



Centro Universitário da **FEI**

Nº         -

<b>DISC. CÓDIGO:</b> ELC0220	<b>Atividade em aula para discussão e revisão de conceitos</b>	<b>DATA:</b> 03/2025
<b>NOME:</b>		<b>NOTA:</b>
<b>NOME:</b>		<b>TURMA:</b>

Atividades para o desenvolvimento de habilidades de projeto em sistemas controle discreto.

Juntem-se em grupos de até 4 alunos para desenvolver as atividades propostas nesta lista. Discutam entre os pares e proponham a solução dos problemas apresentados.

Os exercícios propostos procuram resgatar conhecimentos anteriores à disciplina atual e a desenvolver novos conhecimentos relativos a sistemas de controle discretos, além disso, procura juntar conhecimentos adquiridos em outras disciplinas do curso.

Para cada item do problema proposto, procure discutir com seus pares e propor a solução.

Se necessário pesquise em materiais diversos desenvolvidos em aula, no livro texto indicado, ou em outros materiais que considerem pertinente.

(Os exercícios propostos foram adaptados do livro “Digital Control System”, Philips Nagle)

## Problema 1:

Uma câmara térmica usada para testes de stress térmico em grandes equipamentos é mostrada na figura 1 com seu respectivo diagrama de blocos simplificado. Considere a unidade de tempo em minuto. A câmara é aquecida por uma linha de vapor que é controlada por uma válvula eletricamente ativa. A abertura da porta afeta a temperatura da câmara e pode ser considerada como um distúrbio. No diagrama de blocos  $d(t)$  é um distúrbio causado pela abertura da porta,  $e(t)$  é o sinal de entrada do sistema e  $c(t)$  a temperatura de saída na câmara térmica.

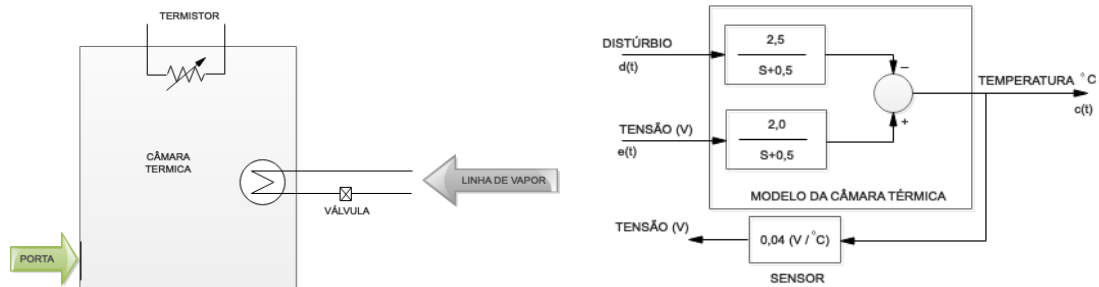


Figura 1 – Câmara térmica para realização de testes de stress em grandes equipamentos e diagrama de blocos simplificado

- Qual a constante de tempo da câmara?
- Considere a porta inicialmente fechada e câmara com temperatura inicial 0 °C. Qual o valor da temperatura de regime permanente se um degrau  $e(t) = 5 h(t)$  for aplicado? Encontre e desenhe o gráfico da curva de temperatura em função do tempo,  $c(t)$ .
- Repetir o item (b) para câmara com temperatura inicial de 25 °C.
- Após 2 minutos da aplicação do degrau nas condições do item (c) a porta da câmara é aberta e mantida aberta, inclua no gráfico da resposta de temperatura encontrado no item (c) o efeito da abertura da porta na resposta de temperatura do sistema. A abertura da porta corresponde a um sinal  $d(t)=h(t)$ .
- A partir das condições do item (d), sabendo que a porta foi fechada após 12 minutos depois de ter sido aberta, inclua o efeito desse distúrbio no gráfico da resposta de temperatura obtida no item (d).

