

Lista D

Nicolle Ferreira Hyppolito

N°USP:10823452

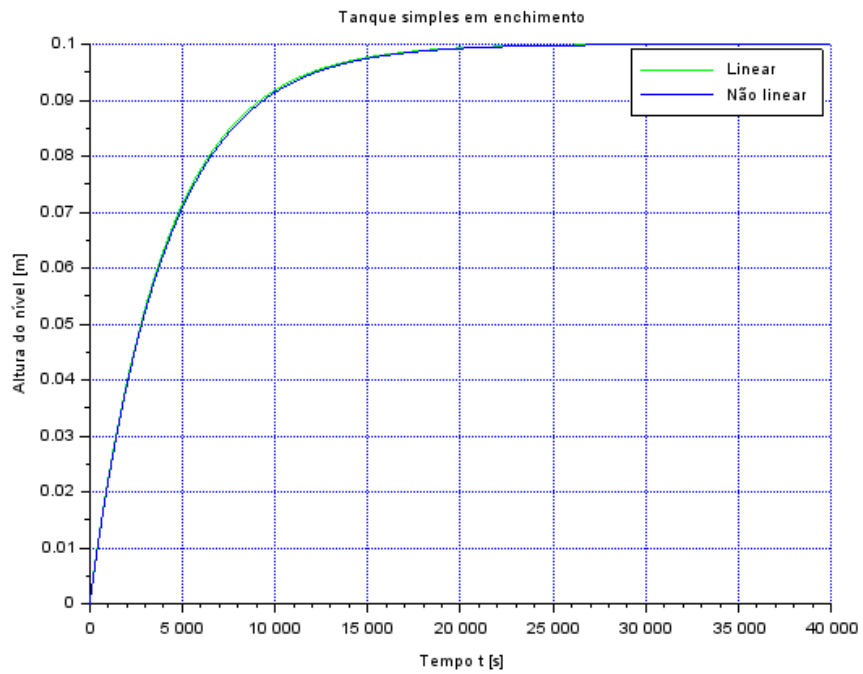
Questão 1

Faça as modificações adequadas para se poder desenhar e comparar os gráficos da resposta do sistema não linear e linear. Faça as simulações dos sistemas linear e não linear considerando que o reservatório parte do nível $h = 2$ m, mas com vazão de entrada nula. Compare as respostas.

O código implementado:

```
2 xdel()
3 // Definir parametros:
4 S=10; // -[m^2]-Área-da-secao-transversal-do-reservatorio
5 rho=1000; // -[kg/m^3]-massa-especifica-da-agua
6 g=10; // -[m/s^2]-aceleração-da-gravidade-na-superficie-da-Terra
7 R=2*10^8; // -[Pa/(m^3/s)^2]-parametro-que-relaciona-pressao-e-vazao
8 ho=2; // -[m]-nivel-do-reservatorio-em-regime
9 hi=0.1; // -[m]-nivel-adicional-desejado
10 Qei=(1/2)*sqrt(rho*g/(R*ho))*hi; // -[m^3/s]-vazao-na-entrada
11 // Definir-o-sistema-linear-usando-o-comando-syslin:
12 A=(-1/(2*S))*sqrt(rho*g/(R*ho));
13 B=1/S;
14 C=1;
15 D=0;
16 tanque=syslin('c',A,B,C,D); // -o-parametro-'c'-indica-que-o-sistema-eh
17 // continuo-no-tempo
18 // Definir-a-condicao-inicial:
19 x0=0; // -[m]-desvio-inicial-do-nivel-em-relação-ao-equilibrio
20 // Definir-o-vetor-de-instantes-de-tempo:
21 t=0:10:40000;
22 // Definir-o-vetor-de-entradas:
23 u=Qei*ones(t);
24 // Simulando-o-sistema-usando-o-comando-csim:
25 [y,x]=csim(u,t,tanque,x0);
26 // altura-não-linear
27 function [hponto]=tanqueNL(t, h, Qe)
28 -hponto = (Qe(t)-sqrt(rho*g*h/R))/S
29 endfunction
30 // vazões-de-entrada-como-vetor
31 function [u]=entrada(t)
32 -u=Qei;
33 endfunction
34 // Cálculo-da-vazão-de-entrada-inicial
35 Qei = sqrt(rho*g*(ho+hi)/R);
36 // Cálculo-da-altura-pelo-equação-não-linear
37 h = ode(ho,t(1),t,list(tanqueNL,entrada))
38 plot2d(t,y,3) // Plot-linear
39 plot2d(t,h-ho,2) // Plot-não-linear
40 hl=legend(['Linear'; 'Não-linear']);
41 xtitle("Tanque-simples-em-enchimento", "Tempo-t-[s]", "Altura-do-nível-[m]");
42 xgrid(2)
```

O gráfico obtido:



Observando o gráfico é possível ver que a equação linearizada se aproxima muito bem da original.

