

Aula 8 - Laboratório de Controle - 2022/1

Modelagem e controle usando microcontrolador

Nomes: Rodolpho Ladislau Silva

Atividade 0

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

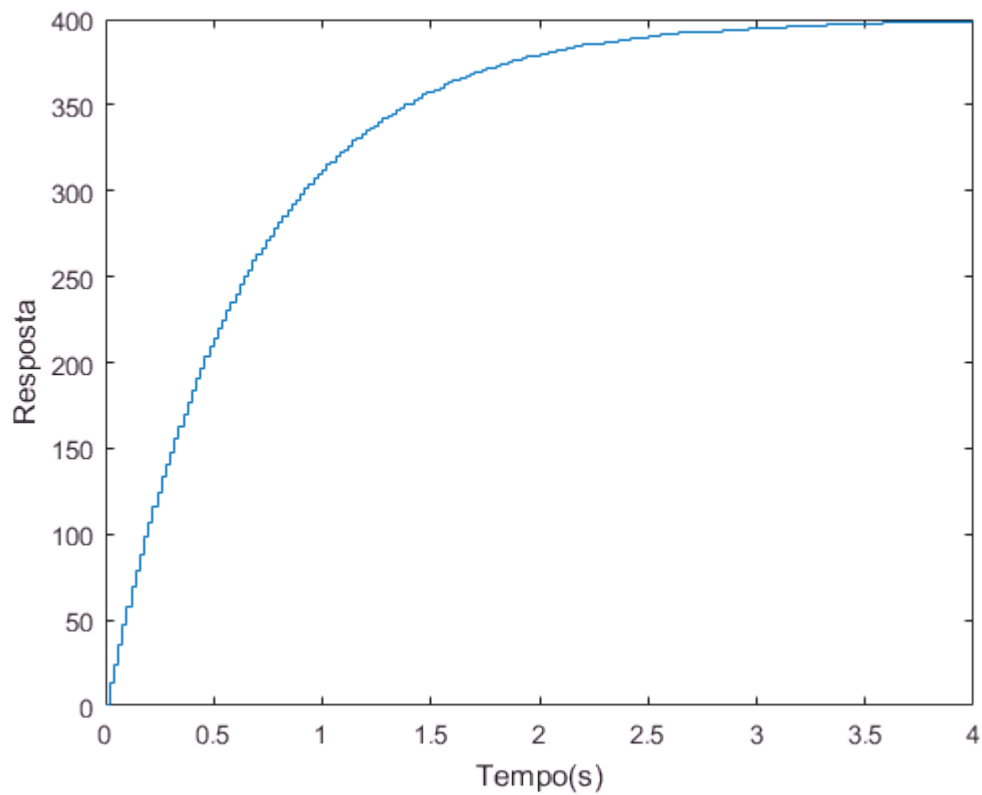
```
if ~exist('obj')
    z=seriallist;
    comPort=z{length(z)};
    obj=serial(comPort,'BaudRate',9600);
    obj.Terminator='CR';
    fopen(obj);
end
```

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=4;
[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?

