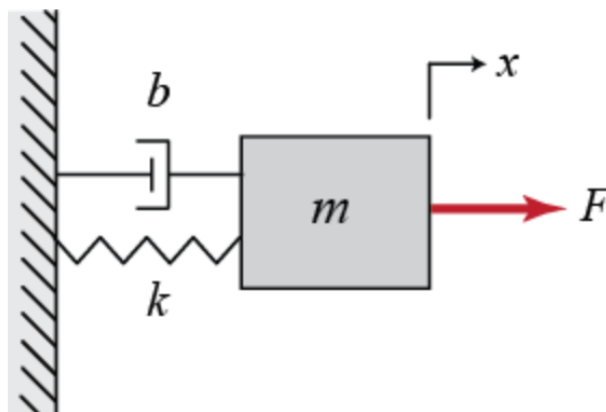


Ficha de exercícios – Sistemas de 2ª Ordem + PID

1. Considere o seguinte sistema massa-mola-amortecedor:



Considere os seguintes parâmetros do sistema: $k = 20 \text{ N/m}$; $b = 10 \text{ N s/m}$; $m = 1 \text{ kg}$; $F = 1 \text{ N}$.

- 1.1. Modele matematicamente o sistema.
- 1.2. Calcule os polos do sistema, represente-os no plano s e classifique-o quanto a estabilidade.
- 1.3. Calcule a posição do bloco para $t=1\text{s}$.
- 1.4. Calcule o erro em regime permanente a uma entrada ao degrau.
- 1.5. Aplique um controlador proporcional e estude a resposta do sistema, calculando o erro em regime permanente do sistema. Estude a resposta a um degrau no MATLAB. Calcule os polos do sistema.
- 1.6. Aplique um controlador proporcional derivativo e estude a resposta do sistema, calculando o erro em regime permanente do sistema. Estude a resposta a um degrau no MATLAB. Calcule os polos do sistema.
- 1.7. Aplique um controlador proporcional integral e estude a resposta do sistema, calculando o erro em regime permanente do sistema. Estude a resposta a um degrau no MATLAB. Calcule os polos do sistema.
- 1.8. Sintonize um controlador PID. Aplique as regras de Ziegler-Nichols para sintonizar corretamente o controlador PID a aplicar ao sistema.
- 1.9. Considere que o sistema sofre uma perturbação que consiste na inclusão de um integrador na função de transferência do sistema. Aplique as regras de Ziegler-Nichols para sintonizar corretamente o controlador PID a aplicar ao sistema.
- 1.10. Utilizando uma ferramenta computacional (MATLAB) apresente graficamente a resposta do sistema com os parâmetros definidos nas alíneas anteriores.
- 1.11. Recorrendo ao MATLAB estude a influência dos parâmetros de controlo do PID no sistema para uma entrada ao degrau unitário.



2. Considere agora os seguintes parâmetros do sistema: $k = 20 \text{ N/m}$; $b = 5 \text{ N s/m}$; $m = 1 \text{ kg}$; $F = 1 \text{ N}$. Determine, para uma entrada ao degrau, os seguintes parâmetros:
- 2.1. A atenuação do sistema (σ)
 - 2.2. A frequência natural não amortecida (ω_n)
 - 2.3. O factor de amortecimento (ζ)
 - 2.4. A classificação em que se insere o sistema em termos de amortecimento. Justifique.
 - 2.5. O tempo de subida (t_r)
 - 2.6. O tempo de pico (t_p)
 - 2.7. O tempo de estabelecimento a 2 % (t_s)
 - 2.8. O overshoot (%) ($M_p\%$)