

$$ev(\alpha) := \tan(\alpha) - \alpha$$

Engrenamento Vê com dentes helicoidais

$$a' := 100\text{mm}$$

Distância entre centros requerida

$$\alpha := 20\text{deg}$$

ângulo de pressão normal

$$m := 2\text{mm}$$

módulo normal

$$c := .25$$

Folga no fundo do dente

$$k := (1 + c) = 1.25$$

Fator de profundidade do dendo

$$i_1 := 1.7$$

Relação de transmissão do par 1 do variador de velocidade

$$i_2 := 2.8$$

Relação de transmissão do par 2 do variador de velocidade

$$i_3 := 3$$

Relação de transmissão do par 3 do variador de velocidade

$$z_2 = i \cdot z_1$$

$$\frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m = a$$

Equação geral para distância entre centros

$$\frac{m \cdot z_1 \cdot (i + 1)}{2} = a$$

Substituindo z2 em função da relação de transmissão

Número de dentes para o primeiro par

$$z_{11} := \text{round}\left(\frac{2 \cdot a'}{m + i_1 \cdot m}\right) = 37$$

z1 do primeiro par

$$z_{21} := \frac{2 \cdot a' - m \cdot z_{11}}{m} = 63$$

z2 do primeiro par

$$i'_1 := \frac{z_{21}}{z_{11}} = 1.703 \quad \frac{i'_1 - i_1}{i_1} = 0.159\%$$

Erro menor que 1% está ok

Número de dentes para o segundo par

$$z_{12} := \text{round}\left(\frac{2 \cdot a'}{m + i_2 \cdot m}\right) = 26$$

z1 do segundo par

$$z_{22} := \frac{2 \cdot a' - m \cdot z_{12}}{m} = 74$$

z2 do segundo par

$$i'_2 := \frac{z_{22}}{z_{12}} = 2.846 \quad \frac{i'_2 - i_2}{i_2} = 1.648\%$$

Erro maior que 1% não está ok

Número de dentes para o terceiro par

$$z_{13} := \text{round}\left(\frac{2 \cdot a'}{m + i_3 \cdot m}\right) = 25$$

z1 do terceiro par

$$z_{23} := \frac{2 \cdot a' - m \cdot z_{13}}{m} = 75$$

z2 do terceiro par

$$i'_3 := \frac{z_{23}}{z_{13}} = 3 \quad \frac{i'_3 - i_3}{i_3} = 0\%$$

Erro zero está ok, embora haverá vício de dentes

Deslocamento de perfil para o segundo par

$$z_{2a} := z_2 - 1 = 73$$

Retiramos um dente da cora para reduzir a relação de transmissão

$$i'_{2a} := \frac{z_2}{z_{12}} = 2.808 \quad i'_2 - i_2 = 0.275\%$$

Erro menor que 1% está ok

$$a := \frac{z_{12} + z_{22}}{2} \cdot m = 99 \cdot \text{mm}$$

Distância entre centros sem deslocamento de perfil

$$\alpha' := \arccos\left(\frac{a}{a'} \cdot \cos(\alpha)\right) = 21.519 \cdot \text{deg}$$

ângulo de pressão de operação

$$x_{1s2} := \frac{(ev(\alpha') - ev(\alpha)) \cdot (z_{12} + z_{22})}{2 \cdot \tan(\alpha)} = 0.518$$

Deslocamentos de perfis 1 e 2 somados

$$x_{12} := x_{1s2} = 0.518$$

$$x_{22} := 0$$

Deslocamento de perfis escolhidos

$$y := \frac{a' - a}{m} = 0.5$$

Fator de deslocamento de centros

$$z_{\min} := \frac{2 \cdot (k - x_{12})}{\sin(\alpha)^2} = 12.508$$

Número mínimo de dentes:

$$m' := m \cdot \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\alpha')} = 2.02 \cdot \text{mm}$$

módulo transversal de operação

$$\phi_{12} := m \cdot z_{12} = 52 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_{22} := m \cdot z_{22} = 146 \cdot \text{mm}$$

