

Atividade 1

Item 1) Comparar o modelo de simulação contínuo de um sistema não linear do tipo pêndulo amortecido com uma aproximação discreta não linear obtida por forward, backward ou Tustin. Assumir que o modelo contínuo não linear implementado em Simulink é de fato um sistema dinâmico contínuo no tempo, usando o solver ODE4 com período de amostragem fixo em 1 ms.

O modelo a ser simulado está descrito no artigo de Lemes et al. (2010), mas adotando-se os seguintes parâmetros para o sistema:

```
J = 0.4; % [kg*m^2]
c = 0.2; % damping factor
m = 0.4; % [kg]
g = 9.8; % [m/s^2]
d = 0.05; % [m]
r = 0.4; % [m]
```

Item 2) Após confirmar a equivalência de um modelo de simulação não linear e de tempo discreto aproximado para o pêndulo amortecido, projetar um sistema de controle PID digital com margens de ganho e de fase de desempenho robusto. O projeto pode ser baseado no modelo linear do pêndulo, mas os testes de simulação deverão ser aplicados no modelo não linear de tempo contínuo (com blocos ZOH na entrada e saída) e no modelo não linear de tempo discreto obtido pela aproximação obtida no **item 1**.

Item 3) Avaliar o sistema de controle em malha fechada (M.F.) para os casos linear e não linear no seguimento de referências de pequenos valores angulares até aqueles em que a influência da força peso começa a prejudicar o desempenho idealizado na etapa de controle linear (mesmo que nos seus testes seja necessário considerar forças de propulsão superiores a 0.25 N).

Obs) O modelo não linear tem saturação de entrada, pois o propulsor-atuador tem limite de força entre 0 N e 0.25 N.