

Relatório de desenvolvimento do robô George

Abstract — This article describes the mechanical and electronic resources used on the beetleweight combat robot project named George, developed for the StreetBots competition.

I. INTRODUÇÃO

Este artigo descreve o desenvolvimento do projeto e manufatura mecânica e elétrica do robô de combate da categoria besouro (3lbs) chamado George, projetado e fabricado para a **StreetBots**.

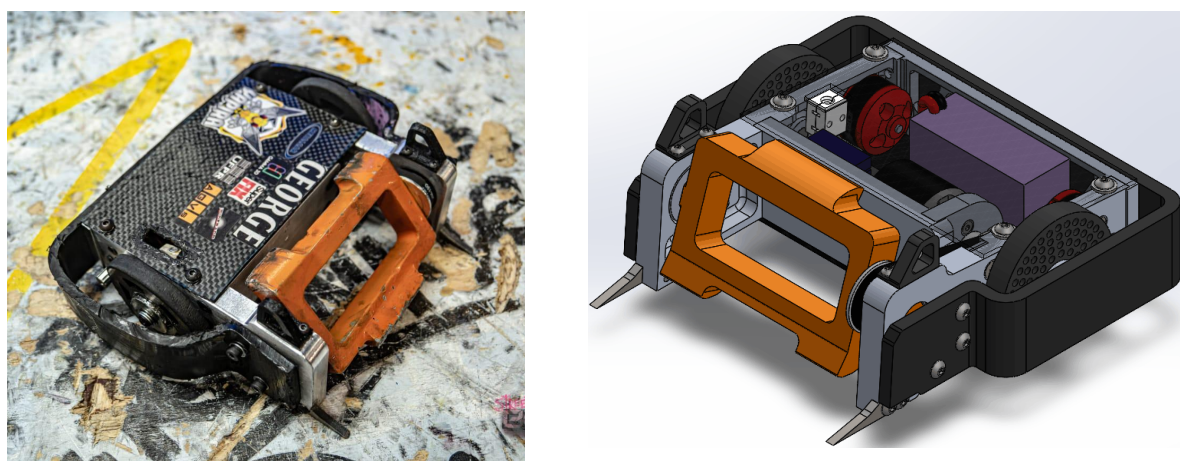


Figura 1 – Robô George

II. COMBATE DE ROBÔS

O combate de robôs consiste no confronto entre dois robôs rádio controlados de uma mesma categoria de peso, cujo objetivo é imobilizar o adversário, com a utilização de armas ativas ou passivas. As lutas acontecem em um *round* de dois minutos, e no caso da categoria *beetleweight*, com robôs de até 3 libras (1,360g aproximadamente) em uma arena de aproximadamente 4m².

As principais competições de combates de robôs que ocorrem atualmente são: Desafio AGVS, RSM Challenge, Robocore Experience (antiga Winter Challenge), Salão da Robótica, Iron Cup e Street Bots.

Antes de combater, os robôs precisam passar por dois tipos de inspeção de segurança, a inspeção estática e a inspeção dinâmica, nas quais o robô é avaliado quanto à sua segurança para a competição.

Os quesitos a serem avaliados durante a luta, caso nenhum dos robôs seja imobilizado, normalmente são: dano, controle e agressividade.

III. MECÂNICA

A mecânica de robôs de combate pode ser dividida em duas principais partes: arma e corpo do robô, sendo a arma a peça responsável por causar dano e o corpo a parte estrutural.

A arma do robô George possui a geometria considerada do tipo *eggbeater*, uma arma giratória retangular com dentes com pega positiva e pesada com um espaço vazio em seu centro.

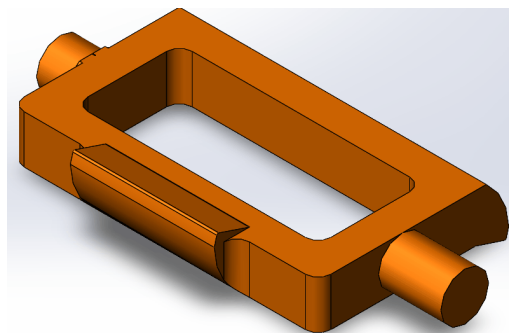


Figura 2 – Arma do robô George

A arma foi projetada em liga de aço SAE 4340, fornecido pela empresa Sideraço e manufaturado por meio de usinagem CNC, com ajuda da empresa AGVS, patrocinadora da equipe. Além disso, foi realizada sua têmpera (utilizando óleo para resfriamento) e revenimento no laboratório de materiais da UFPR, resultando numa dureza de aproximadamente 46 HRC, e seu peso é de aproximadamente 421 gramas.

