

**CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
ELETRÔNICA AUTOMOTIVA**

Vinícius Barbosa Azevedo

Sistema Antifurto para Bateria Automotiva

**Santo André - SP
2023**

Vinícius Barbosa Azevedo

Sistema Antifurto para Bateria Automotiva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior em Eletrônica Automotiva da FATEC Santo André, como requisito parcial para obtenção de título de tecnólogo em Eletrônica Automotiva.

Orientador: Prof. Me. Wesley Medeiros Torres

SANTO ANDRÉ

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

A994s

Azevedo, Vinícius Barbosa

Sistema antifurto para bateria automotiva / Vinícius Barbosa
Azevedo. - Santo André, 2023. – 77f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva, 2023.

Orientador: Prof. Me. Wesley Medeiros Torres

1. Eletrônica. 2. Sistema antifurto. 3. Dispositivo sonoro. 4.
Tecnologia. 5. Veículos. 6. Desenvolvimento. 7. Projeto. 8.
Sensor de corrente elétrica. 9. Baterias. 10. Segurança. I.
Sistema antifurto para bateria automotiva.

629.2

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 20 DE JUNHO DE 2023.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:
“SISTEMA ANTIFURTO PARA BATERIA AUTOMOTIVA” DOS
ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROFº WESLEY MEDEIROS TORRES

MEMBROS:

SR. CAIO ROBERTO DOS SANTOS

PROF. FERNANDO GARUP DALBO

ALUNO:

VINICIUS BARBOSA AZEVEDO

Eu dedico este trabalho para todos meus familiares que me auxiliaram e incentivaram durante o processo para desenvolver meu projeto de conclusão de curso.

Também dedico ao meu falecido avô, Otacílio Barbosa Sena, por todo apoio durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a meus professores que estiveram presentes em toda minha jornada em busca de conhecimento e concluir o curso, afinal sem eles nada disso seria possível de se realizar. A paciência, humildade, e dedicação foram os principais aspectos para que desenvolvesse meu projeto, aspectos estes que foram sempre lembrados e relembrados por nossos mestres. Quero agradecer também há meus amigos, familiares e colegas de curso, que cada um de um jeito, contribuiu para que continuasse motivado e animado para dar prosseguimento ao meu projeto que coloquei tanto amor e dedicação.

“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.”

(Ayrton Senna)

RESUMO

Nesse projeto foi desenvolvido um sistema antifurto para bateria automotiva para assim evitar o furto das mesmas por meio de um dispositivo sonoro independente. Foi usado a CPU desenvolvida na FATEC para controlá-lo junto a um sensor, no caso o sensor de corrente elétrica ACS758 que é capaz de medir correntes. Esse projeto visa ser um sistema que seja utilizado em veículos leves e utilitários, onde ele é ligado manualmente pelo proprietário do veículo por meio de um interruptor e desligado antes de dar partida no automóvel. O sistema também será alimentado por meio de uma bateria backup junto ao alarme, sendo uma alimentação independente para ambos e assim que o sistema de segurança for desligado a própria bateria será carregada por meio de uma entrada USB no veículo.

Palavras-chave: Antifurto. Baterias. Sensor. Corrente. Veículo. Dispositivo sonoro.

ABSTRACT

In this project, an anti-theft system was developed for automotive batteries to prevent their theft through an independent sound device. A CPU developed at FATEC was used to control it together with a sensor, in this case the ACS758 electric current sensor, which is capable of measuring currents, being very suitable for the type of operation used in the system. This project aims to be a system that is used in light and utility vehicles, where it is turned on manually by the vehicle owner through a switch and turned off before starting the car. The system will also be powered by a backup battery next to the alarm, with independent power for both, and as soon as the security system is turned off, the battery itself will be charged through a USB port in the vehicle.

Keywords: Anti-theft. Batteries. Sensor. Chain. Vehicle. Sound device.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bateria de Chumbo-ácido	21
Figura 2 - Bateria Chumbo-ácido Moura	22
Figura 3 - Carregador de Bateria.....	24
Figura 4 - Constituição Bateria Automotiva.....	25
Figura 5 - Bateria Chumbo-Ácido AGM VRLA.....	27
Figura 6 - Bateria chumbo-ácido GEL VRLA	28
Figura 7 - Bateria Chumbo-ácido Ventilada	28
Figura 8 - Alternador	31
Figura 9 - Ponte retificadora	32
Figura 10 - Alarme Automotivo	33
Figura 11 - Sensor ACS758	34
Figura 12 - Efeito Hall.....	35
Figura 13 - Sensor ABS.....	37
Figura 14 - PIC18F4550.....	38
Figura 15 - Diagrama de blocos montagem do sistema	39
Figura 16 - Esquema circuito ACS758	40
Figura 17 - Placa CPU-FATEC.....	40
Figura 18 - Ponto de instalação sensor ACS758.....	41
Figura 19 - Diagrama elétrico do circuito do sensor de corrente	42
Figura 20 - Circuito de testes iniciais.....	43
Figura 21 - Diagrama elétrico do circuito montado	43
Figura 22 - Diagrama bateria backup instalada na CPU-FATEC	45
Figura 23 – Medição de corrente do sistema	46
Figura 24 - Módulo <i>Buzzer</i> 5V Ativo	47
Figura 25 - Diagrama elétrico conexão <i>buzzer</i> com a ECU-FATEC.....	47
Figura 26 - Ativação do <i>Buzzer</i>	48
Figura 27 - Sistema de segurança de bateria automotiva instalado no porta-luvas ..	49
Figura 28 - Bateria Backup instalada no veículo	49
Figura 29 - Etapas para funcionamento do sistema	50
Figura 30 - Fluxograma Inicial	51
Figura 31 - Fluxograma média corrente	52

Figura 32 - Fluxograma Software Final	57
Figura 33 - Display do sistema em funcionamento.....	58
Figura 34 - Circuito do sistema em funcionamento	59
Figura 35 - Medição do sensor da bateria com o osciloscópio.....	60
Figura 36 - Medição do sensor.....	62
Figura 37 - Acionamento alarme Automotivo	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DDP – Diferença de Potencial

LCD- *Liquid Crystal Display*

ADC- *Analog to Digital Converter*

USB- *Universal Serial Bus*

SMS- *Short Message Service*

AGM- *Absorbent Glass Mat*

VRLA- *Valve Regulated Lead Acid*

GSM- *Global System for Mobile Communications*

A- *Ampere*

mA- *Milliampere*

mV- *milivolts*

V- *Volt*

Pb- Chumbo

H- Hidrogênio

O- Oxigênio

Ah- *Ampere hora*

S- Enxofre

H₂SO₄- Ácido Sulfúrico

H₂O- Água

PIC- *Programmable Interface Controller*

IDE- *Integrated Drive Eletronics*

PbSO₄- Sulfato de Chumbo

H₃O⁺- Hidrônio

e- Elétrons

Bits- *Binary digit*

μs- Microsegundos

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva de Descarga.....	29
Gráfico 2 - Curva de Carga	30
Gráfico 3 - Curva de descarga bateria automotiva	53
Gráfico 4 - Comparativo de dados de medição de tensão.....	60
Gráfico 5 - Comparativo de dados de medição de corrente	61
Gráfico 6 - Teste de simulação de furto.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivo.....	18
1.2 Justificativa	18
1.3 Organização do projeto	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Baterias Automotivas	21
2.1.1 Baterias Chumbo-Ácido	22
2.1.2 Dados de furto	22
2.1.3 Funcionamento.....	23
2.1.4 Constituição Bateria Chumbo-Ácido	24
2.1.5 Tipos de Baterias Chumbo-Ácido	26
2.1.6 Curvas de Carga e Descarga da Bateria.....	29
2.2 Alarme Automotivo	32
2.3 Sensor ACS758.....	34
2.3.1 Efeito Hall	35
2.4 PIC18F4550	37
3. METODOLOGIA.....	39
3.1 Definição Inicial Circuito	39
3.2 Montagem do Circuito do Sensor.....	41
3.3 Testes de Funcionamento	42
3.3.1 Testes práticos de furto	44
3.3.2 Validação final do sistema	48
3.4 Definição Inicial Programação	50
3.5 Desenvolvimento do software	52
3.5.1 Medição	53

3.6 Definição do Cálculo de Tensão de Operação e Corrente	54
3.7 Calibração dos Valores de Corrente Obtidos	55
3.8 Estrutura Software	55
4. RESULTADO	58
4.1 Testes com o sistema em funcionamento	58
4.2 Funcionamento do sistema.....	62
5. CONCLUSÃO.....	65
6. PROPÓSTAS FUTURAS	67
7. REFERÊNCIAS	68

1. INTRODUÇÃO

A região onde está localizada a bateria não é a das mais favoráveis nos caminhões leves, onde por ser de fácil manejo pode ser furtada sem muito esforço pelo assaltante. Muitos motoristas utilizam soluções caseiras para esse problema onde tais como correntes, cadeados, entre outras. Segundo o levantamento da empresa de rastreamento veicular Ituran e feito com base em dados oficiais da Secretaria da Segurança Pública do governo paulista, os casos de roubo e furto aumentaram 22,7% no primeiro semestre de 2022 quando comparado ao mesmo período de 2021 (UOL Carros, 2022). Diante desse cenário, muitos motoristas ficam de mãos atadas quando no meio de seu trabalho tem a infelicidade de ter sua bateria furtada. A alta criminalidade é um dos fatores importantes a serem considerados, porém a falta de um sistema antifurto eficiente colabora para que os criminosos continuem a praticar esse tipo de roubo.

1.1 Objetivo

Diante do exposto, nesse trabalho é implementado um sistema (*software* e *hardware*) para o monitoramento da bateria, caso ocorra à detecção de alguma irregularidade na corrente da bateria o alarme do veículo será acionado.

O trabalho será dividido em etapas:

- Projeto do circuito de monitoramento de corrente da bateria (seleção do sensor de corrente, projeto de circuito)
- Implementação do algoritmo de monitoramento de corrente da bateria;
- Desenvolvimento do software para monitoramento de corrente de bateria;
- Implementação e teste do sistema no carro.

1.2 Justificativa

Embora seja apenas um dos motivos para o furto de carros, o mercado de baterias automotivas roubadas cresce junto com o de furto de carros, segundo dados da empresa GS-Seg “os roubos e furtos tiveram 55% de queda após a primeira semana da quarentena, mas voltaram aos patamares anteriores em abril...” mostrando

que mesmo durante a pandemia do Covid-19, o número de furtos se manteve o mesmo que no período antes da pandemia (GARAGEM360, 2020).

Segundo o portal UOL, os furtos subiram de 44.229 veículos para 36.027 após o período da pandemia, e as baterias obtiveram um espaço especial na lista de componentes automotivos dos criminosos, principalmente por sua facilidade de venda no mercado negro, onde cada uma do tipo de veículos leves, chega a custar a partir 400 reais (UOL CARROS, 2022).

O principal motivo desse aumento do número de furtos, é o aumento do número de carros circulando nas ruas no período pós-pandemia, que contribuiu para o aumento dos furtos e com cada dia mais pessoas retornando as rotinas pré-pandemia a tendência é aumentar ainda mais.

E com está previsão pessimista de que o número de furtos só irá aumentar, um sistema que monitore a corrente da bateria constantemente e alerte o proprietário e os outros em volta por meio de um equipamento já disponível no veículo (Caminhões leves, carros e picapes) é interessante.

1.3 Organização do projeto

O projeto está separado em um total de 8 capítulos, incluso este, onde cada um deles irá representar uma etapa para a conclusão do mesmo da seguinte forma:

- Capítulo 2: Fundamentação Teórica será abordada toda a pesquisa e informações necessárias para dar prosseguimento ao projeto.
- Capítulo 3: Metodologia, na metodologia é apresentado o passo a passo para conseguir chega no objetivo do projeto, contando detalhes do desenvolvimento feito ao longo de todo trabalho para a obtenção do dispositivo.

- Capítulo 4: Resultado, é um capítulo onde podem ser encontrados todas as informações necessárias sobre o relacionado à, testes, funcionalidades e desempenho.
- Capítulo 5: Conclusão, o capítulo onde se tem a conclusão final sobre o trabalho em base em tudo que foi apresentado e projetado.
- Capítulo 6: Propostas futuras, podem ser encontradas ideias de melhorias no equipamento e outros usos para o mesmo.
- Capítulo 7: Referencias, dedicado totalmente para mostrar as referências usadas ao longo do projeto com livros, artigos e sites.
- Capítulo 8: Apêndice contendo a parte principal do software usado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

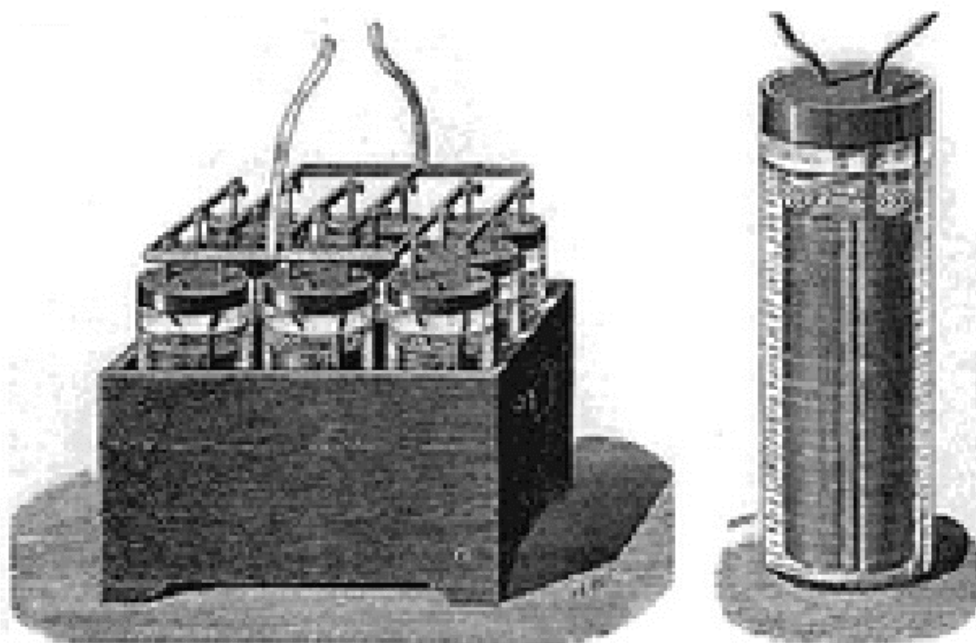
Neste capítulo será abordado todo o conteúdo sobre conceitos relacionados às baterias automotivas, passando pela contextualização histórica onde abordará os seguintes assuntos sobre às mesmas:

2.1 Baterias Automotivas

Os veículos vêm passando por várias mudanças devido ao avanço da tecnologia, atualmente os automóveis passaram por uma grande evolução na questão de conforto, conveniência e segurança, sendo assim os carros hoje possuem uma bateria com a responsabilidade de garantir o funcionamento de diversas partes do veículo. Então esse sistema de armazenamento de energia elétrica precisa comportar transições, que alteram constantemente suas características conforme os anos.

