

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Análise da Questão 1

Material do Eixo: Aço SAE 1040 Estirado a Frio

- a) Magnitude do torque no eixo em todos os pontos;
- b) Forças nos elementos transmissores de potência;
- c) Reações nos rolamentos;
- d) Diagramas de carga, cisalhamento, momento fletor e cálculo de diâmetros.

Torque no Eixo (T_{BD}):

$$T = (30.0 \text{ hp} * 63000.0 / 550.0 \text{ rpm}) = 3436.36 \text{ lb.in} \quad (388.26 \text{ N.m})$$

Este torque atua entre a Engrenagem B (entrada) e a Polia D (saída).

$$\text{Torque } T_{AB} \text{ (antes de B)} = 0 \text{ lb.in} \quad (0 \text{ N.m})$$

$$\text{Torque } T_{DC} \text{ (depois de D)} = 0 \text{ lb.in} \quad (0 \text{ N.m})$$

Forças nos Elementos de Transmissão:

Engrenagem B (recebe potência, pinhão externo acima):

$$\text{Diâmetro Primitivo (D}_{\text{gearB}}\text{)}: 16.00 \text{ in} \quad (0.4064 \text{ m})$$

$$\text{Força Tangencial no eixo (F}_{\text{Bz}}\text{)}: 429.55 \text{ lb} \quad (1910.71 \text{ N}) \quad (\text{Horizontal})$$

$$\text{Força Radial no eixo (F}_{\text{By}}\text{)}: -156.34 \text{ lb} \quad (-695.44 \text{ N}) \quad (\text{Vertical para Baixo})$$

Polia D (transmite potência):

$$\text{Diâmetro da Polia D: } 10.00 \text{ in} \quad (0.2540 \text{ m})$$

Força Resultante Total na Polia (F_{poliaD}): 1030.91 lb (4585.71 N) (estimada com fator 1.5)

$$\text{Componente Vertical da Força (F}_{\text{Dy}}\text{)}: -789.72 \text{ lb} \quad (-3512.86 \text{ N}) \quad (\text{Para Baixo})$$

$$\text{Componente Horizontal da Força (F}_{\text{Dz}}\text{)}: 662.66 \text{ lb} \quad (2947.64 \text{ N}) \quad (\text{Para Direita})$$

Reações nos Mancais (Mancal em A em $x=0.0 \text{ in}$, Mancal em C em $x=26.0 \text{ in}$):

Plano Vertical (XY):

$$R_{\text{Ay}} = 278.45 \text{ lb} \quad (1238.62 \text{ N})$$

$$R_{\text{Cy}} = 667.61 \text{ lb} \quad (2969.68 \text{ N})$$

Plano Horizontal (XZ):

$$R_{\text{Az}} = -417.26 \text{ lb} \quad (-1856.05 \text{ N})$$

$$R_{\text{Cz}} = -674.94 \text{ lb} \quad (-3002.30 \text{ N})$$

Cálculo dos Diâmetros Mínimos do Eixo (Aço SAE 1040 Estirado a Frio):

$$(\text{Usando } S_{\text{nlinha}} = 26163 \text{ psi} \quad (180.39 \text{ MPa}), S_y = 71000 \text{ psi} \quad (489.53 \text{ MPa}), N = 2.5)$$

Ponto B (Engrenagem, $x=10.0 \text{ in}$): $M_{\text{res}}=5016.37 \text{ lb.in}$, $T=3436.36 \text{ lb.in}$, $K_t=2.0$, $D_B = 2.142 \text{ in} \quad (54.40 \text{ mm})$

$$\text{Ponto D (Polia, } x=20.0 \text{ in)}: M_{\text{res}}=5696.06 \text{ lb.in}, T=3436.36 \text{ lb.in}, K_t=2.0, D_D =$$

