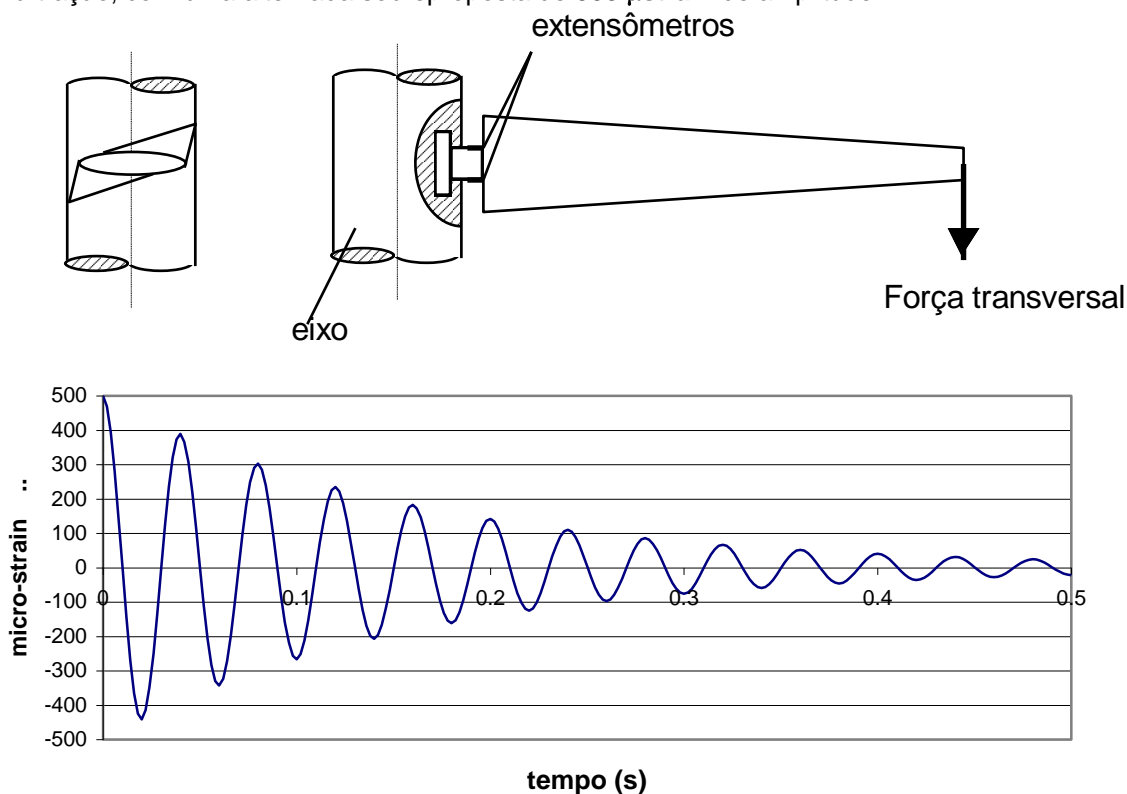


1ª Questão:

Durante o desenvolvimento das pás em fibra de vidro de um rotor de ventilador axial, foi necessário realizar um ensaio de fadiga à flexão para verificar a durabilidade do componente. Para determinar a intensidade e a frequência da força harmônica a ser aplicada na extremidade da pá durante esse ensaio, foram realizados os seguintes testes preliminares:

- **Determinação da deformação na seção crítica da pá, decorrente da aplicação de uma força transversal estática na extremidade da pá** – obteve-se uma deformação de **1000 μstrain** para uma força de **1000 N**.
- **Registro no tempo da deformação na seção crítica, após a retirada instantânea de uma carga transversal aplicada na extremidade da pá** – obteve-se o registro indicado na figura.
- **Determinação do nível máximo de sollicitação na seção crítica durante a operação** – o ventilador foi colocado a operar nas condições de projeto, tendo sido medida uma deformação estática de **400 μstrain** à tração, com uma alternada sobreposta de **300 μstrain** de amplitude.



Sabendo-se que o ensaio de fadiga deve ser realizado com a mesma deformação estática medida durante a operação e com uma deformação alternada 30% superior à medida, e que para tal será utilizado um excitador eletrodinâmico aplicando uma força transversal na extremidade da pá, pede-se:

- determinar a força estática a ser aplicada na extremidade da pá durante o ensaio de fadiga;
- desenvolver um modelo dinâmico simples para a vibração à flexão da pá;
- estimar a menor amplitude de força alternada no excitador necessária para realizar o ensaio, escolhendo uma frequência adequada;
- estimar a amplitude do movimento alternativo na extremidade da pá, para a frequência escolhida, e a potência necessária para o excitador.

2ª Questão:**3ª Questão:**

O motor estacionário de combustão interna de quatro cilindros opostos e quatro tempos, representado na figura por uma vista pelo lado do volante, tem um eixo central de inércia praticamente coincidente com o eixo do virabrequim e deve ser suportado por quatro coxins de borracha com coeficiente de histerese **b=0,1**, dispostos simetricamente como indicado. O motor opera entre **800 e 3000 rpm** e, quando à plena carga, seu volante tem uma aceleração angular (rad/s^2) em relação à carcaça do motor dada pela seguinte expressão:

$$\ddot{\alpha} = 25 * \text{sen}(\Omega * t) + 600 * \text{sen}(2 * \Omega * t - 0,14) + 200 * \text{sen}(4 * \Omega * t - 0,66) + \\ + 75 * \text{sen}(6 * \Omega * t - 1,05) + 62 * \text{sen}(8 * \Omega * t - 1,36) + 45 * \text{sen}(10 * \Omega * t - 1,50)$$

onde Ω (rad/s) é a velocidade angular média do motor correspondente à sua rotação de operação. Sabendo-se que o momento de inércia equivalente das partes rotativas do motor em relação ao eixo do virabrequim é $I_r=0,2 \text{ kg.m}^2$, que o momento de inércia das partes não rotativas em relação ao mesmo eixo é $I_m=30.I_r$ e que a distância dos coxins ao eixo é $a=0,12 \text{ m}$, pede-se:

- determinar a equação diferencial do movimento angular absoluto da carcaça do motor em torno do eixo do virabrequim, supondo a rigidez k de cada coxim conhecida;
- determinar os diversos componentes harmônicos do momento de força transmitido ao solo pelo motor em função de Ω ;
- calcular a rigidez k de cada coxim para que o momento de força máximo transmitido ao solo em qualquer frequência específica seja menor que 5 N.m ;

