

TÉCNICO EM MECATRÔNICA

**Cauã Orlando de Souza
Felipe César Silva
Guilherme Ribeiro Momisso
Matheus Polvere Conti Pintor
Rudy Anderson Martins
Thiago Surian Navarro**

**Características e desenvolvimento de um robô de
combate.**

**CAMPINAS-SP
2009**

**Cauã Orlando de Souza
Felipe César Silva
Guilherme Ribeiro Momisso
Matheus Polvere Conti Pintor
Rudy Anderson Martins
Thiago Surian Navarro**

Características e desenvolvimento de um robô de combate

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Curso Técnico em Mecatrônica do Colégio Politécnico Bento Quirino de Campinas, como exigência para obtenção do título de **Técnico em Mecatrônica**.

Orientador: Professora Diomar Carvalho da Cruz
Teixeira
Orientador Técnico: Alberto Honorato dos Santos
Neto

**COLÉGIO POLITÉCNICO BENTO QUIRINO – CAMPINAS
2009**

**COLÉGIO POLITÉCNICO BENTO QUIRINO
TÉCNICO EM MECATRÔNICA**

BANCA EXAMINADORA

1º Examinador Prof. Alberto Honorato dos Santos Neto

2º Examinador Profa. Diomar Carvalho da Cruz Teixeira

3º Examinador Prof. Fábio Aparecido Cavarsan

4º Examinador Prof. Thiago de Oliveira Freitas

5º Examinador Prof. Assis Marçal

CAMPINAS, 16 DE NOVEMBRO DE 2009

Dedicamos este projeto a todos que nos apoiaram e nos fortaleceram durante o desenvolvimento do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Alberto Honorato dos Santos Neto,
Coordenador, ajudando e apoiando nosso projeto.

Ao Prof. Fábio Cavarsan,
Incentivador do trabalho, pela amizade e pelo grande apoio.

À Prof. Diomar Carvalho da Cruz Teixeira,
Orientadora de como produzir o Trabalho de conclusão de Curso.

Aos alunos da sala,
Amigos que ajudaram com muitas idéias.

Ao Lojista Luis Frederico Benzelon,
Dono da loja Eletrônica General, realizou doações e grande incentivo e apoio ao projeto.

Aos funcionários do colégio,
Sempre estiveram por perto para nos auxiliar com alguns imprevistos.

Se alguma coisa pode dar errado, dará. E mais,
dará errado da pior
maneira, no pior momento e de modo que
cause o maior dano possível.
(murphy)

Nada é tão fácil quanto parece, nem tão difícil
quanto a explicação do
manual.
(murphy)

RESUMO

SOUZA, Cauã Orlando de. SILVA, Felipe César. MOMISSO, Guilherme Ribeiro. PINTOR, Matheus Polvere Conti. MARTINS, Rudy Anderson. NAVARRO, Thiago Surian. Características e Desenvolvimento de um robô de combate, 2009. p.32

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Mecatrônica). Colégio Politécnico Bento Quirino.

Esse trabalho foi realizado com o intuito de interagir elementos mecânicos e eletrônicos para construção de um robô, radio controlado, com o objetivo de participar no evento: Winter Challenge o qual se trata de um evento anual que ocorre na cidade de Amparo – SP, onde os robôs se enfrentam em uma arena apropriada, onde a finalidade é testar a capacidade das equipes de construir máquinas capazes de enfrentar este desafio, pois as que conseguirem estão prontas para qualquer outro. Neste projeto, foi utilizada a pesquisa exploratória. Para que o projeto fosse bem sucedido, foi feita uma pesquisa quantitativa com profissionais da área com o objetivo de analisar o conhecimento que o mesmo tem pelo assunto e de tirar dúvidas, para que o projeto fosse construído do melhor modo possível.

Palavras Chave: Micro controlador, Motor, Bateria, Ponte H, Estrutura Mecânica.

ABSTRACT

SOUZA, Cauã Orlando de. SILVA, Felipe César. MOMISSO, Guilherme Ribeiro. PINTOR, Matheus Polvere Conti. MARTINS, Rudy Anderson. NAVARRO, Thiago Surian. Características e Desenvolvimento de um robô de combate, 2009.p.32

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Mecatrônica). Colégio Politécnico Bento Quirino.

This work was carried out in order to interact mechanical components and electronics to build a robot, radio controlled, in order to participate in the event: Winter Challenge which is an annual event held in the city of Amparo - SP, where robots face off in a proper arena, where the purpose is to test the ability of teams to build machines capable of meeting this challenge, because they can get ready for another.

Key Words: Microcontroller, Motor, Battery, H Bridge, Mechanical structure.

LISTA DE TABELAS

Figura 1. Projeto em SolidWorks.....	15
Figura 2. Carcaça Desmontada.....	15
Figura 3. Carcaça Montada.....	16
Figura 4. Locomoção.....	17
Figura 5. Redução.....	17
Figura 6. Arma Montada.....	18
Figura 7. Eletrônica Montada.....	19
Figura 8. Placa de Controle.....	20
Figura 9. Placa de Potencia.....	20
Figura 10. Esquema da ponte H.....	21
Tabela 1.....	22
Tabela 2.....	23
Tabela 3.....	23
Tabela 4.....	24
Tabela 5.....	25
Gráfico 1.....	22
Gráfico 2.....	23
Gráfico 3.....	24
Gráfico 4.....	24
Gráfico 5.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LED = Light emitting diode

PIC = Peripheral Interface Controller

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
1.1	Problema.....	11
1.2	Objetivo.....	11
1.3	Justificativa.....	11
2	Revisão de Literatura.....	12
2.1	Polias.....	12
2.2	Ponte H.....	12
2.3	Baterias.....	13
2.4	Motores de Corrente Contínua.....	13
3	Metodologia.....	14
4	Desenvolvimento.....	14
4.1	Mecânica.....	14
4.1.1	Fixação da Carcaça.....	15
4.1.2	Locomoção.....	16
4.1.3	Redução da Locomoção.....	17
4.1.4	Sistema da Arma.....	18
4.2	Eletrônica.....	19
4.2.1	Placa de Controle.....	19
4.2.2	Ponte H.....	21
5	Discussão de Dados	22
5.1	Qual o melhor material para utilizar na carcaça do robô?.....	22
5.2	Qual tipo de bateria proporciona um melhor desempenho ao robô?.....	23
5.3	Qual o melhor material para ser utilizado na hélice do robô?.....	23
5.4	Qual melhor tipo de radio controle para usar em combate de robôs?....	24
5.5	Quanto custaria para fazer melhorias no projeto?.....	25
6	Conclusão.....	25
7	Anexo.....	26
8	Referências Bibliográficas.....	31

