



Sistemas de Controle 2 – Tarefa sobre o projeto nº 1 – Controle Digital

Objetivo: Aplicar conceitos de sistemas de controle e controle digital, para o projeto de controladores digitais.

Para o sistema proposto:

1. Para o circuito da Figura 1 e determinar a função de transferência do sistema contínuo a partir das informações do ensaio experimental e comparar com a simulação no Matlab.

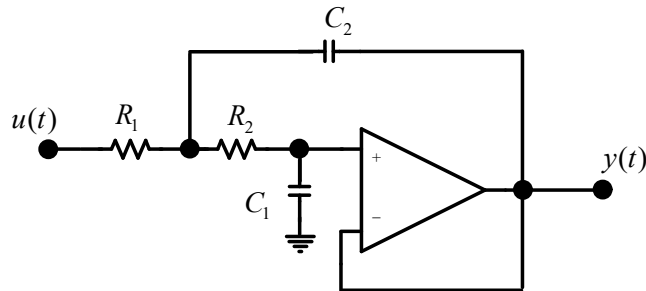


Fig. 1 – Planta Analógica

Considere os valores experimentais apresentados na Figura 2, Figura 3 e na Figura 4.

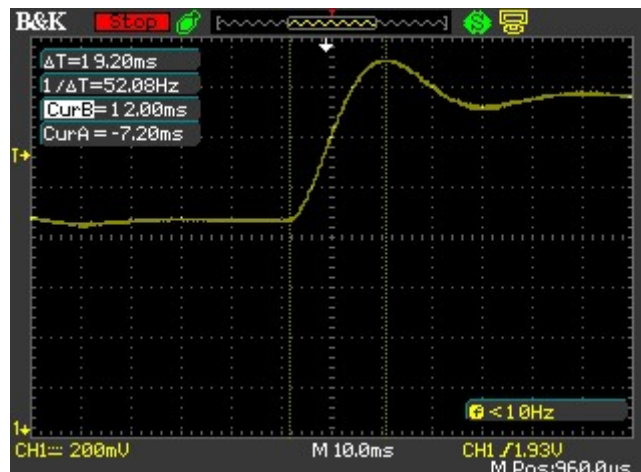


Fig. 2 – Valores Experimentais

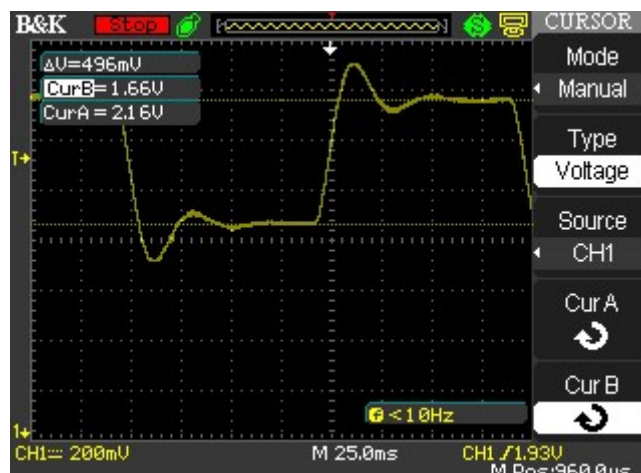


Fig. 3 – Valores Experimentais

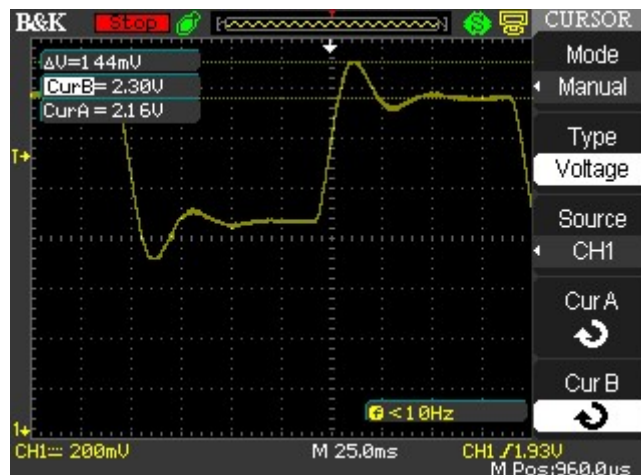


Fig. 4 – Valores Experimentais

A função de transferência da planta $G(s)$ pode ser determinada a partir da análise da Figura 5 das equações 1, 2, 3 e 4.

