

Aula 8 - Laboratório de Controle - 2022/1

Modelagem e controle usando microcontrolador

Nomes: Eduardo Pedro Glicerion e André Thomaz Fabris

Atividade 0

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

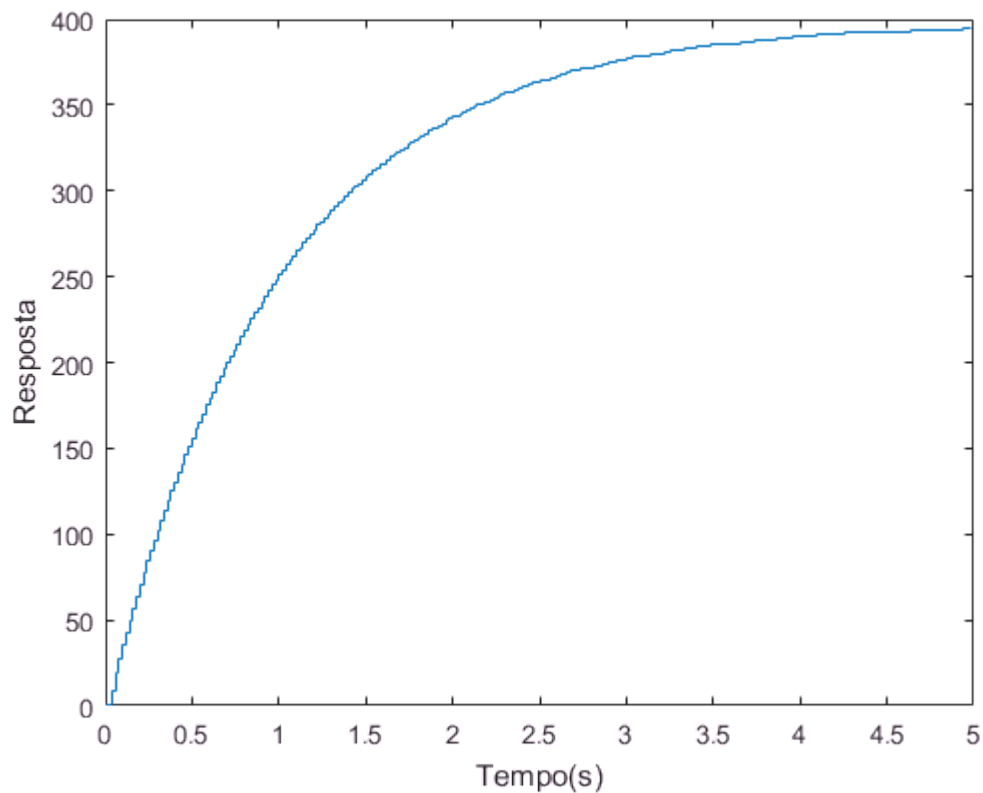
```
z=seriallist;  
comPort=z{3};  
obj=serial(comPort,'BaudRate',9600);  
obj.Terminator='CR';  
fopen(obj);
```

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);  
Ref=100;  
Ts=20;  
Tempo=5;  
[y,t] = arduino_coleta(obj,Ref,Ts,Tempo);  
stairs(t,y);  
xlabel('Tempo(s)');  
ylabel('Resposta');
```



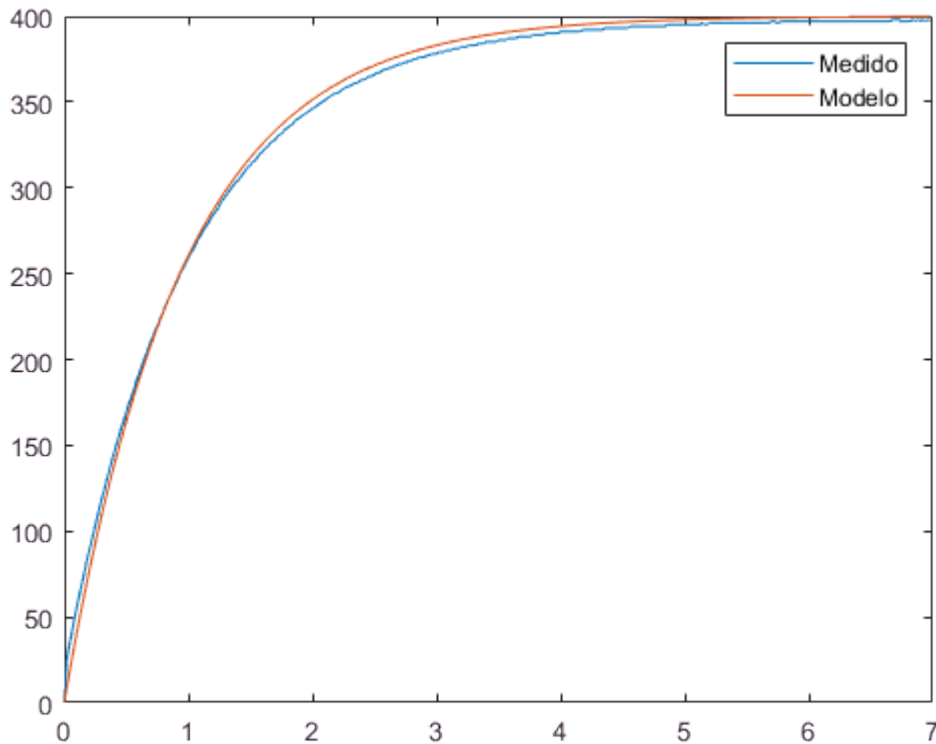
Qual a constante de tempo e ganho deste sistema?

A constante de tempo neste caso será de aproximadamente 0,95s e o ganho será de 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=0.95;
g1=tf(K,[tau 1]);
zera_saida(obj);
[y,t] = arduino_coleta(obj,Ref,Ts,7);
ys=step(Ref*g1,t);
plot(t,y,t,ys);legend('Medido','Modelo');
```



