

**CENTRO PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
FATEC SANTO ANDRÉ**

**Eletrônica Automotiva**

**FELIPE ROCHA DE LIMA**

**Central Elétrica Eletrônica  
Veicular**

Santo André – São Paulo

2015

FELIPE ROCHA DE LIMA

# **CENTRAL ELÉTRICA ELETRÔNICA VEICULAR**

*Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Tecnologia de Santo  
André, como exigência para a obtenção de  
graduação tecnológica em Eletrônica Automotiva.*

*Orientador: Prof. Msc. Luiz Vasco Puglia*

Santo André – São Paulo

2015

Faculdade de Tecnologia de Santo André

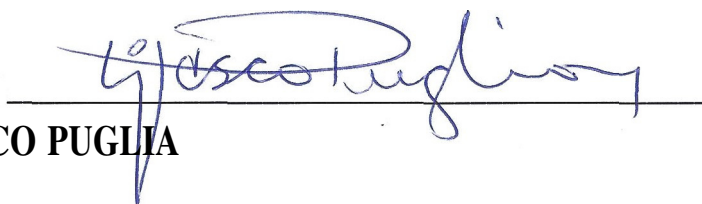
## LISTA DE PRESENÇA

SANTOANDRÉ, 07 DE DEZEMBRO DE 2015.

**LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA  
“CENTRAL ELETRO-ELETRÔNICA” DO ALUNO DO 6º SEMESTRE  
DESTA U.E.**

**BANCA**

**PRESIDENTE:**

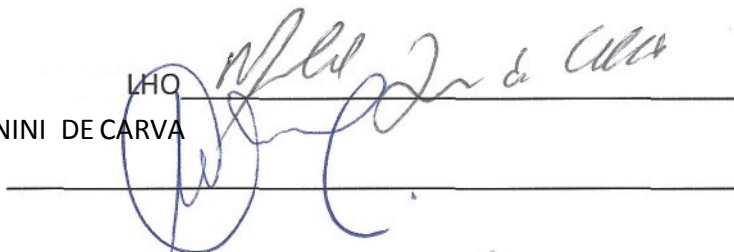


**PROF. MSC LUIZ VASCO PUGLIA**

**MEMBROS:**

LHO

**PROF. MSC MURILO ZANINI DE CARVA**



**PROF. WAGNER MASSAROPE**

**ALUNO:**



**FELIPE ROCHA LIMA**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus minha esposa, família e aos meus amigos que sempre estiveram próximos durante esta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus, todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e principalmente aos colegas e minha família que mantiveram estímulos nos momentos mais árduos desta jornada. Agradeço aos professores, colaboradores e funcionários da Fatec Santo André que sempre estiveram prontos a nos ajudar.

*“Dá instrução ao sábio, e ele se fará mais sábio; ensina ao justo, e ele crescerá, em entendimento. O temor do SENHOR é o princípio da sabedoria, e a ciência do Santo, a prudência.”*

*Provérbios c. 9 v. 9 e 10*

## RESUMO

Após o desenvolvimento dos primeiros veículos automotores, mais especificamente com o surgimento dos sistemas elétricos, apareceu a necessidade de proteções as inovações. Acumuladores chumbo ácidos, comumente chamados de baterias tem elevada capacidade de armazenamento de cargas, e quando submetidas a problemas em seu funcionamento, como um curto circuito podem danificar ou destruir o sistema elétrico até o limite de um incêndio na fiação ou no veículo em pane. Evita-se este problema com proteções aos condutores, que submetidos a correntes excessivas interrompem a circulação da corrente desligando parte ou o todo do sistema elétrico. Fusíveis elétricos são condutores calibrados para queima quando a corrente que circula pelo mesmo ultrapassar o valor especificado e utilizado para proteção de sistemas elétricos. Este componente fusível apresenta a limitação de uma vez sobrepujada seu limite, deve ser descartado, pois não pode ser recuperado. A proposta de estudo de um fusível eletrônico que promova a mesma proteção ao sistema elétrico com a tecnologia atual, mas permita uma religação automática após um tempo e alerta de defeito ao usuário é a proposta deste trabalho. O nosso trabalho tem por finalidade corrigir algumas das grandes desvantagens da central elétrica dos veículos a substituição dos fusíveis e dos reles aplicando um sensor de corrente e transistor além de uma placa Arduino e do software LabView para a programação e gerenciamento, não terá mais queima de fusíveis e grandes reles, esses serão substituídos respectivamente por sensores de corrente e transistor, haverá uma diminuição de cabos terminais e suportes das centrais elétricas veiculares, e uma logica de rearme do circuito além de ter uma diagnose mais fácil também.

## **ABSTRACT**

After the development of the first vehicles, more specifically with the emergence of electrical systems, it showed the need for protections innovations. Batteries lead acid, commonly called batteries have high loads of storage capacity, and when subjected to problems in its operation, such as a short circuit ask damage or destroy the electrical system to the limit of a fire in the wiring or the vehicle in crash. Avoids this problem with protections for drivers who undergo excessive currents interrupt the current flow off part or all of the electrical system. Electrical fuses are conductive calibrated to burn when the current flowing through it exceeds the specified value and used for electrical systems protection. This fuse component presents a limitation since surpassed its limit, it should be discarded because it can not be recovered. The proposed study of an electronic fuse that promotes the same protection to the electrical system than current technology, but allow automatic reconnection after a while and the user defect alert is the purpose of this work. Our work aims to correct some of the major drawbacks of electric central vehicle replacement fuse and relay applying a current sensor and transistor plus an Arduino board and LabView software for programming and management, will no longer burning large fuses and relays, these are replaced respectively by current and transistor sensors, there will be a decrease terminals cables and supports the vehicular power plants, and a reset logic circuit in addition to a more easy diagnosis as well.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Sentido da corrente (acervo pessoal) .....	21
Figura 2 Sentido da corrente (manual MAN).....	21
Figura 3 Circuito série (manual MAN) .....	22
Figura 4 Circuito paralelo (manual MAN).....	23
Figura 5 Medição de tensão ( manual MAN).....	23
Figura 6 Medição de corrente.....	24
Figura 7 Transistores NPN e PNP (acervo pessoal).....	25
Figura 8 Central Elétrica Veicular (Acervo pessoal) .....	27
Figura 9 Fusíveis (acervo pessoal) .....	28
Figura 10 Rele (acervo pessoal) .....	30
Figura 11 Jeff Kodosky e sua grande contribuição para a humanidade. (CAMARGO, 2012). .....	31
Figura 12 Exemplo do painel frontal do Labview. (acervo pessoal).....	32
Figura 13 Exemplo do diagrama de blocos do Labview. (acervo pessoal).....	33
Figura 14 Placa Arduino e cabo para programação. (manual técnico). .....	34
Figura 15 TIP122 (acervo pessoal) .....	37
Figura 16 Sensor de corrente (acervo pessoal).....	39
Figura 17 VI Packager Manager (acervo pessoal) .....	40
Figura 18 Porta VI Server adicionada (acervo pessoal) .....	41
Figura 19 Painel Frontal e Diagrama do programa acende LED (acervo pessoal) .....	42
Figura 20 Acender uma lâmpada usando PWM e leitura do sensor ACS711 (acervo pessoal) .....	43
Figura 21 Esquema elétrico montado (acervo pessoal).....	44

Figura 22 Leitura de corrente (acervo pessoal) .....	45
Figura 23 Painel de controle (acervo pessoal).....	46
Figura 24 Imagem do circuito montado (acervo pessoal) .....	46
Figura 25 Painel de controle (acervo pessoal).....	47
Figura 26 Imagem do circuito montado (acervo pessoal) .....	47
Figura 27 Painel de controle (acervo pessoal).....	48
Figura 28 Imagem do circuito montado (acervo pessoal) .....	48

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 Somatória de corrente.....	23
Equação 2 Equação de linearidade (manual técnico).....	38
Equação 3 Equação de simetria (manual técnico).....	38
Equação 4 Equação de radiometria (manual técnico).....	39
Equação 5 Equação de sensibilidade/ radiometria (manual técnico).....	39
Equação 6 Equação de corrente.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Especificação do TIP 122 (manual técnico).....	36
Tabela 2 Características do ASC711 (manual técnico).....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS

A – *ampère*

B – *base*

C – *coletor*

C – *coulomb*

CC – *corrente continua*

CPU – *Central Processor Unit*

E – *Emissor*

ECU – *Electronic Control Unit*

EEPROM – *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*

FET – *Field-Effect Transistor*

GPS – *Global Positioning System*

I – *corrente*

I<sub>b</sub> – *corrente de base*

I<sub>c</sub> – *corrente de coletor*

IPI – *imposto sobre produtos industrializados*

JFET – *Junction field Effect Transistor*

LabVIEW – *Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench*

LED – *Light Emitting Diode*

mA – *miliampere*

MOSFET – *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*

mV – *milivolts*

NPN – *negativo-positivo-negativo*

PNP – *positivo-negativo-positivo*

PROM – *Programmable Read Only Memory*

PWM – *Pulse Width Modulation*

RAM – *Random Access Memory*

s – *segundos*

SI – *Sistema internacional de unidades*

USB – *Universal Serial Bus*

V – *Volt*

VI – *Visual Instrument*

W – *Watt*

# SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	17
1.1	Introdução.....	17
1.2	Objetivo.....	19
1.3	Estrutura do Trabalho.....	20
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	21
2.1	Corrente elétricas .....	21
2.2	Chaves eletrônicas.....	24
2.2.1	Transistor bipolar .....	24
2.3	Central elétrica veicular .....	26
2.4	Fusíveis .....	28
2.5	Rele .....	29
2.6	Micro controladores .....	30
2.7	Labview 2013.....	31
2.8	Arduino Uno .....	34
2.8.1	Características:.....	35
3	PROJETO PRÁTICO .....	36
3.1	TIP122.....	36
3.2	Sensor de Corrente ACS711 .....	37
4	PROJETO .....	40
4.1	Comunicação entre sistemas .....	40
4.2	Testes preliminares.....	41
4.3	Implementações.....	44

5 Conclusões.....	49
6 Referências .....	50
7 ANEXOS .....	52
7.1 Programação no Labview.....	52



# 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo vamos abordar o objetivo desse trabalho, introduzir os motivos que levou a elaboração do mesmo e uma breve introdução.

