

1ª Questão - A Figura 1 descreve um ventilador de 4 pás e massa $M=1250$ kg montado em uma máquina de balancear de mancais rígidos; A e B são os planos dos mancais, C é plano de balanceamento e o rotor deverá operar a uma rotação $\omega_{op} = 890\text{rpm}$. Na Figura 2 são mostrados os gráficos das forças horizontais medidas pelas células de carga dos mancais A e B na rotação de balanceamento.

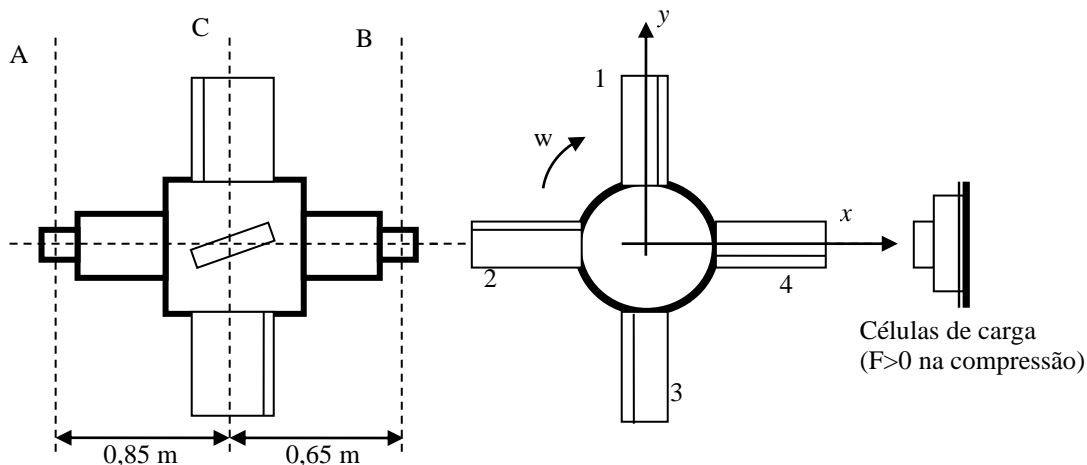


Figura 1 Descrição do rotor; numeração das pás; sistema de coordenadas solidário ao rotor ($t=0$ no instante em que x passa pela célula de carga)

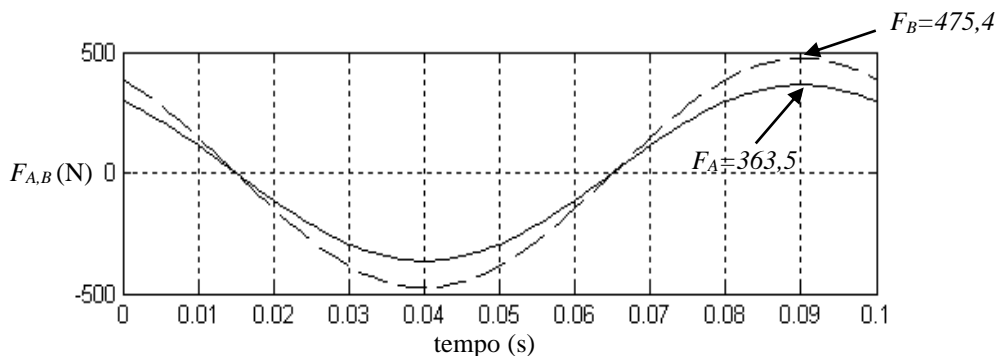


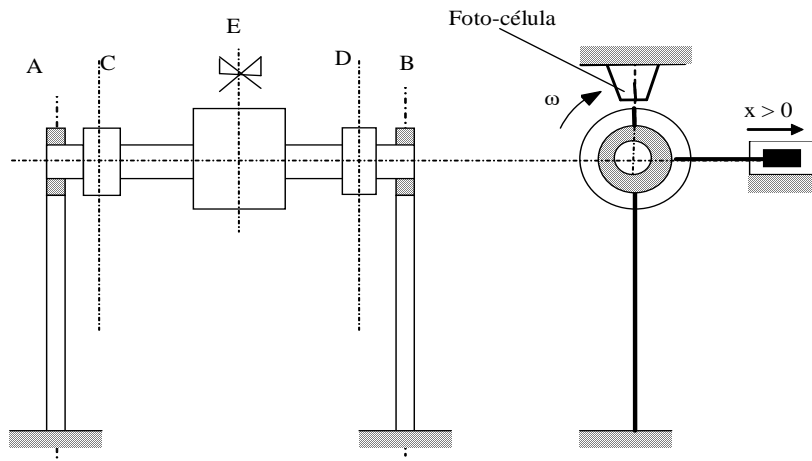
Figura 2 Gráficos de $F_{A,B}$ (N) em função do tempo (s);

Pede-se:

- Considerando os gráficos da Figura 2, determine a classe de balanceamento do rotor;
- Determine a massa que deve ser **retirada** das pás a uma distância $R_C=1,0$ m do eixo geométrico para balancear o ventilador;
- Determine o desbalanceamento residual admissível considerando balanceamento classe ISO G 6.3.

