

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

BRUNO BAPTISTA BUCKERIDGE
HENRIQUE DUARTE LIMA
JONATHAN CARVALHO DINIZ
RENAN MORIS FERREIRA

CMT – CONTROLE MAGNÉTICO DE TRÂNSITO

CURITIBA
2010

BRUNO BAPTISTA BUCKERIDGE
HENRIQUE DUARTE LIMA
JONATHAN CARVALHO DINIZ
RENAN MORIS FERREIRA

CMT – CONTROLE MAGNÉTICO DE TRÃNSITO

Projeto apresentado como requisito Parcial para avaliação do Programa de Aprendizagem em Física IV e requisito para o programa de Aprendizagem em RPE II, do Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, sob a Orientação dos professores Gil Marcos Jess e Afonso Ferreira Miguel.

CURITIBA
2010

RESUMO

O projeto CMT, referente ao quarto período do curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, propõe o desenvolvimento de um controle de trânsito magnético de uma cidade através de imãs e sensores, para que os carros, a partir dos sensores de efeito hall equipados em seu interior, sigam os imãs dispostos pela via mantendo a sua estabilidade.

Baseando-se na facilidade, foi desenvolvido todo um software em cima do arduino nano.

Palavras-chave: imãs, projeto, controle, carro, trânsito, magnético.

ABSTRACT

The CMT project, regarding the four period of the course of Computer Engineering at the Catholic University of Paraná, proposes to develop a traffic control magnetic city through a magnet and hall effect sensors, for cars, from within the hall effect sensors fitted inside, follow the magnets arranged through maintaining its stability.

Based on the facility, all software was developed on top of the arduino nano.

Keywords: magnets, project, control, car, transit, magnetic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. GERAL.....	9
2.2. ESPECÍFICO.....	9
3. MATERIAIS UTILIZADOS.....	10
4. DESCRIÇÃO GERAL.....	11
4.1. HISTÓRIA DO PROJETO.....	11
4.2. HARDWARE E MECÂNICO.....	11
4.3. MAQUETE.....	17
4.4. SOFTWARE.....	19
5. DESCRIÇÃO DETALHADA.....	20
6. PLACA ARDUÍNO NANO.....	23
7. CIRCUITOS IMPRESSOS E DIAGRAMAS ELÉTRICOS.....	24
8. CÓDIGO-FONTE.....	25
9. GLOSSÁRIO.....	26
10. PROBLEMAS APRESENTADOS.....	28
11. CONCLUSÃO.....	30
12. REFERÊNCIAS.....	31
12. FOTOS EM ANEXO.....	32

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Carrinho de controle remoto.....	11
Figura 2 – Sensores de efeito hall.....	12
Figura 3 – Disposição dos sensores de efeito hall no carrinho.....	13
Figura 4 – Micro servo motor.....	13
Figura 5 – Imãs de Neodímio fixados na maquete.....	14
Figura 6 – Shield para o arduino nano.....	14
Figura 7 – Arduino Nano.....	15
Figura 8 – Arduino nano comparado a um arduino convencional.....	15
Figura 9 – Bateria 9V.....	16
Figura 10 – Alimentação convencional com 3 pilhas AA.....	16
Figura 11 – Projeto CMT finalizado.....	16
Figura 12 – Base de madeira para a maquete.....	17
Figura 13 – Desenho da via na base de madeira.....	17
Figura 14 – Imãs de neodímio fixados na maquete.....	18
Figura 15 – Maquete pintada e finalizada.....	18
Figura 16 – Interface do compilador.....	19
Figura 17 – Arduíno Nano.....	23
Figura 18 – Circuito Shield.....	24
Figura 19 – Código fonte do projeto CMT.....	25
Figura 20 – Projeto CMT em fase final.....	32
Figura 21 – Projeto CMT Finalizado.....	32

Figura 22 – Grupo do projeto CMT. Da esquerda para a direita: Jonathan
Diniz, Bruno Buckeridge, Henrique Duarte.....33

1 – INTRODUÇÃO

Dirigir é um hábito comum no dia-a-dia das pessoas, seja por lazer, trabalho, emergência, ou qualquer outro motivo que leve a pessoa a um local “distante” de sua localização. Porém, dirigir oferece seus riscos, colisões entre carros e pessoas que não respeitam as leis de trânsito. Visando isso, foi elaborado o projeto CMT, que consiste em imãs dispostos pela via e sensores nos carros, tornando assim mais fácil o domínio do veículo, reduzindo as batidas de trânsito e o excesso de velocidade. A idéia não é tirar o domínio do veículo das mãos do proprietário, mas sim facilitar o uso do veículo, para que o condutor possa praticar algum outro tipo de atividade enquanto o carro é guiado pela pista, como por exemplo, ler um jornal enquanto o carro segue por uma via movimentada.

Para este projeto, foi adquirido um carro de controle remoto, imãs de neodímio e sensores de efeito hall. Foi elaborada uma maquete onde nela foram desenhadas as vias, e em sua parte inferior, os imãs a serem fixados.

