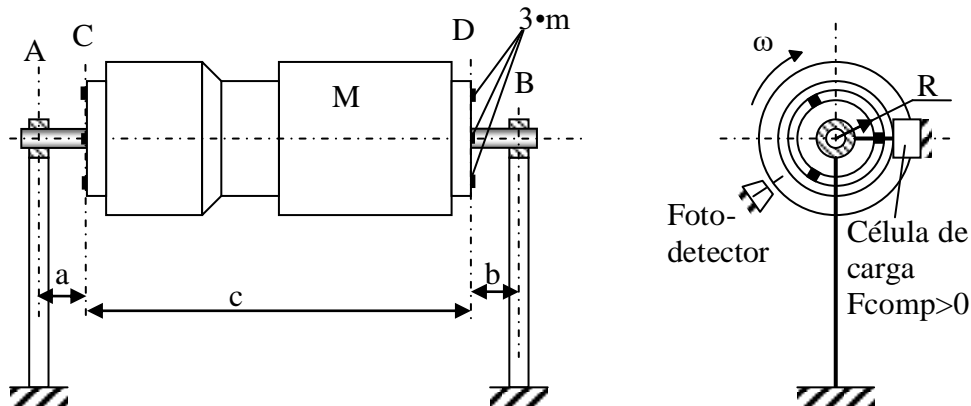
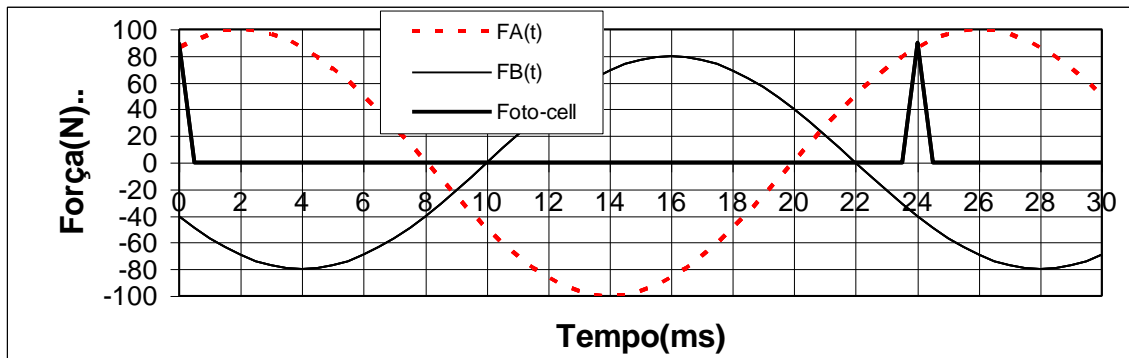


1ª Questão – O rebolo rígido representado na figura deve ser balanceado em uma máquina de balancear de mancais rígidos nos planos das flanges metálicas **C** e **D**, pelo posicionamento angular de três massas idênticas $m=10g$ que podem ser deslocadas em um rebaixo circular existente na face externa de cada flange, a um raio $R=100mm$ do eixo. Inicialmente, as três massas de cada flange foram dispostas equi-espaciaadas ao redor do eixo. Feito isto, obtiveram-se os gráficos das forças horizontais medidas nos mancais **A** e **B** em função do tempo disparado a partir do sinal da foto-célula, os quais são representados na figura juntamente com o sinal da foto-célula. Sabendo-se, também, que o rebolo tem massa $M=50 kg$, uma rotação de trabalho de $3000 rpm$, e que as dimensões geométricas indicadas são: $a= 100 mm$; $b= 50 mm$ e $c= 350 mm$, pede-se:



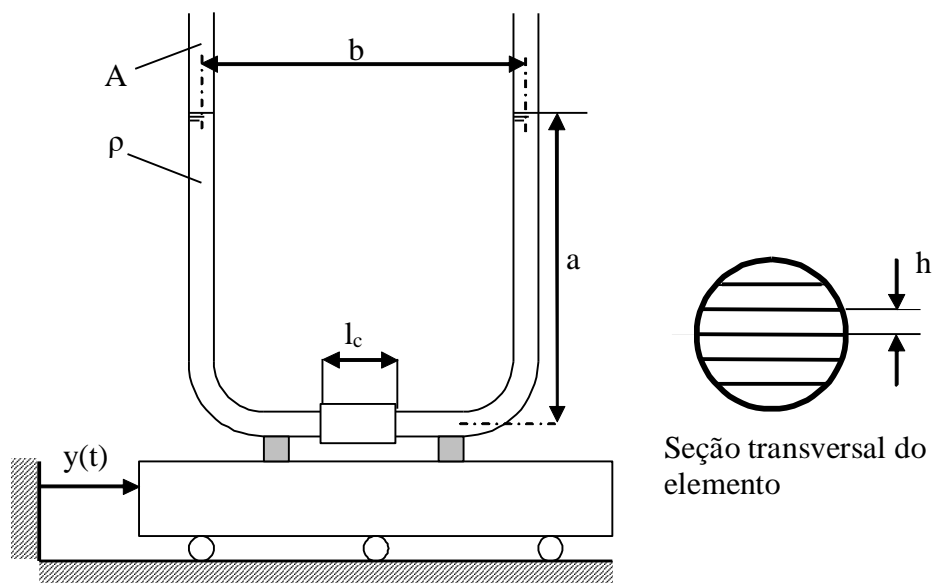
- Determinar, para cada um dos planos **C** e **D**, uma configuração de posições angulares das três massas de balanceamento que anule as forças rotativas nos mancais.
- Se o rotor deve satisfazer uma classe de balanceamento **ISO G2,5**, calcular qual o máximo desbalanceamento residual admissível em cada plano de balanceamento.
- Qual a máxima classe do desbalanceamento inicial do rebolo que é possível de ser corrigida pelo deslocamento das massas de balanceamento nos rasgos de raio R .



2ª Questão - Um manômetro de coluna de líquido de seção uniforme **A**, formado de dois trechos verticais de altura a e de um trecho horizontal de comprimento total b está fixado em uma bancada que se desloca horizontalmente com $y(t)=Y_0 \cdot \text{sen}(\omega t)$. Para evitar oscilações exageradas do líquido, o manômetro possui um elemento de fluxo laminar de comprimento l_c que dissipa energia. A área de passagem do elemento foi escolhida de modo que, para efeito de inércia do fluido contido em seu interior, seu comprimento equivalente referido à área **A** é o próprio l_c . Sabe-se que a perda de pressão no elemento de fluxo laminar submetido a uma vazão permanente Q é $\Delta p = 12 \cdot \mu \cdot l_c \cdot Q / (A \cdot h^2)$, onde h é o espessamento entre as lâminas e μ é a viscosidade dinâmica do fluido. A aceleração local da gravidade é g e a massa específica do fluido é ρ . Pede-se:

- Escrever a equação diferencial do movimento vertical para cima da coluna da direita, medido a partir da posição de equilíbrio, para $y(t)$ genérico e conhecido.

- b) Sendo dados que $b = a$ e que $\mu \cdot l_c / (\rho \cdot h^2) = 0,1 \cdot \sqrt{g \cdot a}$, determinar a frequência natural de oscilação e o fator de amortecimento do sistema.
- c) Para as mesmas condições do item anterior, calcular a oscilação vertical, em regime permanente, das colunas em função da frequência de excitação ω_f , e representar graficamente a variação da amplitude e da fase com a frequência.



3ª Questão –