O surgimento da primeira bateria de chumbo, mostrada na figura 1, utilizada até hoje nos veículos, foi em 1859 pelo físico francês Gaston Planté, a mesma bateria é usada até hoje para Nobreaks (STA ELETRÔNICA, 2020).

Figura 1- Bateria de chumbo-ácido



FONTE: engquimicasantosp.com, jun,2021

2.1.1 Baterias Chumbo-Ácido

As baterias chumbo ácido são dispositivos que acumulam energia e são compostos por placas positivas e negativas de chumbo, com o eletrólito sendo uma solução de ácido sulfúrico. São usadas principalmente em automóveis como mostrada na figura 2, mas também podendo serem usadas em funções industriais, sendo que ao final de sua vida útil precisam ter um cuidado especial no seu descarte pois às mesmas soltam um resíduo perigoso aos seres humanos e ao meio ambiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021).

Seus dois eletrodos são constituídos um de chumbo esponjoso e outro de dióxido de chumbo em pó, e ambos estão mergulhados na solução de ácido sulfúrico com uma densidade de aproximadamente 1,28g/ml dentro de uma malha de chumbo puro ou ligas de chumbo. (MUNDO EDUCAÇÃO, 2021)

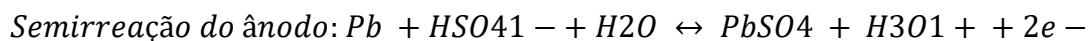
Figura 2- Bateria Chumbo-ácido Moura



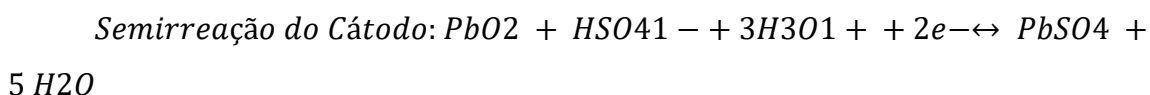
Fonte: Moura, Bateria Chumbo-Ácido, nov, 2021

2.1.3 Funcionamento

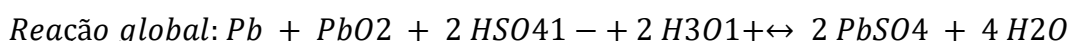
Segundo o portal Mundo Educação, as placas de chumbo metálico (Pb) constituem o ânodo (lado negativo da bateria), esse lado sofre a oxidação perdendo elétrons conforme a semirreação a seguir:



Já os cátodos são placas revestidas de óxido de chumbo IV (PbO₂) e são o lado positivo da bateria, elas recebem os elétrons perdidos pelas placas de chumbo metálico e reduzem em:

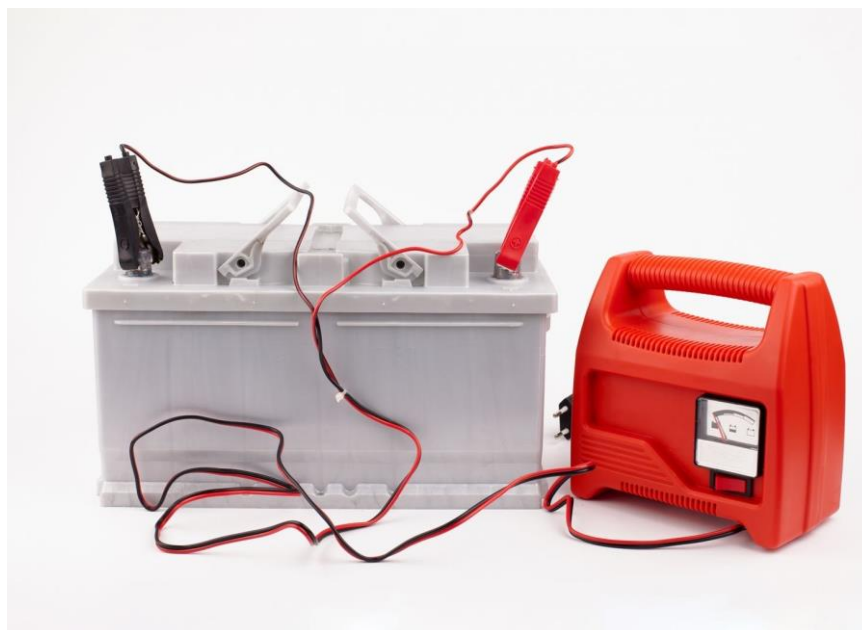


Temos nos automóveis as baterias ligadas em série, ou seja, o conector positivo fica ligado ao negativo e assim em diante com os conectores fornecendo uma DDP de 12V. Assim a energia química é transformada em energia elétrica e temos a equação global:



Todas essas reações são correspondentes a descarga da bateria sendo facilmente revertidas com a aplicação de uma corrente elétrica contínua e uma DDP que inverta seus polos (MUNDO EDUCAÇÃO, 2021). De acordo com Saad (2012), a carga da bateria é realizada com controle de tensão e corrente, por meio de um carregador próprio para baterias como mostra a figura 3, de acordo com a fonte de energia, podendo ser a partir de painel fotovoltaico (otimizando o tempo para o aproveitamento do período de insolação) ou fonte de alimentação contínua de baixa tensão.

Figura 3- Carregador de Bateria



Fonte: UOL, Carregador de bateria de carro: Como usar, mai,2021

O método para fazer essa recarga é conectando uma fonte de corrente contínua nos eletrodos da bateria, esse processo resulta na inversão das reações químicas, assim recuperando o ácido sulfúrico (STA ELETRONICA, 2021).

2.1.4 Constituição Bateria Chumbo-Ácido

Segundo a Moura, as baterias têm uma função muito abrangente em diversas áreas de nossa sociedade como automóveis, sistemas de portarias, e geradores. A energia elétrica armazenada na bateria é usada no meio automotivo para funções de segurança e de conforto. Dentro desta bateria temos alguns componentes que são necessários para a sua montagem, mostrados na figura 4, e estes serão apresentados nos índices abaixo:

Figura 4 – Constituição Bateria Automotiva



Fonte: UNIPOWER, out, 2021

a) Grades: As grades são equipamentos feitos de chumbo usados nos eletrodos positivos e negativos. São usadas ligas exclusivas na fabricação por serem maleáveis. As grades precisam de um bom suporte mecânico formado por uma liga de chumbo responsável por receber vários elementos químicos que vão ajudar na durabilidade da grade.

b) Eletrodos: Os eletrodos são constituídos de uma mistura de óxido de chumbo, sulfato de chumbo e aditivos, que são convertidos em chumbo poroso na placa negativa e dióxido de chumbo na placa positiva quando a bateria é carregada.

c) Separador: É um isolante que fica localizado entre as placas positivas e negativas, assim impedindo um possível curto-circuito caso as placas se tocassem. O separador é microporoso, ou seja, possui orifícios extremamente pequenos para apenas permitir que os íons fluam através do separador de uma placa para a outra. Ele também precisa ser resistente às altas temperaturas.

d) Eletrólito: Ele é basicamente ácido sulfúrico diluído que funciona como um condutor para transportar íons elétricos entre as placas quando a bateria está sendo descarregada ou carregada.

e) Recipiente e Tampa: Ambos são feitos de polipropileno, um plástico que apesar de ser mais leve, também é mais forte do que os outros tipos, sendo resistente a choques térmicos. Também suporta o contato com outros fluídos automotivos (gasolina, diesel, óleo, fluído anticongelante).

2.1.5 Tipos de Baterias Chumbo-Ácido

A inúmeros tipos de baterias chumbo-ácido no mercado para inúmeras aplicações, sejam para uso industrial, automotivo ou civil. Então é importante conhecer os tipos principais de baterias existentes no mercado e suas aplicações.

a) Bateria chumbo-ácido Absorbent Glass Mat (AGM) Valve Regulated Lead Acid (VRLA): É um tipo de bateria muito usada em aplicações como alarme, nobreak, veículos elétricos de pequeno porte entre outros. Essa bateria é de alto desempenho e totalmente livre de manutenção como mostrado na figura 5 ela é compacta e de fácil manejo (SECPOWER, 2021).

A construção da manta de vidro absorvida permite que o eletrólito seja suspenso próximo ao material ativo das placas. Aprimorando a eficiência de descarga e recarga (SECPOWER,2021). Para este tipo de bateria, sua tensão de absorção típica varia aproximadamente 14,4 a 15,0 volts e a sua faixa de tensão de flutuação típica de 13,2 a 13,8 volts (SECPOWER,2021).

Figura 5 – Bateria Chumbo-Ácido AGM VRLA



Fonte: SECPOWER, nov, 2021

b) Bateria chumbo-ácido GEL VRLA: Utiliza um sistema parecido com a AGM, porém a diferença está que o AGM é considerado uma célula húmida, como mostrado na figura 6 é um pouco mais fina em relação as dimensões da Bateria Chumbo-Ácido AGM VRLA (NOBREAK, 2021).

Como o nome já diz, o seu eletrólito é um gel imóvel que onde o ácido sulfúrico junto com sílica pirogênica, são usados como agentes espessantes (NOBREAK, 2021).

Esse tipo de bateria é mais sensível a reações adversas em seu carregamento sobretensão, e são usadas em aplicações em clima quente onde conseguem durar um pouco mais, e de ciclo profundo como usinas de energia (SECPOWER, 2021).

Essas baterias precisam ser recarregadas corretamente para não sofrer uma falha prematura (SECPOWER, 2021).

Figura 6- Bateria chumbo-ácido GEL VRLA



Fonte: SECPOWER, nov,2021

c) Baterias Chumbo-ácido Ventiladas: Possuem vários nomes relacionados a seu uso visível de eletrólito líquido, sua principal característica. Ela possui seus terminais positivos e negativos, junto de sua tampa de ventilação, expostos na parte superior do vaso (SECPOWER, 2021).

O objetivo dessas tampas é uma rota de fuga para os gases escaparem quando a bateria está carregando assim evitando a ruptura do invólucro da célula mostrada na figura 7 sua forma (SECPOWER, 2021).

Figura 7- Bateria Chumbo-ácido Ventilada

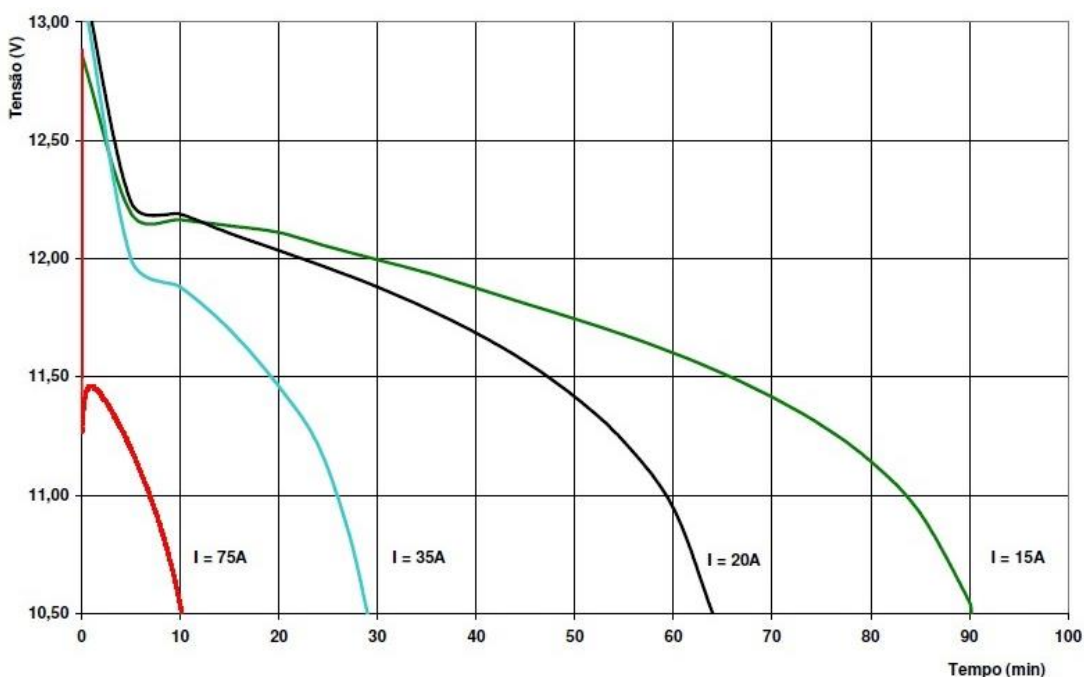


Fonte: SECPOWER, Conheça os Tipos de Baterias Chumbo-ácida AGM VRLA GEL e Ventilada, nov,2021

2.1.6 Curvas de Carga e Descarga da Bateria

As baterias apresentam níveis de descargas que podem ser expressos em gráficos obtidos por meio do tempo que as baterias levam para chegar a 10.5 Volts (V), tensão está em que a bateria já está com 0% de carga, a uma carga constante. As curvas apresentadas no gráfico 1 são referentes à bateria FREEDOM® DF500, uma bateria estacionária de ácido-chumbo com capacidade de 40 Ampere hora (Ah). É possível analisar que, quando adicionamos uma carga com uma corrente maior que a capacidade da bateria, o tempo de descarga desta é muito baixo, uma carga de 75 Ampere (A) constante drena esta bateria em aproximadamente 10 minutos. Mas, ao diminuir a corrente para 15A, a bateria é drenada em aproximadamente 90 minutos, ou, 1h30min.

