



GRIF – IFSP CAMPUS SÃO PAULO

**RELATÓRIO GRIF  
PARTICIPAÇÃO DA EQUIPE IRON FISTS NA WINTER CHALLENGE 2011  
ITAJUBÁ – MG**

Relatório apresentado ao GRIF (Grupo de Robótica – IFSP), acerca da participação da equipe Iron Fists na competição *Winter Challenge* 2011, realizada em Itajubá – MG.

São Paulo, Novembro de 2011

# Saw Grosso



# A Equipe



## **Introdução**

Desde 2007 está em funcionamento o curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Sua finalidade é a formação de profissionais com vasto conhecimento em sistemas automáticos. Para tanto, são fundamentais os conhecimentos em Eletricidade, Eletrônica, Mecânica e Controle.

Tais conhecimentos são ministrados de forma gradativa ao longo do curso, e com o passar do tempo, podem ser observadas de forma cada vez mais freqüente aplicações para o conhecimento, seja através das disciplinas de laboratório ou através da participação dos alunos em feiras e eventos.

O GRIF – Grupo de Robótica do Instituto Federal – tem a finalidade de, através de diversos projetos, fazer com que os estudantes tenham um contato mais freqüente com aplicações das disciplinas ministradas na teoria, pois durante o desenvolvimento, quase sempre ocorrem situações inesperadas, que proporcionam a busca de uma solução técnica, com base na teoria.

É comum nas diversas áreas do conhecimento ocorrer feiras, congressos, seminários e competições envolvendo faculdades, universidades e estudantes de ensino técnico e superior. Os trabalhos desenvolvidos pelo GRIF têm, entre outras funções, a finalidade de serem expostos no meio acadêmico, através dos diversos eventos realizados na área de Engenharia.

Um dos projetos realizados é o desenvolvimento de um Robô de Combate, pela equipe Iron Fists, composta por membros do GRIF. A finalidade de tal projeto é competir contra robôs de outras faculdades e universidades, e tentar superá-los com relação à durabilidade e operacionalidade do robô, pois o mesmo deve ser desenvolvido para suportar condições extremas de impacto.

O legado que o desenvolvimento de um projeto como esse deixa para a faculdade é importante, pois fica a imagem de que ali há bons estudantes, comprometidos com o curso e com a aquisição de novos conhecimentos; e através de sua pró-atividade, são capazes de desenvolver projetos de alta qualidade. Os estudantes, por sua vez, têm a oportunidade de ver que as diversas áreas do conhecimento estão fortemente relacionadas, e que uma decisão tomada levando em conta limitações de uma dessas áreas influencia na forma de lidar com os demais aspectos do projeto.

Além disso, eles têm contato com limitações que, até então, poderiam ser desconsideradas nas aulas de laboratório, mas que na prática costumam ser cruciais para o sucesso ou fracasso de um projeto. São exemplos de tais limitações: a logística e o orçamento envolvidos no desenvolvimento de um projeto, a gestão de resíduos gerados e de recursos humanos.

## Agradecimentos

Gostaríamos de registrar nosso agradecimento a você leitor por estar prestigiando nosso relatório que sintetiza um ano de trabalho no desenvolvimento do nosso robô de combate Saw Grossos.

Contamos com alguns colaboradores que nos auxiliaram com opiniões, tirando duvidas, emprestando material, nos acompanhando nos laboratórios, nos ensinando a utilizar equipamentos ...

Amauri Jr.

Nathalia Mendes Ceoldo

Felipe Monteiro

Carlos Sangiorgi Jr.

Rafael Santana

Henrique V. Dória

Professor Aumir Antunes Graciano

Professor Francisco M. Filho

Professores da mecânica

Ao Diretor Carlos Alberto Vieira

Professor coordenador no nosso curso Mario Sergio Cambraia

A equipe thunder rats

Membros do GRIF

Organizadores e participantes Robocore

Dentre eles cabe um agradecimento especial ao professor *Alexius Masiukewycz*, que sem dúvida foi a pessoa que mais auxiliou o nosso grupo e cabe a ele essa homenagem, obrigado professor.

Os integrantes que compõem a equipe foram de fundamental importância para o projeto seu esforço e dedicação para tirar o projeto do papel muitas vezes abrindo mão de projetos e estudos em virtude do nosso projeto. Para que o grupo de robótica do IFSP se torne cada vez mais forte e os próximos alunos que venham a integrá-lo saibam de sua importância.

## Índice

<b>O Grupo de Robótica do Instituto Federal – GRIF . . . . .</b>	<b>09</b>
<b>A equipe: Iron Fists . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>O Evento: Winter Challenge . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>Projeto Robô de Combate . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>Concepção do projeto . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>Ajustes no Projeto Inicial . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>Projeto. . . . .</b>	<b>13</b>
<b>Desenhos e Simulações . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>Procedimentos Mecânicos . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Estrutura . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Arma do Robô . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Segurança . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>Fixação . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>Seleção dos Materiais . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>Primeiros circuitos de controle. . . . .</b>	<b>21</b>
<b>Circuito de tratamento de sinal do receptor. . . . .</b>	<b>21</b>
<b>Circuito de Potência/ açãoamento. . . . .</b>	<b>24</b>
<b>Circuito – Motores de locomoção e Arma. . . . .</b>	<b>25</b>
<b>Gastos . . . . .</b>	<b>26</b>
<b>Conclusão . . . . .</b>	<b>27</b>
<b>Bibliografia Pesquisada . . . . .</b>	<b>28</b>

## O Grupo de Robótica do Instituto Federal – GRIF

O Grupo de Robótica do Instituto Federal (GRIF) é uma instituição formada por estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo.



Desde o início de 2011 estamos sediados dentro do Campus São Paulo do IFSP, numa sala localizada no subsolo do prédio, bloco A. A sala é intitulada SER (Sala de Estudo em Robótica), e sua finalidade é proporcionar o desenvolvimento de atividades na área de robótica e automação por parte dos estudantes, através de vários projetos em andamento.