Este pode ser um projeto útil que proporcionará conforto e segurança para os condutores de carros.

2 – OBJETIVOS

2.1 GERAL

Com base nos programas de aprendizagem de Física IV, Sistemas Digitais II e Resolução de problemas de engenharia II, construir um projeto que utilize e integre essas disciplinas e proporcione as pessoas facilidades.

2.2 ESPECÍFICOS

1. Estudar e testar o comportamento dos imãs;
2. Confeccionar a maquete;
3. Estudar e testar o comportamento dos sensores de efeito hall para localizar o campo magnético e dar início à programação;
4. Confeccionar a parte mecânica;
5. Criar um software para controlar o projeto;
6. Controlar e manter a estabilidade do carro;
7. CD do projeto com fotos, vídeos, documentação e pagina para internet.

3 - MATERIAIS UTILIZADOS

- Fios para protoboard;
- Tubo de estanho 37,5cm;
- Cola quente;
- Arduíno;
- Arduíno Nano;
- Flat cable;
- Furadeira;
- Serra;
- Lixa;
- Servo motor;
- Parafusos;
- Lima;
- Carrinho de controle remoto;
- Placa de fibra de vidro dupla face 10x10 cm;
- Barra de pinos;
- Bornes;
- Base de madeira;
- Tinta;
- Pregos;
- Imãs de neodímio.

4 - DESCRIÇÃO GERAL

4.1 HISTÓRIA DO PROJETO

A primeira idéia para a confecção de um projeto utilizando o magnetismo como base foi a de construir um semáforo magnético. Então buscou-se fontes alternativas e novas idéias relacionadas com uma cidade. Criou-se a idéia de confeccionar uma cidade magnética, porém a mesma não satisfez o grupo. Então pediu-se ajuda ao professor Gil Marcos Jess para uma nova idéia sobre como ser mais específico em relação ao tema escolhido. O professor então sugeriu que fosse realizado o controle de orientação de carros através de ímãs. Pesquisando sobre isso e visto alguns vídeos, viu-se uma boa idéia de projeto.

Depois de juntar as idéias e analisar os vídeos, essas foram passadas para o papel em forma de um plano de trabalho e entregue aos professores como proposta de projeto. O projeto foi aprovado e teve como início o dia 29/08/2010. Foi nesse dia que começou a idéia do projeto e por isso foi definida como data inicial do projeto.

A idéia foi bem aceita pelos integrantes, mas ainda era necessário aprender sobre como utilizar os sensores de Efeito Hall.

4.2 HARDWARE E MECÂNICO

O primeiro passo do projeto foi a compra de um carrinho de controle remoto, que seria a base do projeto, como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Carrinho de controle remoto.

Nele foram fixados, no decorrer do projeto, os sensores de efeito, o Arduino Nano e o servo motor.

A idéia inicial para utilização do magnetismo foi a de utilizar um campo magnético que guiasse o carrinho de controle remoto. Foram pesquisados modelos de servos motores para o controle do eixo de movimentação das rodas do carrinho, sensores de efeito hall, carrinhos de controle remoto e bases de madeira onde seria elaborada a maquete do projeto.

Para que o carrinho pudesse ser guiado na via, utilizaram-se sensores de efeito hall, como mostra a Figura 2. Esses sensores têm uma saída relativa de tensão, pela tensão de alimentação, que varia em proporção à força do campo magnético, ou seja, de acordo com a intensidade do campo magnético, a tensão na saída dos sensores seria afetada. Quanto mais intenso um campo magnético, menos tensão seria obtida na saída dos sensores.



Figura 2 – Sensores de Efeito hall.

Para o projeto CMT, utilizou-se esta característica destes sensores para que fosse possível fazer com que o carrinho de controle remoto mudasse de direção de acordo com o posicionamento dos ímãs de neodímio fixados na maquete. Pode-se observar na Figura 3 a disposição dos sensores de efeito hall na parte superior que envolve o carrinho de controle remoto.



Figura 3 – Disposição dos sensores de efeito hall no carrinho.

Como o carrinho de controle remoto é relativamente pequeno, decidiu-se utilizar um servo motor de pequeno porte (Figura 4), para que de acordo com a intensidade e a direção do campo magnético, o eixo principal de movimento das rodas do carrinho se movimentasse para o lado em questão.



Figura 4 – Micro servo motor.

Com o servo motor fixado no eixo, decidiu-se realizar a fixação dos ímãs na maquete (Figura 5). Cada ímã teve que ficar a 2,5 cm de distância um do outro, para que o sensor de efeito hall pudesse localizar os campos magnéticos de todos os ímãs, sem muita interferência e com valores praticamente constantes.



Figura 5 – Ímãs de Neodímio fixados na maquete.

Com tudo pronto, foi necessário começar o desenvolvimento de um shield para a melhor utilização do arduino nano, sendo que esse shield foi desenvolvido em um circuito impresso com dupla face, como mostra a Figura 6.

