



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

ANA GABRIELA UNGIEROWICZ

SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCLINAÇÃO DE VEÍCULO AUTOMOTIVO
UTILIZANDO ACELERÔMETRO

Orientadora: Prof^a. M.C. Maria Marony Sousa Farias

BRASÍLIA
2º SEMESTRE DE 2012

ANA GABRIELA UNGIEROWICZ

**SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCLINAÇÃO DE VEÍCULO AUTOMOTIVO
UTILIZANDO ACELERÔMETRO**

Trabalho apresentado ao UniCEUB – Centro
Universitário de Brasília como pré-requisito para
obtenção de Certificação de Conclusão do Curso de
Engenharia de Computação.
Orientadora: Prof^ª. M.C. Maria Marony Sousa
Farias.

**BRASÍLIA
2º SEMESTRE DE 2012**

ANA GABRIELA UNGIEROWICZ

**SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCLINAÇÃO DE VEÍCULO AUTOMOTIVO
UTILIZANDO ACELERÔMETRO**

Trabalho apresentado ao UniCEUB – Centro
Universitário de Brasília como pré-requisito para
obtenção de Certificação de Conclusão do Curso de
Engenharia de Computação.
Orientadora: Prof^ª. M.C. Maria Marony Sousa
Farias.

**Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro de
Computação, e aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências
Sociais Aplicadas - FATECS.**

Prof. Abiezer Amarília Fernandes
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

**Prof^ª. Maria Marony Sousa Farias, mestre em
Engenharia Elétrica – UFPB – PB.
Orientadora**

Prof. MsC Marco Antonio Araujo

**Prof. José Julimá Bezerra Junior, mestre em
Engenharia Elétrica – Instituto Militar de
Engenharia. Rio de Janeiro – RJ.**

Prof. Doutor Sidney Cerqueira Bispo dos Santos

Dedico a todos que me apoiaram e me deram forças para que eu conseguisse realizar este trabalho e completar mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser o Criador e estar presente em todos os momentos da minha vida.

A meus pais, Rachel e Felipe Ungierowicz, por estarem sempre presentes na minha vida me dando forças e me motivando a cumprir meus objetivos.

À minha irmã, Carla Renata e meu cunhado Ramsés, que me apoiaram e trabalharam comigo na construção deste projeto e em todos os momentos.

Ao meu irmão, Marcos Cesar, e sua família, que estiveram ao meu lado nos muitos momentos de alegrias e dificuldades que me deparei ao longo desta conquista.

E a toda a minha família, pelo apoio, compreensão, paciência e força que sempre me deram.

Ao meu amigo José Carlos da Silva Santa Cruz, que sempre solícito, me inspirou, incentivou, compartilhou seus conhecimentos e esteve comigo em todos os momentos.

Aos meus amigos de curso e da vida, que sempre me deram toda a motivação e força para continuar e concretizar este trabalho.

À minha professora e orientadora, Maria Marony Sousa Farias, por toda paciência, atenção e ensinamentos que me foram passados.

Aos professores de Engenharia de Computação do UniCEUB, por todo o ensinamento e conhecimento compartilhados.

E a todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Na procura de conhecimentos, o primeiro passo é o silêncio, o segundo ouvir, o terceiro lembrar, o quarto praticar e o quinto ensinar aos outros.”

IbnGabirol

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um sistema eletrônico realizado a partir da integração de componentes eletrônicos como um acelerômetro, um microcontrolador PIC16F877A, um modem GSM e um módulo RFID. O circuito é capaz de detectar uma inclinação relevante para um roubo de rodas ou qualquer outro movimento brusco em veículos. Após a detecção, um LED é aceso e o sistema envia uma mensagem de texto SMS, através da utilização de comandos AT para o modem GSM, para a pessoa que ativou o sistema, notificando a divergência de inclinação do veículo. O destinatário da mensagem pode então tomar suas devidas providências para que o infortúnio seja sanado. O protótipo está dentro de uma caixa de acrílico que pode ser encaixada em pontos adequados do veículo.

Palavras-chave: PIC16F877A, GSM, RFID, Roubo de rodas, Veículos, Comandos AT, Mensagem SMS, LED.

ABSTRACT

This paper presents an electronic system achieved through the integration of electronic components such as an accelerometer, a microcontroller PIC16F877A, a RFID module and a GSM modem. The circuit is capable of detecting a relevant inclination to a theft of wheels or any vehicle's sudden movement. After detection, an LED is lit and the system sends an SMS text message, by using the ATcommands to the GSM modem, to the person who activated the system, notifying the divergence of inclination of the vehicle. The message recipient can then take appropriate action so that their misfortune is resolved. The prototype is inside of an acrylic box that can be embedded in many possible points of a vehicle.

Keywords: PIC16F877A, GSM, RFID, theft of wheels, vehicle, AT Commands, SMS Message, LED.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XIV
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	16
1.1 Introdução ao Tema Proposto	16
1.2 Motivação.....	16
1.3 Objetivos	17
1.4 Estrutura da Monografia.....	18
CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	19
2.1 Furtos de rodas de veículos.....	19
2.2 Estatísticas sobre furtos e roubos de veículos em algumas cidades do Brasil.....	19
2.3 Veículos mais roubados ou furtados no Brasil	22
2.4 Segurança e comodidade em veículos.....	23
CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1 Acelerômetro.....	25
3.2 Microcontroladores	26
3.2.1 Microcontroladores da família PIC.....	27
3.3 Módulo GSM	28
3.3.1 SMS (<i>Short Message Service</i>).....	28
3.3.2 SIM Card.....	28
3.4 Módulo RFID.....	29
3.4.1 TAG RFID	29
3.5 Visão Geral do Projeto.....	31
CAPÍTULO 4 – DESCRIÇÃO DO HARDWARE E SOFTWARE.....	33
4.1 Microcontrolador PIC 16F877A.....	33
4.1.1 Especificações	33
4.1.2 Pinagem do PIC 16F877A	34
4.1.3 Kit de Gravação PICKit 2	37
4.2 Acelerômetro ADXL335	39
4.2.1 Especificações	41
4.2.2 Pinagem	42
4.3 Módulo RFID RDM6300	43
4.3.1 Especificações	44
4.3.2 Pinagem	45
4.4 Módulo GSM SIM900.....	45
4.4.1 Especificações	46
4.4.2 Pinagem	47
4.4.3 Comandos AT	51
4.5 Comunicação Serial RS232.....	51
4.5.1 Circuito Integrado MAX232	52

4.5.2	Pinagem do CI MAX232	53
4.6	PIC C Compiler	54
4.6.1	Saída Serial do PIC C Compiler	55
CAPÍTULO 5 – IMPLEMENTAÇÃO		56
5.1	Estratégia de Modelagem	56
5.2	Modelagem do Sistema	56
5.2.1	Fluxograma Geral do Sistema	57
5.3	Elaboração dos Circuitos	58
5.3.1	Proteus ISIS 7 Professional	58
5.3.2	Elaboração do código fonte e dos circuitos na protoboard e placas de teste	59
5.4	Montagem do Protótipo	62
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS OBTIDOS		64
6.1	Simulações	64
6.1.1	Cadastro da TAG RFID no sistema	65
6.1.2	Ativação do sistema através da TAG RFID	66
6.1.3	Desativação do sistema através da TAG RFID	66
6.2	Testes do sistema em veículos	69
6.3	Problemas Encontrados	76
6.4	Orçamento do projeto	77
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS		79
7.1	Conclusões	79
7.2	Propostas para Trabalhos Futuros	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE DO DISPOSITIVO		86
APÊNDICE B – MONTAGEM DO CIRCUITO NA PLACA		106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Panorama Geral do projeto.....	17
Figura 2.1 - Gráfico de roubos e furtos em Uberlândia	20
Figura 2.2 - Gráfico de roubos e furtos em Salvador e região metropolitana	21
Figura 2.3 - Gráfico de roubos e furtos no DF	22
Figura 2.4 - Ranking de roubos ou furtos de veículos no Brasil	23
Figura 3.1 - Diversos tipos de microcontroladores.....	27
Figura 3.2 - Módulo RFID.....	29
Figura 3.3 - Tag RFID.....	30
Figura 3.4 - Diagrama Esquemático do projeto	32
Figura 4.1 - PIC16F877A.....	33
Figura 4.2 - Pinagem do PIC 16F877A.....	34
Figura 4.3 - Pinagem utilizada pelo PIC16F877A.....	37
Figura 4.4 - Placa do PICKit2.....	38
Figura 4.5 - Gravação com o PICKit 2.....	39
Figura 4.6 - Diagrama Funcional de Bloco do ADXL 335	40
Figura 4.7 - Acelerômetro ADXL335	41
Figura 4.8 - Pinagem do ADXL335	42
Figura4.9 - Pinagem do ADXL335 utilizada para o projeto	43
Figura 4.10 - Módulo RFID RDM6300	44
Figura 4.11 - Pinagem do RDM6300	45
Figura 4.12 - Modem GSM SIM900.....	46
Figura 4.13 - Pinagem do modem GSM SIM900	48
Figura 4.14 - Ligações do modem GSM	49
Figura 4.15 - Conexões do modem GSM.....	49
Figura 4.16 - Execução do programa no Serial Monitor	52
Figura 4.17 - Conector DB9.....	53
Figura 4.18 - CI Max 232.....	53
Figura 4.19 - Pinagem do Max 232.....	54
Figura 5.1 - Fluxograma Geral do Sistema	57
Figura 5.2 - Simulação elaborada no Proteus	59
Figura 5.3 - Placas semi-prontas e PICKit 2.....	60
Figura 5.4 - Eixos do acelerômetro.....	61
Figura 6.1 - Sistema na caixa de acrílico.....	65
Figura 6.2 - Pinagem do PIC 16F877A.....	67
Figura 6.3 - Pinagem utilizada pelo PIC16F628A.....	68
Figura 6.4 - Roda traseira esquerda suspensa	70
Figura 6.5 - Protótipo acionado posicionado embaixo do freio de mão	71

Figura 6.6 - Roda dianteira direita suspensa	71
Figura 6.7 - Protótipo posicionado atrás do freio de mão	72
Figura 6.8 - Distância entre as rodas.....	72
Figura 6.9 - Medida da altura da roda.....	73
Figura 6.10 - Triângulo retângulo.....	73
Figura 6.11 - Máxima elevação do veículo	74
Figura B.1 - Placa de fenolite e trilha a ser impressa.....	107
Figura B.2 - Placa preparada para a impressão	107
Figura B.3 - Placa antes da impressão com o ferro.....	108
Figura B.4 - Placa imergida na água e sabão após impressão	108
Figura B.5 - Placa após ter sido retirado todo o papel couché.....	109
Figura B.6 - Placa sendo corroída no percloroeto.....	109
Figura B.7 - Placa em processo de corrosão.....	110
Figura B.8 - Placa após o processo de corrosão	110
Figura B.9 - Placa limpa e pronta para ser perfurada.....	111
Figura B.10 - Placa perfurada e com a máscara impressa.....	111
Figura B.11 - Placa com os componentes soldados	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Pinos do PIC16F877A.....	35
Tabela 4.2 - Pinos do ADXL335	42
Tabela 4.3 - Pinos do RDM6300.....	45
Tabela 4.4 - Pinos do modem GSM SIM900	50
Tabela 4.5 - Comandos AT utilizados no projeto.....	51
Tabela 6.1 - Pinos do PIC16F628A.....	67
Tabela 6.2 - Acionamento com o protótipo atrás do freio de mão	75
Tabela 6.3 - Acionamento com o protótipo embaixo do freio de mão.....	75
Tabela 6.4 - Orçamento do projeto	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D	Analógico / Digital
ADC	Analog to Digital Converter
AT	Hayes AT Commands
CMOS	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor
CNSeg	Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais...
DB9	Data Bus 9
DC	Direct Current
Denatran	Departamento Nacional de Trânsito
EEPROM	Erasable Electronically Programmable Read Only Memory
GPIOs	General Purpose Input/Output
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
I2C	Inter-Integrated Circuit
LCD	Liquid Cristal Display
LED	Light Emitting Diode
PCB	Printed Circuit Board
PIC	Programmable Interface Controller
PM	Polícia Militar
PWM	Pulse-Width Modulation
PWR	Power
RAM	Random-Access Memory
RFID	Radio-Frequency IDentification
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RS232	Recommended Standard 232
RTC	Real-Time Clock
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service

SMT	Surface-Mount Technology
SPI	Serial Peripheral Interface
SSP	Secretaria de Segurança Pública
TTL	Transistor-Transistor Logic
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
USB	Universal Serial Bus
V	Volt, unidade de tensão elétrica
kHz	Kilohertz, unidade de frequência
KB	Kilobyte

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO AO TEMA PROPOSTO

Atualmente, pode ser percebido no Brasil que há um grande índice de roubo de carros e também de suas rodas. Esse índice vem crescendo, bem como a violência e os furtos em geral. Tendo em vista que o roubo de veículos (seja destes por completo, de suas rodas, ou até mesmo de objetos que se encontram em seu interior) está cada vez mais constante, há de se pensar em algumas alternativas para que esse índice decresça. Algumas vítimas que têm seus carros, ou suas rodas roubadas, ficam sabendo do acontecido somente quando retornam ao local onde seu veículo estava estacionado, entrando assim em desespero e não sabendo o que fazer.

O índice de furto e roubo de veículos cresce cada dia mais no Brasil. Em 2012 no DF, estatísticas mostram que, 3.924 veículos foram furtados e 2.415 veículos foram roubados. Tais dados estão explicados detalhadamente no próximo capítulo. (JORNAL DE BRASÍLIA, 2012).

Esse projeto apresenta uma das medidas que pode ser tomada para que esse índice de criminalidade decresça e esse tipo de reação não ocorra.

1.2 MOTIVAÇÃO

A utilização de tecnologia para a segurança e automação veicular vem se mostrando cada vez mais fundamental dentro do atual cenário social, como exemplo, citam-se os dispositivos de rastreamento e localização, películas de segurança e alta performance e ainda parafusos antifurto, para o caso de furto de rodas, e a apresentação desses mecanismos é cada vez mais comum no mercado.

Com a tecnologia, tem-se meios mais eficazes de trazer benefícios e segurança à população. Nesse contexto, foi estabelecida toda a função social do projeto, visto que existe um crescimento no índice de roubo de carros no país, assim como, respectivamente de suas rodas, já que o carro é um meio de transporte essencial para muitos deve, portanto, ser preservado da melhor forma possível.

Para minimizar essa problemática, foi idealizado um projeto que atendesse medidas precisas para notificar especificamente o furto de rodas. Houve, então, a necessidade de estabelecer meios para o condutor ser avisado e poder tomar providências quando da ocorrência destes delitos. No entanto, para que o escopo cumpra com a sua função e tenha possibilidade de ser comercializado, era preciso que abrangesse outros níveis de inclinação, e dessa forma detectar outros tipos de movimentos bruscos causados no veículo enquanto parado.

Um panorama geral do projeto pode ser visualizado na Figura 1.1.

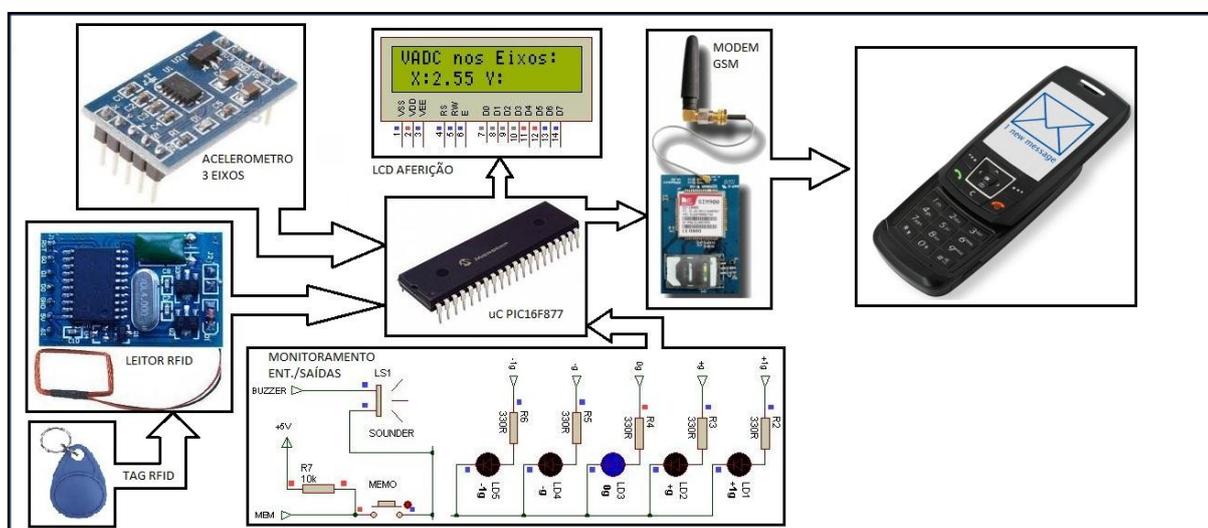


Figura 1.1 - Panorama Geral do projeto
Fonte: (AUTOR, 2012)

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral desse projeto é notificar ao condutor do veículo o furto de rodas, invasão do veículo ou movimentos bruscos com o veículo que afetem relativamente sua inclinação. Caso o veículo seja furtado e apresente uma inclinação relevante, o proprietário também é notificado. O condutor é informado por meio de mensagem de celular. Quando a informação for entregue, a vítima poderá tomar suas providências.

O objetivo específico desse projeto é criar um sistema de detecção de inclinação com a utilização de alguns componentes eletrônicos, que integrados, façam a comunicação ao condutor do veículo por meio do envio de mensagem de texto.

1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

O Capítulo 1 apresenta a introdução, objetivos e estrutura da monografia.

O Capítulo 2 aborda a contextualização do problema, relevância do tema, dados concretos que mostram seu impacto e diretrizes sobre como este ou parte dele será resolvido.

O Capítulo 3 apresenta o referencial teórico e metodologias úteis na fundamentação do desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 4 mostra a descrição completa do hardware e software utilizados para a elaboração do projeto, bem como suas especificações, detalhamento e pinagens.

O Capítulo 5 trata a implementação do projeto, como os procedimentos para a elaboração do trabalho.

O Capítulo 6 é composto das simulações realizadas com o projeto proposto, das suas funcionalidades e dos problemas no decorrer de seu desenvolvimento.

O capítulo 7 aborda a conclusão e as considerações finais do projeto.

CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Este capítulo tem como finalidade detalhar a realidade ocorrida no país, um dos motivos para que o trabalho fosse realizado. São dados alguns exemplos de como o problema tem se apresentado na sociedade e como pode ser minimizado.

2.1 FURTOS DE RODAS DE VEÍCULOS

Ultimamente, o crime de furto a rodas de carros tem sido frequente no DF. No final do mês de agosto, em Águas Claras, foram flagrados pelo menos dois veículos sem as quatro rodas, como conta um entrevistado do Correio Braziliense. O entrevistado Daniel Cabral também conta que avistou o carro de sua esposa inclinado, sem as duas rodas de um dos lados. O carro estava sendo sustentado pelo “macaco” veicular. Daniel conta que teve um prejuízo de quase R\$ 2 mil e já comprou parafusos antifurto que só podem ser abertos por uma chave especial. (CORREIO BRAZILIENSE, 2012).

Na Asa Sul, no estacionamento do Centro Interescolar de Línguas, na 612 Sul, também no final do mês de agosto, pelo menos três veículos se encontravam sem suas quatro rodas. (OLIVEIRA, 2012).

Tiago Lopes, 23 anos, advogado, proprietário de um dos veículos diz: "É um crime recorrente. A polícia faz pouco caso e não toma nenhuma providência. Vamos tentar ir a uma delegacia fazer ocorrência, mas acredito que não será possível por conta da greve". (OLIVEIRA, 2012).

A greve da Polícia, na época do ocorrido, contribuiu para o aumento desse tipo de ocorrência, segundo opinião dos estudantes. (IDEM).

2.2 ESTATÍSTICAS SOBRE FURTOS E ROUBOS DE VEÍCULOS EM ALGUMAS CIDADES DO BRASIL

No início de setembro, a Polícia Militar de Uberlândia fez um levantamento a respeito de furtos e roubos de veículos em Uberlândia.

Segundo levantamento realizado, referente ao primeiro semestre deste ano e comparado ao mesmo período do ano passado, o número de furtos a veículos cresceu 26,68%

de janeiro a julho deste ano, em comparação com o mesmo período do ano passado. Já o número de roubos teve uma queda de 12,28% de janeiro a julho deste ano, em relação aos mesmos meses de 2011. (G1 – GLOBO, 2012).

Fazendo a consolidação dos dados obtidos pela Polícia Militar de Uberlândia tem-se a Figura 2.1.

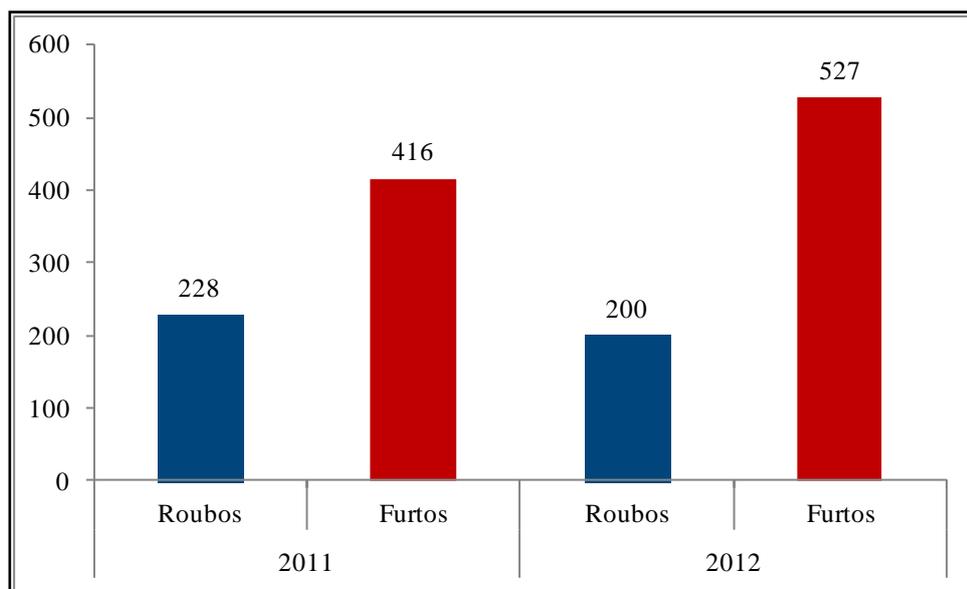


Figura 2.1 - Gráfico de roubos e furtos em Uberlândia
Fonte: Polícia Militar de Uberlândia com adaptações do autor.