O GRIF está aberto para novos membros, vindos de qualquer semestre do curso de Engenharia de Controle e Automação. Não há exigência de conhecimentos prévios mínimos, pois uma das finalidades do grupo é proporcionar aprendizado aos seus integrantes, conforme a demanda dos projetos. Porém, é importante que os membros tenham comprometimento e interesse, pois nem sempre é fácil lidar com as situações-problema que vão surgindo, bem como conciliar outras atividades, principalmente provas, trabalhos e seminários.

É enfim um espaço onde os estudantes podem se reunir para desenvolver estudos e projetos, assim como debater assuntos pertinentes à estrutura e organização do grupo e suas atividades.

## A equipe: IRON FISTS

Dentre as diversas atividades e projetos do GRIF, uma parte das pessoas dedicou-se preferencialmente ao desenvolvimento de um Robô de Combate, para que fosse possível a participação de uma equipe do IFSP em competições de Robótica.



O interesse por esse tipo de competição surgiu por conta de vídeos de tais competições, facilmente encontrados na *internet*. Os estudantes interessados começaram a fazer o projeto do robô, fizeram visitas à competição e à sede de uma das equipes participantes.

A equipe ganhou o nome Iron Fists ao fim da fase de projeto, e tal nome foi utilizado na inscrição da Winter Challenge 2011. O robô a ser construído recebeu o nome de *Saw Grosso*, como referência ao seu espesso disco de impacto frontal.

Compõem a equipe Iron Fists os seguintes estudantes:

Estudantes de Engenharia de Controle e Automação, cursando o quinto semestre:

**Armando Choquetarqui Aro** – Técnico em Eletrônica pelo SENAI - SP

**Brayan Crispiano Ksenhuck**

**Henrique Kazuya Hishi**

**Hugo Bernardino** – Técnico em Eletrotécnica pelo SENAI - SP

**José Gedeão Domingos Lima** – Técnico em Eletrotécnica pelo IFCE

Estudantes de Engenharia de Controle e Automação, cursando o sexto semestre:

**Lucas Sousa Ernesto**

**Jimmy Hirata**

Estudantes de Engenharia de Controle e Automação, cursando o sétimo semestre:

**William Andrade**

## O EVENTO: WINTER CHALLENGE

O *Winter Challenge* é um evento organizado pela RoboCORE, está na sua sétima edição, foi realizado na cidade de Itajubá – MG. O evento foi sediado pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Sua proposta é promover competições entre robôs, em diversas modalidades. Tais robôs são produzidos por equipes, geralmente – mas não exclusivamente – oriundas dos cursos de engenharia de diversas instituições de ensino superior do Brasil.

O Grupo de Robótica do Instituto Federal (GRIF) participou da competição de robôs de combate na categoria *Featherweight* (até 13,6 kg) com a equipe *Iron Fists*, formada por estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação. O robô produzido pela equipe é denominado “*Saw Grosso*”.

Os combates entre os robôs fazem com que os combatentes sejam testados em condições extremas, principalmente com relação à resistência mecânica e fixação das peças. Em algumas situações, os impactos sofridos fazem com que os robôs sejam lançados a cerca de 3 metros de altura, e isso exige que sua estrutura mecânica suporte esse impacto. Nessa situação, a fixação das peças deve ter boa qualidade para que, mesmo após sucessivos impactos, o robô continue funcionando.

# PROJETO ROBÔ DE COMBATE

## Concepção do Projeto

A idéia de construir um Robô de Combate para participar de competições nasceu a partir do interesse de alguns estudantes do grupo ao assistir os vídeos das diversas competições do gênero, realizadas em várias partes do mundo.

Tais competições envolvem equipes formadas por estudantes de várias universidades, pessoas que, através dessas competições, põem à prova seus conhecimentos em eletricidade, eletrônica, controle, dimensionamento e confecção de estruturas mecânicas, ciência dos materiais, logística, marketing, entre outros.

O Robô de Combate nasceu da idealização de vários estudantes, e durante aproximadamente um ano e meio ficou apenas na parte de planejamento. Nessa fase, foram definidos de forma preliminar o formato do robô, sua estrutura interna, seu dispositivo de ataque e o material do qual o robô seria feito.

Inicialmente, a idéia era competir na categoria Middleweight (até 55 kg), pois esta é a categoria que proporciona as disputas mais acirradas e interessantes de todo o evento, além de testar ao máximo o desempenho dos robôs. Nesta fase do projeto, após muitas reuniões e discussões acerca do assunto, algumas características ficaram definidas:

- O material que compõe a carcaça do robô é o alumínio 7075 T6, cuja aplicação típica é a fabricação de aeronaves.
- A arma utilizada pelo robô é um disco de impacto, com três dentes.
- O formato do robô seria o de uma caixa, com aproximadamente o tamanho de uma CPU, com chanfros na parte dianteira, de ambos os lados.
- O disco de impacto fica situado na parte dianteira do robô, fixo através de mancais nas partes superior e inferior do robô.
- O acionamento do disco de impacto é feito através de uma correia.
- Para a locomoção, ficou definida a utilização de duas rodas, com tração independente (um motor para cada roda).

Quanto à parte eletrônica do robô de combate, nada ficou definido no projeto inicial, além do fato de o robô ser controlado por radiofreqüência (o que é uma exigência dos eventos de guerra de robôs). Para atender a este quesito, foi

utilizado um controle remoto de aeromodelismo, e toda a eletrônica do robô foi projetada posteriormente levando em conta o controle remoto a ser utilizado.

## Ajustes no Projeto Inicial

Em setembro de 2010, alguns membros do grupo fizeram uma visita à Winter Challenge 2010, evento que ocorreu na cidade de Campos do Jordão – SP, no Centro de Lazer Tarundu. Sobre tal visita foi elaborado um relatório, contendo dados e observações preliminares colhidos pela comissão visitante. Tal relatório encontra-se no arquivo do GRIF.

