

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ - PUCPR
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

EUGÊNIO BURG FILHO
HEVERTON IVAN DE SENE
PEDRO HENRIQUE MARCHESINI MULLER
RAFAEL PIZZAMIGLIO

HIGHTECH ROADSTER

CURITIBA - PR

2009

EUGÊNIO BURG FILHO
HEVERTON IVAN DE SENE
PEDRO HENRIQUE MARCHESINI MULLER
RAFAEL PIZZAMIGLIO

HIGHTECH ROADSTER

Documentação referente ao Projeto Integrado desenvolvido no 6º Período do Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito para obtenção parcial da nota semestral na disciplina de Microprocessadores 2.

Orientador: Afonso Ferreira Miguel

CURITIBA - PR

2009

*D*edicamos a Deus, por permitir que concluíssemos este trabalho,
e também a todos que estiveram presente nessa nossa caminhada.

AGRADECIMENTOS

As pessoas que contribuíram positivamente para o término desse projeto.

Ao nosso orientador, professor e amigo que graças aos seus conselhos e ajuda durante todas as etapas do projeto.

A todos os professores que também nos ajudaram a finalizar o trabalho, elucidando eventuais dúvidas.

A todos que contribuíram positivamente à conclusão do projeto.

FILHO, Eugênio Burg; MULLER, Pedro Henrique Marchesini; PIZZAMIGLIO, Rafael; SENE, Heverton Ivan de. Gerador Eólico. 2009. 16 p. Projeto Integrado, Engenharia da Computação – Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.

RESUMO

O projeto “HighTech Raodster” tem como finalidade aplicar os conceitos de microprocessadores e eletrônica, que se obteve com o decorrer do curso, para transformar um simples carrinho de controle remoto em um “robô” totalmente autônomo e independente de observações e decisões externas ao seu sistema, utilizando apenas as ordens do próprio processador, que utiliza vários sensores como parâmetros. Assim, o carrinho comportar-se-á de forma inteligente, realizando manobras aleatórias até que alguma situação de risco para o robô surja, fazendo com que este se livre do possível problema.

PALAVRAS-CHAVE: Carro autônomo, sensor infra-vermelho, bate-volta, carro robô.

FILHO, Eugênio Burg; MULLER, Pedro Henrique Marchesini; PIZZAMIGLIO, Rafael; SENE, Heverton Ivan de. HighTech Roadster. 2009. 16 p. Projeto Integrado, Engenharia da Computação – Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.

ABSTRAT

The “HighTech Raodster” project has the goal to apply the concepts of microprocessors and electronics, obtained during the course, to transform a simple remote control car into a robot completely autonomous and independent of the external observations and decisions, using only the orders from it’s own processor, that use many sensors as parameters. Therefore, the little car will behave intelligently, doing some random maneuvers until some risk situations appear, so the robot will get over the problem.

KEY-WORDS: Autonomous car, infra-red sensor, beat and back, robot car.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

®	<i>Registered</i> , Marca Registrada
A	ampère
CI	Circuitos Integrados
CMOS	<i>Complementary metal-oxide-semiconductor</i> , ou semicondutor metal-óxido complementar
LED	<i>Light Emitting Diode</i> , ou Diodo Emissor de Luz
PC	<i>Personal Computer</i> , Computador Pessoal
PIC	<i>Programmable Integrated Circuit</i> , Circuitos Integrado Programável
TTL	Transistor-Transistor <i>Logic</i>
™	<i>Trade Mark</i> , Marca Comercial
V	volts
W	watts
Ω	ohm

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Sensores utilizados	04
Figura 02 – Um esquemático do sensor infravermelho	04
Figura 03 – Circuito de um módulo de sensores	05
Figura 04 – Esquemático Esquema do Módulo de Potência.....	06
Figura 05 – Representação de um motor elétrico	08
Figura 06 – Motor utilizado no projeto	08
Figura 07 – Módulo Localizador do Ponto de Recarga	09
Figura 08 – Forma de onda do emissor	10
Figura 09 – Forma de onda do Receptor	11
Figura 10 – Como medir onda quadrada.....	11
Figura 11 – Módulo Localizador e Sensor do Ponto.....	12
Figura 12 – Circuito Principal do PIC	13

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS DO PROJETO	01
3. HARDWARE	02
3.1 BATERIAS	02
3.2 DETECTORES INFRAVERMELHOS	03
3.3 MÓDULO DE PONTÊNCIA DOS MOTORES	06
3.4 MOTOR DC	07
3.5 PONTO DE RECARGA	08
3.6 SENSOR DA BATERIA E LOCALIZADOR DO PONTO	10
3.7 CONTROLE PRINCIPAL	12
4. SOFTWARE	14
5. CONCLUSÃO	14
6. REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

Um assunto muito abordado hoje em dia no mundo todo é sobre a segurança existente nos carros atuais. Discussões sobre qual é a melhor tecnologia para poluir menos para causar menos impacto ao meio ambiente, ou também sobre o que seria melhor, um carro controlado por sensores e máquinas ou pelo ser humano.

