

CONTROLADOR PID DA VELOCIDADE VERTICAL DE UM MÓDULO LUNAR

Bruno Fernandes Messias – 210267
 Frederico Martinelli – 210140
 Leonardo Jacintho Carvalho – 210471
 Lucas Alves de Oliveira – 210409

Pedro Azolini Morelli – 210012
 Priscilla Noronha Cocchi – 210077
 Renan Cardoso Deis – 210273
 William Vilas Boas Juhaz – 210016

Prof. Lucas Nunes Monteiro

INTRODUÇÃO

Os controladores são amplamente utilizados em inúmeros processos e sistemas, sendo de vital importância no funcionamento adequado das aplicações, que vão desde a partida de um motor elétrico até o controle de parâmetros em usinas nucleares e foguetes, minimizando erros e desperdícios.

Dentre inúmeros modelos de controladores, o PID (Proporcional-Integral-Derivativo) está presente em diversos ambientes em razão de sua praticidade de implementação e operação eficaz. Para este projeto, propôs-se um estudo da aplicação do controlador PID para análise de comportamento da velocidade linear vertical de um módulo lunar, partindo de um sistema MIMO (múltiplas entradas e saídas) como base e alterando-o para um sistema SISO (uma entrada e uma saída).

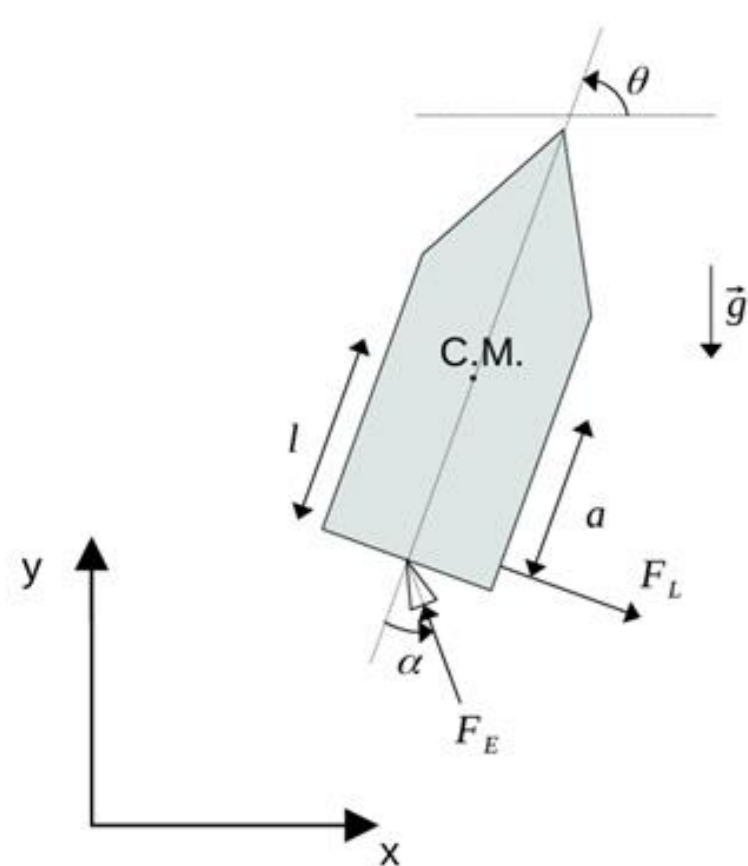


Figura 1. Modelo Base
 Fonte: Elaborado pelos autores.