## 1.1 Introdução

Os sensores, atuadores e microcontroladores são os fatores responsáveis pelo crescimento da utilização de sistemas de controle eletrônico nos veículos. Estes vêm sendo sistematicamente aprimorados, oferecendo componentes cada vez melhores e com custos mais reduzidos. Os novos sistemas eletrônicos embarcados apresentam soluções cada vez melhores e mais sofisticadas para substituir os sistemas existentes, facilitando a substituição de sistemas puramente mecânicos, elétricos ou hidráulicos do automóvel por soluções eletrônicas. Considerando os grandes avanços ocorridos nas últimas décadas, é possível afirmar que a indústria automobilística é um dos ícones nos desafios tecnológicos de software e hardware embarcados (HODEL, 2008).

Os módulos eletrônicos são utilizados desde os veículos mais simples aos mais complexos e caros. Este controle eletrônico, além dos automóveis, está presente em motos, tratores, aviões e até mesmo em navios (GUIMARÃES, 2007).

Com o grande avanço da tecnologia nos veículos com inúmeros sistemas de segurança conforto e conveniência observamos que a central elétrica não havia grande mudança na sua estrutura e modo de operação. Vimos uma grande opção de crescimento eletro eletrônico nesse segmento dos veículos com algumas possibilidades para mudanças e inovações, sabendo do incentivo que governo dará para as montadoras de veículos com o programa [Inovar-Auto](#) no qual as empresas que produzem veículos no país, que apresentam projetos de investimento têm direito ao incentivo, que entra em vigor a partir de 2017, no qual incentiva as empresas a investir em novas tecnologias, e esse incentivo terá abatimento no IPI (Imposto sobre Produto Industrializados).

Esse projeto teve como início uma viagem feita por mim para a cidade de Gramado Rio Grande do Sul no ano de 2011, nos alugamos uma carro e para fazer os percursos alugamos um GPS que era ligado ao acendedor de cigarros, utilizamos o mesmo até a bateria do aparelho estar próxima de acabar, ligamos no acendedor e não carregou mas podíamos observar que havia queimado algum fusível ao checarmos constatamos que, o fusível estava queimado mas não tínhamos outro reserva pegamos de outro equipamento e ligamos ao colocar o GPS novamente queimo de novo e

constatamos que o curto circuito estava no conector do acendedor de cigarros do GPS porem já tínhamos queimado dois fusíveis e um grande tempo da nossa viagem com esse empecilho. Com o nosso sistema esse tipo de curto circuito seria facilmente sanado além de não haver troca de componente apenas do defeituoso.

## 1.2 Objetivo

O principal objetivo que levou a idealização deste trabalho foi a possibilidade de criar um sistema que ao ser programado possa ler a corrente necessária para funcionamento de um sistema no veículo, bem como ligar farol ou módulos eletrônicos possibilitando uma diagnose rápida e sem troca de componentes como os fusíveis.

Este trabalho mostrará as vantagens de ter uma central elétrica veicular eletrônica para substituição dos reles e fusíveis das centrais elétricas veiculares atuais. A eletrônica tem evoluído muito e principalmente nos veículos automotivos chegando a tornarem esses veículos autônomos, porém uma parte desses veículos ao longo do tempo não evoluiu como as demais, essa é a central elétrica. Desde 1920 a 1940 não se sabe ao certo mas foi com os primeiros carros produzidos em série no mundo. Nas centrais elétricas veiculares houveram poucas mudanças na sua estrutura mudando apenas os materiais e componentes como fusíveis de cerâmica e reles menores. As centrais elétricas veiculares têm grandes desvantagens, a maior das desvantagens é, ao ter um curto circuito num determinado sistema o fusível se rompe, e dependendo do mesmo para achá-lo deve fazer a inspeção visual e substituição do fusível, a diagnose é imprecisa e demorada. O nosso trabalho tem por finalidade corrigir algumas dessas grandes desvantagens a substituição dos fusíveis e dos reles aplicando um sensor de corrente, um transistor além de uma placa Arduino UNO e do software LabView para a programação e gerenciamento.

Não terá mais queima de fusíveis e grandes reles, esses serão substituídos respectivamente por sensores de corrente e transistor, haverá uma diminuição de cabos terminais e suportes das centrais elétricas veiculares, e terá uma lógica de rearme do circuito além de ter uma diagnose mais fácil também.

O projeto foi dividido em duas etapas, sendo que a primeira etapa foi uma pesquisa bibliográfica buscando adquirir os conhecimentos necessários para este projeto. Na segunda etapa projetou-se e desenvolveram-se um circuito de condicionamento e de *interfaces* do sensor e atuadores, além dos testes realizados na protoboard.

### **1.3 Estrutura do Trabalho**

A metodologia utilizada nesse projeto foi estudar o que há de disponível no mercado automotivo a cerca de centrais eletrônicas, também seus principais componentes.

Ao termino desse estudo, começamos a próxima etapa construir e aplicar os conhecimentos adquiridos tanto pela pesquisa como no decorrer do curso da faculdade e experiência de vida.

Finalmente, a ultima etapa tratou das conclusões e escrita da monografia do trabalho, e apresentações de propostas futuras.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo vamos expor os conceitos básicos teóricos para a elaboração desse trabalho.

### 2.1 Corrente elétricas

Um breve resumo dos conceitos necessários para aplicação de corrente elétrica, extraídos do livro de Walker (2009) segue objetivando revisar as necessidades para este trabalho.

A corrente elétrica é o movimento de partículas carregadas, toda vez que as partículas carregadas que se movem produzem uma corrente elétrica. Para a existência da corrente elétrica se faz necessário um fluxo de cargas através de uma superfície. A forma mais comum de obter um fluxo e o mesmo gerar uma corrente elétrica é ligando um condutor numa bateria, como mostra a Figura 1 e 2

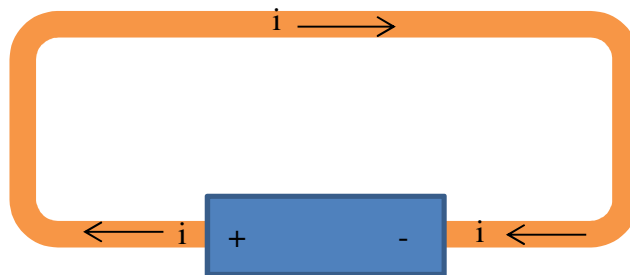


Figura 1 Sentido da corrente (acervo pessoal)

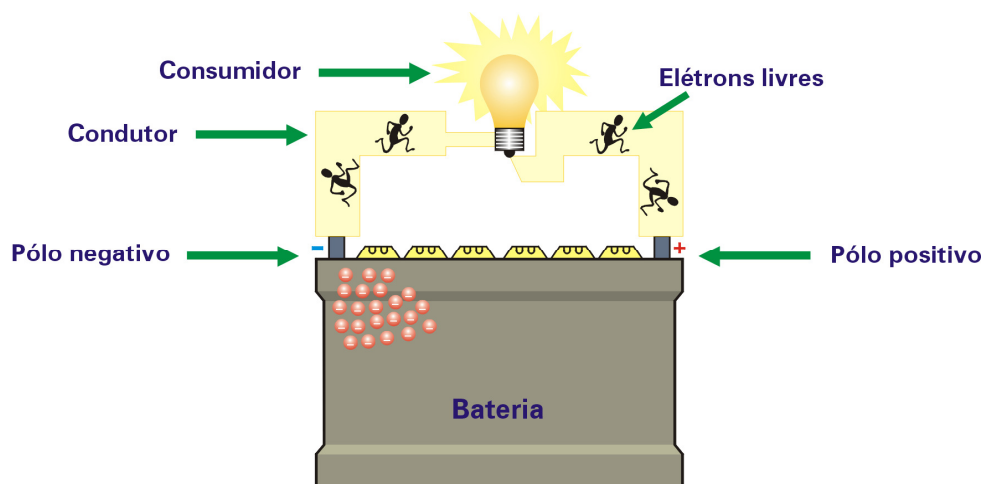


Figura 2 Sentido da corrente (manual MAN)

Em um circuito de material condutor todos os pontos tem o mesmo potencial elétrico, no interior do mesmo. Embora existam elétrons livres estão desorientados sem o fluxo ideal, é apenas um condutor. Da mesma forma, quando o fluxo de água passa por uma mangueira, cada gota de água que sai da mangueira e unidas forma um jato, deve entrar na mesma proporção na extremidade oposta para que esse jato de água continue fluido.