Diâmetro primitivo

$$\phi'_{12} := m' \cdot z_{12} = 52.525 \cdot \text{mm}$$

$$\phi'_{22} := m' \cdot z_{22} = 147.475 \cdot \text{mm}$$

Diâmetro primitivo de operação

$$r_{12} := \frac{\phi_{12}}{2} = 26 \cdot \text{mm}$$

$$r_{22} := \frac{\phi_{22}}{2} = 73 \cdot \text{mm}$$

Raio primitivo

$$r'_{12} := \frac{\phi'_{12}}{2} = 26.263 \cdot \text{mm}$$

$$r'_{22} := \frac{\phi'_{22}}{2} = 73.737 \cdot \text{mm}$$

Raio primitivo de operação

$$\phi_{12b} := \phi_{12} \cdot \cos(\alpha) = 48.864 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_{22b} := \phi_{22} \cdot \cos(\alpha) = 137.195 \cdot \text{mm}$$

Diâmetro de base

$$\phi_{12a} := \phi_{12} + 2 \cdot m \cdot (1 - x_{22} + y) = 58 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_{22a} := \phi_{22} + 2 \cdot m \cdot (1 - x_{12} + y) = 149.93 \cdot \text{mm}$$

Diâmetro de adendo

$$\phi_{12d} := \phi_{12} - 2 \cdot m \cdot (1 + c - x_{12}) = 49.07 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_{22d} := \phi_{22} - 2 \cdot m \cdot (1 + c - x_{22}) = 141 \cdot \text{mm}$$

Diâmetro do pé do dente

$$\alpha_{2b} := 0$$

ângulo de pressão na base por definição da envolvente

$$\alpha_{12a} := \arccos\left(\frac{\phi_{12b}}{\phi_{12a}}\right) = 32.597 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{22a} := \arccos\left(\frac{\phi_{22b}}{\phi_{22a}}\right) = 23.782 \cdot \text{deg}$$

ângulo de contato no adendo

$$\alpha_{12d} := \arccos\left(\frac{\phi_{12b}}{\phi_{12d}}\right) = 5.298 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_{22d} := \arccos\left(\frac{\phi_{22b}}{\phi_{22d}}\right) = 13.341 \cdot \text{deg}$$

ângulo de contato no dendente

$$s_{12} := m \cdot \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_{12} \cdot \tan(\alpha)\right) = 3.896 \cdot \text{mm}$$

$$s_{22} := m \cdot \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot x_{22} \cdot \tan(\alpha)\right) = 3.142 \cdot \text{mm}$$

Espessura do dente no diâmetro primitivo

$$s_{12b} := \phi_{12b} \cdot \left(\frac{s_{12}}{\phi_{12}} + ev(\alpha) - ev(\alpha_{2b})\right) = 4.39 \cdot \text{mm} \quad s_{2b} := \phi_{22b} \cdot \left(\frac{s_{22}}{\phi_{22}} + ev(\alpha) - ev(\alpha_{2b})\right) = 5 \cdot \text{mm}$$

Espessura no pé do dente

$$s_{12a} := \phi_{12a} \cdot \left(\frac{s_{12}}{\phi_{12}} + \text{ev}(\alpha) - \text{ev}(\alpha_{12a}) \right) = 1.12 \cdot \text{mm} \quad s_{2a} := \phi_{22a} \cdot \left(\frac{s_{22}}{\phi_{22}} + \text{ev}(\alpha) - \text{ev}(\alpha_{22a}) \right) = 1.62 \cdot \text{mm} \quad \text{Espessura no adendo}$$

$$s_{12d} := \phi_{12d} \cdot \left(\frac{s_{12}}{\phi_{12}} + \text{ev}(\alpha) - \text{ev}(\alpha_{12d}) \right) = 4.4 \cdot \text{mm}$$

$$s_{22d} := \phi_{22d} \cdot \left(\frac{s_{22}}{\phi_{22}} + \text{ev}(\alpha) - \text{ev}(\alpha_{22d}) \right) = 4.53 \cdot \text{mm} \quad \text{Espessura no dedendo}$$

$$p_b := m \cdot \pi \cdot \cos(\alpha) = 5.904 \cdot \text{mm}$$

$$\epsilon_\alpha := \frac{\sqrt{\left(\frac{\phi_{12a}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{12b}}{2}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{\phi_{22a}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{22b}}{2}\right)^2} - a' \cdot \sin(\alpha)}{p_b} = 1.553$$

Razão de condução

