

Fator de segurança estática

Velocidade de referência ajustada

Emissões CO₂ **NOVO**

Carga mínima

Frequências de rolamento

Vida nominal do rolamento

Ajustes e tolerâncias

Viscosidade

Carga dinâmica equivalente

Cancelar

Próximo

c) Cálculos para o rolamento

Fonte: o autor

Por tanto, para nosso exemplo, o rolamento “310” foi selecionado, ele possui as seguintes propriedades (Figura 9). Observe que ele nos atende, inclusive com relação a velocidade (3000 RPM).

Figura 9 – Propriedades do rolamento “310”

Propriedades do rolamento		310							
Designação	Tipo de rolamento	Dimensões principais			Capacidades de carga básica			Classificação de velocidade	
		Furo d (mm)	Diâmetro externo D (mm)	Largura B (mm)	Dinâmico C (kN)	Estática C ₀ (kN)	Carga limite de fadiga P _u (kN)	Referência n _{ref} (r/min)	Limitante n _{lim} (r/min)
310	Rolamento rígido de esferas	50	110	27	64.4	52	2.2	11000	7000

Fonte: o autor

Assim, concluímos a elaboração da planilha eletrônica e a seleção do rolamento para o exemplo proposto na atividade.

A elaboração desta planilha eletrônica proporciona uma ferramenta prática e eficiente para a seleção de rolamentos, facilitando o cálculo da capacidade de carga necessária para diferentes aplicações. Ao seguir os procedimentos descritos, você pode inserir os parâmetros do projeto e obter rapidamente a capacidade de carga básica, permitindo uma comparação direta com os valores fornecidos nos catálogos dos fabricantes.

Além disso, a planilha permite ajustar facilmente os dados de entrada e as restrições do projeto, oferecendo uma grande flexibilidade na análise de diferentes cenários e condições operacionais. Esta abordagem não apenas agiliza o processo de seleção, mas também aumenta a precisão e a confiabilidade das escolhas feitas, garantindo que o rolamento selecionado atenda às necessidades específicas do projeto.

Agora é com você! Encontre um rolamento para a situação a seguir:

Um projeto máquina que possui um eixo rotativo, onde deve ser considerado um rolamento para um milhão de rotações com uma vida de 6000 horas, a 2500 RPM, com carga de 10000 N, com confiabilidade de 90%, e, devido ao eixo, o diâmetro interno do rolamento deve ser de 60 mm e o diâmetro externo pode ter uma dimensão máxima de 150 mm.

Checklist:

- Compreender a definição e o cálculo da capacidade de carga básica;
- Cálculo Manual;
- Desenvolvimento da Planilha Eletrônica;
- Verificação dos Resultados;
- Seleção do Rolamento através do site da SKF.
- Resolução do problema proposto.

RESULTADOS

Resultados de Aprendizagem:

Espera-se que o aluno assimile os conceitos por trás do projeto e seleção de rolements.

ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR

Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:

Para comprovar a realização da atividade, é necessário entregar um relatório no formato .docx ou .pdf, contendo:

- O passo a passo descrito das etapas para solução do problema proposto;
- As imagens mostrando cada etapa da solução:
 - Planilha eletrônica com os campos a serem preenchidos;
 - Utilização da planilha eletrônica para encontrar a capacidade de carga;
 - Filtros utilizados no site da SKF para seleção do rolamento;
 - Rolamento selecionado e suas propriedades.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Unidade: U4 _ELEMENTOS MECÂNICOS FLEXÍVEIS E NÃO FLEXÍVEIS

Aula: A1_CORREIAS

Tempo previsto de execução de aula prática: 5h

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

1. Compreender o dimensionamento das transmissões por correia em V;
2. Realizar os cálculos para dimensionamento de correias em V.

SOLUÇÃO DIGITAL

NSA

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

NSA

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Realizar o dimensionamento de uma transmissão por correia em V.

Para o dimensionamento das transmissões por correia em V são necessários alguns dados:

- Tipo de motor;
- Potência do motor;
- Rotação do motor;
- Tipo de máquina ou equipamento;
- Rotação da máquina ou equipamento;
- Distância entre centros;
- Tempo de trabalho diário da máquina.