A Secretaria de Segurança Pública (SSP) fez uma estatística a respeito de carros e motos roubados e furtados de janeiro a maio de 2012. Os números apontam um crescimento de 48,6% desse tipo de ocorrência esse ano, o equivalente a 3.554 casos, em relação ao mesmo período do ano passado, quando foram computados 2.392 crimes, em Salvador e região metropolitana. Na modalidade de veículos roubados, ocasião na qual o criminoso utiliza violência armada, os indicadores cresceram 65% no período. Nesse ano, houve 2.924 registros, contra 1.771 casos em 2011. (ADAILTON, 2012).

Transcrevendo as informações acima em forma de gráfico, tem-se a Figura 2.2:

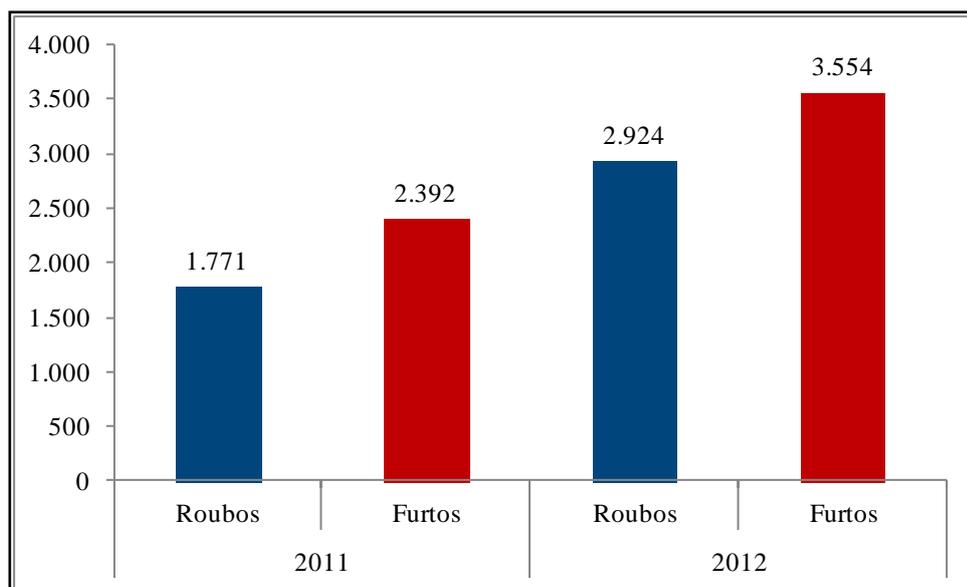


Figura 2.2 - Gráfico de roubos e furtos em Salvador e região metropolitana
Fonte: Secretaria de Segurança Pública com adaptações do autor.

Foram pesquisadas também informações sobre roubos e furtos cometidos no Distrito Federal.

A partir da estatística realizada pela Secretaria de Segurança Pública do DF, até julho deste ano, 29 veículos, em média, teriam sido roubados ou furtados, por dia, no DF. (CIPRIANO, 2012).

Nesses sete meses, já são contabilizados pela Secretaria de Segurança Pública (SSP-DF) um total de 2.415 veículos roubados – quando há uso de violência. O crescimento é de 65,6% em relação ao mesmo período do ano passado, ou 11 registros por dia. Além disso, foram 3.924 furtos registrados até julho, o que representa um aumento de 13,6% em comparação com o mesmo período do ano anterior. Em média, foram 18 por dia. (IDEM).

A migração de crimes de furto para roubo, o aumento da frota de veículos e a ocupação desordenada da Região Metropolitana do DF são alguns dos motivos apontados pela Polícia Civil como responsáveis pelo número expressivo de veículos roubados. De acordo com a Delegacia de Roubos e Furtos de Veículos do DF (DRFV), as cidades com maior frequência deste crime neste ano foram Taguatinga, Ceilândia e Samambaia. Apesar de Taguatinga liderar, Ceilândia ficava constantemente na primeira posição. Segundo o delegado-chefe da DRFV, Eduardo Galvão, essas regiões administrativas estão atualmente mais visadas que o Plano Piloto por terem se tornado grandes polos econômicos, concentrando muitos veículos. (IDEM).

De acordo com os dados apresentados anteriormente, tem-se a Figura 2.3.

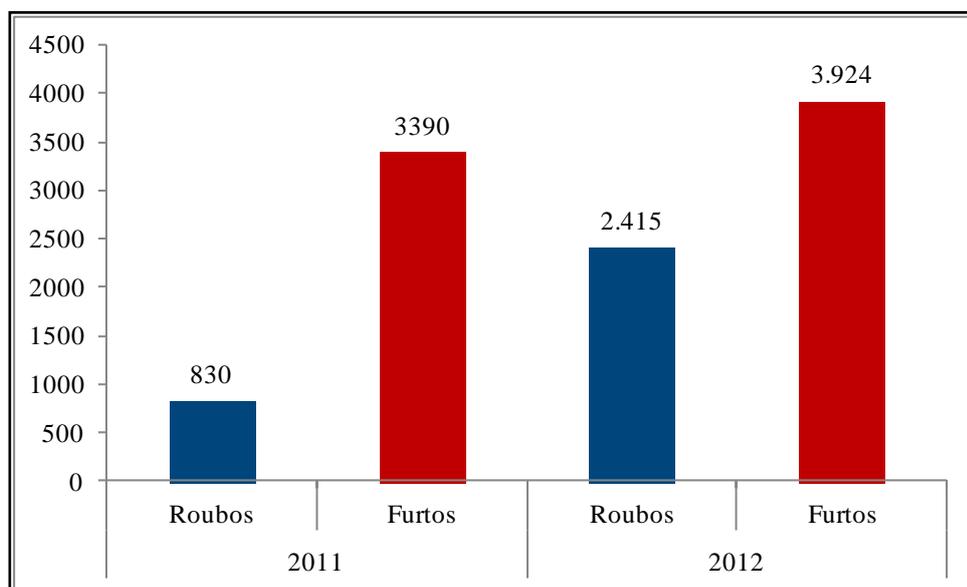


Figura 2.3 - Gráfico de roubos e furtos no DF
Fonte: Secretaria de Segurança Pública (com adaptações).

2.3 VEÍCULOS MAIS ROUBADOS OU FURTADOS NO BRASIL

A Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais, Previdência Privada e Vida, Saúde Suplementar e Capitalização (CNSeg) fez um levantamento dos carros, motos, caminhões e utilitários mais roubados ou furtados do ano, com base em dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). A lista leva em conta o número absoluto de veículos que foram alvo de ladrões entre 1º de janeiro e 31 de março de 2012. (TERRA, 2012).

Dentre os veículos mais roubados aparecem o Volkswagen Gol, o Fiat Uno, Fiat Palio, Chevrolet Corsa, Chevrolet Celta, Ford Fiesta, Chevrolet Monza, Volkswagen Fusca, Volkswagen Parati, entre outros. (IDEM).

O ranking de veículos roubados ou furtados pode ser visualizado na Figura 2.4.

Os mais roubados/furtados em 2012		
Veja se seu veículo está na lista dos preferidos dos ladrões		
Fonte: CNSeg		
Posição	Modelo	Montadora
1º	Gol	Volkswagen
2º	Uno	Fiat
3º	Palio	Fiat
4º	Corsa	GM
5º	Celta	GM
6º	Fiesta	Ford
7º	Monza	GM
8º	Fusca	Volkswagen
9º	Parati	Volkswagen
10º	Fox	Volkswagen
11º	Siena	Fiat
12º	Chevette	GM
13º	Astra	GM
14º	Kombi	Volkswagen
15º	Vectra	GM
16º	Fiorino	Fiat
17º	Strada	GM
18º	Civic	Honda
19º	Ka	Ford
20º	Kadett	GM

Figura 2.4 - Ranking de roubos ou furtos de veículos no Brasil
 Fonte: CNSeg publicado pelo site da Revista Veja 2012 (VEJA, 2012).

O integrante da Comissão de Automóveis da CNSeg, Luiz Pomarole explica a diferença entre roubo e furto de veículos. “O furto ocorre quando o veículo é levado sem o emprego da força, normalmente em carros estacionados ou abandonados. O roubo, por sua vez, é caracterizado pela presença da vítima, que pode ser ameaçada por uso de violência.” (TERRA, 2012).

2.4 SEGURANÇA E COMODIDADE EM VEÍCULOS

No mercado atual, há uma infinidade de soluções para que os veículos tornem-se mais seguros e cômodos. Algumas das soluções vistas na sociedade hoje são películas de segurança e alta performance, parafusos antifurto, para o caso do roubo de rodas, e alguns acessórios, que vêm sendo criados para intensificar essa segurança necessária no mundo atual, como dispositivos de rastreamento e localização.

As películas de segurança oferecem proteção de alta tecnologia contra invasões, vandalismo e estilhaços de vidros. A película de alta performance é uma película mais forte, mais impenetrável com um nível de performance inigualável quando comparada às películas padrão de poliéster da mesma espessura. (3M, 2012).

O parafuso antifurto é uma ótima e confiável solução para evitar o furto de rodas e estepe. A trava antifurto apresenta alguns diferenciais das travas comuns, bem como alguns componentes. Ela se adapta ao sistema de fixação original do estepe do veículo, por ter sido desenvolvido de acordo com as especificações técnicas da montadora para trazer total conforto, segurança e facilidade ao cliente final. A geometria de segredo da trava permite gerar um número infinito de combinações para que o sistema de fixação se torne ainda mais seguro. O aço endurecido, utilizado na fabricação da trava, impede o uso de ferramentas convencionais na sua remoção. O anel deslizante evita o uso de ferramentas de pressão, como o alicate, para a remoção da trava. (SMARTFIX, 2012).

A solução exposta no projeto, com a utilização do acelerômetro, também é um meio de segurança e comodidade para o veículo. Com o sistema integrado ao veículo, é possível ser informado de qualquer alteração em sua inclinação sem que o infrator perceba da notificação. Dependendo da agilidade do informado, este pode até conseguir pegar o autor do crime em flagrante.

O próximo capítulo tratará do referencial teórico em que serão expostas informações técnicas sobre os componentes que foram utilizados no projeto.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é abordada uma visão de forma geral do projeto proposto. É de fundamental importância o estudo de conceitos teóricos pertencentes ao projeto desenvolvido para seu entendimento e compreensão dos tópicos abordados neste capítulo.

3.1 ACELERÔMETRO

O dispositivo elaborado foi projetado para que se utilizasse de um acelerômetro de 3 eixos. Após serem realizadas pesquisas na internet sobre o assunto e também em sites de fabricantes de acelerômetros, o componente que se destacou entre os demais para a realização do projeto foi o acelerômetro ADXL 335. (ANALOG DEVICES, 2009-2010).

O acelerômetro escolhido é fornecido por um dos fabricantes atuais mais renomados. A escolha foi tomada por muitos motivos. Um dos motivos foi o fato de ele possuir valores de tensão nas saídas dos eixos que são compatíveis com a resolução de entrada dos canais ADC do microcontrolador PIC. Outro motivo relevante foi seu custo-benefício, por ter as funcionalidades exatas necessárias para a realização do projeto e um preço bastante acessível. Outra característica essencial que o componente possui é que vem em uma placa de pequenas dimensões com pinos que podem ser conectados diretamente a uma placa de circuito interno, como foi realizado nesse projeto.

Os acelerômetros são sensores ou transdutores que medem acelerações. A aceleração é medida tão rapidamente quanto a velocidade varia e pode ser obtida segundo uma, duas ou três direções, utilizando acelerômetros uni, bi ou triaxiais, respectivamente. (FIGUEIREDO, Lígia. *et al.* 2007).

Tipicamente, os acelerômetros são constituídos por uma massa de reação suspensa por uma estrutura estacionária. Esse dispositivo pode ser visto como um transdutor massa-mola, que se encontra no interior de um sensor, que por sua vez está unido ao corpo. Sempre que este acelera, a inércia faz com que a massa resista. (IDEM).

Num acelerômetro, a aceleração é geralmente medida num ponto especial de medida, ao longo de um eixo sensível do acelerômetro. A magnitude da aceleração aplicada é vista, por instrumentos ou circuitos, como um impulso elétrico. O impulso elétrico é depois processado por circuitos externos, podendo ser usado em inúmeras aplicações. (IDEM).

Os acelerômetros podem ser aproveitados para medir acelerações (dinâmicas), inclinação, rotação, vibração, colisão e gravidade (acelerações estáticas), constituindo assim um aparelho de elevada utilidade para projetos na área da eletrônica e robótica. (IDEM).

3.2 MICROCONTROLADORES

Neste projeto foi utilizado o microcontrolador PIC16F877A, primeiramente por apresentar uma facilidade de aquisição no comércio, por ter uma boa quantidade de pinos de entrada e saída (33 pinos) e também porque os microcontroladores da série 16F de 18 pinos possuem conversor analógico/digital. O microcontrolador também se destaca por ter uma boa quantidade de memória EEPROM¹ para que os dados de cadastro das tags e os valores da conversão dos eixos do acelerômetro fossem guardados.

Esse microcontrolador possui um set de instruções reduzido (tecnologia RISC), com apenas 35 instruções.

O microcontrolador é um dispositivo semicondutor em forma de Circuito Integrado que faz a integração de todas as partes básicas de um microcomputador, como o microprocessador, memórias voláteis e não-voláteis, portas de entrada e saída. É um microprocessador simples, ao qual se incorpora uma grande quantidade de dispositivos com o intuito de usá-lo nas mais diversas aplicações de controle. Geralmente, é limitado em termos de quantidade de memória principalmente no que diz respeito à memória de dados, e é utilizado em aplicações específicas, ou seja, naquelas que não necessitam de armazenar grandes quantidades de dados. Apresenta um custo bastante baixo e possui vários fornecedores. (GIMENEZ, 2002, p. 4; ZELENOVSKY e MENDONÇA, 2005, p. 5).

Alguns dos fornecedores citados acima são: Motorola, Microchip, Mitsubishi, NEC, Philips, SGS, Intel, Hitachi, Toshiba etc.

¹ EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*) – é um *chip* de armazenamento não-volátil, podendo ser programada e apagada várias vezes, eletricamente.

3.2.1 Microcontroladores da família PIC

A família PIC possui diferentes modelos de microcontroladores produzidos pela *Microchip Technology Inc.*, com características similares e que podem ser operados por um semelhante set de instruções. Apesar de possuírem características básicas parecidas, eles se diferenciam quanto a seus periféricos (memórias, comparadores, conversores) e quantidade de pinos. Dessa forma, há uma diversidade de microcontroladores e funcionalidades. (SOUZA, 2005).

O fabricante fornece soluções para diversas faixas de desempenho inteiro de microcontroladores como o de 8-bit, 16-bit e 32-bit, com uma poderosa arquitetura, tecnologias de memórias flexíveis, abrangentes ferramentas de fácil utilização, desenvolvimento, documentação técnica completa e pós-design em apoio através de uma rede global de vendas e distribuição. Podem ser identificados alguns benefícios, como fácil migração entre famílias de produtos, desenvolvimento de produtos de baixo risco e menor custo total do sistema. (MICROCHIP, 2012)

Os diversos tipos de microcontroladores podem ser observados na Figura 3.1.

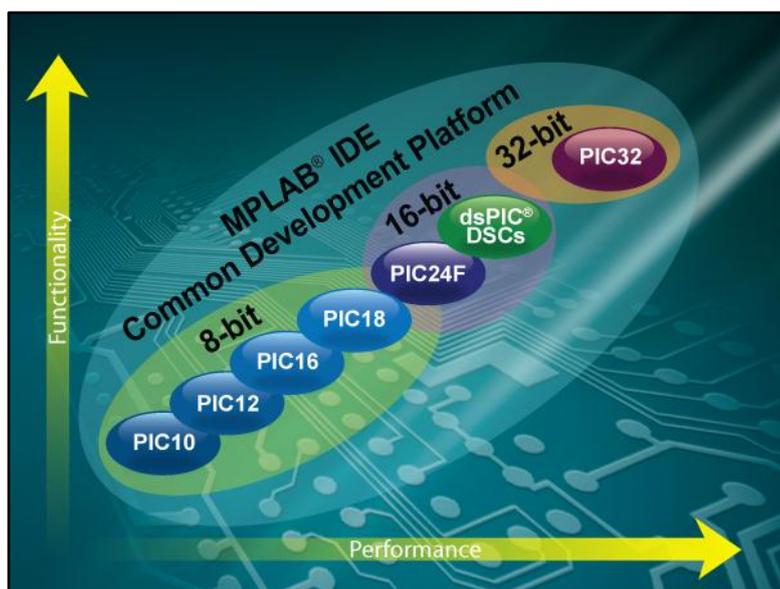


Figura 3.1 - Diversos tipos de microcontroladores
Fonte: <http://www.microchip.com>

No capítulo 4, na seção do Microcontrolador PIC16F877A, serão abordadas as principais características técnicas do microcontrolador utilizado.

3.3 MÓDULO GSM

O principal motivo da escolha do modem GSM ter sido o SIM900 para a utilização no projeto foi o preço bem acessível. Outros motivos foram por poder ser conectado diretamente ao microcontrolador e pelo seu tamanho reduzido. O módulo possui pinos que facilitam o encaixe da placa confeccionada para o projeto.

Um modem GSM é um tipo especializado de modem que aceita um SIM card e opera com mais de uma assinatura de uma operadora de telefonia móvel, como um telefone celular. Da perspectiva do operador móvel, um modem GSM parece com um telefone móvel, tendo muitas de suas funcionalidades parecidas. (NOWSMS, 2012).

3.3.1 SMS (*Short Message Service*)

Serviço de mensagens curtas (SMS) é um serviço globalmente aceito, sem fio, que permite a transmissão de mensagens alfanuméricas entre assinantes de telefonia móvel e sistemas externos, tais como correio eletrônico, paginação e correio de voz de sistemas. (HOW STUFF WORKS, 2012).

3.3.2 SIM Card

O SIM Card é um microchip especialmente programado inserido em um dispositivo móvel GSM. O cartão SIM criptografa as transmissões e identifica o usuário na rede móvel. Sem um cartão SIM inserido no dispositivo móvel, apenas chamadas de emergências são possíveis de serem realizadas.

Os cartões SIM permitem que os usuários alternem facilmente suas informações de conta entre outros dispositivos compatíveis com GSM para uso imediato. O cartão SIM também atua como um cartão de memória removível do interior do dispositivo móvel. Cartões SIM podem contar com até 128KB de memória disponível para armazenar nomes e números de telefone, bem como mensagens de texto. Isto permite aos usuários facilmente atualizarem um novo dispositivo móvel com sua agenda de telefone existente. (AT & T, 2012).

3.4 MÓDULO RFID

O módulo RFID utilizado no projeto é um módulo por identificação de rádio-frequência que opera na faixa de 125 kHz e possui curto alcance para a leitura de tags ou cartões de mesma frequência. Assim como os outros componentes do projeto, também possui um preço bastante acessível. Com seu tamanho reduzido pode ser colado no vidro do carro e conectado através de um cabo até a placa do microcontrolador, ou pode ficar acoplado ao circuito mesmo, podendo ser observado na Figura 3.2.

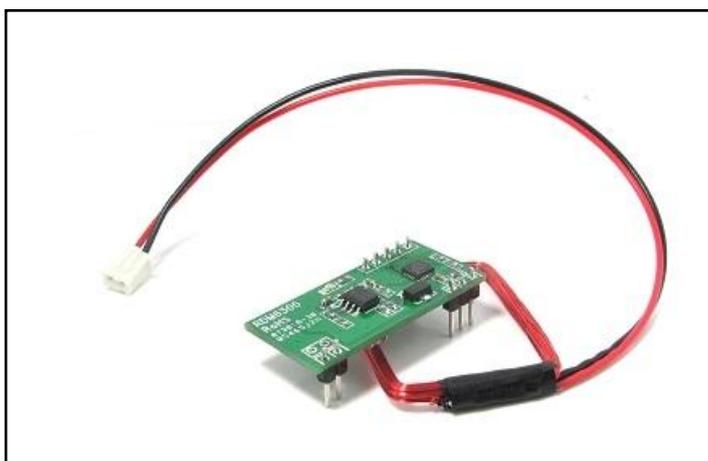


Figura 3.2 - Módulo RFID
Fonte: IteadStudio

Identificador por Rádio Frequência (RFID) é um termo utilizado para descrever um sistema que transmite a identidade sem fios (sob a forma de um número de série único) de um objeto ou pessoa através de ondas de rádio. Está agrupado na mais ampla categoria de tecnologias de identificação automática. (RFID JOURNAL, 2005).

O RFID é uma ferramenta de tecnologia muito valiosa. Ele mantém a promessa de substituição de tecnologias de identificação existentes, como o código de barras. Ele oferece vantagens estratégicas para as empresas, para que o estoque da cadeia de suprimentos possa ser acompanhado de forma mais eficiente, além de poder fornecer também a visibilidade do trânsito em tempo real. (SWEENEY, 2008, p. 9).

3.4.1 TAG RFID

A TAG RFID contém um chip que já vem com um número de fábrica gravado em seu interior.

A TAG aproveita a energia do campo eletromagnético gerada pelo módulo RFID, enviando os dados armazenados em seu chip para o módulo.

Ela é uma das chaves principais do projeto. O leitor RFID reconhece a tag e faz a ativação e desativação do sistema.

Para o projeto poderia ser utilizado um controle remoto. A TAG foi escolhida por ser portátil, de pequena dimensão e mais simples de ser utilizada, como pode ser visualizada na Figura 3.3. Já o controle remoto precisaria de um transmissor e um receptor para seu devido funcionamento, e isso acarretaria em um aumento no tamanho e no custo, além de um volume maior no projeto, por não ser portátil como a TAG, sendo então, grande para a dimensão atual do projeto.



Figura 3.3 - Tag RFID
Fonte: www.skpang.co.uk

A etiqueta RFID, consiste de um típico circuito integrado ligado a uma antena de rádio. O chip pode armazenar até 2KB de dados. Por exemplo, informações sobre um produto, como sua data de fabricação ou o destino de um cartão de embarque. (RFID JOURNAL, 2005).

A tag RFID é composta de duas partes básicas: o chip ou circuito integrado, e a antena. O chip é um pequeno computador, que armazena uma série de números únicos para o chip. A antena permite que o chip receba energia e se comunique, permitindo que a tag RFID troque dados com o leitor.