Durante essa visita, foram feitos diversos vídeos das principais lutas entre robôs das três categorias existentes. Essa visita teve muita importância para o desenvolvimento do projeto, pois foi através dela que o grupo pôde observar com mais detalhes a realização da competição e as principais características dos robôs combatentes, bem como seu desempenho durante as lutas. Em diversos debates posteriores, foram levantados os pontos fortes e os pontos fracos dos competidores. Essas observações foram de grande valia para a construção do Saw Grosso, robô da equipe Iron Fists, do (GRIF).

Algum tempo depois, conseguimos visitar a sede de uma das equipes competidoras: a ThunderRatz, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). A visita teve como finalidade adquirir experiência sobre os diversos aspectos da construção dos robôs e participação nas competições. Conseguimos, além disso, observar a infra-estrutura presente na sede da equipe e informações sobre como conseguir cooperação técnica.

Porém, uma das maiores contribuições geradas por essa visita é que tivemos a noção do custo de construção de um robô de combate conforme as diversas categorias. Essa informação foi de fundamental importância, pois inicialmente a intenção da equipe Iron Fists era a construção de um robô para competir na categoria Middleweight (até 55 kg).

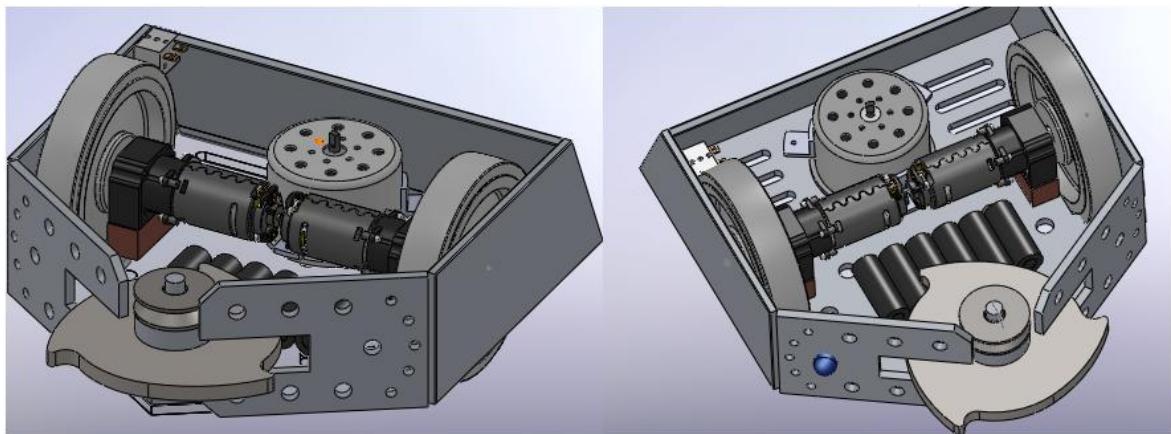
Essa construção tornou-se inviável devido ao custo envolvido. Com base nas informações repassadas pela equipe ThunderRatz, esse custo gira entre 10 e 15 mil reais, dinheiro do qual só poderíamos dispor caso conseguíssemos patrocínio, o que geralmente não ocorre enquanto a equipe não tem pelo menos um projeto montado, em funcionamento e pronto para ser melhorado; e uma participação em eventos.

Na parte eletrônica a escolha dos componentes era vital para evitar gastos excessivos e para não complicar tanto o projeto como por exemplo a escolha do motor da arma que teria que ser forte e rápido, teve o momento de escolher um motor brushless usado muito em aeromodelos por sua elevada potencia comparado a seu tamanho reduzido. Mas por ele precisar de um driver conversor CC-CA (trifásico) que se fosse para aplicações de luta de robô seria muito caro, por isso foi optado um motor DC comum da Bosch para aplicações em ventiladores industriais.

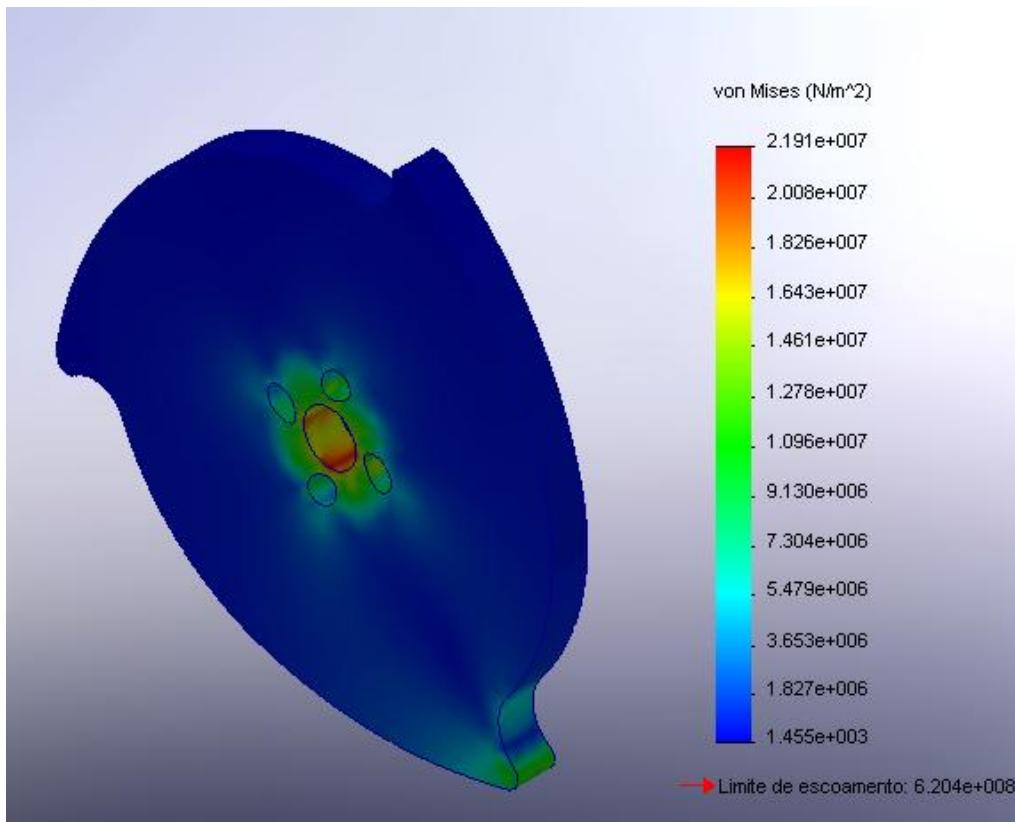
Os motores da locomoção depois de uma intensa pesquisa não teve outra opção se não compra dos EUA pois não existia para venda no Brasil, para nossas necessidades, sendo também que o motor foi super dimensionado e é próprio para locomover robôs de 25Kg.