2.1 Comente a qualidade do modelo obtido, justificando.

O modelo obtido se aproxima da resposta esperada, visto que os gráficos são quase coincidentes e os ganhos obtidos chegam a valores próximos.

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

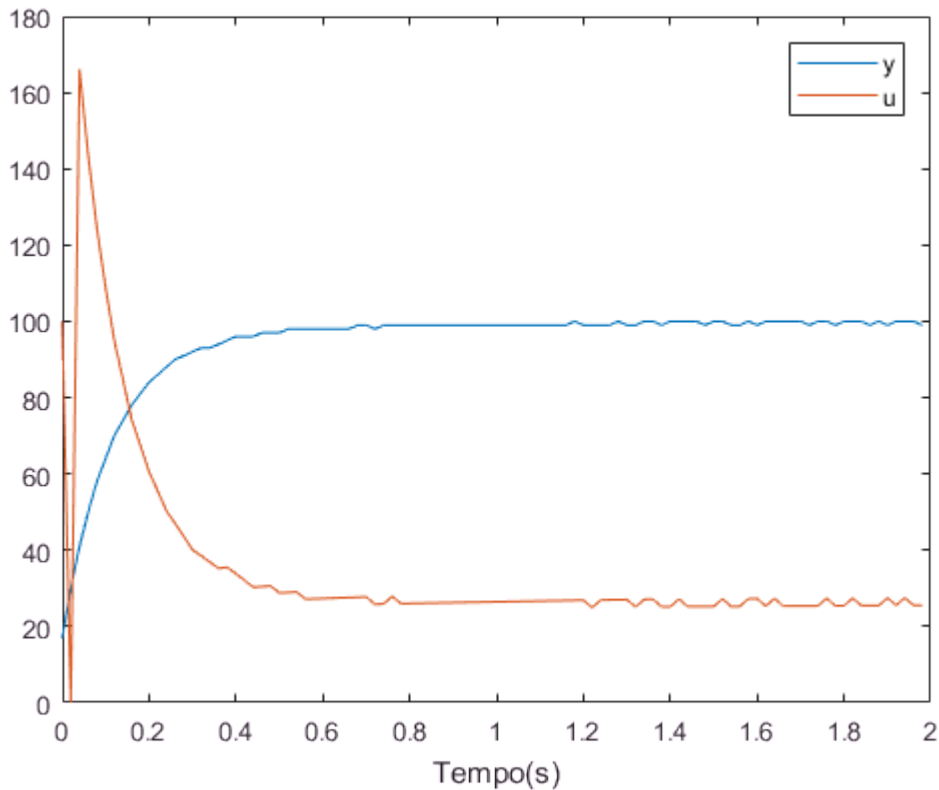
O sinal simulado apresenta um caráter linear em seu regime, enquanto o sinal medido apresenta degraus por conta do **conversor A/D, no qual é possível observar saltos de aproximadamente 5mV.**

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.

