

Aula 8 - Laboratório de Controle - 2022/1

Modelagem e controle usando microcontrolador

Nomes: Dionatas Santos Brito e Pedro Anselmo Santana De Angeli

Atividade 0

Identificar porta serial do Arduino e testar resposta ao degrau com função `arduino_coleta()`.

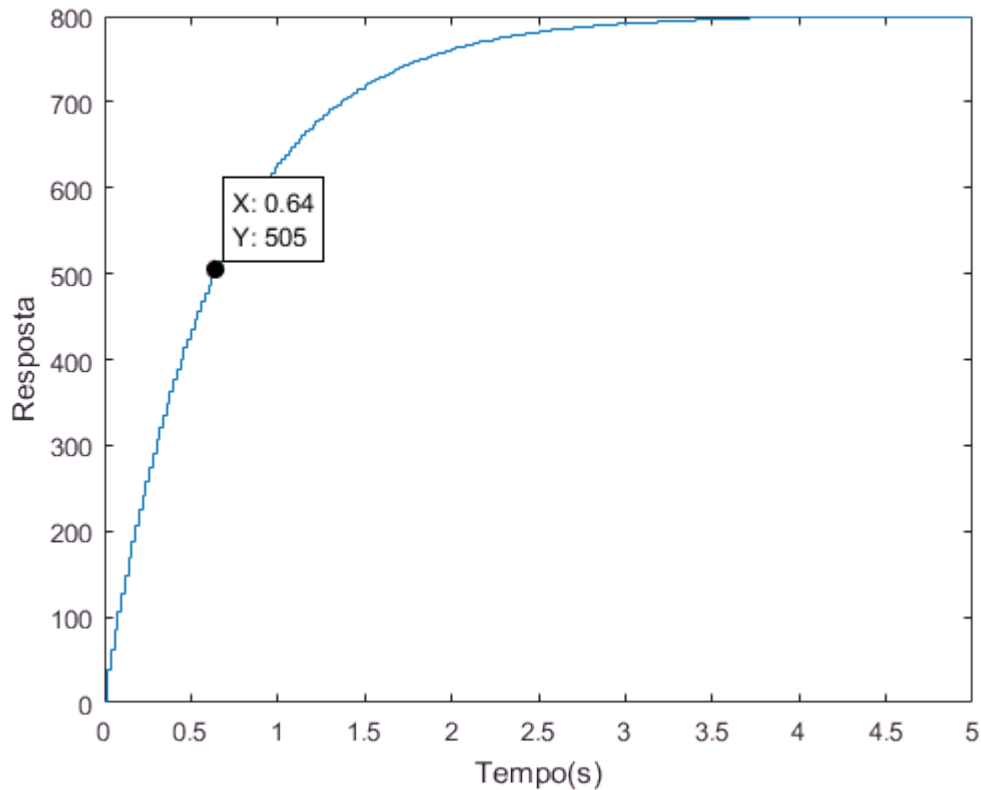
```
if ~exist('obj')
    z=seriallist;
    comPort=z{length(z)};
    obj=serial(comPort,'BaudRate',9600);
    obj.Terminator='CR';
    fopen(obj);
end
```

Atividade 1

Dar degraus e coletar a resposta usando o Arduino escolhendo Ref, Tempo, $T_s=20$ (ms).

Dar degrau e obter ganho e constante de tempo, informando aqui.

```
zera_saida(obj);
U0=200;
Ts=20;%ms
Tempo=5;%s
[y1,t1] = arduino_coleta(obj,U0,Ts,Tempo);
stairs(t1,y1);
xlabel('Tempo(s)');
ylabel('Resposta');
```



Qual a constante de tempo e ganho deste sistema?