1 Introdução

Os profissionais da área de mecatrônica e automação supervisionam, operam e controlam a manutenção de equipamentos utilizados nos processos automatizados de indústrias em geral, buscando reduzir custos operacionais e racionalizar as formas de produção. Utiliza-se de métodos e processos que incorporam robôs em linhas de produções informatizadas.

1.1 Problema

Para o desenvolvimento de robôs é preciso de uma grande necessidade de apoio financeiro, pois os componentes que vem se modernizando a cada dia têm um custo muito elevado.

1.2 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é alertar para o quanto facilita o uso da robótica e a automação dentro de uma linha de produção nas indústrias de forma a reduzir os custos gerados e com isso, aumentar os lucros.

1.3 Justificativa

Foi estudado este tema, pois é algo que vem sendo cada dia mais utilizado na vida das pessoas.

Esta pesquisa busca mostrar a importância dos robôs dentro de uma empresa, aliando o conhecimento adquirido no curso com novas tecnologias.

2 Revisão de Literatura

2.1 Polias

As polias são componentes utilizados para transmitir movimento podendo assim aumentar ou diminuir a velocidade ou torque do motor onde elas estarão sendo utilizadas. Segundo Meggiolaro, (2006, p.68) as correias dentadas mantêm a posição relativa entre as polias, sincronizando os movimentos e impedindo deslizamentos. São muito usadas para transmitir potência para as rodas do robô, podem também ser usadas nas armas do robô.

No projeto será utilizada polia para transmitir o movimento do motor para a arma do mesmo, fazendo com que tenhamos um maior torque, aumentando o impacto.

2.2 Ponte H

A ponte H é uma disposição de componentes eletrônicos utilizados para reversão do fluxo de corrente que passa por uma determinada carga. Segundo Braga, (2005, p.53) a disposição dos componentes que lembra um “H”, esta configuração também é chamada de Ponte H ou “H-bridge”, se adotarmos o nome inglês. Neste caso, temos uma ponte de controle completa, pois iremos controlar as correntes que circulam pelos dois ramos do circuito.

No projeto será utilizada ponte H para o controle dos motores de locomoção, para poder inverter seu sentido de rotação, ou seja, permitindo que o projeto não se locomova em uma só direção.

2.3 Baterias

As baterias servem para alimentar o robô, tanto os motores da locomoção quanto o da arma, além de alimentar também toda a parte eletrônica. Segundo Meggiolaro, (2006, p.144) As baterias de NiCd usam níquel como catodo e cádmio como anodo. Elas fornecem altas correntes sem quedas de tensão significativas, e por isso, é a escolha ideal para acionar as armas dos robôs.

A bateria de NiCd é utilizada no projeto para alimentar todo o sistema de locomoção e arma, porém para a eletrônica será utilizada bateria de NiMH.

2.4 Motores de Corrente Contínua (Motores DC)

Motor elétrico é uma máquina destinada a transformar [energia elétrica](#) em [mecânica](#). É o mais usado de todos os tipos de [motores](#), pois combina as vantagens da energia elétrica - baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando – com sua construção simples, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas dos mais diversos tipos e melhores rendimentos. Para Braga, (2005, p.23)

Os motores de corrente contínua comuns consistem na forma mais utilizada de se converter energia elétrica em energia mecânica, sendo por esse motivo amplamente empregados como principal meio de propulsão das partes móveis de robôs, automatismos e diversos tipos de dispositivos de Mecatrônica. Os motores DC (Direct Current, como também são chamados) têm seu funcionamento baseado no efeito magnético da corrente elétrica, ou seja, no campo magnético que aparece em torno de um condutor percorrido por uma corrente elétrica.

No projeto serão utilizados motores DC para o conjunto de locomoção, permitindo a movimentação e viabilizando o controle por meio elétrico, também será utilizado para a arma do robô.

3 Metodologia

Foi utilizada a pesquisa exploratória, no qual foi apresentado todo o procedimento da construção do projeto de um robô, que é destinado para pessoas com interesse em adquirir informações na área da robótica e da tecnologia, e como amostra, tem-se um robô rádio controlado. Para adquirir informações, foram coletados alguns dados através de um questionário respondido por profissionais da área, e os dados foram avaliados de forma quantitativa, avaliando o percentual de resultados obtidos.

4 Desenvolvimento

4.1 Mecânica

A parte mecânica é uma parte muito importante neste projeto, pois é ela que vai agüentar todos os impactos que o robô irá receber durante um round da guerra de robôs, por isso foi desenvolvido um projeto 3D utilizando o software SolidWorks 2008 para poder montar e estudar tudo que será utilizado na carcaça, em sua medida e peso real e analisar os lugares onde não sofrerão impactos fortes e com isso economizar peso nestes lugares. Após todo este tempo de projeto foi comprado o material para montar a carcaça do robô e para isso foi escolhido o Nylon que é um material leve, resistente e fácil de trabalhar, e não irá sofrer muito impacto, pois o robô possui como defesa uma hélice feita de aço mola, geralmente utilizada em suspensões de automóveis antigos, que tem como objetivo atacar os adversários e também se defender.

