

Código: EC P - 636

Disciplina: Controle e Automação

N2 | 2º bim. | Curso: Engenharia de Computação

Turma: EC5 | Data: 04/06/2024 – das 19h15 às 21h05

Prof. Marcones Cleber | Coord.: Rodrigo Tadeu Fontes

Aluno(a):	No:	RA:	Nota:
Lucas de Melo Santos		081220017	
Lucas Kogima		081220043	
Luiz Eduardo Bartolassi		081220004	
Murilo Trevejo Santos		081220025	
TÍTULO DO PROJETO:	Rubrica do aluno:		
DryFi: Aplicação de IoT no monitoramento de estufas utilizadas na construção de motores elétricos			
OBJETIVO:			
Desenvolver e implementar um sistema de controle e monitoramento IoT para as estufas de secagem de motores elétricos, utilizando a plataforma de back-end FIWARE para realizar o processamento e armazenamento das informações de contexto, visando otimizar o processo global de fabricação, assegurando precisão na regulação de temperatura, monitoramento remoto em tempo real e aprimoramento da eficiência operacional, resultando em motores elétricos de alta qualidade e consistência em todas as unidades da empresa. O sistema proposto será apoiado por uma plataforma na Web desenvolvida em Asp.net MVC que dará suporte aos cadastros com exibição dos dados no formato de consultas e dashboards			

1. Apresente detalhadamente o modelo teórico do sistema térmico em malha aberta; (1,0)

Para isso, foi utilizado um modelo genérico de sistema térmico. O objetivo desse modelo genérico é entender como o sistema térmico responde à variação de entradas de calor ao longo do tempo, utilizando equações diferenciais lineares invariantes no tempo (LIT). Portanto, o modelo pode ser aplicado a diversos sistemas térmicos onde é necessária a análise e o controle da variação de temperatura.

A equação que descreve o comportamento do sistema é dada por:

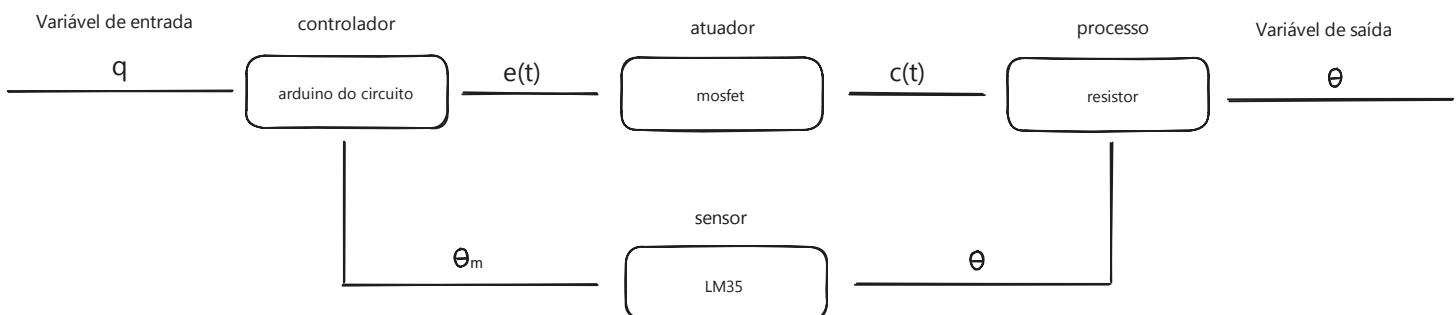
$$C \frac{d\theta}{dt} + \theta = Rh$$

Onde:

- (θ) é a variação da temperatura.
- (C) é a capacidade térmica do sistema.
- (R) é a resistência térmica.
- (h) é a taxa de transferência de calor.

Esta equação diferencial linear descreve como a temperatura (θ) se altera ao longo do tempo devido ao calor fornecido pelo sistema (produto da resistência (R) e da taxa de transferência de calor (h)).

