



## **DESENVOLVIMENTO DE UMA PLANTA DE UM SISTEMA DE CONTROLE DINÂMICO VOLTADO A ROBÓTICA**

Pedro Egerland<sup>1</sup>, Mariana Santos Matos Cavalca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Elétrica CCT - bolsista PROBIC/UDESC.

<sup>2</sup> Orientadora, Departamento de Engenharia Elétrica CCT – mariana.cavalca@udesc.br.

Palavras-chave: robótica. simulação. monociclo.

No início, foi realizado o levantamento de trabalhos na área de plantas didáticas voltadas para a robótica, a fim de trazer maior contexto e motivação para a pesquisa. Foi observado que um dos principais fatores geradores de problemas que necessitam a utilização de técnicas mais avançadas de controle é a movimentação do corpo do robô. Com isso, foi definido que um desafio interessante no ponto de vista de controle seria o equilíbrio de um robô de movimentação instável. O tipo de robô escolhido para desenvolvimento foi de um robô móvel de uma roda de sustentação. A partir da seleção do tipo de robô a ser construído foram iniciadas as etapas de projeto de peças do robô, bem como o desenvolvimento de um modelo para simulação.

Determinada a sua forma, foi possível identificar suas dinâmicas a serem compensadas, isto é, quais são os comportamentos instáveis que devem ser controlados por meio de atuadores. Essas dinâmicas são o equilíbrio frontal e lateral da estrutura do corpo do robô.

A compensação de equilíbrio frontal ocorre por meio da rotação da roda de base que quando se desloca faz essa componente da planta comportar-se como um pêndulo invertido. Inicialmente, o equilíbrio lateral seria realizado por meio da precessão giroscópica gerada por uma massa rotacionada no seu topo. Contudo, foi observado em testes que para que este fenômeno físico exibisse forças suficientes para atuar de alguma forma sobre a estrutura do robô seria necessário que a massa fosse rotacionada a velocidades altas, dificultando a procura por materiais e inviabilizando o projeto. Então, o equilíbrio lateral foi compensado por meio do posicionamento de um contrapeso localizado na extremidade da haste acoplada no motor superior. O deslocamento dessa massa faz com que exista uma pequena alteração do centro de massa da estrutura, sendo assim possível reequilibrar a planta direcionando-o para o lado contrário do desequilíbrio.

As peças do robô foram projetadas baseadas nas revisões bibliográficas realizadas anteriormente e levaram em conta o intuito de fazer a impressão em 3D das mesmas. O desenho das peças foi feito por meio do *software Autodesk Inventor*. O modelo 3D gerado a partir desse *software* foi também utilizado para realizar a simulação da planta que será discutida em seguida, e logo após será descrito o processo de confecção da estrutura física do robô.

A simulação da planta trata-se da implementação no ambiente virtual de simulações físicas V-REP (*Virtual Robot Experimentation Platform*) do robô móvel de uma roda de apoio. O programa é voltado para a simulação de robôs com ferramentas próprias para atuações em cinemática inversa e robótica móvel.

No programa, as dinâmicas do robô são calculadas pela ferramenta de simulação *Vortex* baseando-se na geometria dos objetos, na densidade especificada de cada objeto e de forças externas, como a gravidade.

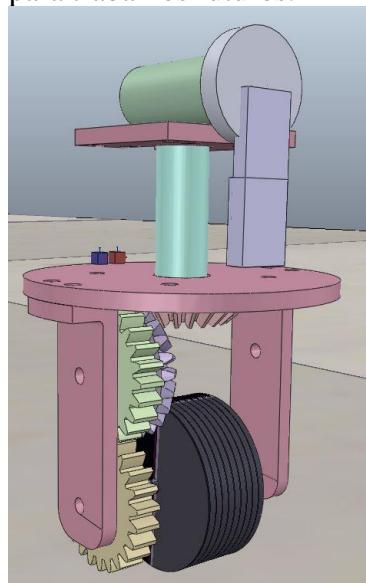
O sensoriamento de angulação do robô é realizado por parte de um acelerômetro e um giroscópio localizados na sua extremidade traseira. Os dados levantados por estes sensores são utilizados em conjunto para estimar o ângulo em que se encontra o robô em relação ao chão.

O acionamento e leitura de seus sensores foi realizado por meio da comunicação remota API entre os programas V-REP e MATLAB. Isto é, é realizada a interface de dados entre os programas por meio da comunicação através da rede interna do computador. Isso fez com que todo o processamento de dados e tomadas de decisões quanto ao acionamento dos motores ficasse encarregado por parte do MATLAB, enquanto o V-REP era somente responsável pela simulação da planta e aquisição de dados.

A partir da simulação foi possível realizar testes com controladores avançados e observar como podem ser feitas as compensações de equilíbrio do eixo frontal. Para controle das dinâmicas desse eixo foi implementada uma Rede Neural Artificial capaz de reproduzir os comportamentos observados a partir do controle manual do robô.

A estrutura física da planta foi realizada primeiramente a partir da impressão 3D das peças previamente projetadas. Em seguida foram levantados os materiais necessários para seu funcionamento, para isso foram selecionados dois motores de corrente contínua, um para o acionamento da roda inferior e outro para deslocamento do contrapeso. Para o sensoriamento foi adquirido um circuito integrado que realiza as medições de aceleração e velocidade angular simultaneamente em todos os eixos. Para realizar o acionamento dos motores foi utilizada uma ponte H de baixa tensão. Por fim, para fazer a aquisição de dados do sensor e acionamento da ponte H foi utilizado um Arduino Nano.

Todavia, até a finalização do relatório não foi possível observar resultados desejáveis para a estrutura física do robô, suspeitando-se a falta de torque produzido por parte dos motores selecionados. No entanto, os sistemas de aquisição de dados e atuação dos motores, e comunicação com o computador, bem como as peças para montagem do robô já estão finalizados e disponíveis para trabalhos futuros.



**Fig. 1:** Foto do robô simulado no software V-REP com compensação lateral por meio do deslocamento do contrapeso.



**Fig. 2:** Foto do protótipo montado com compensação lateral por precessão giroscópica.