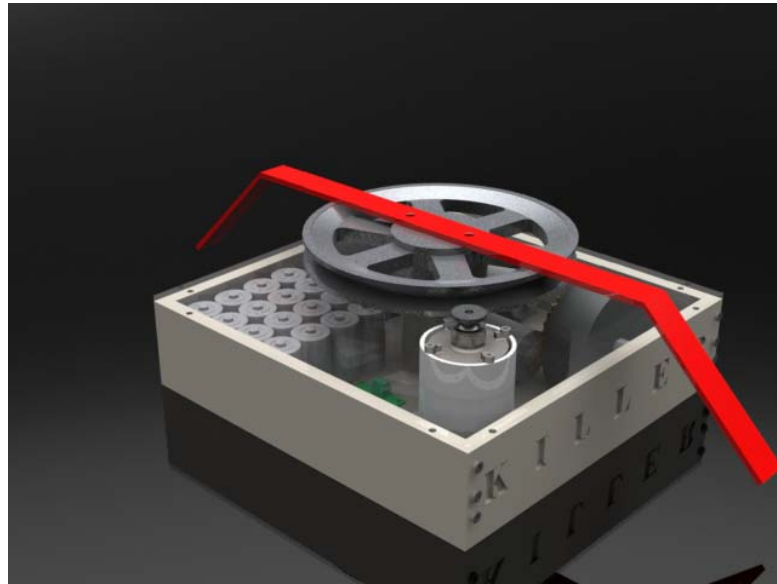


Figura 1 (projeto no modelador 3D)

4.1.1 Fixação da Carcaça

Para fixar a carcaça do robô foi escolhido o parafuso Allen M4 x 30 mm. Foi escolhido este parafuso devido à sua alta resistência mecânica e melhor fixação por rosca e pressão no orifício da rosca. Tanto nas paredes quanto na base do robô. Foram utilizadas 28 unidades deste parafuso para que a carcaça fique o mais resistente possível.

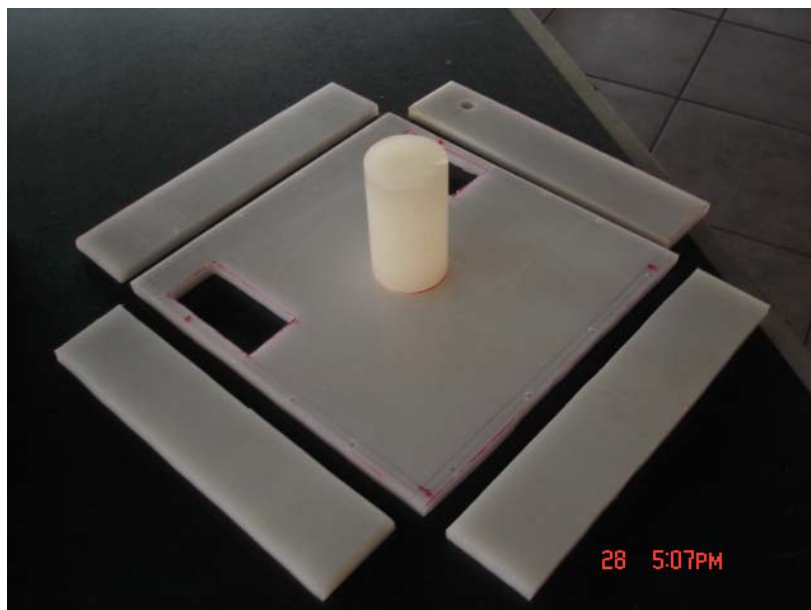


Figura 2 (paredes da carcaça)

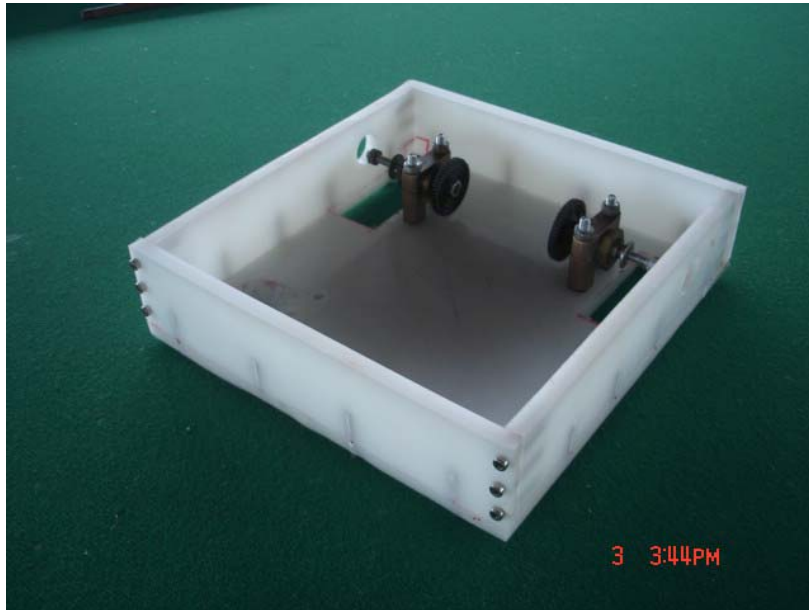


Figura 3 (fixação da carcaça)

4.1.2 Locomoção

O sistema de locomoção do robô também é outro item muito importante na construção de um robô de combate, pois eles têm que ser fortes e ao mesmo tempo leves e pequenos. Para este projeto foram usados 2 motores da Magnet Marelli que é usado em ventilação interna de veículos automotivos.

Esses motores são ligados a um mancal feito de latão por meio de uma redução de 6:1, ou seja, a cada 6 voltas do motor, gira uma no mancal e conseqüentemente a roda que está fixada ao mancal obtém um maior torque.