Gráfico 1 – Curva de descarga



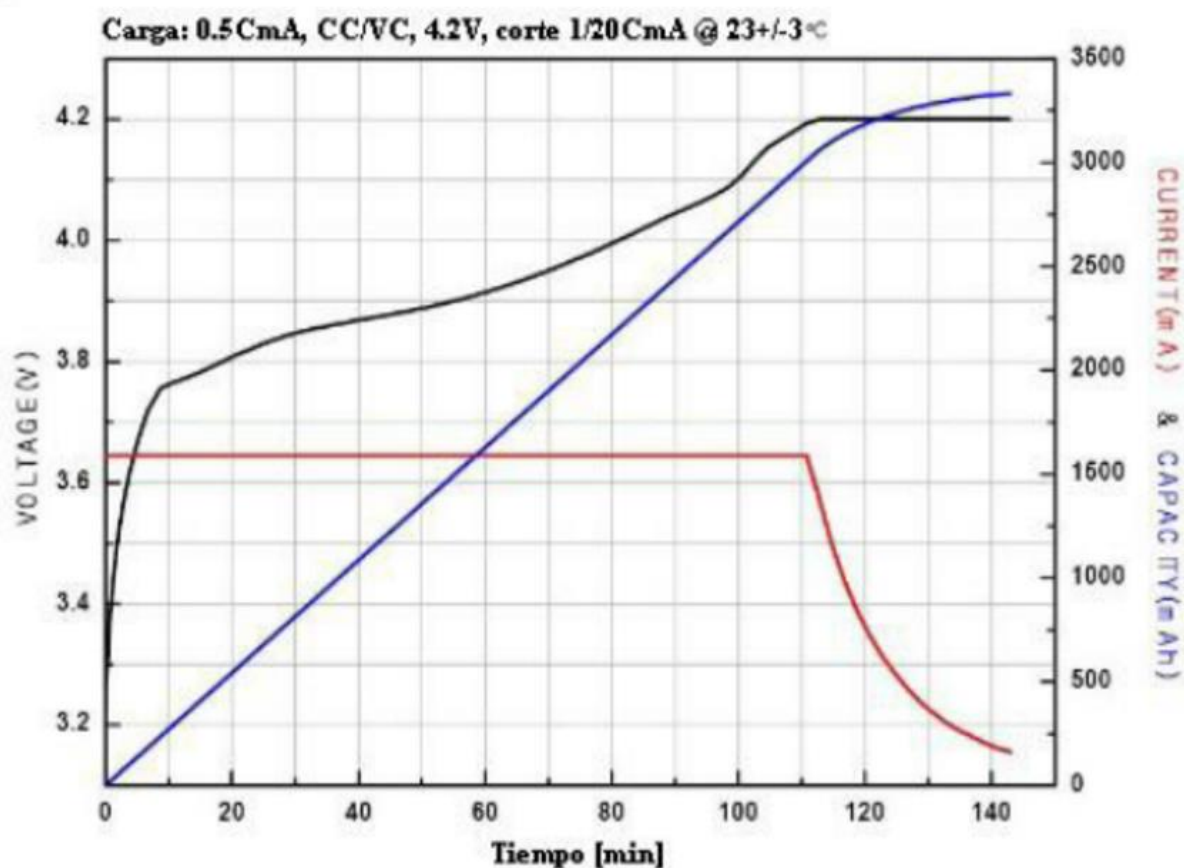
Fonte: FREEDOM, Manual Técnico Baterias Estacionárias, nov, 2021.

Tais curvas são importantes para o entendimento de como as baterias são consumidas com o decorrer do tempo e como elas se comportam com diferentes valores de cargas consumidoras de energia, para poder dimensionar qual a

capacidade que o sistema, seja ele uma estação de armazenamento de energia solar, ou um veículo, irá necessitar (FREEDOM, 2021).

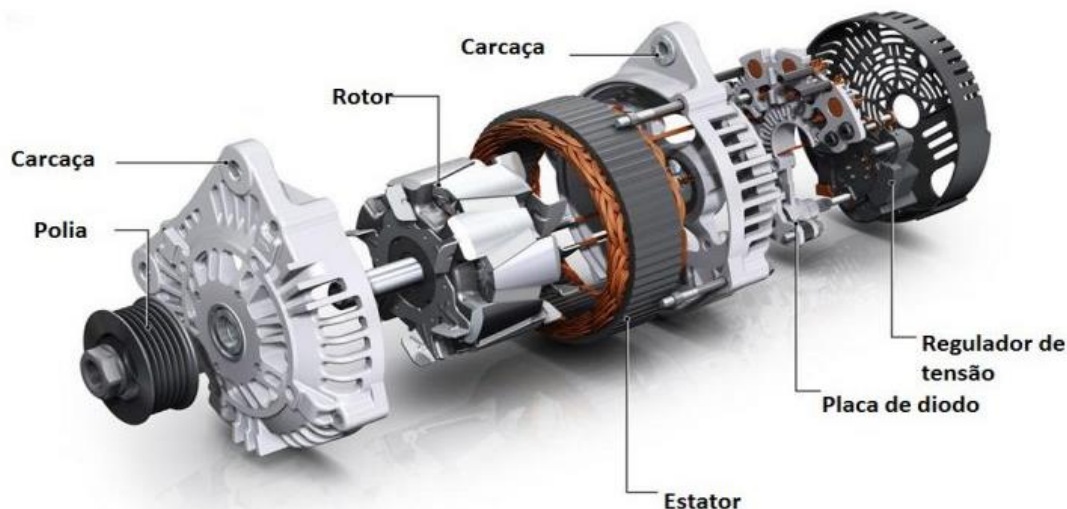
Para carregar uma bateria, é necessário fornecimento de energia elétrica que, por sua vez, reverte a reação química que ocorre durante a descarga, e, assim, carrega a bateria como mostra o gráfico 2. Para isto, os automóveis possuem um dispositivo chamado alternador, um dispositivo eletromecânico, que, basicamente, transforma a energia cinética do giro do motor, em energia elétrica para ser utilizada para alimentar os sistemas elétricos do veículo.

Gráfico 2 – Curva de carga



Fonte: Researchgate, Carlos Osorio, Curva de carga bateria estacionária. Jan,2016.

Figura 8 – Alternador



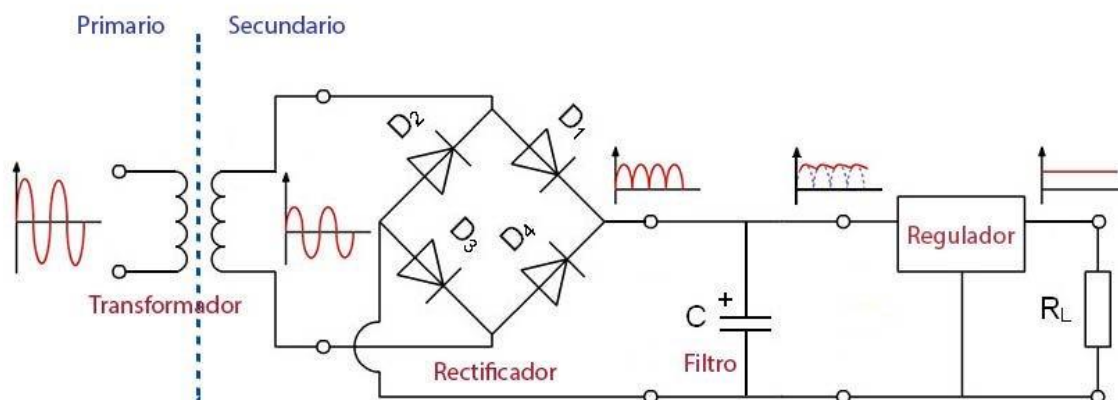
Fonte: Dijo Auto Peças, Dicas Alternador, Alternador, vista explodida. maio,2022

O alternador automotivo, mostrado na figura 8, tem como função o carregamento da bateria e de alimentar outros dispositivos e acessórios elétricos do automóvel, assim como o sistema de ignição eletrônica quando o sistema estiver em pleno funcionamento. O sistema do gerador trabalha movido a uma correia e necessita de uma rotação que varia de modelo para modelo, assim gerando energia elétrica (MOURA, 2019).

É constituído por rotor, polia do rotor, estator, ponte retificadora de diodos e regulador de tensão mostrada na figura 9. A polia do rotor, é conectada diretamente a polia da árvore de manivelas do motor por uma correia, é responsável por receber o movimento do motor e passar a girar o rotor. No rotor, há um enrolamento de fios de cobre, ou seja, uma bobina e é envolto por outra bobina, o estator, quando o rotor gira, é gerada uma energia eletromagnética e o estator é o responsável por receber esta energia e enviá-la a ponte retificadora de diodos, pois esta energia é alternada, respeitando uma senoide com semi-ciclos positivos e negativos. Na ponte de diodos, esta senoide é retificada, ou seja, passa a ter somente o semi-ciclo positivo. Após a ponte retificadora, existe um regulador de tensão, pois todo o sistema elétrico dos veículos tem de ser alimentado por até 12V, enquanto que, pelo fato de o alternador

estar ligado ao motor, quando este atinge rotações mais altas, maior é a energia produzida pelo alternador, superando os 12V.

Figura 9 – Exemplo ponte retificadora



Fonte: LGN, Diagrama elétrico ponte retificadora. Retificador de onda completa em ponte. Maio, 2022

O dínamo é baseado no mesmo princípio de funcionamento do alternador, porém, o principal motivo para ser substituído, foi o fato de gerar energia após uma certa rotação do motor, o que causava descargas das baterias se o veículo permanecesse muito tempo parado em marcha lenta e com consumidores elétricos ligados como, limpadores de para-brisa, rádio, luzes de cortesia e iluminação externa (NEWTONBRAGA, 2021).

2.2 Alarme Automotivo

O alarme automotivo é um dispositivo usado em automóveis e em outros veículos com a função de evitar furtos por meio de uma onda sonora que chama atenção ao veículo, sua constituição costuma ser simples como na figura 10.

Figura 10 - Alarme automotivo



Fonte: TARAMPS, Alarme TW20 G2, nov, 2021

A primeira versão de alarme automotivo surgiu em 1913 e foi criada por um prisioneiro desconhecido de Denver, Colorado. Essa versão foi armada manualmente e acionada quando alguém tentou ligar um motor. Uma outra versão usando de base um starter remoto foi publicada em 1916 (VELUPLAST, 2020).

Existem diferentes sistemas de alarmes automotivos com a função de melhorar a experiência de segurança do veículo, assim possuem diferenciações de aplicações dependendo do tipo do automóvel. O sistema pode ser acionado por meio sonoro ou visual. No primeiro caso o automóvel reproduz um som agudo que ocorre quando as portas estão sendo destrancadas de forma errada, já visual ocorre quando por exemplo, o farol do carro está ligado com o carro ainda ligado, assim o alarme é ativado nos dois casos para alertar o dono (VELUPLAST, 2020).

O Acionamento dos alarmes automotivos podem ser feitos de diversas formas, mas dependem muito da quantidade de carga da bateria do carro, pois o alarme está consumindo a energia da mesma para se manter funcionando, assim para não ter maiores problemas é recomendado a manutenção em dia da bateria do veículo (VELUPLAST, 2020).

Com o alarme tipo sonoro, ao detectar alguma ação estranha o veículo liga algumas ondas de som no espaço fechado. O dono então precisa por meio de uma

chave com receptor de rádio para finalizar o acionamento do alarme, o desligando (VELUPLAST, 2020).

2.3 Sensor ACS758

O sensor ACS758, mostrado na figura 11, foi desenvolvido pela Allegro Microsystems com o objetivo de ser uma solução econômica e precisa para detecção de correntes elétricas tanto contínua, quanto alternada com valores de até 50A, por meio da tensão do sistema, sendo ideal para o nosso projeto.

Figura 11 - Sensor ACS758



Fonte: Thermally Enhanced, Fully Integrated, Hall Effect-Based
Linear Current Sensor IC with 100 $\mu\Omega$ Current Conductor, abr, 2021.

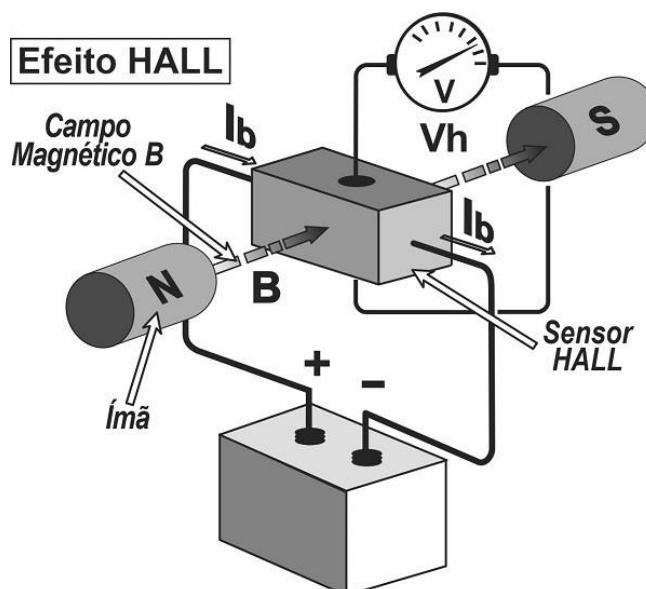
É um sensor que apresenta propriedades interessantes, como seu funcionamento baseado em Efeito Hall, tamanho diminuto e discreto, resposta de saída de apenas 3 μ s (Microsegundos), histerese magnética (tendência dos materiais magnéticos que conservam a magnetização que foi adquirida por eles mediante a aplicação de um campo magnético externo) praticamente nula.

É de fácil operação podendo ser usado tanto para fim didáticos como para fins industriais, porém é necessário um pequeno circuito de auxílio para tirar ruídos e controlar a tensão que passa por ele.