Há tags passivas e ativas. As tags ativas têm uma bateria que alimenta sua comunicação. Já a tag passiva, utilizada para este projeto, só se comunica na presença de um

leitor. Na presença de um leitor, significa que o leitor e a tag estão no mesmo campo eletromagnético. Quando a tag passiva entra em um campo elétrico ou magnético, ela atrai quantidade suficiente de energia do campo para poder transmitir suas informações. (SWEENEY, 2005, p. 20).

3.5 VISÃO GERAL DO PROJETO

Agora que os componentes essenciais para a realização do projeto foram explicados neste capítulo, é possível entender os passos e procedimentos, bem como a ligação entre os componentes do projeto, tendo-se uma visão geral do sistema.

O projeto é constituído de um microcontrolador, um acelerômetro, um módulo RFID, um modem GSM, uma tag RFID e outros componentes a serem detalhados futuramente.

O diagrama esquemático do projeto pode ser acompanhado através da Figura 3.4.

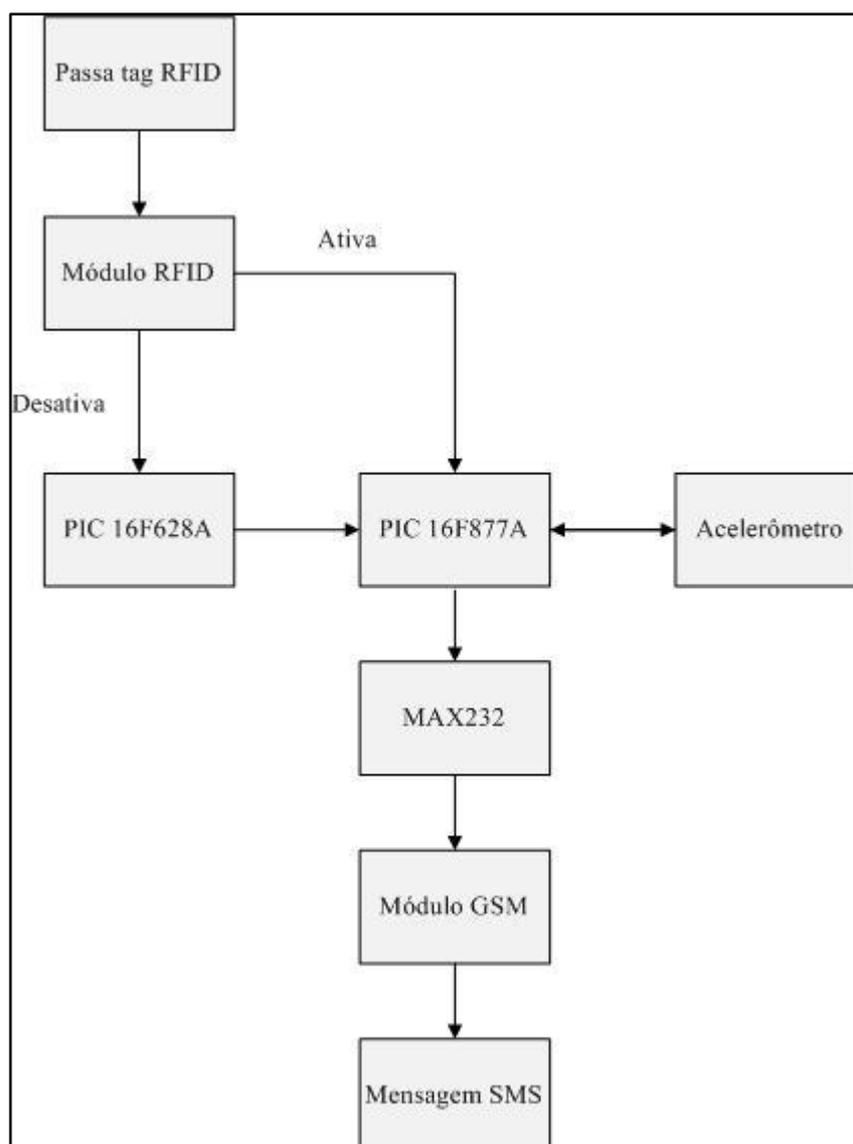


Figura 3.4 - Diagrama Esquemático do projeto
Fonte: (AUTOR, 2102)

No capítulo 4 – Descrição do Hardware e Software serão abordadas, de forma detalhada, as especificações de funcionamento dos dispositivos utilizados.

CAPÍTULO 4 – DESCRIÇÃO DO HARDWARE E SOFTWARE

Neste capítulo são expostas todas as informações relevantes dos componentes essenciais utilizados no projeto, bem como seu detalhamento e especificações.

4.1 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

O microcontrolador é o responsável por codificar e decodificar o circuito. O PIC 16F877A, conforme mencionado anteriormente, é o microcontrolador utilizado para a confecção deste projeto.

Por possuir 40 pinos, é possível a montagem de um hardware complexo e capaz de interagir com diversos recursos e funções ao mesmo tempo. (SOUZA,2005, p. 18).

O microcontrolador utilizado no projeto pode ser visualizado na Figura 4.1.

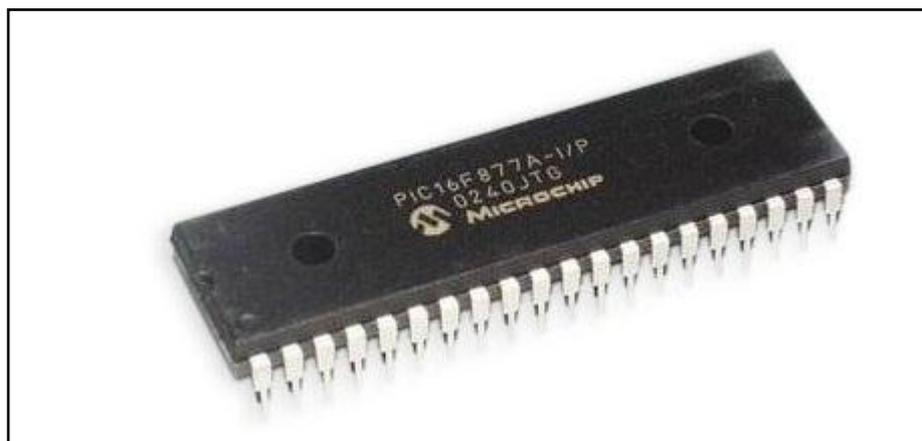


Figura 4.1 - PIC16F877A
Fonte: www.huinfinito.com

4.1.1 Especificações

As principais especificações técnicas do PIC 16F877A são: (MARTINS DE SOUZA apud SOUZA, 2005).

- Microcontrolador de 40 pinos;
- Via de programação com 14 bits e 35 instruções;
- Programação *in-circuit* (alta e baixa tensão);

- Frequência de operação de até 20 MHz;
- Memória *flash* de programa de 8kwords;
- 33 portas configuráveis como entrada ou saída;
- 15 interrupções disponíveis;
- Memória EEPROM interna com 256 bytes;
- Memória RAM com 368 bytes;
- Conversores A/D (analógico-digital) de 10 bits (8x) e comparadores analógicos (2x);
- Comunicações seriais: SPI, I2C e USART.

4.1.2 Pinagem do PIC 16F877A

A pinagem completa do PIC é mostrada na Figura 4.2, bem como toda a sua configuração é apresentada na Tabela 4.1.

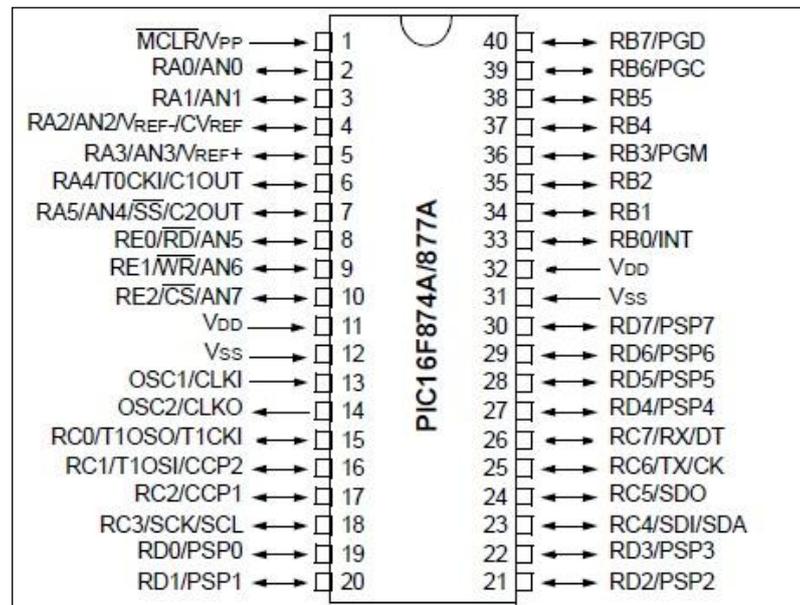


Figura 4.2 - Pinagem do PIC 16F877A
 Fonte: Microchip Technology, 2003, p.3

Tabela 4.1 - Pinos do PIC16F877A

N°	Pino	Descrição
1	MCLR/Vpp	Master Clear (reset). O microcontrolador funciona quando este pino está em nível alto.
2	RA0	Entrada e saída digital.
	AN0	Entrada analógica.
3	RA1	Entrada e saída digital.
	AN1	Entrada analógica.
4	RA2	Entrada e saída digital.
	AN2	Entrada analógica.
	V _{REF-} /CV _{REF}	Tensão negativa de referência analógica.
5	RA3	Entrada e saída digital.
	AN3	Entrada analógica.
	V _{REF+}	Tensão positiva de referência analógica.
6	RA4	Entrada e saída digital. Open-drain quando configurado como saída.
	T0CKI	Entrada externa do contador TMR0.
	C1OUT	Saída do comparador 1.
7	RA5	Entrada e saída digital.
	AN4	Entrada analógica.
	SS	Slave para a comunicação SPI.
	C2OUT	Saída do comparador 2.
8	RE0	Entrada e saída digital.
	RD	Controle de leitura da comunicação paralela.
	AN5	Entrada analógica.
9	RE1	Entrada e saída digital
	WR	Controle de escrita da comunicação paralela.
	AN6	Entrada analógica.
10	RE2	Entrada e saída digital.
	CS	Habilitação externa para comunicação paralela.
	AN7	Entrada analógica.
11	VDD	Alimentação positiva.
12	VSS	GND.
13	OSC1/CLKIN	Oscilador cristal ou entrada de osciladores externos.
14	OSC2/CLKOUT	Saída para oscilador cristal.
15	RC0	Entrada e saída digital.
	T1OSO	Saída do oscilador externo para TMR1.
	T1CKI	Entrada de incremento para TMR1.
16	RC1	Entrada e saída digital.
	T1OSI	Entrada do oscilador externo para TMR1.
	CCP2	Entrada do Capture2 ou Saída para Compare2/PWM2.
17	RC2	Entrada e saída digital.
	CCP1	Entrada do Capture1 ou Saída para Compare1/PWM1.
18	RC3	Entrada e saída digital.
	SCK	Entrada/Saída do clock para comunicação SPI.
	SCL	Entrada/Saída do clock para comunicação I2C.

19	RD0 PSP0	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
20	RD1 PSP1	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
21	RD2 PSP2	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
22	RD3 PSP3	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
23	RC4 SDI DAS	Entrada e saída digital. Entrada de dados para comunicação SPI. Entrada/Saída de dados para comunicação I2C.
24	RC5 SDO	Entrada e saída digital. Saída de dados para comunicação SPI.
25	RC6 TX CK	Entrada e saída digital. Transmissão para comunicação assíncrona USART. Clock para comunicação síncrona USART.
26	RC7 RX DT	Entrada e saída digital. Recepção para comunicação assíncrona USART. Dados para comunicação síncrona USART.
27	RD4 PSP4	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
28	RD5 PSP5	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
29	RD6 PSP6	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
30	RD7 PSP7	Entrada e saída digital. Comunicação paralela.
33	RB0 INT	Entrada e saída digital. Interrupção externa.
34	RB1	Entrada e saída digital.
35	RB2	Entrada e saída digital.
36	RB3 PGM	Entrada e saída digital. Entrada para programação de baixa tensão.
37	RB4	Entrada e saída digital.
38	RB5	Entrada e saída digital.
39	RB6 PGC	Entrada e saída digital. Clock de programação serial ou pino de in-circuitdebugger.
40	RB7 PGD	Entrada e saída digital. Dado de programação serial ou pino de in-circuitdebugger.

FONTE: MARTINS DE SOUZA apud SOUZA, 2005, p. 21.

confeccionada pelo fabricante do produto, como mostrado na Figura 4.4, um cabo USB e um cd de instalação do software.

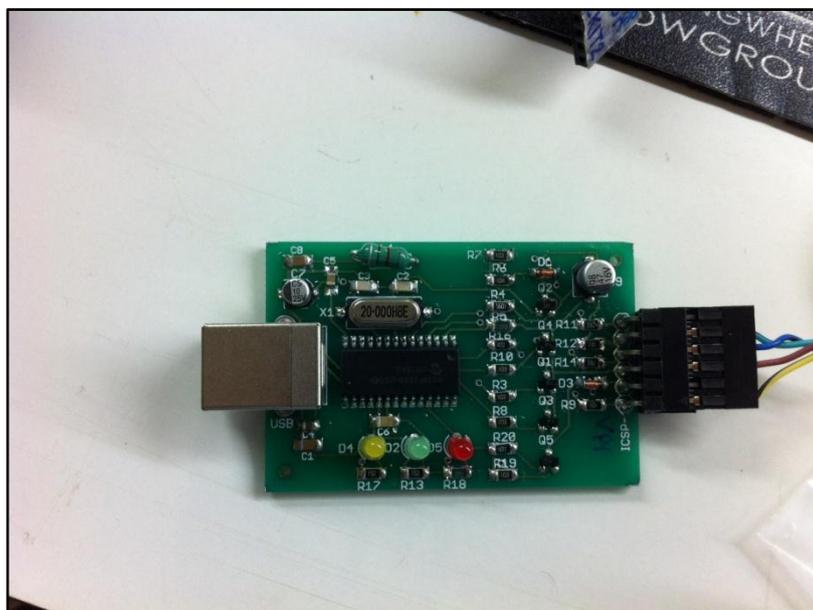


Figura 4.4 - Placa do PICkit2
Fonte: (AUTOR, 2102)

Sua utilização é realizada através da conexão do PIC com a placa do kit e esta com uma das entradas USB do computador. Assim que o circuito é conectado ao kit e ao computador, o microcontrolador é reconhecido pelo kit e pode ser gravado, como demonstrado na Figura 4.5.

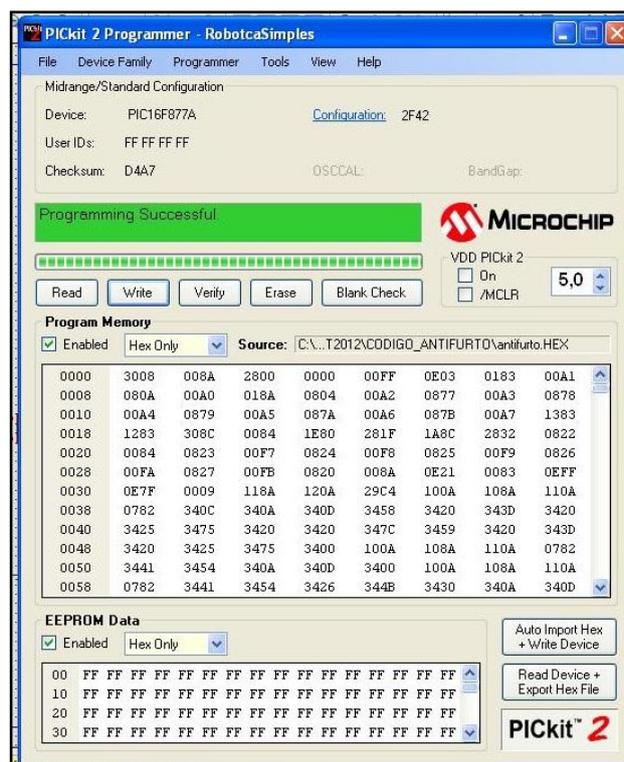


Figura 4.5 - Gravação com o PICkit 2
Fonte: (AUTOR, 2102)

Para que fosse possível gravar o programa no PIC, foi necessário importar o arquivo da programação em “.HEX” para o PICkit.

4.2 ACELERÔMETRO ADXL335

O ADXL335 é um pequeno, fino, de baixa potência, acelerômetro de 3 eixos completo com saídas de sinal condicionado à tensão. O dispositivo mede a aceleração em uma faixa completa com escala mínima de $\pm 3g$. Pode medir a aceleração estática da gravidade em aplicações de detecção da inclinação, bem como a aceleração dinâmica resultante do movimento, choque ou vibração.

O usuário seleciona a largura de banda do acelerômetro usando os capacitores CX, CY, CZ nos pinos XOUT, YOUT e ZOUT.

A largura de banda pode ser selecionada para se adequar a aplicação, com uma gama de 0,5Hz a 1600Hz para os eixos X e Y, e uma gama de 0,5Hz a 550Hz para o eixo Z.

O ADXL335 está disponível em um chip de pequeno e baixo perfil de plástico de 16 terminais, com $4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 1.45\text{mm}$, invólucro em escala.

O diagrama funcional de bloco do ADXL335 pode ser visualizado na Figura 4.6.

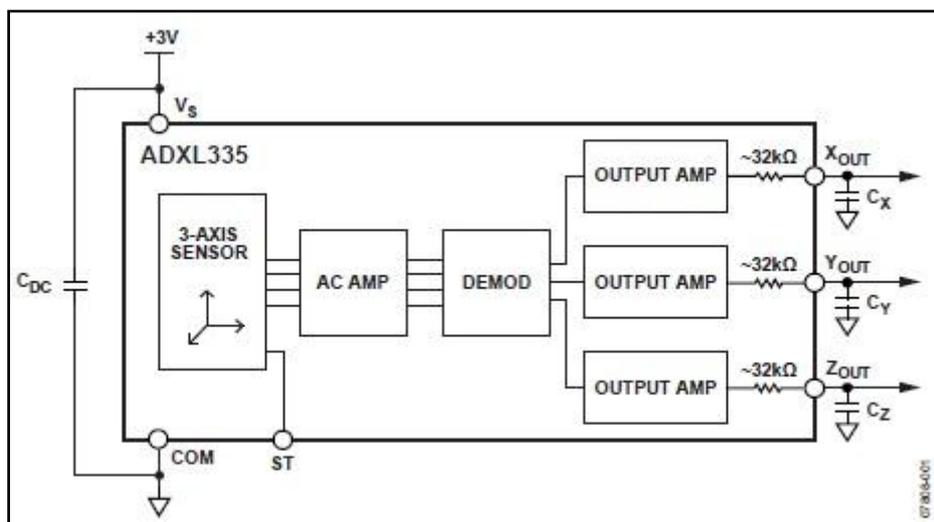


Figura 4.6 - Diagrama Funcional de Bloco do ADXL 335
 Fonte: ANALOG DEVICES, 2009-2010, p.1

Ele contém um sensor de polissilício de superfície micromecânica e os circuitos de condicionamento de sinal implementam um ciclo aberto para arquitetura de medição de aceleração. Os sinais de saída são tensões analógicas que são proporcionais à aceleração.

O acelerômetro pode medir a aceleração estática da gravidade em aplicações de sensoriamento de inclinação, assim como a aceleração dinâmica resultante de movimentação, choque ou vibração.

O sensor é um polissilício com estrutura de superfície micromecânica construído sobre uma pastilha de silício. Molas de silício policristalino suspendem a estrutura sobre a superfície do wafer² e fornecem uma resistência contra as forças de aceleração. A deflexão da estrutura é medida através de um capacitor diferencial que consiste de placas fixas independentes e placas ligadas à massa em movimento. As placas fixas são acionadas por ondas quadradas de 180° (graus), fora de fase. A aceleração desvia o movimento da massa e desequilibra o capacitor diferencial resultando em uma saída no sensor, cuja amplitude é proporcional à aceleração. Técnicas sensíveis à demodulação de fase são então utilizadas para determinar a magnitude e direção da aceleração.

A saída do demodulador é amplificada e levada para fora do chip através de um resistor de 32kΩ. O usuário então ajusta o sinal de largura de banda do dispositivo através da

²Wafers são placas de semicondutores feitas de silício e usadas como base para a criação de chips processadores.

adição de um capacitor. Esta filtragem melhora a resolução de medição e ajuda a evitar o *aliasing*.³

O ADXL335, apresentado na Figura 4.7, utiliza uma estrutura única para detectar os eixos X, Y e Z. Como resultado, as direções de sentido dos três eixos são ortogonais e têm pouca sensibilidade ao eixo transversal.

O desalinhamento mecânico do sensor matriz com o pacote é a principal fonte da sensibilidade ao eixo transversal. O desalinhamento mecânico pode, é claro, ser calibrado ao nível do sistema. (DATA SHEET ANALOG DEVICES, 2009-2010).



Figura 4.7 - Acelerômetro ADXL335
Fonte: <http://iteadstudio.com>

4.2.1 Especificações

O ADXL 335 contém algumas especificações de temperatura, tensão, aceleração etc.

A temperatura ambiente é de 25° C, a tensão de saída é de 3V, e os capacitores CX, CY e CZ possuem a capacitância de 0.1µF. A aceleração é de 0g, salvo indicação ao

³ Aliasing se refere a um efeito que faz com que diferentes sinais tornem-se indistinguíveis quando amostrados. Refere-se também à distorção ou artefato que ocorre quando um sinal reconstruído de amostras é diferente do sinal contínuo original.

contrário. Todas as especificações mínimas e máximas são garantidas. Especificações típicas não são garantidas. (DATA SHEET ANALOG DEVICES, 2009-2010).

O ADXL335 tem a capacidade de limitar a banda nos pinos XOUT, YOUT e ZOUT. Capacitores devem ser adicionados a estes pinos para implementar a filtragem passa-baixa para a suavização e redução de ruído.

4.2.2 Pinagem

Na Figura 4.8 é apresentado o acelerômetro e suas saídas. Na Tabela 4.2 São abordados todos os pinos do acelerômetro e suas descrições.

