

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos

DISCIPLINA / AVALIAÇÃO: Tecnologia de Automação I / P1		Nota:	
Nome		Matrícula	Ciclo
Assinatura			

ENTREGA POR GRUPO IMPRETERIVELMENTE EM 06/05/2023

Projetos de Sistemas de Controle com o Matlab

1. (4,0 pontos) Projeto de Controladores PID.

Considere um sistema de controle em malha fechada com realimentação unitária em que a planta é de segunda ordem com a seguinte função de transferência

$$G_p(S) = \frac{5}{s^2 + 4.42s + 4}$$

(1,0 ponto) Encontre a função de transferência em malha fechada e verifique graficamente a resposta ao degrau com o MATLAB.

Integre a esta planta do sistema em malha fechada a controladores do tipo PID de acordo com **as DUAS** alternativas a seguir.

a) Controlador Proporcional (P)

Grupo 01

$$K_p = 36$$

Grupo 02

$$K_p = 56$$

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos

b) Controlador Proporcional Derivativo (PD)

Grupo 01

$$K_p = 36$$

$$K_d = 2\% \text{ de } K_p$$

Grupo 02

$$K_p = 56$$

$$K_d = 1\% \text{ de } K_p$$

Atenção: você terá DOIS (2) sistemas a modelar no Matlab!

Para cada UM dos DOIS SISTEMAS, realize as seguintes tarefas:

- (i) **(1,0 pontos)** Apresente o Diagrama de Blocos para cada um dos dois sistemas;
- (ii) **(2,0 pontos)** Apresente o gráfico da resposta ao degrau unitário para cada um dos dois sistemas estabelecendo a comparação de desempenho ao se utilizar este ou aquele controlador.

#IMPORTANTE: Apresente PARA CADA CASO a programação MATLAB completa para a realização das tarefas.

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos

Projeto de Controle de um Sistema Biomédico

Os sistemas de controle têm sido utilizados no campo biomédico para criar sistemas automáticos de aplicação de medicamentos implantados em pacientes [29-31]. Os sistemas automáticos podem ser usados para regular a pressão sanguínea, a quantidade de açúcar no sangue e os batimentos cardíacos. **Uma aplicação comum da engenharia de controle está no campo dos sistemas a malha aberta para aplicação de remédios**, no qual são usados modelos matemáticos da relação dose-efeito de remédios. Um sistema de aplicação de remédios implantados no corpo usa um sistema a malha aberta, uma vez que não se dispõe de sensores de glicose miniaturizados. As melhores soluções recaem nas bombas de insulina de bolso programáveis individualmente, que podem aplicar a insulina ao longo do tempo de acordo com um histórico pré-ajustado.

Os sistemas mais complexos usarão controle a malha fechada para medir o nível de glicose no sangue.

O objetivo (passo 1) é projetar um sistema para regular a concentração de açúcar no sangue de um diabético. A concentração de glicose e de insulina no sangue de uma pessoa saudável é mostrada na Fig.01. O sistema deve suprir a insulina a partir de um reservatório implantado no paciente diabético.

Assim, a variável que se deseja controlar (passo 2) é a concentração de glicose no sangue. A especificação para o sistema de controle (passo 3) é prover o diabético da quantidade de glicose no sangue que aproxime de perto (siga de perto) da quantidade de glicose de uma pessoa saudável (Fig. 01).

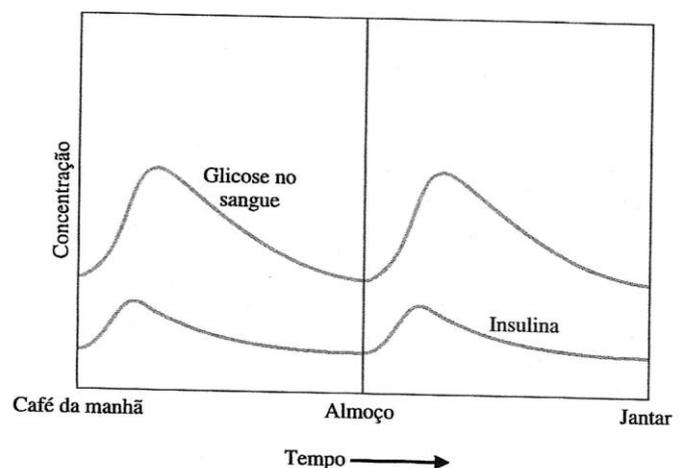


Fig.01 Níveis de glicose e de insulina no sangue de uma pessoa saudável.

**Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos**

No passo 4 é proposta uma configuração de sistema preliminar. Um sistema a malha aberta usaria um gerador de sinal pré-programado e uma bomba motora miniatura para regular a taxa de aplicação da insulina, como mostrado na Fig. 02(a).

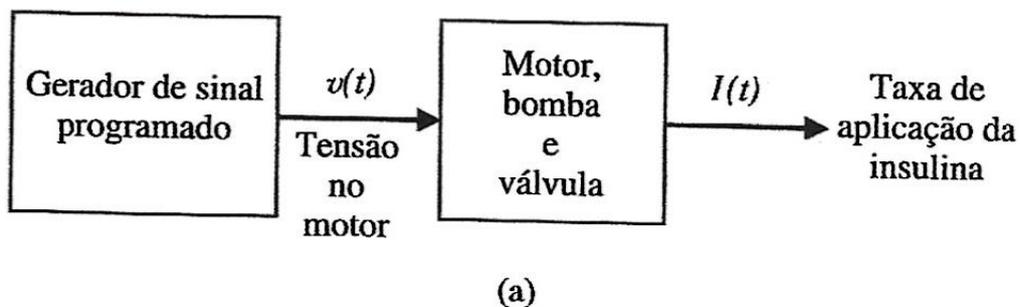


Fig. 02 (a) Controle a malha aberta (sem retroação).

O sistema de controle com retroação usaria um sensor para medir a quantidade real de glicose e comparar esse nível com o desejado, ligando então a bomba motora quando fosse necessário, como mostrado na Fig.02 (b).

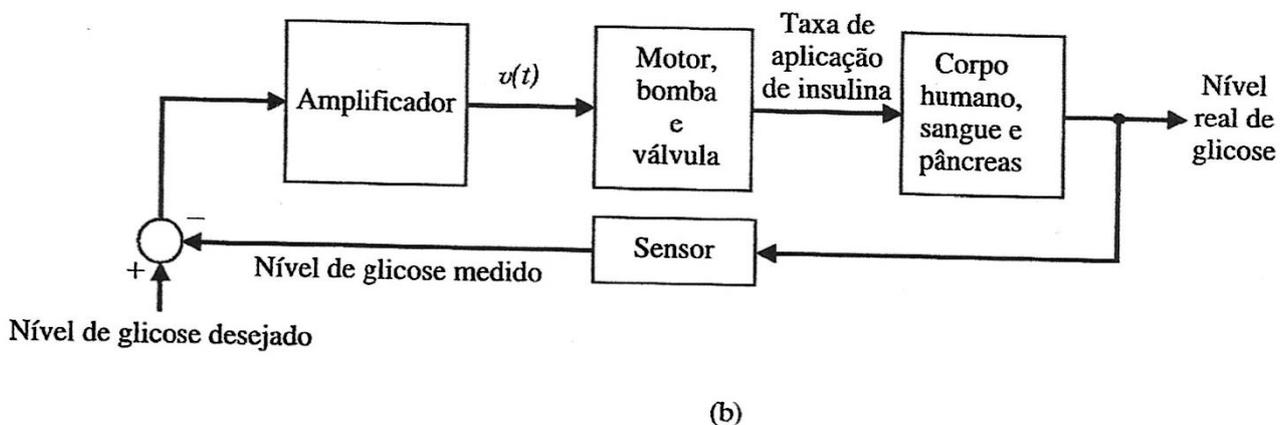
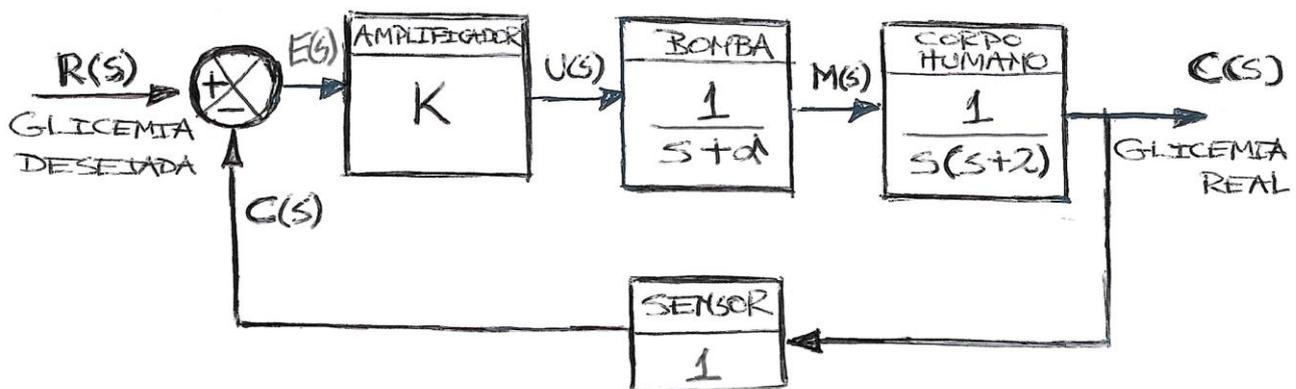


