

# **Escola Politécnica da USP**



**PME3380 - Modelagem de Sistemas Dinâmicos**

**Professor: Agenor de Toledo Fleury**

**Professor: Decio Crisol Donha**

**Aluno: Guilherme Müller da Silva – NºUSP: 9351008**

**Lista 4**

1-

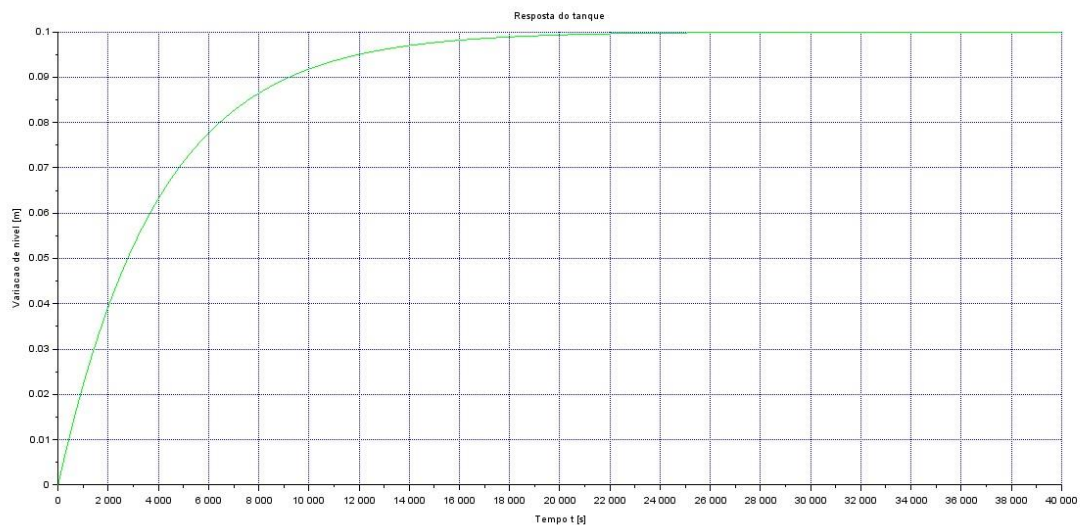
### Problema dos reservatórios com linearização

$$\dot{x} = -\frac{1}{2S} \sqrt{\frac{\rho g}{Rh_0}} x + \frac{1}{S} u$$

$$y = +1x + 0u$$

```
1 // Simulacao de sistema linear
2 // Eh sempre melhor apagar as variaveis anteriores
3 clear all
4 // Definir parametros:
5 S=10; // [m^2] Area da secao transversal do reservatorio
6 rho=1000; // [kg/m^3] massa especifica da agua
7 g=10; // [m/s^2] aceleracao da gravidade na superficie da Terra
8 R=2*10^8; // [Pa/(m^3/s)^2] parametro que relaciona pressao e vazao
9 ho=2; // [m] nivel do reservatorio em regime
10 hi=0.1; // [m] nivel adicional desejado
11 Qei=(1/2)*sqrt(rho*g/(R*ho))*hi; // [m^3/s] vazao na entrada
12 // Definir o sistema linear usando o comando syslin:
13 A=(-1/(2*S))*sqrt(rho*g/(R*ho));
14 B=1/S;
15 C=1;
16 D=0;
17 tanque=syslin('c',A,B,C,D); // o parametro 'c' indica que o sistema eh
18 // contínuo no tempo
19 // Definir a condicao inicial:
20 x0=0; // [m] desvio inicial do nivel em relação ao equilibrio
21 // Definir o vetor de instantes de tempo:
22 t=0:10:40000;
23 // Definir o vetor de entradas:
24 u=Qei*ones(t);
25 // Simulando o sistema usando o comando csim:
26 [y,x]=csim(u,t,tanque,x0);
27 // Plotando o resultado em verde:
28 plot2d(t,y,3)
29 // Colocando um titulo na figura e nomeando os eixos:
30 xtitle("Resposta do tanque", "Tempo t - [s]", "Variacao de nivel - [m]");
31 // Colocando uma grade azul no grafico:
32 xgrid(2)
```

