

# Aula 8 - Laboratório de Controle - 2022/1

## Modelagem e controle usando microcontrolador

**Nomes:** Marcus Vinicius dos Reis Moreira

### Atividade 0

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

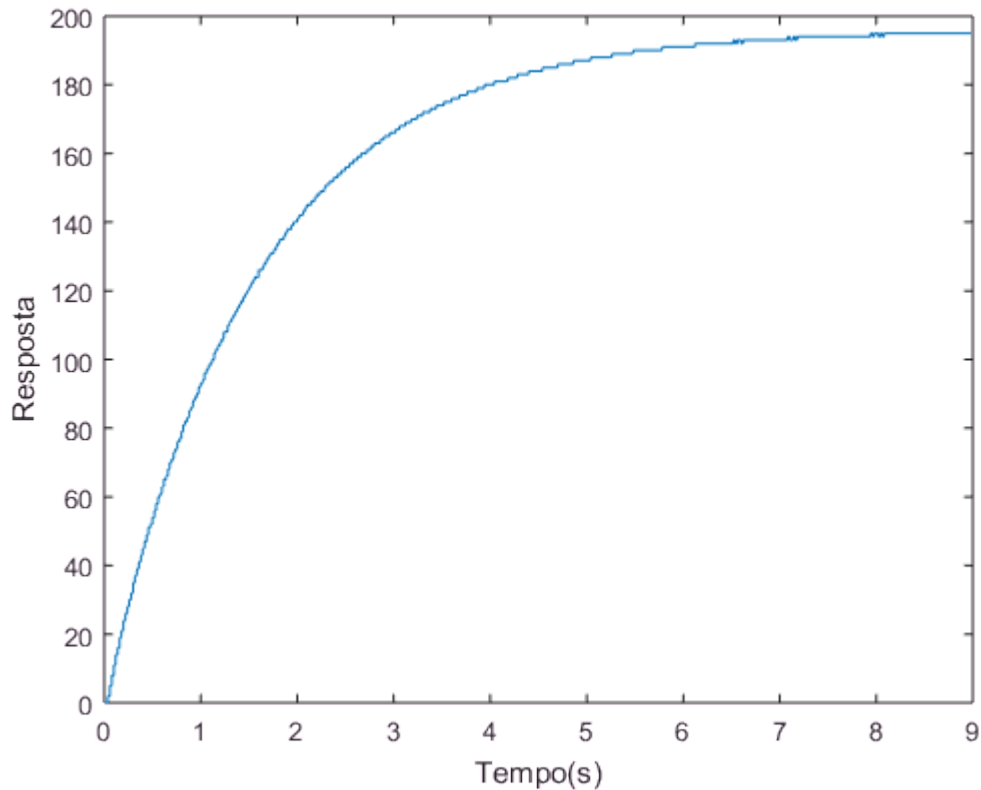
```
z=seriallist;  
comPort=z{3};  
obj=serial(comPort,'BaudRate',9600);  
obj.Terminator='CR';  
fopen(obj);
```

### 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=50;  
 $T_s=20$ ;  
Tempo=9;  
[y1,t1] = arduino_coleta(obj,Ref, $T_s$ ,Tempo);  
stairs(t1,y1);  
xlabel('Tempo(s)');  
ylabel('Resposta');
```