2. Apresente o diagrama em bloco do sistema térmico do Kit (MALHA FECHADA);(0,5)



3. Obtenha a função de transferência do sistema térmico do Kit (MALHA ABERTA);(0,5)

A equação diferencial que descreve o sistema térmico é:

$$C \frac{d\theta}{dt} + \theta(t) = Rh(t)$$

Aplicando a transformada de Laplace na equação diferencial $\mathcal{L}\left\{\frac{d\theta(t)}{dt}\right\} = s\Theta(s) - \theta(0)$, supondo que as condições iniciais são zero ($\theta(0) = 0$), temos:

$$C\mathcal{L}\left\{\frac{d\theta(t)}{dt}\right\} + \mathcal{L}\{\theta(t)\} = R\mathcal{L}\{h(t)\}$$

Isso se transforma em:

$$C(s\theta(s)) + \theta(s) = R\theta_i(s)$$

Para encontrar a função de transferência, isolamos ($\theta(s)$) e apresentamos a razão entre a saída $\theta(s)$ e a entrada $\theta_i(s)$:

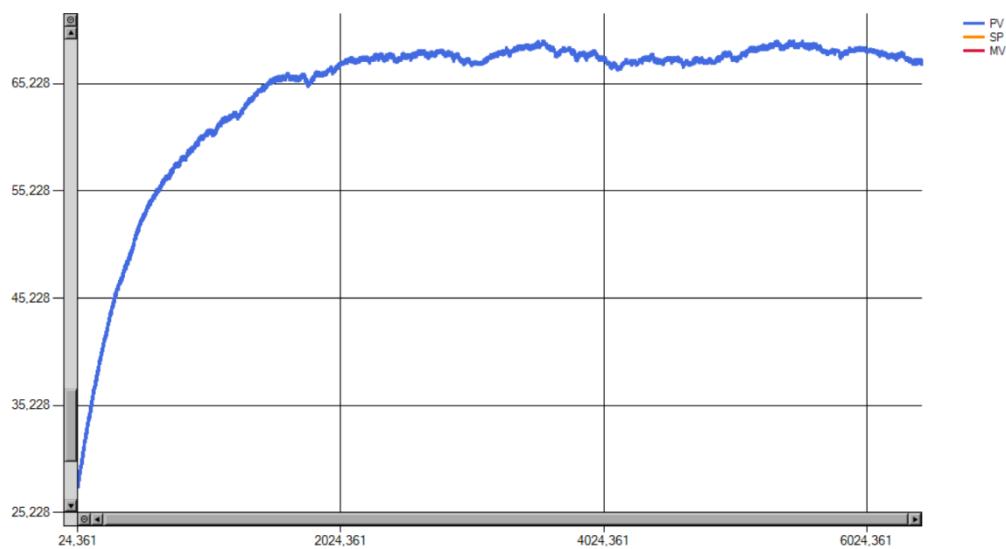
$$\frac{\theta(s)}{\theta_i(s)} = \frac{1}{RCs + 1}$$

Com os valores do kit, chegamos no ganho:

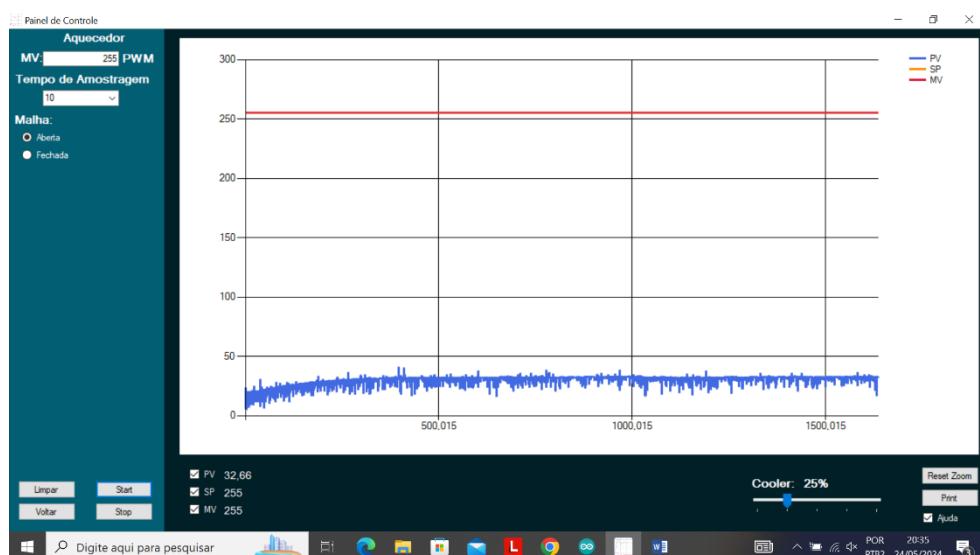
$$G(s) = \frac{0,2656}{350 \times s + 1}$$

4. Realize a simulação no Scilab utilizando a função de transferência obtida anteriormente(MALHA ABERTA E FECHADA);(0,5)

Malha Aberta



Malha Fechada



5. Compare os resultados da simulação com o resultado real.(1,0)

A função de transferência indica um tempo constante aproximadamente em (350).