A potencia projetada é dada por:

$$P_p = P_{\text{motor}} \cdot f_s$$

Em que:

P_p - potência projetada (CV)

P_{motor} - potência do motor (CV)

f_s - fator de serviço (adimensional)

Obs: A unidade de potência no Sistema Internacional (SI) é watt (W), e a relação entre a potência em cv e W é:

$$cv = 735,5W.$$

Os diâmetros das polias são:

$$D = d \cdot i$$

Em que:

D - diâmetro da polia maior [mm]

d - diâmetro da polia menor [mm]

i - relação de transmissão

$$\text{Relação de transmissão (i)} \quad i = \frac{n_{\text{maior}}}{n_{\text{menor}}} = \frac{D}{d}$$

Redução de velocidade: n_{maior} - rotação da polia motora (polia menor)

n_{menor} - rotação da polia movida (polia maior)

Ampliação de velocidade: n_{maior} - rotação da polia movida (polia menor)

n_{menor} - rotação da polia motora (polia maior)

portanto, tem-se que:

$$D = d \cdot \frac{n_{\text{maior}}}{n_{\text{menor}}}$$

Em que:

D - diâmetro da polia maior [mm]

d - diâmetro da polia menor [mm]

n_{maior} - maior rotação [rpm]

n_{menor} - menor rotação [rpm]

Já o comprimento das correias é obtido pela equação:

$$\ell = 2C + 1,57(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

Em que:

C - distância entre centros [mm]

D - diâmetro maior [mm]

d - diâmetro menor [mm]

ℓ - comprimento da correia [mm]

O ajuste da distância entre centros é dado por:

$$C_a = \frac{\ell_A - h(D - d)}{2}$$

Em que:

ℓ_A - comprimento de ajuste [mm]

ℓ_c - comprimento da correia escolhida [mm]

h - fator de correção da distância entre centros (Tabela 4.6) [adimensional]

D - diâmetro maior [mm]

d - diâmetro menor [mm]

C_a - distância ajustada entre centros [mm]

O comprimento de ajuste consiste no comprimento da correia que não está em contato com as polias e é dado por:

$$\ell_A = \ell_c - 1,57 (D + d) \text{ [mm]}$$

A distância entre centros pode ser admitida na concepção do projeto. Para determiná-la preliminarmente, utiliza-se:

$$C = \frac{3d + D}{2}$$

Em que:

D - diâmetro maior [mm]

d - diâmetro menor [mm]

C - distância mínima entre centros [mm]

Para o cálculo da capacidade de transmissão por correia (P_{pc}), utiliza-se:

$$P_{p_c} = (P_b + P_a) \cdot f_{cc} \cdot f_{cac}$$

Em que:

P_{p_c} - capacidade de transmissão de potência por correia [CV]

P_b - potência básica [CV]

P_a - potência adicional [CV]

f_{cc} - fator de correção do comprimento [adimensional]

f_{cac} - fator de correção do arco de contato [adimensional]

Para encontrar o número de correias necessárias para transmissão, utiliza-se:

$$n_{co} = \frac{P_p}{P_{p_c}}$$

Em que:

n_{co} - número de correias [adimensional]

P_p - potência projetada [CV]

P_{p_c} - potência por correia [CV]

Enquanto a velocidade periférica da correia é:

$$v_p = \omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2$$

$$v_p = \frac{\pi \cdot r_1 \cdot n_1}{30} = \frac{\pi \cdot r_2 \cdot n_2}{30}$$

Sendo:

v_p - velocidade periférica [m/s]

ω_1 - velocidade angular da polia ① [rad/s]

ω_2 - velocidade angular da polia ② [rad/s]

r_1 - raio da polia ① [m]

r_2 - raio da polia ② [m]

n_1 - rotação da polia ① [rpm]

n_2 - rotação da polia ② [rpm]

π - constante trigonométrica 3,1415...