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

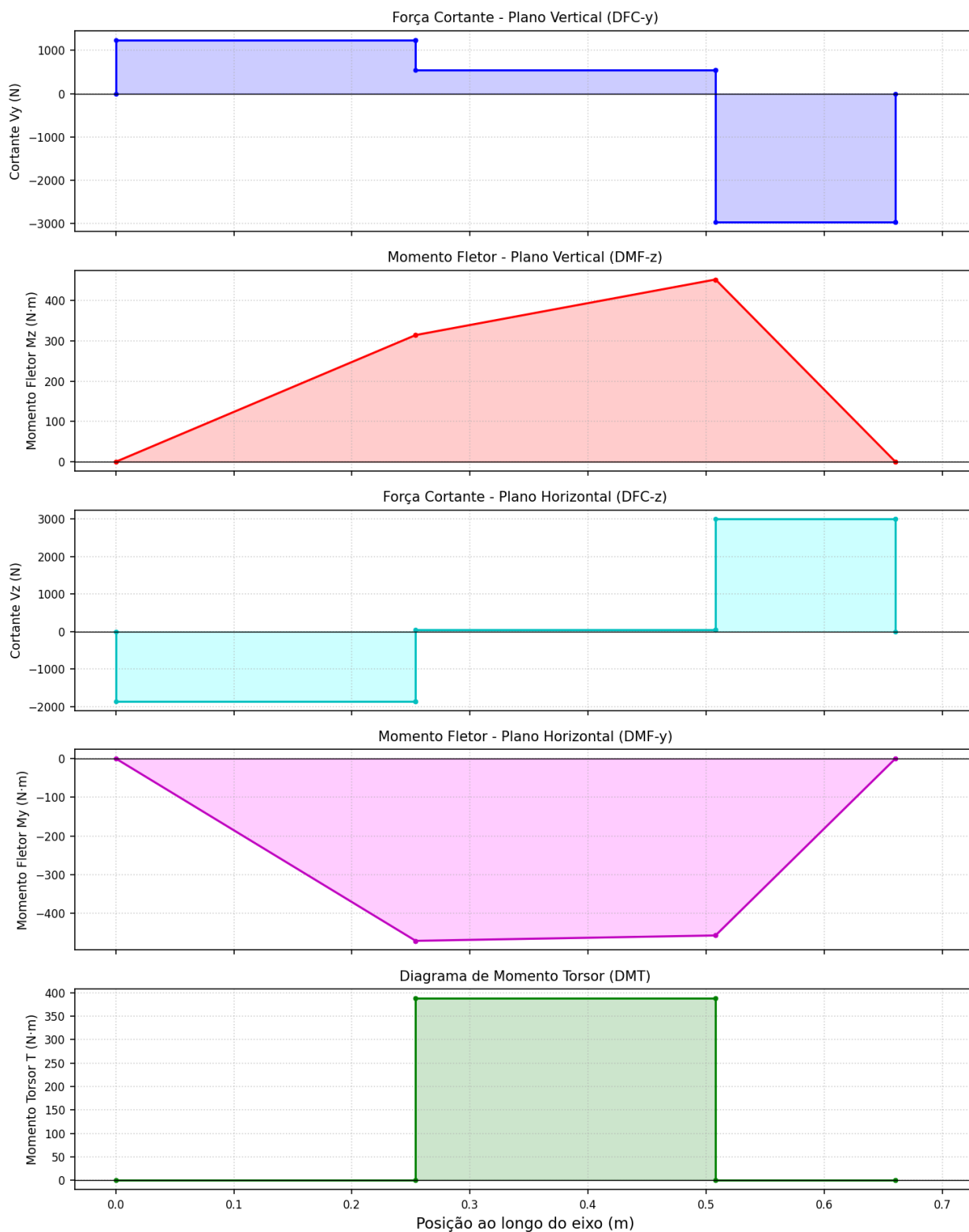
2.233 in (56.73 mm)

Dados para os diagramas (em SI) foram escritos em dados.txt.