2.3.1 Efeito Hall

O efeito Hall foi descoberto em 1879 por Edwin Herbert Hall, durante seus estudos de doutorado sobre a influência de um campo magnético externo em um fio condutor mostrado na figura 12.

Figura 12 - Efeito Hall



Fonte: Grupo Oficina Brasil, Efeito Hall.

Ele buscava entender se a força provida deste campo atuaria sobre os portadores de corrente elétrica ou em todo o comprimento do fio. Hall acreditava que esta força atuaria sobre os portadores de carga e não no fio por inteiro, fazendo com que a corrente elétrica fosse deslocada para uma determinada região do fio, e deste modo, a resistência do fio iria ser elevada. (SOFISICA, 2023)

Mesmo não observando tal aumento de resistência, Hall sabia que de alguma forma, a corrente elétrica era modificada sem que a resistência se alterasse. Ele

propôs que devido ao acúmulo de portadores, um estado de estresse surgiria em uma determinada área do condutor, o que produziria uma diferença no potencial lateral, que mais tarde foi chamada de tensão Hall.

A corrente elétrica é formada pelo fluxo de portadores de carga (elétrons, íons) ao longo de uma trajetória linear até que colidam com átomos da rede. No experimento, Hall considerou um fio de metal que conduz corrente ao longo do eixo x (com uma densidade de corrente sob a ação de um campo magnético externo B aplicado ao longo do eixo z) (SOFISICA, 2023).

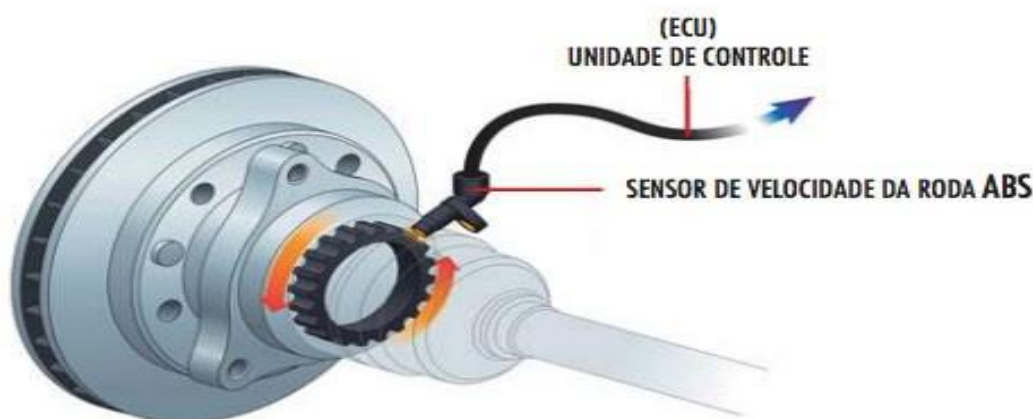
A existência deste campo faz com que os portadores de carga sejam submetidos à força magnética, resultando em uma deflexão da trajetória do portador na direção y . Essa mudança de trajetória produz um gradiente de carga, então o campo elétrico aparece na direção y , que é chamado um campo Hall. Devido as dimensões finitas do condutor, haverá um acúmulo de cargas nas extremidades ao longo da direção y , produzindo uma DDP (diferença de potencial) chamada potencial Hall, V_H . Para metais simples (ou seja, com um único portador de carga), o potencial Hall pode ser escrito como: (SOFISICA, 2023)

$$V_H = \frac{-IB}{nqd}$$

Onde n está representado a densidade de portadores e d a espessura do fio.

Sensores de Efeito Hall são amplamente utilizados atualmente em diversas áreas da indústria, desde medidores de rotação, como o sinal da roda fônica de um veículo para ler a rotação do seu motor, para medir a velocidade das rodas, o sensor do ABS como mostra a figura 13, até sensores de corrente (SOFISICA, 2023).

Figura 13 - Sensor ABS



Fonte: MTE THOMSON, Sensor ABS, mai, 2021.

Estes sensores têm como vantagens, o fato de serem imunes à poeira, sujeira e água desde que embalados propriamente. Porém, a tensão medida por eles, é, geralmente, na ordem de milivolts, sendo necessária a ampliação do sinal usando um circuito baseado em transistores. Além disso, os campos magnéticos de outros fios que podem estar ao redor do sensor, têm potencial de diminuir ou aumentar o campo que o sensor deseja detectar, deixando os resultados imprecisos. (SOFISICA, 2023).

2.4 PIC18F4550

O microcontrolador da Microchip PIC 18F4550, mostrado na figura 14, é um dispositivo programável no qual, é possível utilizá-lo em muitas aplicações. Para programá-lo, utilizamos o *MPLAB X Integrated Drive Eletronics* (IDE) disponibilizado pela própria Microchip, *IDE* esta onde programamos o PIC em Linguagem C.

O *Programmable Interface Controller* (PIC) 18F4550 tem propriedades muito interessantes como baixo consumo de energia elétrica, se, por exemplo, ele estiver em *Sleep Mode*, ou seja, ele está desligado e não manda corrente de sinal para os periféricos do projeto em que está inserido funcionarem, mantém um consumo de corrente de aproximadamente 0,1μA.

Figura 14 - PIC18F4550



Fonte: Microchip, PIC18F4550, nov, 2021.

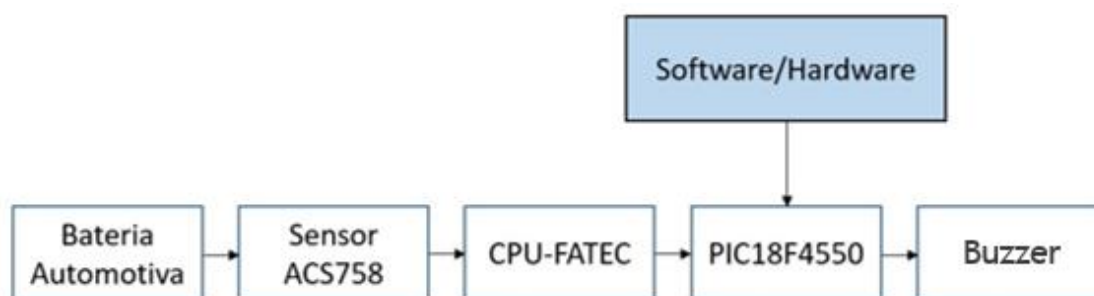
Oferece um módulo *Universal Serial Bus* (USB) interno com seu próprio regulador de tensão, onde este módulo pode ser usado para transferir dados para um computador por exemplo.

Como em nosso projeto utilizaremos o PIC para controlar o funcionamento de um sensor de efeito Hall, este se configura com um periférico do microcontrolador, então utilizaremos uma de suas entradas analógicas, para fazer a leitura do sinal do sensor e após isso, mostrar no *Liquid Crystal Display* (LCD) os valores obtidos.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado todo o conteúdo sobre o desenvolvimento relacionado ao sistema de monitoramento de baterias, passando pelo funcionamento do sensor ACS758 (**ALLEGRO MICROSYSTEMS, 2011**), e chegando no desenvolvimento do software escrito em Linguagem C para ser utilizado na CPU-FATEC. A bateria utilizada foi a bateria de 60Ah da marca Kondor porém pode ser usadas baterias de outras marcas contando que a especificação seja a mesma, na figura 15 é possível visualizar o diagrama de blocos do sistema.

Figura 15 - Diagrama de blocos montagem do sistema



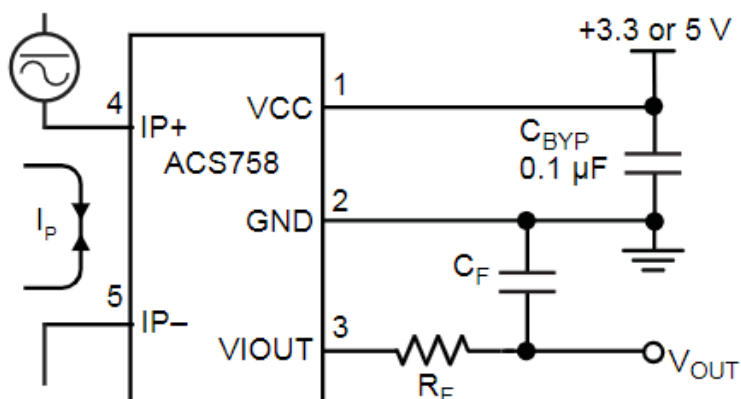
Fonte: Imagem do autor, 2023

Também há dados em relação aos testes feitos antes, durante e após a conclusão do projeto do sistema de segurança de bateria automotiva, mostrando o que foi feito em cada etapa de forma clara e objetiva.

3.1 Definição Inicial Circuito

No desenvolvimento do circuito base para o projeto, foi usado o mesmo que vem originalmente com o sensor ACS758, esse circuito mostrado na imagem 16, ligado à CPU-FATEC.

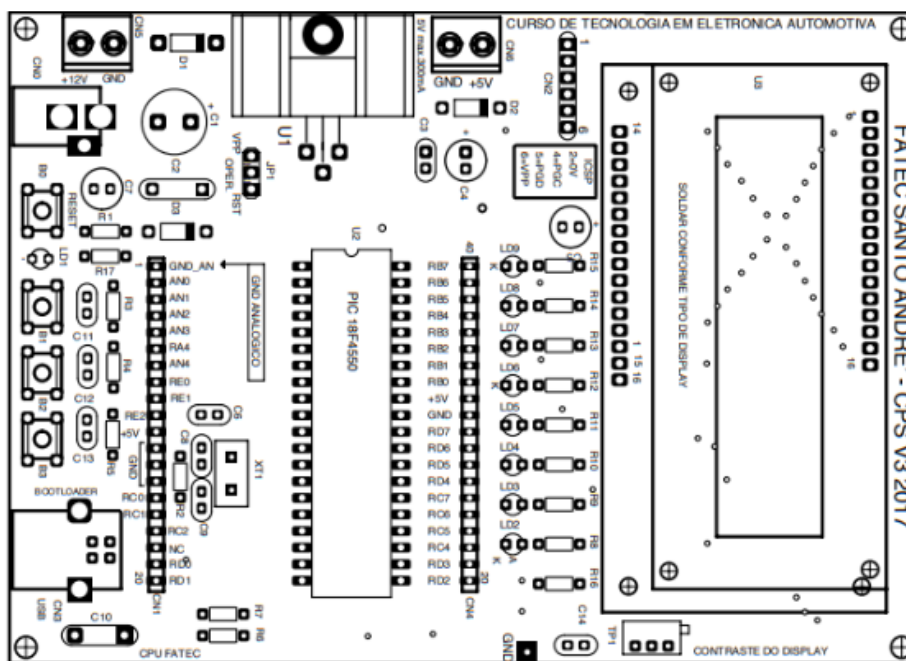
Figura 16 - Esquema circuito ACS758



Fonte: Thermally Enhanced, Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 100 $\mu\Omega$ Current Conductor, pag 1, 2008-2013.

A CPU-FATEC é uma placa de controle do PIC, com receptores e entradas analógicas além de todos os acessórios necessários para o funcionamento do circuito, além do conjunto de resistores que impede que o microprocessador seja queimado, mostrada na figura 17.

Figura 17 - Placa CPU-FATEC



Fonte: FATEC Santo André, 2010-2023.

Durante o processo de testes, certas suspeitas foram levantadas como principalmente a questão de o que fazer para o sistema não cair quando a bateria for furtada, assim desligando o dispositivo. Também a questão dos ruídos do equipamento, onde suspeitei que atrapalharia para a obtenção de dados e um bom funcionamento do sistema.

3.2 Montagem do Circuito do Sensor

O sensor ACS758 já vem do fabricante com um circuito base, o mesmo é aproveitado para o funcionamento do sistema. A escolha foi devido a corrente máxima que ele pode suportar para realizar a leitura de corrente que está dentro da faixa de operação da bateria dos veículos onde o projeto é aplicado. Os dois pontos de instalação são mostrados na figura 18.

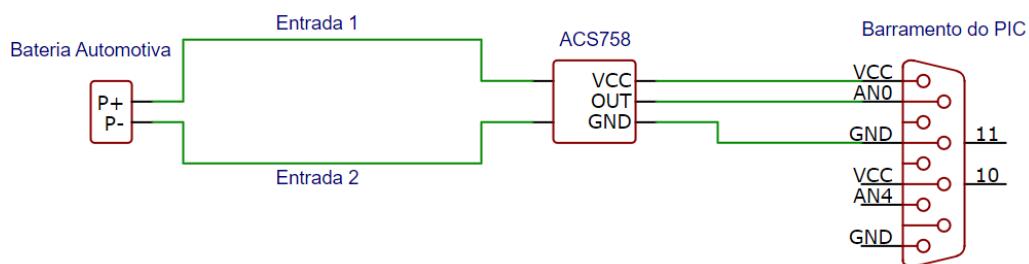
Figura 18 – Ponto de instalação sensor ACS758



Fonte: Imagem do autor, 2023

Sua montagem foi conectar primeiramente a placa base do sensor com a CPU-FATEC por meio de cabos de conexão que transferem o valor lido pelo sensor diretamente ao receptor da ECU que repassa esses dados ao PIC, como mostrado na figura 19.

Figura 19 – Diagrama elétrico do circuito sensor de corrente



Fonte: Imagem do autor, 2023.

Com o circuito ajustado resta entender como ele será montado para começar a fazer as primeiras leituras. Inicialmente o ideal foi montar o circuito de uma forma de fácil manejo, podendo ser desmontado e montado sempre que necessário.

A posição inicial então foi logo acima da bateria, assim tendo uma medição direta da carga, um bom ponto de trabalho com o equipamento, uma boa visualização e pontos de ação.

3.3 Testes de Funcionamento

Nesta etapa o foco foi verificar o comportamento do pré-dispositivo, mostrado na figura 20 com base no sistema completo mostrado na figura 21, principalmente do sensor, onde era necessário saber se tudo estava funcionando perfeitamente no circuito inicial, desde o sensor ACS758 até o microcontrolador.

A leitura do sensor estava chegando ao sistema da CPU-FATEC, onde por meio de um pré-software o microcontrolador recebeu os valores de tensão coletados pelo sensor.