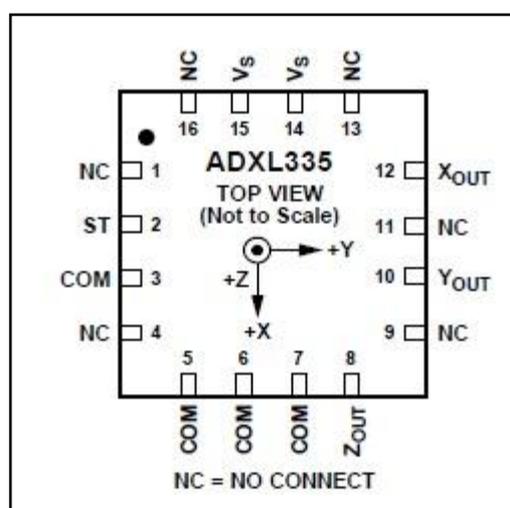


Figura 4.8 - Pinagem do ADXL335
Fonte: DATA SHEET ANALOG DEVICES, 2009-2010, p.5

Tabela 4.2 - Pinos do ADXL335

Número do Pino	Mneumônico	Descrição
1	NC	Não Conectado. ⁴
2	ST	Auto-teste.
3	COM	Comum.
4	NC	Não Conectado. ²
5	COM	Comum.
6	COM	Comum.
7	COM	Comum.
8	ZOUT	Canal de Saída Z.
9	NC	Não Conectado. ²

⁴Pinos NC não estão conectados internamente e podem ser ligados aos pinos COM, salvo indicação ao contrário.

10	YOUT	Canal de Saída Y.
11	NC	Não Conectado. ²
12	XOUT	Canal de Saída X.
13	NC	Não Conectado. ²
14	VS	Tensão de Alimentação (1.8 V até 3.6 V).
15	VS	Tensão de Alimentação (1.8 V até 3.6 V).
16	NC	Não Conectado. ²
EP	ExposedPad (Almofada Exposta)	Internamente não conectado. Solda para a integridade mecânica.

Fonte: DAA SHEET ANALOG DEVICES, 2009-2010, p.5

A pinagem utilizada pelo acelerômetro pode ser visualizada na Figura 4.9.

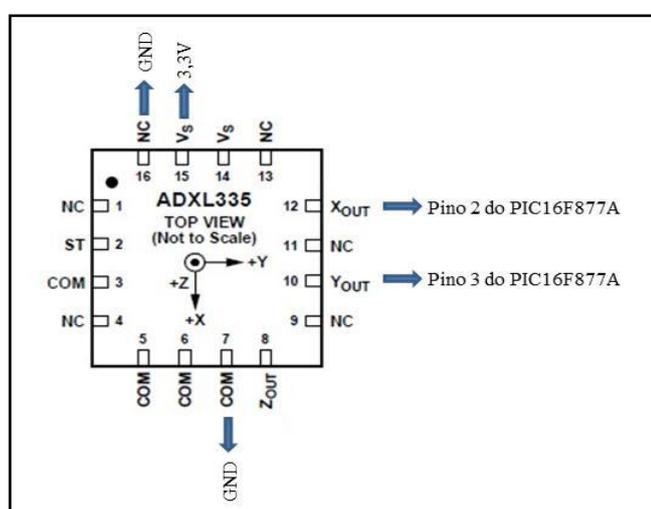


Figura4.9 - Pinagem do ADXL335 utilizada para o projeto
Fonte: DATA SHEET ANALOG DEVICES, 2009-2010, p.5(com adaptações)

4.3 MÓDULO RFID RDM6300

O RDM6300 125 kHz mini-módulo de leitor de cartões, mostrado na Figura 4.10, é projetado para leitura de código de cartão de 125kHz compatível com tags de somente leitura e cartão de leitura / gravação. Ele pode ser aplicado no escritório, na segurança de casas, identificação pessoal, controle de acesso, anti-falsificação, brinquedo interativo e sistemas de controle de produção, etc. (ITEAD STUDIO, 2012).

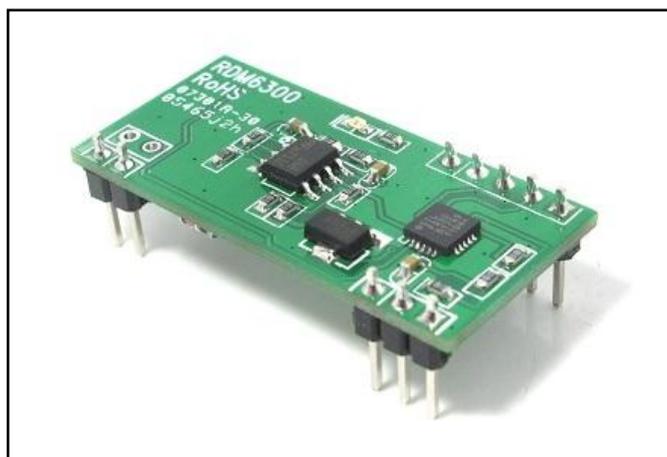


Figura 4.10 - Módulo RFID RDM6300
Fonte: <http://iteadstudio.com>

4.3.1 Especificações

As principais especificações técnicas do Módulo RFID RDM6300 são: (ITEAD STUDIO, 2012).

- Opera na Frequência de 125kHz
- Taxa de Transmissão de dados de 9600
- Interface Weigand26 ou TTL formato RS232 de nível de eletricidade
- Fonte de Alimentação de 5V(DC) - 5%
- Corrente <50mA
- Alcance de Operação >50mm (Depende do cartão/Tag e do fabricante)
- Temperatura de Funcionamento de -10°C a +70°C
- Temperatura de Armazenamento de -20°C a +80°C
- Máxima Umidade: Umidade relativa de 0~95%
- Tamanho de 38,5mm x 19mm x 9mm

4.3.2 Pinagem

A pinagem do RDM6300 pode ser visualizada através da Figura 4.11 e a definição dos seus pinos é dada através da Tabela 4.3.

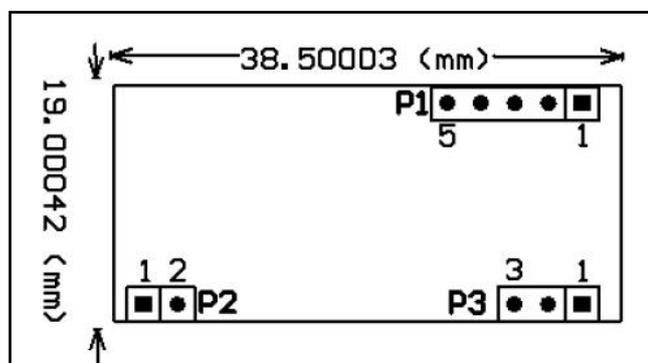


Figura 4.11 - Pinagem do RDM6300

Fonte: ITEAD STUDIO, RDM630 Specification, p.1

Tabela 4.3 - Pinos do RDM6300

Definição do Pino (Weigand)	Definição do Pino (TTL interface RS232 formato de dados)
P1:	P1:
PIN1 DATA0	PIN1 TX
PIN2 DATA1	PIN2 RX
PIN3	PIN3
PIN4 GND	PIN4 GND
PIN5 +5V(DC)	PIN5 +5V(DC)
P2:	P2:
PIN1 ANT1	PIN1 ANT1
PIN2 ANT2	PIN2 ANT2
P3:	P3:
PIN1 LED	PIN1 LED
PIN2 +5V(DC)	PIN2 +5V(DC)
PIN3 GND	PIN3 GND

Fonte: ITEAD STUDIO, RDM630 Specification, p.1 (com adaptações)

4.4 MÓDULO GSM SIM900

O GSM SIM900, mostrado na Figura 4.12, é um módulo *shield* GSM/GPRS com base no SIM900 Quad-band do módulo GSM/GPRS. O Modem é controlado através de comandos AT (GSM 07.07, 07.05 e comando AT melhorado SIMCOM), e totalmente

compatível com vários microcontroladores (PIC, Arduino/Iteaduno, Mega, ARM, 8051). (ITEADSTUDIO, 2011).

O SIM900 é um módulo sem fio, compacto e confiável. É um completo módulo Quad-band GSM / GPRS em um tipo de SMT e projetado com um poderoso processador chip único, o que lhe permite beneficiar de pequenas dimensões e soluções custo-efetivas. (IDEM).

Ele apresenta recursos para utilização de voz, SMS, dados e fax em uma pequena forma e com baixo consumo de energia. (IDEM).

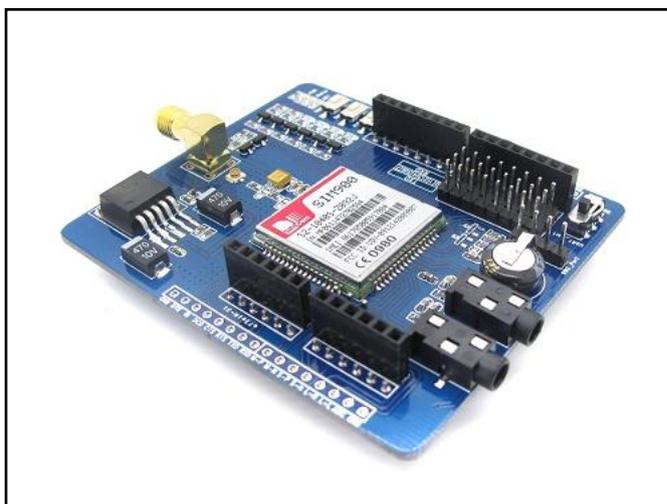


Figura 4.12 - Modem GSM SIM900
Fonte: <http://iteadstudio.com>

4.4.1 Especificações

As principais especificações técnicas do Módulo GSM SIM900 são: (ITEADSTUDIO, 2011).

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz;
- GPRS multi-slot classe 10/8;
- GPRS mobile station classe B;
- Compatível com o GSM fase 2/2+;
- Classe 4 (2W@850/900MHz);
- Classe 1 (1W@1800/1900MHz);

- Controle via comandos (GSM 07.07, 07.05 e SIMCOM Comandos AT melhorado);
- SMS(Short Message Service);
- Porta serial livre para seleção;
- Todos os módulos SIM900 possuem conexões para pinos de saídas;
- RTC suportado com Super Capacitor;
- Power on/off e reset de funções suportadas pela interface Arduino;
- Indicadores de PWR, LED de estado e LED de estado de rede;
- Tamanho da PCB: 77,2mm X 66mm X 1,6mm;
- Alimentação Externa: 9 a 20 volts DC(Compatível com Arduino);
- Protocolo de comunicação: UART;
- RoHS: Sim.

4.4.2 Pinagem

A pinagem do Modem GSM SIM 900 pode ser visualizada através da Figura 4.13.

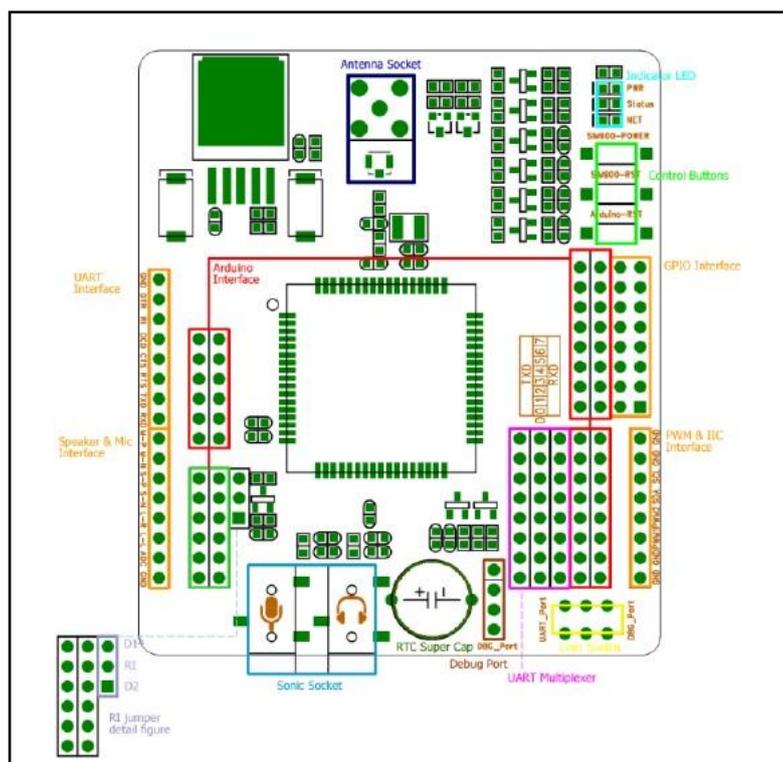


Figura 4.13 - Pinagem do modem GSM SIM900
Fonte: IComSat v1.1 - SIM900 GSM/GPRS shield, 2011, p.3

Para que o modem pudesse ser ligado automaticamente, sem que necessário pressionar seu botão de ligar ou o reset, foram feitas duas ligações entre os botões e as saídas da placa para facilitar o acionamento do modem e o desenvolvimento do projeto. Essas ligações podem ser visualizadas na Figura 4.14.

A definição dos seus pinos é dada através da Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Pinos do modem GSM SIM900

Interface	Pino	Descrição
GPIOs	1	VDD*
	2	GND
	3	GPIO1
	4	GPIO2
	5	GPIO3
	6	GPIO4
	7	GPIO5
	8	GPIO6
	9	GPIO7
	10	GPIO8
	11	GPIO9
	12	GPIO10
	13	GPIO11
	14	GPIO12
	15	GND
	16	VDD*
UART	1	GND
	2	DTR
	3	RI
	4	DCD
	5	CTS
	6	RTS
	7	TXD
	8	RXD
IIC&PWM	1	GND
	2	GND
	3	IIC_SCL
	4	IIC_SDA
	5	PWM2
	6	PWM1
	7	GND
	8	GND
Debug_Port	1	GND
	2	PERKEY
	3	DBG_RXD
	4	DBG_TXD

VDD* = 3.0 V

Nota: O nível de operação da porta é de 3.0V.

Fonte: IComSat v1.1 - SIM900 GSM/GPRS shield, 2011, p.3 (com adaptações)

4.4.3 Comandos AT

Comandos AT são instruções usadas para controlar um modem. AT é a abreviação de Atenção. Toda linha de comando começa com “AT” ou “at”. Esse é o motivo de o comando do modem ser chamado de comandos AT.

Muitos dos comandos que são utilizados para controlar modems dial-up com fios, bem como ATD (discada), ATA (resposta), ATH (controle de Hook) e ATO (Retorno online do estado de dados), são também suportados por modems GSM/GPRS e telefones móveis. Além do comum set de instruções, Modems GSM/GPRS e telefones móveis suportam comandos AT que são específicos para a tecnologia GSM, que inclui comandos para o envio de mensagens SMS, envio de mensagens a partir de um armazenamento, listar as mensagens SMS e ler mensagens SMS. (COMANDOS AT, 2012).

Para a realização do projeto, foi necessária a utilização de comandos básicos para o envio de mensagem SMS para o telefone cadastrado.

Sendo assim, comandos AT foram utilizados. Estes comandos estão discriminados e podem ser visualizados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Comandos AT utilizados no projeto

Comandos AT	Descrição
AT+CMGF	Selecionar o formato da mensagem SMS modo texto (CMGF=1), modo PDU (CMGF=0).
AT+CMGS	Fazer o envio da mensagem SMS.
AT	Verifica se o modem está conectado.
AT&K0	Desativa a compactação de dados.
ATE0	Desliga o modo eco.

Fonte: SIM900 ATCommand Manual, 2010 (com adaptações)

4.5 COMUNICAÇÃO SERIAL RS232

O RS232 permite a transmissão confiável de dados de um transmissor para um receptor em taxas de dados de até 20K bits/segundo em distâncias relativamente curtas (de até 15 metros). Nos mais recentes chips transceptores RS232, as taxas de dados de até 1Mbps são realizáveis em distâncias mais curtas (de até 1,5 metros). As aplicações mais comuns para

O DB9 é um tipo de conector comum que faz a comunicação entre o MAX232 e a serial RS232. O DB9 possui 9 pinos no conector macho ou 9 orifícios no conector fêmea.

Os DB9, mostrados na Figura 4.17, são projetados para trabalhar com a EIA/TIA 232, que determinou a função de todos os nove pinos como um padrão, de modo que várias empresas poderiam projetá-los em seus produtos. Os conectores DB9 eram comumente usados para série de dispositivos periféricos, como teclados, mouses, joysticks, etc, possuindo uma comunicação bem mais lenta que a conexão com a USB. (L-com)

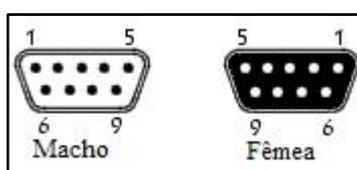


Figura 4.17 - Conector DB9
Fonte: kioskea (com adaptações)

Os pinos do DB9 utilizados no projeto foram o 2, de recepção de dados, o 3, de transmissão de dados e o 5, do terra.

4.5.2 Pinagem do CI MAX232

A pinagem do MAX232 pode ser visualizada através da Figura 4.18 e a definição dos seus pinos é dada através da Figura 4.19.

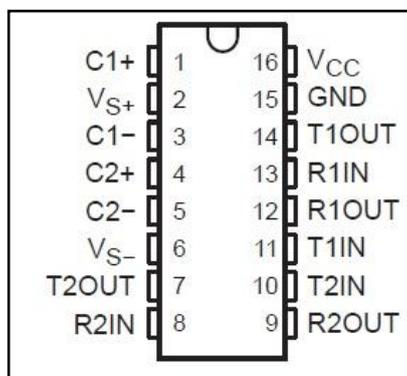


Figura 4.18 - CI Max 232
Fonte: Texas instruments, 2004, p.1

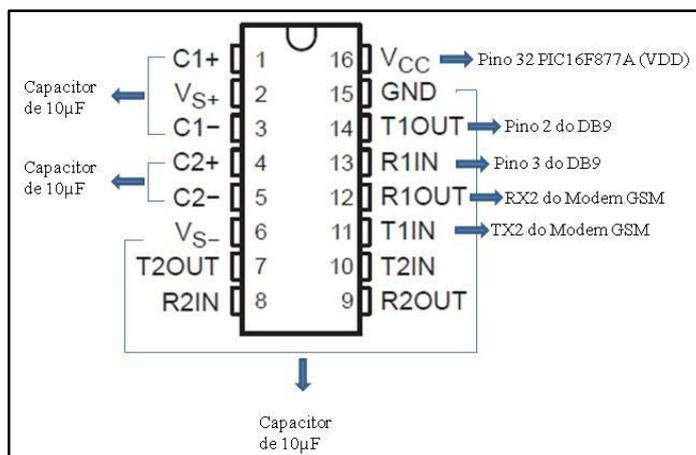


Figura 4.19 - Pinagem do Max 232
Fonte: Texas instruments, 2004, p.1 (com adaptações)

4.6 PIC C COMPILER

O compilador utilizado para a elaboração da programação do projeto foi o PIC C Compiler da CCS, Inc. Esse compilador possui funcionalidades básicas e essenciais que auxiliaram na realização do projeto.

Para que a programação esteja bem organizada e de fácil identificação, o editor possui algumas características, como destaque de sintaxe de cor, controle de guia, marcadores, ajuda sensível ao contexto e buscas para combinar } ou). Visores especiais incluem o acesso rápido e fácil às fichas de dados válidos, fusíveis e interrupções para dispositivos, um intérprete de arquivo COD e um arquivo fonte. O software também apresenta uma janela de estatísticas, que mostra as linhas e declarações em cada arquivo, e ROM e RAM utilizada por cada função, juntamente com porcentagens. (CCS, 2012).

É um compilador de linguagem C de baixo nível. A interface é bem didática e amigável, fazendo com que sua usabilidade seja simples e fácil.

4.6.1 Saída Serial do PIC C Compiler

O software utilizado para a programação, PIC C Compiler, possui um monitor interno para visualizar o que está conectado ao computador através da porta serial. Esse monitor serial elimina a necessidade de ser utilizado um LCD, pois nele pode ser visualizado exatamente o que se passa pelo circuito conectado ao computador. Com ele, é possível verificar o funcionamento e a execução do circuito, bem como testes de inclinação.

CAPÍTULO 5 – IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo, é apresentada tanto a implementação do projeto, quanto a modelagem inicial do sistema e seus procedimentos para a elaboração do projeto.

5.1 ESTRATÉGIA DE MODELAGEM

Neste projeto, é proposta a notificação do proprietário do veículo, de forma imediata, através do envio de mensagem de texto para o celular cadastrado, quando houver furto no veículo e/ou roubo de rodas. Como já é sabido, foram utilizados, um acelerômetro, um modem GSM, um módulo RFID e um microcontrolador.

A estratégia de empregar esses componentes foi utilizada por serem elementos bastante atuais, conhecidos, porque são encontrados no mercado, mesmo que essa utilização seja decorrente de recursos encontrados em telefones celulares, telas de smartphones, em outros controles e novas tecnologias. Através do projeto é possível demonstrar outras formas de utilização desses componentes.

O protótipo foi projetado para ter a menor dimensão possível, para que o sistema fosse bem adaptado ao veículo. Os componentes utilizados foram alguns dos menores encontrados no mercado, para que tivesse uma pequena dimensão na estrutura do projeto, apesar da quantidade de componentes necessários e utilizados.

5.2 MODELAGEM DO SISTEMA

O passo inicial para a realização do projeto foi a organização do que deveria conter no projeto em geral, quais componentes seriam utilizados e como seriam feitas as ligações entre eles.

O projeto é constituído por uma placa de 10cm x 10cm onde se encontram todos os componentes do projeto com exceção do RFID, que não foi soldado nesta placa, mas conectado através de um cabo.

Para a demonstração do funcionamento do projeto, inicialmente foi pensado, na colocação do circuito proposto sobre uma base de papel paraná com um eixo passando abaixo dela, e na frente uma outra parte do papel paraná encaixada no eixo com uma angulação e um

ponteiro para se medir a inclinação do sistema. Posteriormente, o circuito foi inserido dentro de uma caixa de acrílico para que ele ficasse bem protegido e pudesse ser posicionado no carro.

5.2.1 Fluxograma Geral do Sistema

O fluxograma geral do sistema é observado na Figura 5.1.