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

```
lambda=tau/8;
Kp=tau/(K*lambda);
Ki=1/tau;
zera_saida(obj);
[y,u,t] = arduino_controle(obj,Ref,Ts,2, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
plot(t,y,t,u); 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

O lambda escolhido foi de $\tau/8$, pois o tempo para chegar em regime foi pequeno (em torno de 0,6s). A constante de tempo em malha aberta era de 0,95s aproximadamente, agora com o uso do controlador PI observamos uma constante de tempo em malha fechada de 0,15s aproximadamente.

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

O sinal de controle apresenta um pico inicialmente bem próximo da saturação até se estabilizar em aproximadamente 11% do sinal de pico.

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.

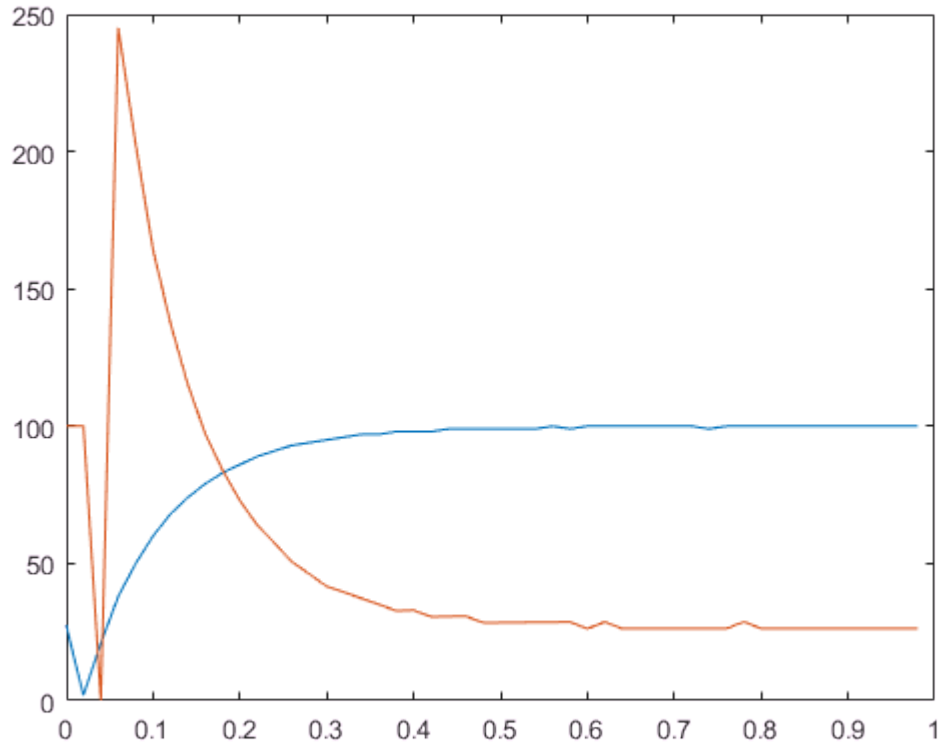
Comparar o sinal de controle desta atividade com o da atividade 3.

```
lambda=[1/10 1/8 1/5 1/2]*tau;
for i=1:4
    Kp=tau/(K*lambda(i));
    Ki=1/tau;
    zera_saida(obj);
```

```

[y,u,t] = arduino_controle(obj,Ref,Ts,1, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
erro=Ref-y;
iae(i,1)=trapz(t,abs(erro));
if i==1 figure;
    plot (t,y,t,u); end
end