As tecnologias para um carro controlado pelo computador estão cada vez mais avançadas. Atualmente muitos carros vêm com câmeras na parte de trás dele para o motorista poder estacionar com segurança e sem risco de atropelar uma pessoa, ou de bater no carro de que está atrás. Algumas empresas testam carros que conseguem frear sozinhos para não bater no carro da frente que está parado em um sinal de trânsito.

Com a grande demanda de automóveis, e a quantidade imensa existente em grandes centros habitacionais, cada vez mais é necessária a utilização de produtos que facilitem a vida do motorista. Carros como o apresentado no filme “Eu, Robô”, “atizam” os olhos da humanidade em um conceito que talvez demore um pouco para funcionar, mas seria uma das melhores invenções que o homem teria realizado, o carro que tem autonomia para andar sozinho e levá-lo ao lugar que a pessoa deseja sem um mínimo esforço dela.

O princípio básico deste modelo de carro seria sensores na parte externa do veículo que detectam se ele está próximo ou não a algum outro carro ou pessoas, paredes, etc.

2. OBJETIVOS DO PROJETO

Os objetivos desse projeto, o HighTech Roadster, são, principalmente, de explorar e ampliar os conhecimentos adquiridos no decorrer do

curso e mais efetivamente do 3º ano (5º e 6º períodos) sobre microprocessadores e eletrônica abordando automação, sensoriamento, controle e ativação de motores DC, chaveamento e amplificação de sinais .

Outros temas que o projeto tem como objetivo abordar vão além do conteúdo estudado diretamente no curso: divisão e organização de tarefas relacionadas ao projeto, execução de trabalho em grupo, integração de diversos conhecimentos práticos e teóricos adquiridos tanto no meio acadêmico quanto no cotidiano de cada membro da equipe, o que significa uma real integração do grupo todo.

3. HARDWARE

O presente projeto, como sendo feito por um curso de engenharia da computação e requisito das notas de microprocessadores, necessita englobar os dois grandes grupos que são a parte de Hardware e Software.

A parte de Hardware, consiste em um conjunto de 5 placas e módulos que utilizam dos conceitos de eletrônica que viemos a desenvolver até o decorrente momento.

Todos os dispositivos e módulos criados para controlar o projeto serão abordados e explicados abaixo.

3.1 BATERIAS

Para a alimentação de todo o projeto foram utilizadas várias pilhas recarregáveis de 1,2V e 2500mAh.

No total foi preciso quinze pilhas recarregáveis para uma alimentação apropriada. Sete pilhas foram ligadas em série totalizando uma tensão de aproximadamente 9V, as oito pilhas restantes foram divididas em dois pacotes de

quatro pilha ligadas em série, onde cada pacote gera aproximadamente 5,5V. Os dois pacotes de 5,5V foram ligados em paralelo para se obter uma tensão maior.

A bateria que gera 9V foi posta no módulo onde ocorre o controle dos motores, onde ela opera exclusivamente para acionar os motores. As duas baterias ligadas em paralelo têm como objetivo alimentar os três módulos distribuídos pelo carro, o módulo dos sensores infravermelho, o módulo onde há o controle de acionamento dos motores e o módulo principal, onde recebe as informações dos sensores, interpreta os valores recebidos e dá as coordenadas para o controlador dos motores.

3.2 DETECTORES INFRAVERMELHOS

Detectores infravermelhos possuem várias aplicações na robótica, como detectores de obstáculos, sensor de presença, sensor de precipício, seguidor de linha, monitoramento, entre outras. Para o projeto foi construído quatro módulos de sensores infravermelhos, onde cada módulo há dois sensores infravermelhos. Quatro sensores estão responsáveis por detectar obstáculos a sua frente e os outros quatro sensores são utilizados para a detecção de precipício abaixo deles, como buracos.

Os componentes utilizados para cada módulo de sensores foram:

- Microcontrolador PIC12F675;
- Capacitor de 47nF;
- Resistores de 4,7k Ω , 1k Ω e 100 Ω ;
- Fototransistores TIL78;
- LEDs infravermelho TIL32;
- Transistor BC548.

Para o funcionamento correto é empregado dois componentes que possuem uma característica ideal e de baixo custo para o projeto, o TIL78 e o TIL32. O componente TIL78 é um fototransistor utilizado neste projeto como um receptor de

sinais infravermelho. Já o componente TIL32 é um LED infravermelho usado como emissor de um feixe de luz invisível.

