PMR 3306- 2ª. Lista de Exercícios

1- O sistema de acionamento e controle da pena de um plotter inclui, respectivamente, um motor c.c. de imã permanente com escovas e um amplificador de tensão, alimentado pela diferença entre o sinal de referência (valor desejado) e a tensão que representa a medida da posição angular do plotter, produzida por um potenciômetro. O sistema motor-carga pode ser representado por uma função de transferência de primeira ordem, com ganho d.c. 0,25 e constante de tempo igual a 0,5. O potenciômetro pode ser representado por um ganho unitário. Pede-se:

a- Represente o sistema descrito acima num diagrama de blocos e calcule o ganho K_C do amplificador para que o plotter tenha a resposta em degrau mais rápida sem sobressinal;

b- Com o intuito de melhorar o tempo de resposta do sistema, sem afetar o sobressinal, compõe-se a tensão de entrada no motor pela soma algébrica daquela produzida pelo amplificador de potência e a produzida por um tacogerador, que mede a velocidade angular da pena. Introduza essa nova malha sua representação e calcule o novo ganho K_C e o ganho K_ω, do tacogerador, para que a constante de tempo do sistema seja reduzida a 1/10 do valor anterior;

c- Represente os elementos eletrônicos que implementam a diferença de sinais e o amplificador de potência, da malha citada, escolhendo os valores adequados para cada componente dos circuitos (use o valor K_C calculado em a) ou b)).

2- Considere o sistema de controle do pêndulo invertido representado na figura abaixo.

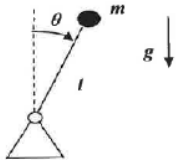
a- Com o intuito de estabilizar o pêndulo, coloca-se um servo-mecanismo composto por um motor de corrente contínua, acionando a articulação do pêndulo, e um circuito de controle com as seguintes características:

a.1) Constante de torque igual à constante de força contra-eletromotriz igual a k_m;
a.2) Resistência de armadura "*R*" e indutância desprezível;
a.3) Inércia total do conjunto eixo-pêndulo igual a "*J*";
a.4) Razão $k_m/RJ = 1$;
a.5) Tensão na armadura definida pela lei de controle:

$e = K_1(V_{\Theta ref} - V_\Theta) + K_2 V_\omega$, onde V_Θ e V_ω são as tensões produzidas por um potenciômetro e tacogerador, respectivamente, ambos representados por ganhos unitários.

Represente o sistema formado pelo pêndulo invertido e seu servo-mecanismo por um conjunto de equações de estado onde a entrada $V_{\Theta ref}$ é a tensão que representa a posição angular de referência e a saída é a tensão V_Θ. Considere o sistema linearizado em torno da posição vertical.

b) Determine a função de transferência do sistema;
c) Determine os ganhos K_1 e K_2 de modo a se obter a resposta em degrau mais rápida sem sobressinal e uma constante de tempo igual a 0,4s.



3-Um sensor inercial de medida de distância é o acelerômetro com dupla integração (vide figura). Nele, a saída é proporcional à distância percorrida pela plataforma em que está solidário, conforme explicado a seguir.

Um motor é montado ao redor do eixo perpendicular à direção do movimento. Tal eixo ("eixo de saída") pode girar livremente. A carcaça do motor também pode girar livremente em relação a tal eixo.

Ao se submeter a massa "***m***", representada na figura, a uma aceleração, gera-se uma força de inércia, em relação à plataforma solidária ao sensor, e o consequente torque "τ_i", transmitido à carcaça. Em consequência de tal torque, a carcaça tende a girar. O deslocamento angular da carcaça, "**β**", é a entrada de um sistema de servo-atuação representado pela função de transferência ***G(s).*** O sistema de servo-atuação gera a tensão de armadura para o motor elétrico DC de imã permanente e escovas (presos à carcaça), com armadura (presa ao rotor) de resistência R_a e indutância desprezível, constante de força contra-eletromotriz k_E e constante de torque k_t.

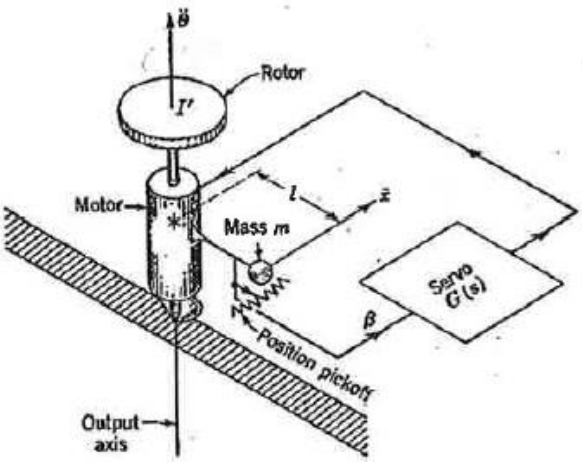
Assim sendo, como em qualquer motor, aplica-se um torque ao rotor, o que o faz girar. O rotor reage na carcaça, com um torque na mesma direção e sentido contrário ao torque produzido pelo motor. Seja a intensidade de tal reação definida como "τ_m". Esta se contrapõe ao torque "τ_i", produzido pela força de inércia. Desta forma, o torque de reação do rotor funciona como um torque de controle, atuando no sentido de anular o efeito da aceleração da massa "***m***". O deslocamento angular "***Θ***" do rotor estará, desta forma, relacionado com o deslocamento linear da massa "***m***" e da plataforma em relação ao referencial inercial.

Dados adicionais: 1- ***J*** é o momento de inércia da carcaça somado ao da massa ***m*** em relação ao eixo de rotação do rotor , 2- comprimento do braço de desbalanceamento "l", 3- momento de inércia do rotor é "I'", 4- massa do braço de desbalanceamento desprezível, 5- raio da carcaça desprezível em relação ao comprimento do braço de desbalanceamento. Pede-se:

a- Admitindo condições iniciais nulas, descreva o diagrama de blocos do sistema, incluindo todos os parâmetros e variáveis mencionados, onde a entrada é a transformada de Laplace do deslocamento linear ***X(s)*** da massa "***m***" e a saída é a transformada de Laplace do deslocamento angular do rotor "***Θ(s)***" (**2,5 pts**);

b- Determine a constante de proporcionalidade entre ***X(s)*** e ***Θ(s)***, admitindo-se $\frac{J/I'}{G(s)G_m(s)} << 1$, onde $G_m(s)$ é a função de transferência do motor, relacionando sua velocidade angular com a tensão de armadura (**1,5pts**).

c- Seja o deslocamento angular da carcaça medido por um potenciômetro, que gera uma tensão amplificada por um circuito eletrônico (ambos os componentes estão inclusos no sistema de servo-atuação). Proponha os valores dos componentes de tal circuito, ou uma relação entre os mesmos, de forma a se obter somente um de ganho K_a entre a saída do potenciômetro e a saída do circuito (**1,0 pts**.). **<u>Nota</u>**: não é necessário utilizar a resposta deste item na resolução dos itens anteriores.



OBS: Mencione as hipóteses que julgar necessárias.