Posteriormente foram realizados testes. No princípio, não funcionou como se esperava e então pediu-se ajuda ao professor Afonso Ferreira Miguel, que orientou e corrigiu os erros. Novamente implementou-se a placa, e nessa segunda tentativa, a placa funcionou com sucesso.

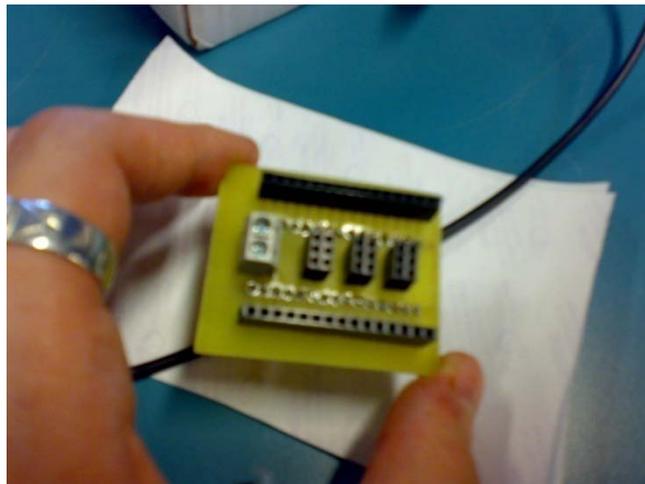


Figura 6 – Shield para o arduino nano.

Para que fosse possível controlar todas as operações que viessem a ser utilizadas, utilizou-se uma placa microcontroladora arduino nano (Figura 7 e Figura 8), baseada em um microcontrolador ATmega168. Através de sua programação, foi

possível fazer com que ele reconhecesse o campo magnético que controlaria o servo motor e assim movimentava o eixo do carrinho.

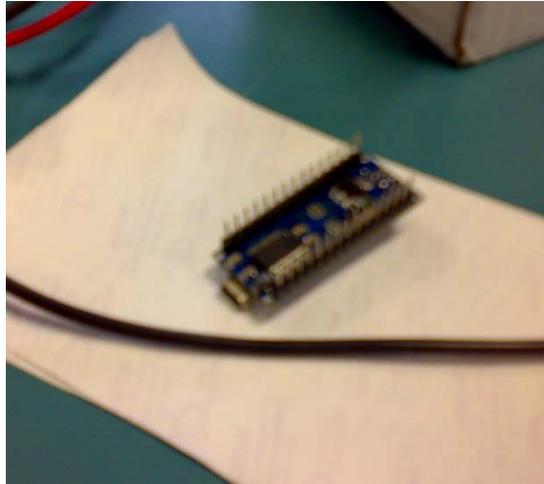


Figura 7 – Arduino Nano.



Figura 8 – Arduino nano comparado a um arduino convencional.

Por fim, para que tudo pudesse ser alimentado e assim funcionar em conjunto, utilizou-se uma bateria de 9V (Figura 9) para a alimentação do arduino nano, e para o motor responsável pela movimentação das rodas traseiras do carrinho, utilizou-se a alimentação convencional do carrinho de controle remoto, composta basicamente de 3 pilhas AA (Figura 10).



Figura 9 – Bateria 9V.

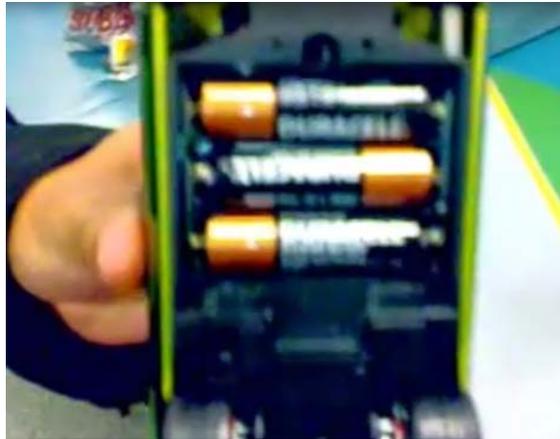


Figura 10 - Alimentação convencional com 3 pilhas AA.

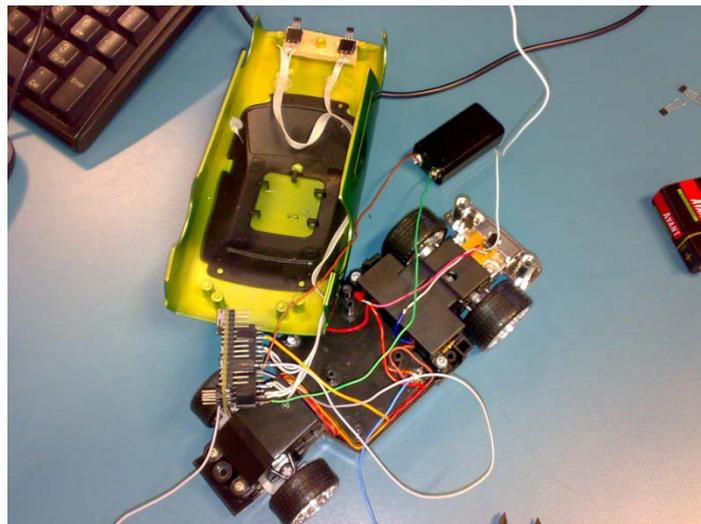


Figura 11 - Projeto CMT finalizado.