A unidade de medida para a corrente elétrica no SI (Sistema Internacional) é o coulomb por segundo, ou ampère, representado pelo símbolo A:

$$1 \text{ ampère} = 1A = 1 \text{ coulomb por segundo} = 1 \text{ C/s}$$

Para o nosso trabalho vamos utilizar a unidade ampère essa será representada por A, e para falar sobre corrente vamos nomear como I. A corrente elétrica se divide em um circuito paralelo e se soma no final desse determinado circuito. Em serie a tensão se divide porem a corrente se mantem.

Nos veículos grande parte das ligações são feitas em paralelo pois se tiver uma ligação em serie a tensão irá se dividir como o consumidor, outro porem é se esse determinado circuito se romper o segundo elemento dessa ligação também será desligado. Na Figura 3 a corrente será igual em todos os pontos do circuito.

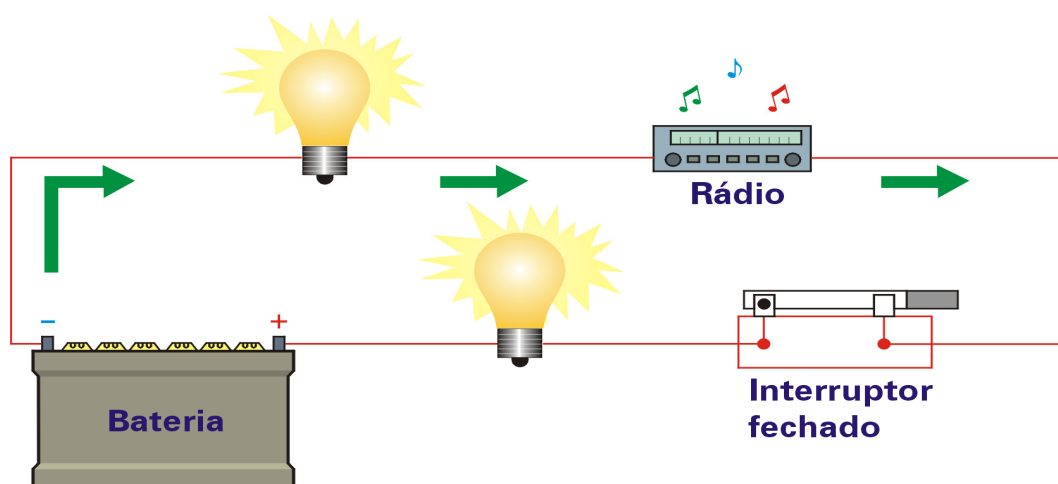


Figura 3 Circuito série (manual MAN)

No circuito paralelo a corrente vai se dividir para vias de regras vamos dizer conforme a Equação 1.

$$I_t = I_1 + I_2$$

Equação 1 Somatória de corrente (acervo pessoal)

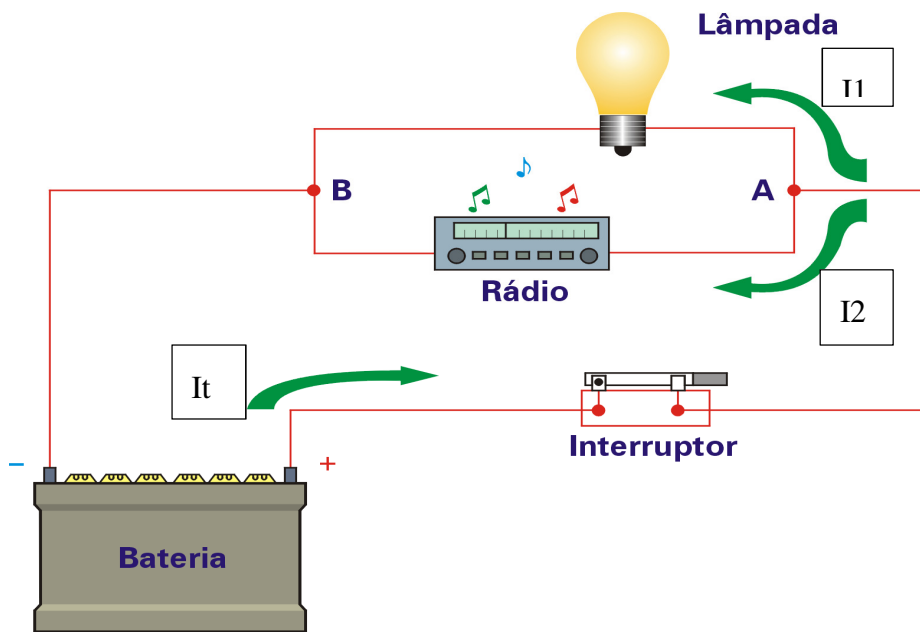


Figura 4 Circuito paralelo (manual MAN)

Para medição de corrente e tensão no circuito nós vamos ver como é feito.

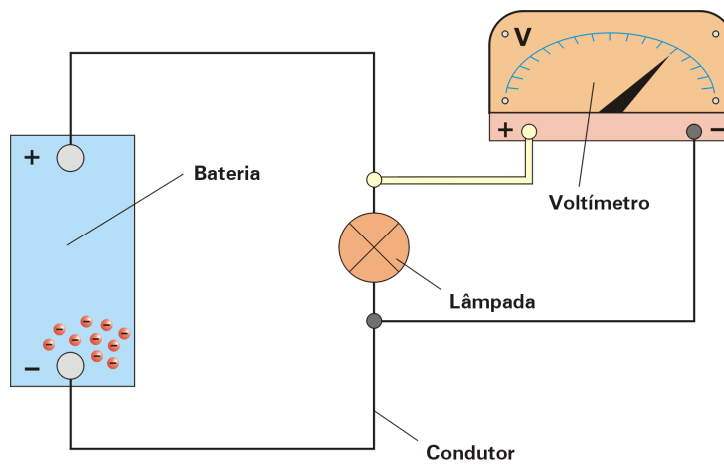


Figura 5 Medição de tensão ( manual MAN)

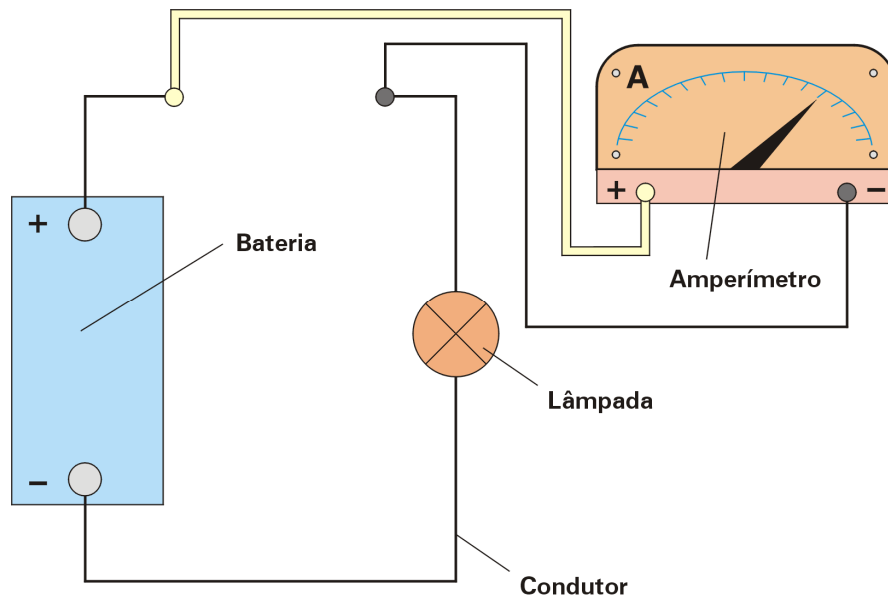


Figura 6 Medição de corrente

## 2.2 Chaves eletrônicas

Nesse tópico vamos abordar algumas das chaves eletrônicas existente hoje em dia. Um breve resumo dos conceitos necessários para aplicação de corrente elétrica, extraídos do livro de Boylestad (1998) segue objetivando revisar as necessidades para este trabalho.

### 2.2.1 Transistor bipolar

Existe uma infinidade de sinais de interesse em eletrônica que são muitos fracos, como por exemplo, as correntes elétricas que circulam no corpo humano, o sinal de saída de uma cabeça de gravação, etc., e para transforma-los em sinais úteis torna-se necessário amplificá-los. Antes da década de 50, a válvula era o elemento principal nesta tarefa. Em 1951, foi inventado o transistor. Ele foi desenvolvido a partir da tecnologia utilizada no diodo de junção, como uma alternativa em relação as válvulas, para realizar as funções de amplificação, detecção, oscilação, comutação, etc. A partir daí o desenvolvimento da eletrônica foi imenso. Dentre todos os transistores, o bipolar é muito comum, com semelhanças ao diodo estudado anteriormente, com a diferença de o transistor ser formado por duas junções pn, enquanto o diodo por apenas uma junção.