Nessa versão da arma foram adicionados dentes positivos com o intuito de melhor a pega da mesma no robô adversário, a geometria desses dentes é feita de forma a ter um dente na face de cima e dois dentes na face de baixo que sejam equivalentes ao dente único, dessa forma a arma terá ambas as vantagens de uma arma de um dente quanto às vantagens de uma arma de dois dentes.

A usinagem desta arma foi difícil pois, com os dentes arredondados não é possível prender na morsa ou na mesa, portanto é necessário utilizar o 4º eixo

A tempera também deveria ser feita para 48HRC, porém com os fornos disponíveis no lab de comportamentos as temperaturas não são precisas, por isso a diferença, isso ocasionou que após algumas lutas a arma ficou bastante danificada, o que dificultou bastante na hora de enfrentar rampas

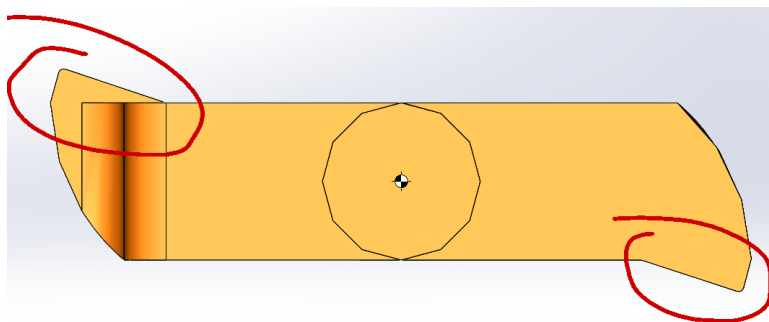


Figura 3 – Dentes positivos da arma do robô

O eixo para sustentação da arma do robô é embutido na mesma, possuindo 15mm de diâmetro, sendo necessária a fixação da peça por meio do quarto eixo da cnc durante a usinagem, para que o perfil do eixo fosse feito mantendo o perfil de dentes positivos.

Como pode ser observado na fig. 1, foi realizada também a pintura da arma com tinta automotiva, para evitar a oxidação da peça e promover um melhor aspecto estético.

O sistema de transmissão utilizado para transferir energia mecânica para a arma é realizado por meio de polias sincronizadoras e correia dentada gt2 com uma redução atual de 3:4.

O corpo do robô George é composto por duas torres laterais, uma parede frontal e uma parede traseira em liga de alumínio 7075, sendo todas essas peças reforçadas com encaixes entre elas

Durante o salão de robótica uma das torres entortou, necessitando então de um reforço na porção frontal do robô

Al

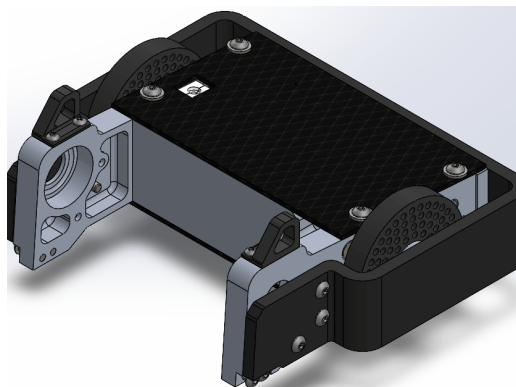


Figura 4 – Projeto do corpo do robô

A usinagem das torres e da parede também foi realizada com a ajuda da empresa AGVS, utilizando em todas as peças somente uma fixação.

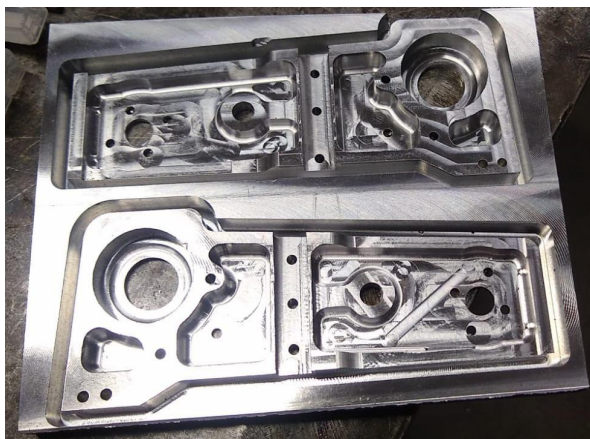


Figura 5 – Torres laterais após usinagem, ainda no bruto original

O sistema de locomoção do robô foi feita por meio da técnica chamada de tangenciamento, idealizada inicialmente no combate de robôs pela equipe AGVS Combat, no qual o eixo do motor de locomoção é coberto por uma “luva” de alumínio 6351 que tangencia a roda de borracha sendo esta fabricada por nós com vários furos o que promove um tangenciamento melhor e mais igual ao longo de toda a roda, o tangenciamento tem uma grande relação de redução, promovendo o torque necessário para mover o robô.