Figura 4 (locomoção)

4.1.3 Redução da Locomoção

Foi utilizada a unidade milímetros (mm)

Diâmetro da engrenagem do motor: 10 mm

Diâmetro da engrenagem do mancal: 60 mm

Então: $R = \frac{\Theta_{\text{e mancal}}}{\Theta_{\text{e motor}}}$

Onde: $R = \text{redução}$

$\Theta_{\text{e mancal}} = \text{Diâmetro da engrenagem do mancal}$

$\Theta_{\text{e motor}} = \text{Diâmetro da engrenagem do motor}$

$R = \frac{60 \text{ mm}}{10 \text{ mm}}$

$R = 6$



Figura 5 (engrenagem para redução)

4.1.4 Sistema da Arma

O sistema da arma do robô Killer foi projetado com o objetivo de destruir robôs adversários através de uma barra de impacto feito de feixe de mola. Para obter o resultado da rotação final da arma do robô foi feita uma redução junto ao motor de furadeira/parafusadeira DeWalt 18V. Conforme as necessidades foram utilizadas polias em "V" para fazer a redução, no motor foi instalado uma polia de 15 mm de diâmetro fixada por uma chaveta, um parafuso que prende a polia e o eixo do motor ao mesmo tempo. No centro do robô foi instalada outra polia de 200 mm de diâmetro, também em "V", essa polia por sua vez foi fixada no eixo central do robô onde foi construído utilizando o mesmo material da carcaça, nylon, pois além de ter a mesma resistência do alumínio ele é mais leve. Este eixo foi fixado na base por meio de 4 parafusos sextavados de aço Inox de tamanho M5 X 30 mm com porca do tipo parlok que é o melhor produto quando se fala em fixação por porcas. Com esta parte do eixo pronta, foi projetado o mancal para acoplar o motor que irá mover a hélice. Foi utilizado novamente o material Nylon. Com a redução pronta e o eixo também, foi instalado a correia que irá transmitir o movimento para a polia maior. Foi feito o calculo da redução e o resultado foi de 13:1, a cada 13 voltas do motor DeWalt, gira uma vez a hélice, isso é feito para diminuir a rotação do motor e aumentar o torque da hélice. E com isso a velocidade final da hélice é de 2456 RPM.



Figura 6 (projeto finalizado)

4.2 Eletrônica

A parte eletrônica também é de grande importância em nosso projeto, pois ela fica responsável a toda parte de controle das funções do mesmo, agindo como um cérebro dentro do projeto, por isso antes e durante desenvolvimento desta sempre buscamos muitas fontes de pesquisa, informação e conhecimento sobre o assunto, assim visando o máximo de aproveitamento do tempo destinado a esta parte e o desenvolvimento de um controle complexo e funcional para melhor atender nossas necessidades.

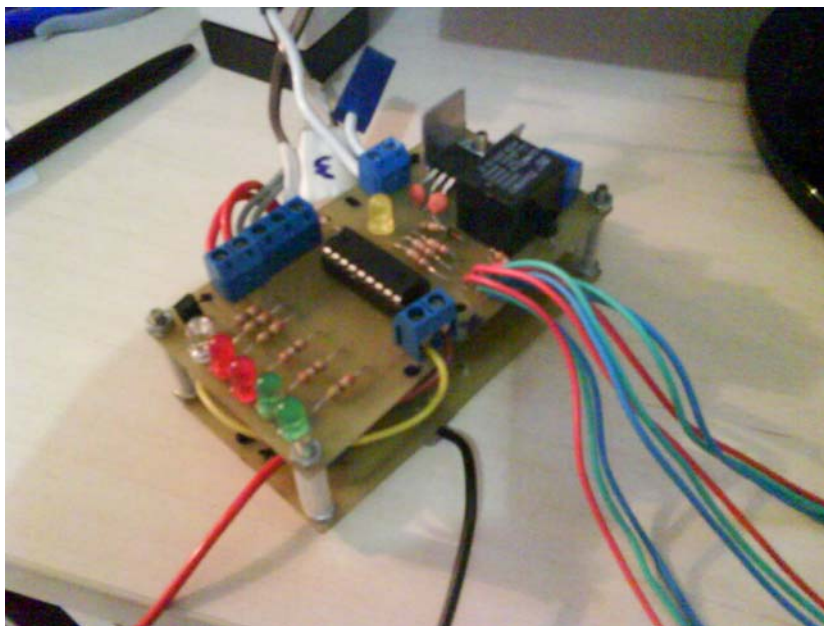


Figura 7 (eletrônica micro-controlada)

4.2.1 Placa de Controle

4.2.1.1 Micro Controlador: A parte principal desta placa é o micro controlador, que se trata de um PIC 16F628A, que faz a recepção dos sinais recebidos pelos conectores que a liga a um receptor de aeromodelismo que envia sinais na forma de PWM (Pulse Width Modulation) os quais normalmente seriam utilizados para controle de servos motores, o micro controlador lê estes sinais e os converte para sinais que possam ser entendidos pela de ponte H e também a sinais visuais que possam dar idéia dos acontecimentos ao usuário da placa.

4.2.1.2 Regulador de Tensão: O regulador de tensão regula tensões superiores a 5 volts que sejam ligadas à placa, assim, impedindo a queima dos outros componentes que trabalham nesta tensão. Os reguladores de tensão mantêm a tensão de saída estabilizada mesmo havendo variações na tensão de entrada ou na corrente de saída.

4.2.1.3 Relé: Para igualar o tamanho desta placa a placa de reles, o rele responsável pelo por ativar a arma do robô foi colocado nesta, assim aproveitando melhor o espaço dentro do projeto.

4.2.1.4 Led's: Foram implementados na placa, para a função de sinais visuais que possam dar idéia do funcionamento ao usuário da placa.

4.2.1.5 Conectores: São responsáveis por adquirir sinais e tensões externas e enviar sinais e tensões para a ponte H.

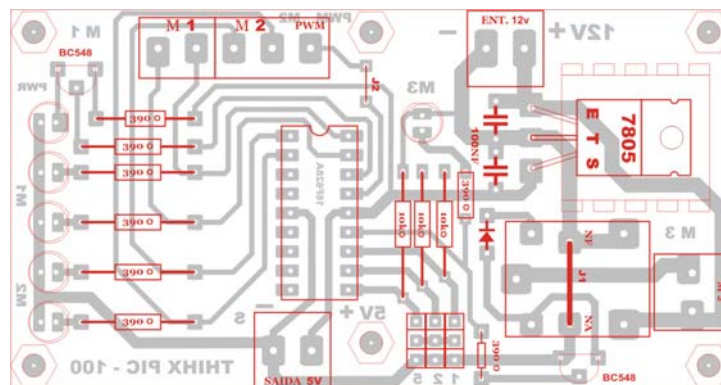


Figura 8 (Representação gráfica da Placa de Controle)

