

Laboratório de Controle de Sistemas

Profa. Grace S. Deaecto

Faculdade de Engenharia Mecânica / UNICAMP
13083-860, Campinas, SP, Brasil.
grace@fem.unicamp.br

Primeiro Semestre de 2023

1 Experimento 4

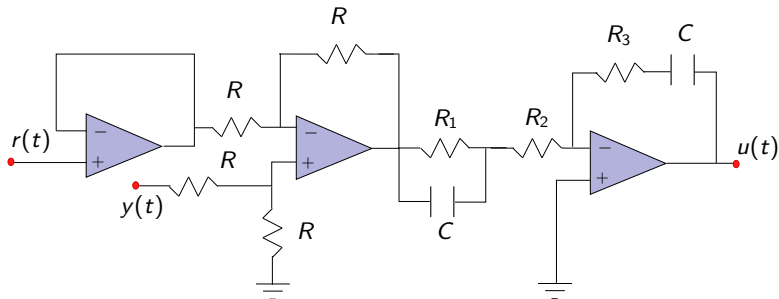
- Objetivo
- Pré-roteiro
- Roteiro

Experimento 4

Controle de plantas eletrônicas utilizando um controlador PID analógico

Objetivo

O objetivo deste experimento é implementar um controlador PID analógico utilizando um circuito com resistores, capacitores e amplificadores operacionais como apresentado na figura a seguir.



Objetivo

- Mais especificamente, utilizando o controlador PID digital de melhor desempenho obtido no Experimento 3, deseja-se **determinar R_1 , R_2 e R_3 , utilizando valores comerciais, que sintetizem aproximadamente as constantes κ_p , κ_i e κ_d já calculadas.**
- No circuito apresentado, não é difícil obter que a função de transferência do controlador é dada por

$$C(s) = \frac{\hat{u}(s)}{\hat{e}(s)} = \frac{R_1 R_3 C^2 s^2 + (R_1 + R_3) C s + 1}{R_1 R_2 C^2 s^2 + (R_1 + R_2) C s}$$

em que $C = 1$ [μF].

Objetivo

- Desejamos, portanto, determinar

$$\begin{aligned} \kappa_p + \frac{\kappa_i}{s} + \kappa_d \frac{s}{\tau s + 1} &= \frac{(\kappa_d + \kappa_p \tau) s^2 + (\kappa_p + \kappa_i \tau) s + \kappa_i}{(\tau s + 1) s} \\ &= \frac{\frac{R_1 R_3 C}{(R_1 + R_2)} s^2 + \frac{(R_1 + R_3)}{(R_1 + R_2)} s + \frac{1}{(R_1 + R_2) C}}{\left(\frac{R_1 R_2 C}{(R_1 + R_2)} s + 1 \right) s} \end{aligned}$$

Pré-roteiro

- Utilizando a expressão anterior determine R_1 , R_2 e R_3 que sintetizem as constantes κ_p , κ_i , κ_d e τ calculadas no Experimento 3 levando em conta as seguintes sugestões :
 - Escolha resistores de valores comerciais e evite fazer associação de resistores em série ou paralelo.
 - Apenas três resistores podem ser trocados no circuito do controlador PID que será disponibilizado.

Pré-roteiro

- A lista dos resistores disponíveis está apresentada na tabela seguinte.

TABLE – Resistores disponíveis (Ω)

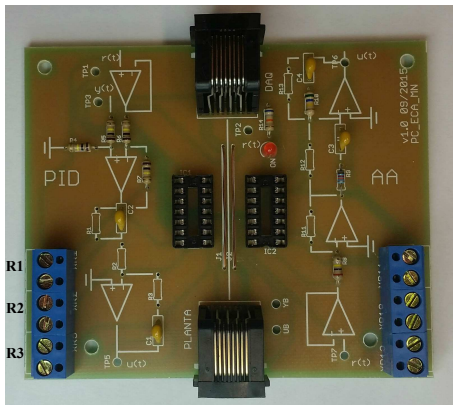
1	10	27	39	47	68	100	120	150	180
200	220	270	330	390	470	560	680	1k	1,2k
1,5k	1,8k	2,2k	2,7k	3,3k	3,9k	4,7k	6,8k	10k	12k
15k	20k	22k	27k	33k	39k	51k	56k	58k	68k
100k	150k	330k	470k	510k	560k	820k	200k	220k	270k