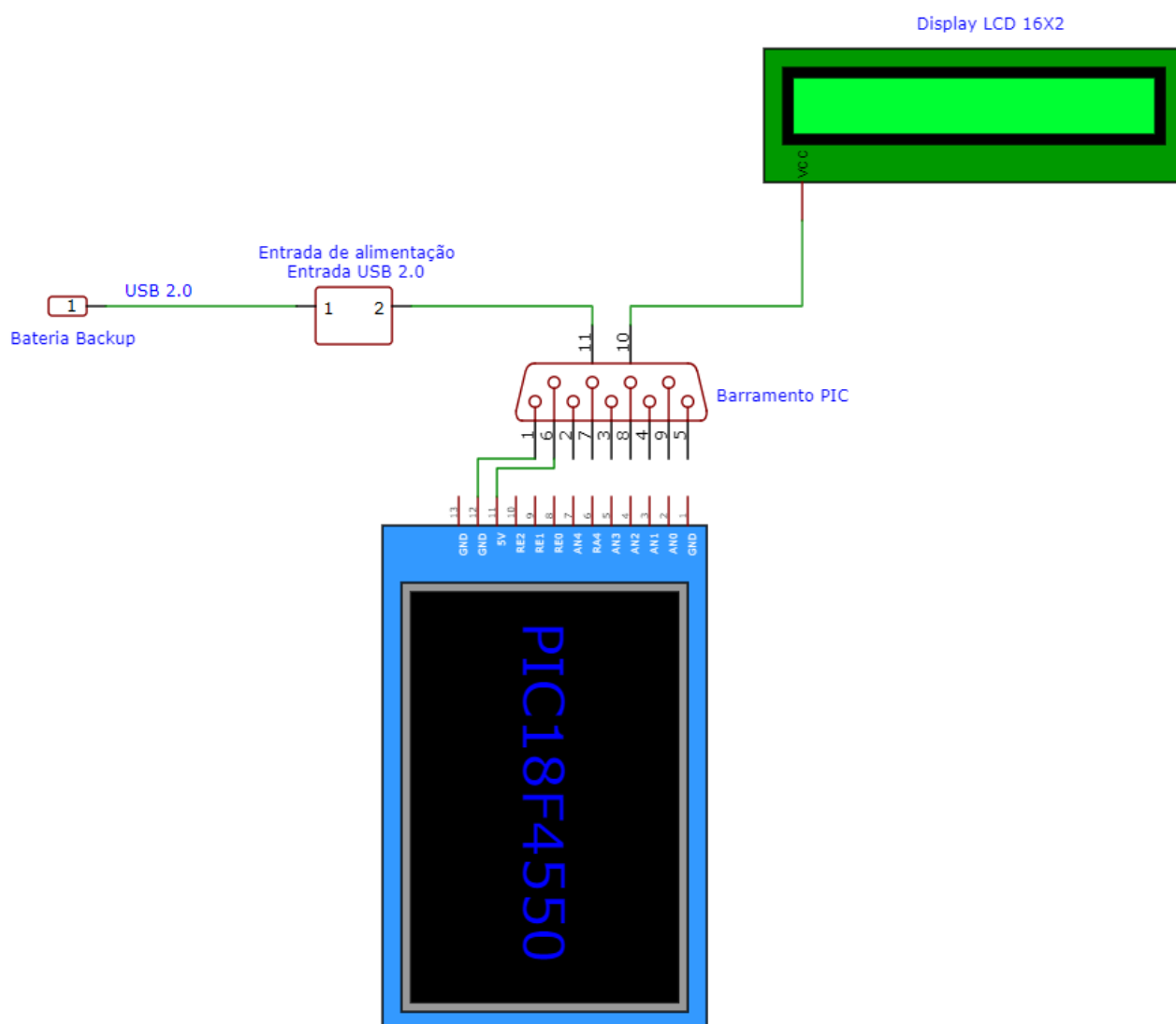
3.3.1 Testes práticos de furto

Com os testes anteriores tendo seguido o resultado esperado, após os testes de ruído, foram iniciados os testes de validação de detecção de remoção da bateria do veículo.

Assim foi notado que o sistema que estava sendo alimentado pela bateria do automóvel desligou pela falta da alimentação, ficando totalmente inoperante, o que inclui o alarme do veículo que inicialmente seria usado no sistema.

Por conta disso foi definido uma bateria backup para ser uma forma de alimentação independente do sistema, onde a mesma bateria consegue ser carregada enquanto o sistema está desligado, no caso com o carro em movimento, mostrada na figura 22. A conexão foi feita através da entrada USB 2.0B com o borne 5V que alimenta o restante do sistema, é necessário que os componentes estejam em perfeito funcionamento, para que assim ocorra uma alimentação ao PIC de forma ideal.

Figura 22 - Diagrama bateria backup instalada na CPU-FATEC



Fonte: Imagem do autor, 2023

Ela foi instalada na própria CPU-FATEC por um cabo de alimentação USB 2.0 B e outro conectado na alimentação da bateria diretamente na entrada USB do console central, assim, quando o carro está desligado a bateria backup é usada e quando o carro liga, o sistema é desarmado e a bateria é recarregada. A corrente do sistema é de 0,84 mA, como mostra a figura 23.

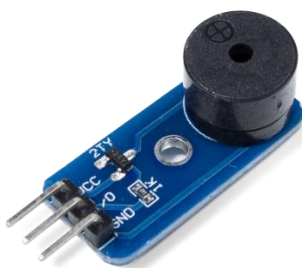
Figura 23 - Medição corrente do sistema



Fonte: Imagem do autor, 2023

Também foi instalado o *buzzer* no circuito, o alarme sonoro do sistema, responsável por emitir um som de aviso para caso a bateria esteja sendo furtada, mostrado na figura 24. O *buzzer* é de 5V e já vem com um módulo base onde possui um oscilador, sua instalação consiste em apenas fazer sua instalação em uma alimentação 5V e em seguida fazer o aterramento e conectar a CPU-FATEC por meio da placa *protoboard*. A sua tensão de operação é entre 3,3V e 5V, e não existe para esse tipo de *buzzer* uma frequência correta para o seu funcionamento, a única diferença é altura do som emitido pelo aparelho. (ROBOCORE, 2023).

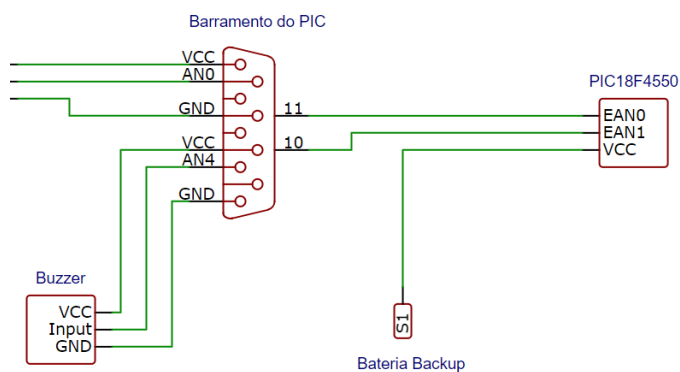
Figura 24 - Módulo *Buzzer* 5V Ativo



Fonte: Robocore, jan, 2023

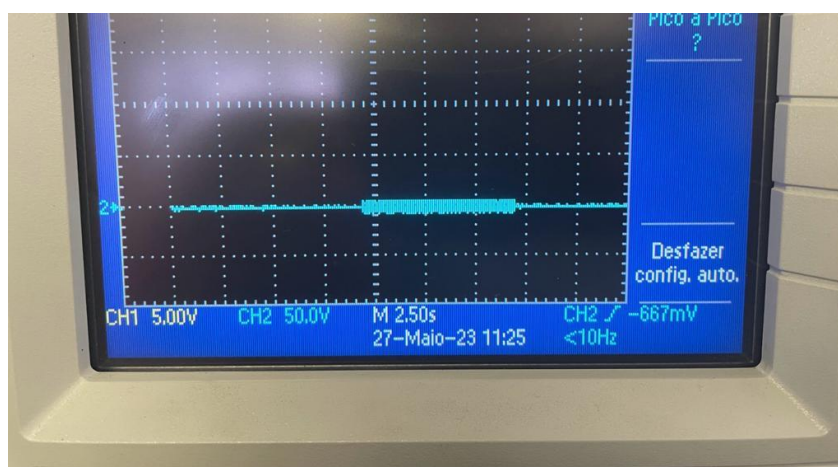
O sistema do *buzzer* foi instalado acima da CPU-FATEC inicialmente, porém após uma análise onde a manutenção do sistema, caso necessário, seria dificultada com o alarme naquela posição. Assim o dispositivo foi deslocado para logo atrás do console central, ponto livre de possíveis acidentes e de isolação contra vazamentos e chuva, ligações são mostradas na figura 25.

Figura 25 - Diagrama elétrico conexão buzzer com a ECU-FATEC



Fonte: Imagem do autor, 2023

O *buzzer* foi acionado com uma tensão de 5V e um tempo de ativação de 5 segundos, mostrado na figura 26.

Figura 26 - Ativação do *Buzzer*

Fonte: Imagem do autor, 2023

3.3.2 Validação final do sistema

Com o sistema antifurto da bateria em funcionamento, é feito mais uma rodada de testes coletando valores de corrente em sequência e verificando no sistema se todos estão sendo recebidos e armazenados, após isso testar o sistema em máximo funcionamento, ou seja, coletando o máximo de valores dentro de um minuto, e do sensor até o alarme, precisam estar funcionando totalmente, do contrário não é possível prosseguir de maneira confiável o projeto. Assim a CPU foi instalada no porta-luvas do veículo, como mostra a figura 27, local de fácil acesso do motorista e também escondido visualmente de possíveis danos.

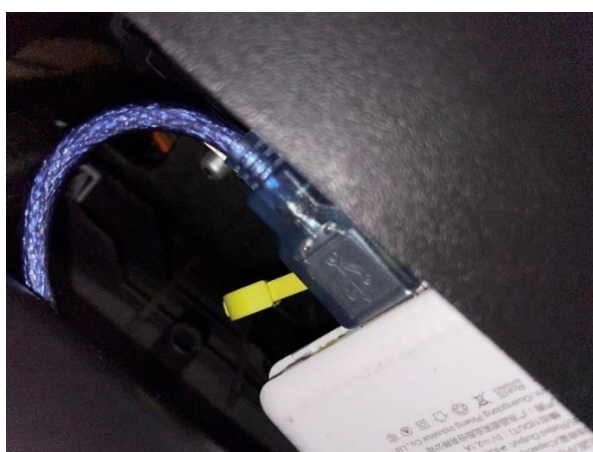
Figura 27 - Sistema de segurança de bateria automotiva instalado no porta-luvas



Fonte: Imagem do autor, 2023

Foi instalado atrás do console central a bateria backup, mostrada na figura 28, fornecendo carga para o sistema do sensor a necessidade de ligar o veículo.

Figura 28 - Bateria Backup instalada no veículo

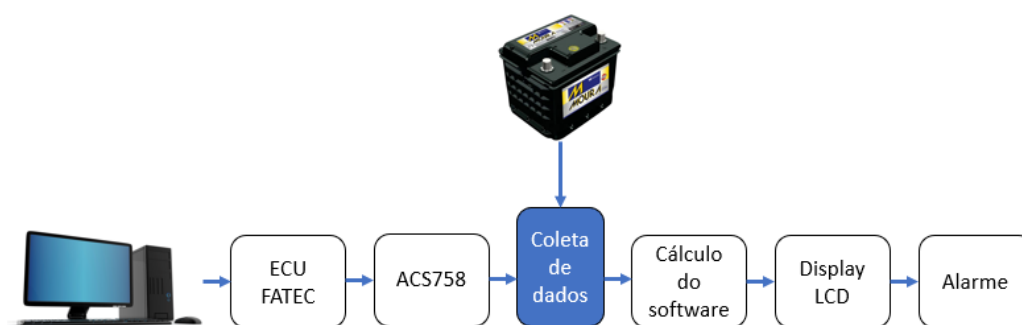


Fonte: Imagem do autor, 2023

3.4 Definição Inicial Programação

Na figura 29 é apresentado um diagrama onde é ilustrado todo processo em etapas do software do sistema de segurança do sistema de monitoramento de baterias automotivas para veículos leves.

Figura 29 – Etapas para funcionamento do sistema

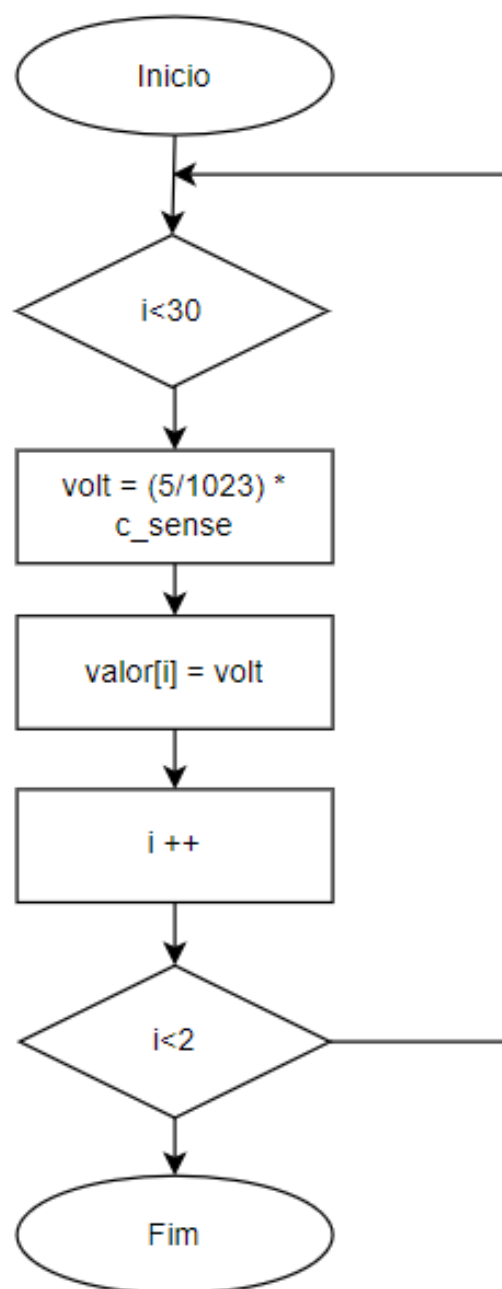


Fonte: Imagem do autor, 2023

A primeira etapa do processo é construir o software inicial, que no caso foi feito um pequeno circuito com um *input*, que faz uma média do valor recebido, e caso o valor fosse menor que o valor aleatório determinado pelo projetista, valor qual foi obtido através de testes de carga e descarga, esse mesmo programa iria falhar ou caso fosse maior que este valor, daria prosseguimento a um novo ciclo desse processo.