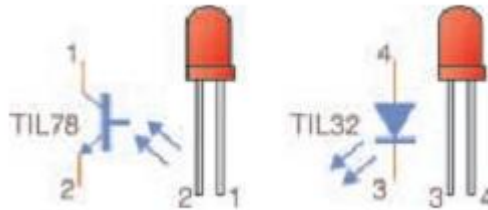


Figura 01: Sensores utilizados.

Fonte: MIGUEL, Afonso Ferreira. Sensor de proximidade infravermelho com PIC 12F675, 2004.

O esquemático do circuito de cada módulo aplicado segue abaixo:

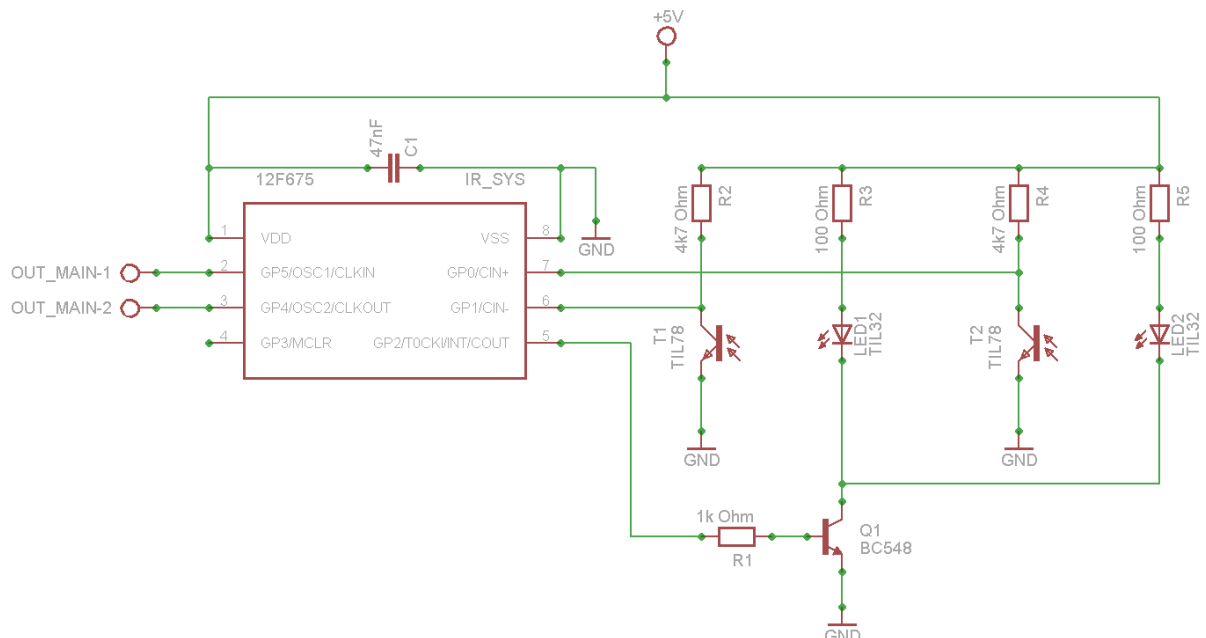


Figura 02: Um esquemático do sensor infravermelho.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2009.

Quando o circuito é alimentado, o LED emissor (TIL32) gera um feixe de luz não captado pela visão humana e, quando este feixe de luz é recebido pelo fototransistor receptor (TIL78), é passada uma tensão aproximada de 1,2V ao microcontrolador. Quanto mais longe o objeto, menor será a tensão passada ao microcontrolador e, com estes valores, a tensão recebida pelo fototransistor e passada ao microcontrolador é analisada por um conversor analógico-digital (incluso no PIC). Assim, pode-se ter uma noção se há um objeto no caminho e se o objeto está longe ou perto dos sensores.

No projeto foram empregadas duas placas de fenolite com cada uma contendo dois jogos do módulo descrito acima. Veja como ficou uma das placas do módulo do sensor infravermelho:

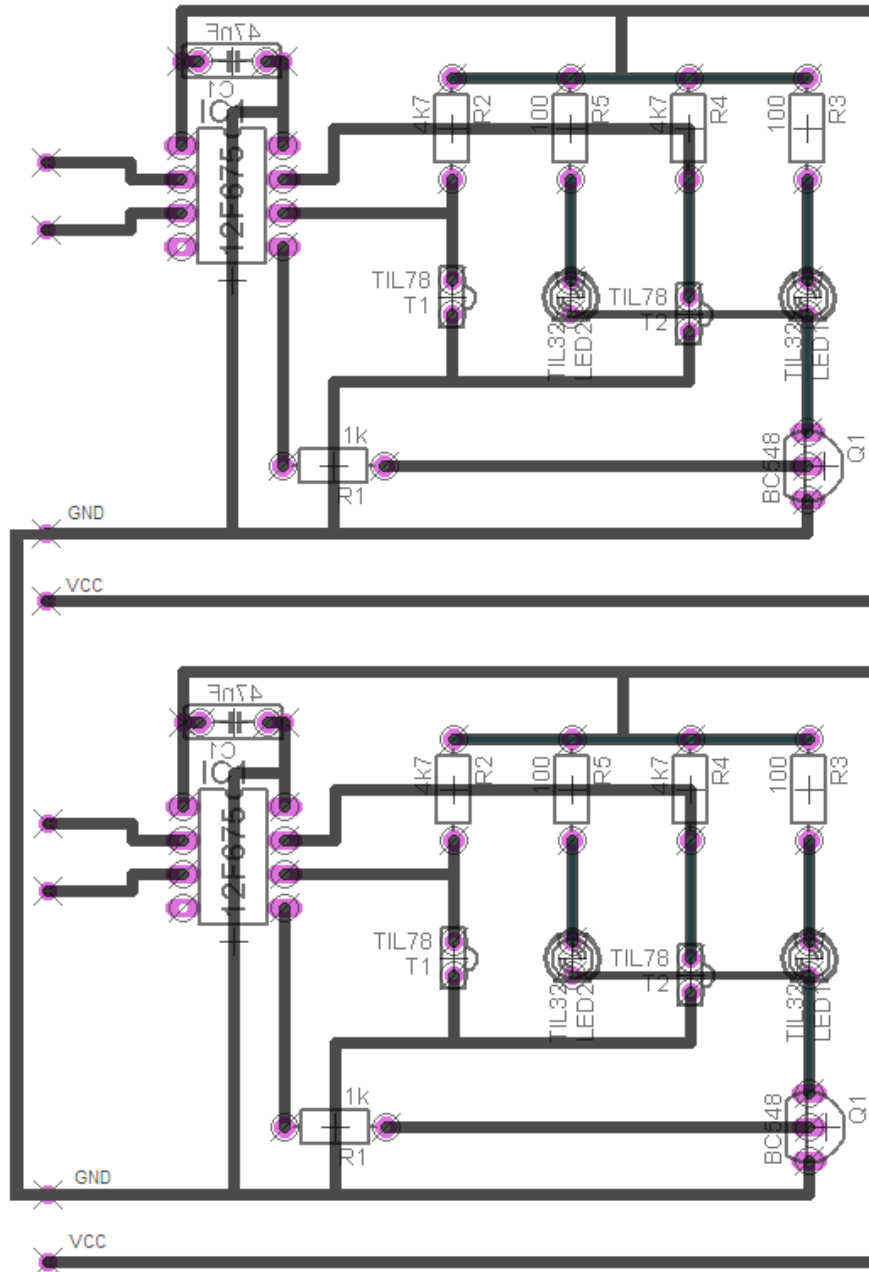


Figura 03: Circuito de um módulo de sensores.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2009.

Caso não haja nenhum objeto para refletir o sinal enviado pelo emissor, não haverá um sinal de entrada no receptor, fazendo com que o PIC interprete que o caminho está livre ou que não há nada em seu caminho.

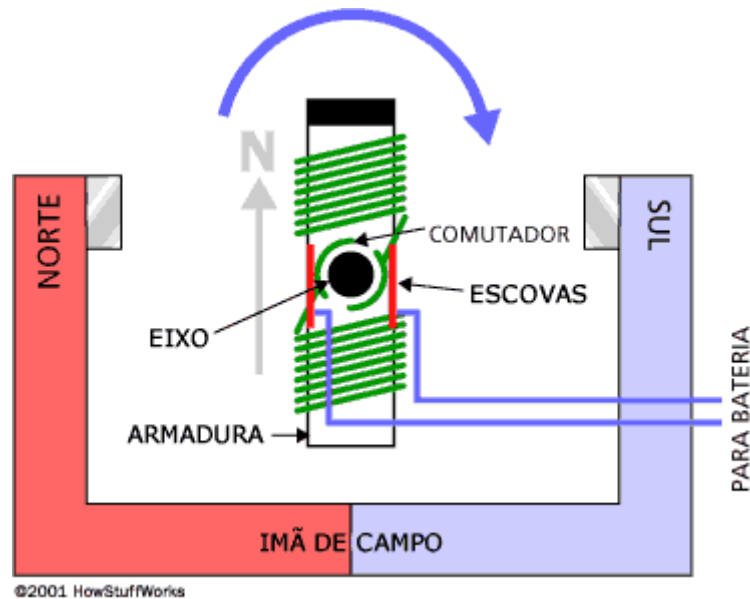
Para a construção do módulo de potência foram necessários os seguintes componentes:

- 2 Relés de Contato Duplo;
- 4 Diodos 1N4004 : D1, D2, D3, D4;
- 2 Transistors BC548B : Q1, Q2;
- 4 Resistor de 1 k Ω : R1, R2, R3, R4;
- 2 TIL122 : T1, T2;
- 6 Conectores para Input e Output (fêmea).