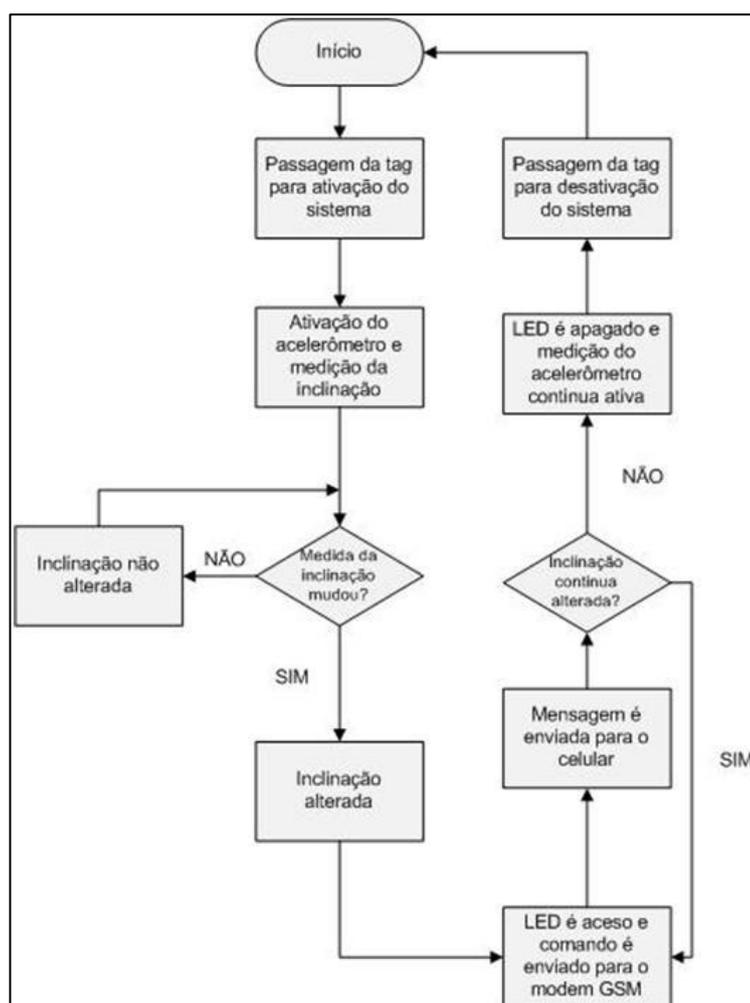


Figura 5.1 - Fluxograma Geral do Sistema
Fonte: (AUTOR, 2102)

Ele destaca os processos principais para o funcionamento do sistema.

A tag é passada próxima ao leitor RFID, e assim faz a ativação do sistema. Com o sistema ativado, o acelerômetro passa a ter seus valores de inclinação salvos na memória do microcontrolador. Se não houver nenhuma alteração na inclinação do acelerômetro, o sistema

permanece fazendo a medição da inclinação e salvando os valores no microcontrolador, caso contrário, a inclinação é alterada e então o LED é aceso.

O LED aceso indica que o sistema teve uma inclinação relevante para notificar o condutor. Então, com o LED aceso, o modem GSM é ativado através de comandos AT e faz o envio da mensagem de texto inúmeras vezes até que o sistema volte à sua posição original.

Quando o sistema volta à posição inicial, o LED é apagado e as mensagens param de ser enviadas. Para desativar o sistema, a tag é passada no leitor RFID novamente.

5.3 ELABORAÇÃO DOS CIRCUITOS

Antes da montagem e confecção da placa do circuito deste projeto, o Software Proteus foi utilizado para a simulação do funcionamento do circuito. Os componentes que não existem no software Proteus, como por exemplo, o acelerômetro, foi criado o mais próximo da realidade, mantendo-se suas funcionalidades e características reais.

5.3.1 Proteus ISIS 7 Professional

O Proteus é uma ferramenta desenvolvida para a criação e elaboração de projetos eletrônicos e placas de circuito impresso. Ele possui dois softwares juntamente a ele que são o ISIS e o ARES. O ISIS é utilizado para a criação da comunicação entre os componentes dispostos no software e a simulação do circuito gerado. Com o ARES é possível desenhar o circuito e as trilhas das placas do circuito impresso.

No Proteus foi possível criar todo o circuito e simular o sistema. Na simulação, que pode ser visualizada na Figura 5.2, foram conectados os componentes para a realização do projeto, como o acelerômetro, o microcontrolador, o módulo RFID e um buzzer, para que houvesse indicações sonoras para facilitar na simulação e programação.

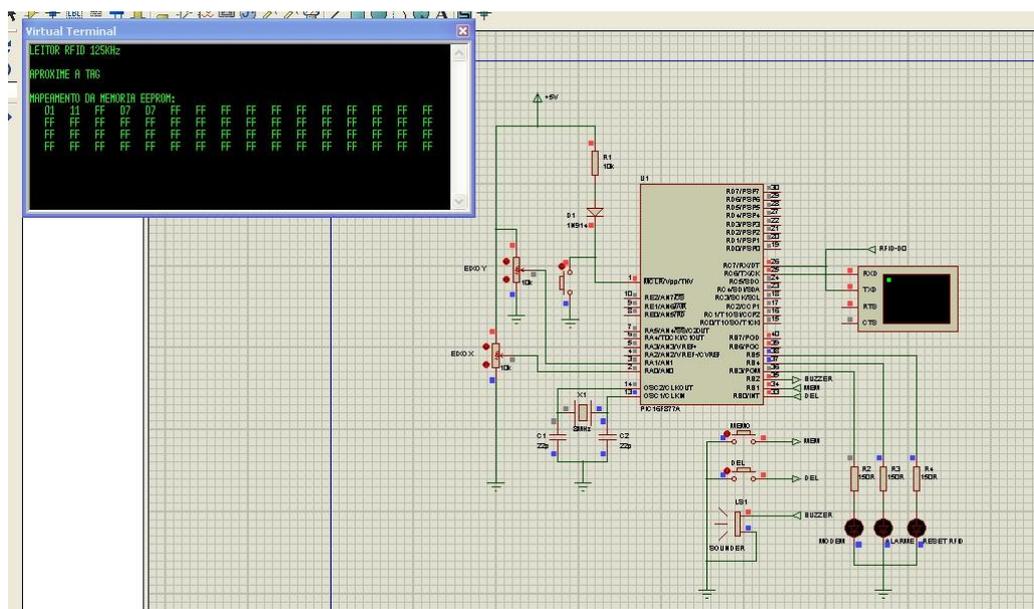


Figura 5.2 - Simulação elaborada no Proteus
Fonte: (AUTOR, 2102)

5.3.2 Elaboração do código fonte e dos circuitos na protoboard e placas de teste

Após a etapa de simulação do circuito no Proteus, a parte prática começou a ser realizada. Várias placas para testes utilizadas em projetos anteriores do grupo de robótica do UniCEUB, foram utilizadas na fase inicial de testes e desenvolvimento do projeto.

Ao todo, foram utilizadas quatro placas básicas. Uma que comportava o microcontrolador 16F877A e seu circuito; uma para o módulo de conversão serial, para que os dados e os valores da inclinação fossem passados do circuito para o computador, fazendo assim a aferição, bem como os dados relacionados com o módulo RFID e o cadastro da TAG. Uma para a fonte de alimentação, para que o circuito funcionasse. E outra de programação do microcontrolador PIC, para que o programa (código em .HEX) fosse gravado no microcontrolador. Essas placas podem ser visualizadas na Figura 5.3.

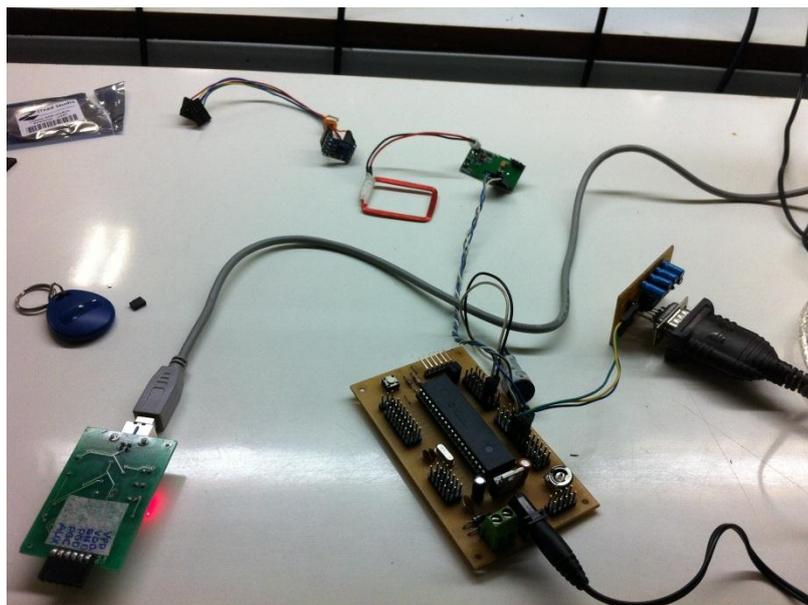


Figura 5.3 - Placas semi-prontas e PICKit 2
Fonte: (AUTOR, 2102)

Para gerar o código em .HEX, foi preciso utilizar o PIC C Compiler. O código fonte foi sendo gerado enquanto o hardware ia sendo desenvolvido. À medida que os circuitos iam sendo conectados, a programação ia sendo desenvolvida e ajustada para que houvesse sintonia com o hardware e funcionasse corretamente.

Depois de escrever a parte básica da programação, o programa foi compilado e executado na plataforma de simulação Proteus. Após vários testes com a programação no Proteus, a programação foi testada nas placas de circuito impresso.

O programa foi gravado no microcontrolador utilizando a placa PIC Kit, como ilustra a Figura 4.5. Após o programa ter sido gravado no microcontrolador, o circuito foi conectado ao computador através da placa do serial 232, e então a programação foi testada.

Para que o programa fosse testado, foi aberta a simulação pela porta serial do PIC C Compiler. Assim foi passada a TAG do RFID, próxima ao módulo RFID, para que esta pudesse ser cadastrada pelo PIC e depois passada novamente para que o PIC pudesse reconhecer e autorizar a TAG de acordo com a programação feita em C.

Depois de alguns ajustes na programação do RFID e de mais alguns testes, foi possível conferir a programação do acelerômetro para que ele pudesse ser integrado ao sistema.

Desse modo, o procedimento acima foi realizado novamente, porém, dessa vez, sem o RFID conectado.

Então, o acelerômetro foi testado. Ele foi implementado na protoboard e conectado às duas placas básicas. Movimentando-o para que ele mostrasse seus diferentes valores de acordo com sua movimentação. Através da programação contida no PIC, é feita a gravação dos valores do acelerômetro.

Na Figura 5.4 são mostrados os três valores dos eixos X, Y e Z. É necessário ressaltar que no projeto só foram abordados os eixos X e Y, fazendo-se o uso do eixo Z desnecessário.

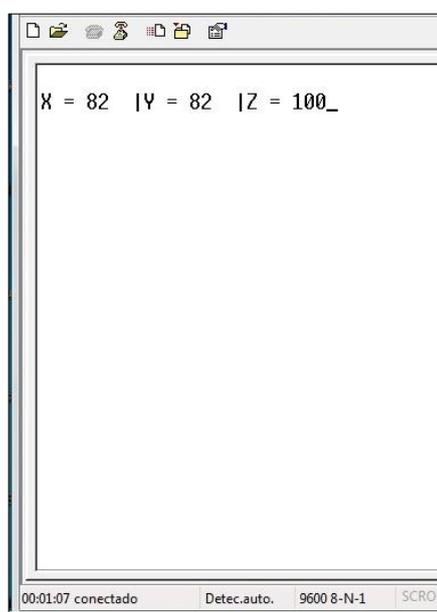


Figura 5.4 - Eixos do acelerômetro

Fonte: (AUTOR, 2102)

Após ter sido testada a simulação apenas com o acelerômetro, sua programação foi agrupada com a do módulo RFID, sendo assim realizado o mesmo procedimento acima para a gravação do PIC, só que agora com a programação do acelerômetro acrescentada.

Com o acelerômetro e o RFID conectados simultaneamente, foi possível cadastrar e autorizar a TAG, além de gravar os valores do acelerômetro no PIC.

Terminada a integração entre o módulo RFID e o acelerômetro, foi acrescentado ao circuito o Modem GSM.

Com sua programação já realizada anteriormente, foram necessários apenas mais alguns testes para verificar o correto funcionamento do módulo através do envio de mensagens. Para que isso fosse possível, o modem teve que ser configurado.

Para que fosse possível fazer a configuração do modem, o conversor RS232 foi conectado ao computador. Os jumpers D0 e D1 (TX e RX) foram conectados no barramento (UART MULTIPLEXER), nas posições D4 e D5 (TX e RX). E então, alguns comandos AT necessários foram inseridos.

Depois de algumas simulações realizadas com o módulo GSM separadamente, sua programação foi agrupada através da gravação pelo PIC Kit, como nos procedimentos anteriores. Depois de o circuito todo estar integrado, com o módulo RFID e o acelerômetro, o modem GSM pôde ser testado. Ao movimentar a protoboard com o acelerômetro, uma inclinação relevante foi detectada, fazendo com que a mensagem fosse enviada para o número cadastrado na programação. E então a mensagem foi recebida com sucesso.

Assim, o projeto já estava pronto para ter sua placa oficial confeccionada.

Após ter toda a placa confeccionada, o mesmo procedimento de teste e simulação foi realizado novamente.

5.4 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Para que o circuito ficasse bem apresentável, a placa principal foi inserida em uma caixa de acrílico que possui dois trilhos na qual ela foi encaixada. Além dos trilhos, esta caixa possui alguns orifícios para o encaixe de um buzzer (sinalizador sonoro), um conector tipo jack para a fonte de alimentação, um dissipador, que contém o regulador de tensão, e a antena do modem GSM.

Uma tampa para a caixa foi feita à parte para cobrir o a placa do circuito. A antena do GSM, sendo encaixada na tampa desta caixa, faz com que a placa fique ainda mais firme no acrílico.

A caixinha tem dimensões de 10 cm x 10 cm x 12 cm, e pode ficar no veículo, entre os bancos da frente ou até mesmo, embaixo do banco. Para os testes, a placa foi conectada à fonte de 12V do veículo e posicionada ora em frente ao banco, perto do câmbio de marcha e ora no centro, em frente ao banco.

A posição entre os bancos não ficou muito confortável, pois o protótipo ficou um pouco grande para o encaixe perfeito no local. Ele pode ter seu tamanho reduzido futuramente.

A placa do RFID teve de ser encaixada posteriormente devido a alterações para a desativação do sistema.

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento das simulações realizadas com o projeto, suas funcionalidades e os problemas ocorridos no decorrer de seu desenvolvimento.

6.1 SIMULAÇÕES

As simulações começaram a ser realizadas assim que o projeto já estava com sua placa confeccionada e com praticamente toda a parte da programação realizada.

As primeiras simulações foram feitas com o Serial Monitor, no computador. O programa do microcontrolador era gravado utilizando a placa PICKit 2, em seguida, era conectada ao conversor RS232, para que os dados fossem visualizados e monitorados pela serial no PIC C Compiler.

No sistema do Proteus era possível cadastrar a tag, autorizar e desautorizar a tag e apagar a memória. Também era possível alterar a inclinação do acelerômetro para que a simulação do envio da mensagem fosse realizada.

Após simulação realizada por monitoramento no computador, foi realizada simulação real do projeto. Então, o projeto era conectado à tomada e assim ligado. A tag era passada e reconhecida pelo RFID e o sistema era ativado e o modem ligado.

Após o sistema estar estabilizado, de acordo com a programação realizada para estabilização do sistema e do modem, como mostrado na Figura 6.1, o sistema poderia ser inclinado para ser testado e observar seu correto funcionamento.

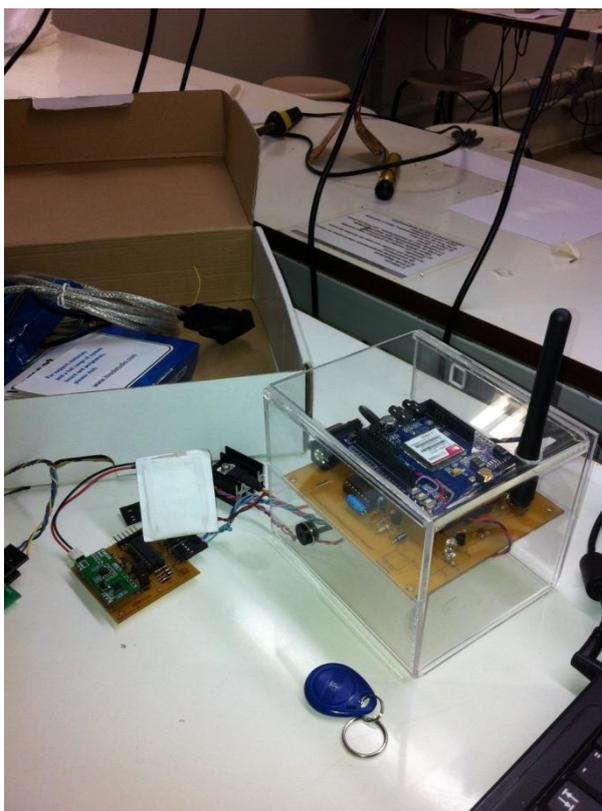


Figura 6.1 - Sistema na caixa de acrílico
Fonte: (AUTOR, 2102)

O circuito então era inclinado, o LED acendia e o modem era ativado, fazendo o envio da mensagem de texto para o celular cadastrado. Quando o sistema voltasse para sua posição inicial, o LED, depois de 3 segundos (tempo para que o modem completasse o envio da mensagem), era apagado. Se a tag fosse passada novamente, o sistema era desativado e o modem desligado.

6.1.1 Cadastro da TAG RFID no sistema

Antes de fazer a simulação do sistema, e após ter sido gravada a programação no microcontrolador, a tag a ser utilizada deveria ser cadastrada pelo sistema. Para que isso ocorresse, era necessário que o sistema estivesse devidamente interligado e conectado à fonte de alimentação.

O jumper presente na placa era configurado para o cadastro da tag do RFID. A tag era passada e cadastrada. Para que fosse possível saber se a tag tinha sido cadastrada, três sons breves do buzzer eram soados, sinalizando o cadastro da tag. Então, o jumper deveria voltar para o pino neutro, ou seja, não estar no pino de cadastro e nem no pino de reset da memória.

6.1.2 Ativação do sistema através da TAG RFID

A ativação do sistema poderia ser realizada somente após o cadastro da tag.

Com o sistema conectado à fonte de alimentação e corretamente conectado a todos os componentes, a tag era passada próxima à antena do módulo RFID e dois tons eram soados. Os tons indicam que a tag foi reconhecida pelo RFID e o sistema estava ativo. O modem permaneceria ligado, aguardando qualquer inclinação do sistema, para que mandasse a mensagem de texto. Enquanto o sistema estava em funcionamento, o acelerômetro estava fazendo a gravação de seus valores, medidos em tensão, no microcontrolador. Assim que houvesse uma inclinação relevante, o procedimento descrito no item anterior aconteceria.

6.1.3 Desativação do sistema através da TAG RFID

A desativação do sistema também é dada pela tag RFID. Esta desativação foi um pouco mais complexa de ser implementada. Depois da placa ter sido finalizada, e a programação geral estar quase pronta, ficou faltando a desativação do sistema, que seria implementada de forma oposta à ativação.

O procedimento oposto não deu certo. Mais algumas medidas, além de reajustes na programação, tiveram de ser tomadas, como conectar um resistor ao microcontrolador e utilizar um outro pino. Essa medida não deu certo também.

A desativação só foi possível depois de ser implementado à placa, um novo microcontrolador que pudesse interromper a execução do PIC16F877A. Para isso, foi utilizado o PIC16F628. Esse PIC foi escolhido por ser básico e possuir poucos pinos. O novo PIC era bem similar ao outro, portanto, só era necessário saber quais pinos utilizar e fazer a nova implementação.

O PIC16F628A é versátil, rápido, poderoso, compacto e de fácil aprendizagem. Sua principais características são: (ZANCO, 2005).

- 16 pinos de I/O;
- Frequência de até 20MHz;
- Oscilador interno de 4MHz/37KHz;
- Um canal de comunicação serial – USART;

- Um watchdog timer;
- 35 instruções;
- Dez fontes de interrupção independentes;
- Modo de funcionamento sleep;
- Tensão de operação entre 3V a 5V.

A pinagem do PIC16F628A pode ser visualizada na Figura 6.2 E seus pinos na Tabela 6.1.

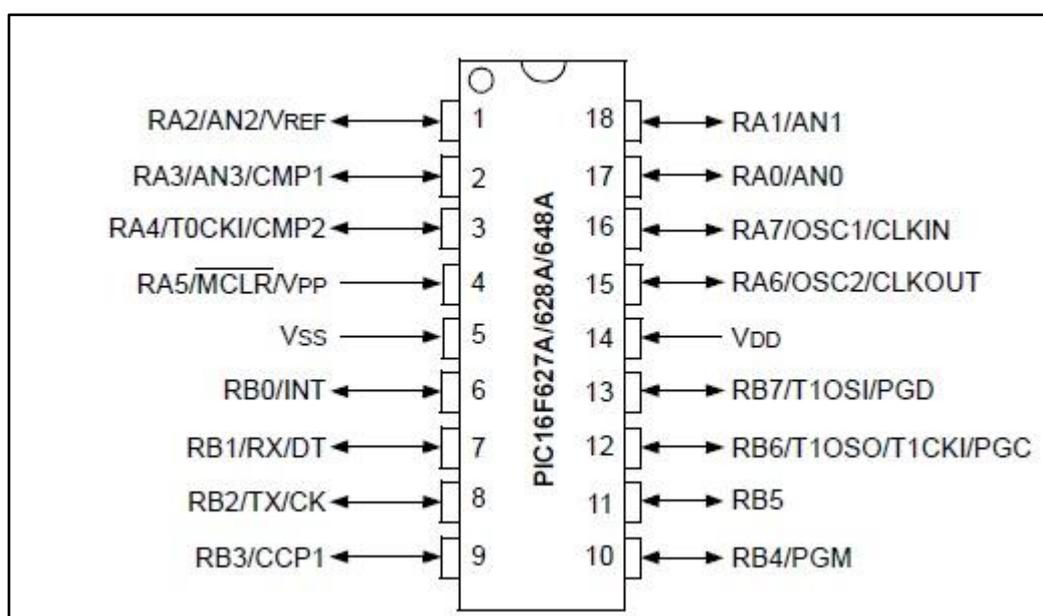


Figura 6.2 - Pinagem do PIC 16F877A
Fonte: Microchip Technology, 2009, p.3

Tabela 6.1 - Pinos do PIC16F628A

Pino	Função	Tipo	Descrição
1	RA2/AN2/Vref	Entrada/saída	PORTA bit 2 / Entrada do comparador analógico / Saída da tensão de referência
2	RA3/AN3/CMP1	Entrada/saída	PORTA bit 3 / Entrada do comparador analógico / Saída comparador 1
3	RA4/T0CKI/CMP2	Entrada/saída	PORTA bit 4 / Entrada de clock externo do timer 0 / Saída comparador 2. *Esse pino possui saída com dreno aberto*
4	RA5/MCLR/VPP	Entrada	PORTA bit 5 / Reset CPU / Tensão de programação
5	VSS	Alimentação	Terra
6	RB0/INT	Entrada/saída	PORTB bit 0/ Entrada de interrupção externa
7	RB1/RX/DT	Entrada/saída	PORTB bit 1/ Recepção USART (modo assíncrono) / Dados (modo síncrono)

8	RB2/TX/CK	Entrada/saída	PORTB bit 2 / Transmissão USART (modo assíncrono) / Clock (modo síncrono)
9	RB3/CCP1	Entrada/saída	PORTB bit 3 / Entrada ou saída do módulo CCP
10	RB4/PGM	Entrada/saída	PORTB bit 4 / Entrada de programação LVP*
11	RB5	Entrada/saída	PORTB bit 5
12	RB6/T1OSO/T1CKI / PGC	Entrada/saída	PORTB bit 6 / Entrada do oscilador do TMR1 / Entrada de clock do TMR1 / Clock na programação ICSP*
13	RB7/T1OSI/ PGD	Entrada/saída	PORTB bit 7 / Entrada do oscilador do TMR1 / Dados na programação ICSP
14	VDD	Alimentação	Alimentação positiva (3V a 5V)
15	RA6/OSC2/CLKOUT T	Entrada/saída	PORTA bit 6 / Entrada para cristal oscilador / Saída de clock
16	RA7/OSC1/CLKIN	Entrada/saída	PORTA bit 7 / Entrada para cristal oscilador / Entrada de clock externo
17	RA0/AN0	Entrada/saída	PORTA bit 0/ Entrada do comparador analógico
18	RA1/AN1	Entrada/saída	PORTA bit 1/ Entrada do comparador analógico

*LVP - Baixa voltagem de programação. *Dreno aberto - Uma fonte de alimentação externa deve ser aplicada ao pino

*ICSP - Programação in-circuit aplicada ao pino.