Resposta:

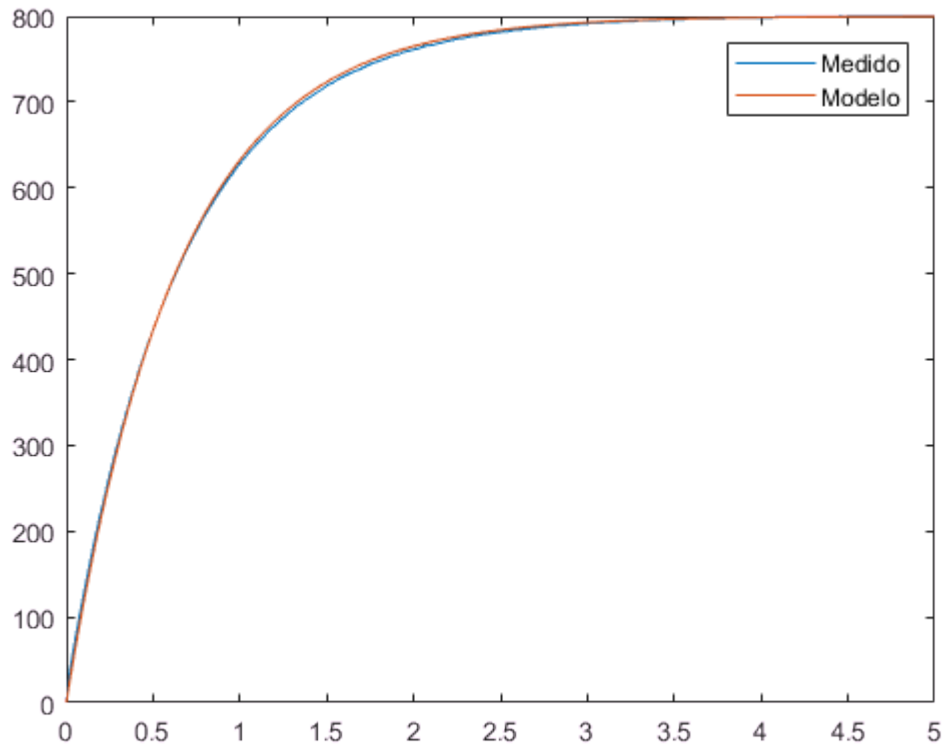
Com $U_0=200$, obteve-se 800 na saída, ou seja, o ganho é igual a 4.

A constante de tempo é o tempo em 63% do valor de regime. $800 * 0.63 = 504$. Analisando o gráfico, percebe-se que esse valor é atingido em $T=0.64s$

Atividade 2

Usar este ambiente para validar o modelo $G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$ com pelo menos 3 novos degraus

```
K=4; % Escolher
tau=0.64; % Obter da curva
g1=tf(K,[tau 1]);
zera_saida(obj);
[y2,t2] = arduino_coleta(obj,U0,Ts,Tempo);
ys=step(U0*g1,t2);
plot(t2,y2,t2,ys);legend('Medido','Modelo');
```



2.1 Comente a qualidade do modelo obtido, justificando.

Resposta: Percebe-se que o modelo aproximado é muito próximo do medido, pois temos um sistema RC muito simples.

2.2 Compare e justifique a diferença do sinal de saída medido e simulada em regime, justificando.

Resposta: A pequena diferença se deve ao fato do modelo medido ser discreto e o aproximado ser contínuo.