## Desenhos e Simulações

Estrutura externa do robô, desenhada com o auxilio do software SolidWorks.



## Simulação da ação de forças no momento do impacto:



Na simulação da arma foi preciso escolher um modelo de serra, entre muitas foi escolhida a figura acima por sua resistência e aplicação de impacto numa área pequena, considerando a grande inércia concentrada nessa área o impacto gerado é consideravelmente grande. As simulações foram feitas dentro do ambiente do Solidworks uma ferramenta fundamental para realização do projeto.

Já na definição da estrutura foi escolhida de acordo com os componentes internos (motor, polia, eixo etc.). A sua organização foi levada em conta para evitar o deslocamento e até mesmo o desprendimento pela má fixação dos componentes mecânicos.

## Procedimentos mecânicos

### Estrutura

Após a escolha do material e simulações em softwares, chegou o momento da montagem da estrutura do robô.

Para a montagem do chassi utilizamos como material o alumínio aeronáutico 7075 devido a propriedades mecânicas anteriormente citadas.

O material foi comprado na loja Império dos Metais, onde solicitamos as chapas cortadas nas dimensões convenientes para facilitar o processo de montagem, porém eles não faziam cortes em ângulo, apenas cortes retos, então todos os cortes em ângulos e rasgos foram feitos na maquina serra fita no setor da Mecânica.

Antes de construirmos o robô com seu material definitivo, o alumínio 7075; fizemos um protótipo utilizando isopor, para podermos estudar e definir melhor as dimensões do robô e a disposição interna de seus componentes. A vantagem que a montagem do protótipo apresenta é a de sabermos de forma prévia quais devem ser os procedimentos seguidos para que não compremos material de forma desnecessária. Outra vantagem apresentada é a de termos noção de quais procedimentos de usinagem serão necessários para a fabricação do robô.

A primeira etapa foi a usinagem para adequação da espessura da chapa, pois durante o projeto calculamos que a medida ideal seria entre oito e dez milímetros. Porém, para a venda, só encontramos chapas de doze milímetros, que poderiam ser utilizadas sem problemas. Entretanto, como nossa categoria tem um limite de peso máximo, optamos por diminuir a espessura através do processo de frezagem. Todos os resíduos de materiais oriundos da usinagem foram coletados, para um aproveitamento futuro através da fundição ou venda.

A fresagem das chapas foi feita através do método manual, onde desbastamos de meio em meio milímetro e este processo possibilitou que a maioria dos integrantes do grupo a oportunidade de aprender o funcionamento de uma frezadora e como utilizá-la da maneira correta na prática.

Quando terminamos o processo de usinagem, já com as chapas em sua espessura final, começamos o processo de corte em ângulo e rasgos para assim podermos fixar a estrutura como um todo assim como no desenho do projeto.

Como o material é tenaz mas também duro, o corte foi um processo laborioso, pois são necessários vários minutos para que a maquina serra fita conseguisse cortar poucos centímetros de 7075.

O próximo processo foi a furação para fixação das chapas através de parafusos. Para tanto, utilizamos furadeiras de bancada, pois este equipamento proporciona uma estabilidade maior e menor chance de erros. Após puncionar os locais onde ficariam os parafusos, fizemos furos com brocas de três milímetros e meio controlando a profundidade em função de marcações que fizemos nas brocas.

Agora com o processo de furação completo, nos restou fazer as rosas com machos e cossinetes de quatro milímetros, que é o mesmo diâmetro do parafuso

dimensionado. Este processo também nos demandou tempo, pois são três os machos que devem ser passados em cada furo em um total de quarenta e cinco furos de fixação externos.

Quando fomos colocar os parafusos, alguns ajustes tiveram que ser feitos nas chapas que ficam por cima, pois alguns furos não ficaram perfeitamente alinhados. Isso foi resolvido passando uma broca um milímetro maior na chapa a ser comprimida, e assim conseguimos montar a carcaça do robô.

### - Arma do Robô

Com a estrutura pronta, os processos mecânicos tiveram como foco a arma do robô, no caso a nossa serra e o sistema que a faria girar. Como nosso eixo projetado tinha uma grande diferença entre diâmetros e o material deveria ser um aço duro, tivemos que comprar uma ferramenta especial para o torno, suporte e pastinha de metal duro, pois a escola não dispunha.

Para a confecção do eixo, utilizamos um cilindro de aço 1045 disponibilizado pelo setor de mecânica do próprio IFSP. Mesmo com o torno em alta rotação e com a pastinha de metal duro, a usinagem máxima no aço era de meio milímetro por vez. Devido a estas restrições, o processo durou alguns dias para ser concluído.

Após a usinagem, o eixo passou para a furação e fizemos a rosca através da qual a nossa serra ficaria presa por meio de parafusos.