Fig. 02 (b) a malha fechada do controle de glicose no sangue.

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos

2. (4,0 pontos) Projeto de Controle de Aplicação de Insulina

O controle de injeção de insulina pode ajudar a vida de pacientes diabéticos, que o fazem diariamente através de injeção. A insulina é um hormônio que regula o nível de glicose do sangue (glicemia). O sistema de controle é composto por uma bomba e um sensor de glicemia, como indicado na figura abaixo. Considera-se um sensor ideal (função de transferência unitária) e um controlador com dois parâmetros a ajustar: K e α . A unidade temporal das funções de transferência é dada em horas.



$E(s)$: sinal de erro atuante

$U(s)$: sinal de controle

$M(s)$: INSULINA (variável manipulada)

FIG.03 SISTEMA DE CONTROLE DE INJEÇÃO DE INSULINA

Considere: $2 < K_p < 10$ e $200 < \alpha < 450$

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Biomédicos

Cada grupo deve escolher dois pares de valores para K e α para realizar as seguintes tarefas:

- (i) **(1,5 pontos)** Apresente o a função de transferência em malha fechada para cada escolha de K e α ;
- (ii) **(2,5 pontos)** Apresente o gráfico da resposta ao impulso unitário para cada um dos dois sistemas (um gráfico para cada escolha de K e α) estabelecendo a comparação de desempenho ao se utilizar este ou aquele parâmetro K e α .

#IMPORTANTE: Apresente PARA CADA CASO a programação MATLAB completa para a realização das tarefas.

Referências:

29. S. S. Haciosalhzade, "Control Engineering and Therapeutic Drug Delivery," *IEEE Control Systems*, June 1989, pp. 44–46.
30. E. R. Carson and T. Deutsch, "A Spectrum of Approaches for Controlling Diabetes," *IEEE Control Systems*, December 1992, pp. 25–30.
31. J. R. Sankey and H. Kaufman, "Robust Considerations of a Drug Infusion System," *Proceedings of the American Control Conference*, San Francisco, Calif., June 1993, pp. 1689–1695.

3. (2,0 pontos) ATIVIDADE DE PESQUISA

Apresente um exemplo de diagrama de blocos em malha fechada para um sistema biomédico qualquer (usem a pesquisa em livros, buscadores, enfim: PESQUISEM!)

Explique minimamente as características e a funcionalidade do diagrama de blocos do seu exemplo; isto é, explique o porque da existência (para o que serve) de cada um dos blocos do sistema exemplo.

Boa Prova!