No caso do novo ciclo, este irá ter de referência a corrente da bateria referente à corrente do período correspondente que ela foi desligada, assim evitando falsas ativações do sistema, mostrado na figura 30.

Figura 30 - Fluxograma Inicial



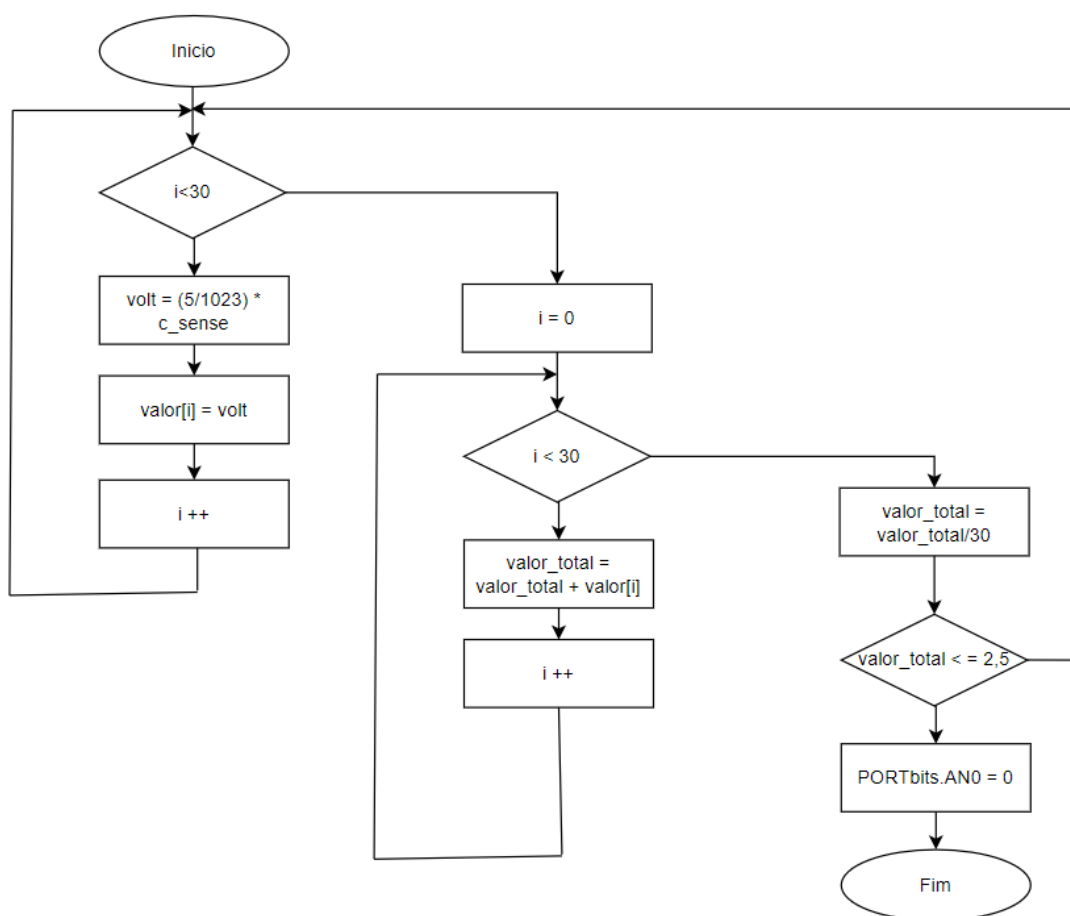
Fonte: Imagem do autor, 2023

3.5 Desenvolvimento do software

A segunda etapa do processo é montar o mesmo programa mostrado na figura 31 em linguagem C acrescentando dessa vez um retorno (*while*) para que, uma quantidade *x* de valores recebidos por meio de uma porta analógica sejam acumulados e utilizados em uma média final de valores de corrente lidos, assim determinando o acionamento ou não do *buzzer* utilizado na ECU.

Após à análise dos dados recebidos o programa é passado por uma validação parcial do sistema para leitura e armazenamento de dados de descarga da bateria, dados esses que serão usados no programa final do sistema.

Figura 31 – Fluxograma média corrente



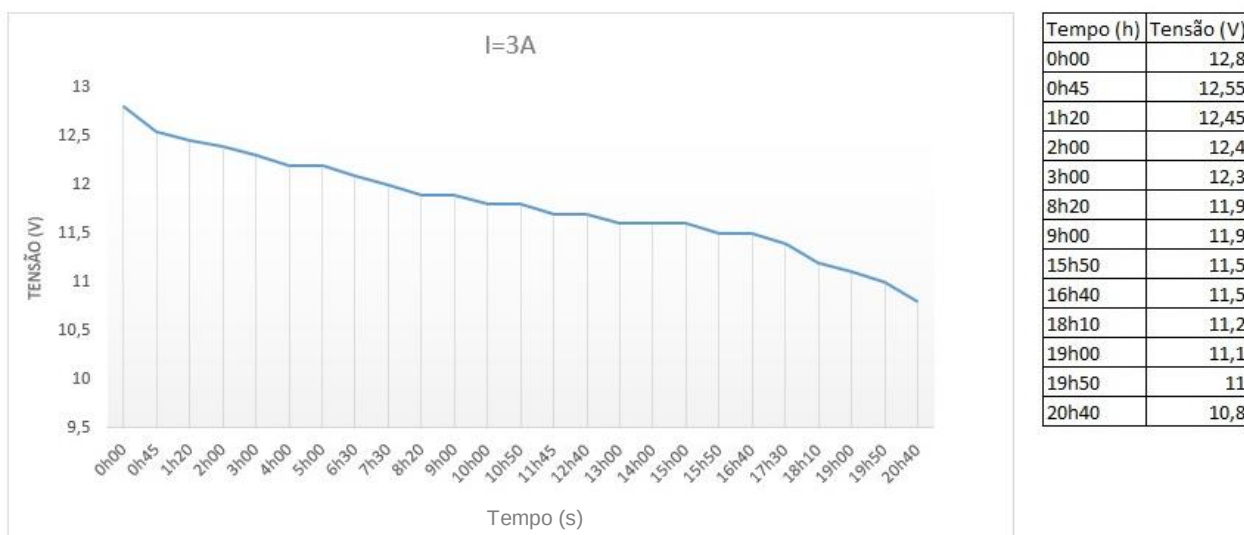
Nessa etapa o software vai tomando forma, pois já é possível visualizar o funcionamento do programa, resta entender como será feita a leitura da corrente do sistema.

3.5.1 Medição

Nesse processo o principal é entender o procedimento, como age a curva de descarga do sistema, o período entre as medições e a quantidade de cada ciclo de medições.

No caso a decisão foi de medir a curva de carga da bateria para entender qual seria o período mais adequado entre as medições, mostrado no gráfico 3. Algo que também foi levado em conta foi o tempo médio para desmontar uma bateria que foi conseguido através de um teste cronometrado para a mesma ser desmontada, assim quando o polo positivo for desconectado o alarme será ativado.

Gráfico 3 – Curva de descarga bateria automotiva



Fonte: Gráfico do autor, 2023

A curva de descarga forneceu os parâmetros para comparação da corrente da bateria, onde a corrente medida será comparada com a corrente da curva de descarga da bateria.

Com os fatores que encontrei foi definido que cada medição seria feita a cada um minuto pois assim o sistema estaria dentro também do tempo de retirada da bateria, e como o tempo por medição também é maior que o tempo do ciclo do software não há o problema de comparações indevidas.

Assim foi obtido à conclusão de uma quantidade superior a 20 medições por minuto onde a média dessas medições será comparada com os dados coletados pela curva de descarga da bateria por meio de um timer que levará em conta o tempo de início do programa com uma tensão total entre 12,3V (Volts) e 12,8V (MOURA, 2023). Por base dessa tensão e a corrente calculada dela conseguimos determinar se a bateria foi ou não furtada. O número de no mínimo 20 medições foi por conta de uma maior precisão para o definir o caminho do software a ser seguido, com chance mínima de um alarme falso.

3.6 Definição do Cálculo de Tensão de Operação e Corrente

O cálculo de tensão é um cálculo de um voltímetro convencional, utilizando a leitura analógica e como temos 10 *Binary digit (bits)* de resolução do conversor *Analog to Digital (AD)*, o número é de 1023 com uma alimentação de 5V.

$$volt = \left(\frac{5}{1023} \right) * C_SENSE$$

Após isso é necessário adicionar 0,007V que é um pequeno *offset* que é dado pois a leitura quando não temos corrente circulando e existe uma conexão de saída do sensor com o microcontrolador, temos essa queda de 7 milivolts (mV) na tensão. Como é uma resolução de mV é necessária essa preocupação.

$$volt\ normalizado = volt + 0,007$$

Com os valores obtidos o cálculo de corrente é possível de ser feito. Com o valor de volt normalizado dividido por 40mV, pois esse sensor tem uma variação de 40mV / A. Sabemos disso consultando o *datasheet* do sensor.

$$c_{value} = \frac{volt}{0,04}$$

3.7 Calibração dos Valores de Corrente Obtidos

O sensor de corrente ACS758 é preciso em suas medições, porém para uma medição sem espaços para falhas, foi definido por mim uma quantidade de 30 medições da corrente da bateria e com a média dessas 30 medições determinando se o alarme do veículo será ou não acionado.

O valor de 30 medições foi resultado de testes feitos com 20, 30 e 40 medições no espaço de tempo de um minuto. Nesse teste o resultado que teve mais equilíbrio entre

Com essa maior precisão é possível ter um sistema de segurança mais robusto, e com os dados obtidos nas medições, foi possível inserir uma tolerância de 2 miliamperes (mA) no sistema de alarme, isto por conta da variação da tensão da bateria. Assim nessa tolerância estabelecida, a corrente não é alterada de uma forma que seria ativado o alarme.

3.8 Estrutura Software

O software está executando as seguintes tarefas:

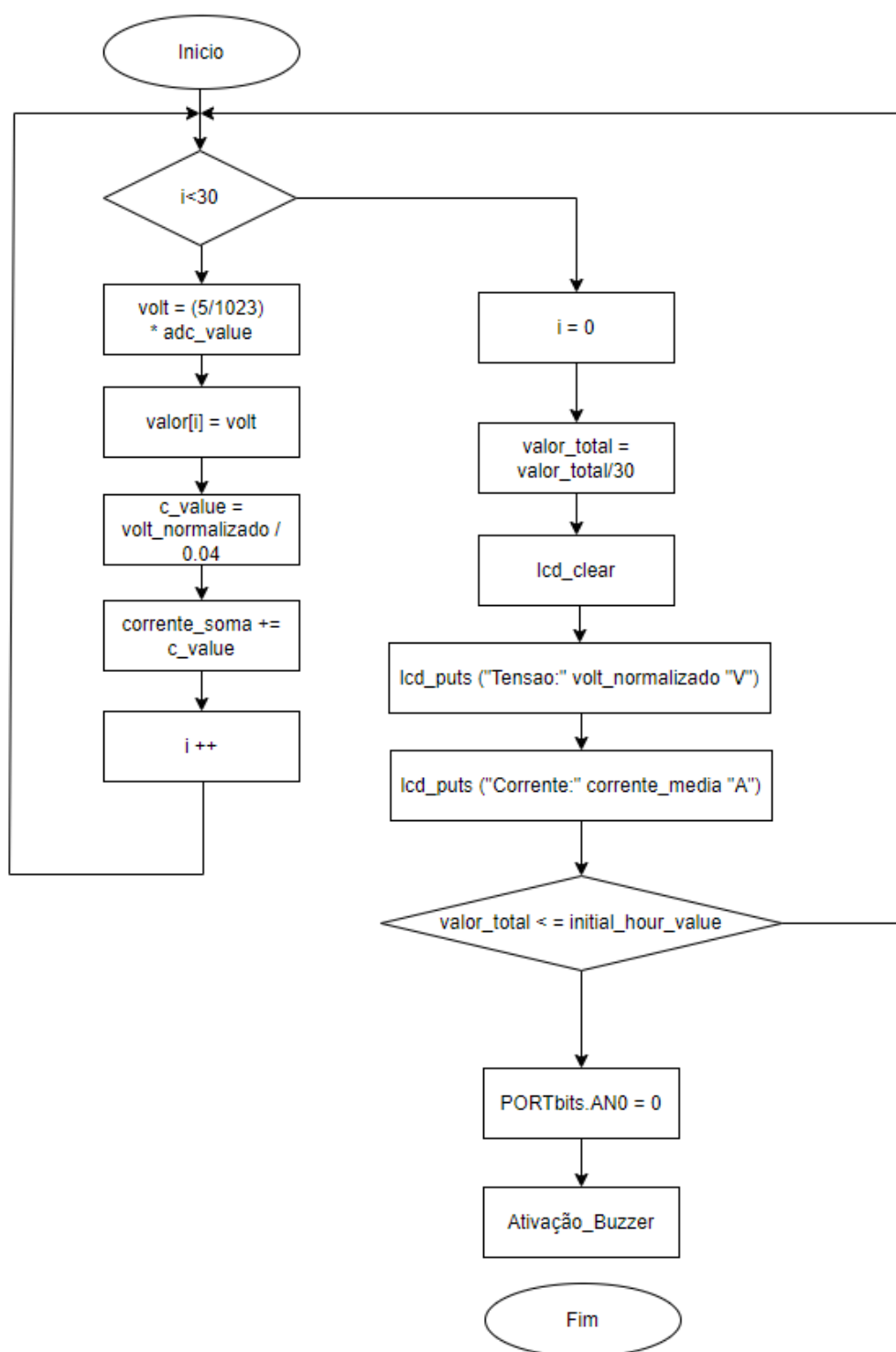
- Leitura da entrada analógica utilizada pelo sensor;
- A conversão dos dados obtidos pelo Analog to Digital Converter (ADC) em: tensão da bateria, e corrente da bateria;
- As entradas RA0/AN0 e RA1/AN1 como entradas do ACS758;
- A saída RA4/AN4 como a entrada do Buzzer;
- Ativação buzzer/led quando o programa identificar uma corrente abaixo da determinada;
- Dados obtidos mostrados no display 16x2.