O transistor bipolar é constituído por três materiais semicondutor dopado. Dois cristais tipo n e um tipo p ou dois cristais tipo p e um tipo n. O primeiro é chamado de transistor npn e o segundo de pnp. Na Figura 7 são mostrados de maneira esquemática os dois tipos:



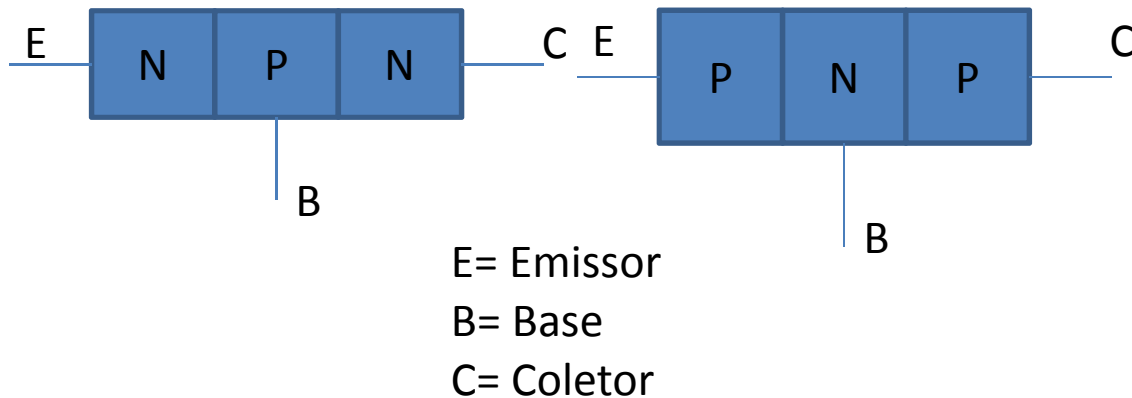


Figura 7 Transistores NPN e PNP (acervo pessoal)

Cada um dos três cristais que compõe o transistor bipolar recebe o nome relativo a sua função. O cristal do centro recebe o nome de base, pois é comum aos outros dois cristais, é levemente dopado e muito fino. Um cristal da extremidade recebe o nome de emissor por emitir portadores de carga, é fortemente dopado e finalmente o último cristal tem o nome de coletor por receber os portadores de carga, tem uma dopagem média. Apesar de na Figura 7 não distinguir os cristais coletor e emissor, eles diferem entre si no tamanho e dopagem. O transistor tem duas junções, uma entre o emissor a base, e outra entre a base e o coletor. Por causa disso, um transistor se assemelha a dois diodos. O diodo da esquerda é comumente designado diodo emissor - base (ou só emissor) e o da direita de coletor - base (ou só coletor). Será analisado o funcionamento do transistor npn. A análise do transistor pnp é similar ao do npn, bastando levar em conta que os portadores majoritários do emissor são lacunas em vez dos elétrons livres. Na prática isto significa tensões e correntes invertidas se comparadas com o npn.

O transistor de efeito de campo FET(*Field-Effect Transistor*) é um dispositivo com três terminas. Embora haja diferenças importantes entre o TBJ (*Transistor Bipolar de Junção*) descritos acima, também são bem parecidos.

A diferença fundamental é que o TBJ é controlado por corrente já o JFET é controlado por tensão. Em cada caso, a corrente do circuito de saída está sendo

controlada por um parâmetro de circuito de entrada no TBJ será a corrente e nos FET a tensão.

Assim com tem transistores NPN e PNP do tipo TBJ, existem transistores FET com canal N e canal P. O FET é um dispositivo unipolar, e depende apenas da condução que os elétrons realizam tanto para o canal P como para o canal N. Para o FET as linhas de campos elétricos se estabelecem pelas cargas presentes controlando o caminho de condução do circuito de saída sem contato entre a parte controladora e a parte controlada. Uma característica do FET é sua alta impedância de entrada, variando de um a centenas de megaohms assim podemos afirmar que a sua impedância de entrada é maior do que as do TBJ. Outra característica é que o TBJ tem sensibilidade maior na variação de sinais. Os FET são mais estáveis com relação à temperatura do que os TBJ além de serem menores fisicamente em relação aos TBJ.

Até agora foi estudado os transistores bipolares, e comentado sobre os FET. Os bipolares se baseiam em dois tipos de cargas: lacunas e elétrons, e são utilizados amplamente em circuitos lineares. No entanto existem aplicações nos quais os transistores unipolares com a sua alta impedância de entrada são uma alternativa melhor. Este tipo de transistor depende de um só tipo de carga, daí o nome unipolar. Há dois tipos básicos: os transistores de efeito de campo de junção (JFET - Junction Field Effect transistor) e os *transistores de efeito de campo de óxido metálico*(MOSFET).

O MOSFET é termicamente estável porém deve ser manuseado de forma cuidadosa, pois a sua estrutura em forma de caneca o deixa mais frágil. É de fabricação simples e ocupa menos espaço se comparado aos TBJ. Eles podem atuar como elementos resistivos atuados por tensão, possui capacidade de dissipar grandes potências e comutar correntes elevadas, é menos ruído do que os TBJ.

### 2.3 Central elétrica veicular

Um sistema elétrico desenvolve-se em quatro etapas básicas de transporte de uma corrente elétrica: geração, transmissão, distribuição e cargas. A central elétrica de um veículo possui essas mesmas quatro etapas, independentemente de marca ou modelo. É a central elétrica que centraliza e distribui todos os circuitos do veículo, constituindo um elemento de conexão. Um curto-circuito acidental pode interromper essas conexões inutilizando a central elétrica

Para funcionar adequadamente e com segurança, os circuitos precisam de algumas interfaces entre os comandos convencionais e as cargas, entre os comandos eletrônicos e as cargas, bem como necessitam de dispositivos de proteção. Os relés, que fazem essas interfaces, assim como os seus elementos de proteção, os fusíveis, encontram-se fixados na central elétrica.

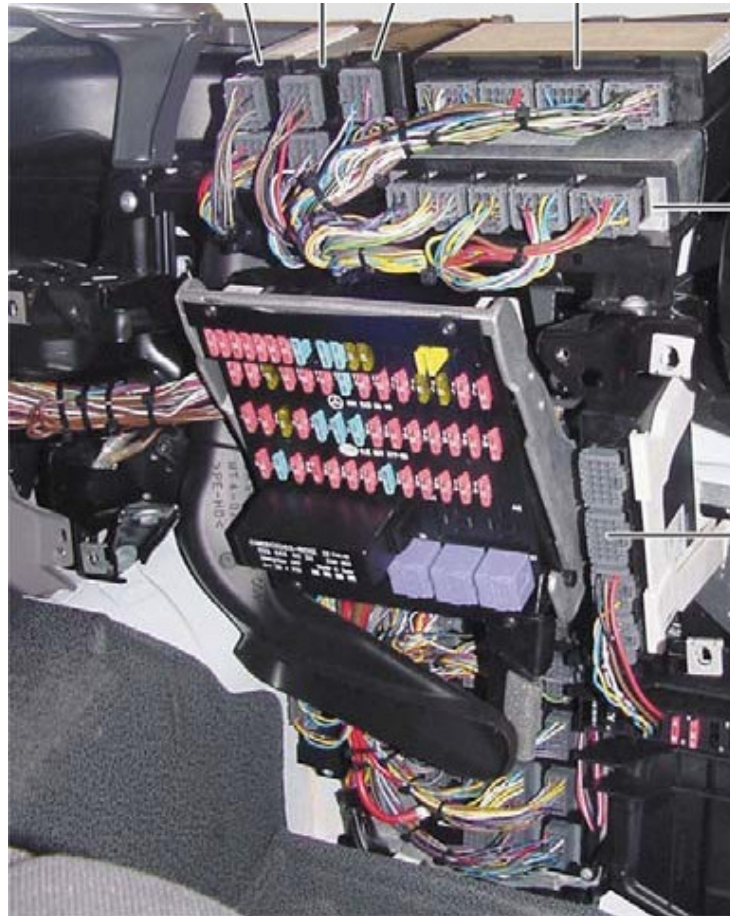


Figura 8 Central Elétrica Veicular (Acervo pessoal)

## 2.4 Fusíveis

Fusíveis de ligações para uso automotivo são aparelhos de quebra de auto-atuantes para a proteção dos dispositivos elétricos contra cargas de corrente inadequadas. O fluxo de corrente é interrompido pela fusão do fio fusível no qual a corrente flui.

A tensão nominal de um elo fusível tem de ser pelo menos igual ou maior do que a tensão de funcionamento do dispositivo ou da unidade de montagem que é para ser protegido com o elo fusível. Se a tensão de funcionamento é muito baixa, a resistência natural do elo fusível (queda de tensão) deve eventualmente ser tomado em consideração.

A corrente classificado de um elo fusível deve correspondem aproximadamente à corrente de funcionamento do dispositivo, ou conjunto de unidade que é para ser protegido (de acordo com a temperatura ambiente e a corrente nominal de definição, o que significa que as correntes contínuas permitidas).

Uma alta temperatura ambiente (média de carga adicional para os elos fusíveis. As condições de aquecimento da temperatura ambiente máxima ocorrendo têm que ser verificados, em particular com altas correntes nominais dos fusíveis, e uma forte radiação térmica dos componentes nas proximidades. Para essas aplicações, o fusível deve ser reduzida.