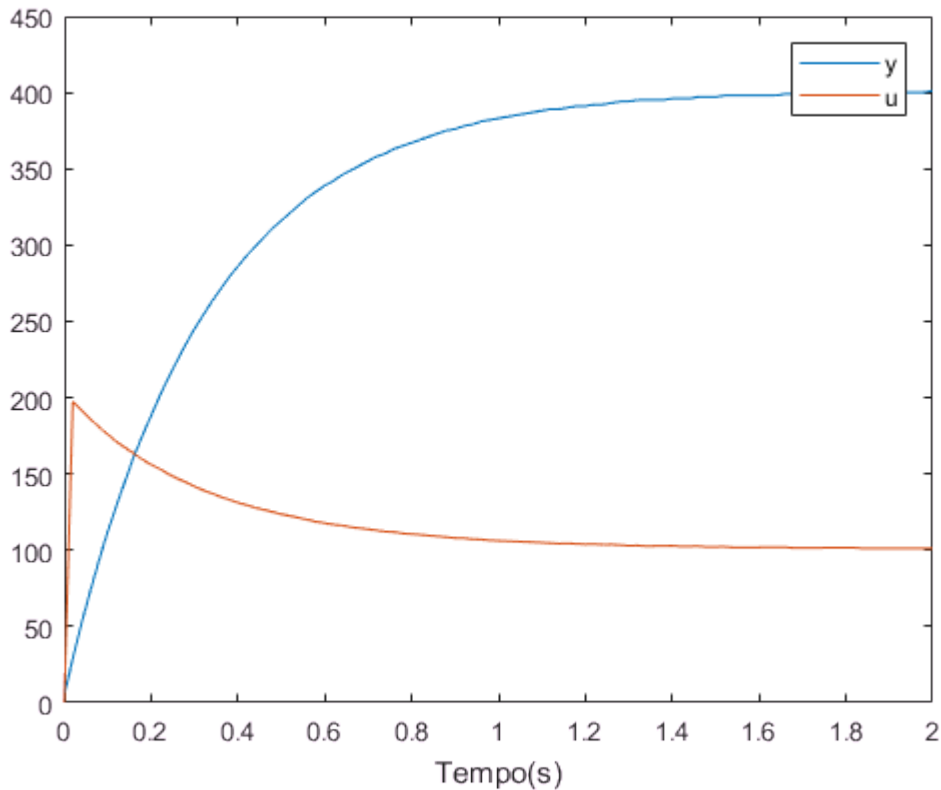


Atividade 3

Projetar um controlador PI via método lambda de modo a ter constante de tempo de malha fechada igual à de malha aberta. Analisar a saída e o sinal de controle.

$$G_p = \frac{K}{\tau s + 1} \quad K_p = \frac{\tau}{K\lambda} \quad T_i = \frac{1}{K_i} = \tau \quad C(s) = K_p + \frac{K_p K_i}{s}$$

```
Ref=400;
Tempo_mf=2;
lambda=tau*0.5;
Kp=tau/(K*lambda);
Ki=1/tau;
zera_saida(obj);
[y3,u3,t3] = arduino_controle(obj,Ref,Ts,Tempo_mf, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
plot(t3,y3,t3,u3); legend('y','u');
xlabel('Tempo(s)');
```



3.1 Justifique a escolha de lambda e compare a constante de tempo de malha aberta e malha fechada

Resposta: Foi escolhido um lambda menor que a constante de tempo de malha aberta, e tivemos como resultado que quanto menor é o valor de lambda, mais rápido o sistema.

3.2 Descreva o comportamento do sinal de controle e sua proximidade aos limites de sua saturação.

Resposta: Do gráfico, percebe-se que o sinal de controle sobe próximo ao limite de saturação e vai diminuindo a medida que a saída chega perto da referência. Quanto menor o lambda, mais rápido o sinal de controle chega próximo ao seu limite de saturação, que é 255.

Atividade 4

Reduzir lambda para obter o IAE mínimo. Fazer um gráfico mostrando a relação de lambda com IAE mínimo.

Mostrar a resposta para o IAE mínimo.