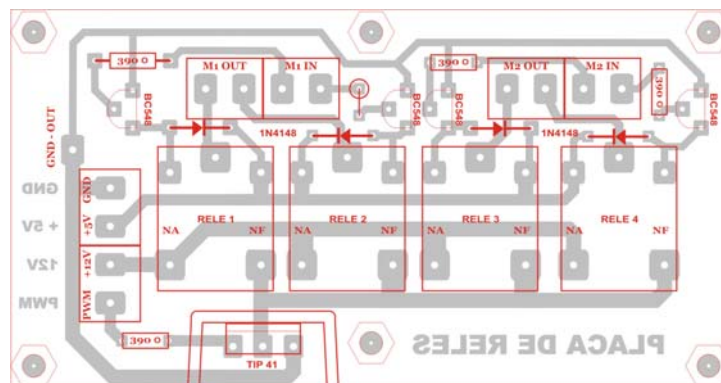


Figura 9 (Representação gráfica da Placa de Potencia)

4.2.1.6 Ponte H

É um circuito eletrônico que permite que um motor DC rode tanto para um sentido quanto o outro. Estes circuitos são geralmente utilizados em robótica e estão disponíveis em circuitos prontos ou podem ser construídos por componentes. O nome ponte H é dado pela forma que assume o circuito quando montado. O circuito é construído com quatro "chaves" ($S1-S4$) que são acionadas de forma alternada ($S1$ e $S4$ ou $S2$ e $S3$). Para cada configuração das chaves o motor gira em um sentido. As chaves $S1$ e $S2$ assim como as chaves $S3$ e $S4$ não podem ser ligadas ao mesmo tempo, pois podem gerar um curto circuito.

Para construção da ponte H pode ser utilizado qualquer tipo de componente que simule uma chave liga-desliga como transistores, relés, mosfets.

Para que o circuito fique protegido, é aconselhável que sejam configuradas portas lógicas com componentes 7408 e 7406 a fim de que nunca ocorram as situações de curto circuito descritas acima.

Outro melhoramento que pode ser feito na ponte H seria a colocação de diodos entre as "chaves", pois quando a corrente não tem onde circular, no caso de o motor parar, ela volta para a fonte de alimentação economizando assim o gasto de energia de uma bateria, por exemplo.

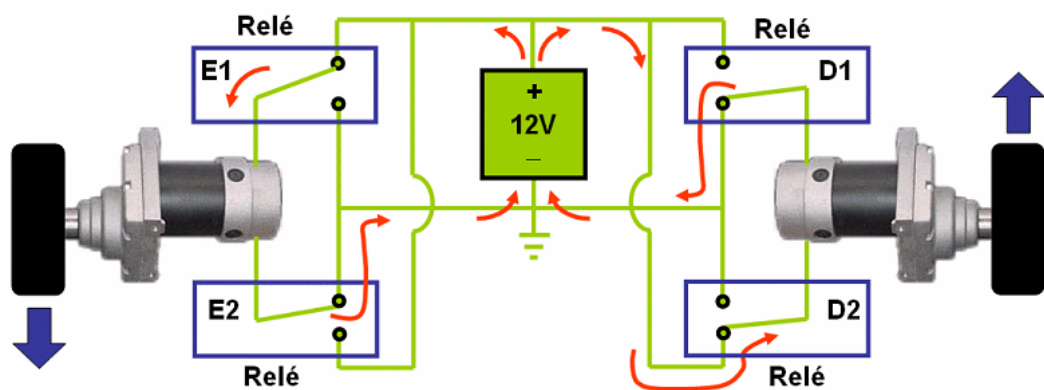


Figura 10 (esquema da ponte H)

5 Discussão de Resultados

Foi aplicado questionário para quatro profissionais da área de mecânica. Com base nas respostas obtidas foram feitos gráficos representando de forma quantitativa os resultados.

1. Retificador Plano 22 anos na Bosch.
2. Técnico em Mecânica atua há 3 anos como comerciante de componentes eletrônicos.
3. Chefe de Ferramentaria 16 anos na Bosch.
4. Técnico em Mecânica atua há 1 ano na manutenção de antenas de telefonia móvel.

5.1 Qual o melhor material para utilizar na carcaça do robô?

Qual o melhor material para utilizar na carcaça do robô?

Respostas	percentual	número de pessoas
Nylon	75%	3
Acrílico	25%	1
Não soube responder	0%	0
Total	100%	4

Tabela 1

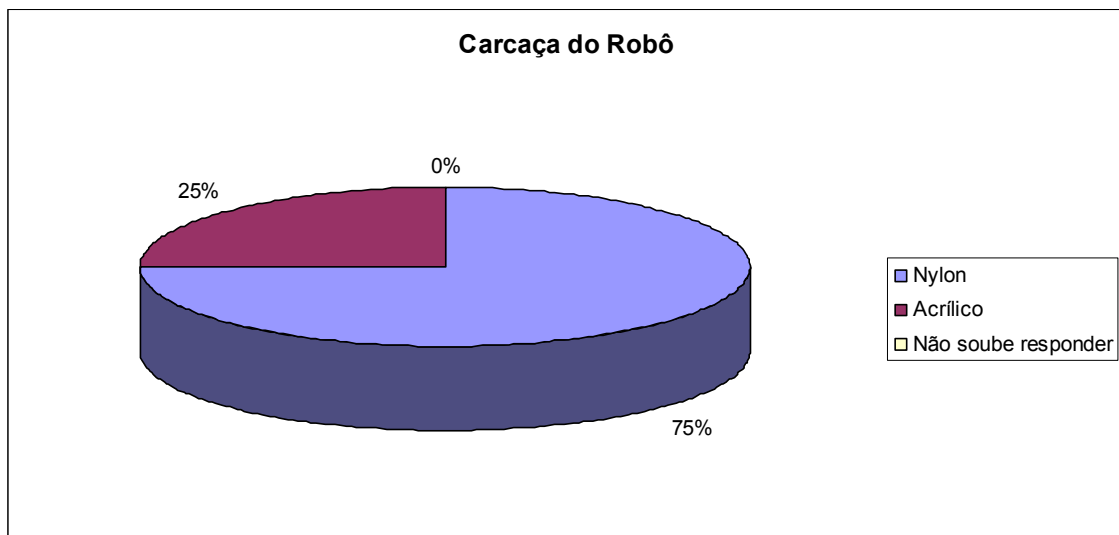


Gráfico 1

Podemos observar que 75% dos entrevistados usariam nylon na carcaça do robô por se tratar de um material leve e resistente, outros 25% preferem o acrílico, todos souberam responder essa questão.