Pré-roteiro

- Na elaboração do pré-relatório os seguintes pontos devem ser considerados :
 - Descreva o método utilizado para derivar os valores dos resistores R_1 , R_2 e R_3 .
 - Caso os valores dos resistores sejam aproximados (Ex : $R_1 = 13$ [k Ω] é aproximado por um resistor de 12 [k Ω]), discuta através de simulações que a alteração não acarreta prejuízos na implementação.
 - Verifique se o esforço de controle está entre ± 10 [volts], isso é fundamental no experimento.
 - Compare o desempenho do controlador PID analógico com o do controlador PID digital.

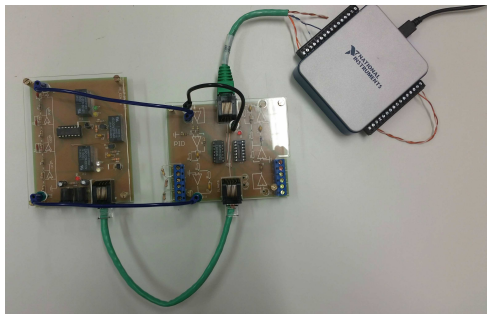
Roteiro

- A figura a seguir mostra o PID analógico que será utilizado.



Roteiro

- Esquema a ser montado no laboratório.

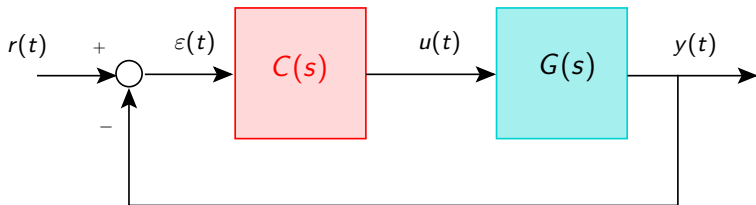


Materiais :

- Planta eletrônica.
- PID analógico.
- Placa NI-USB 6001
- Cabo de rede
- 3 cabos banana-banana

Procedimento :

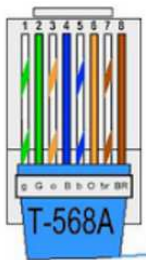
- A montagem leva em conta o diagrama de blocos apresentado na página 1 do Experimento 3 e será repetido aqui por conveniência.



Roteiro

Utilizando os cabos bananas, conecte a planta ao controlador seguindo o esquema da figura anterior.

- **Descrição das conexões do cabo de rede entre o controlador e a placa USB-6001**



Fios	Ligação
1. Branco Verde	NC
2. Verde	NC
3. Branco Laranja	$r(t)$
4. Azul	$u(t)$
5. Branco Azul	$y(t)$
6. Laranja	GND
7. Branco Marrom	NC
8. Marrom	NC

Roteiro

- Realize um programa LabVIEW para testar o controlador.
- Este programa é similar ao da Experiência 1.
- O sinal de referência $r(t)$ deve ser o mesmo utilizado no experimento anterior para simular degraus repetidos.
- Posteriormente, o sinal $r_{ramp}(t)$ já definido no experimento anterior deve ser usado para simular rampas repetidas.
- Deve-se apenas modificar a indicação dos canais de leitura do bloco “DAQmx Create Channel.vi” de forma a incluir um canal adicional.
- Neste caso, acrescente uma “String Constant” na entrada “physical channels” do bloco com a indicação “Devx/ai6 :7”.
- Neste caso, as portas AI.6 e AI.7 foram selecionadas para a entrada dos sinais $u(t)$ e $y(t)$ e a sua distinção depende da maneira escolhida na ligação física.

Roteiro

- Modifique a configuração do bloco “DAQmx Read.vi” da seguinte maneira Analog → Multiple Channels → Single Sample → 1D DBL.
- Separe os sinais $y(t)$, $u(t)$ utilizando o “Index Array” para visualizá-los separadamente em dois “Waveform Charts”.
- Visualize os sinais $y(t)$, $u(t)$ e $r(t)$ e armazene os resultados para posterior análise no Matlab.
- Compare com os resultados obtidos no pré-laboratório e justifique.

Programa LabView utilizado