As rodas com furos promoveu um excelente tangenciamento, sendo necessário apenas regular o tamanho dos furos para que não fique muito mole ou dura, vale fazer os furos com alta rotação para manter um bom acabamento

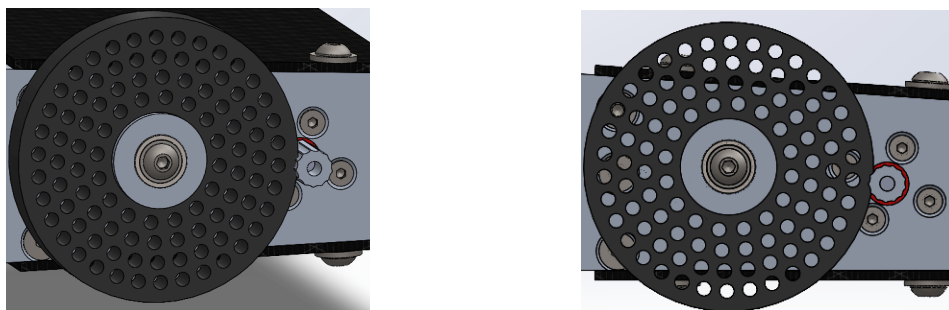


Figura 6 – Projeto de sistema de locomoção tangenciada

IV. ELETRÔNICA

A eletrônica de robôs de combate é composta de oito itens principais: Bateria, fiação, *switch* interruptor, regulador de tensão, receptor RF, ESCs e motores.

A bateria é o componente responsável por fornecer a energia necessária para todos os componentes eletrônicos. Suas principais informações incluem a quantidade de células, que ditam a tensão da bateria, a taxa de descarga, que indica a corrente de pico máxima a ser fornecida e a capacidade, que indica a carga máxima que a bateria consegue fornecer.

A bateria utilizada no robô George é uma High Voltage LiPo (Lithium Polymer) da marca Gaoneng GNB, possuindo 4 células, taxa de descarga de 60/120 C e capacidade de 1100mAh, sendo suficiente para alimentar o robô durante as lutas de dois ou três minutos.



Figura 7 – Bateria Gaoneng GNB

Para controlar a entrada de energia da bateria para o restante do circuito, é utilizado um *switch* interruptor, pois para a segurança na competição, é preciso que o robô não ligue imediatamente após a bateria ser conectada, somente quando esse *switch* seja acionado dentro da arena.

O *switch* utilizado no robô é o *FingerTech Mini Power Switch*, um interruptor muito confiável da marca Fingertech amplamente utilizado no combate de robôs.

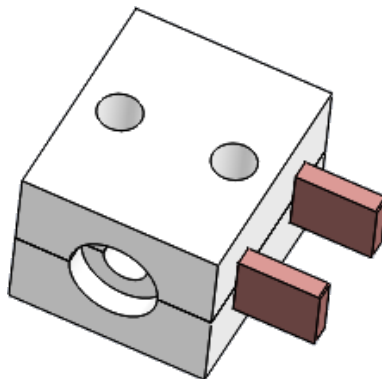


Figura 8 – Modelo do *switch* interruptor

A fiação do robô é realizada com fios flexíveis da marca Turnigy, para evitar possíveis quebras de fio devido à torção. Os fios que levam a tensão e correntes diretamente da bateria possuem a bitola de 12 awg, enquanto os fios que levam energia para os componentes depois da conexão em paralelo entre eles possuem bitola de 16 awg.

O receptor é uma peça importante para realizar a comunicação entre o rádio controle e o robô, para que seja executado pelo robô exatamente o que é solicitado pelo rádio. O receptor utilizado é o Flysky RS-GR3E, que possui suporte para três canais, mais a alimentação do mesmo.



Figura 9 – Receptor Flysky GR3E

Para alimentar o receptor, é preciso realizar uma regulação da tensão enviada pela bateria, já que o receptor precisa ser alimentado com 5 V, e a tensão fornecida pela bateria é de 16 V.

Realizando essa regulação de tensão, está o chamado BEC, ou *Battery Eliminator Circuit*, um conversor *step down* que nesse caso é o Mini-360 *Step Down*, e a tensão desejada na saída é regulada por meio de um parafuso ligado a um potenciômetro.



Figura 10 – Mini-360 Step Down

Os ESCs, ou Eletronic Speed Controlers, são utilizados para controlar motores sem escovas, e possuem diversas variáveis, como por exemplo, seu sistema operacional, corrente e tensão máximos, quantidade de bits suportadas por seus processadores, entre outros.

Para arma do robô, é utilizado o ESC HGLRC T-Rex de 60 A, que possui um processador de 32 bits e tensão máxima de 6 células de baterias LiPo. O firmware utilizado por todos os ESCs do robô é o BLHeli, que possibilita a reprogramação do mesmo, para poder alterar parâmetros como por exemplo direção de rotação do motor, utilização de frenagem, proteções de temperatura e corrente, entre outros.



