

Aula 8 - Laboratório de Controle - 2022/1

Modelagem e controle usando microcontrolador

Nomes: Igor Batista e João Victor Marçal

Atividade 0

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

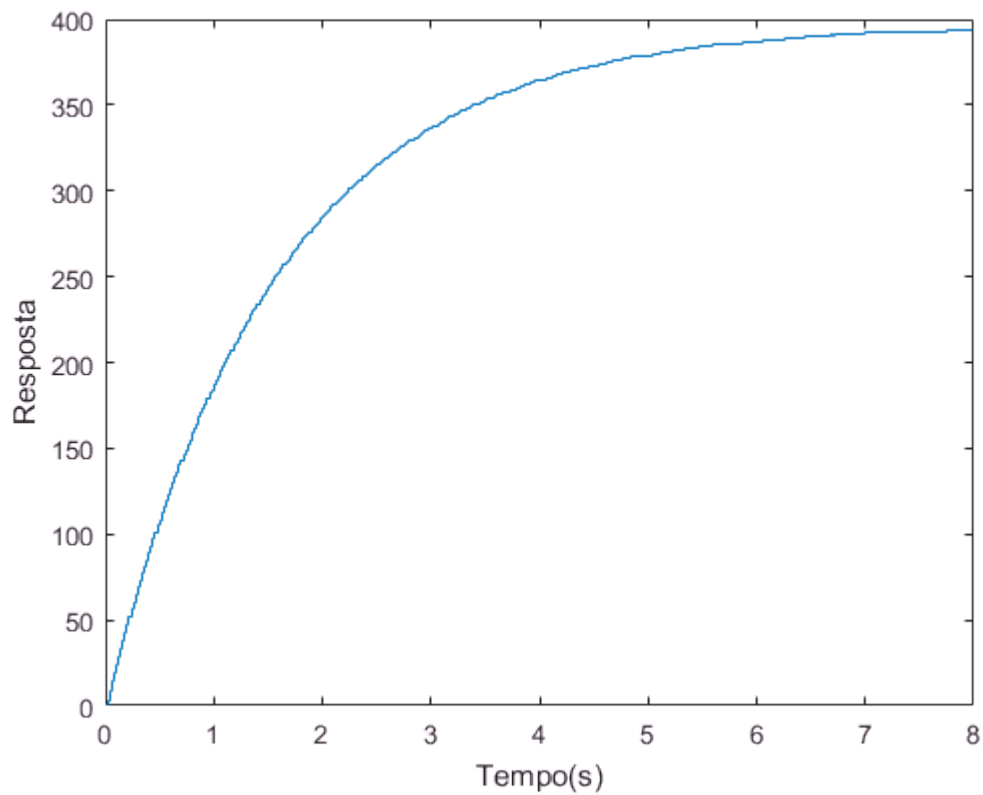
```
if ~exist('obj')
    z=seriallist;
    comPort=z{length(z)};
    obj=serial(comPort,'BaudRate',9600);
    obj.Terminator='CR';
    fopen(obj);
end
```

Atividade 1

Dar degraus e coletar a resposta usando o Arduino escolhendo U_0 , Tempo, $T_s=20$ (ms).

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

```
zera_saida(obj);
U0=100;
Ts=20;
Tempo=8;
[y1,t1] = arduino_coleta(obj,U0,Ts,Tempo);
stairs(t1,y1);
xlabel('Tempo(s)');
ylabel('Resposta');
```



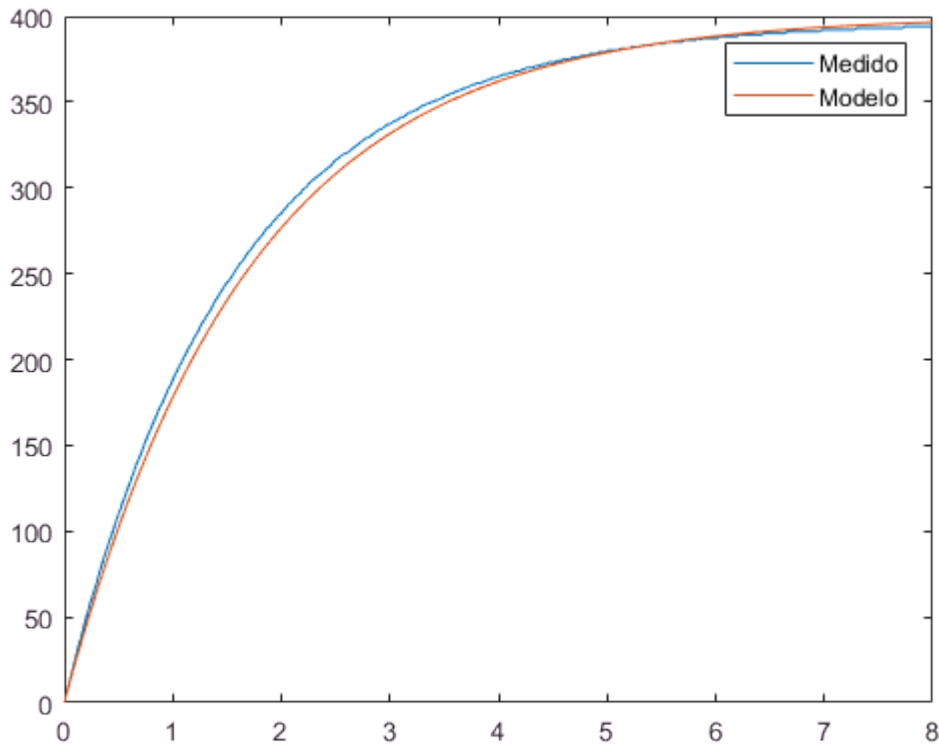
Qual a constante de tempo e ganho deste sistema?