4.3 – MAQUETE

Depois da toda a parte eletrônica bem estrutura, começamos a estruturar a maquete do projeto CMT. Toda a maquete foi confeccionada em uma base de madeira como mostra a Figura 12.



Figura 12 – Base de madeira para a maquete.

Na parte superior da maquete, foi desenhada uma via convencional, onde nela estão presentes duas curvas, em diagonal, para que assim pudéssemos testar o funcionamento do projeto em si (Figura 13).

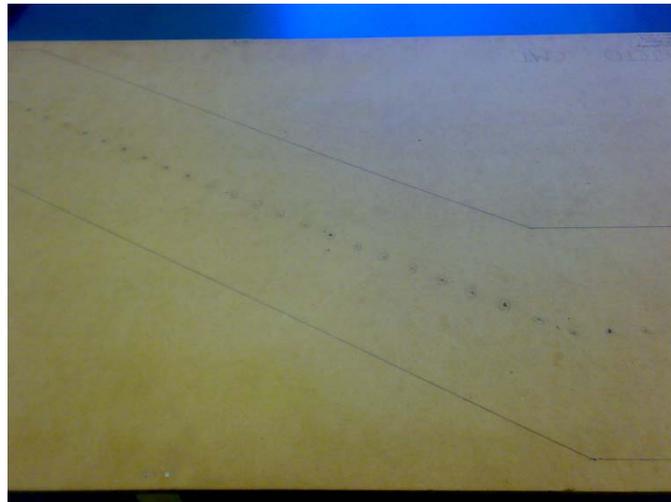


Figura 13 – Desenho da via na base de madeira.

Na parte inferior desta base, foram fixados os ímãs de neodímio (Figura 14), precisamente distanciados a 2,5 cm um do outro, para que a interferência dos campos magnéticos entre si fosse mínima e assim não interferisse de maneira tão intensa na leitura dos valores dos sensores de efeito hall.



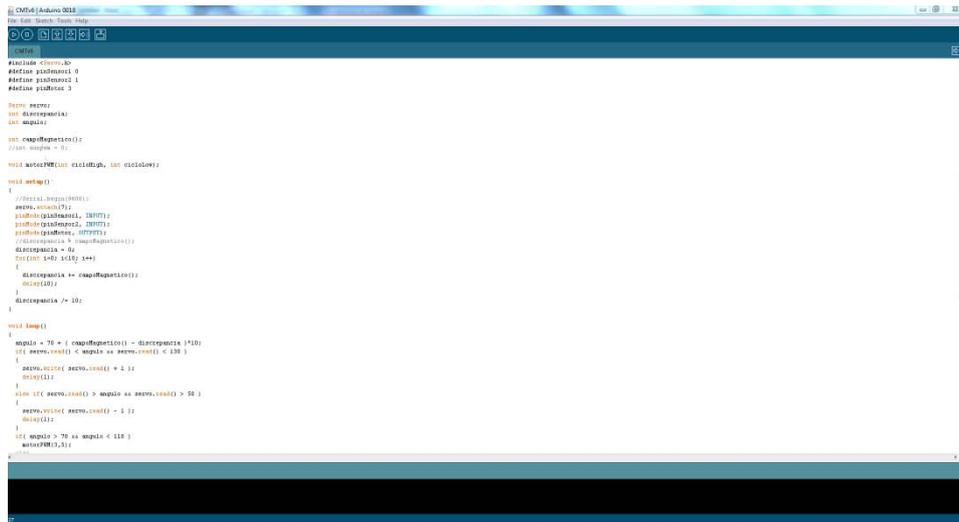
Figura 14 – Imãs de neodímio fixados na maquete



Figura 15 – Maquete pintada e finalizada.

4.4 – SOFTWARE

Para o controle do projeto, foi feito um software em linguagem C capaz de controlar todos os elementos. O programa é ativado pela leitura do campo magnético dos ímãs através dos sensores de efeito hall. A interface do software utilizado para programar o arduino nano pode ser visto na Figura 16. O software bem como seu código fonte será apresentado em um CD.



```

CMIDE | Arduino 0013
File Edit Sketch Tools Help
Sketch
#include <Servo.h>
#define pinServo0 0
#define pinServo1 1
#define pinServo2 3
Servo servo;
int distancia;
int stop;

void setup() {
  //pin stop = 11
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  //distancia = 1000;
  servo.write(90);
  digitalWrite(11, HIGH);
  digitalWrite(11, LOW);
  distancia = 0;
  while( stop == 1) {
    distancia += compass();
    delay(10);
  }
  distancia /= 10;

  void loop() {
    stop = 70 + ( compass() - distancia *10);
    if (servo.read() < stop || servo.read() < 180 ) {
      servo.write( servo.read() + 1 );
      delay(1);
    }
    else if( servo.read() > stop || servo.read() > 58 ) {
      servo.write( servo.read() - 1 );
      delay(1);
    }
    if ( stop > 70 || stop < 110 )
      digitalWrite(11);
  }
}

```

Figura 16 – Interface do compilador.