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Diagramas de Esforços: Questao 1 Diagramas SI.png

Diagramas de Esforços (SI) - Questão 1



Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Análise da Questão 2

Refazendo a Questao 1 com novos parametros:

Potencia: 20.0 HP, Rotacao: 750 RPM

Engrenagem B: 100 dentes, Passo Diametral 6

Polia D: Diametro 9.0 in (0.2286 m)

a) Magnitude do Torque no Eixo (T_{BD}):

$T = (20.0 \text{ hp} * 63000.0 / 750 \text{ rpm}) = 1680.00 \text{ lb.in} \quad (189.81 \text{ N.m})$

Este torque atua entre a Engrenagem B (entrada) e a Polia D (saida).

Torque T_{AB} (antes de B) = 0 lb.in (0 N.m)

Torque T_{DC} (depois de D) = 0 lb.in (0 N.m)

b) Forcas nos Elementos de Transmissao:

Engrenagem B (Questao 2 - recebe potencia, pinhão externo acima):

Diametro Primitivo (D_{gearB}): 16.67 in (0.4233 m)

Forca Tangencial no eixo devido ao pinhão (F_{Bz}): 201.60 lb (896.76 N)

(Horizontal)

Forca Radial no eixo devido ao pinhão (F_{By}): -73.38 lb (-326.39 N) (Vertical para Baixo)

Polia D (Questao 2 - transmite potencia):

Diametro da Polia D: 9.00 in (0.2286 m)

Forca Resultante Total na Polia (F_{poliaD}): 560.00 lb (2491.00 N) (estimada com fator 1.5)

Componente Vertical da Forca (F_{Dy}): -428.98 lb (-1908.22 N) (Para Baixo)

Componente Horizontal da Forca (F_{Dz}): 359.96 lb (1601.19 N) (Para Direita)

c) Reacoes nos Mancais (Mancal em A em x=0.0 in, Mancal em C em x=26.0 in):

Plano Vertical (XY):

R_{Ay} = 144.15 lb (641.22 N)

R_{Cy} = 358.21 lb (1593.40 N)

Plano Horizontal (XZ):

R_{Az} = -207.13 lb (-921.36 N)

R_{Cz} = -354.43 lb (-1576.59 N)

e) Calculo dos Diametros Minimos do Eixo (Aco SAE 1040 Estirado a Frio):

Material: Aco SAE 1040 Estirado a Frio

Su = 85000 psi (586.1 MPa)

Sy = 71000 psi (489.5 MPa)

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

S_n (base, usinado/est.frio) ~ 39000 psi (268.9 MPa)

$C_s = 0.85$ (fator de tamanho padrao)

$C_R = 0.81$ (para 99% confiabilidade)

S_n' (corrigido) = 26852 psi (185.1 MPa)

Parametros de Projeto:

Fator de Seguranca (N) = 2.5

Ponto A (Mancal, $x=0.0$ in):

$M_{res} = 0.00$ lb.in (0.00 N.m), $T = 0.00$ lb.in (0.00 N.m), $K_t = 2.5$

Diametro $D_A = 0.000$ in (0.00 mm)

Ponto B (Engrenagem, $x=10.0$ in):

$M_{res} = 2523.53$ lb.in (285.12 N.m), $T = 1680.00$ lb.in (189.81 N.m), $K_t = 2.2$

Diametro $D_B = 1.743$ in (44.26 mm)

Ponto D (Polia, $x=20.0$ in):

$M_{res} = 3023.52$ lb.in (341.61 N.m), $T = 1680.00$ lb.in (189.81 N.m), $K_t = 2.2$

Diametro $D_D = 1.850$ in (46.99 mm)

Ponto C (Mancal, $x=26.0$ in):