```
i = sum(y1<0.63*y1(end))
```

```
i = 77
```

```
t1(i)
```

```
ans = 1.5200
```

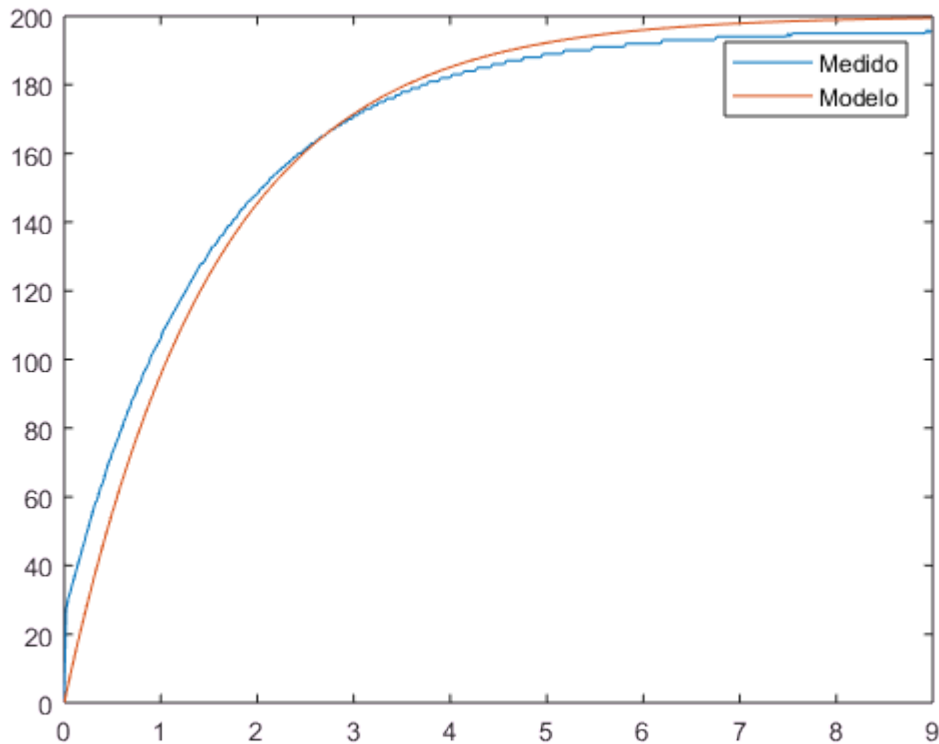
Qual a constante de tempo e ganho deste sistema?

Obteve-se um ganho de  $K = 4$ , com um constante de tempo = 9s.

## 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=1.54;
g1=tf(K,[tau 1]);
zera_saida(obj);
[y2,t2] = arduino_coleta(obj,Ref,Ts,Tempo);
ys=step(Ref*g1,t2);
plot(t2,y2,t2,ys);legend('Medido','Modelo');
```



2.1 Comente a qualidade do modelo obtido, justificando.

O modelo poderia ser considerado bom, porém no sinal medido tivemos algum problema computacional que precisa ser investigado, que no instante 0, y pula para o valor de 28, ao invés de uma resposta mais usual. Como o modelo. Reiniciando o Matlab, o problema aparentemente se resolveu, vale notar que o tau mudou um pouco. Agora o modelo pode ser definitivamente considerado correto.

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

Comparando os dois, e fazendo a diferença entre os respectivos,  $y(\text{end}) - y_s(\text{end})$ . Obtivemos o erro em regime de 2.21% entre as das respostas. Isso se deve a **previamente arredondarmos o ganho K um pouco para cima, em K=4.**