Cada passo da figura 32 é feito sem pausas, ou seja, o programa está constantemente funcionando em um ciclo que só é interrompido caso a leitura do ACS758 seja menor do que o estabelecido.

O funcionamento do circuito é recomendado apenas caso o veículo seja desligado, assim economizando carga da bateria backup em um período de tempo que não faria muita lógica utilizar o dispositivo.

Caso o proprietário necessite de trocar a bateria, basta usar o interruptor disponibilizado na placa, assim o alarme não será disparado quando for feita a troca. Este também serve para desabilitar dispositivo quando o veículo estiver em funcionamento.

Figura 32 - Fluxograma Software Final



Fonte: Imagem do autor, 2023

4. RESULTADO

O projeto foi dividido em cinco etapas, descritas a seguir:

A primeira etapa consistiu na validação da ideia em si, em como o sistema iria funcionar e quais parâmetros seriam utilizados no mesmo. Após isso aplicar todo o conhecimento de pesquisa que obtivemos no projeto para a construção do *software* e na conversão do *hardware* disponibilizado pela fabricante do sensor ACS 758 50B de Arduino para linguagem C.

4.1 Testes com o sistema em funcionamento

Como a ideia do sistema é ele estar desativado durante o período que o automóvel estiver em funcionamento, então apenas será testado o protótipo final com essas condições, para evitar possíveis danos aos equipamentos.

Os testes serão iniciados com à análise do sistema, verificando a corrente da bateria em relação ao tempo e ao que está no software, mostrado o funcionamento na figura 33 e na figura 34. O período de coleta dos dados vai ser de 12h, iniciando assim que o veículo for desligado.

Figura 33 – Display do sistema em funcionamento



Fonte: Imagem do autor, 2023

Figura 34 – Circuito do sistema em funcionamento

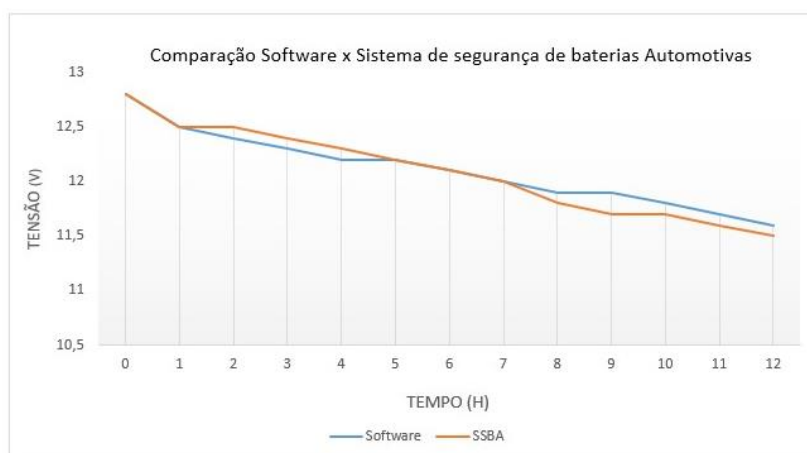


Fonte: Imagem do autor, 2023

No gráfico 4 temos o valor lido pelo sistema após uma hora do veículo desligado, com o sistema de segurança em pleno funcionamento, e na imagem 35 e a medição do sensor de corrente da bateria com um osciloscópio. Comparando com os dados coletados durante o processo de medições iniciais, é possível ver que temos resultados similares mesmo com condições de temperatura e tempo de uso do veículo antes do teste.

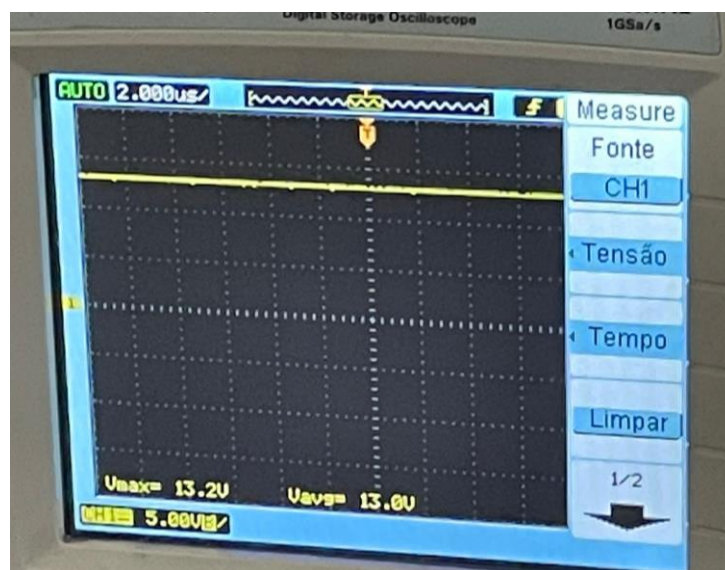
Gráfico 4 – Comparativo de dados de medição de tensão

Tempo(h)	Tensão lida (V)	
	Software	SSBA
0	12,8	12,8
1	12,5	12,5
2	12,4	12,5
3	12,3	12,4
4	12,2	12,3
5	12,2	12,2
6	12,1	12,1
7	12	12
8	11,9	11,8
9	11,9	11,7
10	11,8	11,7
11	11,7	11,6
12	11,6	11,5



Fonte: Gráfico do autor, 2023

Figura 35 – Medição do sensor da bateria com o osciloscópio



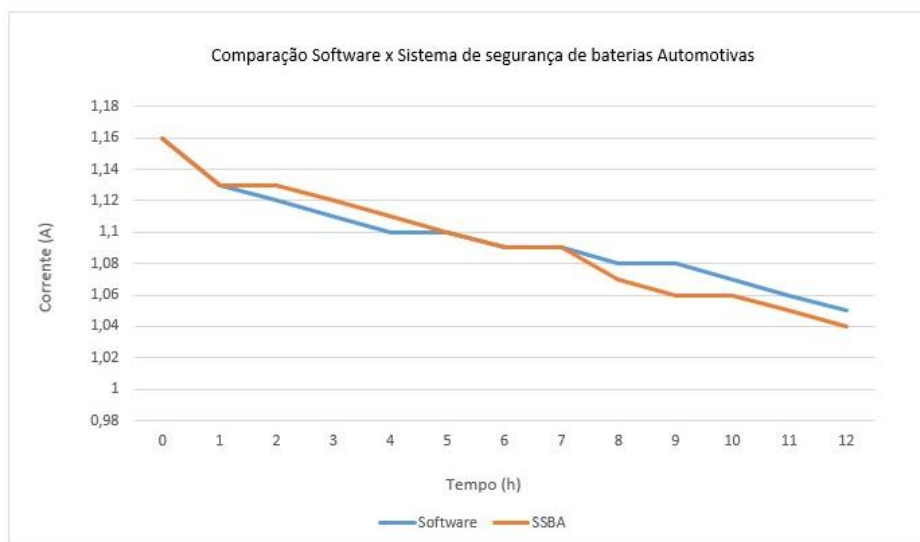
Fonte: Imagem do autor, 2023

Por conta da tolerância do sistema, o alarme não foi acionado, assim o sistema mostra que ele possui uma margem segura de trabalho onde ele não é acionado por acidente.

No gráfico 5 é possível visualizar a linha da corrente do sistema de segurança se mantendo parecida à corrente calculada do software, se mantendo quase que constante ao que foi definido pelo software.

Gráfico 5 – Comparativo de dados de medição de corrente

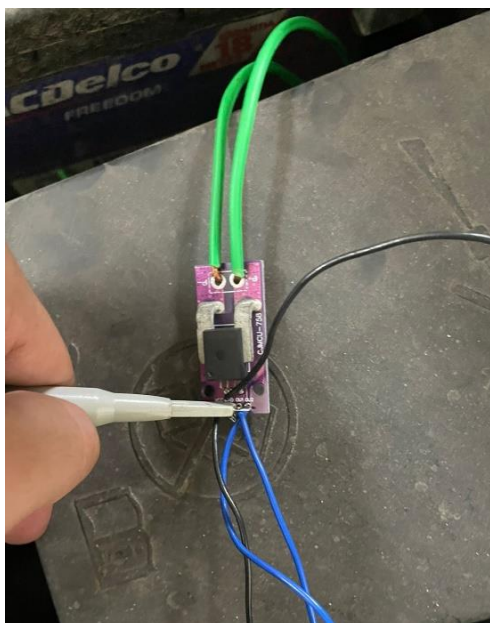
Tempo(h)	Corrente lida (A)	
	Software	SSBA
0	1,16	1,16
1	1,13	1,13
2	1,12	1,13
3	1,11	1,12
4	1,1	1,11
5	1,1	1,1
6	1,09	1,09
7	1,09	1,09
8	1,08	1,07
9	1,08	1,06
10	1,07	1,06
11	1,06	1,05
12	1,05	1,04



Fonte: Gráfico do autor, 2023

Na figura 36 temos a medição do sensor que foi feita a partir de um osciloscópio, conectado a saída do ACS758.

Figura 36 – Medição do sensor



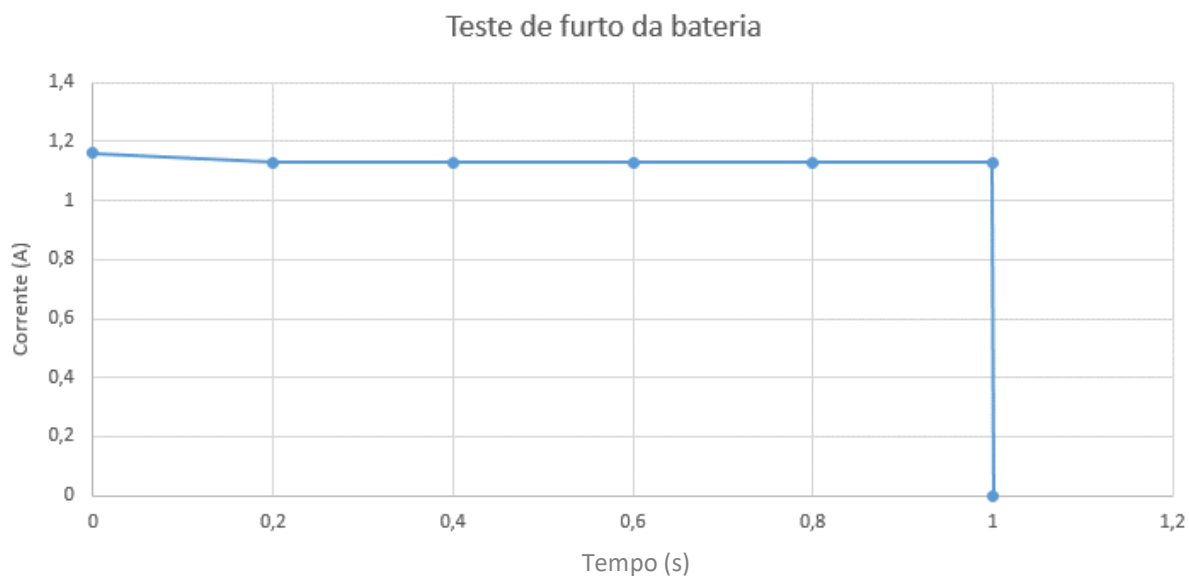
Fonte: Imagem do autor, 2023

4.2 Funcionamento do sistema

Quando retirarmos o um dos cabos da bateria o sistema precisa ser ativado e o alerta sonoro ser ativado para que seja verificado o pleno funcionamento do sistema. Assim com a próxima bateria de testes será para validar seu funcionamento pleno, sem nenhum tipo de assistência e interferência se não a retirada do cabo do polo negativo.

Como mostra o gráfico 6 e na imagem 37, uma queda brusca da corrente ocorreu assim que foi feita a retirada primeiro cabo da bateria, assim o sistema foi acionado quase imediatamente por conta do intervalo de medições que é bem curto. Logo caso a queda de tensão tenha caído no meio das 30 medições, a média final foi baixa a ponto de derrubar a corrente junto, assim acionando o alarme

Gráfico 6 – Teste simulação de furto



Fonte: Gráfico do autor, 2023

O tempo de acionamento está dentro daquilo previsto pelo fabricante junto ao que demora para retirar a bateria, assim sem ter o risco de um acionamento atrasado, no caso, depois da bateria ter sido totalmente retirada.

Imagem 37 – Acionamento alarme Automotivo



Fonte: Imagem do autor, 2023

Com o alarme sendo acionado 5 segundos após o sistema de segurança detectar a queda de corrente, foi constado também a eficácia do sistema no quesito tempo de reação, tendo por fim um funcionamento perfeito.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um sistema antifurto para bateria automotiva para veículos leves em um sistema que use um independente do alarme do veículo foi o trabalhado.

Os estudos sobre as baterias também foi um fator que me agregou bastante conhecimento, desde a construção do protótipo até os estados de cargas e descargas das baterias automotivas.

A construção do hardware e do software foi um tópico muito complicado, pois aconteceram muitas variáveis, como o tipo de linguagem a ser utilizada, discutindo se compensaria mais nos mantermos em C ou irmos para Arduino.

As variações dos valores lidos do ACS 758 trouxeram algumas imperfeições durante as medições, devido o sensor possuir um pequeno *offset* (7mV), e como solução adotamos a correção desse através de uma equação. Problema qual, nos trouxe conhecimento sobre algumas limitações do sensor.