5.2 Qual tipo de bateria proporciona um melhor desempenho ao robô?

Qual tipo de bateria proporciona um melhor desempenho ao robô?

Respostas	percentual	número de pessoas
LiPo	50%	2
NiCd	25%	1
Não soube responder	25%	1
Total	100%	4

Tabela 2

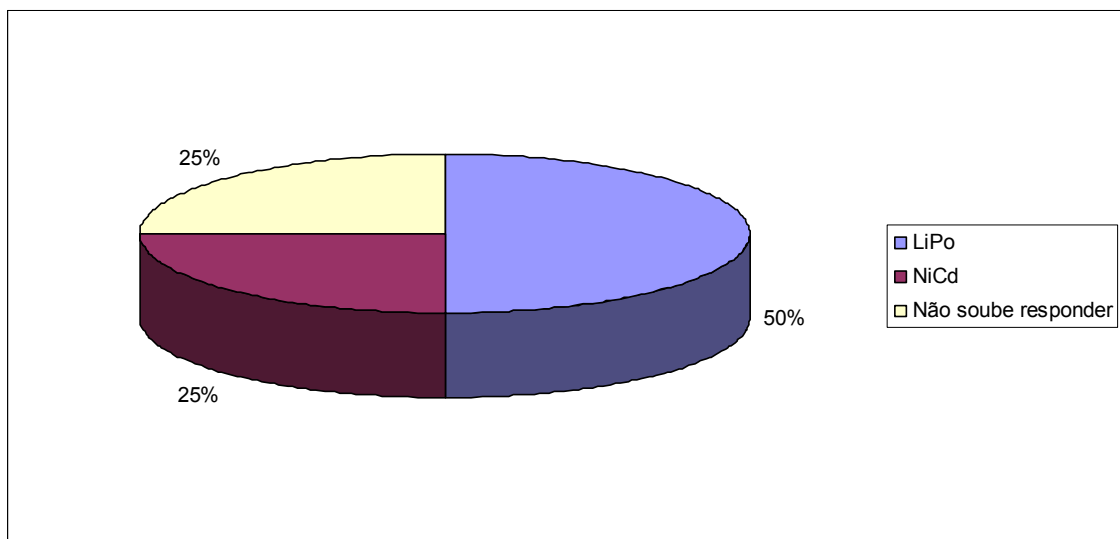


Gráfico 2

Concluimos que para 50% dos entrevistados a bateria que proporcionaria um melhor desempenho ao robô é a de LiPo, apenas 25% preferem a bateria de NiCd, e 25% dos entrevistados não souberam responder.

5.3 Qual o melhor material para ser utilizado na hélice do robô?

Qual o melhor material para ser utilizado na hélice do robô?

Respostas	percentual	número de pessoas
Aço	50%	2
Ferro	25%	1
Titânio	25%	1
Total	100%	4

Tabela 3

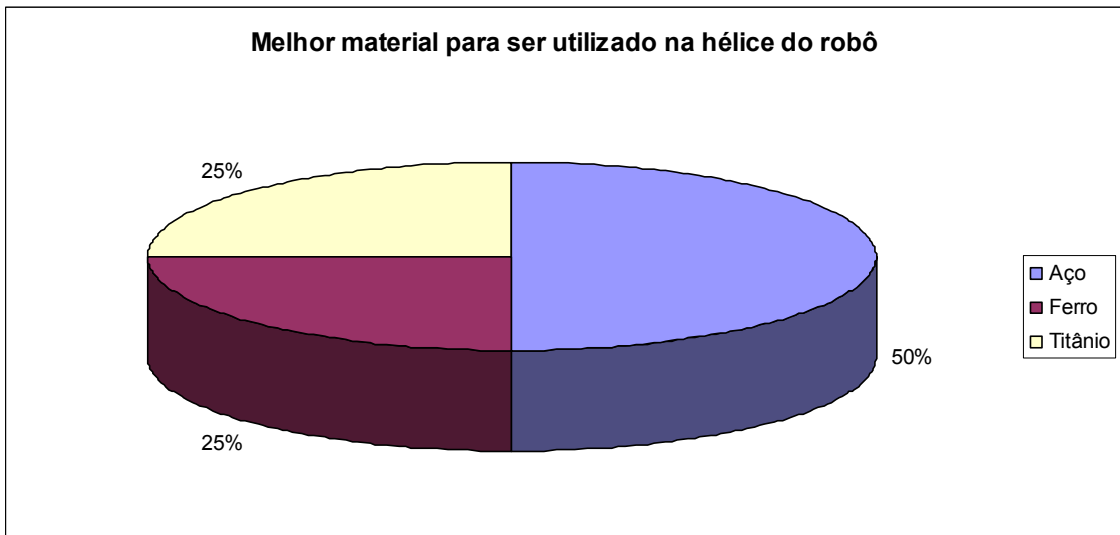


Gráfico 3

Com relação ao material que deveria ser utilizado no projeto 50% dos entrevistados usariam o aço, pois se trata de um material barato, 25% preferam o ferro, e 25% escolheram o titânio pois se trata de um material bem resistente.

5.4 Qual melhor tipo de radio controle para usar em combate de robôs?

Qual melhor tipo de radio controle para usar em combate de robôs ?

