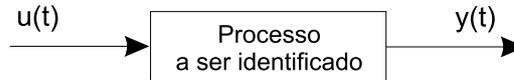


## 20-AUTOMAÇÃO E CONTROLE

Necessita-se fazer a modelagem matemática de um processo desconhecido, cujos dados e condições de experimento constam de um relatório. O processo está representado na figura a seguir:



Para uma entrada  $u(t)$  do tipo degrau unitário, obteve-se a saída  $y(t)$ , como mostram a tabela abaixo e o gráfico da página seguinte, ambos extraídos desse relatório.

Tempo (s)	Saída y (t)	Tempo (s)	Saída y (t)
0	0	5,25	0,2475
0,25	0,0670	5,50	0,2455
0,50	0,2018	5,75	0,2439
0,75	0,3122	6,00	0,2433
1,00	0,3503	6,25	0,2438
1,25	0,3215	6,50	0,2446
1,50	0,2635	6,75	0,2453
1,75	0,2159	7,00	0,2456
2,00	0,1995	7,25	0,2454
2,25	0,2120	7,50	0,2450
2,50	0,2369	7,75	0,2447
2,75	0,2574	8,00	0,2446
3,00	0,2644	8,25	0,2447
3,25	0,2591	8,50	0,2448
3,50	0,2483	8,75	0,2450
3,75	0,2395	9,00	0,2450
4,00	0,2365	9,25	0,2450
4,25	0,2388	9,50	0,2450
4,50	0,2434	9,75	0,2450
4,75	0,2472	10,00	0,2450
5,00	0,2485		

Assim sendo, encontre a função de transferência  $G(s)$ , de menor ordem, que representa o processo.

(valor: 10,0 pontos)

### Dados/Informações Técnicas:

$K_s$ : Ganho estático do sistema.

$\tau$ : Constante de tempo do sistema.

$y(\infty)$ : Valor de regime do sistema.

$t_s$  (5%): Tempo de acomodação do valor de regime com 95% de precisão.

$t_p$ : Instante de ocorrência do sobressinal máximo.

$y_p = y(t_p)$ : Valor do sobressinal máximo.

$\omega_n$ : Freqüência natural de oscilação.

$\xi$ : Coeficiente de amortecimento.

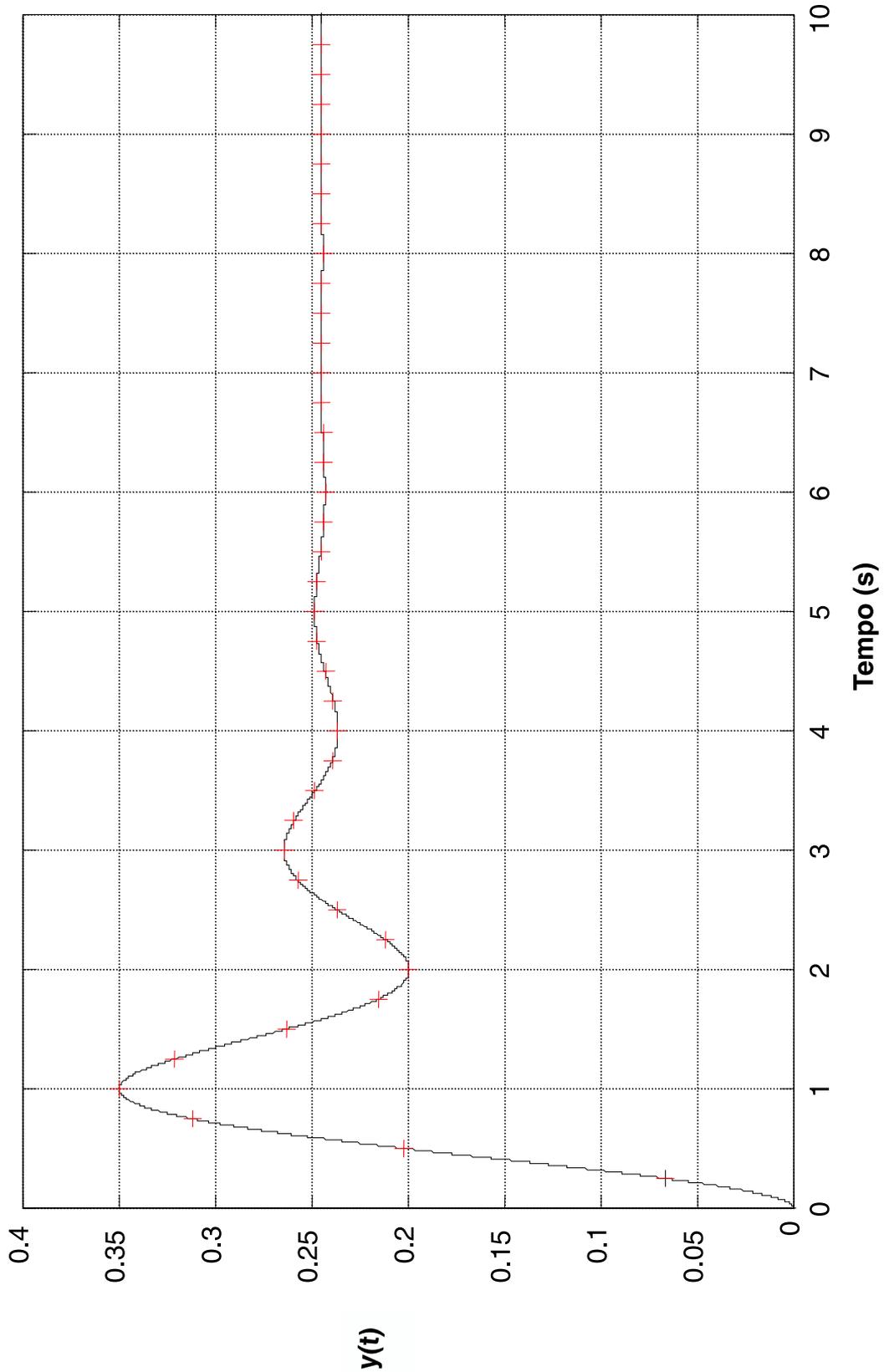
$t_s$  (5%) =  $3\tau$ .