No gráfico de malha aberta, o tempo para estabilização é longo (~6024 segundos), consistente com a longa constante de tempo.

Em malha fechada, o sistema estabiliza em cerca de 1000 segundos devido ao controle ativo que modifica a dinâmica do sistema.

Malha Aberta:

Teórico: $G(s) = \frac{0,2656}{350 \times s + 1}$, tempo de resposta e a estabilidade são lentos e altos

Simulação: Consistente com o comportamento esperado da função de transferência, longa estabilização e altas oscilações em ~65°C.

Malha Fechada:

Teórico: Mesmo ($G(s)$), mas com controlador que diminui o impacto do ($350 \cdot s$), mantendo a resposta rápida.

Simulação: O gráfico mostra uma rápida estabilização em ~32°C com um horizonte de tempo de menos de 1000 segundos.

Os resultados da simulação coincidem com o comportamento esperado da função de transferência. Em malha aberta, a resposta do sistema térmico é lenta e com grandes oscilações, conforme prevê a função ($G(s)$). Em malha fechada, a inclusão de um controlador ajusta o sistema para uma resposta mais estável e rápida. Este comportamento demonstra a eficácia da função de transferência para descrever a dinâmica do sistema térmico e permite a implementação de estratégias de controle para otimização operacional.

- 6. Apresente os resultados do monitoramento IoT do KIT térmico em Malha aberta com Cooler Ajustado em 25%;(2,5).**
- 7. Ajuste o cooler para 50% e KP=5, Apresente os resultados do monitoramento IoT;(1,5)**
- 8. Apresente o erro teórico do sistema térmico do KiT térmico;(1,25)**

A fórmula para o erro estacionário (E_{ss}) de um sistema de controle proporcional é dada por:

$$E_{ss} = A - \frac{A}{1 + K}$$

Substituindo os valores:

$$\bullet (A = 30)(SetPoint)$$

•($K = 0.1259$)

•($T_{\text{ambiente}} = 24$)

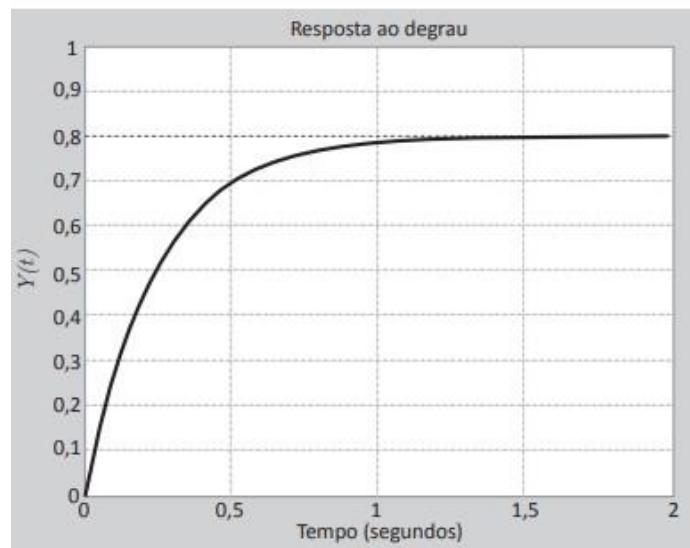
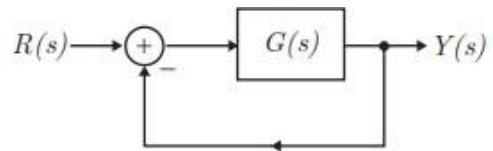
$$E_{ss} = 30 - \frac{30}{1 + 0.1259}$$