## Problema 2:

A figura 2 mostra o sistema de controle de temperatura da câmara térmica do problema 1. Para o Sistema dado, pede-se:

- Obtenha a função de transferência  $C(z)/R(z)$ , com  $T = 0,6$  min.
- Com  $r(kT) = 0$  e admitindo malha aberta, obtenha a temperatura  $c(t)$  em termos da entrada do distúrbio e do diagrama dado. Considere a abertura da porta como um sinal degrau unitário  $d(t)=h(t)$ . Neste caso admita a temperatura inicial igual a zero.
- Use o teorema da superposição para escrever a expressão completa da saída  $C(z)$  para uma entrada genérica  $r(kT)$  e um instante genérico  $(n)$  para a abertura da porta (correspondente a perturbação  $d(t)$ ), sendo  $(n)$  um número natural qualquer.
- Admitindo um período de amostragem  $T = 0,6$  min e  $G_c(z) = 1,0$ , obtenha equação de diferenças para  $c(kT)$  quando é aplicado um degrau  $r(kT) = 0,4 h(kT)$ . O valor de  $0,4 h(kT)$  corresponde a uma referência de quantos graus? Justifique!
- Obtenha a expressão de  $e(kT)$  nas condições do item (d).
- Adotando  $G_c(z) = k$ , e assumindo que  $k$  pode ser de valor muito elevado, tendendo a infinito (suposição irrealista), qual seria o valor de  $C(z)$  no regime permanente para uma entrada em degrau unitário?
- Altere o período de amostragem para  $T = 6$  min e avalie a saída  $C(z)$ , para as condições do item (d).

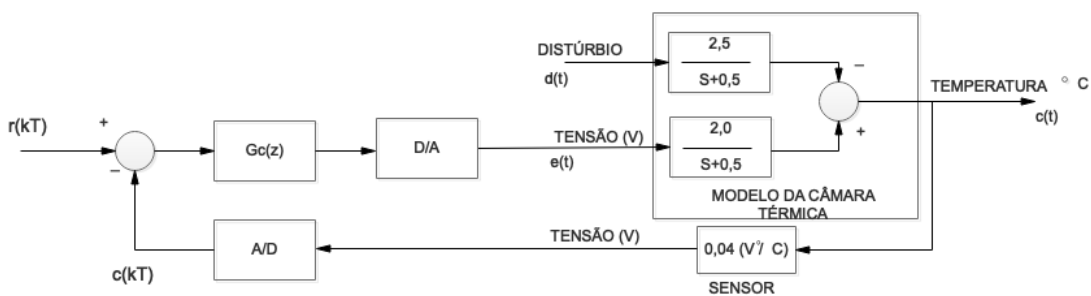


Figura 2 – Sistema de controle de temperatura de uma câmara térmica

### Problema 3:

A figura 3 mostra o sistema de controle de posição de uma junta de um braço robótico.

- Obtenha a função de transferência de malha fechada para  $T = 0.1$  s,  $G_c(z) = 1.0$  e  $K=2.4$ .
- Sabendo-se que a entrada do sensor é a posição angular do braço robótico e que o ângulo de saída deve ficar restrito a  $\pm 135$  graus. Qual é a faixa de valores de tensão na saída do sensor de posição do braço robótico?
- Qual deve ser a faixa valores de tensão na entrada do conversor A/D?

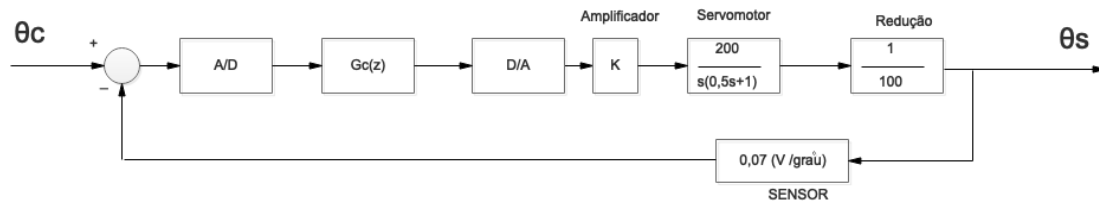


Figura 3 – Sistema de controle de posição de uma junta de braço robótico