E a velocidade periférica máxima:

Correias Super HC: $v \leq 33$ m/s

Correias Hi-Power II: $v \leq 30$ m/s

Arco de contato em radiano (α_{rad})

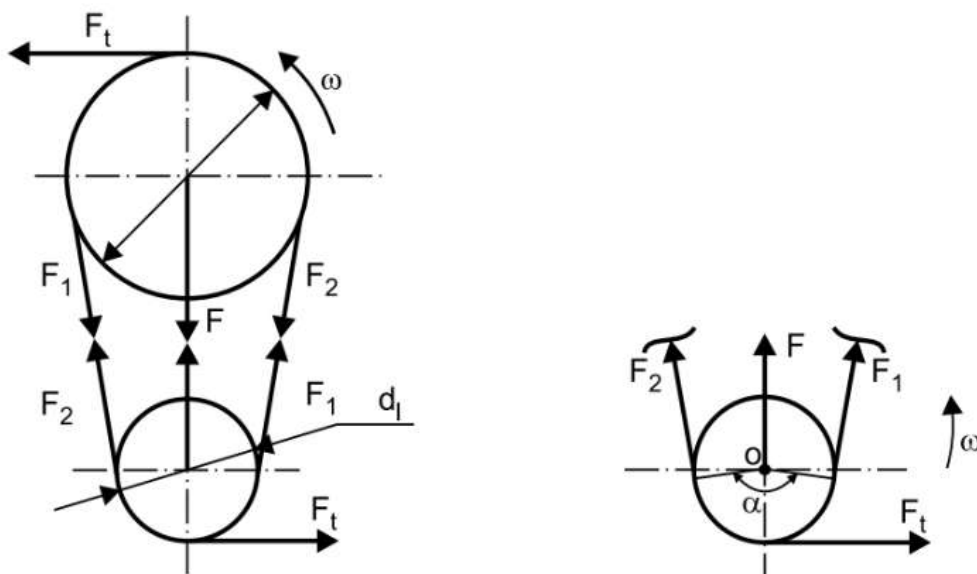
$$\alpha_{rad} = \frac{\pi}{180} \alpha^{\circ}$$

Em que:

α_{rad} - arco de contato ou ângulo de abraçamento [rad]

α° - arco de contato ou ângulo de abraçamento [graus]

Quanto aos esforços na transmissão:



O motor aciona a transmissão por meio de uma força F_1 (motora). Porém, em qualquer tipo de transmissão, existem as perdas provocadas por oposição ao movimento. No caso, essas forças resistivas englobam-se em F_2 (resistiva), que vai se opor ao movimento. Da soma vetorial dessas duas forças F_1 e F_2 resulta a força tangencial (F_t), que é, na realidade, a força resultante responsável pelo movimento. Para calcularmos F_1 e F_2 , devemos utilizar as equações seguintes:

Torque na polia

polia ①

$$M_{T_1} = \frac{P}{\omega_1} = \frac{30P}{\pi \cdot n_1}$$

polia ②

$$M_{T_2} = \frac{P}{\omega_2} = \frac{30P}{\pi \cdot n_2}$$

Força tangencial

A força tangencial é única na transmissão, portanto, podemos obtê-la por meio da polia ① ou da polia ②.

polia ①

$$F_T = \frac{M_{T_1}}{r_1} = \frac{2M_{T_1}}{d_1}$$

polia ②

$$F_T = \frac{M_{T_2}}{r_2} = \frac{2M_{T_2}}{d_2}$$

Força motriz F_1 e força resistiva F_2

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu \cdot \alpha_{\text{rad}}} \quad \text{①} \quad F_1 - F_2 = F_T \quad \text{②}$$

Força resultante (F)

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 |\cos \alpha|}$$

Em que:

F - força resultante [N]

F_1 - força motriz [N]

F_2 - força resistiva [N]

F_T - força tangencial [N]

e - base dos logaritmos neperianos $e = 2,71...$ [adimensional]

μ - coeficiente de atrito (correia-polia) [adimensional]

α_{rad} - arco de contato [rad]

Portanto, para o projeto, considere uma furadeira de bancada que é acionada por um motor elétrico CA, assíncrono, de indução, monofásico e com potência $P_m = 0,5 \text{ CV}$ (aprox. $0,37 \text{ kW}$) e rotação $n_m = 1160 \text{ rpm}$. O eixo árvore da máquina-ferramenta gira com a rotação de 300 rpm .

