



## ROBÓTICA

Prof. Dr. Tiago Nascimento

### PRÁTICA 3 – Modelagem de Robôs

#### Objetivo:

Aprender a criar um simulador (modelo) de um robô diferencial utilizando o MatLab/Simulink.

#### Modelagem de Robôs:

1. Inicie o MatLab
2. No MatLab:
  - a. Clique no ícone do Simulink:



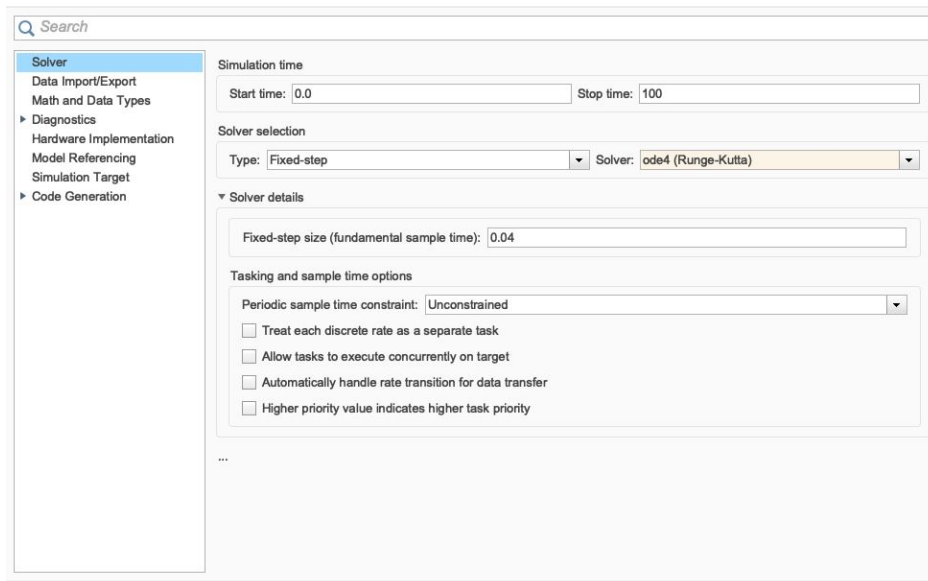
3. No Simulink:
  - a. Precisamos configurar os parâmetros de simulação. Para isso, clique no ícone



- b. Uma janela irá aparecer tal como abaixo



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE INFORMÁTICA**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E ROBÓTICA**

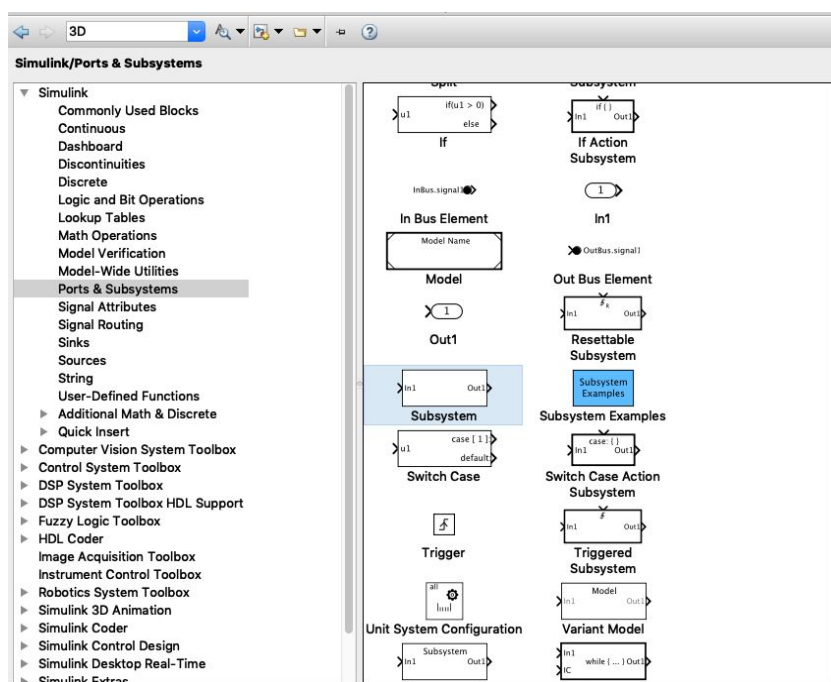


Note que devemos configurar o passo para Fixo, com solver ode4 (Runge-Kutta) e o tamanho do passo para 0.04

