



Prof. José Roberto Colombo Junior
Contato: colombojrcj@ita.br
Sala 172

Nome:

Nome:

Nome:

Objetivos

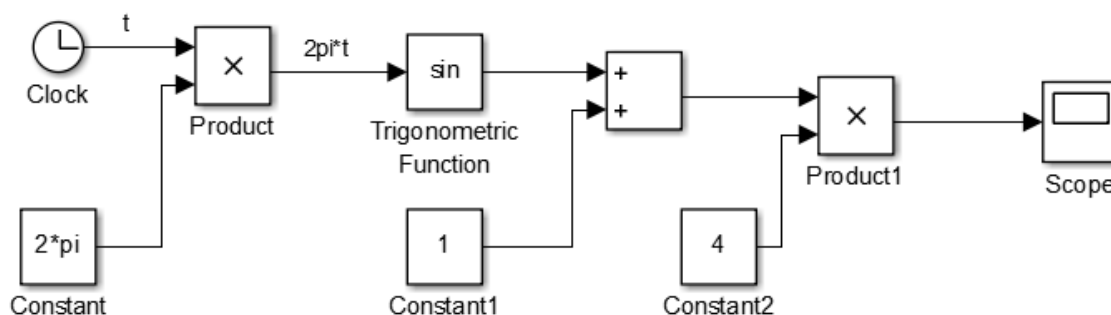
1. Introdução ao Simulink: aprenderemos a ler e implementar equações e lógicas simples
2. Estudar o procedimento de partida do aeropendulo
3. Realizaremos ensaios simples para descobrir sua **curva** estática

Introdução ao Simulink

1. Implemente a seguinte equação no Simulink:

$$y = 4 (\sin(2\pi t) + 1)$$

Uma possível solução é:



O bloco “Scope” é apenas para mostrar o gráfico. Você também poderia ter salvo os dados em arquivo “.mat” ou no próprio Workspace. O formato mat pode ser aberto em C++ usando a biblioteca matio, em conjunto com a HDF5 e a eigen. Caso o gráfico esteja “feio”, tune as opções do solver clicando em configurações da simulação:

Simulation time

Start time: 0.0 Stop time: 10.0

Solver options

Type: Fixed-step Solver: ode4 (Runge-Kutta)

Fixed-step size (fundamental sample time): 0.001

Tasking and sample time options

Periodic sample time constraint: Unconstrained

Tasking mode for periodic sample times: Auto

☒ Automatically handle rate transition for data transfer

Deterministic data transfer: Whenever possible

☐ Higher priority value indicates higher task priority

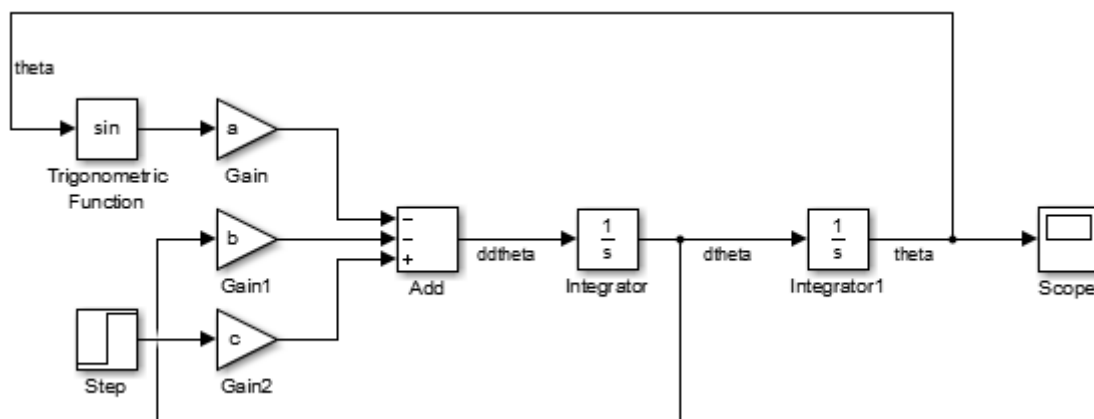
Mostre para o professor o diagrama funcionando.

2. Implemente o seguinte conjunto de EDOs no Simulink:

$$\theta(t) = \int \dot{\theta}(t) dt$$

$$\ddot{\theta}(t) = -a \sin(\theta(t)) - b \dot{\theta}(t) + c d(t)$$

As constantes a , b e c devem estar definidas no workspace, ou seja, o Simulink vai utilizar valores declarados no workspace para executar a simulação. O sinal $d(t)$ é um degrau unitário. Uma possível solução é:



Mostre para o professor o diagrama funcionando.

4. Desafio: implemente a seguinte função:

$$y(t) = \begin{cases} +1, & \sin(t) > 0 \\ -1, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Dica: utilize o bloco “Switch”.

Acionamento do ESC

No nosso caso, o ESC é um circuito eletrônico que aceita como entrada sinais do tipo PWM, porém, com largura de pulso (isto é, varia de 0 até $1/f_{PWM}$) e não razão de trabalho (isto é, varia de 0 até 1). Existem limites que devem ser respeitados: o menor comprimento de pulso é $1000\ \mu s$ e o maior é $2000\ \mu s$. Qualquer largura de pulso fora dessa faixa será entendido como erro e possivelmente o conjunto motor + hélice entrarão em “modo matar”. Considerando que o sinal PWM desejado possui frequência f_{PWM} e deseja-se impor uma certa largura de pulso, determine a expressão matemática que converte a largura de pulso para razão de trabalho:

Em seguida, implemente no Simulink um diagrama que representa a sua função. Lembre-se de que é obrigatório gerar apenas sinais válidos. Dica: utilize o bloco “Saturation”. Ao terminar o teste, mostre o resultado para o professor.

Sobre o aeropendulo

Qual é o sinal de saída dessa planta?

Qual é o sensor utilizado?

O sensor mede o que? E em qual unidade? Como converte para rad?

Qual é o sinal de entrada dessa planta? Qual a sua unidade?

Qual é a faixa admissível desse sinal?

O que é “curva estática”? Qual a unidade dos valores plotados nessa curva?

Procedimento de partida do acropendulo

Para energizar o acropendulo é necessário conectá-lo à uma fonte de tensão +12V (cuidado para não inverter a polaridade) e conectar o cabo USB. Você também precisará do bloco OpenDAC, disponível dentro da pasta “matlab” em: <https://gitlab.com/opensdac/dac/dac-driver>

O procedimento de partida do motor é o seguinte:

1. Aguardar 1 segundo
2. Habilitar a chave eletrônica (colocar nível lógico alto no pino PC15)
3. Aguardar 1 segundo
4. Colocar largura de pulso máxima
5. Aguardar 2 segundos
6. Colocar largura de pulso mínima
7. Aguardar 4 segundos
8. Iniciar o experimento
9. Desligar a chave eletrônica (colocar nível lógico baixo no pino PC15)
10. Aguardar 1 segundo

Utilize o gerador de sinais para produzir dois sinais que implementem o procedimento de partida. Em seguida, realize experimentos para levantar a curva estática do sistema, isto é, preenchendo a tabela abaixo. Não aplique degraus diretamente, faça rampas de aceleração. Sugestão: divida os experimentos entre os grupos para agilizar a prática.

Largura de pulso (μs)	Ângulo obtido (rad)
1050	
1100	
1150	
1200	
1250	
1300	
1350	
1400	
1450	
1500	
1550	
1600	
1650	
1700	

Plote um gráfico e determine se é uma relação linear ou não. Se for linear, determine o coeficiente de inclinação da reta.

Em que posso melhorar esse roteiro?

--