Além disso, considere os seguintes dados:

- Coeficiente de atrito correia-polia $\mu = 0,25$;
- Distância entre centros $C = 560 \text{ mm}$;
- Serviço normal: 8-10 h/dia;
- Utilizar correia Gates Hi-Power II;
- A polia motora (menor) possui diâmetro $d = 65 \text{ mm}$

Para essa transmissão, deve-se determinar:

- a) O número e a referência das correias necessárias;
- b) Os esforços atuantes.

As tabelas que serão utilizadas podem ser encontradas no link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1arJATjb3r48OkXhw-d0Akp4jybOE6FP>

Ou, no capítulo 4 do livro ELEMENTOS DE MÁQUINAS do autor Sarkis Melconian disponível em:

[Minha Biblioteca](#)

Procedimentos para a realização da atividade:

Primeiro passo: Calcular a potência projetada.

$$P_p = P_{motor} \cdot f_s$$

$$P_p = 0,5 \cdot 1,3 = 0,65 \text{ cv}$$

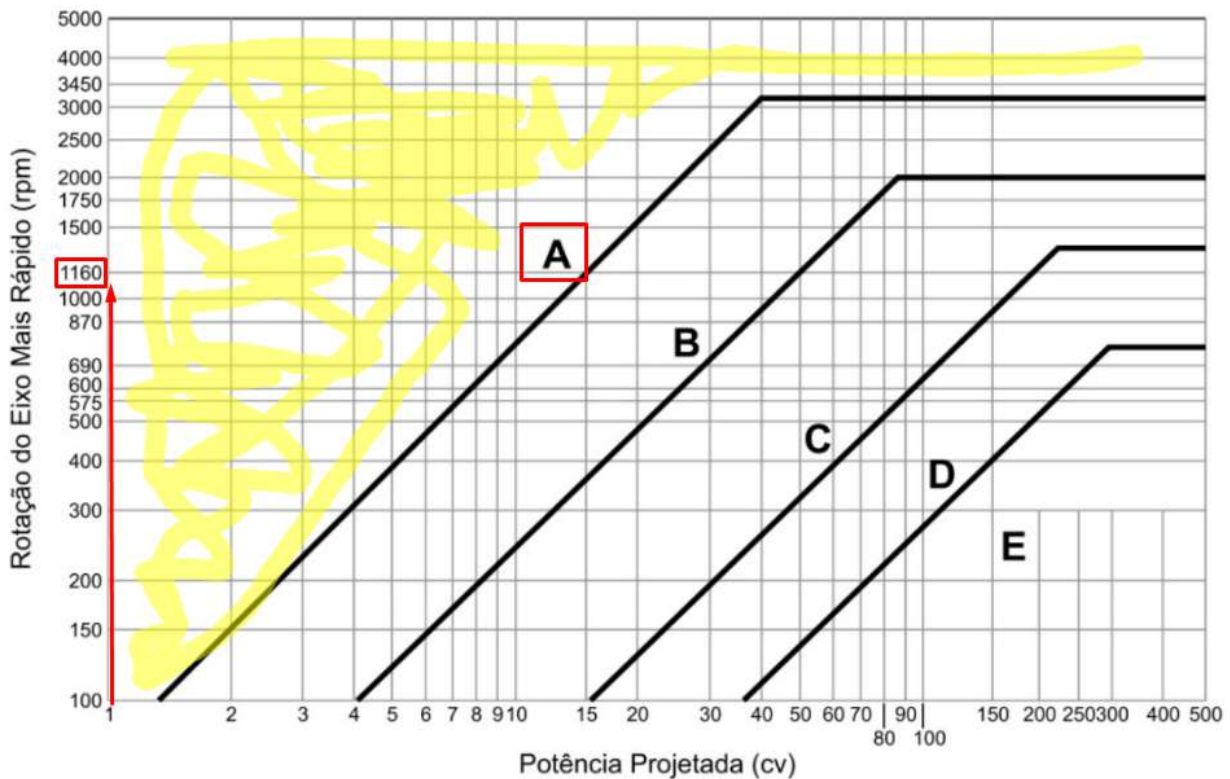
O valor de f_s é retirado da tabela 4.1 a partir das informações que temos.