- c. Clique no ícone para abrir a biblioteca

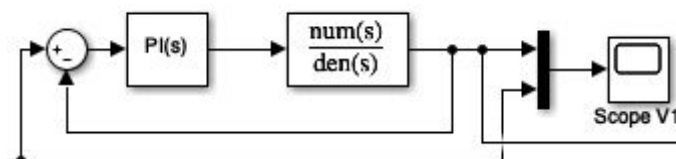


- d. No browser da biblioteca de blocos clique e arraste pro Simulink o bloco Subsystem conforme figura abaixo





4. De volta ao Simulink, renomeie o bloco para Robô (clique na parte inferior do bloco para escrever o nome) e depois clique duas vezes no bloco.
5. Note que dentro do bloco teremos inicialmente apenas uma porta de entrada e uma porta de saída.
6. O primeiro passo é criarmos a malha interna de controle dos motores. Para isso vamos usar 5 blocos:
  - a. Somador (Simulink > Math Operations > Sum)
  - b. PID (Simulink > Continuous > PID Controller)
  - c. Função de Transferência (Simulink > Continuous > Transfer Fcn)
  - d. Multiplexador de Sinal (Simulink > Signal Routing > Mux)
  - e. Gráfico (Simulink > Sinks > Scope)
7. A malha interna deverá estar parecida como abaixo

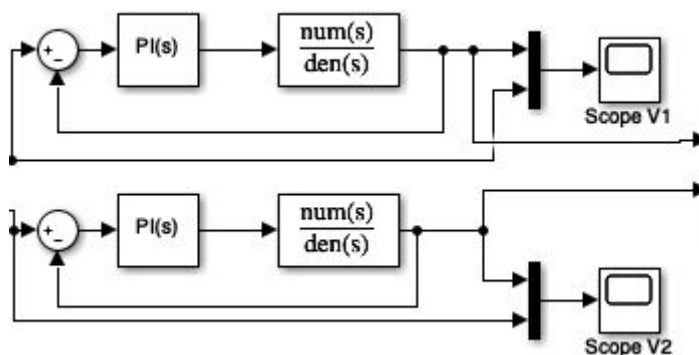


8. Depois de fazer a malha devemos detalhar qual a função de transferência que representa o conjunto motor-roda (atuador) do robô. Para isso, veja a aula de Modelagem Determinística (slide 54).
9. As especificações para preenchimento das constantes do motor podem ser encontradas em:

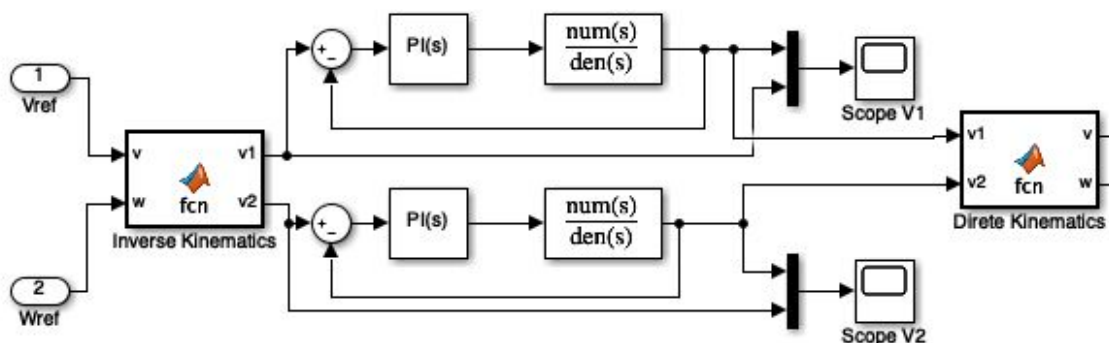
Parâmetro	Valor	Unidade
n	1	adimensional
R	1,5506	$\Omega$
$K_t = K_{em}$	$10,913 \text{ e}^{-3}$	N.m/A
$J_e$	$9,356 \text{ e}^{-3}$	Kg . m <sup>2</sup>