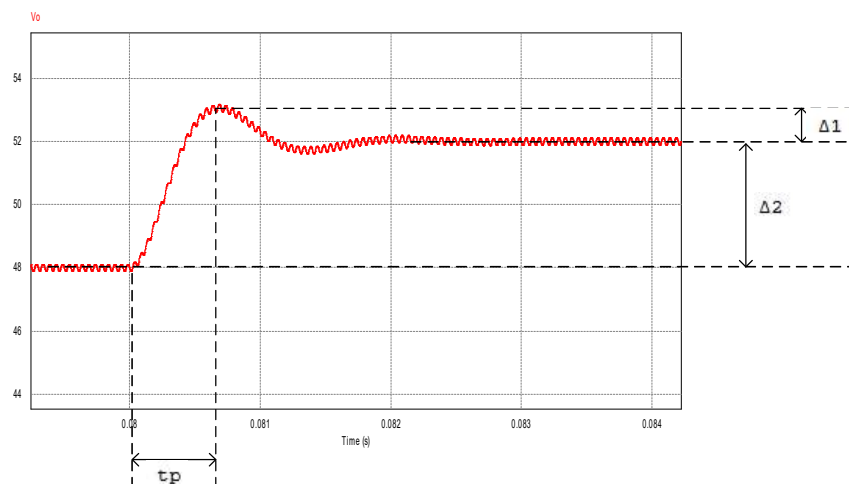


Fig. 5 – Resposta Transitória

$$M_p = \frac{\Delta 1}{\Delta 2} \quad (1)$$

$$M_p = e^{-\pi \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \quad (2)$$

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \cdot \sqrt{1-\zeta^2}} \quad (3)$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2 \cdot \zeta \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2} \quad (4)$$

2. Elaborar o projeto dos seguintes controladores digitais:

2.1 – Projeto de controlador digital no plano z pelo método do lugar das raízes.

2.2 – Projeto de controlador digital pela conversão de um controlador analógico.



3. **Durante todo o projeto deve ser considerada a estrutura de controle apresentada na Figura 6, sendo mantidos os nomes das variáveis definidas na Figura 6.**

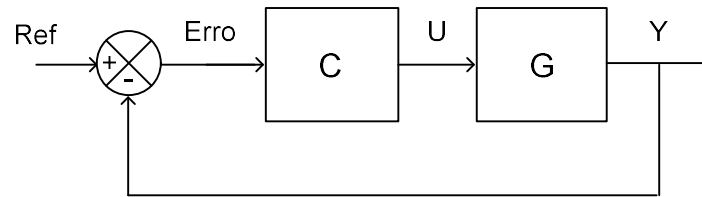


Fig. 6 – Diagrama em Blocos

Onde:

- G é a função de transferência da planta;
- C é a função de transferência do controlador;
- Y é a saída do sistema;
- U é a ação de controle aplicada na entrada da planta (saída do controlador);
- Y é a saída do sistema;
- Erro é o sinal de erro;
- Ref é o sinal de referência (entrada do sistema);

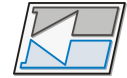
4. Elaborar programas de simulação no Matlab (.m) que utilizem a implementação das equações a diferenças (equações recursivas) de cada bloco separadamente e suas conexões.

Nos programas devem ser mantidos os nomes das variáveis definidas na Figura 6.

5. Entregar relatório no SIGAA com os cálculos utilizados, e as figuras dos testes dos controladores no Matlab.
6. Aplicar o teorema do valor final para verificar o erro em regime permanente e verificar em simulação.
7. Elaborar e descrever o fluxograma detalhado para implementação do controle em microcontrolador, considerando a forma de operacionalizar as seguintes funcionalidades:
- Implementação do período de amostragem;
 - Execução das equações recursivas;
 - Amostragem da variável controlada;
 - Saída da ação de controle.

Observações

- Os parâmetros dos controladores não podem ser ajustados apenas por tentativa e erro.
- Deve-se destacar como foram escolhidos os períodos de amostragem, deixando clara esta informação.
- Deve ser verificada a amplitude máxima da ação de controle U. Para a situação de um degrau de referência de 1 V a 1,5 V



- Deve-se destacar se foram atendidas as especificações, deixando clara esta informação, indicando os valores nos gráficos. Deve ser apresentada uma **tabela** mostrando os valores das especificações que foram obtidos com o controlador digital. Comparar os resultados com as especificações originais.
- O relatório não poderá ter a listagem do programa do Matlab ou partes do mesmo, deverão ser apresentados e descritos os **conceitos e equações** utilizados deixando bem clara a metodologia de cada um dos projetos. A listagem do programa só poderá ser apresentada na forma de anexo, porém não é obrigatória sua inclusão no relatório.

Item	Peso
Identificação da Planta analógica	0,5
Método de Projeto	4 (2 +2)
Escolha do Período de Amostragem	0,5
Verificação dos Polos malha fechada	0,5
Verificação da Ação de Controle	0,5
Programas de simulação com equações recursivas	2
Fluxograma do controle implementado em microcontrolador	0,5
Verificação Especificações/Tabela	0,5
Envio dos Programas	1

Especificações Mínimas da resposta ao degrau (*)

Degrau de referência de 1,0 V a 1,5 V;

Ts5% = número de letras do seu nome completo (ms);

Erro nulo em regime permanente para resposta ao degrau;

MP = 2 X Número de letras do seu primeiro nome (%);

Estabilidade.

Conteúdo obrigatório do relatório final:

- Identificação da planta;
- Metodologia de projeto empregada;
- Resultados da simulação (numéricos e gráficos). Apresentar tabela comparando especificações e resultados de simulação.
- Descrição do fluxograma detalhado para implementação do controle em microcontrolador
- Referências Bibliográficas

Datas de envio do relatório e dos programas de simulação 18/02/2021