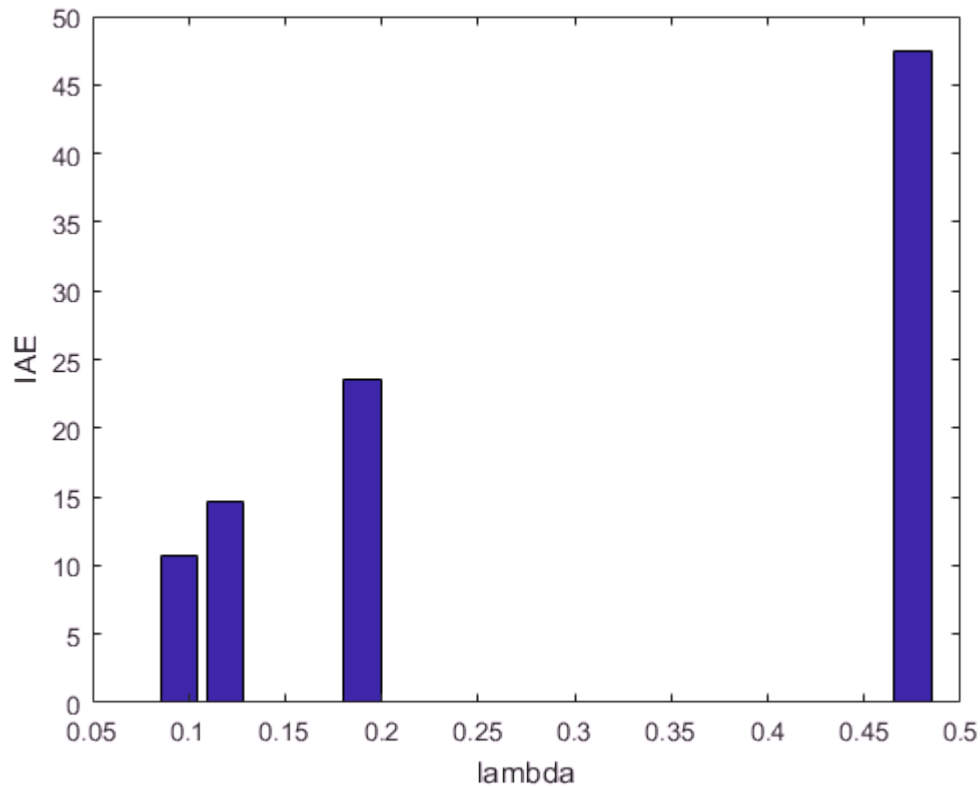
```



```

figure
bar(lambda,iae);
xlabel('lambda');ylabel('IAE');

```



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

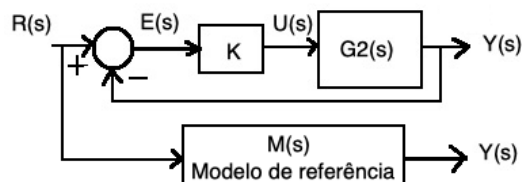
O valor mínimo de lambda foi de $\tau/10$. Ao utilizar valores menores a resposta ficou mais lenta.

4.2 Compare o sinal de controle para lambda mínimo e máximo

O sinal de controle para o menor lambda irá atingir um valor de pico bem próximo ao valor de saturação ao contrário do maior lambda que não chega próximo.

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 .

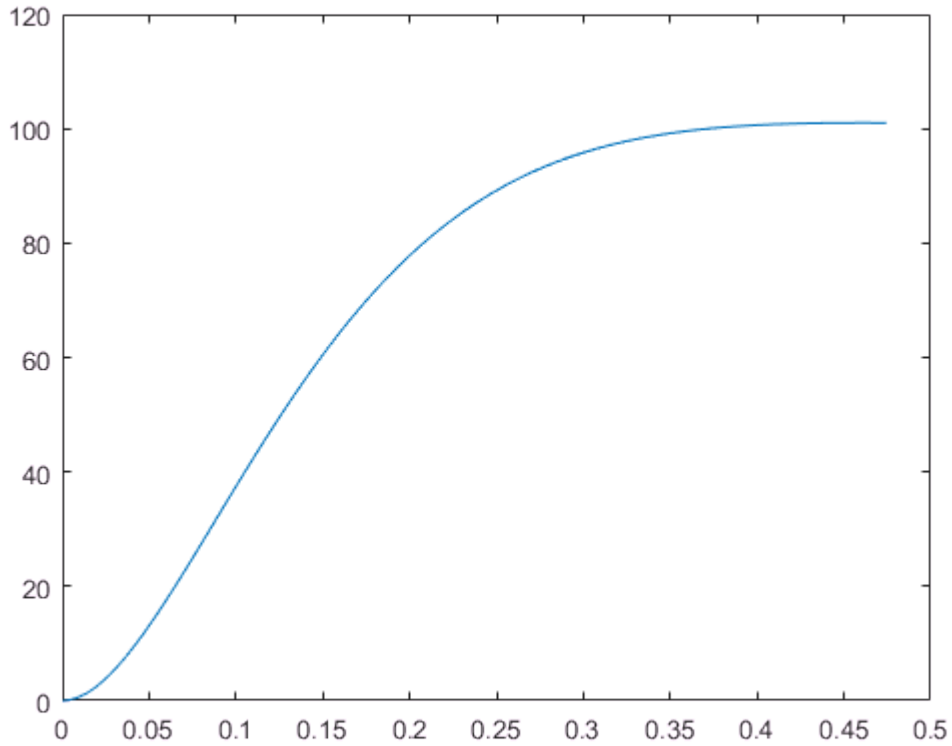


```
UP=1;
ts=0.4;
a=log(UP/100);
```

```

zeta=sqrt(a^2/(pi^2+a^2));
wn=4/(ts*zeta);
m=tf(wn^2,[1 2*zeta*wn wn^2]);
[ys,ts]=step(Ref*m);
figure
plot (ts,ys);

```



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

A resposta obtida pelo Modelo de Referência $M(s)$ foi muito próxima à resposta da atividade 4 onde observamos um tempo de estabelecimento de 0,4s e uma sobrelevação quase nula.