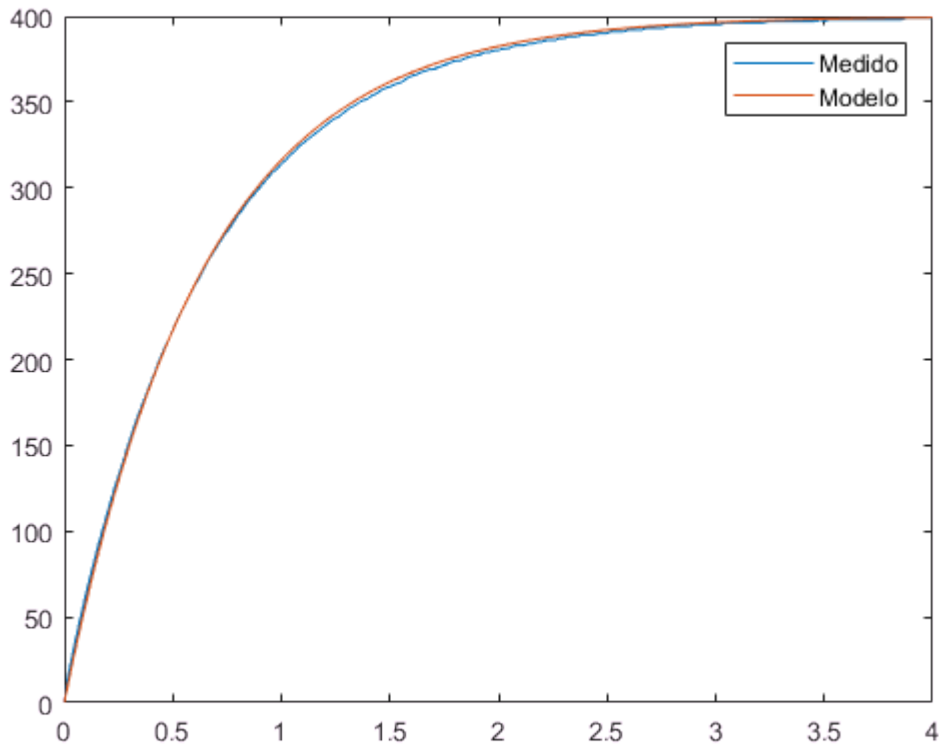
ct = 0.64



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=0.64;
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.

Os valores do modelo obtido se aproximam dos valores medidos visto que os gráficos se aproximam.

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

observamos ao aproximarmos o gráfico com o zoom, existe uma pequena diferença entre o sinal simulado e o medido. Essa

diferença está atribuída ao erro de discretização por parte do arduino do conversor AC. $5/1024 = 0.0049\text{mv}$

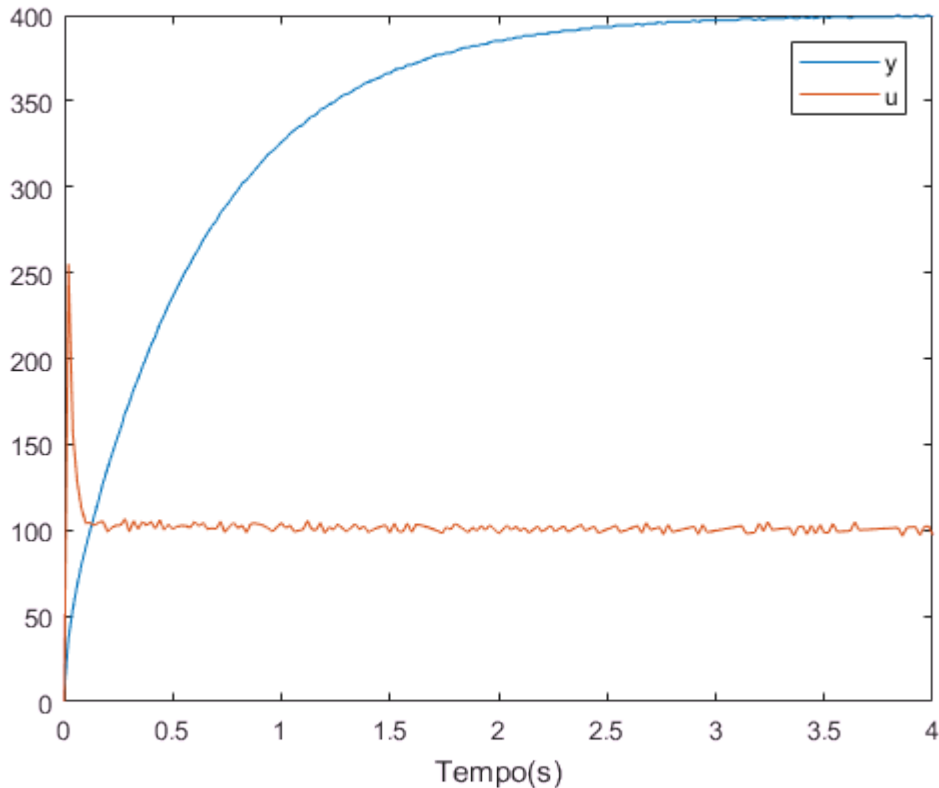
Atividade 3

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.