$y(t_s$  (5%)) =  $0,95 y(\infty)$ .

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \xi^2}}$$

$$M_p = \frac{y(t_p) - y(\infty)}{y(\infty)} = \exp \left\{ - \frac{\xi \pi}{\sqrt{1 - \xi^2}} \right\}$$

### RESPOSTA AO DEGRAU UNITÁRIO



## 21 - AUTOMAÇÃO E CONTROLE

A camada de enlace de dados de uma estação de rede recebeu a seqüência de bits abaixo:

111001101110
--------------

Considerando que a técnica de detecção de erros adotada é a CRC ("Cyclic Redundancy Check"), e que o polinômio gerador utilizado é

$$G(x) = x^4 + x^3 + 1,$$

verifique se os dados serão aceitos pelo receptor como corretos. Justifique sua resposta.

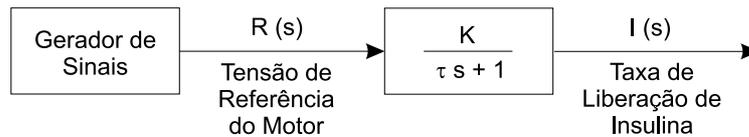
**(valor: 10,0 pontos)**

## 22 - AUTOMAÇÃO E CONTROLE

A aplicação de injeções diárias de insulina para diabéticos é um problema que atinge milhões de pessoas em todo o mundo. A engenharia de controle tem dado sua contribuição à área por meio do desenvolvimento de sistemas automatizados que, realizando as funções de um pâncreas humano, reduzem significativamente o número de injeções de insulina e o perigo de seu esquecimento. Um sistema automatizado, que poderia ser denominado pâncreas artificial, consiste em um reservatório de insulina e um motor controlado para suprir ao organismo a quantidade de insulina necessária nos momentos adequados. As principais características desse aparelho são:

- o reservatório de insulina tem autonomia para períodos de uso relativamente longos (alguns dias);
- o sistema pode ser projetado para fornecer insulina ao organismo em diferentes períodos do dia, coincidindo com as principais refeições: café da manhã, almoço e jantar;
- o paciente não precisa lembrar-se do momento exato das injeções.

O diagrama de blocos representa esse sistema automatizado:



A taxa de liberação de insulina é dada por uma função do tipo:

$$i(t) = Ate^{-at} ; t \geq 0$$

As constantes  $A$  e  $a$  devem ser definidas segundo o histórico clínico do paciente.

A **EcaBio Ltda.** é uma empresa que desenvolve, sob demanda, esses sistemas automatizados, e recebeu o pedido para atender a um paciente com as seguintes especificações:

- o motor começa a liberar insulina assim que o paciente inicia sua refeição, em  $t = 0$  segundo;
- o valor máximo da taxa de liberação de insulina  $i_{\text{máx}}$  deve ocorrer uma hora após o início da refeição ( $t_p = 3.600\text{s}$ );
- $t_p$ : tempo em que ocorre a máxima liberação de insulina  $i_{\text{máx}}$ ;
- o total de insulina liberada deve ser  $i_T = \int_0^{\infty} i(t)dt = 0,17 \text{ cm}^3$ .

Devido a problemas de importação e às características necessárias, a **EcaBio** restringiu o projeto a um único tipo de motor com os seguintes parâmetros:

$$\tau = 5 \text{ segundos}$$

$$K = 2,3 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 / \text{volts.segundos.}$$

Um engenheiro júnior, que trabalha subordinado a você, propôs a seguinte solução:

$$R(s) = \frac{2,85 \times 10^{-4}}{s + 2,78 \times 10^{-5}} + \frac{5,70 \times 10^{-5}}{(s + 2,78 \times 10^{-5})^2}$$

Em face das graves conseqüências que uma solução incorreta poderia provocar, calcule as especificações obtidas na solução do engenheiro:  $t_p$ ,  $i_{\text{máx}}$  ( $t_p$ ) e  $i_T$ . Decida se ela pode ser aceita ou não, justificando sua decisão. **(valor: 10,0 pontos)**

**Dados/Informações Técnicas:**

$$i(t) = Ate^{-at} \Leftrightarrow I(s) = \frac{A}{(s+a)^2}$$

$$\frac{\tau s + 1}{(s+a)^2} = \frac{K_1}{(s+a)} + \frac{K_2}{(s+a)^2}$$

$$\int_0^{\infty} Ate^{-at} dt = \frac{A}{a^2}$$