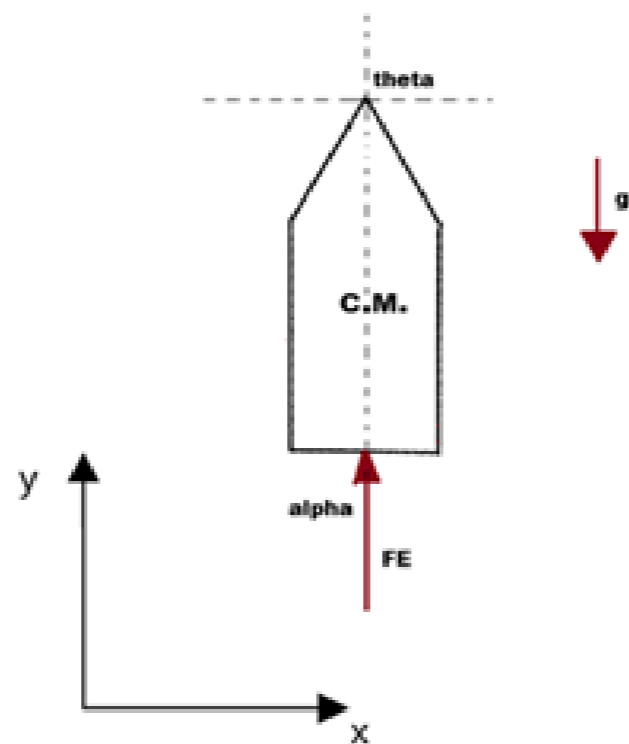


Figura 2. Modelo Estudado

JUSTIFICATIVA

As aplicações de controle PID estão fortemente presentes em praticamente todos os segmentos industriais, incluindo o aeroespacial. Sua compreensão e utilização é de suma importância para a integração com as tecnologias utilizadas na indústria, além de promover embasamento científico para o desenvolvimento de novos métodos.

OBJETIVOS e ODS

Controlar a velocidade linear vertical de um módulo lunar em resposta a entradas do tipo degrau e trapezoidal, garantindo que os requisitos de controle sejam atendidos e analisando o comportamento do sistema. A ODS 9 é diretamente ligada a este estudo, promovendo o fomento da inovação em meio a aplicações de controle.

ORÇAMENTO

O orçamento pode ser observado no Quadro 1 abaixo, em que considerou-se o trabalho de um Engenheiro de Controle e Automação.

Informações Gerais			Cálculo de Horas Trabalhadas	
Descrição	Valor		Descrição	Valor
Salário Mínimo (SM) - 2025	R\$ 1.518,00		Tempo para realizar o estudo (Dias)	4
Base CREA - 2025	8,5 SM		Tempo para realizar o estudo (Horas) - Jornada de 8 horas	32
Salário de um engenheiro	R\$ 12.903,00		Dias trabalhados no mês	20
Cálculo de Impostos			Horas trabalhadas no mês - Jornada de 8 horas	160
Imposto	Alíquota	Valor	Valor da Hora/Homem	R\$ 80,64
Imposto Sobre Serviços (ISS)	5%	R\$ 129,02	Cálculo do Valor do Projeto	
PIS/COFINS	3,65%	R\$ 94,19	Descrição	Valor
INSS	11%	R\$ 283,85	Valor do projeto	R\$ 2.580,48
Valor Final do Projeto				
Descrição	Valor			
Valor total (Projeto + Impostos)	R\$ 3.087,54			

Quadro 1. Orçamento

Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E VALIDAÇÃO

Para a validação e obtenção de resultados durante o estudo, utilizou-se das ferramentas digitais MATLAB e Simulink para os cálculos e simulações do sistema. As seguintes equações foram estudadas: $v_y = \frac{F_e}{m} - g$; $G(s) = \frac{1}{ms}$; $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$; $L(s) = C(s) * G(s)$ e $T(s) = \frac{L(s)}{1+L(s)}$.

Abaixo é possível visualizar os modelos desenvolvidos em diagrama de blocos.

