



Otimização de projeto de um robô de combate da categoria LightWeight

Project optimization of a combat robot from LightWeight category

Alexandre José Schotten

ajschotten@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Prof. Mauricio dos Santos Kaster

mkaster@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Rodrigo Watanabe Sanches

rodrigowsanches0852@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

RESUMO

A Equipe de Robótica DotBotz desenvolve robôs de combate e autônomos e, dentre os robôs de combate, existe um robô da categoria LightWeight (27,2 Kg), desenvolvido em 2019 para a *Winter Challenge XV*. Durante a competição, o projeto apresentou problemas em sua estrutura, visto que o material era frágil; também na transmissão de movimento, que não era eficiente; e na tração de suas rodas, que dificultou a locomoção. Com base nos empecilhos apresentados surgiu a necessidade de otimização do projeto, visando maior competitividade e também aprendizado sobre conceitos como materiais, transmissão e distribuição de massa. Para resolver os problemas a que o robô estava submetido, as soluções encontradas e aplicadas no projeto foram alterações no método de transmissão de movimento entre as rodas, na liga metálica do material da estrutura e no formato e material das rodas. O desenvolvimento de projetos como este permite uma maior integração com a comunidade externa, propagando conhecimento sobre robótica por meio de iniciativas sociais da equipe e também com a exibição dos resultados e competições por meios de comunicações virtuais.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica. Robô. Combate.

ABSTRACT

The DotBotz Robotics Team develops combat and autonomous robots and, among the combat robots, there is one robot of the LightWeight category (27,2 Kg), developed in 2019 for the *Winter Challenge XV*. During the competition, the project had problems in its structure, because the material was fragile; also, in movement transmission, which was not efficient; and in the traction of its wheels, that made the movement difficult. Based on the presented drawbacks, the need for project optimization emerged, looking for higher competitiveness and learning about concepts such as materials, transmission and mass distribution. To solve the problems of the robot, the solutions found and applied in the project were: changes in the method of transmission of the movement between the wheels, in the metal alloy of the structure material and in shape and material of the wheels. The development of projects like this allows for a greater integration with the external community, spreading knowledge about robotics through social initiatives of the team and with the exhibition of results and competitions in the virtual media.

KEYWORDS: Robotics. Robot. Combat.



INTRODUÇÃO

Neste artigo será discutido o desempenho de um robô de combate da categoria LightWeight (27,2 Kg) em uma competição, destacando os problemas que o projeto apresentou no último evento que participou e as melhorias propostas.

Combate de robôs é literalmente uma luta entre projetos de duas equipes, sendo vencedor aquele que possui maior resistência e causa mais dano ao robô adversário. As lutas acontecem em uma arena com chão de aço e paredes e teto de policarbonato, sendo totalmente seguro aos participantes. Também são necessários pilotos para os robôs, visto que eles são controlados via rádio controle.

Segundo as regras da RoboCore (2020), empresa que organiza a maior competição de robótica da América Latina (*Winter Challenge*), os robôs são divididos em categorias de peso. Cada luta ocorre com outro robô da mesma categoria e possui duração máxima de 2 minutos para os robôs da arena menor (150 g até 1,36 Kg), e 3 minutos para os robôs da arena maior (5,44 Kg até 27,2 Kg). Caso um dos robôs não se movimente durante 10 segundos, o seu oponente é declarado vencedor da luta. Porém, caso os dois estejam funcionando até o final da luta, a decisão será tomada pelos juízes, onde são analisados vários critérios como agressividade, dano causado, entre outros.

Diante disso, são inúmeras as possibilidades de melhorias em um projeto que já participou de uma competição, no evento é possível levantar um número considerável de ideias e dicas quando se deseja aprimorar um robô. A eficácia das soluções apresentadas neste artigo será comprovada teoricamente, já que a fim de evitar aglomerações, as competições de 2021 seguem com datas indeterminadas até o momento (agosto de 2021).

MATERIAIS E MÉTODOS

A execução deste estudo ocorreu primeiramente com pesquisas e levantamento de ideias para aprimoramento do robô, com o objetivo de aumentar a competitividade do projeto e adquirir conhecimento durante o processo. Posteriormente foram utilizados alguns softwares para desenvolvimento prático dos conceitos abordados, sendo o primeiro deles o SolidWorks 2018, com a finalidade de projetar o robô (já com suas melhorias) em um desenho em CAD 3D; o Proteus, para simulação de circuitos elétricos referentes à parte eletrônica do robô; e o Microsoft Excel, para cálculos e organização de informações do projeto.

