



## SAA0169 Sistemas de Controle de Aeronaves II

## Sistemas de Aumento de Estabilidade

## Látero-direcional

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

jhbidi@sc.usp.br





- Modelos segundo Stevens (2016):
- Yaw damper





۲

٠









- Modelos segundo Stevens (2016):
- Exemplo de aplicação resposta a um "doublet" de aileron







- Projetar em simulink um yaw damper para a aeronave do seu grupo. Considerar as seguintes características:
  - Ignorar o filtro de "Bending mode"
  - Utilizar filtro de "washout" com constante de tempo de 0,01 s
  - Utilizar Atuadores com atraso de resposta de 1/20 s

$$G_{ac}(s) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

- Utilizar o filtro de ruído com um atraso de 0,2 s
- Considerar inicialmente os dois ganhos dos controladores iguais a 1





- Trace gráficos das quatro saídas para entrada degrau de cada uma das superfícies
- Varie os ganhos dos controladores e avalie sua influência com o uso de gráficos para cada caso





- Primeiro Passo
  - Coloque em um arquivo .m (script) as matrizes A, B, C e D do seu modelo láterodirecional (já realizado)

- Segundo Passo
  - Inserir no script o valor inicial do ganho do controlador

Kp=1 Kr=1





- Para criar um modelo
  - File > New > Model
- Na tela do modelo, abra a biblioteca
  - View > Library Browser







- Terceiro Passo
  - Inserir o script no modelo
  - File > Model Properties
  - Callbacks > StartFcn
  - Inserir o nome do script

Main Callbacks	History Description
Model callbacks	Simulation start function:
PreLoadFcn PostLoadFcn InitFcn StopFcn PreSaveFcn PreSaveFcn PostSaveFcn CloseFcn	Boeing747M8_velocidade
	OK Cancel Help Apply





- Quarto Passo
  - Inserir os componentes do modelo:
  - A partir de Library Browser:
  - Continuous:
    - 1 State-Space
    - 5 Transfer Fcn
  - Math Operations
    - 2 Sum
    - 2 Gain
  - Signal Routin
    - 1 Demux
    - 1 Mux
  - Sources:
    - 2 Constant
  - Sinks
    - 2 Scopes
    - 2 Terminator







- Quinto Passo
- Uma os blocos conforme a figura
  - Para facilitar a união, selecione o bloco, pressione ctrl e selecione o bloco seguinte
  - Para dividir um fio conector, selecione o fio, pressione ctrl e arraste até o bloco desejado
  - Para rodar/inverter o bloco, clique sobre ele com o botão direito e selecione Rotate & Flip







- Sexto Passo
  - Configurar as janelas
  - Dois clicks para habilitar edição das janelas
  - Janelas a serem configuradas:
    - Space-State
    - Transfer fcn
    - Add
    - Gain
    - Demux
    - Mux
    - Constant

Function Block Parameters: State-Snace	X
State Space	
State-space model: dx/dt = Ax + Bu	
y = Cx + Du	
Parameters	
A:	
	-
Aid	-
B:	
Bld	
c:	
Cld	
D:	
DId	ן ר
Initial conditions:	
0	ן ר
Absolute tolerance:	
auto	ן ר
State Name: (e.g., 'position')	
п	ן ך
	_





- Sétimo Passo
- Na janela do modelo
  - Simulation > Configuration Parameters
  - Na aba solver, utilizar max step size de 0.01

Solver       Start time: 0.0       Stop time: 10.0         -Data Import/Export       -Optinization       Solver options         Diagnostics       -Solver options       solver:       ode45 (Dormand-Prince)         Dearnostics       -Solver options       solver:       ode45 (Dormand-Prince)         -Deta Valid ty       Max step size:       auto       Relative tolerance:       1e-3         -Connectivity       Max step size:       auto       Shape preservation:       Disable all         -Solver implementation       Number of consecutive min steps:       1       1         -Model Referencing       Number of consecutive min steps:       1       1         -Solver Code       -Optinization Target       Tasking and sample time options       Automatically handle rate transition for data transfer         -Symbols       -Custom Code       Automatically handle rate transition for data transfer       -Custom Code         -Solver       -Cobedig       Zero-crossing options       Zero-crossing options         -Solver       -Cobedig       Time tolerance:       10*128*eps       Signal threshold:         -Test Banch       -Time tolerance:       10*128*eps       Signal threshold:       auto	Select:	Simulation time						
Data Valdity     Cohristian     Solver options     Solver options     Diagnostics     Solver options     Solver options	Solver	Start time: 0.0		Sto	op time: 10.0			
Costonic Code     Real-Time Workshop     Automatically handle rate transition for data transfer     Report     Comments     Comments     Costonic Code     Costonic Code     Code     Costonic Code     Code     Costonic Code     Code	Data Import/Export     Optimization     Diagnostics     Sample Time     Data Validity     Type Conversion     Connectivity     Compatibility     Nodel Referencing     Saving     Hardware Implementation     Model Referencing     Simulation Target     Symbols     Sources Code	Start time:       0.0       Stop time:       10.0         Solver options       Type:       Mariable-step <ul> <li>Solver:</li> <li>ode45 (Dormand-Prince)</li> <li>w</li> <li>Max step size:</li> <li>auto</li> <li>Relative tolerance:</li> <li>Ie-3</li> <li>Min step size:</li> <li>auto</li> <li>Shape preservation:</li> <li>Disable all</li> <li>w</li> <li>Number of consecutive min steps:</li> <li>Tasking and sample time options</li> <li>Tasking and sample time options&lt;</li></ul>						
Debug       Zero-crossing control:       Use local settings       Algorithm:       Nonadaptive        Debug      Titerface       Time tolerance:       10×128*eps       Signal threshold:       auto        Color      Color       Number of consecutive zero crossings:       1000       1000        EDA Tool Scripts      EDA Tool Scripts	Coston Code -Real-Time Workshop Report Comments Symbols Custom Code	Automatically handle rate transition for data transfer     Higher priority value indicates higher task priority     Zero-crossing options						
Difference       Time tolerance:       10×128×eps       Signal threshold:       auto        Gobal Settings      Time tolerance:       10×128×eps       Signal threshold:       auto        EDA Tool Scripts       Number of consecutive zero crossings:       1000       1000	Debug	Zero-crossing contro	ol: Use local settings	A	Algorithm:	Nonadaptive	-	
Test Bench     Number of consecutive zero crossings:     1000     1000	- HDL Coder	Time tolerance:	10×128*eps	5	Signal threshold:	auto		
	Test Bench EDA Tool Scripts	Number of consecut	öve zero crossings:			1000		





- Oitavo Passo
- Configure as informações do scope para serem utilizadas
- Janela do scope:
  - Parameters > Data History







- Esta entrega é o capítulo seguinte do trabalho (a ser ACRESCENTADO no texto)
- Deve ser entregue (no mínimo), para o movimento Látero-direcional:
  - Descrição da construção do controlador
  - Dimensionamento dos ganhos Kp e Kr
  - Resultados:
    - Gráficos de resposta no tempo para os ganhos tentados;
    - Gráficos comparativo sem controle e com o valor final do ganho aplicado;
  - Comentário comparando os casos sem controle e com controle
  - Apêndice Diagrama Simulink utilizado neste controlador
- Entrega
  - Data: até 05/11 23:59h
  - Submissão em formato .pdf, via e-disciplinas
  - Apenas uma submissão por grupo