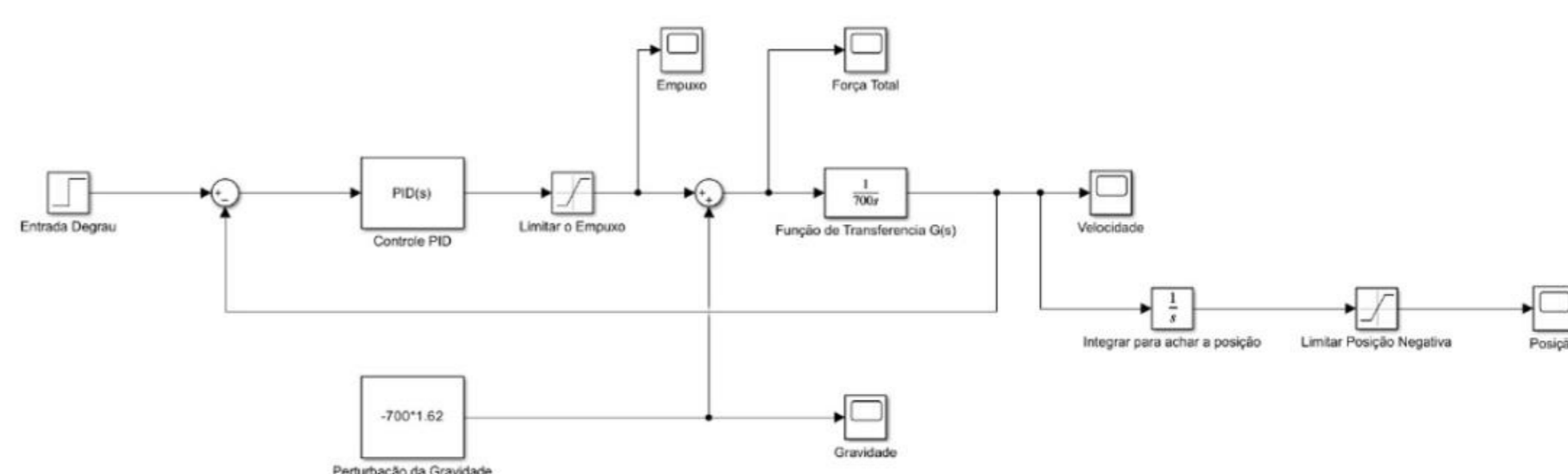


Figura 3. Modelo Simulink para Entrada Degrau

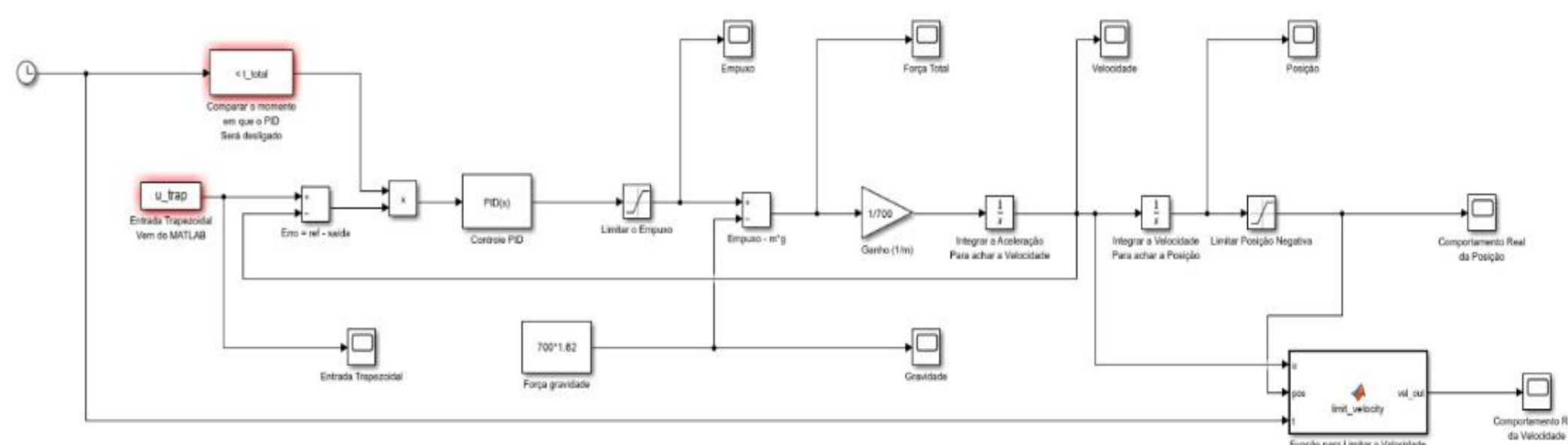


Figura 4. Modelo Simulink para Entrada Trapezoidal

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÃO

Foi possível analisar o comportamento da velocidade linear vertical do módulo, garantindo o controle da velocidade e o atendimento aos requisitos estabelecidos para o sistema. No entanto, o controle do pouso não foi implementado, o que significa que, ao desligar a força de empuxo, o módulo simplesmente cairá sem controle sobre sua velocidade de descida. Além disso, foi possível compreender o comportamento da posição do módulo por meio da integral da velocidade obtida.

PERSPECTIVAS

Para próximos projetos é recomendável o estudo de outras variáveis, como o controle da velocidade linear horizontal e o desenvolvimento de um sistema de pouso, que permita ao módulo aterrissar suavemente, sem causar danos à estrutura.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos para:

- Prof. Lucas Nunes Monteiro