O robô pode ser dividido em duas grandes áreas, sendo elas a parte mecânica e a eletrônica. Todo projeto de melhoria da parte mecânica foi realizado no software SolidWorks 2018, sendo definidas as dimensões, materiais e formato de cada componente mecânico. Além disso, o Microsoft Excel auxiliou nos cálculos, o que possibilitou obter inúmeras informações como: a velocidade final, tempo de aceleração, rotação dos motores, energia cinética, entre outras.

Por fim, o software Proteus permitiu a simulação dos circuitos elétricos do robô, para verificar a eficácia dos componentes eletrônicos utilizados, evitando assim problemas que poderiam surgir durante uma competição.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CARACTERÍSTICAS DO ROBÔ EM ESTUDO

O projeto que está sendo objeto deste artigo é um robô da categoria LightWeight (27,2 Kg) denominado *Ayuwoki*. Este projeto foi desenvolvido para ser um robô ofensivo, que danifique ao máximo o robô



adversário. Sua estratégia para vencer a luta consiste em destruir o outro robô com o menor número possível de golpes. Portanto para este robô ter mais chances de vencer a luta é preciso que tenha uma boa locomoção, com o propósito de acertar os golpes de maneira mais eficiente, além de uma boa resistência, para não ficar avariado e incapaz de lutar antes de ter a oportunidade de golpear o robô adversário.

COMPONENTES DO ROBÔ EM ESTUDO

Para uma melhor compreensão dos problemas e das soluções propostas no robô de combate referido neste artigo, é importante a compreensão de alguns componentes básicos presentes no projeto. Na sequência é apresentado um breve resumo sobre os principais componentes e suas finalidades.

- a) Bateria: responsável por fornecer energia para todos os componentes elétricos do robô;
- b) Motores: responsáveis por transformar energia elétrica em energia mecânica, onde utilizamos para girar as rodas e realizar a locomoção do robô. Também utilizamos motores para girar o rotor frontal do robô responsável por atacar o seu oponente;
- c) Caixa de redução: é composta por um cilindro com várias engrenagens em seu interior e é responsável por realizar a redução da rotação do motor elétrico para as rodas, aumentando assim o seu torque.
- d) Rodas: são responsáveis por transformar a rotação do eixo em movimento de translação do robô.
- e) Correias: são responsáveis por transmitir movimento de um eixo para outro eixo, podendo haver redução utilizando diferentes diâmetros nas polias.

CÁLCULOS

Para realizar os cálculos de desempenho do robô foram utilizadas as seguintes equações (HALLIDAY, 2009):

- a) Cálculo da energia cinética do robô

$$K = \frac{m \times Vf^2}{2} \quad (1)$$

Onde:

m = Massa

Vf = Velocidade Final

- b) Cálculo da Potência

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad (2)$$

Onde:

W = Trabalho

Vf = Variação do tempo



c) Cálculo da energia do rotor

$$E = \frac{M.\omega^2}{2} \quad (3)$$

Onde:

M = Momento angular em relação ao eixo de giro do rotor

ω = Rotação angular

Os resultados desses cálculos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultado dos cálculos

Variável	Resultado
Velocidade Final do robô	17,21 KM/H
Energia cinética do robô	310,82 J
Tempo de aceleração do robô	0,0888 S
Energia do rotor	12460,87 J
Tempo de aceleração do rotor	2,769 S

Fonte: Autoria Própria (2021).

PROBLEMAS APRESENTADOS

Na última competição em que o robô *Ayuwoki* participou (*Winter Challenge XV*), o projeto apresentou três problemas principais, os quais resultaram em sua desclassificação:

O primeiro problema apresentado foi na parte mecânica, mais especificamente na tração das rodas, que apresentavam baixa aderência com o piso de aço da arena devido ao tipo de borracha de que eram fabricadas. Esse defeito resultou na dificuldade de locomoção do robô, facilitando os ataques adversários.