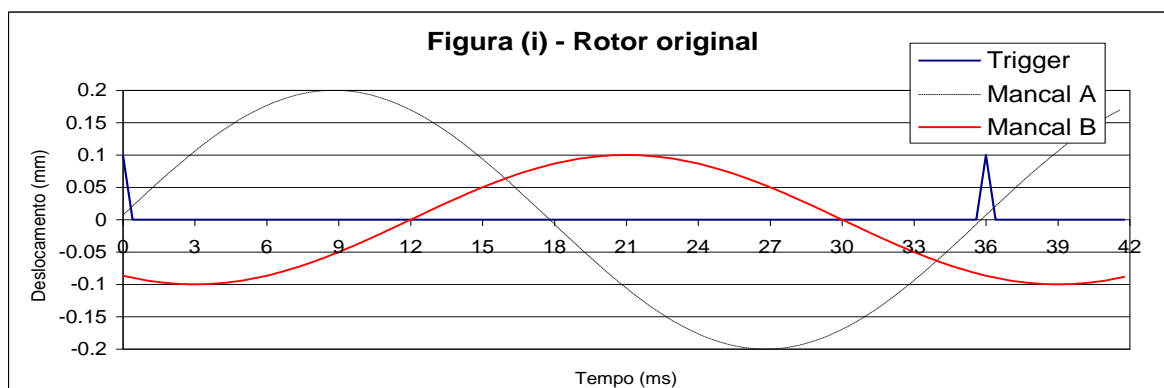
2ª Questão – O rotor longo, rígido e simétrico mostrado na figura tem massa $M= 20$ kg e deve ser balanceado nos planos C, D e E

em uma máquina de mancais flexíveis. Os deslocamentos horizontais dos mancais A e B com o rotor na condição original são mostrados abaixo. O princípio de balanceamento adotado é o de anular o desbalanceamento estático por retirada de massa no plano central e de anular o desbalanceamento de momento por retirada de massa nos planos C e D. Sabe-se que, após a



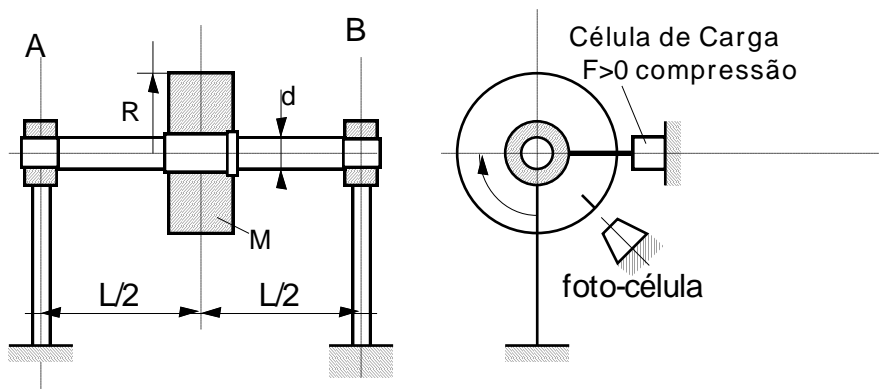
compensação eletrônica do desbalanceamento inicial, uma **massa de teste** de **10g** adicionada ao plano **C**, no mesmo raio no qual será feito o balanceamento, provoca uma amplitude em **A** de **0,10 mm** e uma amplitude em **B** de **0,02 mm** no sentido oposto ao de **A**. Pede-se:

- Determinar as posições relativas dos traços do eixo central de inércia e do eixo geométrico do rotor original nos planos transversais por **A** e **B**.
- Sabendo-se que o raio de balanceamento no plano de simetria **E** é **R= 125 mm**, calcular a massa a ser retirada em **E**, assim como sua posição angular, para balancear estaticamente o rotor original.
- Determinar as massas a serem retiradas nos planos **C** e **D**, assim como suas posições angulares, para balancear dinamicamente o rotor, após o balanceamento do item **b**).
- Sabendo-se que o rotor deve operar à **5000 rpm**, determinar a máxima amplitude residual admissível nos planos de medida **A** e **B** para que o rotor satisfaça a classe **ISO G-6.3**.



3ª **Questão** - O rotor representado na figura, que deve ser balanceado na rotação de operação, é constituído essencialmente de um disco de aço de massa **M= 7 kg** e raio **R= 100 mm** montado com interferência em um eixo maciço de alumínio, de massa muito menor que **M**, de diâmetro **d= 25 mm** e comprimento **L= 400 mm**. Para se aproximar das condições de operação, o balanceamento está sendo feito em uma máquina de balancear de mancais rígidos e deve atingir uma classe **ISO G 6.3**. As forças horizontais medidas nos mancais **A** e **B** da balanceadora em função do tempo bem como o sinal de referência da foto-célula são apresentados no gráfico.

Sabe-se que: o módulo de elasticidade do alumínio é **E= 7.5x10¹⁰ Pa**; o momento de inércia de uma seção circular de diâmetro **d** em relação a um eixo diametral é **J= π.d⁴/64**; e a flecha no centro do vão de uma viga bi-apoiada de comprimento **L** e módulo de rigidez **EJ** submetida a uma força **F** no centro do vão é $\delta = F.L^3/(48.EJ)$.



Pede-se:

- estimar a primeira velocidade crítica à flexão do rotor;
- calcular a massa a ser retirada na periferia do disco de aço, bem como sua posição angular, para balancear o rotor;
- determinar o desbalanceamento residual admissível para que o rotor satisfaça a classe **ISO G 6.3**, e a tolerância da massa a ser retirada no balanceamento.