$M_{res} = 0.00$ lb.in (0.00 N.m), $T = 0.00$ lb.in (0.00 N.m), $K_t = 2.5$

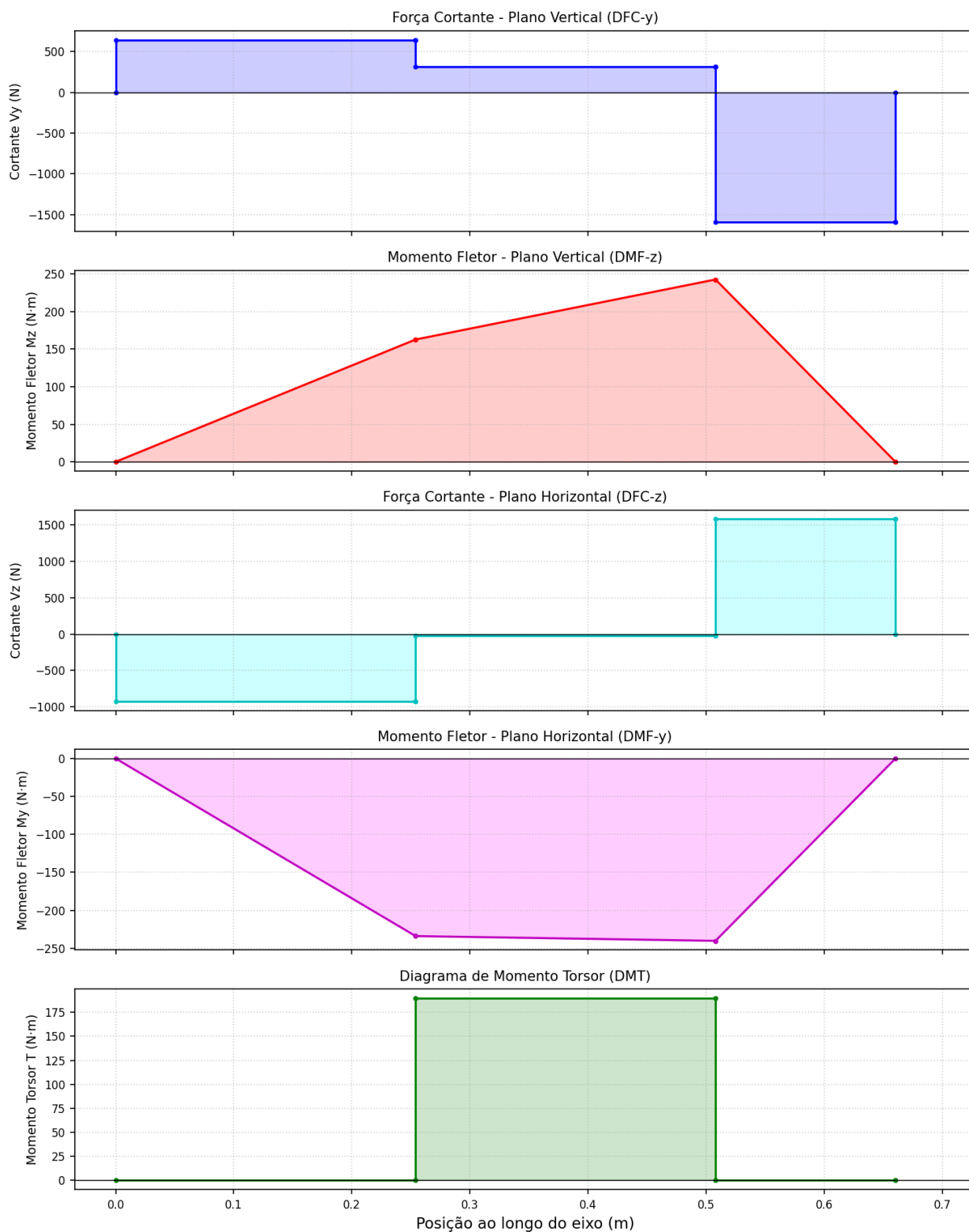
Diametro $D_C = 0.000$ in (0.00 mm)

Dados para os diagramas (em SI) foram escritos em dados.txt.