5 - DESCRIÇÃO DETALHADA

Essa descrição segue o roteiro proposto pelo professor Afonso Ferreira Miguel onde semanalmente eram cumpridas as etapas exigidas por ele. O projeto foi proposto para ter início em 16/08/2010.

- **Semana de 16/08/2010 à 22/08/2010**

Levantamos os preços de ímãs, eletroímãs, fio esmaltado e "carrinhos de controle remoto, pesquisamos sobre sensor de efeito Hall e a possível disposição de ímãs na maquete e criamos o web site do projeto.

- **Semana de 23/08/2010 à 29/08/2010**

Compramos alguns ímãs para fins de testes, também foram adquiridos o carrinho de controle remoto, o arduíno nano e os sensores de efeito hall. Estudamos como os sensores funcionam e reparamos erros no site do projeto.

- **Semana de 30/08/2010 à 06/09/2010**

Foram realizados testes dos sensores de efeito Hall, testes aprofundados sobre a disposição dos ímãs na maquete, esboço do desenho inicial da maquete e a compra do servo motor para controle das rodas dianteiras do carrinho de controle remoto

- **Semana de 07/09/2010 à 12/09/2010**

Teste dos sensores de efeito hall trabalhando em conjunto e o teste do micro servo motor modelo HXT900.

- **Semana de 13/09/2010 à 20/09/2010**

Foram realizados: desenho final da maquete, melhorias na programação do funcionamento dos sensores de efeito hall operando em conjunto, modificações no servo motor, manutenção no carrinho de controle remoto e estudo sobre os materiais a serem utilizados na maquete.

- **Semana de 21/09/2010 à 26/09/2010**

Nesta semana, começamos o desenvolvimento inicial do software de controle do servo motor, a compra de madeira para a maquete, a fixação do sensor de efeito hall no carrinho de controle remoto e os testes para a fixação do servo motor no eixo do carrinho de controle remoto.

- **Semana de 27/09/2010 à 03/10/2010**

Após a compra de um novo sensor de efeito hall, fizemos uma comparação empírica entre um novo sensor e o antigo para verificar qual é o mais sensível, verificamos o espaçamento ideal entre os ímãs e realizamos a fixação do servo-motor no "carro de controle remoto". Nesta semana também começamos o desenho da pista na base da maquete.

- **Semana de 04/10/2010 à 10/10/2010**

Redesenhamos a pista na base da maquete, devido ao problema ocorrido. Ajustamos o ângulo do servo motor e fixamos o eixo no carrinho de controle remoto. Iniciou-se a documentação.

- **Semana de 19/10/2010 à 24/10/2010**

Desenvolvimento inicial da programação do controle da velocidade do motor utilizando PWM. Compramos o cabo para o arduino nano e ajustamos o posicionamento dos sensores. Iniciamos os testes do arduino nano, e o desenvolvimento de um shield para o mesmo. Continuamos com o desenvolvimento da documentação.

- **Semana de 25/10/2010 à 01/11/2010**

Integração inicial de todos os módulos de códigos-fontes, solução referente a alimentação do arduino. Registramos fotos do projeto, e Implementamos o circuito de controle PWM.

- **Semana de 02/11/2010 à 07/11/2010**

Ajustes finais no projeto.

- **Semana de 08/11/2010 à 15/11/2010**

Uma semana antes da apresentação final, realizamos a arrumação geral, e gravamos vídeos finalizados e narrados.

- **Semana de 16/11/2010 à 16/11/2010**

Projeto Finalizado.

6 - PLACA ARDUÍNO NANO

Utilizou-se uma placa microcontroladora baseada em um microcontrolador ATmega168, capaz de controlar vários pinos com sua programação, digitais, analógicos, controle PWM. Sua programação foi feita através do software Arduino, software gratuito no site www.arduino.cc. Esta programação foi feita através de uma porta mini-usb.



Figura. 17 – Arduino Nano.