Devido às diferentes especificações de corrente nominal a corrente contínua recomendada dos elos fusíveis é máxima. 80% da sua corrente nominal (com uma temperatura ambiente de 23 ° C).

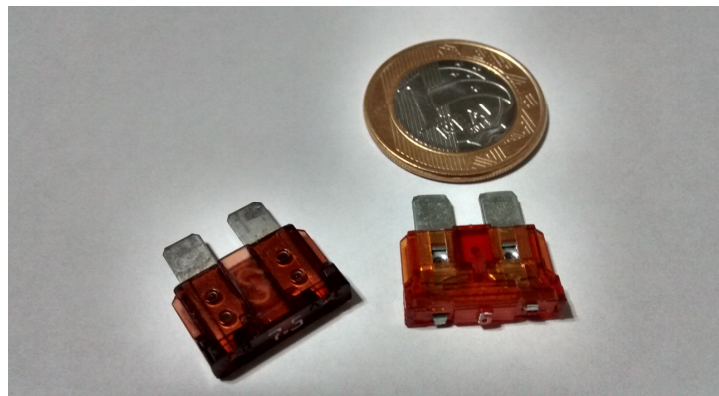


Figura 9 Fusíveis (acervo pessoal)

## 2.5 Rele

Relê é um tipo de chave formada por lâminas (duas ou mais) acionadas pelo campo magnético de uma bobina próxima. São usados para ligar ou desligar circuitos de potência mais alta a partir de uma tensão e corrente baixa.

Os relês automotivos são componentes chaveadores e temporizadores em um circuito elétrico. Através de um sinal de baixa corrente o relê fecha seu contato de alta corrente permitindo a passagem de uma corrente de trabalho para um consumidor. O relê funciona com o princípio do eletromagnetismo sendo um componente muito utilizado na arquitetura elétrica no automóvel.

O relê automotivo conta com uma bobina, onde é alimentada com positivo e negativo através de dois contatos, geralmente denominados pinos 85 e 86 do relê.

Esta bobina, quando energizada, produz ao seu redor um campo magnético, ou seja, ela se torna um eletroímã que por sua vez irá atrair uma palheta fazendo o contato em mais dois pinos, 30 positivo direto da bateria e 87 saída de trabalho que vai alimentar o consumidor elétrico.

Dessa maneira os interruptores do painel servem somente para alimentar a bobina de seu respectivo relê preservando a vida útil do interruptor e minimizando a robustez do mesmo, já que a corrente de trabalho que alimenta o consumidor vai direto para o relê.

Outro fator é que o relê acaba poupando a passagem de alta corrente elétrica para dentro do carro e no painel de instrumentos, evitando fios de grosso diâmetro e diminuindo o risco de incêndio no Automóvel. Os relês ainda podem conter um circuito interno temporizado, com a função de alimentar por alguns segundos a bobina do relê, mesmo que o interruptor esteja desligado. Um exemplo é a luz de cortesia interna no automóvel, quando o motorista fecha a porta, a luz permanece ligada por alguns segundos. Este efeito acontece devido a interação de um componente chamado capacitor, muito parecido com uma pilha, que absorve energia e alimenta a bobina do relê por alguns segundos quando o interruptor for desligado.

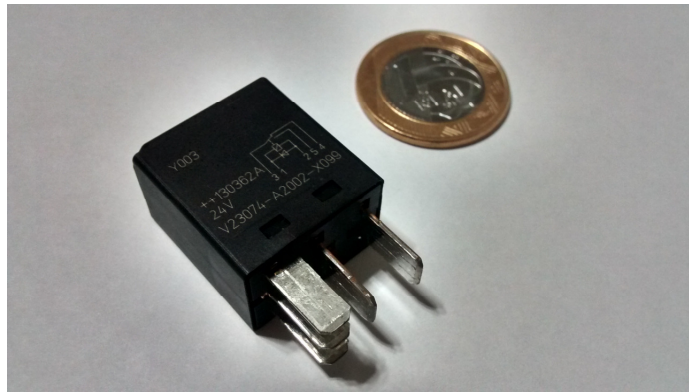


Figura 10 Rele (acervo pessoal)

## 2.6 Micro controladores

Os microcontroladores são chips inteligentes, que tem um processador, pinos de entradas/saídas e memória. Através da programação dos microcontroladores podemos controlar suas saídas, tendo como referencia as entradas ou um programa interno.

O que diferencia os diversos tipos de microcontroladores, são as quantidades de memória interna (programa e dados), velocidade de processamento, quantidade de pinos de entrada/saída (I/O), alimentação, periféricos, arquitetura e set de instruções.

O PIC é um circuito integrado produzido pela Microchip Technology Inc. , que pertence a categoria dos microcontroladores, ou seja, um componente integrado que em um único dispositivo contem todos os circuitos necessarios para realizar um completo sistema digital programavel.

Uma CPU (Central Processor Unit ou Unidade de Processamento Central) e sua finalidade é interpretar as instruções de programa; Uma memória PROM (Programmable Read Only Memory ou Memória Programavel Somente para Leitura) na qual ira memorizar de maneira permanente as instruções do programa; Uma memória RAM (Random Access Memory ou Memória de Acesso Aleatório) utilizada para memorizar as variáveis utilizadas pelo programa; Uma serie de LINHAS de I/O (entrada e saída) para controlar dispositivos externos ou receber pulsos de sensores, chaves, etc. ;Uma serie de dispositivos auxiliares ao funcionamento, ou seja, gerador de clock, bus, contador, etc. A presença de todos estes dispositivos em um espaço extremamente pequeno, da ao projetista ampla gama de trabalho e enorme vantagem em usar um

sistema microprocessado, onde em pouco tempo e com poucos componentes externos podemos fazer o que seria oneroso fazer com circuitos tradicionais.

## 2.7 Labview 2013

Para a comunicação entre o acelerômetro, computador e veículo utilizaremos um software de projeto gráfico chamado Labview (*Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench*). Usamos a versão 2013 Estudante que foi fornecida pela NI (*National Instruments*).

A primeira versão surgiu em 1986 para o Macintosh. Jeff Kodosky observou e gostou da ideia de criar um ambiente de desenvolvimento voltado para engenheiros e cientistas (Kodosky imaginou um ambiente de programação totalmente gráfico, recurso que só o Macintosh da Apple oferecia na época).



Figura 11 Jeff Kodosky e sua grande contribuição para a humanidade. (CAMARGO, 2012).

O fluxo de dados e ícones são a base do sistema Labview diferente às linguagens de programação com base em texto, o LabVIEW utiliza a programação baseada em fluxo de dados, onde o fluxo dos dados determina a execução. O mesmo é um software que tem a linguagem gráfica de programação, com ícones ao invés de textos.

No Labview tem dois painéis de visualização um deles é para o usuário no qual ele tem a visualização de objetos, gráficos e marcadores, já o diagrama de blocos é utilizado para fazer a programação, nele temos o programa feito e insere a lógica.