Respostas	percentual	número de pessoas
AM	0%	0
FM	50%	2
Não soube responder	50%	2
Total	100%	4

Tabela 4

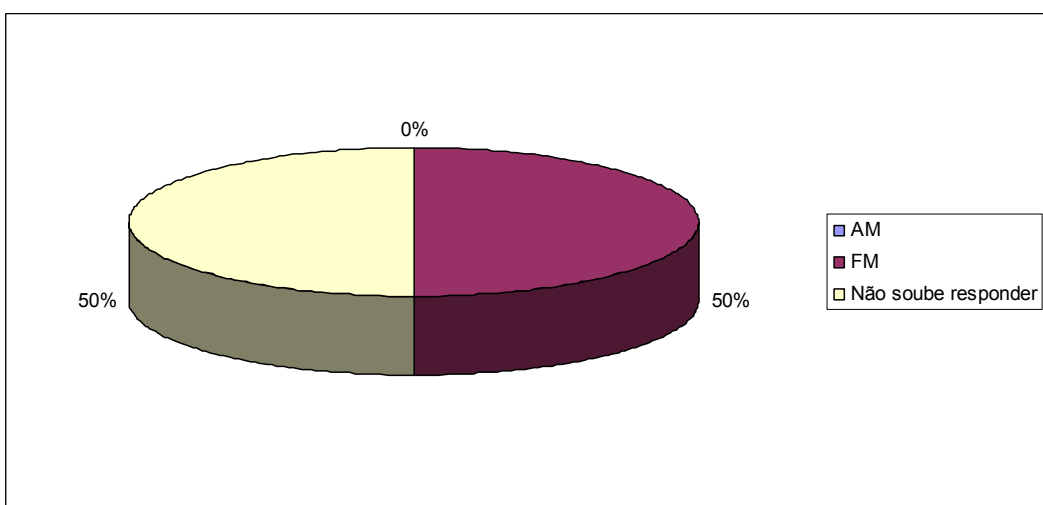


Gráfico 4

Uma vez perguntado qual o melhor tipo de rádio controle para controlar o robô tivemos 50% dos entrevistados que preferem rádios de frequência FM, outros 50% não souberam responder.

5.5 Quanto custaria para fazer melhorias no projeto?

Quanto custaria para fazer melhorias no projeto ?

Respostas	percentual	número de pessoas
menos de R\$50	0%	0
mais de R\$50	50%	2
Não soube responder	50%	2
Total	100%	4

Tabela 5

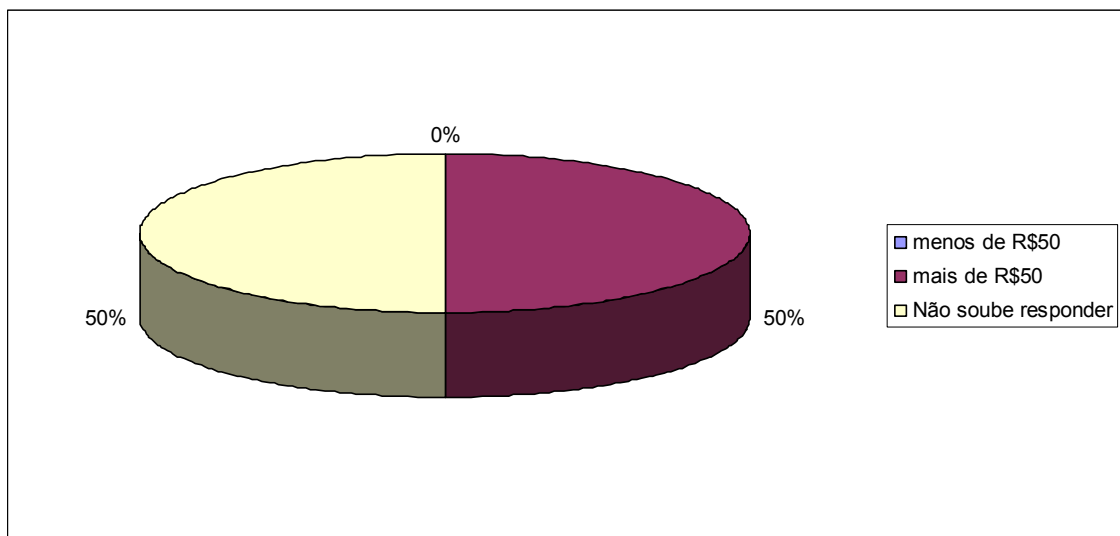


Gráfico 5

6 Conclusão

Neste trabalho foi apresentados os resultados do desenvolvimento e todas as características de um robô de combate.

O objetivo principal deste projeto é o de participar dos eventos anuais da guerra de robôs, o Winter Challenge e o ENECA (encontro nacional de estudantes de controle e automação). Este projeto também pode ser utilizado em lugares de difícil acesso, como, por exemplo, em dutos de ar condicionado, se instalado uma câmera em sua estrutura. Apesar do sucesso em relação à construção deste robô, ainda há muito que se fazer. A principal mudança é reforçar a estrutura que suporta a hélice e todo o sistema da arma.

Ainda serão executados alguns cálculos e melhorias serão feitas em sua parte elétrica, onde será implantado um sistema de PWM (Pulse Width Modulation) que por sua vez, facilitará em muito a dirigibilidade do mesmo.