10. Com a função do motor detalhada, sintonize o controlador PI através da sintonia por Ziegler-Nichols. Para isso utilize também o bloco de entrada de referência Degrau (Simulink > Sources > Step).

11. Por fim, uma vez sintonizada a malha de control interna do robô, copie e cole a malha inteira para que possamos ter uma malha interna representando cada um dos dois conjuntos motor-roda. A malha ficaria então assim:



12. Sabemos que as malhas de controle das rodas do robô são acopladas através das cinemáticas do robô. Vamos criar agora ambas cinemáticas inversa (entra  $[v \ w]$  / sai  $[v1 \ v2]$ ) e direta (entra  $[v1 \ v2]$  / sai  $[v \ w]$ ) para o robô. Para os cálculos veja a aula de Modelagem Determinística. Para isso utilizaremos o bloco de Função (Simulink > User-Defined Functions > MATLAB Function). Isso nos permitirá criar códigos dentro do Simulink. Dessa forma, adicionando também mais uma entrada no bloco principal (Simulink > Sources > In1), teremos a malha da seguinte forma:

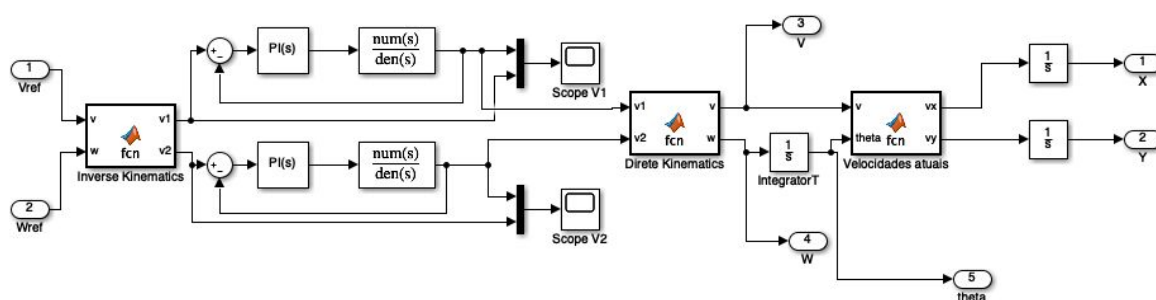


13. Para finalizarmos a modelagem do robô diferencial Turtlebot, temos que adicionar mais uma camada de cinemática direta para acharmos as velocidades

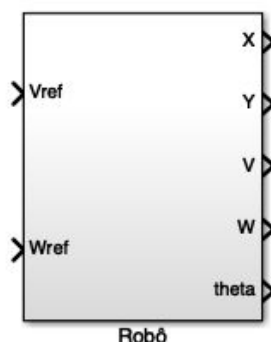


no referencial do mundo ( $[v_x \ v_y]$ ) e adicionar mais 3 saídas do bloco. Para isso utilizaremos também um bloco Integrador (Simulink > Continuous > Integrator).

14. Dessa forma, a malha completa fica assim:



15. Quando retornar pra camada de cima, seu bloco final deverá ficar assim:



16. Aplique diversas entradas em V e W e coloque scopes e plotXY para ver o comportamento do sistema.

#### **Ao final da prática:**

1. Demonstrar in loco o funcionamento da configuração solicitada mostrando os resultados ao professor (ou monitor);
2. Preparar um relatório segundo o modelo que se encontra no Sigaa contendo as seguintes explicações:
  - a. Explique e demonstre os resultados obtidos.
  - b. Crie um gerador de trajetória estático (círculo, oito ou quadrado) para testar o modelo.