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Diagramas de Esforços: Questao 2 Diagramas SI.png

Diagramas de Esforços (SI) - Questão 2



Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Análise da Questão 3

a) Torques nos Componentes e no Eixo:

Torque na Polia A ($T_{A_entrada}$): 3150.00 lb.in (355.90 N.m)

Torque de Saida na Engrenagem C (T_{C_saida}): 1890.00 lb.in (213.54 N.m)

Torque de Saida na Roda Dentada D (T_{D_saida}): 1260.00 lb.in (142.36 N.m)

Diagrama de Torque no Eixo:

Segmento A ($x=0.0$) a B ($x=5.0$): $T_{AB} = 3150.00$ lb.in (355.90 N.m)

Segmento B ($x=5.0$) a C ($x=13.0$): $T_{BC} = 3150.00$ lb.in (355.90 N.m)

Segmento C ($x=13.0$) a D ($x=21.0$): $T_{CD} = 1260.00$ lb.in (142.36 N.m)

Segmento D ($x=21.0$) a E ($x=26.0$): $T_{DE} = 0.00$ lb.in (0.00 N.m) (deve ser ~0)

b) Forças nos Elementos de Transmissão (atuando sobre o eixo):

Polia A ($x=0.0$ in / 0.000 m, Entrada):

Diametro: 20.00 in (0.5080 m)

$F_{Ay} = 735.00$ lb (3269.44 N) (Vertical para Cima)

$F_{Az} = 0.00$ lb (0.00 N)

Engrenagem C ($x=13.0$ in / 0.330 m, Saida):

Diametro Primitivo: 10.00 in (0.2540 m)

F_{Cy} (tangencial) = 378.00 lb (1681.43 N) (Vertical para Cima)

F_{Cz} (radial) = 137.58 lb (611.99 N) (Horizontal +Z)

Roda Dentada D ($x=21.0$ in / 0.533 m, Saida):

Diametro: 6.00 in (0.1524 m)

$F_{Dy} = -420.00$ lb (-1868.25 N) (Vertical para Baixo)

$F_{Dz} = 0.00$ lb (0.00 N)

c) Reações nos Mancais (Mancal B em $x=5.0$ in, Mancal E em $x=26.0$ in):

Plano Vertical (XY):

$R_{By} = -1044.00$ lb (-4643.94 N)

$R_{Ey} = 351.00$ lb (1561.33 N)

Plano Horizontal (XZ):

$R_{Bz} = -85.17$ lb (-378.85 N)

$R_{Ez} = -52.41$ lb (-233.14 N)

d) Cálculo dos Diâmetros Mínimos do Eixo (em polegadas, com equivalentes SI):

(Usando S_n linha padrão = 19278 psi (132.92 MPa), $S_y = 58000$ psi (399.90 MPa), $N = 2.5$)

Ponto A (Polia, $x=0.0$ in): $M_{res}=0.00$ lb.in, $T=3150.00$ lb.in, $D_A = 1.062$ in

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

(26.97 mm)

Ponto B (Mancal, $x=5.0$ in): $M_{res}=3675.00$ lb.in, $T=3150.00$ lb.in, $D_B = 2.302$ in
(58.46 mm) ($\sigma=19278$ psi)

Ponto C (Engrenagem, $x=13.0$ in): $M_{res}=1382.55$ lb.in, $T=1260.00$ lb.in, $D_C = 1.544$
in (39.23 mm)

Ponto D (Roda Dentada, $x=21.0$ in): $M_{res}=1774.46$ lb.in, $T=0.00$ lb.in, $D_D = 1.674$
in (42.51 mm)

