

Modelagem de Mecanismo de Conversão de Energia de Ondas Marítimas para Uso em Embarcações

Thiago Buzzo de Almeida

Prof. Rodrigo Nicoletti

USP – Universidade de São Paulo

thiagobuzzodealmeida@usp.br, rnicolet@sc.usp.br

Objetivos

O objetivo do projeto é o desenvolvimento de um mecanismo que converte a energia do movimento proveniente do impacto das ondas marítimas em embarcações em energia elétrica. Nesse contexto, a pesquisa nessa área se concentra majoritariamente no mecanismo utilizado para a conversão do movimento causado pelas ondas, de natureza senoidal, em um movimento com velocidade constante, a fim de se aproveitar o máximo da energia potencial e cinética existentes no sistema. Além disso, o desenvolvimento de um gerador elétrico, para converter o movimento do sistema em energia elétrica utilizável para o funcionamento da embarcação.

Métodos e Procedimentos

O método utilizado foi a aplicação de um sistema pendular alocado na embarcação, se movimentando em ritmo com o balanço desta. Este pêndulo está conectado a um sistema Retificador de Movimento Mecânico (MMR), que por meio de uma série de engrenagens e rolamentos conectados entre si, faz a retificação do movimento proveniente do pêndulo em um movimento com velocidade constante.

Foi feita a modelagem do pêndulo, sistema MMR e gerador elétrico de forma independente, mas ainda levando-se em consideração o impacto que suas inércias e amortecimentos teriam em cada uma das

outras partes do sistema, acoplando as modelagens entre si no final sem muitos problemas e nem grandes discrepâncias entre os resultados obtidos na simulação.

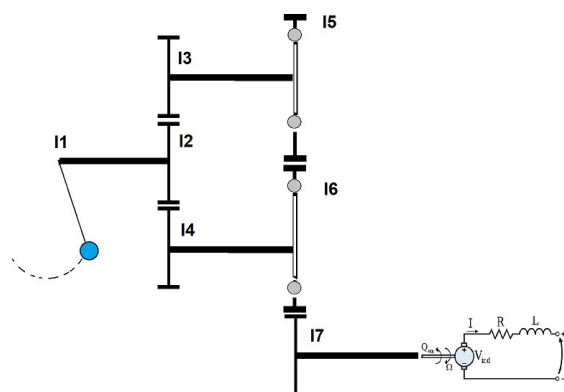


Figura 1: Esquemático do Sistema com Pêndulo, MMR e Gerador

Para a modelagem do pêndulo foi considerado um pêndulo simples não aproximado com atrito, utilizando-se da Lagrangiana e das Equações de Lagrange para a determinação da ODE do modelo, com as suas condições iniciais representando a excitação que o pêndulo sofreria com o movimento da embarcação. O sistema do gerador elétrico por outro lado foi feito com base no circuito básico encontrado em geradores de corrente contínua com ímã permanente, com suas respectivas resistências e indutâncias.

Por último o sistema MMR foi construído e modelado com base em exemplos encontrados

projetos similares, como em [1] e em [2], aplicando-se a ideia de utilização de engrenagens e de rolamentos para a conversão do movimento.

O sistema foi simulado utilizando-se da aproximação pela fórmula explícita de Runge-Kutta no MATLAB, com a ODE45, junto da aplicação de um sistemas de condições utilizado para o funcionamento do MMR, determinando o estado seguinte de cada passo do sistema.

Resultados

Para as condições iniciais dadas, obteve-se os seguintes resultados:

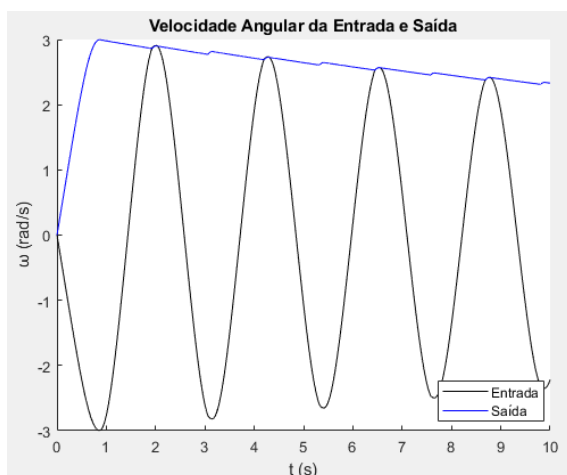


Figura 2: Gráfico com Velocidade Entrada/Saída

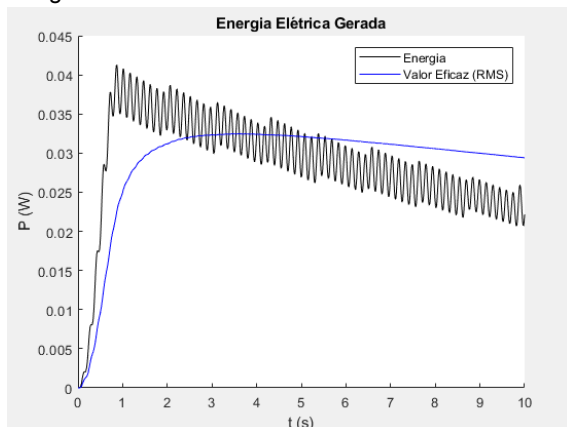


Figura 3: Energia Gerada e Valor Eficaz

Conclusões

Com os resultados obtidos se vê como em uma simulação com apenas uma única excitação na entrada do sistema já é suficiente para gerar um pico de 0,03W de energia, valor que pode ser aumentado com a devida otimização do sistema e a presença de um ambiente com excitação constante ocorrendo no sistema, no caso o oceano com o balanço contínuo que as ondas causam na embarcação.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, amigos e meus colegas de faculdade que estiveram do meu lado e me apoiaram durante todo o trajeto da pesquisa. Agradeço à minha namorada que sempre ouvia minhas dificuldades e me ajudava a superá-las. Agradeço também aos meus professores por terem me dado o conhecimento necessário e as técnicas para a realização da pesquisa. E por último agradeço em especial ao meu orientador, por ter me dado a oportunidade de realizar a pesquisa e tudo que veio junto com ela. Agradeço a todos pelo suporte e ajuda durante todo esse período.

Referências

- [1] - GELOS, Eugenio M. et al. **Generalized model of mechanical motion rectifiers**. Mechanism and Machine Theory, v. 199. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2024.105678>
- [2] - JANZEN, F. C., TUSSET, A. M., BALTHAZAR, J. M., ROCHA, R. T., LIMA, J. J. de., & NABARRETE, A.. (2019). **Offshore Energy Harvesting of a Marine Floating Pendulum Platform Model**. Latin American Journal of Solids and Structures, 16(1), e118. <https://doi.org/10.1590/1679-78255006>