Deve-se observar que um dos principais problemas encontrados foi que os GND's não estavam conectados, e isso é extremamente necessário por causa do PWM que vem do PIC.

3.4 MOTOR DC

O funcionamento de um motor DC é dado pela movimentação de uma armadura que se localiza dentro de um campo rodeada por ímãs com suas polaridades já definidas. Para iniciar um processo de rotação do motor é aplicada uma tensão nas escovas, criando um campo na armadura interna. Esta armadura possui comutadores, que ao dar a primeira meia rotação fará com que os pólos da armadura se inverter. Com essas funcionalidades, quando se aplica uma tensão, cria um lado norte e um lado sul, a armadura irá se deslocar, pois norte repele norte, e quando isso ocorre há uma troca de polaridade pelo comutador, assim o sul da armadura irá repelir o sul do campo, fazendo com que haja movimento.



©2001 HowStuffWorks

Figura 05: Representação de um motor elétrico.
 Fonte: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/motor-eletrico1.htm>

A partir da aplicação de uma tensão no motor tem-se a transformação de energia elétrica e energia mecânica.

O projeto utiliza um motor DC pequeno, que consegue se movimentar a partir dos 5V, porém, é aplicada uma tensão de 9V para obter uma potência maior, devido a corrente disponibilizada pela bateria não ser a ideal.



Figura 06: Motor utilizado no projeto.
 Fonte: http://www.nhpa40.org/b2b/pics/6V_Micro_DC_Motor.jpg

3.5 PONTO DE RECARGA

O localizador de um ponto específico, no caso aonde o carrinho iria se recarregar funciona da seguinte maneira “*Há um emissor infravermelho que fica*

emitindo um sinal na frequência estipulada e depois modulamos o sinal para que somente o receptor específico possa entender apenas o sinal modulado”.

Para modular os sinais utilizamos um NE556 de modo astável um há uma frequência de 10 Hz, modulando um sinal de 38 kHz. Veja o esquemático na figura 07 abaixo:

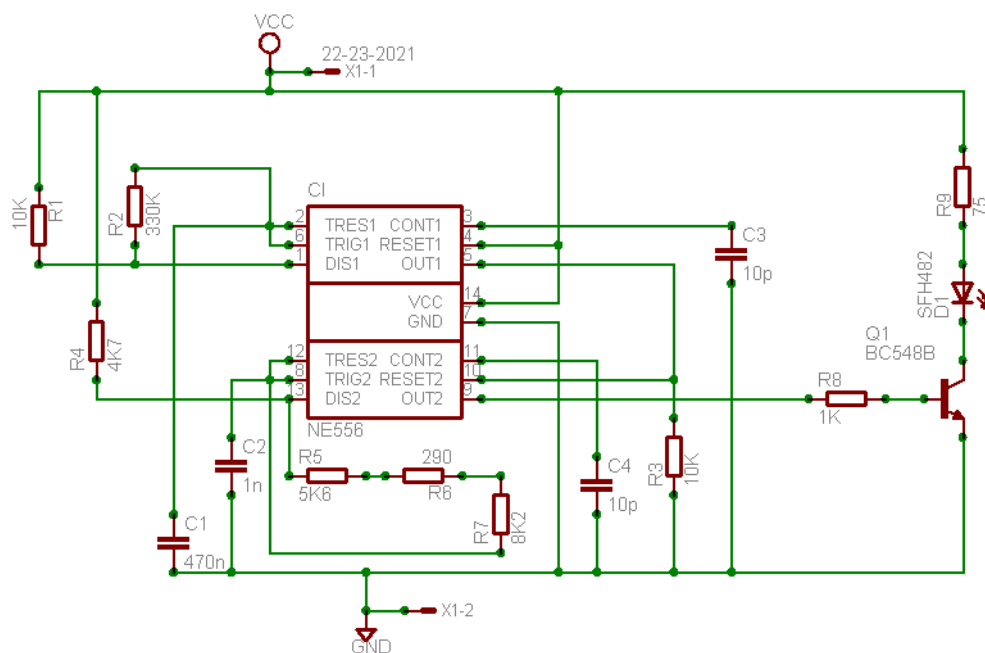


Figura 07: Módulo Localizador do Ponto de Recarga.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2009

Para a construção do circuito acima foi necessário os seguintes componentes:

- Placa de fenolite de cobre simples;
- 2 Pinos de Saídas para Alimentação +5V e GND;
- NE556 : CI;
- Capacitores : C4 e C3 – 10p, C1 – 470n, C2 – 1n;
- Resistores: R1 – 10k, R2 – 330k, R3 – 10k, R4 – 4k7 , R5 – 5k6, R6 – 290, R7 – 8k2, R8 – 1k, R9 – 75;
- Transistor BC548B : Q1;
- Foto Emissor : SFH482.