Fonte: Zanco, 2005, p. 37

A pinagem utilizada no projeto é mostrada na Figura 6.3.

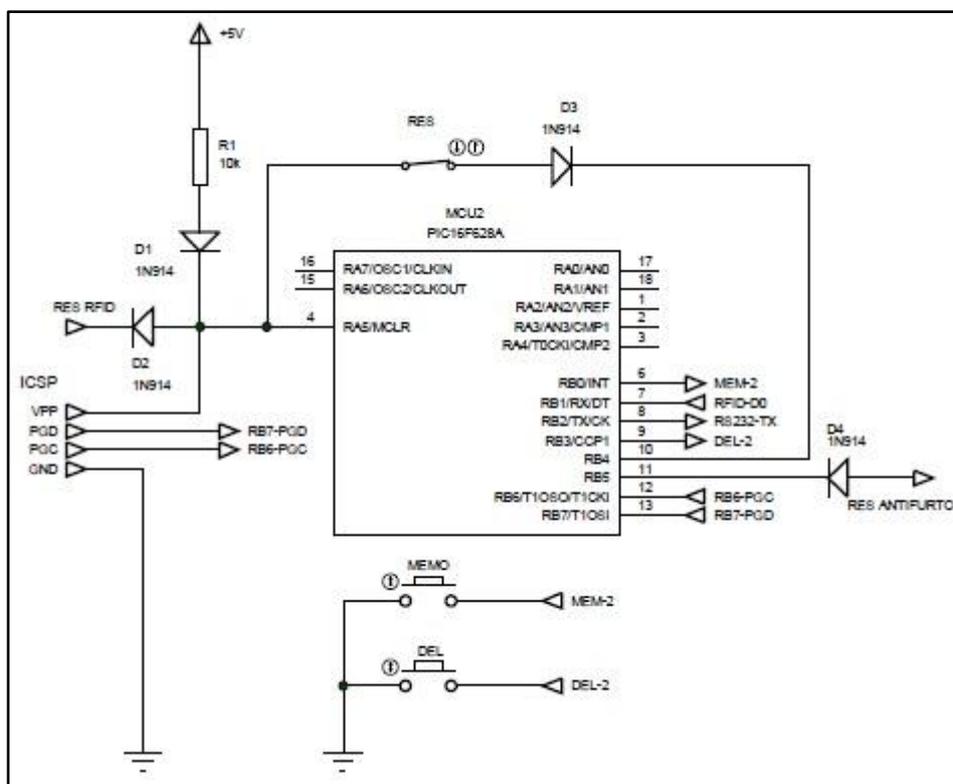


Figura 6.3 - Pinagem utilizada pelo PIC16F628A

Fonte: (AUTOR, 2102)

Então, uma nova placa foi feita, fazendo a conexão do novo microcontrolador ao sistema existente. Nessa placa foi encaixado também o RFID. Uma nova programação teve de ser implementada para o novo microcontrolador e a do antigo sistema teve de ser reajustada.

6.2 TESTES DO SISTEMA EM VEÍCULOS

O sistema foi testado em dois veículos diferentes com a inclinação de base configurada previamente na programação do circuito. O primeiro teste foi realizado em um Voyage, onde o sistema foi colocado no tapete dianteiro, em frente ao banco do passageiro. Para começar os testes, o sistema foi ligado ao veículo, através da fonte de 12V e ativado pela tag RFID. O carro foi balançado até que o LED do circuito acendesse, indicando uma inclinação diferente. Após o teste ter apresentado o objetivo correto, foi feito o segundo teste. No segundo teste, o sistema foi posicionado e ativado no chão do passageiro, próximo ao câmbio de marcha, e a roda traseira esquerda foi suspensa. Enquanto a roda era suspensa, o circuito estava sendo observado para ver se o LED acendia. Depois de suspensa a ponto de poder ser retirada, o LED permaneceu apagado.

O posicionamento do sistema então teve uma pequena alteração, e este foi colocado o mais próximo possível à porta. A roda dianteira direita era suspensa enquanto o circuito era observado. E mais uma vez, não houve o acendimento do LED.

Para último teste nesse veículo, o circuito foi colocado no chão de trás, do lado direito, bem no centro do tapete. O ideal era colocar o circuito o mais próximo da porta, porém, não tinha o alcance do fio. A roda traseira direita foi suspensa e o sistema também não detectou.

Dois testes similares foram realizados em outro veículo. O circuito foi posicionado no centro do tapete dianteiro do passageiro e o carro foi balançado. Após algumas chacoalhadas, o LED acendeu, estando correto, como no veículo anterior.

O outro teste realizado no veículo foi o da inclinação. O circuito foi posicionado similar ao teste anterior, porém, desta vez, ficou o mais próximo da porta. O sistema foi ativado e a roda dianteira direita foi suspensa. Quando a roda já estava em uma posição apta a ser retirada, o sistema então acusou a inclinação indevida do veículo, mandando uma mensagem de texto para o celular cadastrado e tendo seu LED aceso.

Após a programação ter sido modificada na inclinação, o sistema pôde ser testado novamente.

O mesmo teste do balanço foi realizado e teve o mesmo resultado positivo. O seguinte teste, realizado no Voyage, foi o da inclinação. O circuito foi colocado no meio do tapete do passageiro e ativado. O carro começou a ser erguido para que a roda dianteira direita fosse retirada, e quando ela estava prestes a estar em uma altura possível de ser retirada, o LED acendeu. E então o sistema enviou uma mensagem de texto para o celular cadastrado.

O sistema então foi colocado o mais próximo do câmbio de marcha, e a roda dianteira direita foi erguida obtendo-se o mesmo resultado do teste anterior. Com a caixa posicionada no mesmo local, a roda traseira esquerda foi erguida, como ilustrado na Figura 6.4, e o sistema também teve seu LED aceso quando era quase possível ter a retirada da roda.



Figura 6.4 - Roda traseira esquerda suspensa

Fonte: (AUTOR, 2102)

Com o circuito em um posicionamento diferente, embaixo do freio de mão, como pode ser visualizado na Figura 6.5, a roda traseira esquerda foi suspensa, e o LED também acendeu. O mesmo teste foi realizado, mas com a suspensão da roda dianteira direita, como mostrado na Figura 6.6e a mensagem também foi enviada.

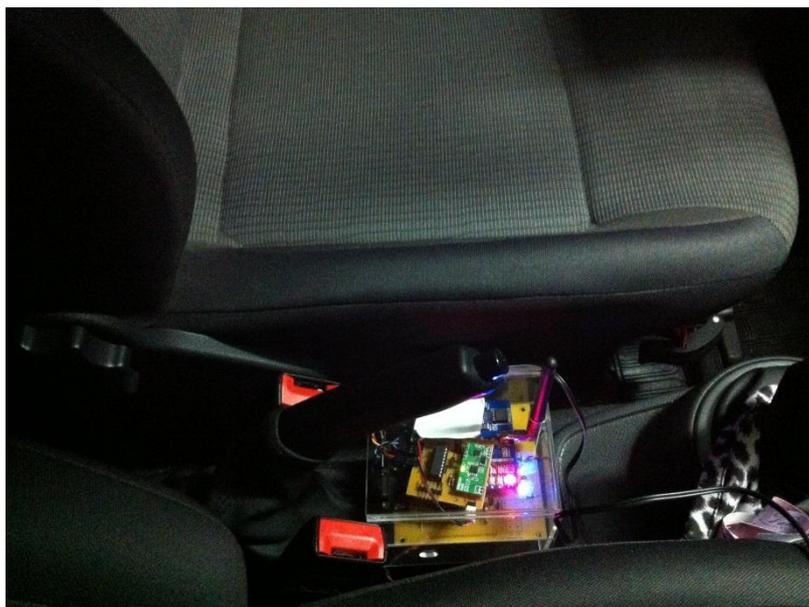


Figura 6.5 - Protótipo acionado posicionado embaixo do freio de mão
Fonte: (AUTOR, 2102)



Figura 6.6 - Roda dianteira direita suspensa
Fonte: (AUTOR, 2102)

O sistema foi trocado de posição novamente, e desta vez foi colocado no centro do veículo, atrás do freio de mão, como visualizado na Figura 6.7. O veículo teve sua roda dianteira esquerda quase removida, quando o LED acendeu.

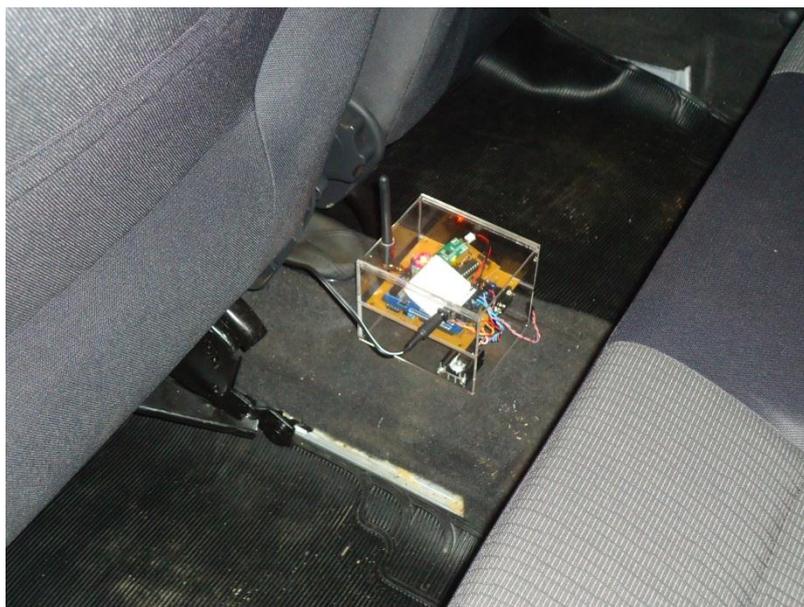


Figura 6.7 - Protótipo posicionado atrás do freio de mão
Fonte: (AUTOR, 2102)

Foi observado que o sistema é capaz de notificar o condutor antes mesmo que o veículo tenha suas rodas roubadas ou retiradas. Assim, o condutor terá um maior tempo de reação para tomar suas providências.

Outro ponto que pôde ser observado é que o esforço para a retirada das rodas dianteiras é maior do que a remoção das rodas traseiras, possivelmente por causa do peso do motor.

Com os testes acima realizados pôde-se medir o ângulo de inclinação em que o sistema acusava uma inclinação relevante.

A distância existente entre as rodas, ou o eixo do veículo, como mostrado na Figura 6.8, era de 1,59 m.



Figura 6.8 - Distância entre as rodas
Fonte: (AUTOR, 2102)

As alturas antes e depois de o veículo ser levantado também foram medidas, como mostrado na Figura 6.9.

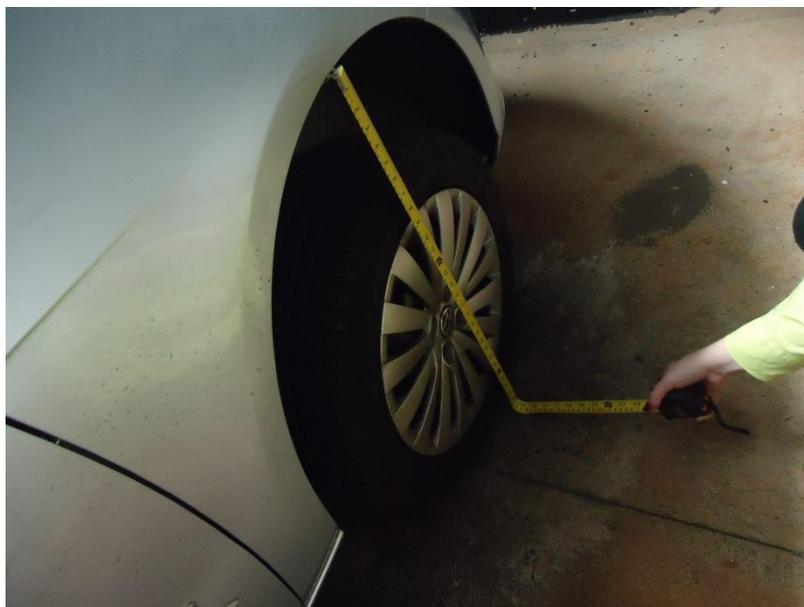


Figura 6.9 - Medida da altura da roda
Fonte: (AUTOR, 2102)

Então, pequenos cálculos foram realizados:

Para a roda traseira, a altura foi de 68 cm. Após a roda ser erguida, a altura era de 75 cm. Essa altura é a distância do chão ao para-choque de cima do pneu.

Com a utilização de um triângulo retângulo, que pode ser visualizado na Figura 6.10, onde q é o cateto oposto, r é o cateto adjacente, p a hipotenusa e α o ângulo de inclinação é possível obter-se o ângulo de inclinação do veículo.

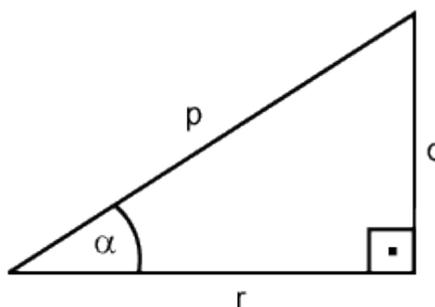


Figura 6.10 - Triângulo retângulo
Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica>

Aplicando-se a fórmula trigonométrica do arco tangente, para a descoberta da angulação e tendo-se os valores aferidos, foi possível calcular a inclinação do veículo:

Sendo $q=75-68=7\text{cm}$ e $r= 159\text{cm}$, tem-se que:

$$\tan^{-1}\left(\frac{7}{159}\right) = 2,52^\circ$$

Logo, quando a roda traseira esquerda do veículo foi suspensa, o protótipo, que se encontrava atrás do freio de mão, ao centro do veículo, teve seu LED aceso na inclinação de $2,52^\circ$ e acionou o modem GSM para o envio da notificação. O veículo foi suspenso ao máximo, com uma altura de 82 cm, como pode ser visualizado na Figura 6.11, e o protótipo continuou acionado, tendo-se uma inclinação de $5,03^\circ$.



Figura 6.11 - Máxima elevação do veículo
Fonte: (AUTOR, 2102)

O protótipo então foi posicionado embaixo do freio de mão e a mesma roda foi suspensa. O sistema teve sua ativação de envio de mensagem aos 77 cm de altura, logo, sua inclinação foi de $3,24^\circ$.

Com a caixa na mesma posição, a roda dianteira direita foi suspensa. A altura se diferia da roda traseira, tendo-se 67 cm de altura. O projeto acendeu o LED quando o veículo foi suspenso aos 74 cm de altura, ou seja, com uma inclinação de $2,52^\circ$.

O circuito então foi posicionado novamente atrás do freio de mão e a roda dianteira direita foi erguida. A inclinação foi de $1,80^\circ$ quando o sistema acusou a inclinação relevante, aos 72 cm de altura.

A inclinação máxima das rodas dianteira e traseira do veículo ficou em 82 cm de altura, tendo uma angulação de, respectivamente, 5,39° e 5,03°.

Observou-se que quanto mais próximo o protótipo estiver da roda que está sendo suspensa, menor sua angulação, ou seja, a inclinação para que a retirada das rodas seja possível é menor, tendo uma maior sensibilidade do acelerômetro.

Os dois grandes testes realizados puderam apresentar resultados necessários para a comprovação do sistema. O primeiro grande teste tinha sua inclinação alterada para poder ser observado se o sistema já detectava a inclinação alterada ou não. Este teste retornou resultados esperados, como a necessidade da alteração na programação, para que o circuito reconhecesse a menor inclinação possível. O resultado foi que o sistema realmente necessitava de algumas modificações em sua programação para reconhecer a referida inclinação.

O segundo grande teste foi realizado depois de ter a programação do sistema alterada, onde seria possível realmente comprovar que o sistema detecta a menor alteração de inclinação possível. Após erguer a roda do veículo, o protótipo realmente acusou a alteração da inclinação, como esperado. Os resultados obtidos por este teste podem ser visualizados nas Tabelas 6.2 e 6.3, onde é mostrado o posicionamento do protótipo, a altura em que o veículo teve de ser erguido para detectar uma inclinação relevante, e a inclinação em que o veículo se encontrava após ser suspenso.

Tabela 6.2 - Acionamento com o protótipo atrás do freio de mão

Roda	Altura (cm)	Inclinação (°)
Dianteira direita	5	1,80
Traseira esquerda	8	2,52

Fonte: (AUTOR, 2102)

Tabela 6.3 - Acionamento com o protótipo embaixo do freio de mão

Roda	Altura (cm)	Inclinação (°)
------	-------------	----------------

Dianteira direita	7	2,52
Traseira esquerda	9	3,24

Fonte: (AUTOR, 2102)

6.3 PROBLEMAS ENCONTRADOS

No decorrer do projeto, alguns imprevistos foram ocorrendo. Um dos primeiros imprevistos que ocorreu foi a falha do acelerômetro.

O acelerômetro adquirido estava com defeito em um dos três eixos. O eixo X e Z estavam funcionando normalmente, mas o eixo Y não estava medindo a inclinação correta. O componente foi trocado pelo distribuidor do fabricante, depois de ter sido gravado um vídeo com o dispositivo apresentando seu erro.

Na confecção da placa, depois da soldagem de alguns componentes, notou-se que o modem GSM, que deveria ser encaixado na placa, não ficaria com o encaixe perfeito, por ter alguns componentes em lugares que impediriam o encaixe do modem. Para solucionar esse problema, alguns componentes foram soldados na parte inferior da placa, como o botão de reset e a saída para o regulador de tensão, e alguns componentes foram entortados para que seu tamanho não interferisse no encaixe da peça. O acelerômetro, que ficaria encaixado indiretamente na placa, por meio de uma peça de encaixe, teve de ser soldado.

Uma das partes mais trabalhosas foi a programação. Quando a programação de ativação da tag estava funcionando, o projeto foi sendo implementado. A tag de desativação teria a mesma lógica da ativação, porém, não ocorreu bem assim.

Foram pensadas em várias alternativas para que a tag fosse desativada. Apenas com a programação, não foi possível implementá-la. Então, foi pensado em conectar um resistor a uma das saídas do PIC e utilizar outro comando na programação para utilizar os dados desse novo pino. Essa medida não teve sucesso. Assim, foi pensado em se utilizar um outro PIC, o PIC 16F628, que é mais básico e possui menos pinos, apenas para fazer uma conexão do RFID com o novo microcontrolador e deste com o 16F877A.

Foi criada uma placa exclusiva para o novo PIC, e o módulo RFID também ficou nessa placa. Essa foi a solução para a desativação do sistema.

O notebook que estava sendo utilizado para a realização do projeto teve uma série de problemas. As entradas USB não eram mais reconhecidas, fazendo com que os cabos, para gravar o PIC e da porta serial, não funcionassem. A máquina virtual ficou lenta e não executava os programas corretamente, não gravava o PIC de forma adequada. Para a solução desse problema, o notebook de um amigo foi utilizado para a gravação do microcontrolador e simulações do sistema através de sua porta serial.

6.4 ORÇAMENTO DO PROJETO

A completa realização do projeto dependeu da aquisição de alguns componentes eletrônicos. A maior parte dos componentes utilizados no projeto foi detalhada quanto a seus gastos e pode ser visualizado o orçamento no Tabela 6.2.

Tabela 6.4 - Orçamento do projeto

Item	Custo Unitário	Quantidade	Custo Final
PIC16F877A	R\$ 14,30	1	R\$ 14,30
REGULADOR DE TENSÃO LM7805	R\$ 0,84	1	R\$ 0,84
REGULADOR DE TENSÃO LM78L33	R\$ 1,76	1	R\$ 1,76
DIODOS	R\$ 0,05	8	R\$ 0,40
TRANSISTORES	R\$ 0,14	2	R\$ 0,28
ACELERÔMETRO ADXL335	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00
PLACA FENOLITE	R\$ 13,20	1	R\$ 13,20
CHAVEIRO RFID 125KHZ	R\$ 2,00	1	R\$ 2,00
GSM/GPRS SIM900	R\$ 185,00	1	R\$ 185,00
LED TRANSPARENTE AZUL	R\$ 0,28	1	R\$ 0,28
CAPACITORES	R\$ 0,08	17	R\$ 1,36
RESISTORES	R\$ 0,04	7	R\$ 0,28
MÓDULO RFID 125KHZ - RDM6300	R\$ 35,00	1	R\$ 35,00
GRAVADOR PICKIT2	R\$ 80,00	1	R\$ 80,00
CABO CONVERSOR RS 232	R\$ 25,00	1	R\$ 25,00
CONECTOR DB9	R\$ 1,65	1	R\$ 1,65

MAX232	R\$ 1,65	1	R\$ 1,65
CRISTAL QUARTZO 8MHZ	R\$ 0,77	1	R\$ 0,77
BUZZER 5V (MINI - 12MM)	R\$ 1,38	1	R\$ 1,38
CAIXA DE ACRÍLICO	R\$ 75,00	1	R\$ 75,00
Custo Total do Projeto	R\$ 420,94	-	R\$ 432,59

Fonte: (AUTOR, 2102)

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são abordadas as conclusões e propostas para trabalhos futuros, que podem ser realizados a partir deste.