Máquina conduzida	Máquina condutora					
	Motores AC: torque normal, rotor gaiola de anéis, síncronos, divisão de fase Motores DC: Enrolados em Derivação Motores Estacionários: combustão interna de múltiplos cilindros	Motores AC: alto torque, alto escorregamento, repulsão-Indução, monofásico, trifásico enrolado em série, anéis coletores Motores DC: enrolados em série, enrolados mistos Motores Estacionários: combustão interna de um cilindro* Eixos de Transmissão Embreagens				
		Serviço intermitente	Serviço normal	Serviço contínuo	Serviço intermitente	Serviço normal
3-5h diárias ou periodicamente	8-10h diárias	16-24h diárias	3-5h diárias ou periodicamente	8-10h diárias	16-24h diárias	
As máquinas relacionadas são apenas exemplos representativos. Escolha o grupo cujas características sejam mais semelhantes à máquina em consideração.						
Agitadores para líquidos Ventiladores e exaustores Bombas centrífugas e compressores Ventiladores até 10cv Transportadores de carga leve	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Correias transportadoras para areia e cereais Ventiladores de mais 10cv Geradores Eixos de transmissão Maquinário de lavanderia Punções, prensas e tesourões Máquinas gráficas Bombas centrífugas de deslocamento positivo Peneiras vibratórias rotativas	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Maquinário para olaria Elevadores de canecas Excitadores Compressores de pistão Moinhos de martelo Moinhos para indústria de papel Bombas de pistões Serrarias e maquinário de carpintaria Maquinários têxteis	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5

Segundo passo: Determinar o perfil da correia que vamos utilizar.

No caso, como nossa Potencia projetada é 0,65 cv e a rotação do eixo mais rápido é 1160 rpm, o perfil utilizado será o perfil A.

Gráfico 4.2 – Seleção de perfil de correias Hi-Power II



Terceiro passo: Calcular o diâmetro das polias, o diâmetro da polia menor é igual a 65 mm, enquanto a relação de transmissão é dada por $i = \frac{n_{motora}}{n_{movida}} = \frac{1160}{300} = 3,87$.

$$D = d \cdot i$$

$$D = 65 \cdot 3,87 = 251,3 \text{ mm}$$

Esse diâmetro não é um valor convencional, muitas vezes, encontramos um valor variando de 5 em 5 mm, portanto, podemos utilizar uma polia de 255 mm.

Quarto passo: Calcular o comprimento da correia.

$$l = 2C + 1,57(D + d) + \frac{((D - d)^2)}{4 \cdot C}$$
$$l = 2 \cdot 560 + 1,57 \cdot (255 + 65) + \frac{((255 - 65)^2)}{4 \cdot 560} = 1638,5$$

Neste momento, devemos utilizar a tabela 4.5 para selecionar um valor próximo ao encontrado, porem ligeiramente superior.