Esse circuito gera uma forma de onda da seguinte maneira:

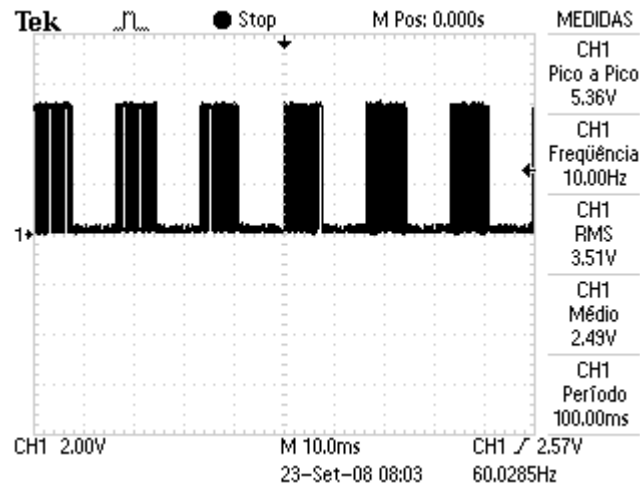


Figura 08: Forma de onda do emissor.
 Fonte: Elaborado pelos Autores, 2009.

Vale lembrar que essa é a forma de onda obtida pelo foto emissor, que geram pulsos de frequência de 10 Hz, ficando 50% do tempo de alta e 50% em baixa, quando fica em alta ele encapsula os sinais de 38 kHz.

3.6 SENSOR DA BATERIA E LOCALIZADOR DO PONTO

Este módulo possui duas funções básicas a saber, uma é ficar lendo a tensão das pilhas dos motores, se elas caírem abaixo do estipulados 8,7 Volts quer dizer que o carrinho deve acionar o PIC master e enviar as funções para o carrinho encontrar o ponto modulado.

Já a localização do ponto modulado entra em funcionamento quando a bateria do motor está descarregando e chegou numa situação crítica, ela funciona da seguinte maneira o optoreceptor de 38 KHz entende o sinal modulado e gera uma forma de onda que entra no PIC como demonstra a figura 09, repare que o circuito gera apenas a crista da onda de forma invertida a emitida.

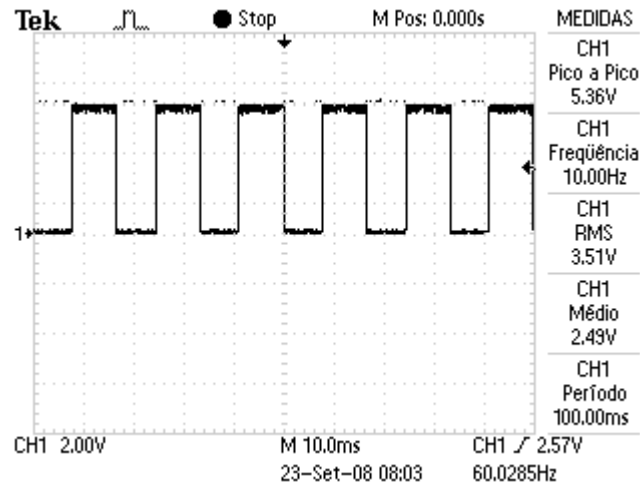


Figura 09: Forma de onda do Receptor.
 Fonte: Elaborado pelos Autores, 2009.

Ao entrar em sintonia com o sensor a forma de onda fica no máximo nesse formato apresentado, ao sair de sintonia o tempo em alta aumenta, sendo que se estiver totalmente fora de foco ele sempre acusará valor de 5 Volts.

Assim para localizar a parede segue-se o seguinte critério, apresentado na figura 10, medindo o tempo e comparando. Usando interrupções e medindo as bordas. Geralmente o tempo mínimo em alta é de 58 ms, logo medimos o tempo mínimo em alta e então tomamos a decisão que será enviada ao PIC master.

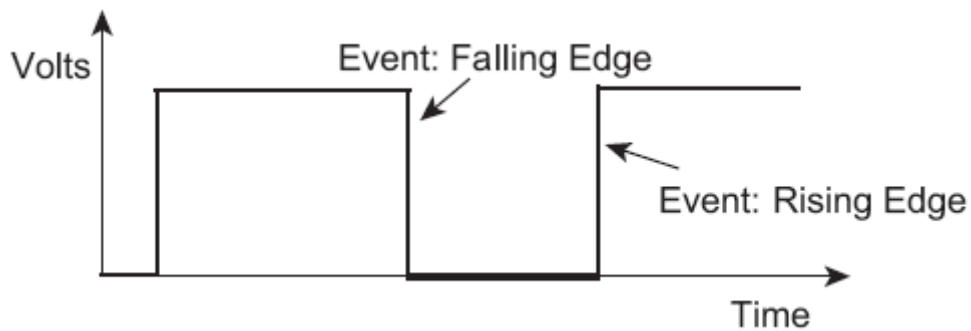


Figura 10: Como medir onda quadrada.
 Fonte: Elaborado pelos Autores, 2009.