7.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um protótipo para a montagem de um sistema que fosse conectado a um veículo e acusasse sua inclinação por meio de mensagem de texto para o celular do condutor.

Com esse trabalho, foi possível adquirir maiores conhecimentos sobre os componentes utilizados, como os microcontroladores PIC16F877A e PIC16F628A, o MAX232, o acelerômetro ADXL335, o RFID, o modem GSM etc.

Apesar dos problemas ocorridos no decorrer do projeto, o sistema pôde ser concluído como proposto e os objetivos foram alcançados. O sistema é capaz de enviar uma mensagem de texto para o celular cadastrado assim que o veículo é inclinado. E esse permanece enviando mensagens até o sistema voltar à sua posição inicial ou ser desativado. Existe um pequeno atraso no sistema quanto ao envio da mensagem, porque o LED é aceso e após seu acendimento é que a mensagem é enviada.

No projeto foram utilizadas duas placas, uma grande e uma pequena. A grande acomodava o microcontrolador principal, o acelerômetro e o modem, com sua placa própria, acoplado acima da placa e a outra que comportava o RFID e o outro PIC que foi usado para complementar o projeto.

7.2 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

O projeto realizado pode ser complementado e modificado em vários detalhes.

A implementação do sistema pode ser realizada utilizando um módulo bluetooth ao invés da tag RFID ou até mesmo um botão para ativar e desativar o sistema.

Pode ser criada uma interface para smartphone em que seja possível habilitar e desabilitar o sistema. Também é uma proposta, colocar um teclado com uma senha para essa ativação.

Diminuir ao máximo os atrasos em relação ao envio de mensagens, acendimento do LED e estabilização do sistema também pode ser uma boa implementação para o futuro.

Fazer a substituição do módulo RFID utilizando um celular com sistema Android ou iOS para ativar e desativar o sistema. Também criar uma interface para o sistema Android e iOS.

Fazer a calibragem do acelerômetro de acordo com o peso do condutor para que o sistema detecte também pesos de diferentes pessoas que entrarem no veículo.

Mudar a configuração do envio de mensagens para que elas não sejam enviadas de forma recorrente. O sistema envia apenas uma mensagem, e quando voltar à sua posição inicial, outra mensagem é enviada, para informar que o veículo já voltou para a posição onde o sistema foi ativado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M. **Películas de segurança.** Disponível em: <http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/WindowFilm/Home/Recursos/SaibaMais/?PC_7_RJH9U5230GE3E02LECFTDQC796000000_assetId=1176437711786> Acesso em 25 set. 2012.

ADAILTON, Franco. Roubos e furtos de veículos crescem 48,6%. **A Tarde**, Salvador. Publicado em 10 jun. 2012. Disponível em: <<http://atarde.uol.com.br/bahia/salvador/materias/1280598-roubos-e-furtos-de-veiculos-crescem-48,6>> Acesso em 10 set. 2012.

ANALOG DEVICES. **MemsAccelerometers.** Disponível em: <<http://www.analog.com/en/mems-sensors/mems-accelerometers/products/index.html>> Acesso em 25 jun. 2012.

ANALOG. **RS-232.** Disponível em: <<http://www.analog.com/en/interface-isolation/rs-232/products/index.html>> Acesso em 26 out. 2012.

AT & T. **Get a SIM card for a phone you already own.** Disponível em: <<http://www.att.com/esupport/article.jsp?sid=KB113269&br=BR&ct=9004129&pv=3#fbid=4MIMRuxP7Oy>> Acesso em 28 set. 2012.

CCS. **CCS C Aware IDE Features.** Disponível em: <<http://www.ccsinfo.com/content.php?page=ideoverview>> Acesso em 30 out. 2012.

CIPRIANO, LEANDRO. Levantamento aponta que 29 veículos são roubados todos os dias. **Jornal de Brasília**, Brasília. Publicado em 10 jun. 2012. Disponível em: <<http://www.clicabrasilia.com.br/site/noticia.php?id=417019>>. Acesso em 11 set. 2012.

COMANDOS AT. **“Introduction to AT Commands”.** Disponível em: <<http://www.developershome.com/sms/atCommandsIntro.asp>> Acesso em 15 out. 2012.

CORREIO BRAZILIENSE. **Frequentes furtos de rodas em carros preocupam moradores de Águas Claras.** Brasília. Publicado em 31 ago. 2012. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/08/31/interna_cidadesdf,320154/frequentes-furtos-de-rodas-em-carros-preocupam-moradores-de-aguas-claras.shtml> Acesso em 06 set. 2012.

DATA SHEET ANALOG DEVICES, INC. **ADXL335.** Small, Low Power, 3-Axis ± 3 g Accelerometer ADXL335.2009 – 2010. Disponível em: <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL335.pdf> Acesso em 25 jun. 2012.

FIGUEIREDO, Lígia; GAFANIZ, Ana; LOPES, Gustavo; PEREIRA, Rúben. **Aplicações de acelerômetros.** Lisboa, Portugal. 2007. Disponível em: <<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=figueiredo%2Cl.j.%3B%20gafaniz%2Ca.r.%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20aceler%C3%B4metros%20-%20instituto&source=web&cd=4&ved=0CDgQFjAD&url=http%3A%2F%2Fnebm.ist.utl.pt%2Frepositorio%2Fdownload%2F375&ei=i59kUMqqHYuQ8wTOzICwCQ&usg=AFQjCNHCbGi8fGYF23C6c4YyNziBzfKYDQ>> Acesso em 27 set. 2012.

G1 – GLOBO. **PM de Uberlândia, MG, divulga dados sobre furtos e roubos de veículos.** Uberlândia. Publicado em 05 set. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2012/09/pm-de-uberlandia-mg-divulga-dados-sobre-furtos-e-roubos-de-veiculos.html>> Acesso em 06 set. 2012.

GIMENEZ, S. P. **Microcontroladores 8051.** 1ª ed. São Paulo: Pearson, 2005.

HOW STUFF WORKS. **SMS Tutorial.** Disponível em: <http://informatica.hsw.uol.com.br/framed.htm?parent=sms.htm&url=http://www.funsms.net/sms_tutorial.htm> Acesso em 28 set. 2012.

ITEAD STUDIO. **RDM630Specification**. Disponível em:
<http://iteadstudio.com/store/images/produce/RFID/125KReader_U/RDM630-Spec.pdf>
Acesso em 26 jun. 2012.

ITEADSTUDIO. **IComSat v1.1 - SIM900 GSM/GPRS shield**. 2011. Disponível em:
<http://iteadstudio.com/store/images/produce/Shield/IComSat/icomsat_DS1.2.pdf> Acesso
em 27 jun. 2012.

L-COM. **“What is a DB9 Connector?”**. Disponível em: <http://www.l-com.com/content/FAQ.aspx?Type=FAQ&ID=4878>> Acesso em 30 out. 2012.

M DE SOUZA, ANDRÉ. **Controle e automação de iluminação residencial por telefone**.
Brasília: Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS, UniCEUB, 2011.

MICROCHIP TECHNOLOGY INC. **PIC16F87XA**. DataSheet: 28/40/44-Pin Enhanced
Flash Microcontrollers. 2003. Disponível em:
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>> Acesso em 25 jun. 2012.

MICROCHIP TECHNOLOGY. **PIC16F627A/628A/648A**. DataSheet:Flash-Based, 8-Bit
CMOSMicrocontrollers with nanoWatt Technology. 2009. Disponível em:
<<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044G.pdf>> Acesso em 16 out. 2012.

MICROCHIP. **“Why buy PIC[®] Microcontrollers (MCUs) & PIC[®] Digital Signal
Controllers (DSCs)?”**. Disponível em:
<http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2551>
Acesso em 24 set. 2012.

NOWSMS. **“What is a GSM Modem? (or GPRS Modem? or 3G Modem?)”**. Disponível
em: <<http://www.nowsms.com/faq/what-is-a-gsm-modem>> Acesso em 25 out. 2012.

OLIVEIRA, Sheila. **Bandidos fazem arrastão e furtam rodas de carros na quadra 612
Sul**. Correio Braziliense, Brasília. Publicado em 23 ago. 2012. Disponível em:
<http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2012/08/23/interna_cidadesdf,318>

863/bandidos-fazem-arrastao-e-furtam-rodas-de-carros-na-quadra-612-sul.shtml> Acesso em 06 set. 2012.

RFID JOURNAL. “What is RFID?”. 2005. Disponível em: <<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129/>> Acesso em 24 set. 2012.

SHANGAISIMCOM WIRELESS SOLUTIONS LTD. **SIM900 AT Command Manual**.2010. Disponível em: <ftp://imall.iteadstudio.com/IM120417009_IComSat/DOC_SIM900_AT%20Command%20Manual_V1.03.pdf> Acesso em 28 jun. 2012.

SMARTFIX. **O que é a trava antifurto para estepes e rodas**. Disponível em: <http://www.smartfix.com.br/index.php?route=information/information&information_id=6#oque> Acesso em 27 set. 2012.

SOUZA, D. J. de; LAVINIA, N. C. **Conectando o PIC 16F877A: Recursos Avançados**. 2ª Ed. São Paulo: Érica, 2005.

SWEENEY, PATRICK J. **RFID for Dummies**. Indiana, Wiley 2008.

TERRA. **Ranking de veículos roubados**. 2012. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/noticias/infograficos/carros-roubados/>> Acesso em 10 set. 2012.

TEXAS INSTRUMENTS. **MAX232, MAX232I, DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS**. Datasheet do MAX232, 2004. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>> Acesso em 09 out. 2012.

VEJA. **Populares lideram lista de carros mais roubados**. 2012. Disponível em : <<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/populares-lideram-em-lista-de-carros-mais-roubados>> Acesso em 10 set. 2012.

ZANCO, WAGNER DA SILVA. **Microcontroladores PIC16F628A/648A: Uma Abordagem Prática e Objetiva.** 1ª Ed. São Paulo: Érica, 2005.

APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE DO DISPOSITIVO

```
/******Antifurto*****
```

```
*****
```

Descrição:

Utiliza um módulo RFID 232(YET-125K-W) para leitura de 1tag com frequência de 125khz.

Formato dos dados na saída 1:

02 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 03

02: Fixed prefix 02

D1-D8: 8 byte card number, ASCII code mode, Such as "1" ASCII code is "31", "A" ASCII code is "41".

03: Fixed suffix 03

Baud rate 9600,n,8,1

Especificações:

Antena: L=490UH.

Tensão de trabalho: 5V+/-5%.

Corrente de trabalho: 40mA.

Interface: saída TTL232.

Temperatura: -15 a 50 graus Celsius.

O terminal RS 232 mostra a ID da tag.

Um acelerômetro ADXL335 com 3 eixos (X, Y e Z). Somente os eixos X e Y utilizados.

Um módulo da IComsat modem SIM900 GSM/GPRS para envio de SMS ao telefone celular.

Nome do arquivo: antifurto.c;

Versão: 1.1.5 - Acrescentado Buzzer com oscilador em RB2.

Versão: 1.1.6 - acréscimo da PCI RFID628 para desativar o Sistema Antifurto pela Tag.

Autor: Ana Gabriela Ungierowicz

Micro utilizado: PIC16F877A;

Compilador: IDE PCW C Compiler versão 3.43 CCS;

Ambiente de simulação: ISIS Proteus 7.8SP2;

Data de criação: Junho 2012-Versão: 1.0;

UpDate: Outubro 2012.

```
*****Includes e configurações dos
fuses*****/
```

```
#include <16f877A.h> //Inclui a biblioteca p/ o ucontrolador PIC16F877A.
```

```
#deviceadc=10 //Utiliza conversor AD com resolução p/ 10 bits.
```

```
#fuses hs, nowdt, put, brownout, nolvp
```

```
#use delay(clock=8000000) //Cristal oscilador 08Mhz.
```

```
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)
```

```
//velocidade de transmissão 9600 bps, sem paridade, 8 bits de dados.
```

```
#include <Input.c> //Biblioteca da CCS p/ captura de dados da tag por meio
da função GETHEX.
```

```
#include <Aceler.h> //Função p/ conversão analógica digital dos valores dos
eixos do acelerômetro.
```

```
#include <modem.h> //Função p/ ativar o modem SIM900 GSM/GPRS.
```

```
/******Definições dos pinos do
PIC*****
```

RB0 Pushbutton p/ cadastro da ID da tag.

RB1 Saída p/ ligação do PIN_B2.

RC6 pino de transmissão serial RS232 para o PC.

RC7 pino de recepção dos dados do leitor RFID no formato TTL232.

*****Definições na memória de programa*****/

```
#define Reseta PIN_B5 //Reset no pino MCLR do RFID 628.
```

```
#define Alarme PIN_B4 //Pino RB4 saída p/ alarme.
```

```
#define BUZZER PIN_B2 //Pino RB2 conectado a um BUZZER com oscilador.
```

```
#define Cadastra PIN_B1 //Pushbutton no pino RB1 p/ cadastro da ID da tag.
```

```
#define Del_Memo PIN_B0 //Pushbutton no pino RB0 p/ limpar memória EEPROM.
```

/******Funções*****

```
void Num_Tag() //Função p/ aquisição dos bits da tag pelo leitor de RFID TTL232 no pino RC7.
```

```
void Limpa_EEPROM() //Função p/ limpar a memória eeprom do PIC16F877A.
```

*****Função de leitura da tag*****/

```
byte IDTag; //Inicializa variável global.
```

```
void Num_Tag() //Função p/ aquisição dos bits da tag pelo leitor de RFID TTL232 no pino RC7.
```

```
{
```

```
IDTag = gethex(); //Aguarda a chegada dos bits da tag pela serial.
```

```

printf("%LX",IDtag); //Escreve a ID da tag no terminal serial.

delay_ms(1); //Aguarda 1ms.

}

/*****Função Limpa memória
EEPROM*****/

voidLimpa_EEPROM()

{

write_eeprom(0x00, 0xFF); write_eeprom(0x01, 0xFF); write_eeprom(0x02,
0xFF);

write_eeprom(0x03, 0xFF); write_eeprom(0x04, 0xFF); write_eeprom(0x05,
0xFF);

write_eeprom(0x06, 0xFF); write_eeprom(0x07, 0xFF); write_eeprom(0x07,
0xFF);

write_eeprom(0x08, 0xFF); write_eeprom(0x09, 0xFF); write_eeprom(0x0A,
0xFF);

write_eeprom(0x0B, 0xFF); write_eeprom(0x0C, 0xFF); write_eeprom(0x0D,
0xFF);

write_eeprom(0x0E, 0xFF); write_eeprom(0x0F, 0xFF); write_eeprom(0x10,
0xFF);

write_eeprom(0x11, 0xFF); write_eeprom(0x12, 0xFF); write_eeprom(0x13,
0xFF);

write_eeprom(0x14, 0xFF); write_eeprom(0x15, 0xFF); write_eeprom(0x16,
0xFF);

write_eeprom(0x17, 0xFF); write_eeprom(0x18, 0xFF); write_eeprom(0x19,
0xFF);

```

```

    delay_ms(100);

    output_high(BUZZER);    //Ativa Buzzer.

    delay_ms(450);

    output_low(BUZZER);    //Desativa Buzzer.

}

/*****Programa
Principal*****/

    set_tris_b(0b00000011); //Configura RB<1:0> como entradas, demais pinos
saídas no Registrador TRIS B.

    voidmain()

    {

        intendereco, posicao;    //Variáveis p/ endereçamento e leitura da eeprom.

        byteLin, Col;    //Variáveis p/ contador de posição (linha, coluna) do mapa da
memória eeprom.

        port_b_pullups(true);    //Ativa os resistores de pullups do Port B.

        output_low(Alarme);    //RB4 desativado.

        output_low(Reseta);    //Ativa reset no RFID628.

        output_b(0x00); // Limpa o port B (saídas do microcontrolador)

        delay_ms(50);

        output_high(BUZZER); //Aciona Buzzer. Sistema Antifurto desativa.

        delay_ms(350);

        output_low(BUZZER);

        printf("\r\nSISTEMA ANTIFURTO DESATIVADO\r\n");

        delay_ms(1000);

```

```

printf("\fLEITOR RFID 125KHz\r\n"); //Escreve mensagem no terminal serial.

delay_ms(1000);

printf("\r\nAPROXIME A TAG\r\n"); //Escreve mensagem no terminal serial.

printf("\r\nMAPEAMENTO DA MEMORIA EEPROM:\r\n"); //Mostra os
primeiros 64 bytes de dados da EEPROM em hex.

for(Lin=0; Lin<=3; ++Lin) //Mostra 4 linhas FF no mapa de memória.
{
for(Col=0; Col<=15; ++Col) //Mostra 16 colunas FF no mapa de memória.
{
printf(" %2X",read_eeprom(Lin*16+Col));
}
printf("\n\r");
}

Num_Tag(); //Cada chamada da função mostra quatro bits da ID da tag. ID
tag = 10 bits.

Num_Tag();

Num_Tag();

while(true)
{
if(!input(Del_Memo)) //Checa a memória através do botão no pino RB0.
{
printf("\fAPAGANDO MEMORIA"); //Escreve mensagem no terminal
serial.

Limpa_EEPROM(); //Chama função p/ limpar memória eeprom.
}
}

```

if(!input(Cadastra)) //Botão RB1 pressionado cadastra a tag na memória eeprom.

```
{
```

//Endereço 00 da eeprom guarda a quantidade de tags cadastradas e endereco<=1 é a quantidade de

//posições ocupadas na eeprom. Cada tag ocupa 1 posição de memória na eeprom.

```
for(endereco=0; endereco<=1; endereco++)
```

```
{
```

endereco = read_eeprom(0) + 1; //Inicia o incremento a partir do endereço 0 da eeprom.

```
if(endereco == 0) endereco = 1;
```

```
write_eeprom(endereco, IDtag); //Armazena o valor da tag na eeprom.
```

write_eeprom(0, endereco); //Endereço 00 guarda a quantidade de tags cadastradas.

```
delay_ms(250);
```

printf("\fCADASTRANDO TAG"); //Escreve mensagem no terminal serial.

```
output_high(BUZZER);
```

```
delay_ms(100);
```

```
output_low(BUZZER);
```

```
delay_ms(300);
```

```
}
```

```
}
```

```
if((read_eeprom(1)==IDTag) //Se número da tag = a tag cadastrada... ||
(read_eeprom(2)==IDTag))
```

```

    {
        printf(" \fAUTORIZADO\n"); //Escreve mensagem no
terminal serial.

        printf("*****");

            output_high(BUZZER); //Ativa Buzzer.

            delay_ms(150);

            output_low(BUZZER); //Desativa Buzzer.

            delay_ms(150);

            output_high(BUZZER); //Ativa Buzzer.

            delay_ms(150);

            output_low(BUZZER);

            delay_ms(50); //Retardo p/estabilização do pino
RB2.

            output_high(Reseta); //Retira o reset do RFID628.

            Func_Aceler(); //Chama a função p/ leitura
do acelerômetro.

                //Armazena os valores dos eixos X, Y na eeprom.

                write_eeprom(3,ValorEixo_X);
write_eeprom(4,ValorEixo_Y);

                delay_ms(1000); //Espera 1s.

                } //Fim do if read-eeprom.

                //Ativa o sistema com a tag cadastrada na EEPROM.

                while((read_eeprom(1)==IDTag)||(read_eeprom(2)==IDTag))

                {

                Func_Aceler(); //Chama a função p/ leitura do acelerômetro.

```

```

        delay_ms(1000);          //Espera 1s.

        //Se tiver diferença entre os valores do eixos X e Y, veículo sofreu inclinação e
        um SMS é enviado.

        if((ValorEixo_X>
1+read_eeprom(3))||((ValorEixo_X<read_eeprom(3)-1)||
        (ValorEixo_Y>
1+read_eeprom(4))||((ValorEixo_Y<read_eeprom(4)-1))

        {

            output_high(Alarme);    //Pino RB4 ativado.

            modemgsm();             //Chama a função do modem p/ envio de
SMS.

            delay_ms(1000);        //Espera 1s.

        }

        else

        {

            output_low(Alarme);     //Desativa o pino RB4.

            delay_ms(100);

        }

    }

} //Fim do while true.

} //Fim do voidmain.

/*****
*****/

Funções:

/*****Função de leitura ADC p/ os eixos do
acelerômetro*****/

```

Nome do Arquivo: Aceler.h

Versão: 1.1.3

Descrição: Os valores na saída do acelerômetro estão representados por grandezas analógicas em forma

de tensão elétrica, esta tensão é convertida pelo canal AN0 (eixo X) e pelo canal AN1 (eixo Y) do

microcontrolador, este faz a leitura destes valores por meio de Conversão Analógica Digital (ADC).

As tensões elétricas são convertidas em valores cobrindo a gama de 0 a 1024 (10bits). Em $V_S = 3.6V$,

a sensibilidade de saída é tipicamente $360mV/g$, como foi utilizada uma alimentação de $3.3V$ para o

acelerômetro, a sensibilidade de saída é $330mV/g$. A sensibilidade dos canais analógicos do microcon-

trolador é $5/1025 = 4.87mV$.

Autor: Ana Gabriela Ungierowicz

Compilador: PIC COMPILER Versão 3.43.

Ambiente de simulação: Proteus 7.8 SP2 toolsuíte ISIS Professional.

Microcontrolador utilizado: PIC16F877A.

Data: Junho de 2012.