7 - CIRCUITOS IMPRESSOS E DIAGRAMAS ELÉTRICOS

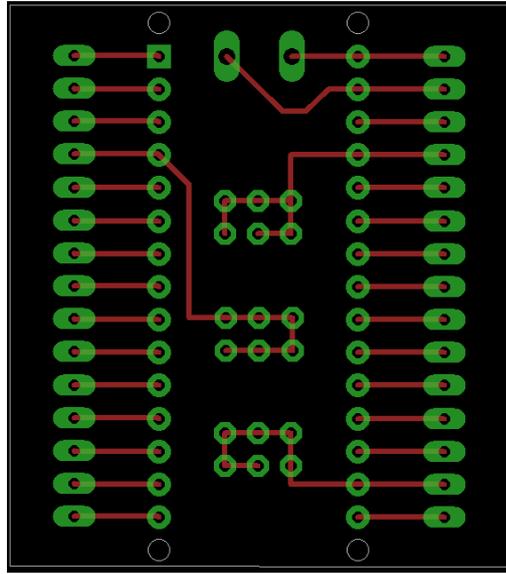


Figura 18 - Circuito Shield.

8 - CÓDIGO FONTE

O código abaixo apresentado foi programado através do programa Arduíno (Figura 19). Consiste no controle do servo motor a fim de corrigir o eixo do carrinho de acordo com as informações recebidas pelo sensor de efeito hall.

```
#include <Servo.h>
#define pinsensor1 0
#define pinsensor2 1
#define pinMotor 3

Servo servo;
int discrepancia;
int angulo;

int campoMagnetico();
//int auxpwm = 0;

void motorPWM(int cicloHigh, int cicloLow);

void setup()
{
  //Serial.begin(9600);
  servo.attach(7);
  pinMode(pinsensor1, INPUT);
  pinMode(pinsensor2, INPUT);
  pinMode(pinMotor, OUTPUT);
  //discrepancia = campoMagnetico();
  discrepancia = 0;
  for(int i=0; i<10; i++)
  {
    discrepancia += campoMagnetico();
    delay(10);
  }
  discrepancia /= 10;
}

void loop()
{
  angulo = 70 + ( campoMagnetico() - discrepancia )*10;
  if( servo.read() < angulo && servo.read() < 130 )
  {
    servo.write( servo.read() + 1 );
    delay(1);
  }
  else if( servo.read() > angulo && servo.read() > 50 )
  {
    servo.write( servo.read() - 1 );
    delay(1);
  }
  if( angulo > 70 && angulo < 110 )
  motorPWM(3,5);|
  else
  motorPWM(2,5);
}

int campoMagnetico()
{
  int aux1=0, aux2=0;
  for(int i=0; i<10; i++)
  {
    aux1 += analogRead(pinsensor1);
    aux2 += analogRead(pinsensor2);
  }
  aux1/=10; aux2/=10;
  return ( aux1 - aux2 );
}

void motorPWM(int cicloHigh, int cicloLow)
{
  static int ciclo = 0;
  if( ciclo == 0 )
  digitalWrite(pinMotor, HIGH);
  else
  {
    if( (ciclo-1) == cicloHigh )
    digitalWrite(pinMotor, LOW);
    else if( (ciclo-1) >= (cicloHigh+cicloLow) )
    ciclo = -1;
  }
  ciclo++;
}

```

CMTv6

Figura 19 – Código fonte do projeto CMT.

9 – GLOSSÁRIO

Arduino: É um computador físico baseado numa simples plataforma de hardware livre, projetada com um microcontrolador de placa única, com suporte de entrada/saída embutido e uma linguagem de programação padrão, na qual tem origem em *Wiring*, e é essencialmente C/C++. O objetivo do projeto é criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de se usar por artistas e amadores. Principalmente para aqueles que não teriam alcance aos controladores mais sofisticados e de ferramentas mais complicadas.

Diodo: É o tipo mais simples de semicondutor. De modo geral, um semicondutor é um material com capacidade variável de conduzir corrente elétrica. A maioria dos semicondutores é feita de um condutor pobre que teve impurezas (átomos de outro material) adicionadas a ele. O processo de adição de impurezas é chamado de dopagem. Nesse projeto é utilizado para impedir que a corrente que passa pelas bobinas volte, ou seja, passe pelos dois sentidos.

Transistor: O transistor (ou transistor) é um componente eletrônico que começou a se popularizar na década de 1950 tendo sido o principal responsável pela revolução da eletrônica na década de 1960, e cujas funções principais são amplificar e chavear sinais elétricos. O termo vem de *transfer resistor* (resistor de transferência), como era conhecido pelos seus inventores. Nesse projeto é utilizado para receber o sinal vindo da placa altera e liberar corrente para uma bobina. Foram usados 3 transistores.

Circuito Integrado: É abreviado por CI, é um dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transistores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções. Suas dimensões são extremamente reduzidas, os componentes são formados em pastilhas de material semicondutor.

Microcontrolador: É um computador-num-chip, contendo um processador, memória e periféricos de entrada/saída. É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito geral (como os utilizados nos PCs). Eles são embarcados no interior de algum outro dispositivo (geralmente um produto comercializado) para que possam

controlar as funções ou ações do produto. Um outro nome para o microcontrolador, portanto, é controlador embutido.

ATmega: Microcontrolador presente no arduino.