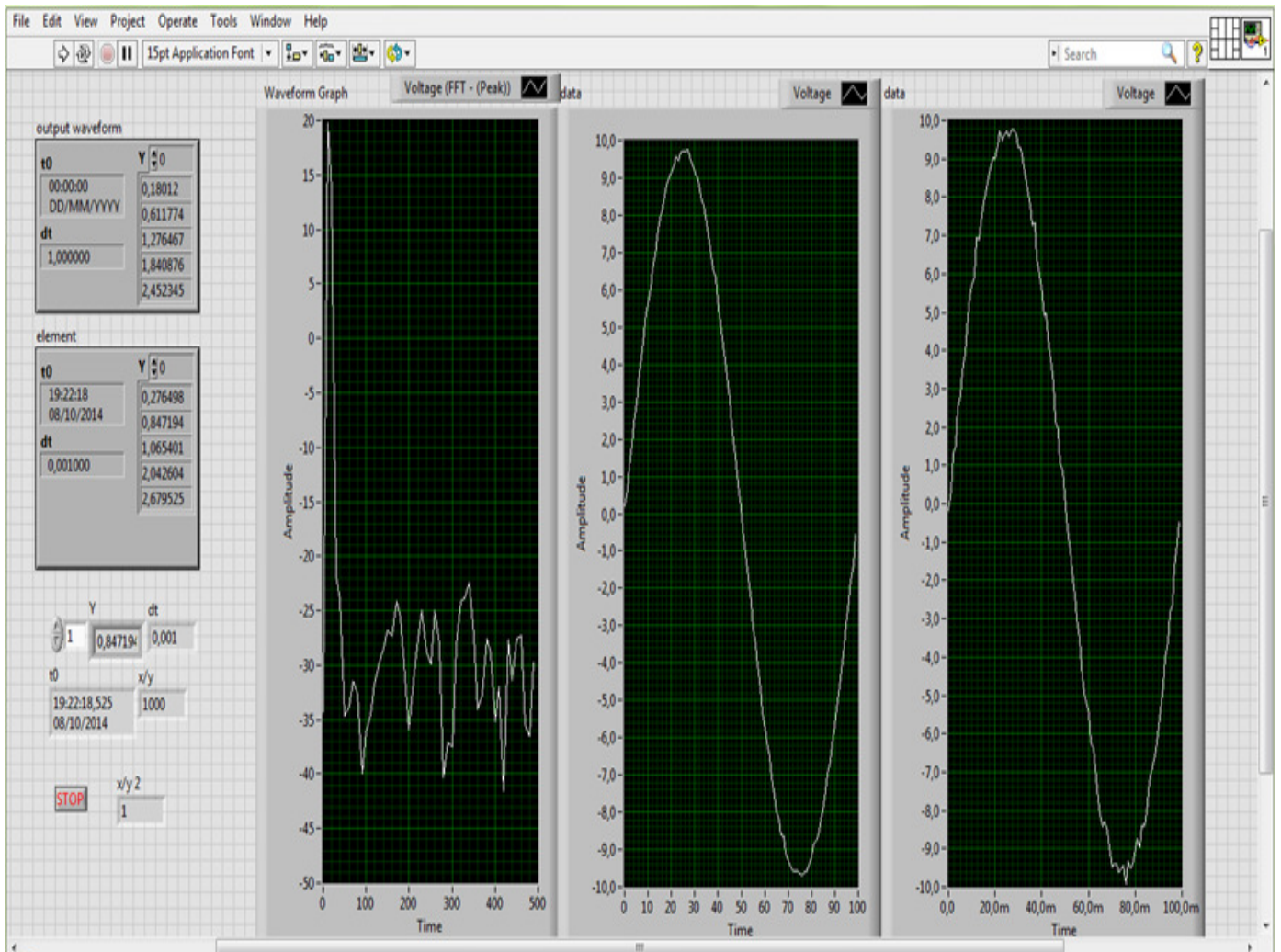


Figura 12 Exemplo do painel frontal do Labview. (acervo pessoal).

Os códigos são adicionados no diagrama de blocos usando representações gráficas de funções para controlar objetos adicionados no painel frontal.



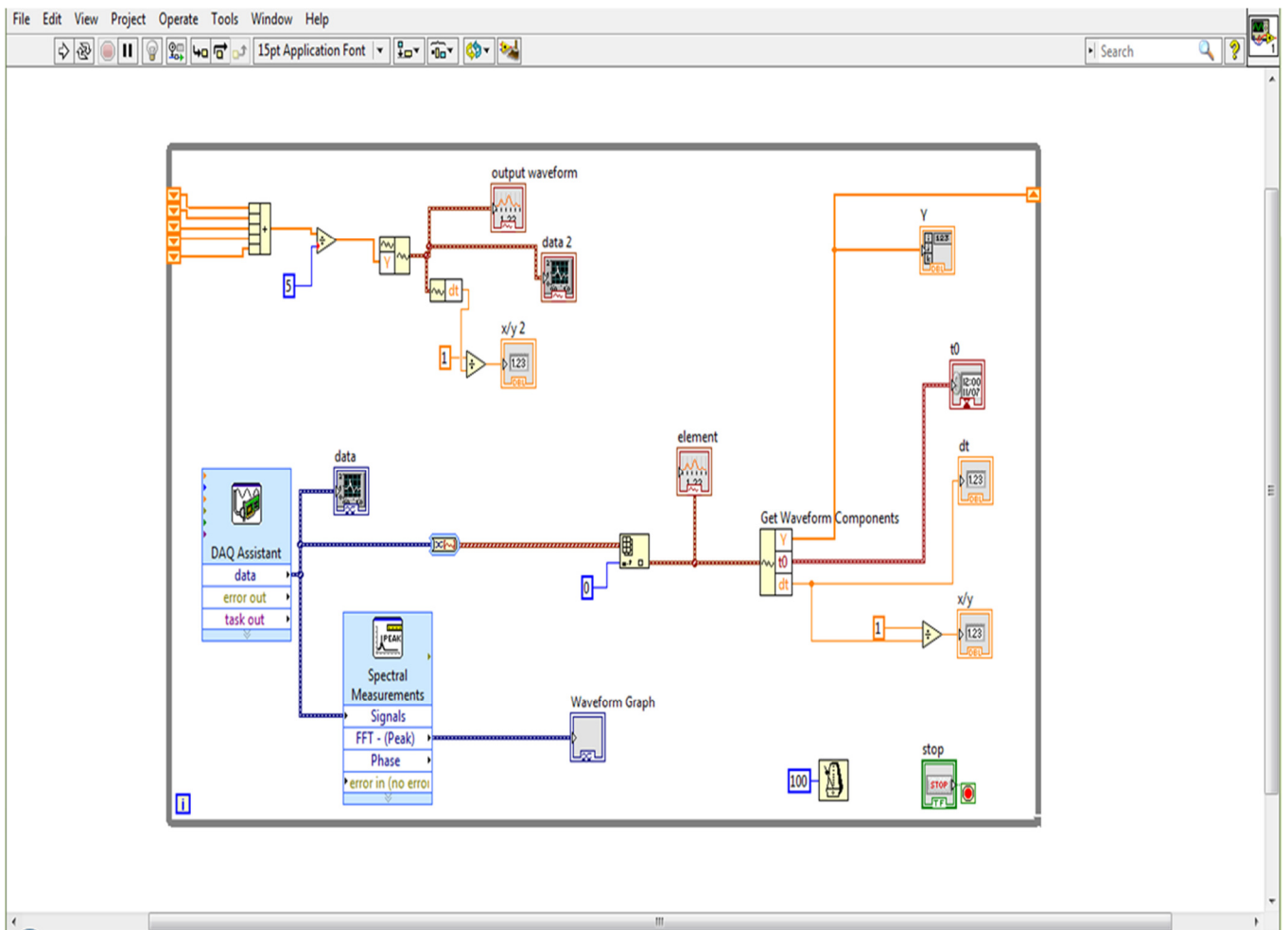


Figura 13 Exemplo do diagrama de blocos do Labview. (acervo pessoal).

Dentre as aplicações do Labview, podemos interagir com hardware para medição e controle, analisar dados, compartilhar resultados e comunicação.

## 2.8 Arduino Uno

Utilizamos o Arduino Uno pois o mesmo já disponibiliza a comunicação do sensor com o Labview.

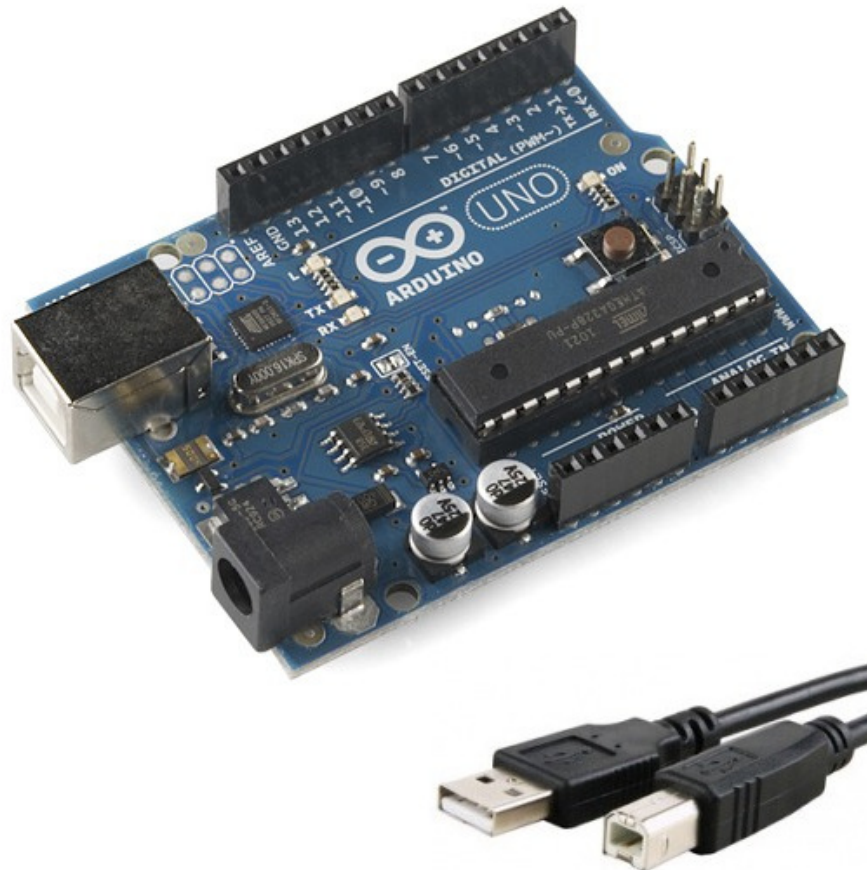


Figura 14 Placa Arduino e cabo para programação. (manual técnico).

Ela tem 14 pinos de entrada/saída digital, seis entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) e um botão de *reset*.

### 2.8.1 Características:

- Micro controlador: ATmega328
- Voltagem Operacional: 5V
- Voltagem de entrada (recomendada): 7-12V
- Voltagem de entrada (limites): 6-20V
- Pinos E/S digitais: 14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
- Pinos de entrada analógica: 6
- Corrente CC por pino E/S: 40 mA
- Flash Memory: 32 KB (ATmega328) dos quais 0,5KB são utilizados pelo *bootloader*.
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Velocidade de *Clock*: 16 MHz

A largura e o comprimento máximos da placa são 68,58mm e 53,34mm, com os conectores USB e de alimentação estendendo-se além destas dimensões.