O segundo problema ocorreu também na parte mecânica, com a fratura do alumínio de liga 7075-T6, após um impacto do outro robô. Esse material possui uma boa resistência mecânica, mas também uma dureza muito alta, o que significa que o material pode se romper após um impacto devido à sua fragilidade. Além dessas características, o material que utilizamos em específico, não possuía uma boa qualidade, e, após uma análise cristalográfica, conseguiu-se detectar porosidade elevada em sua microestrutura, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Análise cristalográfica do alumínio 7075-T6 utilizado na estrutura do robô



Fonte: Autoria Própria (2021).



Por fim, também houve um problema mecânico na parte de transmissão do movimento das rodas traseiras para as dianteiras, que era feita com correias de borracha e acabava deslizando nas polias, não transmitindo efetivamente o movimento, o que causou problemas na locomoção do robô.

PROPOSTAS DE MELHORIAS

Para solucionar o problema da baixa aderência das rodas, optou-se por fazer a troca das rodas por outras que possuem uma borracha com melhor aderência (Borracha Vulcanizada) e também maior dureza (50 Shore A), como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Nova roda a ser utilizada no robô



Fonte: Robocore.

Para o problema do material da estrutura, optou-se por trocar o material do robô para outra liga de alumínio. A liga a ser utilizada é a liga 6061, um material mais dúctil, podendo absorver melhor os impactos sem se romper. Porém a resistência mecânica desse material é menor e para compensar isso decidiu-se fazer peças mais espessas, mantendo assim o equilíbrio. Com isso surgiu outro problema, que é o aumento de massa do robô, que será resolvido com a eliminação da estrutura externa do robô, e também uma diminuição da massa do rotor do robô.

Para solucionar o problema da transmissão, resolveu-se utilizar corrente dentada ao invés de correia de borracha, e assim espera-se que o movimento de rotação seja transmitido com o mínimo possível de deslizamento nas polias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Algumas modificações só poderão ter sua efetividade comprovada quando testadas na prática, o que não conseguiu-se realizar devido ao cancelamento das competições em razão da pandemia do COVID-19. A troca de rodas é um caso em que não é possível saber como será o desempenho. Nas outras modificações é possível ter uma noção teórica, validando a melhoria no projeto.

No caso da troca da correia de transmissão por correntes dentadas, como a transmissão não é feita por deslizamento, não é esperado que tenha perdas de rotação por deslizamento. Isso também depende de uma boa execução do projeto, visto que uma corrente mal projetada pode apresentar outras avarias.



Sobre a troca da liga de alumínio 7075 para a liga 6061, segundo Callister e Rethwisch (2012):

“A ductilidade é outra propriedade mecânica importante. Ela é uma medida do grau de deformação plástica que foi suportado até a fratura. Um metal que sofra uma deformação plástica muito pequena ou mesmo nenhuma deformação plástica até a fratura é denominado frágil. ...”.

Seguindo esta ideia, quanto menor a ductilidade de um material, mais frágil ele é, sendo mais propício a se romper após um impacto, enquanto um material que possui uma maior ductilidade tem uma deformação plástica maior antes da ruptura. Ainda segundo esse autor, tem-se o alongamento percentual dos materiais selecionados acima, sendo eles: 30% para o alumínio 6061 e 17% para o alumínio 7075. Com essas afirmações, pode-se provar que para esta aplicação a troca da liga de alumínio pode trazer um melhor desempenho para o robô.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, pode-se dizer que se espera um melhor desempenho do projeto nas próximas competições, uma vez que solucionou-se teoricamente os problemas que foram os motivos de seu insucesso nas competições passadas, dessa forma, o projeto alcançará uma maior competitividade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela bolsa de apoio e fortalecimento da Extensão Universitária do Campus Ponta Grossa, concedida ao Projeto Equipe de Robótica DotBotz através do Edital DIREC-PG Nº 005/2020.

REFERÊNCIAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009, vol. 1; p.153 -168.

ROBOCORE. **Regras COMBATE**. RoboCore, 2019. Disponível em: <<https://www.robocore.net/modules.php?name=Forums&file=download&id=37>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

Willian D. CALLISTER Jr., David G. RETHWISCH. **Ciência e Engenharia de Materiais Uma Introdução**. 8 .ed. (2012).