Figura 11 – ESC HGLRC 60 A

O motor utilizado na arma é o Tmotor AS2820 1250 KV um motor sem escovas, quando alimentado com 16.8 V, podendo atingir até aproximadamente 21.000 RPM.



Figura 12 – Motor Tmotor AS2820 1250 KV

Já para a locomoção do robô, é utilizado o ESC HGLRC T-Rex de 30 A, que possui um processador de 16 bits e tensão máxima de 4 células de baterias LiPo.



Figura 13 – ESC HGLRC 30 A

O motor utilizado na locomoção é o Racerstar BR2208 1100 KV, um motor sem escovas com potência de 120 W, utilizado no sistema de tangenciamento descrito acima.



Figura 14 – Motor Racerstar BR2208

V. PONTOS DE MELHORIA NO PROJETO

Após alguns combates realizados por essa versão do robô George foram anotados os seguintes pontos de melhorias:

- Deixar a arma do robô ainda mais rente ao chão
- Biapoar o eixo do motor da arma utilizando um rolamento
- Melhorar a geometria e fixação das orelhinhas que garantem a reversibilidade do robô
- Mudar a relação de redução da Arma (idealmente torar 1:1) e utilizar uma correia de 10mm (atualmente 6mm)
- Implementar um regulador de tensão fixo e não regulável como o usado atualmente.
- Pelas dificuldades em adquirir Esc's (Eletronic Speed Control) individuais para o controle dos motores de locomoção e arma pelas especificações necessárias, na seguintes versões a mudança para o 4in1 será necessária.
- Atualmente os motores de locomoção e arma estão em falta para a compra no mercado, se essa problemática persistir analisar opções alternativas.
- Considerações para mudança de bateria para uma 5S, tendo uma célula a mais do utilizado atualmente a tensão aumentaria para 18,5 V . Incrementando assim os RPM na nossa arma.

VI. CONCLUSÃO

Podemos concluir portanto, a complexidade da utilização de recursos eletrônicos e mecânicos em um robô de combate, sendo necessária a cooperação de alunos de várias áreas da engenharia para construir um projeto competitivo dessa categoria.

REFERÊNCIAS

- [1] br.banggood.com. “Gaoneng GNB 15.2V 1100mAh 60C 4S LiPo Bateria XT30”
https://br.banggood.com/Gaoneng-GNB-15_2V-1100mAh-60C-4S-LiPo-Battery-XT30-or-XT60-Plug-for-FPV-Racing-Drone-p-1874018.html?utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_organic&gmcCountry=BR&utm_content=minha&utm_campaign=aceng-pmax-brg-pt-pc¤cy=BRL&cur_warehouse=CN&createTmp=1&ID=510961&utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_pt&utm_campaign=aceng-pmax-br-2tscp-220401&utm_content=kawhi&ad_id=&gclid=Cj0KCQiAsoycBhC6ARIsAPPbeLuZTWYtwTjqUaGwkoUZrAuaGzq0oH4Hn53u_PeXJ2B8SDU3H1Z_a-MaAh7SEALw_wcB. (2022)
- [2] Usinainfo. “Mini Regulador de Tensão Ajustável Mini-360 Step Down (para menos) 1V a 17V.”
<https://www.usinainfo.com.br/regulador-de-tensao-ajustavel/mini-regulador-de-tensao-ajustavel-mini-360-step-down-para-menos-1v-a-17v-4784.html>. (2022)
- [3] Desertcart. “Flysky FS-GR3E Receiver 3CH 2.4Ghz Receiver forFlysky FS-GT2 FS-GT2B FS-GT3B FS-GT3C FZ-IT4S Transmitter.”
<https://brunei.desertcart.com/products/64376137-flysky-fs-gr-3-e-receiver-3-ch-2-4-ghz-receiver-for-flysky-fs-gt-2-fs-gt-2-b-fs-gt-3-b-fs-gt-3-c-fz-it-4-s-transmitter> (2022)
- [4] Americanas.” Hglrc T-Rex 60Amp 60A BLHeli 32 3-6S escDshot1200 Para rc Drone fpv Corrida MultiRotor.”
<https://www.americanas.com.br/produto/149151624> (2022)
- [5]store.tmotor.com. “AS2820 Long Shaft 1250 KV.” <https://store.tmotor.com/goods.php?id=940> (2022)
- [6] HGLRC “HGLRC 30amp 3-5S Dshot600 BLHeli_S 16.5 BB2 ESCfor RC Drone.”
<https://www.hglrc.com/products/1pc-hglrc-bs30a-blheli-s-30a-esc-black> (2022)