Tabela 4.5 – Comprimento das correias Hi-Power II

Perfil A			Perfil B			Perfil C			Perfil D			Perfil E		
Ref.	Circunf. pitch		Ref.	Circunf. pitch		Ref.	Circunf. pitch		Ref.	Circunf. pitch		Ref.	Circunf. pitch	
	Pol.	mm		Pol.	mm		Pol.	mm		Pol.	mm		Pol.	mm
A-26	27.3	695	B-35	36.8	935	C-51	53.9	1370	D-120	123.3	3130	180	184.5	4685
27	28.3	720	37	38.8	985	55	57.9	1470	128	131.3	3335	195	199.5	5065
31	32.3	820	38	39.8	1010	58	60.9	1545	136	139.3	3540	202	206.5	5245
32	33.3	845	39	40.8	1035	60	62.9	1600	144	147.3	3740	210	214.5	5450
33	34.3	870	42	43.8	1115	63	65.9	1675	158	161.3	4095	225	229.5	5830
35	36.3	920	46	47.8	1215	68	70.9	1800	162	165.3	4200	240	241.0	6120
37	38.3	975	48	49.8	1265	71	73.9	1875	173	176.3	4480	270	271.0	6885
38	39.3	1000	50	51.8	1315	72	74.9	1900	180	183.3	4655	300	301.0	7645
41	42.3	1075	51	52.8	1340	73	75.9	1930	195	198.3	5035	325	326.0	8280
42	43.3	1100	52	53.8	1365	75	77.9	1980	210	213.3	5420	330	331.0	8405
45	46.3	1175	53	54.8	1390	81	83.9	2130	225	225.8	5735	360	361.0	9170
46	47.3	1200	55	56.8	1445	85	87.9	2235	240	240.8	6115	390	391.0	9930
47	48.3	1225	60	61.8	1570	90	92.9	2360	250	250.8	6370	420	421.0	10695
49	50.3	1280	63	64.8	1645	96	98.9	2510	270	270.8	6880	480	481.0	12215
50	51.3	1305	64	65.8	1670	100	102.9	2615	300	300.8	7640			
51	52.3	1330	65	66.8	1695	105	107.9	2740	330	330.8	8400			
53	54.3	1380	68	69.8	1775	112	114.9	2920	360	360.8	9165			
54	55.3	1405	71	72.8	1850	120	122.9	3120	390	390.8	9925			
55	56.3	1430	73	74.8	1900	128	130.9	3325	420	420.8	10690			
57	58.3	1480	75	76.8	1950	136	138.9	3530	480	480.8	12210			
60	61.3	1555	78	79.8	2025	144	146.9	3730						
62	63.3	1610	81	82.8	2105	158	160.9	4085						
64	65.3	1660	85	86.8	2205	162	164.9	4190						
66	67.3	1710	90	91.8	2330	173	175.9	4470						
68	69.3	1760	93	94.8	2410	180	182.9	4645						
69	70.3	1785	95	96.8	2460	195	197.9	5025						
71	72.3	1835	97	98.8	2510	210	212.9	5410						
75	76.3	1940	105	106.8	2715	225	225.9	5740						
80	81.3	2065	112	113.8	2890	240	240.9	6120						
85	86.3	2190	120	121.8	3095	255	255.9	6500						

Assim, o valor utilizado para a correia é de 1660 mm, portanto, adotamos o perfil A-64.

Quinto passo: Ajuste da distância entre centros.

$$C_a = \frac{l_a - h(D - d)}{2}$$

O valor do comprimento de ajuste (l_a):

$$l_a = l_c - 1,57(D + d)$$

$$l_a = 1660 - 1,57(255 + 65) = 1157,6$$

O valor de h é obtido através da tabela 4.6 e depende da relação $\frac{D-d}{l_a} = \frac{255-65}{1157,6} = 0,16$.

Tabela 4.6 – Fator de correção da distância entre centros (h)

$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h	$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h	$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h	$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h	$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h	$\frac{D-d}{\ell_A}$	Fator h
0,00	0,00	0,12	0,06	0,23	0,12	0,34	0,18	0,43	0,24	0,51	0,30
0,02	0,01	0,14	0,07	0,25	0,13	0,35	0,19	0,44	0,25		
0,04	0,02	0,16	0,08	0,27	0,14	0,37	0,20	0,46	0,26		
0,06	0,03	0,18	0,09	0,29	0,15	0,39	0,21	0,47	0,27		
0,08	0,04	0,20	0,10	0,30	0,16	0,40	0,22	0,48	0,28		
0,10	0,05	0,21	0,11	0,32	0,17	0,41	0,23	0,50	0,29		

Portanto, $h = 0,08$.

Deste modo, podemos encontrar a distância ajustada entre centros (C_a).

$$C_a = \frac{1157,6 - 0,08(266 - 65)}{2} = 571,2 \text{ mm}$$

Sexto passo: encontrar a capacidade de transmissão por correia (P_{pc}).

$$P_{pc} = (P_b + P_a) \cdot f_{cc} \cdot f_{cac}$$

Para isso, vamos utilizar as tabelas 4.7, 4.16 e 4.17.