Os sensores acima são construídos no modulo apresentado abaixo na figura 11, acompanhe:

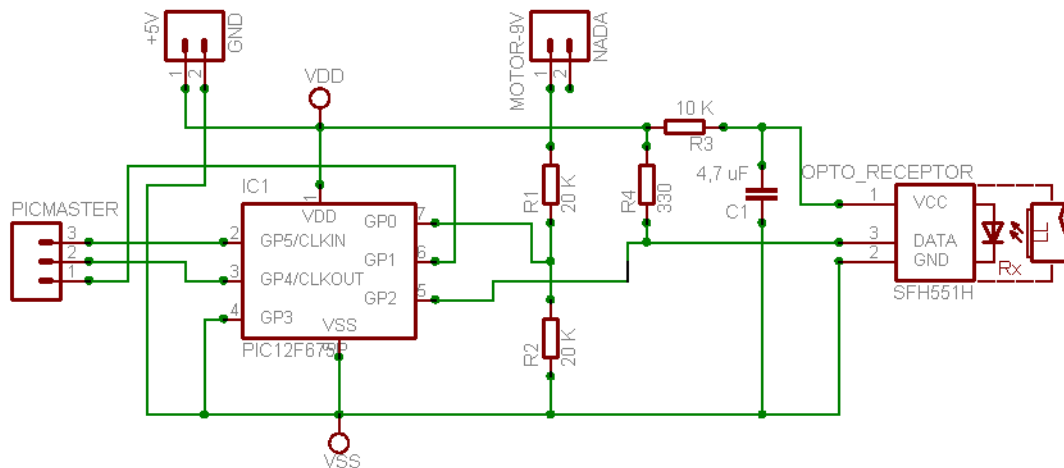


Figura 11: Módulo Localizador e Sensor do Ponto.
Fonte: Elaborado pelos Autores, 2009.

Para a construção do circuito foram necessários:

- ✓ 1 PIC12F675 : IC1;
- ✓ 1 Opto Receptor : SFH551H;
- ✓ Capacitor Fenolite: C1 – 4,7 uF;
- ✓ Resistores : R1 e R2 – 20 k, R3 – 10 K, R4 – 330;

Conectores para alimentação e saídas input / output.

3.7 CONTROLE PRINCIPAL

O Controle Principal é o módulo que comanda e controla todas as decisões que o carrinho deverá efetuar, todos mesmo, ele é um concentrador e centralizador de informações tudo chega nele e tudo passa por ele.

Para tal controle colocamos um PIC16F876A por atender todas as expectativas e necessidades de projeto e ainda ter certa folga nos requisitos caso se queira expandir a capacidade do carrinho em efetuar operações lógicas.

O *clock* principal é de 8 MHz o que garante que todas as informações sejam processadas a tempo, pois os outros componentes que realizam processamento de dados operam na frequência de *clock* de 4 MHz. Sendo assim a tomada de decisão do PIC baseia-se nas informações dos Sensores e da interrupção do sensor da bateria.

O módulo principal pode ser observado na figura 12, acompanhe:

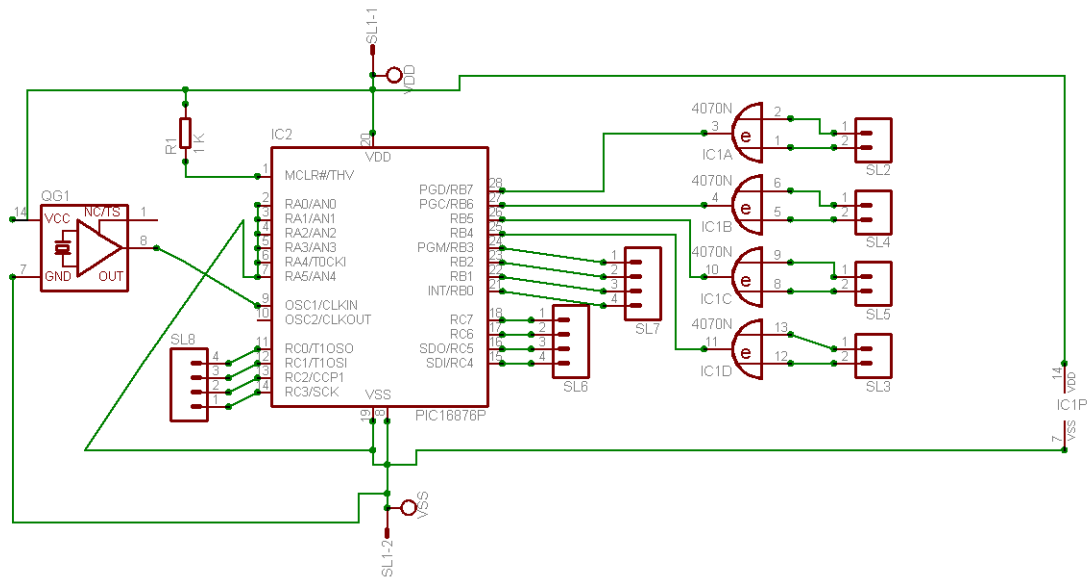


Figura 12: Circuito Principal do PIC.
Fonte: Elaborado pelos Autores, 2009.