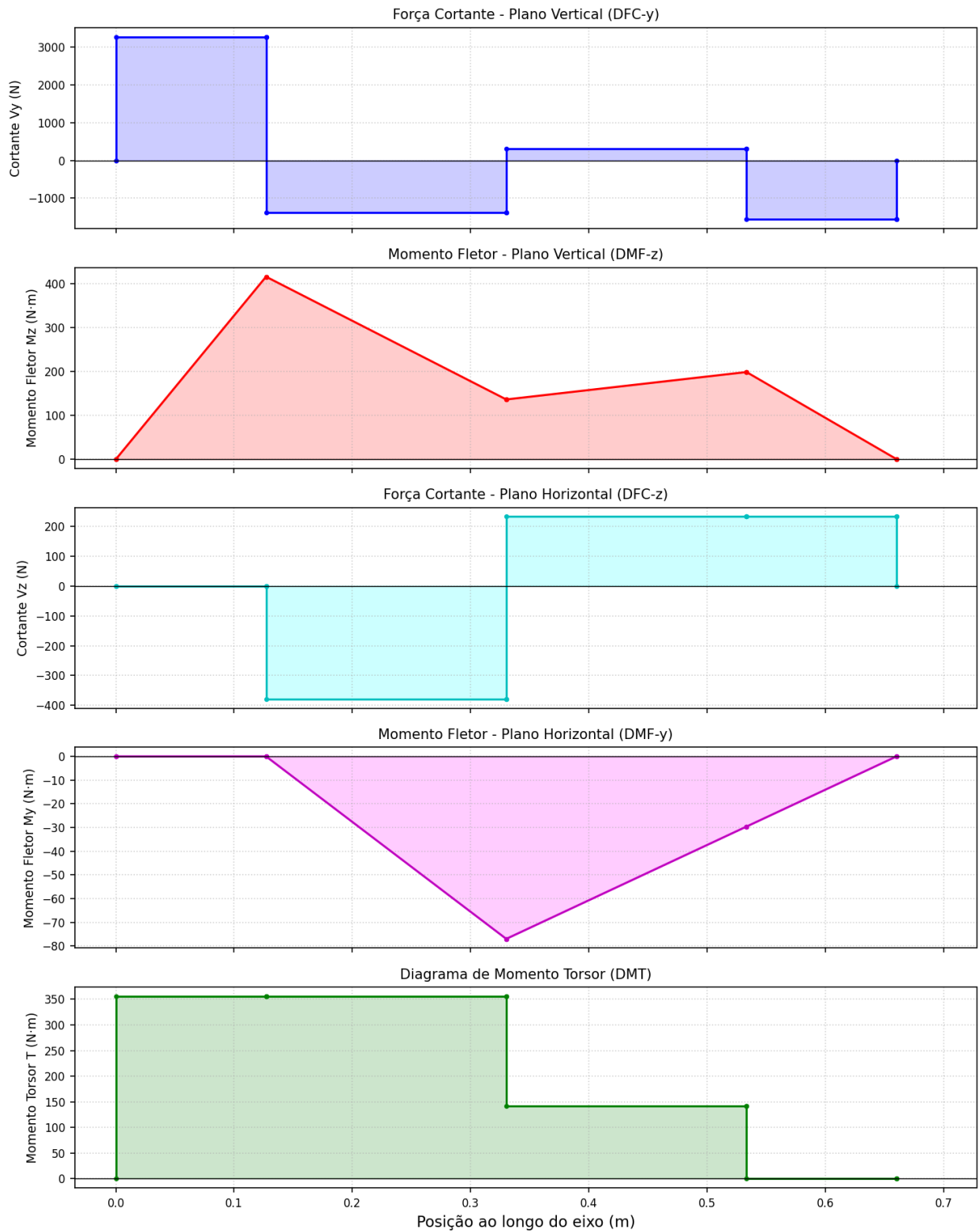
Ponto E (Mancal, $x=26.0$ in): $V_{res}=354.89$ lb, $D_E = 0.582$ in (14.77 mm) (por
cisalhamento)

Dados para os diagramas (em SI) foram escritos em dados.txt.