A serra foi cortada através do processo de corte a água, mandamos o material (uma chapa de vinte milímetros de aço 1060) e o desenho para a empresa onde o corte foi realizado. Este processo proporciona uma precisão muito boa, e consequentemente a peça fica de um formato bem próximo do projetado. Encomendamos duas peças para termos uma reserva em caso de imprevistos.

Como para a transmissão do motor/eixo optamos por correias, foi necessário o desenvolvimento de polias tanto para o motor quanto para o eixo. As polias foram compradas e para seu perfeito encaixe usinamos buchas que as ligariam aos eixos.

No motor, a polia foi adequada ao rasgo do eixo, e para uma maior segurança a polia foi furada e parafusada ao eixo. No eixo da arma, o conjunto polia/bucha foi ajustado por interferência.

## **Segurança**

Torneios que envolvem lutas entre robôs costumam ter normas de segurança bem rígidas, impostas pelos organizadores com o intuito de evitar acidentes.

Na ROBOCORE não é diferente, todas as lutas entre robôs ocorrem dentro de uma arena de 81 m<sup>2</sup>, cujas paredes e teto são de policarbonato, para garantir a segurança dos competidores e espectadores.

Em todos os eventos existe uma inspeção de segurança para garantir que os robôs estejam habilitados a competir, que consiste em pesagem e testes dentro da arena para saber se o robô responde aos comandos dados pelo controle, como movimentação e acionamento da arma. Todos os robôs devem ser completamente desativados em no máximo 60 segundos após serem desligados no controle.

Fora da arena, todos os robôs têm que utilizar dispositivos de travamento que impeçam o movimento da arma, e estes dispositivos devem ser preferencialmente de cores vivas e chamativas para se destacarem do restante do robô.

Outra norma importante de segurança é que, ao perder o contato com o radio, os robôs devem desligar automaticamente para evitar potenciais riscos. Este teste também é feito antes das lutas.

No evento fica vetada a utilização de robôs que façam uso de fluidos em lutas, assim como fogo e armas de fogo ou com lançamento de projeteis com a finalidade de atingir o robô oponente. Todos os robôs ficam impedidos de ser ligados fora da arena de combate, exceto exista alguma área para testes.

Estas são algumas das medidas que visam garantir a segurança e diversão de todos. Mais informações no site do organizador do evento: [www.robocore.net](http://www.robocore.net) .

## **Fixação**

Para a fixação dos motores de tração, fizemos furos passantes da carcaça e utilizamos parafusos de 2/8 de polegada para prendê-los, sendo que a caixa de redução dos motores já vinha com quatro furos, e através destes os parafusos foram apertados.

O motor da arma também possuía em sua própria estrutura três elementos específicos para sua fixação já com rosas feitas de cinco milímetros, fizemos novamente uso de furos passantes e o prendemos. Como as hastes de suporte do motor estavam um pouco afastadas da chapa de alumínio fizemos então uma estrutura de apoio que acompanha o parafuso para que não se tornasse um ponto concentrador de tensões, já que o motor da arma é o que possui mais torque no robô.

As rodas, para serem acopladas a caixa de redução dos motores de tração, passaram por alguns processos. Primeiro desenvolvemos uma bucha que seria inserida na roda no lugar dos rolamentos que existiam inicialmente dentro delas. Essa bucha foi feita de alumínio e usinada no torno com o diâmetro de 35 mm para que pudesse entrar com interferência na roda, e com um furo interno para que pudesse ser acoplado o eixo. Então retiramos os rolamentos e inserimos as buchas. Como o eixo seria passante, desenvolvemos um mancal que ficaria preso à parede lateral e seria um outro apoio para o eixo da roda.

Usinamos então os eixos de aço 1020 com o diâmetro de 8 mm e comprimento de 65 mm; acoplamos na caixa de redução, ajustamos por interferência dentro da bucha já na roda e acoplamos no mancal lateral. Posteriormente realizamos testes para verificar o alinhamento das rodas para que o robô pudesse andar de maneira adequada.

Com o sistema de tração e o motor da arma já alinhados e presos a estrutura, faltava apenas efetuar a fixação da arma do robô. A serra foi presa ao eixo por quatro parafusos de 10 mm de diâmetro juntamente com arruelas de pressão para que não se soltem por conta de trepidações.

Para a fixação do eixo da arma, utilizamos rolamentos fixados em mancais presos à carcaça do robô nas bases superior e inferior, permitindo a rotação e impedindo o movimento em qualquer direção que não seja a circular.

## Seleção dos materiais

Para a estrutura externa do robô procuramos estudar as características dos materiais mais utilizados na construção de robôs de combate e viabilidade em relação ao custo e ao peso. O titânio é um dos melhores, pois possui um alto limite de resistência à tração, com tenacidade e dureza boa, além de baixa densidade. Logo, é mais leve que aço para um mesmo volume, porém o titânio é muito caro em comparação com outros materiais tornando-se inviável ao nosso projeto.

O aço possui uma densidade alta e torna-se inviável para uma estrutura externa, pois se torna muito pesada. Já o alumínio aeronáutico 7075 possui uma densidade baixa, uma tensão de escoamento muito boa e também a tenacidade necessária em combates de robôs onde golpes são violentos. Vimos então a melhor opção abrangendo as três áreas: preço, características mecânicas e peso. Optamos pelo uso do alumínio aeronáutico 7075, e compramos o material no Império dos Metais, pelo preço de 35 reais o quilograma.

Na escolha do material da serra da arma e eixo, foi levado em consideração que teriam que agüentar muito impacto e alem disso causar danos ao oponente. Portanto, precisávamos de um material mais duro e ainda sim resiliente. Escolhemos uma chapa de aço 1060 que, além de apresentar as características anteriores, é pesado o suficiente para criar inércia quando acelerado, acumulando mais energia e desferindo golpes mais destrutivos.

O eixo também precisava ser de um material resistente e forte suficiente para agüentar todos os impactos e eventuais golpes que a serra fosse submetida. Porém, a usinagem fica mais difícil com aços com o teor de carbono muito alto, logo escolhemos um aço 1045 sem tratamentos térmicos, pois os choques nunca seriam diretos cabendo ao eixo não sofrer deformações.