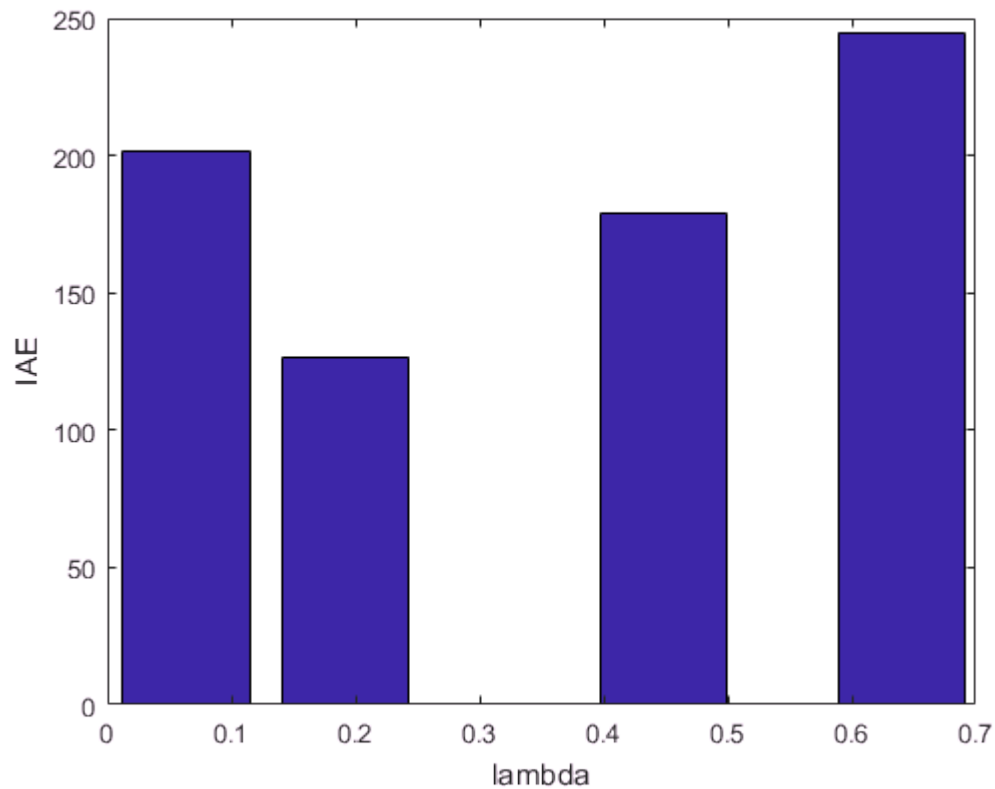
Comparar o sinal de controle desta atividade com o da atividade 3.

```
lambda=[1 0.7 0.3 0.1]*tau;
for i=1:4
    Kp=tau/(K*lambda(i));
    Ki=1/tau;
    zera_saida(obj);
```

```

[y,u,t] = arduino_controle(obj,Ref,Ts,Tempo_mf, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
erro=Ref-y;
iae(i,1)=trapz(t,abs(erro));
Y(i).y=y;
Y(i).u=u;
Y(i).t=t;
end
figure;
bar(lambda,iae);
xlabel('lambda');ylabel('IAE');

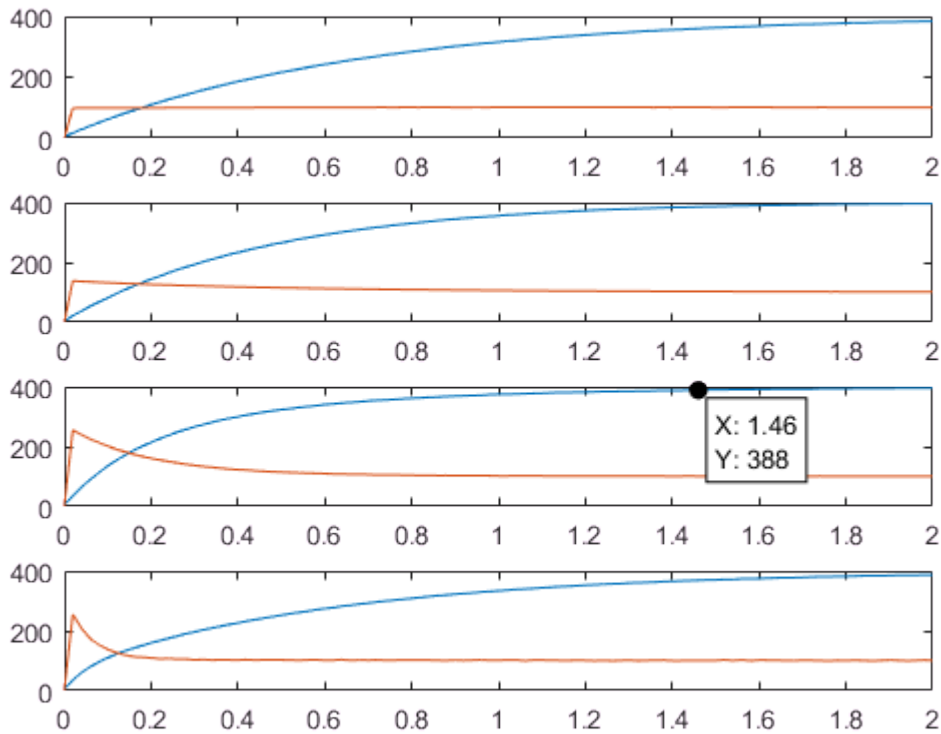
```



```

figure;
for i=1:4
    subplot(4,1,i);
    plot(Y(i).t,Y(i).y,Y(i).t,Y(i).u);
end