Questão 2

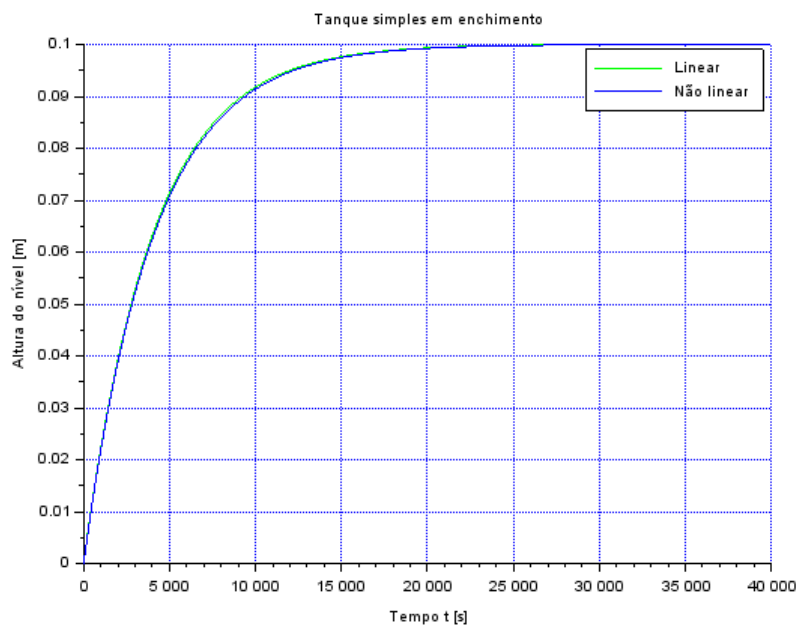
Obtenha o modelo matemático do circuito elétrico mostrado abaixo e compare com o modelo linear do sistema com um reservatório. Faça simulações e compare qualitativamente com os resultados do exercício 1 (sistema linear).

O código implementado:

```
clear all
//parâmetros
R=10
C=400
Vi=0.00025
//sistema linear por meio do syslin
A=-1/(C*R)
B=1/R
C=1
D=0
corrente=syslin('c',A,B,C,D)

//vetor tempo
t=0:10:40000
//condição inicial
qo=0
ei=Vi*ones(t)
//Simulando com o comando csim
[y,q]=csim(u,t,corrente,qo)
plot2d(t,y,3)
xlabel("Circuito-RC","Tempo-t-[s]","Corrente-[A]");
xgrid(2)
```

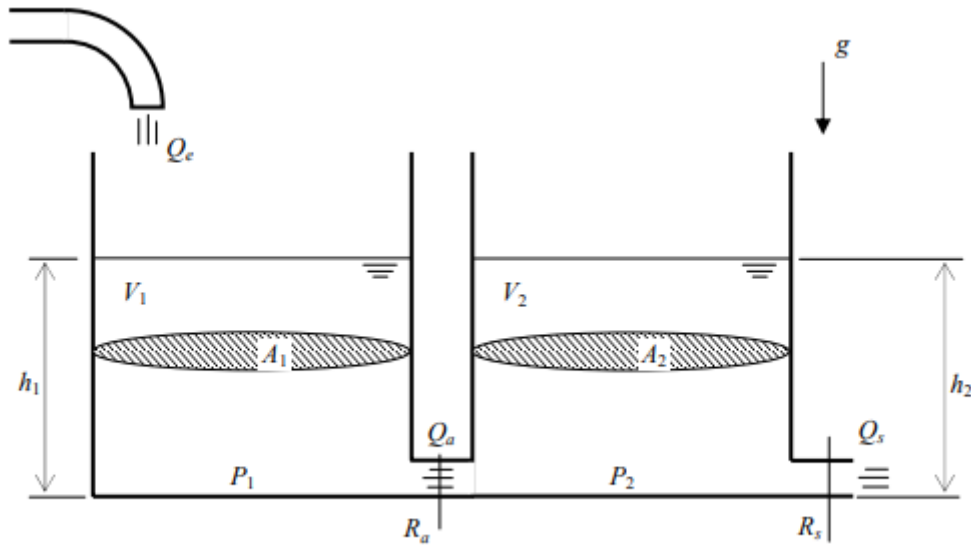
O gráfico obtido:



O sistema elétrico é análogo ao sistema físico do reservatório já que o tanque se comporta como uma capacitância e a válvula como resistência. Sendo assim, como esperado os resultados gráficos se comportam de maneira semelhante.

Questão 3

Usando a abordagem vista nestes exemplos, faça a simulação do sistema com dois reservatórios, supondo o modelo linear:



$$\begin{cases} \dot{h}_1 = \left(Q_e - \sqrt{\frac{\rho g}{R_1}} (h_1 - h_2) \right) \frac{1}{S_1} \\ \dot{h}_2 = \left(\sqrt{\frac{\rho g}{R_1}} (h_1 - h_2) - \sqrt{\frac{\rho g}{R_1}} h_2 \right) \frac{1}{S_2} \end{cases}$$

Assim como na lista C, na forma matricial temos:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 \\ \alpha_3 & \alpha_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Sendo as constantes dadas por:

$$\alpha_1 = -\frac{\rho g}{2SRQ_e^o}$$

$$\alpha_2 = \frac{\rho g}{2SRQ_e^o}$$

$$\alpha_3 = \frac{\rho g}{2SRQ_e^o}$$

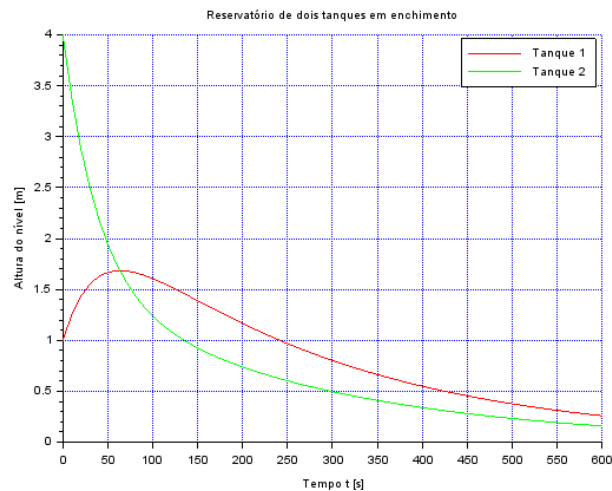
$$\alpha_4 = -\frac{\rho g}{SRQ_e^o}$$

$$\beta = \frac{1}{S}$$

Com isso, o código implementado foi:

```
//parametros:
S=10; //-[m^2]-Area-da-secao-transversal-do-reservatorio
rho=1000; //-[kg/m^3]-massa-especifica-da-agua
g=10; //-[m/s^2]-aceleracao-da-gravidade-na-superficie-da-Terra
R=2*10^8; //-[Pa/(m^3/s)^2]-parametro-que-relaciona-pessao-e-vazao
ho=2; //-[m]-nivel-do-reservatorio-em-regime
hi=0.1; //-[m]-nivel-adicional-desejado
Qeo=(1/2)*sqrt(rho*g/(R*ho))*hi; //-[m^3/s]-vazao-na-entrada
//Resolvendo-o-sistema-linearmente-
c=(rho*g)/(2*S*Qeo*R);
A=[-c,c;c,-2*c];
B=[1/S;0];
C=[1,0;0,1];
D=[0;0];
tanque=syslin('c',A,B,C,D);
//condicoes-iniciais-
h01=1;
h02=4;
hini=[h01;h02];
t=0:10:600;
u=Qeo*ones(t);
[y,x]=csim(u,t,tanque,hini);
h1=x(1,:);
h2=x(2,:);
//plotagem-
plot2d(t,h1,5)
plot2d(t,h2,3)
hl=legend(['Tanque-1';'Tanque-2']);
xtitle("Reservatório-de-dois-tanques-em-enchimento","Tempo-t-[s]","Altura-do-nível-[m]");
xgrid(2)
```

Gráfico obtido:



Questão 4

Desenvolva um circuito elétrico análogo ao sistema com dois reservatórios.