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

```
Ref=400;
Tempo = 4;
Tempo_mf=Tempo;
lambda=tau/20;
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 λ e compare a constante de tempo de malha aberta e malha fechada escolhemos o valor de $\lambda = \tau/20$, com isso obtivemos a resposta mais rápida.

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

Analisando o gráfico, temos que o sinal não trabalhará perto da saturação, não ultrapassa os valores 255.

Atividade 4

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

Mostrar a resposta para o IAE mínimo.

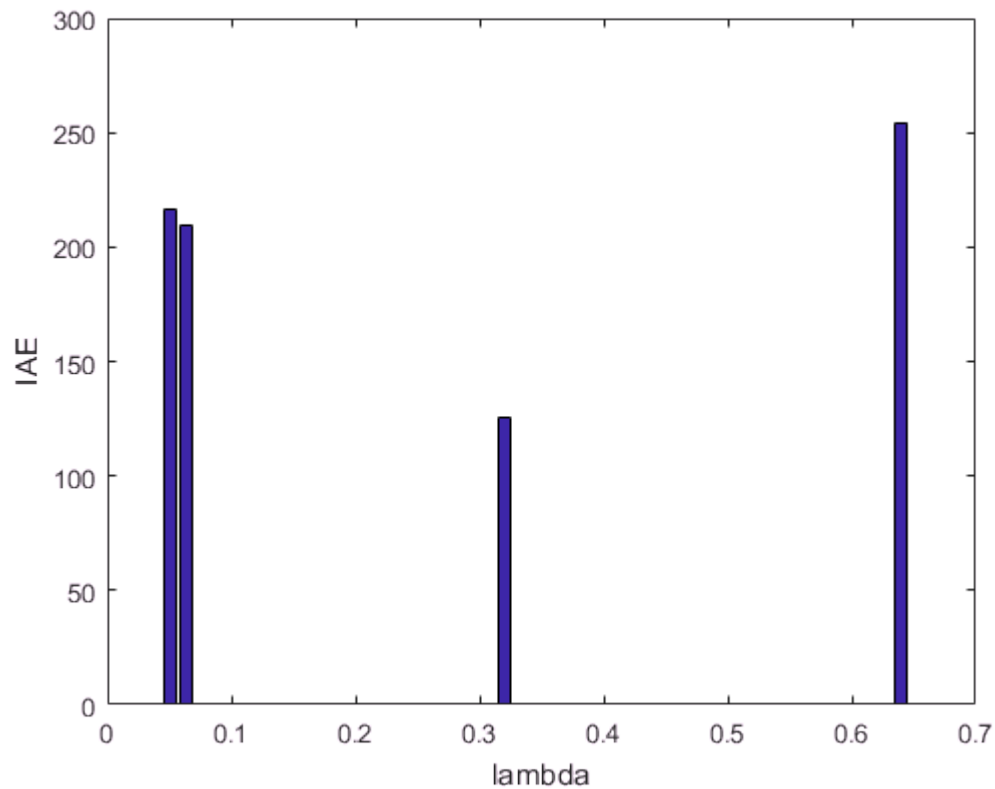
Comparar o sinal de controle desta atividade com o da atividade 3.

```
lambda=[1 0.5 0.1 0.08]*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');