Potência Básica																		
RPM do eixo mais rápido	CV básico por correia para diâmetro Pitch das polias menores, em milímetros																	
	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	140	150	165	180	190
950	0,55	0,74	0,92	1,11	1,29	1,47	1,65	1,83	2,01	2,19	2,37	2,54	2,71	3,23	3,57	4,07	4,56	4,89
1160	0,61	0,84	1,06	1,28	1,50	1,71	1,93	2,14	2,35	2,56	2,77	2,98	3,19	3,79	4,19	4,78	5,36	5,74
1425	0,67	0,94	1,21	1,47	1,73	1,99	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,49	3,74	4,45	4,92	5,61	6,28	6,71
1750	0,73	1,05	1,37	1,68	1,99	2,30	2,60	2,90	3,20	3,49	3,78	4,07	4,35	5,19	5,73	6,51	7,27	7,76
2850	0,77	1,25	1,71	2,17	2,62	3,07	3,50	3,93	4,34	4,75	5,15	5,54	5,91	6,99	7,65	8,56	9,36	9,83

Potência adicional											
RPM do eixo mais rápido	CV adicional por correia, para relação de velocidade										
	1,00 a 1,01	1,02 a 1,03	1,04 a 1,05	1,06 a 1,08	1,09 a 1,12	1,13 a 1,16	1,17 a 1,22	1,23 a 1,30	1,31 a 1,48	1,49 em diante	
950	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	
1160	0,00	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	
1425	0,00	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	
1750	0,00	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,22	0,25	0,29	0,33	
2850	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,29	0,35	0,41	0,47	0,53	

Tabela 4.16 – Fator de correção de comprimento de correias Hi-Power II

Perfil A		Perfil B		Perfil C		Perfil D		Perfil E	
Ref. Hi-Power II	Fator de correção	Ref. Hi-Power II	Fator de correção	Ref. Hi-Power II	Fator de correção	Ref. Hi-Power II	Fator de correção	Ref. Hi-Power II	Fator de correção
A-26	0,75	B-35	0,77	C-51	0,77	D-120	0,86	E-180	0,92
A-27	0,76	B-37	0,78	C-55	0,79	D-128	0,88	E-195	0,93
A-31	0,79	B-38	0,79	C-60	0,81	D-144	0,90	E-210	0,95
A-32	0,80	B-39	0,80	C-68	0,83	D-158	0,92	E-240	0,97
A-33	0,81	B-42	0,81	C-71	0,84	D-162	0,92	E-270	0,99
A-35	0,82	B-46	0,83	C-75	0,86	D-173	0,94	E-300	1,01
A-37	0,84	B-48	0,84	C-81	0,87	D-180	0,94	E-330	1,03
A-38	0,85	B-52	0,86	C-85	0,88	D-195	0,96	E-360	1,04
A-41	0,86	B-55	0,88	C-90	0,90	D-210	0,98	E-390	1,06
A-42	0,87	B-60	0,90	C-96	0,91	D-225	0,99	E-420	1,07
A-45	0,89	B-64	0,92	C-100	0,92	D-240	1,00	E-480	1,09
A-46	0,90	B-68	0,93	C-105	0,93	D-270	1,02		
A-49	0,91	B-71	0,94	C-112	0,95	D-300	1,04		
A-53	0,93	B-75	0,95	C-120	0,96	D-330	1,06		
A-57	0,95	B-78	0,96	C-128	0,97	D-360	1,08		
A-60	0,97	B-85	0,99	C-136	0,99	D-390	1,10		
A-64	0,99	B-90	1,00	C-144	1,00	D-420	1,11		
A-68	1,00	B-95	1,01	C-158	1,02	D-480	1,14		
A-71	1,01	B-97	1,02	C-162	1,03				
A-75	1,03	B-105	1,04	C-173	1,04				
A-80	1,04	B-112	1,05	C-180	1,05				
A-85	1,06	B-120	1,07	C-195	1,07				
A-90	1,08	B-128	1,09	C-210	1,08				
A-96	1,09	B-136	1,10	C-225	1,10				
A-105	1,12	B-144	1,12	C-240	1,11				
A-112	1,13	B-158	1,14	C-255	1,13				
A-120	1,15	B-162	1,15	C-270	1,14				
A-128	1,17	B-173	1,16	C-300	1,16				

Para encontrar o valor de f_{cac} devemos utilizar a relação $\frac{(D-d)}{C_a} = \frac{255-65}{571,2} = 0,33$.