A constante de tempo do sistema é 1.7 e o ganho foi 4.

Atividade 2

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

```
K=4;
tau=1.7;
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.

O gráfico do modelo e o gráfico do que foi medido são bem próximos, mostrando que a qualidade do **model lambda aproximou bem do que se esperava.**

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

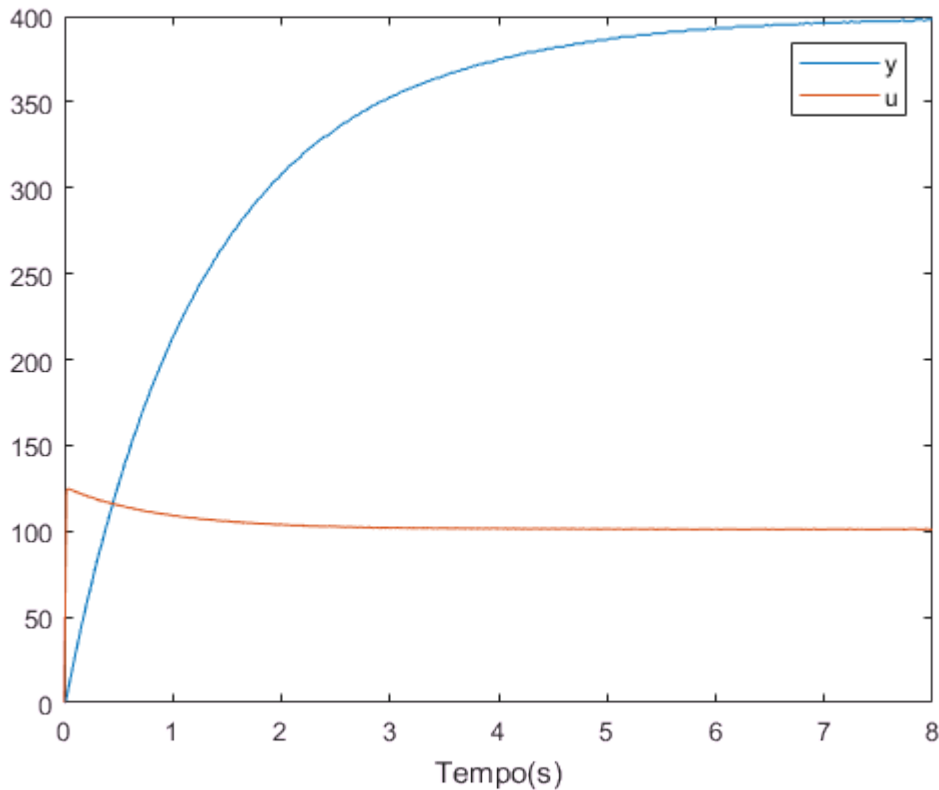
O sinal do modelo é contínuo e o sinal do medido é discreto. Logo no sinal medido podemos encontrar alguns degraus devido **o a resolução, e a diferença entre o sinal medido e o modelo é menor que 1%.**

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=Tempo;
lambda=0.8*tau;
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 Justificar a escolha de lambda e compare a constante de tempo de malha aberta e malha fechada

Foi escolhido o **lambda de 0.8** pois foi o que mais aproximou a resposta em regime do esperado em menor tempo.

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

O sinal do modelo é contínuo e o sinal do medido é discreto. Logo no sinal medido podemos encontrar alguns degraus devido a resolução. Para podermos encontrar os limites de saturação devemos respeitar a resolução de cada sinal. Para o modelo, a resolução é de 256 e para o medido é de 1024. Quando fazemos a divisão entre os valores do gráfico com a resolução encontramos valores parecidos. 400/1024 e 100/256.

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.

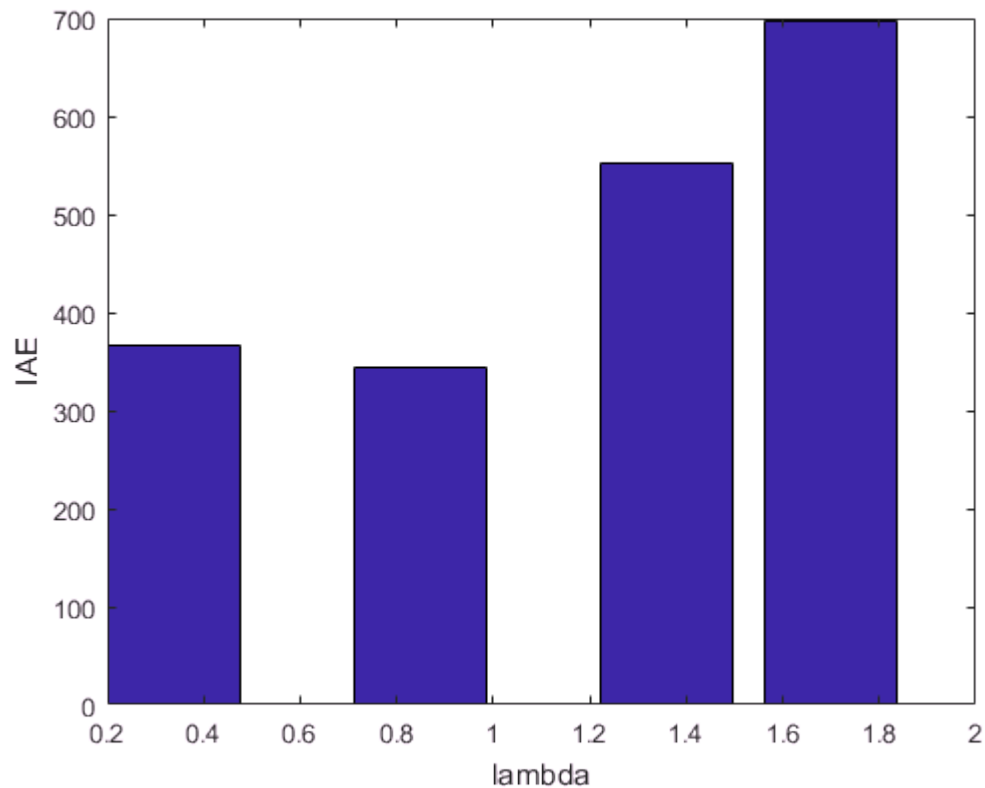
Comparar o sinal de controle desta atividade com o da atividade 3.