$$E_{ss} = 30 - 26.64$$

$$E_{ss} \approx 26.64 - 24$$

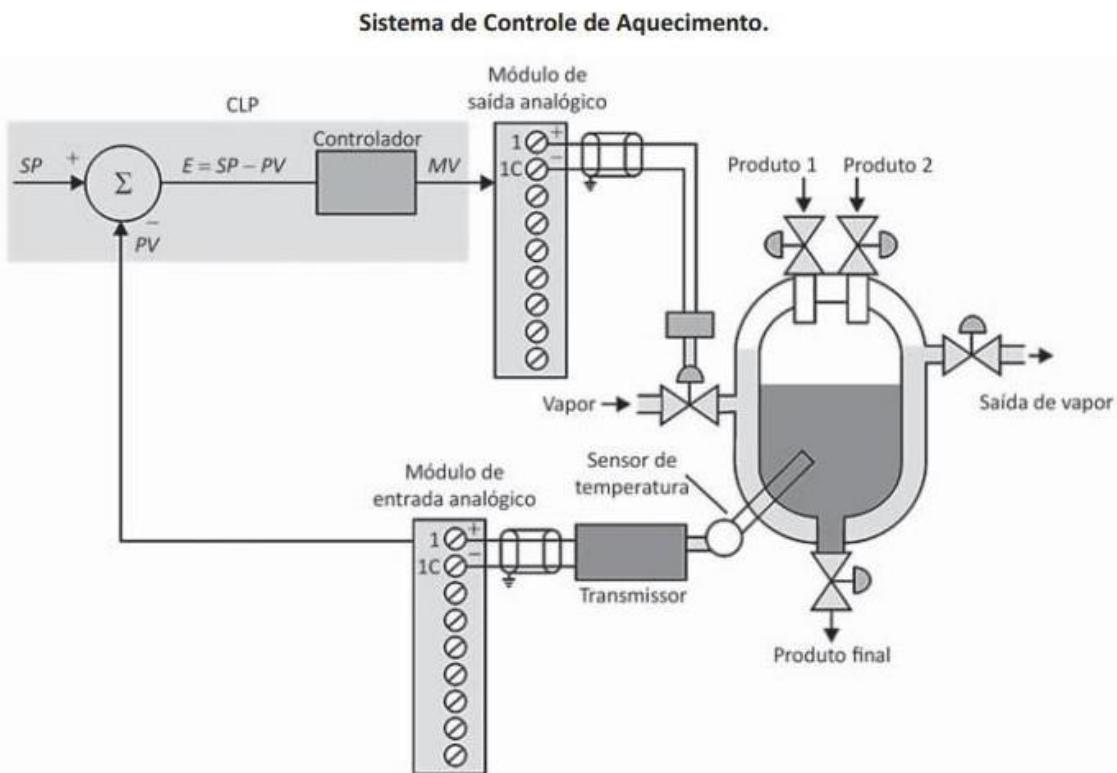
$$E_{ss} \approx 3.36 \text{ } ^\circ C$$

9. Monitore o erro do sistema com KP=1 e KI =1 cooler ajustado em 25%(1,25)



Nesse processo, o tempo de estabilização é de 1 segundo para o critério de 4 constantes de tempo, obtenha a função de transferência que representa a relação entre a entrada e saída do processo. (2,5)

10. (ENADE 2017) Em um processo de dois produtos, deseja-se controlar a temperatura no interior do reservatório por meio da abertura de uma válvula proporcional de vapor, como mostra a figura a seguir. Nesse processo, alterações na temperatura ambiente e na vazão do vapor podem alterar significativamente a temperatura no reservatório.



FRANCHI, C. M. *Controle de processos industriais: princípios e aplicações*. São Paulo: Saraiva, 2017 (adaptado).

Com base no processo apresentado, faça o que se pede no item a seguir.

- a) Identifique as seguintes variáveis: de processo, manipulada e de perturbação. (2,5)

11. (ADPTADO DO ENADE 2017) Um sistema massa mola amortecedor é descrito pela seguinte equação diferencial linear de segunda ordem:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t)$$

Em que x representa o deslocamento do objeto; f , a força aplicada; m , a massa do objeto; b , o coeficiente de amortecimento; e k , a constante da mola; m , b e k são constantes reais positivas e conforme os valores desses três parâmetros, o sistema apresenta formas distintas de resposta. Considerando que o referido sistema está inicialmente em repouso e uma força em degrau unitário é aplicada à massa, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Calcule o valor da taxa de amortecimento e da frequência natural, considerando o três parâmetros (***m,b,k***) unitários.(**1,0**)
- b) Classifique o sistema. (**0,5**)
- c) O que acontecerá com a resposta do sistema se o coeficiente de amortecimento for zero? (**1,0**)

12. Calcule a função de transferência do sistema cujas equações diferenciais são:

$$\ddot{x} + 6\dot{x} + 25x = u(t) \quad y(t) = K(\dot{x} + 5x)$$

Onde $x=x(t)$ é uma variável do sistema, $u(t)$ é a variável de entrada e $y(t)$ é a variável de saída. Quais os pólos e zeros do sistema? represente graficamente (**2,5**).