7 Anexos

Segue abaixo a programação completa do Micro-controlador PIC 16F628A:

```
#include <16f628A.h>
#use delay (clock = 4000000)
#fuses INTRC_IO, NOPUT, NOWDT, NOMCLR, NOLVP, PROTECT, NOCPD,
BROWNOUT

// Declaração das Variaveis

int a=1;
int1 sync=0; // sincroniza o funcionamento
int1 nb1=0; // usada para saber o nivel do pino B1
int1 nb2=0; // usada para saber o nivel do pino B2
int16 pegatmr1=0; //guarda valor pego do timer 1
int16 pegatmr1_2=0;
//

int fr=0; // 1=ré 2=frente
int ed=0; // 1=esquerda 2=direita

// Fim da declaração das Variaveis

// Declaração das Funções

void main(void); // Função principal
void rb_isr(void); // Função tratamento interrupção de mudança de estado PORTB
void trata_t0(void); // Função de tratamento da interrupção do Timer0

// Fim da declaração das Funções

#int_timer0 // vetor interrupção estouro de Timer0
//---> Fail Safe
void trata_t0(void) // Função de tratamento da interrupção do Timer0
{
// disable_interrupts(GLOBAL); // desliga todas interrupções
output_low (pin_a0); // DESLIGA pino A0 -> de ir para frente
output_low (pin_a1); // DESLIGA pino A1 -> de ir para tras
output_low (pin_a2); // DESLIGA pino A2 -> de ir para esquerda
output_low (pin_a3); // DESLIGA pino A3 -> de ir para direita
output_low (pin_b7); // DESLIGA pino A4 -> de acionar a arma
delay_ms(5000);
// enable_interrupts (GLOBAL); // Religa todas interrupções
}

#int_rb // vetor interrupção mudança de estado no PORTB
void rb_isr(void) // Função tratamento interrupção de mudança de estado PORTB
{

// disable_interrupts(GLOBAL); // desliga todas interrupções
```

```
set_timer0(0); // zera o Timer0 para não ocorrer o ativamento do fail safe
```

```
if((input (pin_B5)) & (nb1==0) & (a==1))  
{  
    set_timer1 (0);  
    nb1=1;  
}
```

```
if((!input (pin_B5)) & (nb1==1) & (a==1))  
{  
    pegatmr1 = 0;  
    pegatmr1 = get_timer1 ();  
    nb1=0;  
    sync=1;  
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
if((input (pin_B6)) & (nb2==0) & (a==2))  
{  
    set_timer1 (0);  
    nb2=1;  
}
```

```
if((!input (pin_B6)) & (nb2==1) & (a==2))  
{  
    pegatmr1_2 = 0;  
    pegatmr1_2 = get_timer1 ();  
    nb2=0;  
    sync=1;  
}
```

```
//enable_interrupts(GLOBAL); // Religa todas interrupções  
}
```

```
void main(void) // Função principal  
{
```

```
write_EEPROM(1,'F');  
write_EEPROM(2,'E');  
write_EEPROM(3,'I');  
write_EEPROM(4,'T');  
write_EEPROM(5,'O');
```

```
write_EEPROM(10,'P');  
write_EEPROM(11,'O');  
write_EEPROM(12,'R');
```

```
write_EEPROM(17,'T');  
write_EEPROM(18,'H');  
write_EEPROM(19,'I');
```

```

write_EEPROM(20,'A');
write_EEPROM(21,'G');
write_EEPROM(22,'O');

output_high (pin_a7);
delay_ms (500);
output_low (pin_a7);
delay_ms (500);
output_high (pin_a7);

////////////////////////////////////
setup_timer_1 (T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1 ); // liga timer1 pelo clock interno
// preescaler: ciclo de maquina dividido por 1 neste caso
setup_timer_0 (RTCC_INTERNAL | RTCC_DIV_256); // liga timer0 pelo clock interno
//preescaler: ciclo de maquina dividido por 256 neste caso
////////////////////////////////////
enable_interrupts (INT_TIMER0); // Libera a interrupção de estouro do Timer0
// timer0 overflow
enable_interrupts(INT_RB); // Libera as interrupções por mudança de estado no
// Port B = Pinos B4 -> B7
enable_interrupts(GLOBAL); // Libera o registrador de interrupção global
// Permite que as interrupções funcionem
////////////////////////////////////

while(true)
{

    if((a==1) & (sync==1))
    {
        if((pegatmr1>1800) & (pegatmr1<2500) & (a==1))
        {
            fr=2;
        }

        if((pegatmr1>500) & (pegatmr1<1400) & (a==1))
        {
            fr=1;
        }

        if((pegatmr1>1450) & (pegatmr1<1750) & (a==1))
        {
            fr=0;
        }
        a=2;
        sync=0;
    }

    //////////////////////////////////////

    if((a==2) & (sync==1))
    {
        if((pegatmr1_2>1800) & (pegatmr1_2<2500) & (a==2))

```

```

    {
        ed=2;
    }

    if ((pegatmr1_2>500) & (pegatmr1_2<1400) & (a==2))
    {
        ed=1;
    }

    if ((pegatmr1_2>1450) & (pegatmr1_2<1750) & (a==2))
    {
        ed=0;
    }

    a=1;
    sync=0;
}

if ((ed==0) & (fr==0))
{
    output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
    output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
    output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
    output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==0) & (fr==1))
{
    output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
    output_high (pin_A1); // motor direito pra traz
    output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
    output_high (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==0) & (fr==2))
{
    output_high (pin_A0); // motor direito pra frente
    output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
    output_high (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
    output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==1) & (fr==0))
{
    output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
    output_high (pin_A1); // motor direito pra traz
    output_high (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
    output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==2) & (fr==0))

```

```

{
  output_high (pin_A0); // motor direito pra frente
  output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
  output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
  output_high (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==1) & (fr==2))
{
  output_high (pin_A0); // motor direito pra frente
  output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
  output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
  output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==2) & (fr==2))
{
  output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
  output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
  output_high (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
  output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==1) & (fr==1))
{
  output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
  output_high (pin_A1); // motor direito pra traz
  output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
  output_low (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}

if ((ed==2) & (fr==1))
{
  output_low (pin_A0); // motor direito pra frente
  output_low (pin_A1); // motor direito pra traz
  output_low (pin_A2); // motor esquerdo pra frente
  output_high (pin_A3); // motor esquerdo pra traz
}
}
}
}

```

8 Referências bibliográficas

GUSSOW, Milton. Eletricidade Básica. 2ª Edição. São Paulo: Editora Makron Books, 1996. (343-347).

BRAGA, C. Newton. Eletrônica: Gravação de Voz com Microprocessadores. Ano 40 N°383. São Paulo: Editora Saber, 2004. (18).

SILVA, Renato A. Programando Microcontroladores PIC: Linguagem "C". -São Paulo:Ensino Profissional, 2006 183p.

ROBERT L. BOYLESTAD.Introdução a Análise de Circuitos,Ano 1998 Edição: 8,Editora: LTC 168p.