```
lambda=[1 0.8 0.5 0.2]*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');

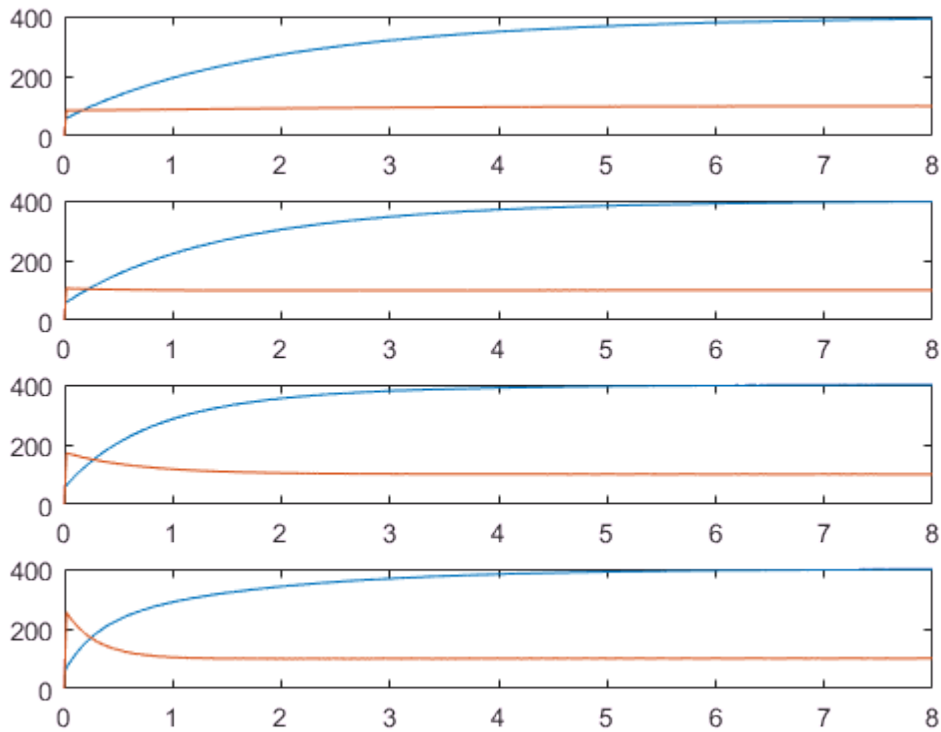
```



```

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?