Ímãs de neodímio: É um poderoso ímã feito a partir de uma combinação de neodímio, ferro e boro. Esses ímãs são muito poderosos em comparação a sua massa, mas também são mecanicamente frágeis e perdem seu magnetismo de modo irreversível em temperaturas acima de 120 °C. Devido ao seu custo mais baixo, eles têm substituído os ímãs de samário-cobalto na maioria das aplicações, que são ligeiramente mais fracos e bem mais resistentes a temperatura. Sua intensidade pode ser medida pelo seu produto energético máximo, em megagauss-oersteds (MGOe). Essa intensidade varia de 12 a 15, nos ímãs aglomerados de neodímio (*bonded magnets*) e de 24 a 54 nos ímãs sinterizados.

Placa Fenolite: É uma placa de plástico com cobre em uma de suas superfícies, é utilizada para a impressão de circuitos.

Eagle: Programa utilizado para o desenho de circuitos para posteriormente serem impressos na placa de fenolite.

10 - PROBLEMAS APRESENTADOS

PROBLEMAS APRESENTADOS	SOLUÇÕES ENCONTRADAS
1º Problema: Sensores de efeito hall funcionando incorretamente.	1º Solução: Através da ajuda de datasheets dos sensores, ajustou-se a programação de acordo com os valores indicados no mesmo.
2º Problema: Imãs de neodímio não geravam campo suficiente.	2º Solução: Comprar vários modelos de imãs, diferenciando no diâmetro e na largura. Através dos sensores de efeito hall, pode-se escolher o imã que melhor se adequava as necessidades do projeto.
3º Problema: Carrinho de controle remoto não caberia na maquete previamente desenhada.	3º Solução: Redesenhar todo o traçado da via que viiria ser a base do projeto na maquete.
4º Problema: Interferência dos campos magnéticos entre os imãs.	4º Solução: Após realizarmos a escolha dos imãs a serem utilizados, mediu-se precisamente a distancia entre os imãs com a ajuda do sensor de efeito hall, que fornecia os valores para que pudéssemos verificar em qual posição os campos magnéticos se tornavam constantes.
5º Problema: Programação do projeto CMT.	5º Solução: Refizemos toda a programação baseando-se em bibliotecas diferentes que melhor se adequassem ao que precisávamos. Ajustaram-se também os ângulos do servo motor.

6º Problema: Fixação do servo motor.	6º Solução: Após tentativas de fixar o servo motor utilizando abraçadeiras, tivemos que recorrer a outra idéia de fixar o servo motor diretamente na caixa do eixo do carrinho, o que viria a demorar praticamente uma semana inteira de muito trabalho.
--------------------------------------	--

11 - CONCLUSÃO

Pode-se concluir que é possível desenvolver um projeto baseado em qualquer tipo de tema.

A idéia inicial, de confeccionar uma cidade magnética foi abandonada por conta de seu alto custo, com muita conversa e união pode-se criar algo parecido, porém mais viável para fins de aprendizagem. O grupo dedicou-se integralmente ao projeto e com a união e organização conseguiu-se um projeto útil aos motoristas e aos seus criadores. O projeto em si, parecia não ser complexo, mas os sensores de efeito hall, bem como sua programação, exigiram horas de pesquisa e dedicação.

O projeto ajudou quanto ao aprendizado de varias matérias, trazendo mais conhecimento aos integrantes, hoje bem mais preparados para um novo projeto tendo como abordagem principal o tema eletromagnetismo.

12 – REFERÊNCIAS

Arduino. Disponível através da URL:

<http://www.arduino.cc> - Acessado em 16/8/2010;

Diodos. Disponível através da URL

<http://eletronicos.hsw.uol.com.br/led1.htm>. Acessada em 25/10/2010;

Transistor. Disponível através da URL:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Transistor>. Acessado em 14/11/2010;

Microcontrolador. Disponível através da URL:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>. Acessada em 10/11/2010;

Imãs de neodímio. Disponível através da URL:

http://en.wikipedia.org/wiki/Neodymium_magnet. Acessada em 10/11/2010;

Dados Gerais. Disponível através da URL

<http://cmt.rg3.net/>. Acessada em 15/11/2010.

