

# SEL0620 - Controle Digital

---

Projeto de Controlador PID

(uma entrega por dupla, peso 2)

## Controlador PID

Uma vez que o controlador proporcional não elimina o erro de regime permanente, um controlador PID será implementado nesta prática para zerar esse erro.

## Valores que você vai precisar para o projeto do PID

1. Mostre no início do relatório desta etapa, os seguintes dados que foram obtidos das experiências anteriores, e que serão utilizados como base para o projeto do controlador PID:
  - (a) Período de amostragem,  $T_{08}$ , utilizado no laboratório anterior para a malha fechada com controlador proporcional para  $K = 8$ . O período de amostragem  $T_{08}$  não deve ser inferior a 0,2 segundos.
  - (b) Função de transferência da planta do sistema discretizada com retentor de ordem zero para o período de amostragem  $T_{08}$  (indicado o item anterior).
  - (c) Tempo de pico,  $t_{p1}$ , do sinal de saída da planta obtido com o sistema de malha fechada com controlador proporcional  $K = 1$ .
  - (d) Tempo de subida,  $t_{r1}$ , do sinal de saída da planta obtido com o sistema de malha fechada com controlador proporcional  $K = 1$ .
  - (e) Tempo de acomodação  $t_{s1}$ , do sinal de saída da planta obtido com o sistema de malha fechada com controlador proporcional  $K = 1$ .

## Responda as seguintes questões

2. Utilizando a ferramenta RLTOOL do Matlab, projete um controlador PID discreto que proporcione além do erro de regime nulo, um tempo de pico semelhante (não mais que 20% maior) a  $t_{p1}$ , e um sobresinal máximo  $M_p$  de 6%. Ao invés de projetar para um tempo de pico semelhante, você pode também projetar para um o tempo de subida e um tempo de acomodação semelhante a  $t_{r1}$  e  $t_{s1}$  respectivamente.

A função de transferência do controlador PID deve ter o seguinte formato:

$$G_{PID}(z) = \frac{q_0 z^2 + q_1 z + q_2}{z^2 - z} = \frac{q_0 + q_1 z^{-1} + q_2 z^{-2}}{1 - z^{-1}}$$

Lembre-se que ao projetar o PID, a saída do controlador não deve ultrapassar os limites de entrada da planta quando o sistema de malha fechada é submetido ao degrau de amplitude  $r$ , ou seja, a entrada da planta deve ficar sempre dentro do intervalo  $-10 < u(k) < 10$ .

3. Mostre no relatório a função de transferência discreta do controlador projetado  $G_{PID}(z)$ .
4. Mostre no relatório a função de transferência discreta do sistema de malha fechada (desconsiderando o distúrbio).
5. Mostre no relatório os pólos e zeros de malha fechada em  $z$ .
6. Implemente no **simulink** o sistema de malha fechada com controlador PID discreto projetado. Mostre no relatório o diagrama de simulink implementado.
7. Repita nesta experiência o **simulink** do sistema de malha fechada com controlador P para  $K = 1$ , mas utilize na simulação o período de amostragem  $T_{08}$ .
8. Mostre no relatório as **curvas discretas de resposta do sistema** (sinal de erro, sinal de controle, e sinal de saída do sistema) do sistema de malha fechada no simulink controlado pelo PID sobrepostas às respectivas curvas para o sistema com controlador proporcional com ganho  $K = 1$ .
9. Quais os valores do erro de regime permanente antes do distúrbio e após o distúrbio para o sistema controlado com o PID (utilize o gráfico obtido pelo simulink para obter os valores)? O que se pode observar comparando esses erros com o sistema de malha fechada com controle proporcional?
10. Mostre uma tabela comparando o tempo de acomodação ( $t_s$ ) da resposta do sistema discreto considerando o critério de  $\pm 2\%$ , o tempo de subida ( $t_r$ ) da resposta do sistema discreto, o tempo de pico  $t_p$ , e o sobressinal  $M_p$  para o sistema controlado com o PID e para o sistema com o controlador proporcional  $K = 1$ . Comente se o controlador PID atende os requisitos de projeto.