Para isso foram utilizados os seguintes componentes:

- ✓ PIC16F876A : IC2;
- ✓ Porta XOR Quádrupla CMOS CD4070N : IC1;
- ✓ Quatro Pares de conectores para as portas lógicas: SL<2..5>;
- ✓ Quatro Conectores para as portas PORTC<7..4> : SL6;
- ✓ Quatro Conectores para as portas PORTC<3..0> : SL8;
- ✓ Quatro Conectores para as portas PORTB<0..3> : SL7;
- ✓ Dois Conectores para alimentação;
- ✓ Resistor : R1 – 1k;
- ✓ 1 Oscilador de 8 MHz.

Note que os 8 sensores de obstáculos e profundidades chegam na porta lógica XOR que faz a operação e manda a saída para as portas RB<7..4> que podem ser utilizadas como interrupções de RBCHANGE.

A grande sacada foi que dois sensores ficam na Frente Esquerda, dois na Frente Direita, dois na Traseira Direita e dois na Traseira Esquerda, cada par funcionam assim, um para obstáculo e um para precipício, o de precipício sempre fica em estado lógico V e o de obstáculo sempre em F, o resultado da operação é sempre V, pela XOR em condições normais.

Ao mudar o estado de RB, quer dizer que detectou algo não importa o que mais ele efetuará a mudança que é necessária. Mais explicações sobre isso é discutida na sessão de softwares -> algoritmos.

4. SOFTWARE

Toda a parte lógica de programação foi desenvolvida utilizando a linguagem *Assembly*, utilizando a IDE MPLAB 8.20^a da empresa *MICROCHIP*[™] que é a mesma fornecedora dos PIC's utilizados que foram o PIC12F675 e o PIC16F876A.

O software dos sensores foi obtido com o professor Afonso, e também está disponível em publicação, vide referências, e utilizado no componente.

O software principal consiste em deixar o carrinho brincando, ou seja, seguindo um fluxo de virar para um lado e para frente, até encontrar um obstáculo, ou seja, acionado a interrupção da bateria, o que fará o carrinho procurar a fonte de alimentação.

5. CONCLUSÃO

Com o projeto conseguiu-se com sucesso utilizar a maioria dos conhecimentos adquiridos até o momento no curso de Engenharia de Computação, sobre a utilização de microprocessadores, o mais utilizado no projeto foi da família PIC da *microchip*[™], além é claro de utilizar muitos dos conceitos de eletrônica que foram estudados nos semestres anteriores e atuais.

O projeto serviu para demonstrar que o trabalho em equipe é essencial para a conclusão de todos os processos e que deve-se ter uma boa

utilização do tempo seguindo um cronograma é essencial para ter o projeto entregue em dia sem correria.

O grupo se viu comprometido na realização do projeto contribuindo para que pudéssemos argumentar e discutir diversos pontos que ficaram dúbios, esclarecendo a maioria das dúvidas entre os próprios integrantes.

A experiência de realizar esse projeto foi muito válida que serviu nos de preparação para futuros projetos e também para o projeto final que em breve estaremos empenhados a fazer.

Portanto apesar dos percalços encontrados no caminho, cada obstáculo só serviu para nos dar força a prosseguir, e como objetivo do projeto integrado conseguiu-se atingir o esperado e desenvolver nossos conhecimentos.

6. REFERÊNCIAS

MIGUEL, Afonso Ferreira. *Sensor de proximidade infravermelho com PIC 12F675*. Disponível em: Revista Mecatrônica Fácil, nº 20. Ed. Janeiro. Ano 2005.

HowStuffWorks. *How Electric Motors Work*. Disponível em: <http://electronics.howstuffworks.com/motor.htm>. Acessado em: 21 de junho de 2009.

MIGUEL, Afonso Ferreira. *Módulo 16F876*. Disponível em: <http://www.engcomp.pucpr.br/afonso/Graduacao/LabEngComp/ModulosAquisicao/ModuloAntigo.htm>. Acesso em: 08 de Abril de 2008.

PIC16F876A. Microchip. Acesso em 18 de Junho de 2009, disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292c.pdf>.