```



4.1 Qual foi o valor mínimo de lambda? Por que não ficou menor?

lambda

lambda =

0.6400 0.4480 0.1920 0.0640

•

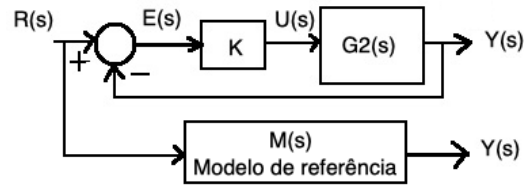
Resposta: O menor valor obtido foi por volta de 0.2. Valores menores que isso o IAE começa a aumentar. Isso acontece pois o **signal de controle atinge seu limite de saturação.**

4.2 Compare o sinal de controle para lambda mínimo e máximo

Resposta: **Para lambdas maiores, mais longe limite de saturação fica o sinal de controle no pico inicial da resposta.**

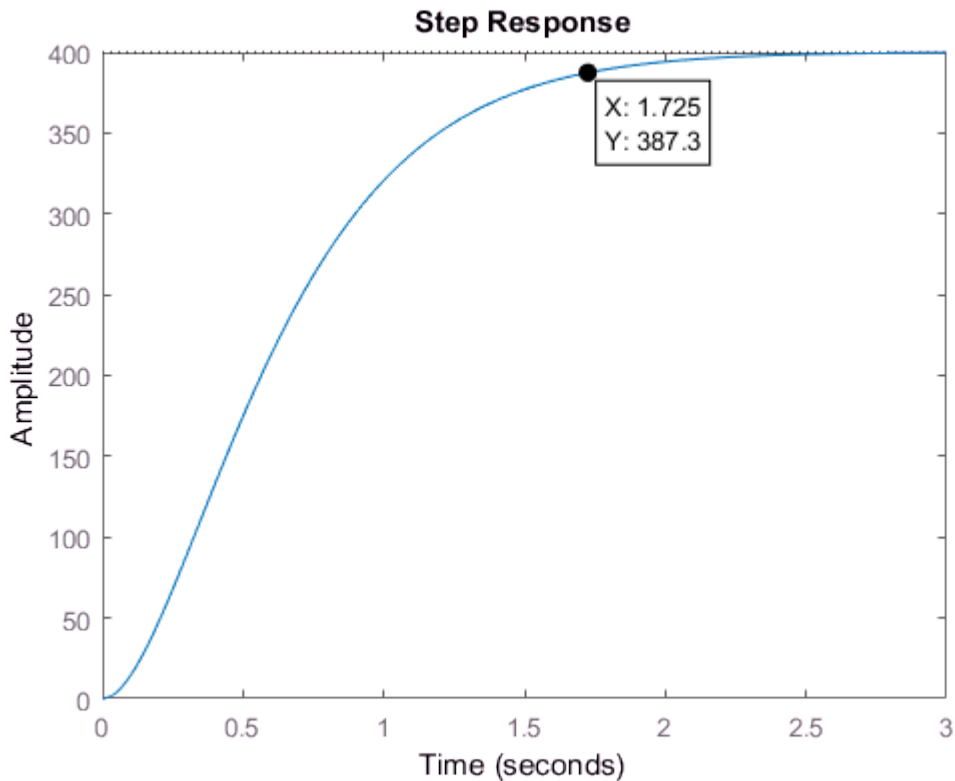
Atividade 5:

A partir da melhor resposta da atividade 4, proponha um modelo de referência de segunda ordem $M(s)$ tal que sua resposta seja semelhante à obtida na atividade 4. Para isto, meça a sobrelevação UP e o tempo de estabelecimento t_s .



```
UP=0.0001;
ts=1.4;
a=log(UP/100);
zeta=sqrt(a^2/(pi^2+a^2));
wn=4/(ts*zeta);
m=tf(wn^2,[1 2*zeta*wn wn^2]);

figure
step(Ref*m)
```



5.1 Compare a resposta de $M(s)$ com a obtida na atividade 4 que gerou UP e ts utilizados.

Resposta: Percebe-se na resposta ao degrau de $M(s)$ uma pequena diferença no tempo de estabelecimento. A resposta de $M(s)$ está um pouco mais lenta do que a resposta para o melhor λ encontrado.