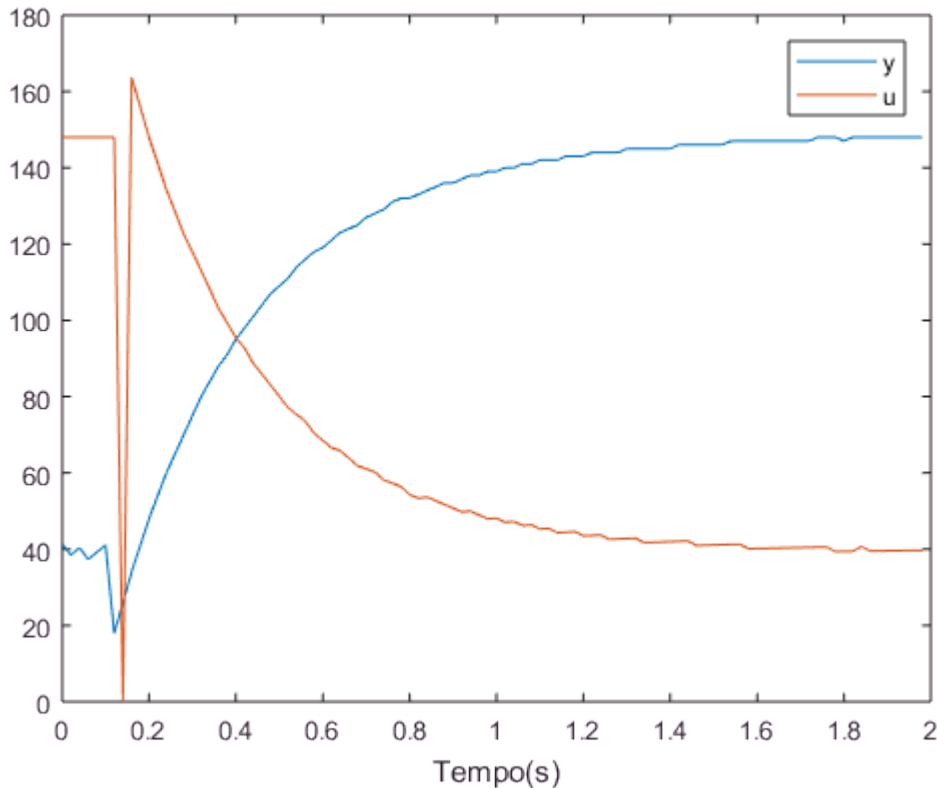
### Atividade 3

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.

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

```
lambda=tau*0.2;
Kp=tau/(K*lambda);
Ki=1/tau;
zera_saida(obj);
[y3,u1,t3] = arduino_controle(obj,150,Ts,2, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
```

```
plot(t3,y3,t3,u1);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

Antes da escolha de lambda foi mudado o Tempo de 9 segundos para 2 segundos, para melhor visualização, assim como aumentamos a referência em 3 vezes para 150, também para melhor visualização.

Agora para a escolha do lambda, foi usado o valor de tau em malha aberta e dele fomos diminuindo o mesmo, para gerara as respostas mais rápidas possíveis. **Conseguimos chegar em 20% do valor de lambda.**

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

**A partir do instante aprox. 0.1. Conseguiu-se uma boa resposta do controlar, onde é aplicado o sinal de referência e posteriormente o controlador,** assim como o y entraram em regime com y na referência desejada.

#### Atividade 4

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

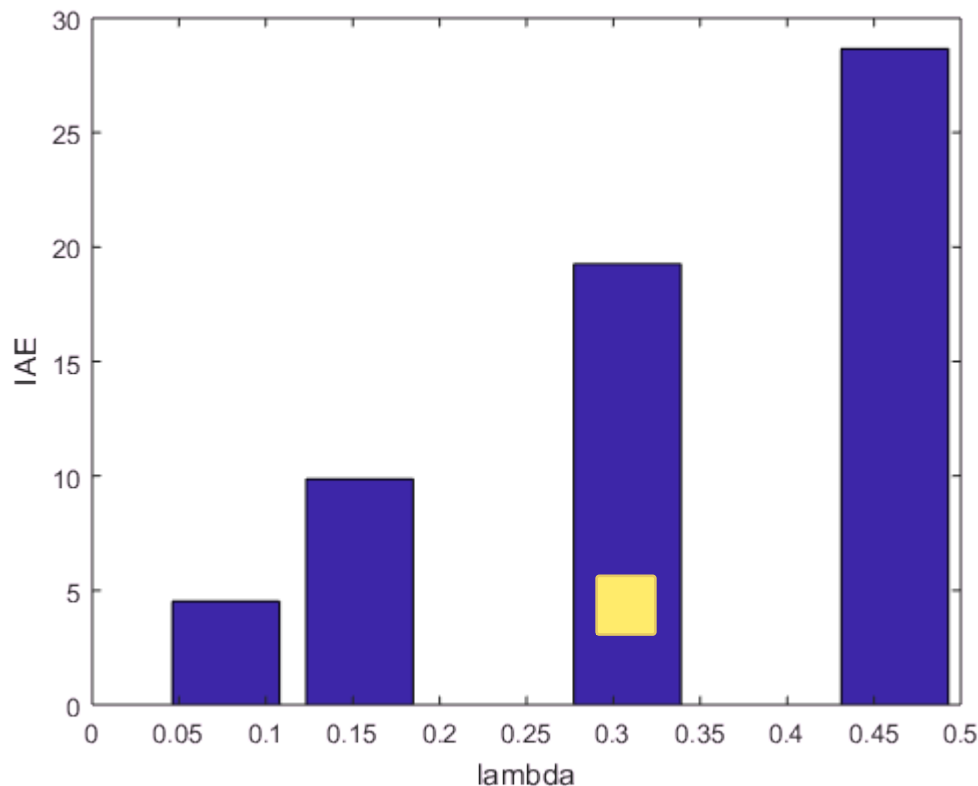
Mostrar a resposta para o IAE mínimo.

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