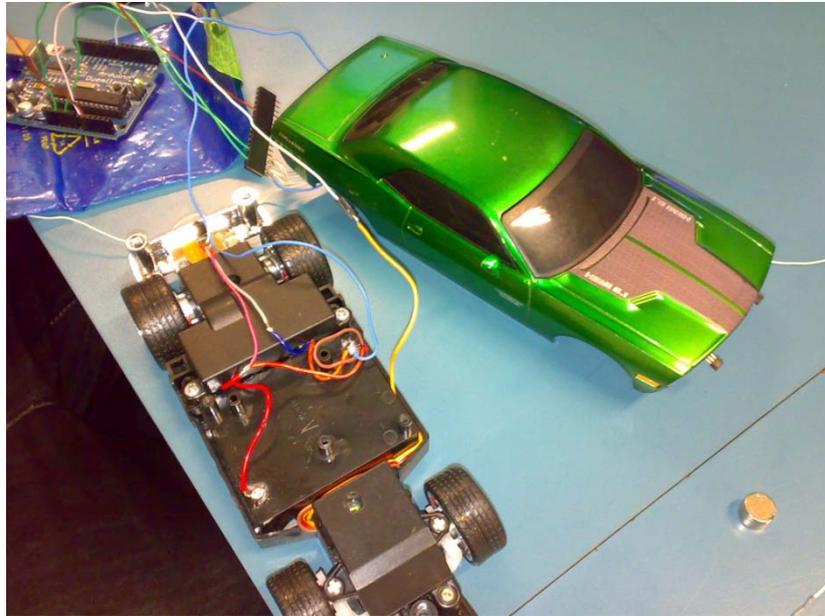
13 - FOTOS EM ANEXO

Figura 20 – Projeto CMT em fase final.

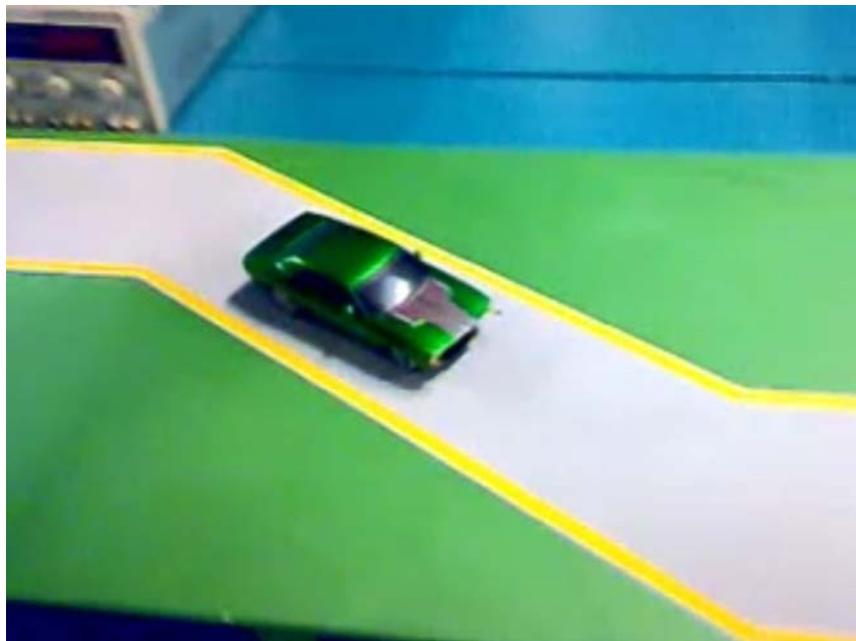


Figura 21 – Projeto CMT Finalizado.

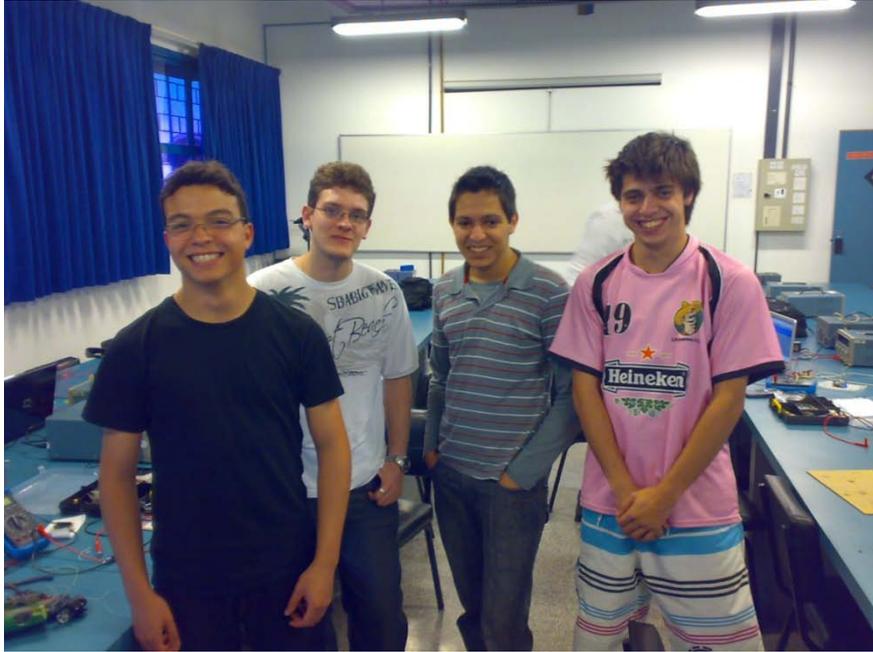


Figura 22 – Grupo do projeto CMT. Da esquerda para a direita: Jonathan Diniz, Bruno Buckeridge, Henrique Duarte e Renan Ferreira