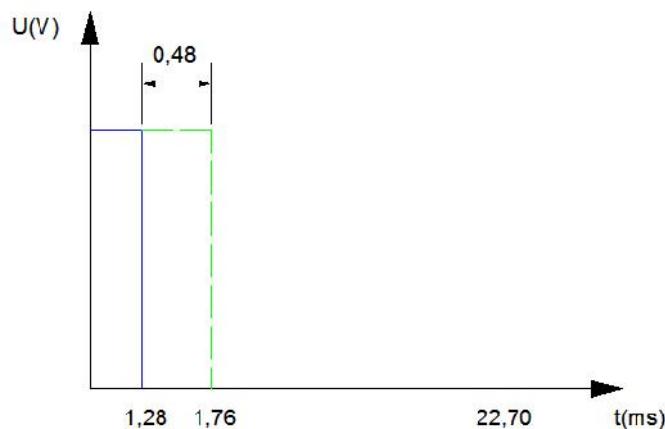
Todos os parafusos utilizados para a fixação da estrutura ou de elementos robô são de aço com classe de resistência 12.9, os parafusos mais resistentes encontrados no mercado. Foram comprados na loja Screw Center parafusos, unidade Santo Amaro, zona sul de São Paulo.

## Primeiros circuitos de controle

### Círculo de tratamento de sinal do receptor

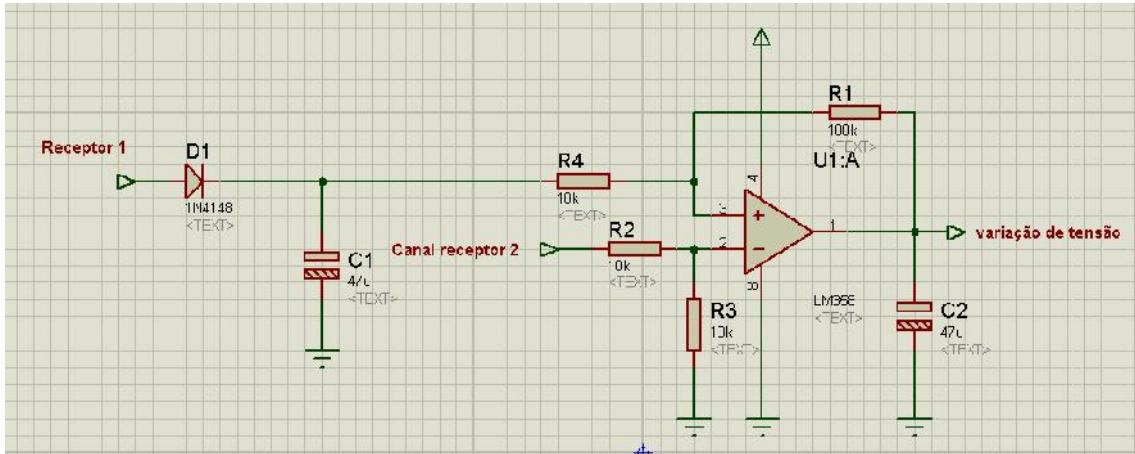
O primeiro foco do desenvolvimento dos circuitos se voltou para o tratamento do sinal do receptor, onde foi analisado que tipo de sinal existia na saída de cada canal. Com a realização de testes e medições conclui-se:

- Tensão de saída máxima de 3V
- Saída tipo PWM de período 22,70ms (~20ms), onde o canal analisado foi a alavanca que corresponderia a aceleração numa aplicação em aeromodelismo, começando de sua posição inicial até a sua posição final tinha uma variação de 0,48ms, sendo que em sua condição mínima ficava constante em 1,28ms e em sua variação máxima em 1,76ms, a figura abaixo mostra o gráfico:



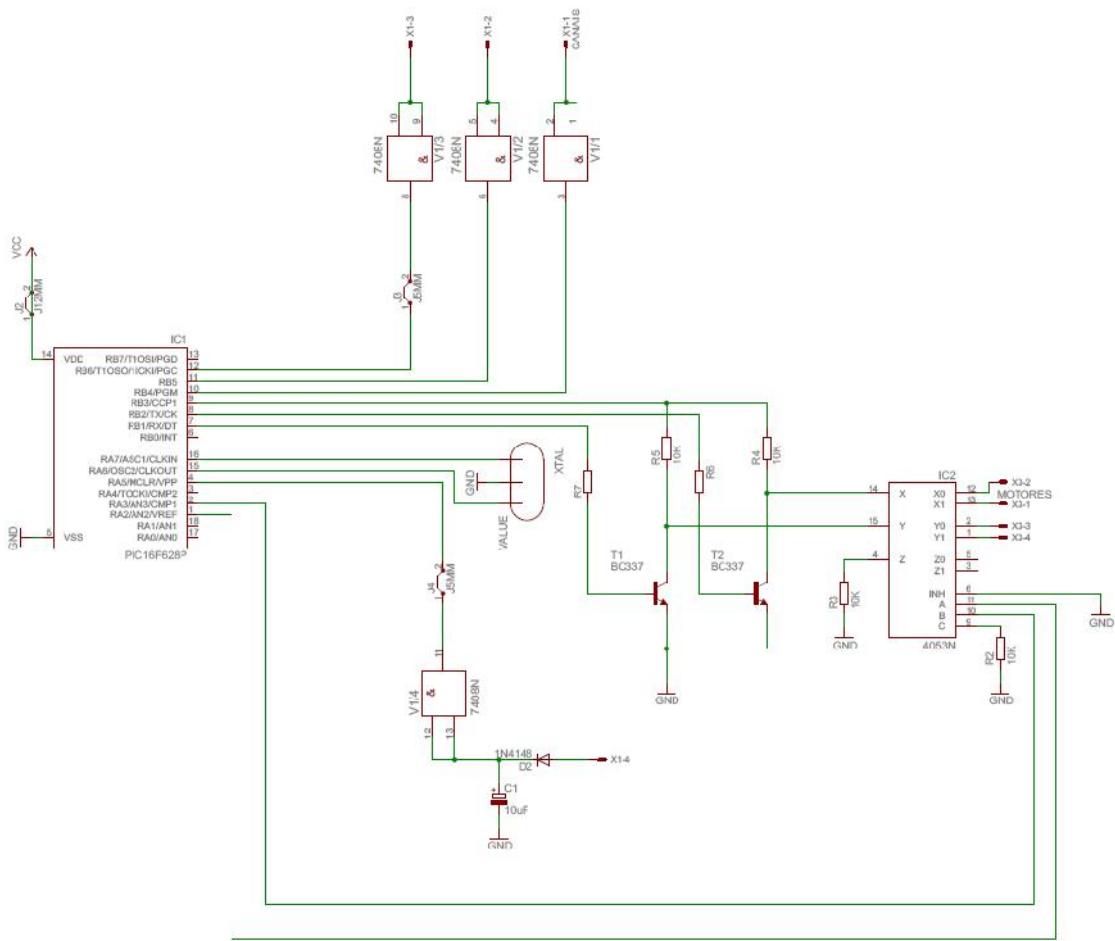
- Cada canal independente e defasados aleatoriamente, não podendo usar uma canal com referência para sincronismo.