## 3 PROJETO PRÁTICO

A seguir descreveremos como foi implantado o nosso projeto e as soluções aplicadas às dificuldades encontradas.

### 3.1 TIP122

Nos utilizamos o TIP122 pois o mesmo já havíamos usados em outros projetos da faculdade.

O TIP122 é um transistor NPN de média potência para acionamentos de cargas até 5<sup>a</sup>.

Symbol	Parameter		Value	Unit
V <sub>CBO</sub>	Collector-Base Voltage	TIP120	60	V
		TIP121	80	
		TIP122	100	
V <sub>CEO</sub>	Collector-Emitter Voltage	TIP120	60	V
		TIP121	80	
		TIP122	100	
V <sub>EBO</sub>	Emitter-Base Voltage		5	V
I <sub>C</sub>	Collector Current (DC)		5	A
I <sub>CP</sub>	Collector Current (Pulse)		8	A
I <sub>B</sub>	Base Current (DC)		120	mA
T <sub>J</sub>	Junction Temperature		150	°C
T <sub>STG</sub>	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C

Tabela 1 Especificação do TIP 122 (manual técnico)

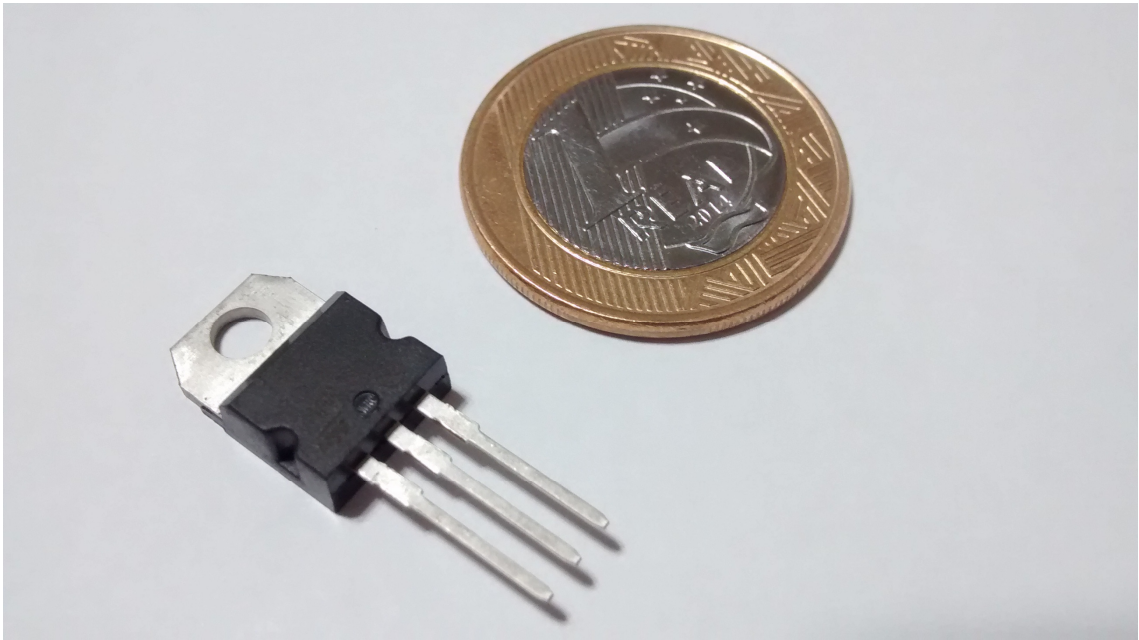


Figura 15 TIP122 (acervo pessoal)

### 3.2 Sensor de Corrente ACS711

Sensibilidade (Sens). A alteração na saída do sensor, em resposta a uma mudança 1A através do condutor primário. A sensibilidade é o produto da sensibilidade magnética circuito ( $G / A$ ) e o ganho do amplificador de IC linear ( $mV / L$ ). O ganho do amplificador linear IC é programado na fábrica para otimizar a sensibilidade ( $mV / A$ ) para a corrente em grande escala do dispositivo.

Noise (VNOISE). O produto do ganho do amplificador linear IC ( $mV$ ) e o piso de ruído para o efeito Allegro Salão linear IC. O barulho chão é derivado do ruído térmico e tiro observada em elementos de Hall. Dividindo o ruído ( $mV$ ) pela sensibilidade ( $mV / A$ ) fornece aos a menor corrente de que o dispositivo é capaz de resolver.

Linearidade (ELIN). O grau em que a tensão de saída do sensor varia em proporção direta com a corrente primária através da sua amplitude de escala completa. Não-linearidade na saída pode ser atribuído à saturação do concentrador de fluxo que se aproxima a corrente de escala completa. A seguinte equação é utilizada para derivar a linearidade:

$$100 \left\{ 1 - \left[ \frac{\Delta g_{\text{anho}} \times \% \text{saturação}}{2} \left( \frac{V_{\text{iout}} - V_{\text{iout}}(Q)}{V_{\text{iout}} - V_{\text{iout}}(Q)} \right) \right] \right\}$$

Equação 2 Equação de linearidade (manual técnico)

onde amperes VIOUT\_full escala = a tensão de saída (V) quando a corrente detectada aproxima-escala completa  $\pm$  IP.

Simetria (ESYM). O grau ao qual a saída de tensão absoluta do sensor varia em proporção a qualquer uma corrente primária em grande escala positivo ou negativo. A seguinte fórmula é usada para derivar simetria:

$$100 \left( \frac{V_{\text{iout}} + \text{escala real amper} - V_{\text{iout}}(Q)}{V_{\text{iout}}(Q) - V_{\text{iout}} - \text{escala real amper}} \right)$$

Equação 3 Equação de simetria (manual técnico)

Tensão de saída de repouso (VIOUT (Q)). A saída do sensor quando a corrente primária é zero. Para uma tensão de alimentação unipolar, ele permanece no VCC nominalmente / 2. Assim, a VCC = 3,3 V traduz em VIOUT (Q) = 1,65 V. A variação na VIOUT (Q) pode ser atribuída à resolução do Allegro linear IC guarnição tensão quiescente e deriva térmica.

Offset de tensão elétrica (VOE). O desvio do dispositivo de saída para cima do seu valor ideal de repouso de VCC / 2 devido a causas não magnéticos. Para converter esta tensão para amperes, divida pela sensibilidade do dispositivo, Sens.

Precisão (ETOT). A precisão representa o máximo desvio da saída real do seu valor ideal. Isto também é conhecido como o erro total de saída. A precisão é ilustrado graficamente no gráfico contra a tensão de saída de corrente abaixo.

Radiométrica. A característica significa que a sua radiométrica 0 Uma saída, VIOUT (Q), (VCC nominalmente igual a / 2) e sensibilidade, Sens, são proporcionais à sua tensão de alimentação, a VCC. A seguinte fórmula é utilizado para derivar a mudança radiométrica 0 em uma tensão de saída,

$$100 \left( \frac{Viout(Q)VCC/Viout(Q)3,3V}{VCC/3,3V} \right)$$

Equação 4 Equação de radiometria (manual técnico)

A alteração na sensibilidade radiométrica, ΔSensRAT (%), é definido como:

$$100 \left( \frac{SensibilidadeVCC/sensibilidade3,3V}{VCC/3,3V} \right)$$

Equação 5 Equação de sensibilidade/ radiometria (manual técnico)

### 31AB PERFORMANCE CHARACTERISTICS<sup>1</sup>

TA = 25 ° C e VCC = 3,3 V, salvo indicação em contrário

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	IP		-31	-	31	A
Sensitivity	Sens	Across full range of IP	-	45	-	mV/A
Noise <sup>2</sup>	V <sub>NOISE</sub>	No external low pass filter on VIOUT	-	8	-	mV
Electrical Offset Voltage	V <sub>OE(TA)</sub>	IP = 0 A	-	±5	-	mV
	V <sub>OE(TOP)HT</sub>	IP = 0 A, TA = 25 °C to TA(max)	-	±30	-	mV
	V <sub>OE(TOP)LT</sub>	IP = 0 A, TA = -40 °C to 25 °C	-	±35	-	mV
Total Output Error <sup>3</sup>	E <sub>TOT</sub>	IP = ±25 A, TA = -40 °C to TA(max)	-	±4	-	%

Tabela 2 Características do ASC711 (manual técnico)

- 1.Ver prestação característica de dados para distribuições de parâmetros em toda a faixa de temperatura completo.
- 2.Tensão de ruído ± 3 sigma.
- 3.Percentage de IP, com IP = ± 31 A.