## Resultado gráfico:



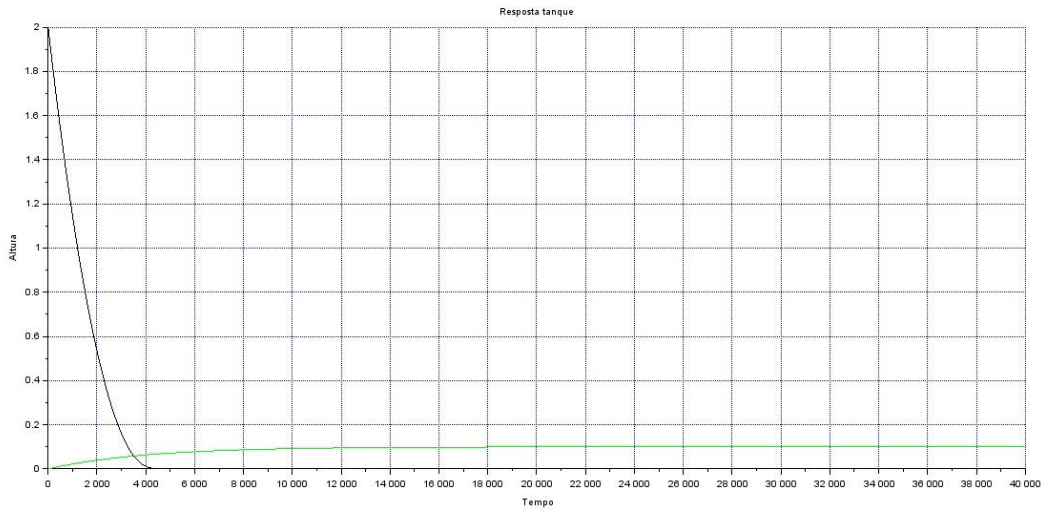
Resultado coerente com o fenômeno físico esperado, visto que a altura da coluna d'água aumenta pois a vazão de entrada permanece constante, porém a vazão de saída aumenta de modo que a altura segue uma exponencial com coeficiente negativo, possuindo uma assíntota que limita a altura da coluna d'água, momento no qual se atinge um fluxo de água em regime permanente.

2-

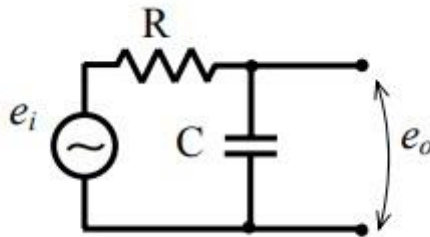
Implementação do código para comparação do sistema linear e não linear.

```
36
37 //Implementação do sistema não linear
38
39 |
40
41
42 function hponto=tanque(t,h);
43     if h<0 then hponto = -0
44     else
45         hponto=(-sqrt(g*h*rho/R)+Qei)/S
46     end
47     hponto=(-sqrt(g*h*rho/R)+Qei)/S
48 endfunction
49
50
51 h=ode(ho,t(1),t,tanque)
52
53
54
55 plot2d(t,h,1);
56
57 xtitle('Resposta tanque','Tempo','Altura')
58
```

### Resultado gráfico:



### 3- Analogia elétrica:



D.D.P entre os polos:

$$e_i = Ri + \frac{1}{C} \int idt$$

Sendo  $i$  a corrente, temos que ela é a taxa com que as cargas elétricas “se movem”

$$i = \dot{q} \Rightarrow e_i = R\dot{q} + \frac{1}{C}q \Rightarrow \dot{q} = \frac{e_i}{R} - \frac{1}{RC}q$$

Correlacionando com as equações do problema anterior temos que a analogia é:

$$e_i = u$$

$$C = 2 \sqrt{\frac{Rh_0}{\rho g}}$$

$$R = S$$