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Diagramas de Esforços: Questao 3 Diagramas SI.png

Diagramas de Esforços (SI) - Questão 3



Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Análise da Questão 4

a) Magnitude do Torque no Eixo:

Torque Saida Engrenagem B (T_B): 656.25 lb.in (74.15 N.m)

Torque Saida Polia D (T_D): 393.75 lb.in (44.49 N.m)

Torque Saida Polia E (T_E): 393.75 lb.in (44.49 N.m)

Torque Entrada Corrente C ($T_{C_entrada}$): 1443.75 lb.in (163.12 N.m)

Torque no segmento A-B ($x=0.0$ a 5.0 in): 0.00 lb.in (0.00 N.m)

Torque no segmento B-C ($x=5.0$ a 13.0 in): 656.25 lb.in (74.15 N.m)

Torque no segmento C-D ($x=13.0$ a 20.0 in): 787.50 lb.in (88.98 N.m)

Torque no segmento D-E ($x=20.0$ a 26.0 in): 393.75 lb.in (44.49 N.m)

Torque no segmento E-F ($x=26.0$ a 31.0 in): 0.00 lb.in (0.00 N.m) (deve ser ~0)

b) Forças nos Elementos Transmissores de Potência (atuando sobre o eixo):

Engrenagem B ($x=5.0$ in / 0.127 m):

Força Vertical (F_{By} - Radial): 159.24 lb (708.32 N) (Para Cima)

Força Horizontal (F_{Bz} - Tangencial): 437.50 lb (1946.10 N) (Sentido +Z)

Corrente C ($x=13.0$ in / 0.330 m):

Força Vertical (F_{Cy}): -278.91 lb (-1240.66 N) (Para Baixo)

Força Horizontal (F_{Cz}): -74.73 lb (-332.43 N) (Para Esquerda, -Z)

Polia D ($x=20.0$ in / 0.508 m):

Força Vertical (F_{Dy}): -255.75 lb (-1137.62 N) (Para Baixo)

Força Horizontal (F_{Dz}): 147.66 lb (656.81 N) (Para Direita, +Z)

Polia E ($x=26.0$ in / 0.660 m):

Força Vertical (F_{Ey}): 0.00 lb (0.00 N)

Força Horizontal (F_{Ez}): 295.31 lb (1313.62 N) (Para Direita, +Z)

c) Reações nos Rolamentos (Mancais A em $x=0.0$ in, F em $x=31.0$ in):

Mancal A:

Reação Vertical (R_{Ay}): 119.14 lb (529.98 N)

Reação Horizontal (R_{Az}): -423.57 lb (-1884.12 N)

Mancal F:

Reação Vertical (R_{Fy}): 256.28 lb (1139.98 N)

Reação Horizontal (R_{Fz}): -382.17 lb (-1699.97 N)

d) Momentos Fletores Resultantes e Diâmetros Mínimos para o Eixo:

(Usando $S_n\text{linha} = 29160$ psi (201.05 MPa), $S_y = 80000$ psi (551.58 MPa), $N = 2.5$, $K_t\text{anel} = 3.0$)

Ponto B ($x=5.0$ in): $M_{res} = 2200.02$ lb.in (248.57 N.m), $T = 656.25$ lb.in (74.15

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

N.m), $D_{\min} = 1.793$ in (45.55 mm)

Ponto C (x=13.0 in): $M_{\text{res}} = 3463.17$ lb.in (391.29 N.m), $T_{\text{adj_max}} = 787.50$ lb.in (88.98 N.m), $D_{\min} = 2.086$ in (52.98 mm)

Ponto D (x=20.0 in): $M_{\text{res}} = 3723.12$ lb.in (420.66 N.m), $T = 393.75$ lb.in (44.49 N.m), $D_{\min} = 2.137$ in (54.27 mm)

Ponto E (x=26.0 in): $M_{\text{res}} = 2300.71$ lb.in (259.95 N.m), $T = 0.00$ lb.in (0.00 N.m), $D_{\min} = 1.820$ in (46.23 mm)

Dados para os diagramas (em SI) foram escritos em dados.txt.

Relatório de Análise de Eixos Mecânicos

Diagramas de Esforços: Questao 4 Diagramas SI.png

Diagramas de Esforços (SI) - Questão 4