*****/

//Inicialização das variáveis.

int Valor, ValorEixo_X, ValorEixo_Y;

```

/*****Função p/ leitura do eixo
X*****/

```

```
voidEixo_X()
```

```
{
```

```
set_adc_channel(0); //Leitura do acelerômetro em RA0.
```

```
delay_ms(10); //Tempo necessário p/ estabilizar as
configurações ADC.
```

```
read_adc(adc_start_only);
```

```
ValorEixo_X = read_adc(adc_read_only); //Atribui à variável a leitura do
canal ADC 0.
```

```
//printf("\n\rX = %u", ValorEixo_X); //Mostra no terminal serial o valor da
inclinação do eixo X.
```

```
delay_ms(100); //Tempo entre as leituras do acelerômetro.
```

```
}
```

```

/*****Função p/ leitura do eixo
Y*****/

```

```
voidEixo_Y()
```

```
{
```

```
set_adc_channel(1); //Leitura do acelerômetro em RA1.
```

```
delay_ms(10); //Tempo necessário p/ estabilizar as
configurações ADC.
```

```
read_adc(adc_start_only);
```

```
ValorEixo_Y = read_adc(adc_read_only); //Atribui à variável a leitura do
canal ADC 1.
```

```
//printf("\n\rY = %u", ValorEixo_Y); //Mostra no terminal serial o valor da
inclinação do eixo Y.
```

```

delay_ms(100); //Tempo entre as leituras do acelerômetro.

}

/*****Função
Principal*****/

voidFunc_Aceler()

{

setup_adc_ports(ALL_ANALOG); //Configura o ADC p/ pinos analógicos.

setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); //ADC com clock interno.

setup_comparator(NC_NC_NC_NC); //Desliga comparadores.

setup_vref(FALSE); //Referência de tensão desligada.

while(true)

{

Eixo_X(); //Leitura do eixo X.

Eixo_Y(); //Leitura do eixo Y.

//Mostra na porta serial os valores das inclinações dos eixos do acelerômetro.

printf("\n\rX = %u |Y = %u", ValorEixo_X, ValorEixo_Y);

delay_ms(1000); //Espera 1s.

return;

} //Fim do whiletrue.

}

/*****
*****/

/*****Função p/ envio de SMS pelo Modem
SIM900*****/

```

Nome do Arquivo: modem.h

Versão: 1.1.2

Descrição: Função para teste do modem SIM900 GSM/GPRS da IComsat v1.0 comercializado pela

ITEAD STUDIO (www.iteadstudio.com).

Autor: Ana Gabriela Ungierowicz

Compilador: PIC COMPILER Versão 3.43.

Ambiente de simulação: Proteus 7.8 SP2 tool suite ISIS Professional.

Microcontrolador utilizado: PIC16F877A.

Data: Julho de 2012.

*****/

```
voidmodemgsm()
```

```
{
```

```
printf("AT\r"); //Verifica se o modem está conectado.
```

```
delay_ms(500);
```

```
printf("AT&K0\r"); //Desativa a compactação de dados.
```

```
delay_ms(500);
```

```
printf("ATE0\r"); //Desliga o modo eco.
```

```
delay_ms(500);
```

```
printf("AT+CMGF=1\r"); //Envio de SMS modo texto (CMGF=1), modo PDU (CMGF=0).
```

```
delay_ms(500);
```

```
printf("AT+CMGS=\"+556192397026\r"); //Número do telefone no qual a msg será enviada.
```

```
delay_ms(1000);

printf("Alerta! A inclinacao do seu veiculo foi alterada!!\n\r"); //Mensagem a ser
enviada.
```

```
delay_ms(1000);

putc(0x1a);putc(0x1a);putc(0x1a); //Finaliza o envio de SMS.

delay_ms(500);

} //Fim.
```

```

/*****
*****/

```

Código do PIC 16F628A:

```

/*****RFID628*****
*****

```

Descrição:

Utiliza um módulo RFID 232(YET-125K-W) para leitura de 1tag com frequência de 125khz.

Formato dos dados na saída 1:

02 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 03

02: Fixed prefix 02

D1-D8: 8 byte card number, ASCII code mode, Such as "1" ASCII code is "31", "A" ASCII code is "41".

03: Fixed suffix 03

Baud rate 9600,n,8,1

Especificações:

Antena: L=490UH.

Tensão de trabalho: 5V+/-5%.

Corrente de trabalho: 40mA.

Interface: saída TTL232.

Temperatura: -15 a 50 graus Celsius.

O terminal RS 232 mostra a ID da tag.

Nome do arquivo: rfid628.c;

Versão:

Autor: Ana Gabriela Ungierowicz

Micro utilizado: PIC16F628A;

Compilador: IDE PCW C Compiler versão 3.43 CCS;

Ambiente de simulação: ISIS Proteus 7.8SP2;

Data de criação: outubro 2012-Versão: 1.0;

UpDate: novembro 2012

```
*****Includes e configurações dos
fuses*****/
```

```
#include <16f628A.h> //Inclui a biblioteca p/ o ucontrolador PIC12F675.
```

```
#fuses INTRC_IO, NOWDT, NOPROTECT, PUT, BROWNOUT, MCLR,
NOLVP
```

```
#use delay(clock=4000000) //Clock interno 4Mhz.
```

```
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_B2, rcv=PIN_B1)
```

```
//velocidade de transmissão 9600 bps, sem paridade, 8 bits de dados.
```

```
#include <Input.c> //Biblioteca da CCS p/ captura de dados da tag por meio
da função GETHEX.
```

```
/******Definições dos pinos do
PIC*****
```

GP0 Pushbutton p/ cadastro da ID da tag.

GP1 Pushbutton p/ limpar cadastro na EEPROM.

GP4 pino de transmissão serial RS232 para o PC.

GP5 pino de recepção dos dados do leitor RFID no formato TTL232.

```
*****Definições na memória de
programa*****/
```

```
#define Cadastra PIN_B0 //Pushbutton no pino RB0 p/ cadastro da
ID da tag.
```

```
#define Del_Memo PIN_B3 //Pushbutton no pino RB3 p/ limpar
memória EEPROM.
```

```
#define Reseta PIN_B5 //Reset para o Sistema Antifurto com o
PIC16F877A.
```

```
#define Res_628 PIN_B4 //Reset para o RFID628 com o
PIC16F628.
```

```
/******Funções*****
******/
```

```
voidNum_Tag() //Função p/ aquisição dos bits da tag pelo leitor de RFID
TTL232 no pino RC7.
```

```
voidLimpa_EEPROM() //Função p/ limpar a memória eeprom do PIC16F877A.
```

```
*****Função de leitura da
tag*****/
```

```
byteIDTag; //Inicializa variável global.
```

```
voidNum_Tag() //Função p/ aquisição dos bits da tag pelo leitor de RFID
TTL232 no pino RC7.
```

```
{
```

```
IDTag = gethex(); //Aguarda a chegada dos bits da tag pela serial.
```

```
printf("%LX",IDtag); //Escreve a ID da tag no terminal serial.
```

```
delay_ms(1); //Aguarda 1ms.
```

```
}
```

```

    /******Função Limpa memória
EEPROM******/

void Limpa_EEPROM()

{

    write_eeprom(0x00, 0xFF); write_eeprom(0x01, 0xFF); write_eeprom(0x02,
0xFF);

    write_eeprom(0x03, 0xFF); write_eeprom(0x04, 0xFF); write_eeprom(0x05,
0xFF);

    write_eeprom(0x06, 0xFF); write_eeprom(0x07, 0xFF); write_eeprom(0x07,
0xFF);

    delay_ms(100);

}

    /******Programa
Principal******/

    set_tris_a(0b00000000); //Port A configurado como saída.

    set_tris_b(0b00001011); //RB<1:0> e RB3 configurados como entradas, demais
pinos com saídas.

    output_high(Reseta); //Desativa reset para o Sistema Antifurto com o
PIC16F877A.

    output_high(Res_628); //Desativa reset para o RFID628 com o PIC16F628.

void main()

{

    Int endereco, posicao; //Variáveis p/ endereçamento e leitura da eeprom.

    byte Lin, Col; //Variáveis p/ contador de posição (linha, coluna) do mapa da
memória eeprom.

```

```

port_b_pullups(true);    //Ativa os resistores de pullups do Port B.

printf("\fLEITOR RFID 125KHz\r\n"); //Escreve mensagem no terminal serial.

delay_ms(1000);

printf("\r\nAPROXIME A TAG\r\n"); //Escreve mensagem no terminal serial.

printf("\r\nMAPEAMENTO DA MEMORIA EEPROM:\r\n"); //Mostra os
primeiros 64 bytes de dados da EEPROM em hex.

for(Lin=0; Lin<=3; ++Lin)    //Mostra 4 linhas FF no mapa de memória.
{
for(Col=0; Col<=15; ++Col)    //Mostra 16 colunas FF no mapa de memória.
{
printf(" %2X",read_eeprom(Lin*15+Col));
}
printf("\n\r");
}

Num_Tag();    //Cada chamada da função mostra quatro bits da ID da tag. ID
tag = 10 bits.

Num_Tag();

Num_Tag();

while(true)
{
if(!input(Del_Memo))    //Limpa a memória através do botão no pino
RB3.
{
printf("\fAPAGANDO MEMORIA");    //Escreve mensagem no terminal
serial.

```

```

Limpa_EEPROM(); //Chama função p/ limpar memória eeprom.

delay_ms(1000);

}

if(!input(Cadastra)) //Botão RB0 pressionado cadastra a tag na memória
eeprom.

{

//Endereço 00 da eeprom guarda a quantidade de tags cadastradas e endereco<=1
é a quantidade de

//posições ocupadas na eeprom. Cada tag ocupa 1 posição de memória na eeprom.

for(endereco=0; endereco<=1; endereco++)

{

endereco = read_eeprom(0) + 1; //Inicia o incremento a partir do endereço 0
da eeprom.

if(endereco == 0) endereco = 1;

{

write_eeprom(endereco, IDtag); //Armazena o valor da tag na eeprom.

write_eeprom(0, endereco); //Endereço 00 guarda a quantidade de
tags cadastradas.

delay_ms(250);

printf("\fTAG CADASTRADA"); //Escreve mensagem no terminal
serial.

delay_ms(1000);

}

}

}

```

if((read_eeprom(1)==IDTag) || (read_eeprom(2)==IDTag)) //Se
a tag estiver cadastrada na eeprom...

```
{
printf(" \DESATIVANDO SISTEMA\n"); //Escreve mensagem no
terminal serial.
```

```
printf("*****");
```

```
delay_ms(1000);
```

```
output_low(Reseta); //Reset no Sistema Antifurto.
```

```
delay_ms(100);
```

```
output_high(Reseta); //Libera o Reset no Sistema Antifurto.
```

```
}
```

```
else //Senão tag não possui cadastro na eeprom...
```

```
output_low(Res_628); //...reset do RFID628.
```

```
} //Fim do whiletrue.
```

```
} //Fim do voidmain.
```

```
/******
```

```
*****/
```

APÊNDICE B – MONTAGEM DO CIRCUITO NA PLACA

Para a confecção da placa definitiva foram utilizados os seguintes elementos:

- Placa de fenolite
- Percloreto de ferro (cloreto férrico)
- Água
- Sabonete líquido
- Papel couché com a imagem da trilha da placa impressa através de toner
- Papel A4 com a imagem da máscara da placa
- Régua
- Balde e bacia
- Fita crepe
- Ferro de passar
- Palha de aço
- Tyner
- Estopa
- Estilete
- Arame de fio

Primeiramente a placa de fenolite foi limpa com Tyner, passado através da estopa. A imagem da trilha contida no papel couché foi recortada com o estilete e com o auxílio da régua. Em seguida, essa imagem foi fixada na placa com a fita crepe prendendo suas bordas. As etapas descritas acima podem ser visualizadas nas Figuras B.1 e B.2.



Figura B.1 - Placa de fenolite e trilha a ser impressa
Fonte: (AUTOR, 2102)

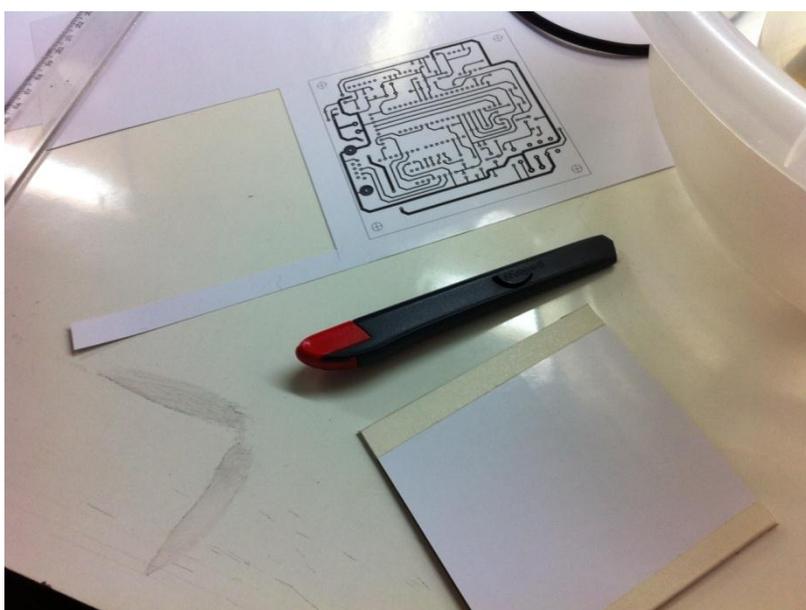


Figura B.2 - Placa preparada para a impressão
Fonte: (AUTOR, 2102)

Após o desenho estar preso na placa com a fita, foi necessário então passá-lo para a placa fazendo-se a utilização de um ferro de passar, como mostrado na Figura B.3.



Figura B.3 - Placa antes da impressão com o ferro
Fonte: (AUTOR, 2102)

Depois de alguns minutos passando o ferro sobre a placa, cuidadosamente, porém, fazendo-se certa pressão, a imagem foi passada para a placa. Foi esperado um tempo razoável para a placa esfriar e então a placa foi mergulhada em uma solução contendo água e sabonete líquido. Então, depois de um tempo já mergulhados na solução e amolecidos, o papel e a fita foram retirados, tendo-se impressa a imagem das trilhas do circuito na placa de fenolite, como mostrado nas figuras B.4 e B.5.



Figura B.4 - Placa imergida na água e sabão após impressão
Fonte: (AUTOR, 2102)

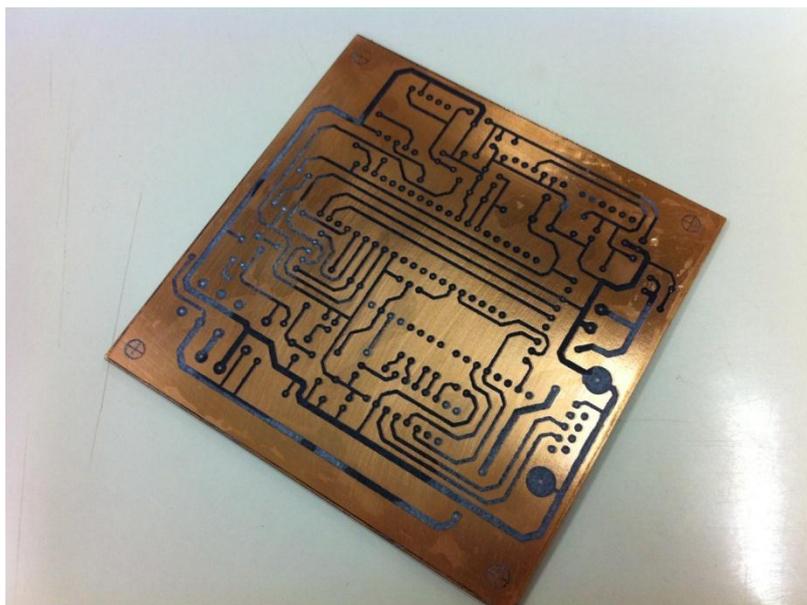


Figura B.5 - Placa após ter sido retirado todo o papel couché
Fonte: (AUTOR, 2102)

Após ter tirado todo o papel couché da placa e a ter enxugado com um papel, a placa foi amarrada por um arame de fio e mergulhada na solução de percloroeto (feito com a mistura de água e percloroeto de ferro), mostrado na Figura B.6.



Figura B.6 - Placa sendo corroída no percloroeto
Fonte: (AUTOR, 2102)

Após alguns minutos, e dando sempre uma olhada para ver como a placa estava ficando, mostrada na Figura B.7, a placa estava pronta para ser retirada da solução.

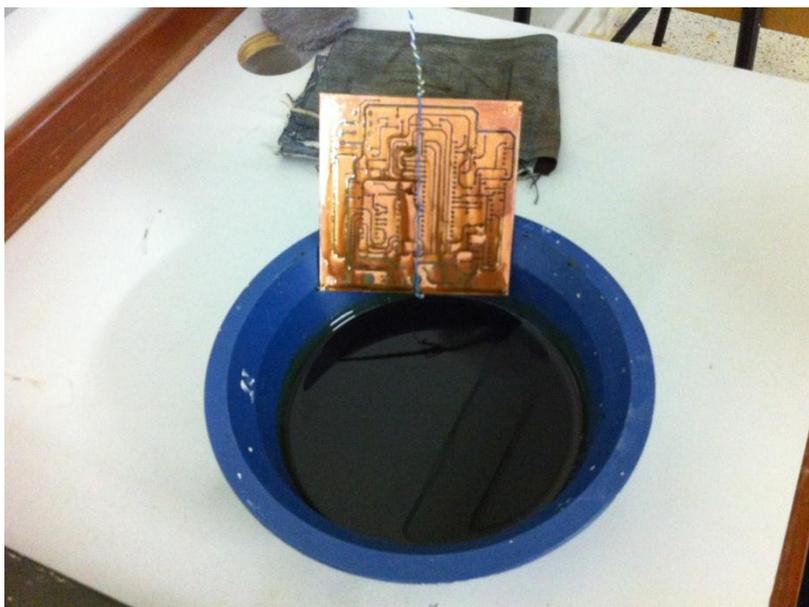


Figura B.7 - Placa em processo de corrosão
Fonte: (AUTOR, 2102)

Depois de retirada da solução, a placa foi lavada em água corrente e seca com papel, tendo-se a Figura B.8.

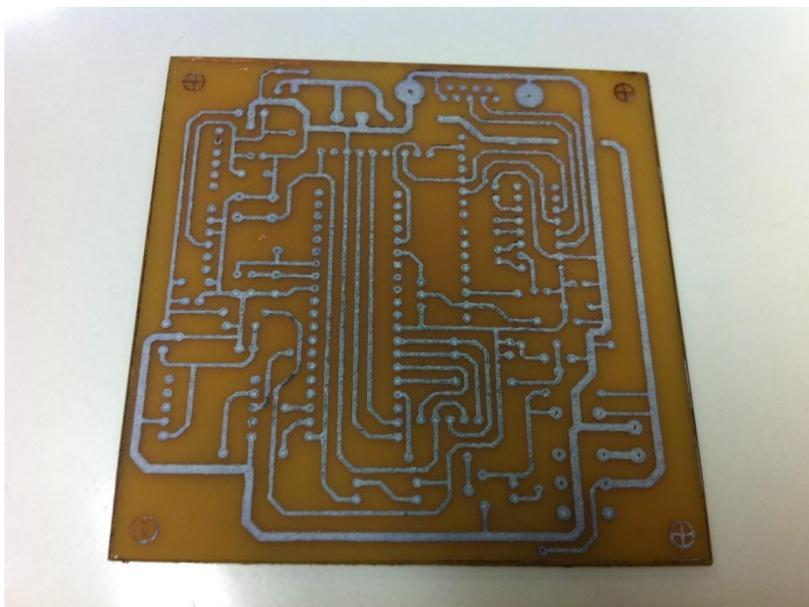


Figura B.8 - Placa após o processo de corrosão
Fonte: (AUTOR, 2102)

Então, ela foi limpa novamente com a estopa e o Tyner, para que sua trilha ficasse cobreada, como ilustra a Figura B.9.

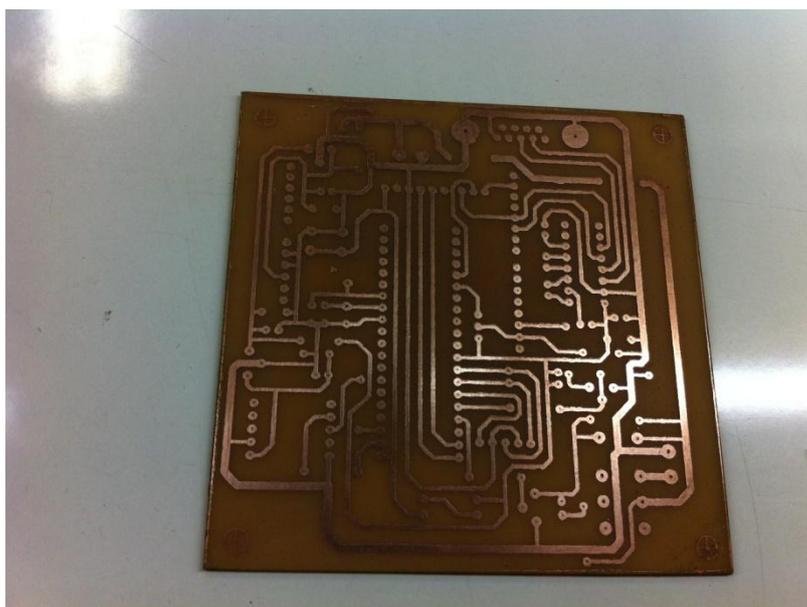


Figura B.9 - Placa limpa e pronta para ser perfurada
Fonte: (AUTOR, 2102)

O próximo passo foi perfurar a placa em seus devidos locais, onde têm os contatos do circuito.

Depois de estar perfurada, a máscara dos componentes foi impressa na placa, como ilustrado na Figura B.10, e assim, os componentes que compõem a placa foram soldados um a um, até que todos os componentes indicados na placa estivessem presentes, como mostrado na Figura B.11.

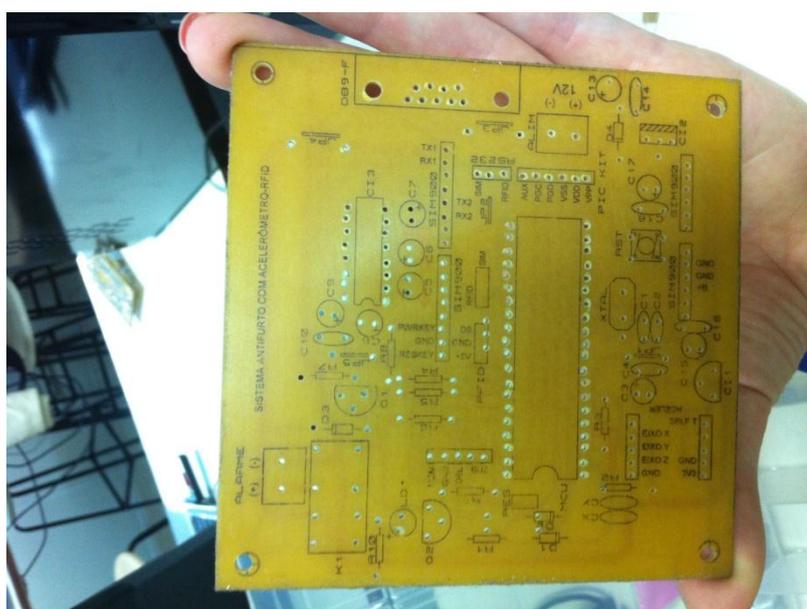


Figura B.10 - Placa perfurada e com a máscara impressa

Fonte: (AUTOR, 2102)



Figura B.11 - Placa com os componentes soldados
Fonte: (AUTOR, 2102)