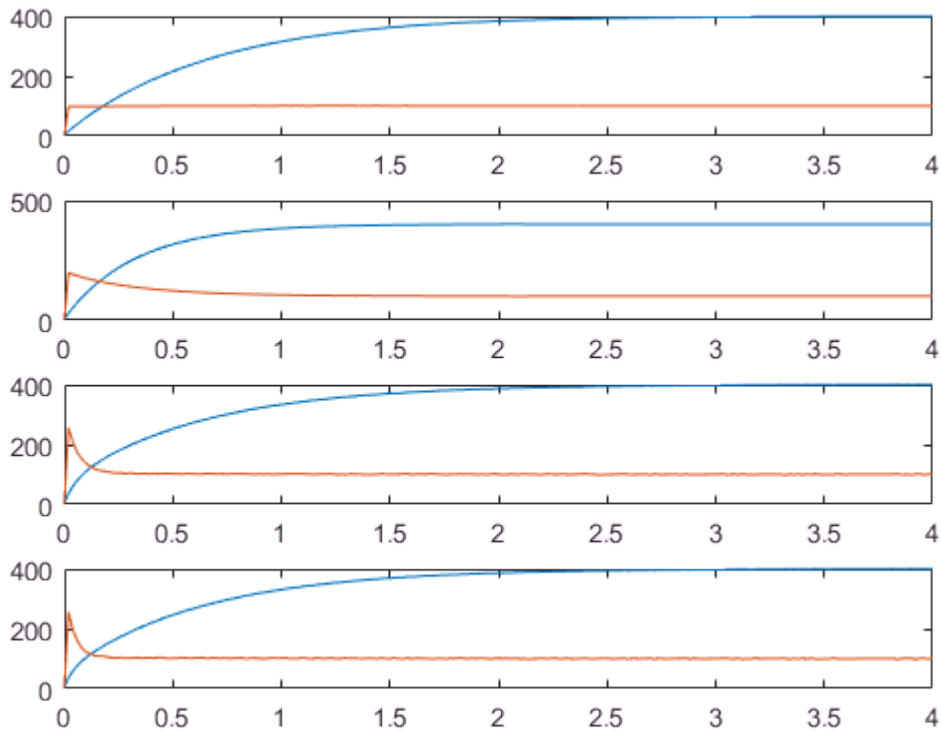
```



```

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 mínimo 0.1, para valores menores que 0.1 obtivemos valores maiores de IAE

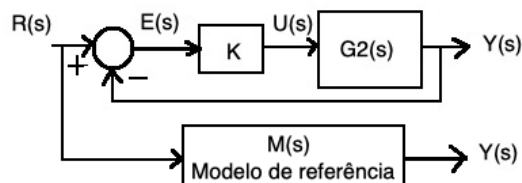


4.2 Compare o sinal de controle para lambda mínimo e máximo

Para lambda máximo temos um controle mais lento, com menor valor de saturação e um valor maior de IAE. Enquanto isso, ao usarmos lambda de 0.1, temos um sinal de controle mais rápido, que vai até o limite do valor de saturação e o menor valor possível de IAE

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 .

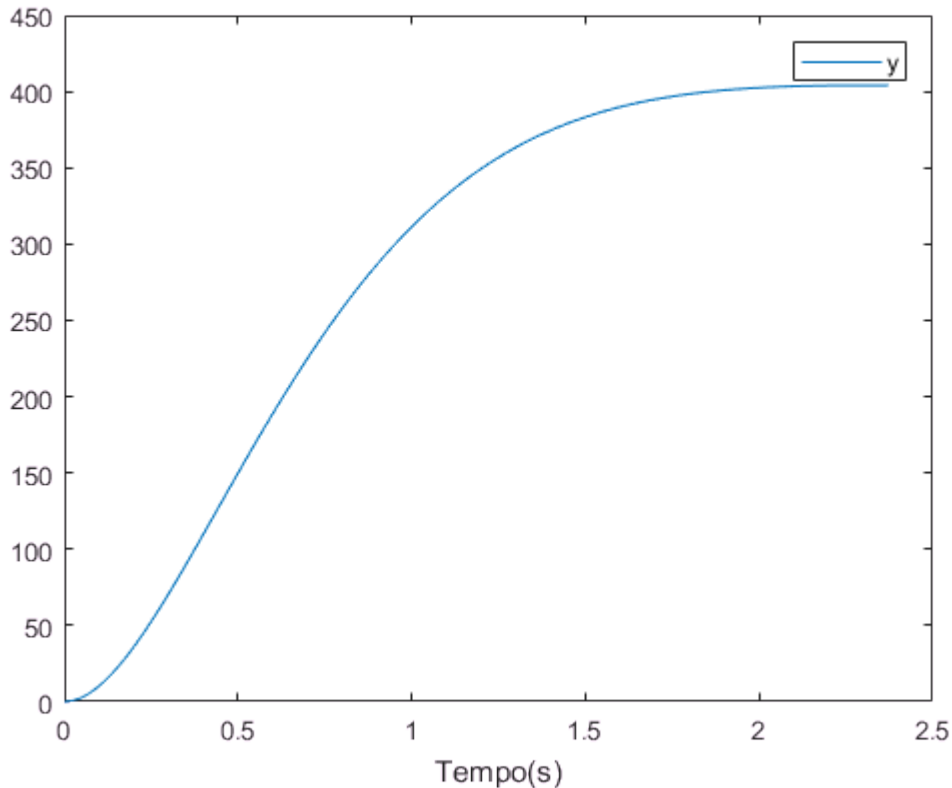


UP=1;
ts=2;

```

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(ts,ys);legend('y');
xlabel('Tempo(s)');

```



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

A partir da comparação com o gráfico para lambda mínimo da atividade 4, foi possível perceber resultados satisfatórios para comparação entre sinais. Isso pode ser comprovado pelo valor de ambas as saídas estarem próximas a 400, o valor de referência. o tempo de estabelecimento ser 2 com UP 1, imperceptível para ambos os casos. Logo, o simulado da atividade 4 é plenamente contemplado pelo modelo teórico da atividade 5.