Utilizar uma linguagem diferente do que estávamos habituados, no caso C, não estava funcionando, assim decidimos passar a usar C em todo software e hardware para evitar futuros novos problemas que teríamos.

Em relação aos componentes do módulo de medição do sensor não tivemos grandes problemas já que o sensor já vem com seu próprio módulo pronto para uso.

Isso nos levou a aplicar um resistor de shunt (sensor de corrente) em série com cada célula para identificar a corrente que circula, bem como a tensão e resistência interna de cada uma.

Este projeto foi a etapa inicial para o desenvolvimento e implantação de funções mais robustas no sistema de segurança para baterias automotivas. Tive muitos obstáculos no processo, e o primeiro deles foi para decidir a corrente que iríamos usar para identificar um possível furto. Utilizamos como base curvas de carga e descarga

da bateria chumbo-ácido e por ela determinarmos corrente mínima aceita pelo *software*.

A produção do *software* foi de certa forma sem problemas e de fácil configuração, já que por meio de outros programas que fiz durante meu período na faculdade, tive uma boa base para seu desenvolvimento. Já para o *hardware* o fato de ele estar em outra linguagem de programação dificultou muito o desenvolvimento dele por conta de não ter experiência em Arduino. Assim depois de muita pesquisa e muito esforço consegui sua conversão total em C.

Durante a fase de testes observei que por meio de apenas uma medição da corrente os resultados obtidos ainda eram inviáveis pois estavam variando muito de uma medição para outra. Assim resolvi ir aumentando a quantidade de medições de pouco em pouco e tirando uma média das mesmas para usar como o valor de corrente, chegando em uma quantidade de medições de corrente da bateria necessárias para ter um resultado mais preciso.

O processo de medição foi bastante cauteloso, por conta do perigo de queimar o equipamento e ser algo delicado de se mexer muito por conta da segurança. Simulei dois tipos de situações, uma de uma bateria normalmente no veículo sem nenhum tipo de intervenção, uma simulação de furto da bateria. O resultado foi o esperado com exceção do *display* que por conta de um erro no *hardware* que não mostrava o valor de tensão que também era encontrado, porém esse defeito foi concertado logo após os testes.

Para que o sistema fique operacional após o veículo estar desligado, foi instalada uma bateria *backup* que está localizada na própria placa de medição em uma entrada USB.

A partir desses testes e de muito esforço tive êxito em chegar no que havia planejado inicialmente, conseguindo ter um sistema de segurança de baterias automotivas pronto para ser utilizado por qualquer veículo leve que utilize as baterias convencionais.

6. PROPÓSTAS FUTURAS

Futuramente, espero que este protótipo desenvolvido seja aplicado como uma forma de acessório a ser acoplado nos alarmes automotivos, informando ao dono do veículo por meio de um *Short Message Service* (SMS), quando sua bateria automotiva estiver com pouca carga ou caso seja furtada.

Entretanto, mais itens precisam ser incluídos no projeto, como um módulo *Global System for Mobile Communications* (GSM) e um chip de operadora que a função do envio de SMS necessita. Sendo assim, se faz necessário a criação de mensagens rápidas e de fácil entendimento informando ao proprietário um furto ou a necessidade de substituição da bateria.

Adicionar um hardware mais robusto e ao mesmo tempo compacto para que assim não ocupe tanto espaço para ser instalado no veículo é uma coisa importante a ser feita, pois assim o mesmo poderia ser comercializado com facilidade já que sua instalação pode ser feita pelo próprio proprietário.

Incrementar um sistema no software para além do alarme um sistema de monitoramento de bateria, dando a opção do usuário utilizar ou não sistema com o veículo em funcionamento.

Por fim, buscar informações de qualidade e normatização para fazer desse protótipo um projeto de aplicação profissional. Com o intuito de adequar esse produto ao mercado interno e externo como uma alternativa barata de um sistema anti-furto de baterias.

7. REFERÊNCIAS

ALLEGRO, “Sensor ACS758”, Disponível em: <<https://octopart.com/acs758ecb-200u-pff-t-allegro+microsystems-38944694?r=sp>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2023.

ALLEGRO, “Thermally Enhanced, Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 100 $\mu\Omega$ Current Conductor”, Disponível em: <<https://www.allegromicro.com/en/products/sense/current-sensor-ics/fifty-to-two-hundred-amp-integrated-conductor-sensor-ics/acs758>>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2023.

ALLEGRO, “ACS758 - Sensor de Corrente 100A ACS758LCB-100B”, Disponível em: <<https://www.easytronics.com.br/acs758-sensor-de-corrente-ac758lcb-100b>>. Acesso em: 12 de setembro de 2022.

AUTOPAPO, “Carregador de bateria de carro é seguro? Veja cuidados ao usá-lo!”, Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/carregador-de-bateria-de-carro-seguro-como-usar/>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2022.

CARLOS OSORIO, Researchgate, “Método de estimación de carga para baterías de Litio Polímero basado en Filtro Kalman Extendido Adaptativo (AEKF)”, Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2023.

DIJO AUTOPEÇAS, “Qual A Função Do Alternador? Para Que Serve?”, Disponível em: <<https://www.dijo.com.br/2019/06/26/dicas-alternador/>>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

ENGENHARIA QUÍMICA SANTOS SP, “A invenção da Bateria Chumbo-ácido”, Disponível em: <<https://garagem360.com.br/volante-bateria-tampa-da-cacamba-furtos-inusitados-fazem-parte-do-dia-a-dia-dos-motoristas-brasileiros/>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

FREEDOM, “Manual Técnico Bateria estacionária FREEDOM”, Enertec do Brasil Ltda, p.10, 2020.

FREEDOM, Manual Técnico Baterias Estacionárias, Curvas de Descarga – Corrente Constate - DF500, nov, 2021.

GARAGEM360, “Furto de peças automotivas”, Disponível em: <https://garagem360.com.br/volante-bateria-tampa-da-cacamba-furtos-inusitados-fazem-parte-do-dia-a-dia-dos-motoristas-brasileiros/>. Acesso em: 22 de janeiro de 2023.

HYUNDAI, “Como Funciona o Alarme Volumétrico”, Disponível em: <<https://garagem360.com.br/volante-bateria-tampa-da-cacamba-furtos-inusitados-fazem-parte-do-dia-a-dia-dos-motoristas-brasileiros/>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2021.

INSTITUTO NEWTON C. BRAGA, “Dínamos e Alternadores (ART4581)”, Disponível em: <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/iot/38-newton-c-braga/conversando/19262-dinamos-e-alternadores-art4581.html>>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

LGN, “O que é uma ponte retificada de diodo? Estrutura e operação”, Disponível em: <<https://lgnservicos.com.br/fonte-retificadora/>>. Acesso em: 29 de abril de 2023.

M. SAAD, “Controlador de Carga e Descarga de Baterias Microcontrolado com PIC, com Aplicação em Sistema de Fornecimento de Energia Geral, Incluindo Sistemas Fotovoltaicos” p. 2, 2012.

MICROSHIP, “PIC18F2455/2550/4455/4550 datasheet”, Disponível em: <<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F4550>>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

MICROCHIP, “Microchip Technology PIC16LF153 Full-Featured Microcontrollers”, Disponível em: <<https://br.mouser.com/new/microchip/microchip-pic16lf153-microcontrollers/>>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

Ministério do Meio-Ambiente, “Baterias chumbo ácido”, Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/?page_id=50>. Acessado em: 19 de dezembro de 2018

Ministério do Meio-Ambiente, “Baterias chumbo ácido”, Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/?page_id=50>. Acessado em: 19 de dezembro de 2018

Mundo Educação, “Química”, Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/bateria-automovel.htm#:~:text=A%20bateria%20de%20chumbo-%C3%A1cido%20possui%20v%C3%A1rias%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20no,equipamentos%20funcionando%20no%20caso%20de%20queda%20de%20energia>>. Acesso em: 25 de agosto de 2022.

MOURA, “Afinal, para que servem as baterias automotivas?” Disponível em: <<http://www.moura.com.br/blog/baterias-automotivas/#:~:text=As%20baterias%20automotivas%20t%C3%AAm%20como,el%C3%A9trica%20quando%20o%20ve%C3%ADculo%20precisar.&text=Dire%C3%A7%C3%A3o%20com%20assist%C3%AÂncia%20el%C3%A9trica%3B,eletr%C3%B4nico%20para%20controle%20de%20inje%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 11 de junho de 2019.

MOURA, Disponível em: <<https://www.moura.com.br/produtos/>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2021.

MTE-THOMSON, “ABS, Sensores de Velocidade da roda” Disponível em: <<https://www.mte-thomson.com.br/wp-content/uploads/2021/07/SENSOR-ABS-MTE-THOMSON-Brasil-05-21.pdf>>. p. 6, mai, 2021.

NOBREAK, “Comparativo – Baterias AGM X GEL”, Disponível em: <<http://www.nobreak.net/baterias/comparativo-baterias-agm-x-gel/>>. Acesso em: 15 de Agosto de 2022.

ROBOCORE, “Módulo Buzzer 5V Ativo”, Disponível em: <<https://www.robocore.net/relay-actuator/modulo-buzzer-5v-ativo>>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácida VRLA AGM”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-agm-vrla-sec-power-sp12-28a/>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácida GEL VRLA”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-gel-vrla-first-power-cfpv23000/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácido Ventilada”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-ventilada-first-power-cfps2-770/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácido Ventilada”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-ventilada-first-power-cfps2-770/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácido Ventilada”, Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Curva-de-carga-bateria-SLPB526495-18_fig7_292156744>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácido Ventilada”, Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Curva-de-carga-bateria-SLPB526495-18_fig7_292156744>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácida GEL VRLA”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-gel-vrla-first-power-cfpv23000/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

SECPOWER, “Bateria Chumbo Ácida VRLA AGM”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/bateria/bateria-chumbo-acida-agm-vrla-sec-power-sp12-28a/>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2023.

SECPOWER, “Conheça os Tipos de Baterias Chumbo-ácida AGM VRLA GEL e Ventilada”, Disponível em: <<https://secpower.com.br/conheca-os-tipos-de-baterias-chumbo-acida-agm-vrla-gel-e-ventilada/> Artigos>. Acesso em: 28 de agosto de 2022.

SOFISICA, “Eletromagnetismo, Efeito Hall”, Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/ForcaMagnetica/fio.php>>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

STA Eletrônica, “As baterias atuais”. Disponível em: <<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-em-geral/informacoes-basicas/a-historia-das-baterias>>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

STA Eletrônica, “Como Carregar uma Bateria Chumbo-Ácido”. Disponível em: <<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-de-chumbo/como-carregar-uma-bateria-selada-de-chumbo-acido>>. Acesso em: 18 de novembro de 2022.

TARAMPS, “Alarmes para carros”, Disponível em: <<https://www.taramps.com.br/pt/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.

T. TEIXEIRA, “Manual Técnico Baterias Estacionárias, Curvas de Carga – Corrente Constate,” Moura, p. 13, 2020.

UFCEG, “Sistema de Monitoramento de Baterias Carregadas por Painéis Solares” – Danielly Norberto Araujo.

UNIPOWER, “Tecnologia da Bateria Selada”, Disponível em: <<https://unipower.com.br/bateria-selada-vrla/>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2023.

UNIPOWER, “Tecnologia da Bateria Selada”, Disponível em: <<https://unipower.com.br/bateria-selada-vrla/>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2023.

UOL CARROS, “Bateria vale ouro: peça vira alvo de bandido...”, Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2022/11/18/baterias-valem-ouro-peca-vira-alvo-de-bandidos-e-podem-custar-uma-fortuna.htm#:~:text=Segundo%20levantamento%20da%20empresa%20de,o%20mesmo%20per%C3%ADodo%20de%202021>>. – Acesso em: 15 de março de 2023.

VELUPLAST, “Como funciona o sistema de alarme automotivo”, Disponível em: <<https://www.veluplast.com.br/sistema-de-alarme-automotivo/>>. Acesso em: 18 de agosto de 2022.

8. APÊNDICE

```
#include <p18f4550.h>
#include <stdio.h>
#include "lcd.h"
#include "valores_de_corrente.h"
#include "ACS758.h"

#define _XTAL_FREQ 20000

void init_ADC(void);
void display_current(float current);

void main(void)
{
    TRISAbits.TRISA0 = 1; // Define AN0 como entrada
    ADCON1bits.PCFG0 = 0; // Define AN0 como entrada analogica
    init_ADC(); // Inicializa modulo ADC
    lcd_init(); // Inicializa modulo LCD

    int adc_value = 0;
    float volt = 0.0;
    float volt_normalizado = 0.0;
    float corrente = 0.0;
    float corrente_soma = 0.0;
    float corrente_media = 0.0;
    int corrente_contagem = 0;

    while(1)
    {
        ADCON0bits.GO = 1; // Inicia conversao
        while(ADCON0bits.GO); // espera a conversão acabar
        adc_value = ADRESH << 8 | ADRESL;
        volt = (5.0 / 1023) * adc_value; // Calcula tensão
```

```

c_value = volt_normalizado / 0.04; // Calcula corrente usando a constante c_value
// Acumula leitura das correntes para cálculo de médias
corrente_soma += c_value;
corrente_contagem++;

// Calculate a média de todas 30 leituras
if (corrente_contagem >= 30) {
    corrente_media = corrente_soma / corrente_contagem;
    sprintf(current_str, "Avg: %.2f A", current_avg);

    lcd_clear();
    lcd_puts("Tensao: ");
    lcd_float(volt_normalizado, 2);
    lcd_puts(" V");
    lcd_gotoxy(0, 1);
    lcd_puts("Corrente: ");
    lcd_float(corrente_media, 2);
    lcd_puts(" A");

    if (corrente_media < initial_hour_value) {

        PORTBbits.RB0 = 1; // Pino conectado a ativação do VCC do circuito

    }

    // Resetar variáveis para nova contagem
    corrente_soma = 0.0;
    corrente_contagem = 0;
}

__delay_ms(1000); // Espera 1 segundo
}

```

```
void init_ADC(void)
{
    ADCON0 = 0b00000001;
    ADCON1 = 0b00000000;
    ADCON2 = 0b10001110;
}
```