Com esses dados foi possível gerar algumas formas de leitura, o circuito abaixo foi uma idéia principal:



O funcionamento do circuito consiste no mesmo princípio das fontes chaveadas, como a saída é um sinal que varia seu duty cycle, por sua vez varia sua tensão eficaz e como a sua variação é muito pequena (0,48ms) teve-se que colocar um capacitor logo na saída do canal a ser “lido” (receptor 1), com ele alimentava com alguns milivolts a tensão eficaz, o diodo que antecede o capacitor serve para evitar a descarga na própria saída do receptor, em seguida o sinal já modificado entra num subtrator formado por um amplificador operacional que subtrai a tensão eficaz que não serve, ou seja, a tensão que fica constante mesmo em sua mínima variação(1,28ms), isso considerando um canal que não esteja sendo usado(receptor 2), isso pode ser feito mesmo que eles estejam defasados porque o que importa é sua tensão eficaz constante. Com isso tem-se apenas a tensão eficaz em alguns milivolts por isso que houve um ganho na subtração com o uso do resistor de realimentação com um valor relativamente alto, na saída do amplificador existe um capacitor que serve para deixar o sinal dc linear, com isso obteve-se uma variação de 2V. Este circuito, apesar de muito bem elaborado, não pode ser aplicado por que sua variação era muito pequena.

Outro circuito que poderia ter sido aplicado foi com o uso de microcontrolador PIC que podia ler sem maiores dificuldades os sinais tendo apenas uma desvantagem que seria a tensão de saída que é de 3V, o circuito se encontra abaixo:



O funcionamento seguindo o esquema, consiste num buffer Smith trigger sendo utilizada uma porta lógica AND que sua entradas são curto-circuitadas para não haver mudança de estado apenas a transformação de 3V para 5V logo esse sinal entra no PIC modelo 16F628A que trata os sinais de forma que são três canais:

- Um canal para definir a direção ( direita /esquerda)
- Um canal para definir a Velocidade dos dois motores
- Um canal para definir Frente e ré

No programa ele faz a leitura de modo que ele mede o tempo ligado que estaria dentro dos 0,48ms que é sua variação máxima e depois é transformada num valor que é interpretado pelo software, no caso de frente, ré, esquerda e direita foi considerada a seguinte lógica se o valor variasse de 0 ( 1,28ms valor mínimo) a 10 (1,76ms valor Maximo) só seria considerado esquerda <3 e direita >7, isso analogamente para frente e ré, isso foi suficiente para a interpretação do Ci e dos transistores T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, que serão explicados mais adiante. O PWM usa os valores que são lidos e usados para definir o Duty cicle mas como o PIC utilizado só tem um modulo CCP que foi utilizado para o PWM tinha-se que de alguma forma chavear o sinal para os dois motores (locomoção) por isso o uso dos transistores que na

verdade quando são excitados pelo PIC ele corta o PWM do motor oposto ao que se deseja interromper isso considerando os dois motores girando num mesmo sentido, com isso o outro motor continua girando no sentido desejado e assim pode-se direcionar o Robô, para definir se o robô vai para frente ou ré foi preciso utilizar um CI4053 que é um MUX/DEMUX chaveando o PWM para frente ou ré através dos terminais x e y (z foi inutilizado), aonde a função no circuito foi de um DEMUX, isso já controlando a ponte H, será dados mais detalhes adiante. O circuito não aplicado ao projeto porque estava apresentando alguns problemas de atualização da leitura por causa de oscilações do próprio sinal do receptor o que causava confusão na leitura.

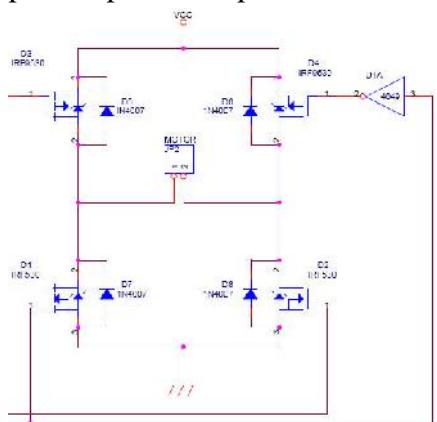
### Circuito de Potência/ acionamento

O circuito de potencia consistia em acionar o motor da arma, para isso foi aplicada uma ligação direta do receptor para um Mosfet de potência que ligava a arma, como mostrado na figura abaixo:

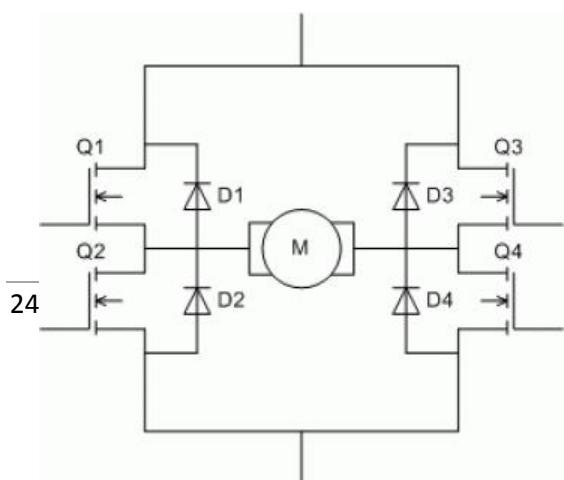
### Circuitos de controle

#### Circuito de Potência – Motores de locomoção e Arma

O circuito de potencia consiste numa ponte H formada por transistores MOSFET, numa associação de diferentes canais, de forma que os transistores de canal N tenham como referência o próprio terra do circuito e os de canal P na fonte de alimentação assim ele terá uma referência negativa o que evita o uso de CI's para acoplamento se fossem usados transistores de mesmo canal. A figura abaixo mostra os tipos de ponte H que foram analisadas:



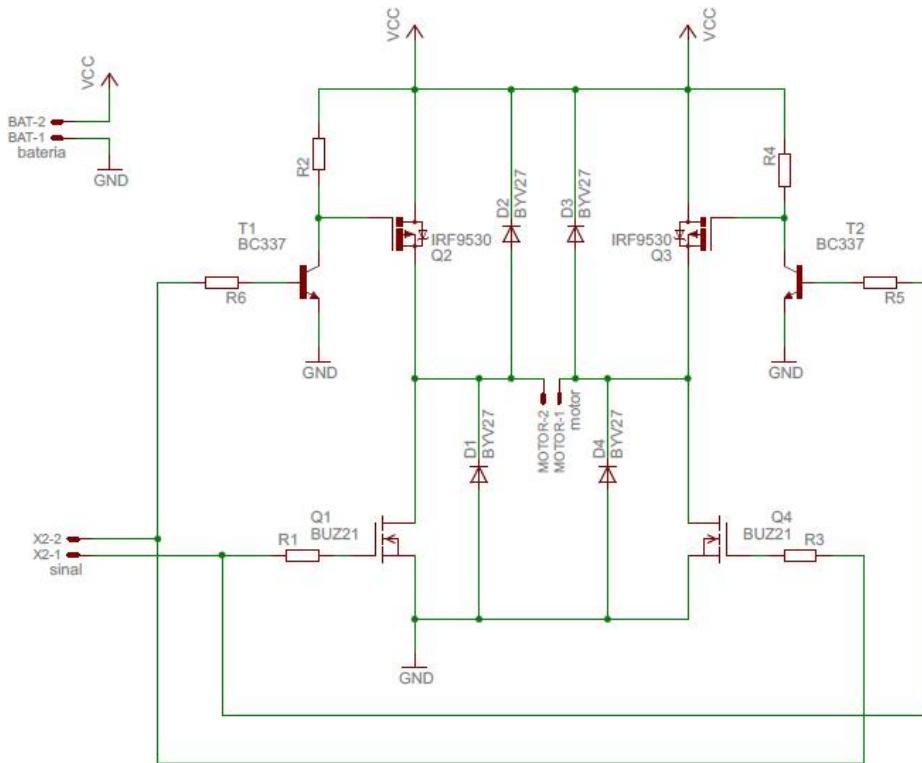
Configuração com uso de transistores de canais diferentes. (modelo 1)



Configuração com uso de transistores de canais diferentes. (modelo 2)

A grande vantagem uma em relação à outra e que no modelo 2 não é necessário colocar um CI ou outra forma de acionamento para se referenciar, pois os transistores superiores não tem referência no terra mas sim no transistor logo abaixo, por isso a necessidade de um acionamento diferenciado. Já no modelo 1 como os transistores superiores se referenciam na própria fonte e sendo considerado para ele negativa ele fica desligado e para acioná-lo é preciso apenas cortar com um transistor a tensão negativa considerada por ele na fonte daí a simplicidade do uso do modelo 1 no projeto.

A figura abaixo mostra o circuito que foi utilizado no projeto:



## Gastos

Quantidade	Produto	Preço (R\$)
2	Motores de tração	1200
1	Motor da serra	130
6	Chapas de alumínio	350
1	Metal da serra + usinagem	70
1	Chave de segurança	120
1	Controle Remoto	270
2	Correias	12
2	Rodas	40
1	Bateria	320
2	Polias	40
40	Parafusos	120
1	Eixos da serra	Doação
	TOTAL	2672

## **Conclusão**

Pela primeira vez o Instituto Federal de São Paulo tem uma equipe de robôs de combate o representando, esta experiência nos revelou um lado nosso ainda não conhecido, nossa capacidade de criar e desenvolver projetos e soluções em condições adversas. O primeiro robô de muitos que ainda virão nos mostrou que uma equipe unida supera a falta de tempo, de recursos e de apoio.

Percebemos que todo o sacrifício, toda noite em claro e todo o suor que derramamos pelo Saw Grosso valeu muito a pena nesta experiência única .

Agradecemos terem lido nosso tutorial e esperamos que ele tenha agregado conhecimento em sua bagagem cultural e tecnológica .

## **Referências Bibliográficas**

Miles, Pete ; Carroll, Tom. Build your own combat robot . 1ed. New York: McGraw-Hill/Osborne, 2002 .

Meggiolaro, Marco Antonio. RioBotz Combot Tutorial 2.0. Rio de janeiro, 2009.

[www.Robocore.net](http://www.Robocore.net)