Tabela 4.17 – Fator de correção do arco de contato

$\frac{D-d}{C_a}$	Arco de contato da polia menor (graus)	Fator f_{cac}
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89

Como não temos o valor de 0,33, devemos utilizar a interpolação para encontrar o fator f_{cac} que é igual a 0,954.

$$P_{pc} = (0,61 + 0,22) \cdot 0,99 \cdot 0,954$$

$$P_{pc} = 0,78 \text{ cv}$$

Sétimo passo: Encontrar o números de correias:

$$n_{co} = \frac{P_p}{P_c} = \frac{0,65}{0,78} = 0,83$$

Portanto, aqui, conseguimos responder a letra a), sendo o número de correia é igual a 1, do tipo A-64.

Para responder a letra b), devemos calcular o torque do Motor, observe que 0,5 cv foi convertido para 370 W.

$$M_T = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n_m} = \frac{30 \cdot 370}{\pi \cdot 1160} = 3,05 \text{ N.m}$$

Vamos calcular agora a força tangencial (F_T), observe que estamos utilizando o diâmetro em metros.

$$F_T = \frac{2 \cdot M_T}{d} = \frac{2 \cdot 3,05}{0,065} = 93,71 \text{ N}$$

Já a força motriz e a força resistiva são calculadas a partir da solução do sistema:

$$\begin{cases} \frac{F_1}{F_2} = e^{\mu \cdot \alpha_{rad}} \\ F_1 - F_2 = F_T \end{cases}$$

Convertendo o valor de α para α_{rad} , temos $\alpha_{rad} = 2,81 \text{ rad}$.

$$\begin{cases} \frac{F_1}{F_2} = e^{0,25 \cdot 2,81} \\ F_1 - F_2 = 93,71 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{F_1}{F_2} = e^{0,7025} \\ F_1 - F_2 = 93,71 \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = F_2 \cdot e^{0,7025} & (1) \\ F_1 - F_2 = 93,71 & (2) \end{cases}$$

Substituindo (1) em (2):

$$2,0188F_2 - F_2 = 93,71$$

$$1,0188F_2 = 93,71$$

$$F_2 = 91,99 \text{ N}$$

Deste modo, podemos substituir esse valor em (2) para encontrar o valor de F_1

$$F_1 - 91,99 = 93,71$$

$$F_1 = 185,7 \text{ N}$$

Agora podemos encontrar a força resultante.

$$F = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + 2F_1F_2Z|\cos a|}$$

$$F = \sqrt{(185,7)^2 + (91,99)^2 + 2 \cdot 185,7 \cdot 91,99 |\cos(161,2)|}$$

$$F = 274,40 \text{ N}$$

Para verificar o seu entendimento com relação às tabelas utilizadas no dimensionamento, responda às seguintes perguntas:

- 1) Considerando uma bomba centrífuga que utiliza um motor de corrente alternada (AC) com alto torque, operando 18 horas por dia. Qual seria o seu fator de serviço?
- 2) Selecione um perfil de correia Hi-Power II para uma aplicação cuja Potência Projetada é de 3,675 kW e o eixo de rotação mais rápido é de 300 rpm.
- 3) Ao calcular o comprimento de uma correia, foi encontrado um valor de 970 mm. Qual o comprimento real utilizado no projeto e a referência para uma correia de perfil B?

Checklist:

- Calcular a potência projetada.
- Determinar o perfil da correia.
- Calcular o diâmetro das polias.
- Calcular o comprimento da correia.
- Ajuste entre as distâncias entre centros.
- Encontrar a capacidade de transmissão por correia.
- Encontrar o número de correias.
- Calcular os esforços atuantes.
- Responder as perguntas.

RESULTADOS

Resultados de Aprendizagem:

Espera-se que o aluno seja capaz de dimensionar adequadamente transmissões por correia em V, considerando todos os parâmetros técnicos necessários.

ESTUDANTE, VOCÊ DEVERÁ ENTREGAR

Descrição orientativa sobre a entrega da comprovação da aula prática:

Para comprovar a realização da atividade, é necessário entregar um relatório no formato .docx ou .pdf, contendo:

- Todos os cálculos realizados, seja manualmente ou no próprio word.
- Respostas para as perguntas 1, 2 e 3, com as indicações nos gráficos utilizados.