```

lambda=[0.05 0.1 0.2 0.3]*tau;
for i=1:4
    Kp=tau/(K*lambda(i));
    Ki=1/tau;
    zera_saida(obj);
    [y4,u2,t4] = arduino_controle(obj,Ref,Ts,Tempo, floor(Kp*100), floor(100*Kp*Ki));
    erro=Ref-y4;
    iae(i,1)=trapz(t4,abs(erro));
end
bar(lambda,iae);
xlabel('lambda');ylabel('IAE');

```



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

Text

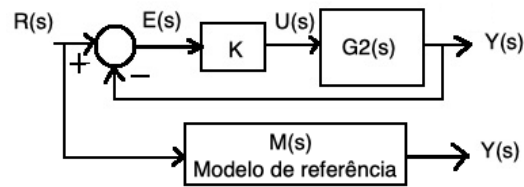
O menor valor de lambda obtido foi o de 0.05% de tau, onde  $\lambda = 0.0770$ , abaixo disso as repostas ao IAE começam a aumentar. Ou o arduino não para de responder.

4.2 Compare o sinal de controle para lambda mínimo e máximo

Comparando os sinais na janela de comando, vemos que o pico inicial do sinal de controle aumenta drasticamente.

### Atividade 5:

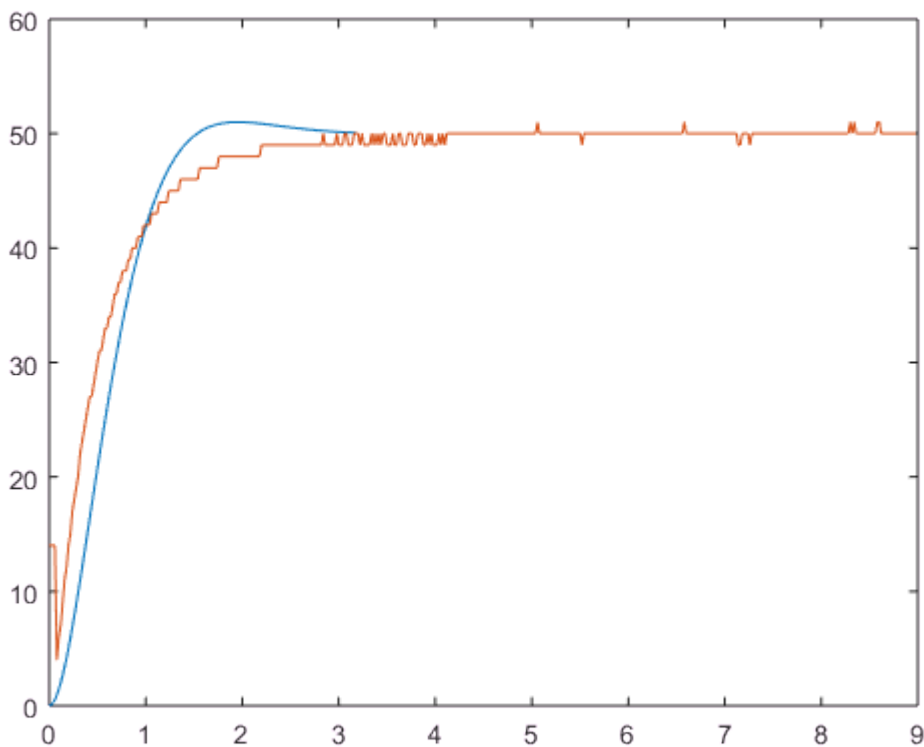
A partir da melhor resposta da atividade 4, proponha um modelo de referência de segunda ordem  $M(s)$  tal que sua resposta seja semelhante à obtida na atividade 4. Para isto, meça a sobrelevação UP e o tempo de estabelecimento ts.



```

UP=2;
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)
hold on;
plot(t4,y4)

```



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

A certo  $UP$  em relação ao sinal da atividade 4. Além da subida do sinal 4 estar com erro no início. Como pode ser visto no gráfico acima.