O valor de lambda para o mínimo IAE foi $0.8 \cdot \tau$. O IAE não ficou menor pois a função que define IAE possui um mínimo entre 0 e τ , qualquer variação para mais ou menos do lambda mínimo ocasiona num aumento de IAE.

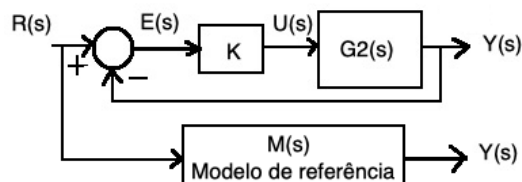
4.2 Compare o sinal de controle para lambda mínimo e máximo

Os sinais de controle para o lambda 0.8 (IAE mínimo) e para o lambda 0.2 (IAE Máximo) possuem diferenças no valor inicial, devido ao K_p , quanto maior o K_p , menor o Lambda, que ocasiona num aumento de IAE que é a área dos erros do valor resultante e o esperado.



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 .

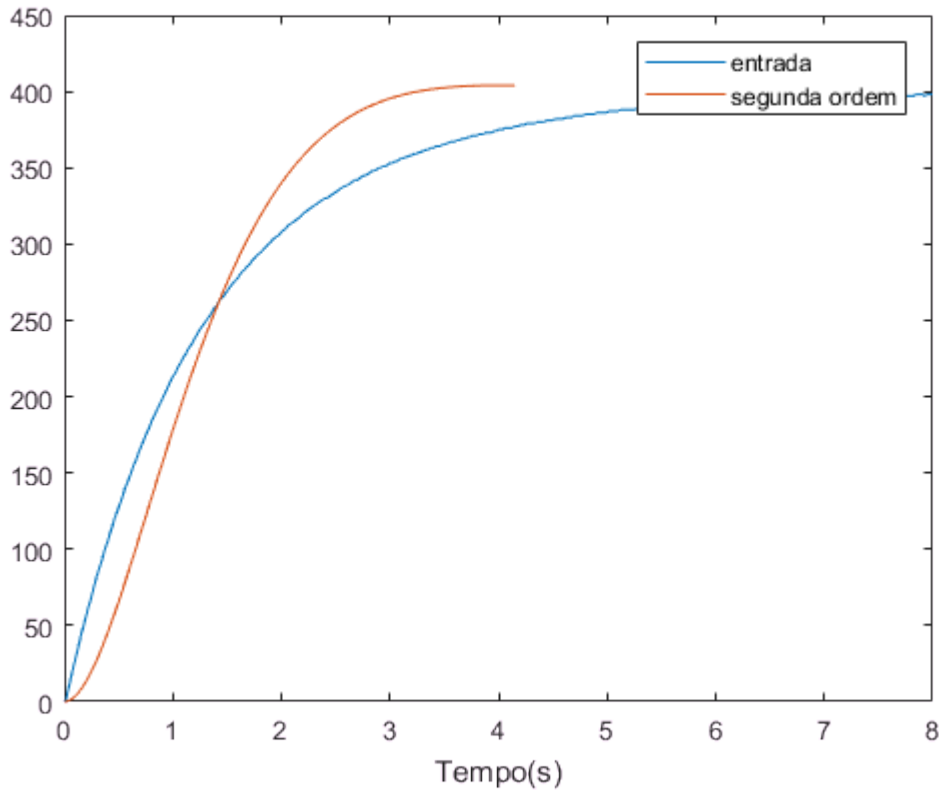


```

UP=1;
ts=3.5;
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]);
[ys,ts]=step(Ref*m);

plot(t3,y3,ts,ys);legend('entrada','segunda ordem');
xlabel('Tempo(s)');

```



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

Nesse modelo de segunda ordem, possuímos dois parâmetros de controle, UP e ts , onde o modelo atingiu o tempo de acomodação esperado, assim como não houve sobreelevação, atingindo as especificações do modelo. A resposta obtida para o modelo de segunda ordem foi semelhante a resposta obtida na atividade 4 para o modelo lambda, mas, a partir do modelo de segunda ordem, é possível especificar as características do sistema, diferente do modelo lambda onde é necessário estimar o valor de lambda e a seguir verificar se a resposta coincide com as características desejadas do sistema.