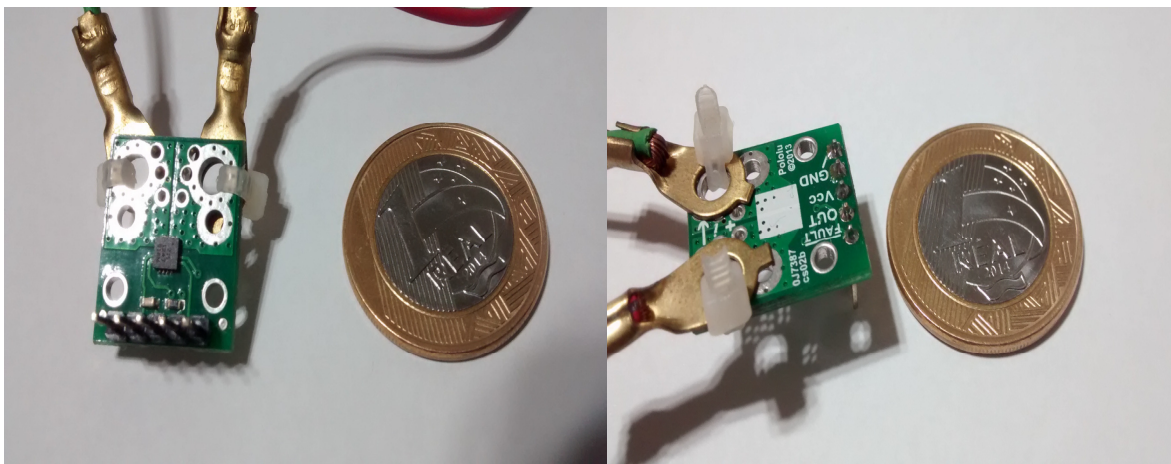


Figura 16 Sensor de corrente (acervo pessoal)

## 4 PROJETO

A seguir mostraremos a montagem e desenvolvimento do projeto.

### 4.1 Comunicação entre sistemas

Após os estudos feitos fomos para mesa de projetos colocar nosso conhecimento em pratica, o inicio foi fazer a comunicação do Arduino com o Labview essa parte parece fácil pois todos os fórum e discursões sobre o assunto orientava o programador a baixar alguns programas básicos da NI. Sendo os seguintes VI Package Manager, esse por sua vez lhe permite baixar o Toolkit do Arduino na versão do seu Labview, no nosso caso foi a versão 2013, esse programa tem os blocos de inicialização e atuação do Arduino.

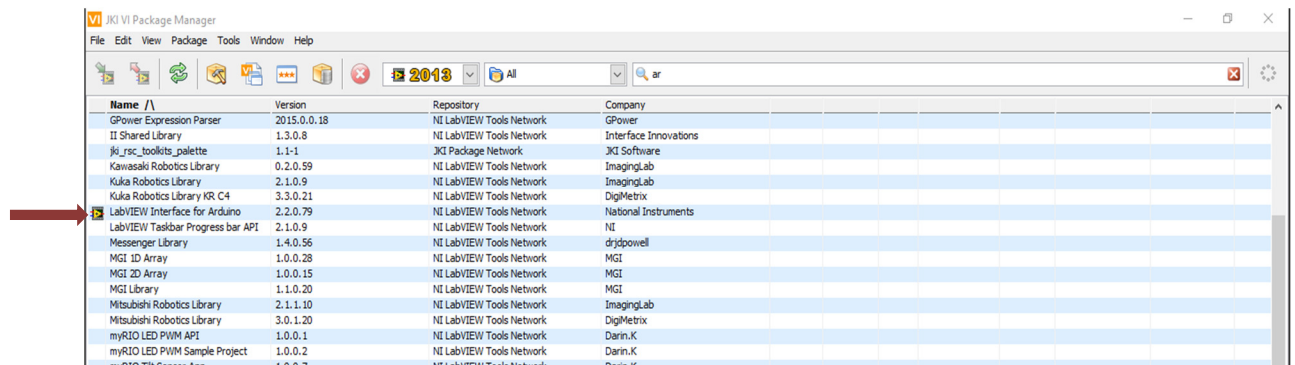


Figura 17 VI Packager Manager (acervo pessoal)

Feito o download deve instalar o programa, outro programa que deve ser baixado é o NI VISA esse programa fará a comunicação do Arduino com o Labview. No nosso caso teve um problema pois o Labview ainda tinha que ter uma porta de acesso adicionada para a comunicação. Feito isso conseguimos usar o Labview e o mesmo comunicava com o Arduino.



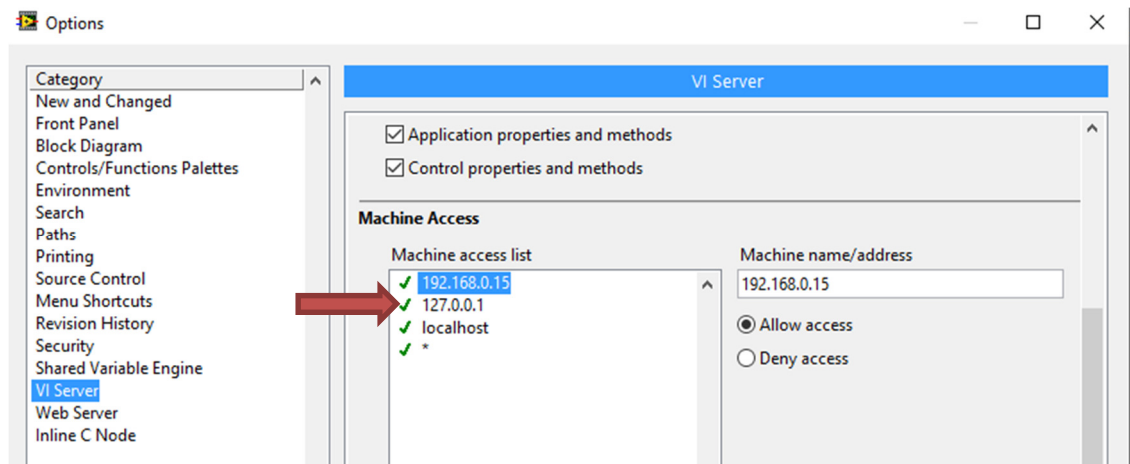


Figura 18 Porta VI Server adicionada (acervo pessoal)

O programa do Arduino também deve ser baixado para que o Labview instale o Firmware o caminho a ser seguido depende de cada instalação, mas o mais comum é o seguinte `C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2013\vi.lib\LabVIEW Interface for Arduino\Firmware\LIFA_Base\LabVIEWInterface.ino`, ao clicar nessa arquivo o programa do Arduino deve abrir, deve verificar se o Arduino esta ligado na porta USB certa, verifica se o programa esta certo e carrega no Arduino, depois desse passo o programador consegue fazer a comunicação do Labview com o Arduino.

## 4.2 Testes preliminares

O primeiro passo feito após a comunicação foi testar algum programa no Labview que comunicasse com o Arduino e tivesse alguma resposta nos pacotes baixados tem alguns exemplos que podem ser aplicados de forma bem rápida usamos o exemplo de acender um LED.

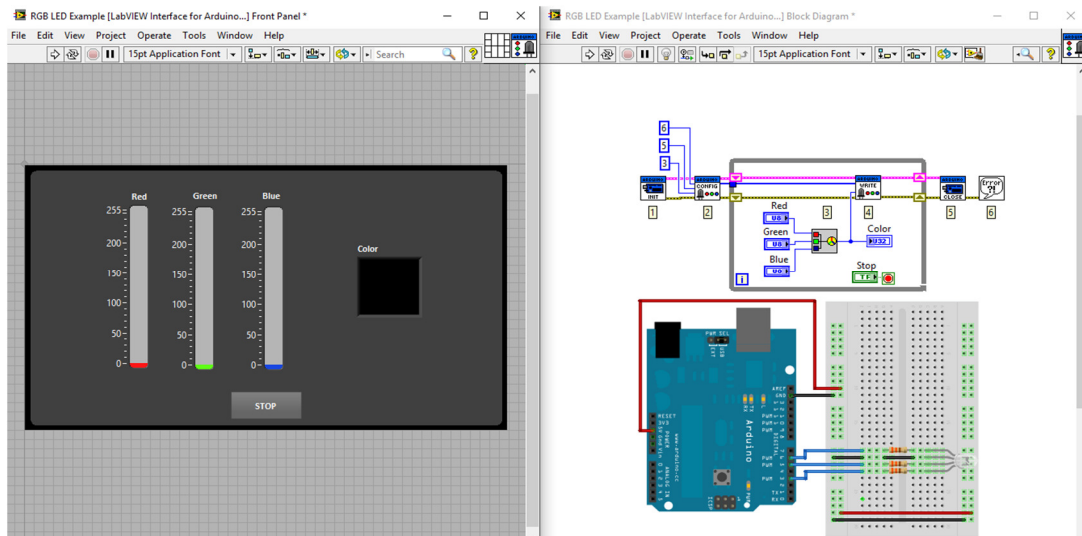


Figura 19 Painel Frontal e Diagrama do programa acende LED (acervo pessoal)

Ao testar constatamos que ao rodar o programa na primeira vez o mesmo é transferido para o Arduino e deve aparecer a mensagem de erro 5002, deve tronar a rodar o programa e o mesmo irá funcionar perfeitamente.

O segundo teste foi fazer a leitura do sensor ACS711, esse por sua vez como já vimos antes na descrição manda o valor em tensão a mesma para ser convertida em corrente deve aplicar as formulas já estipuladas como nós usamos a tensão de alimentação do sensor com 5V a formula também deve ser mudada para esse valor em vez de 3,3V. Como a precisão do sensor é de 100mV usamos varias técnicas de programação aprendida no decorrer do curso de Labview para afinar e obter essa precisão.

O terceiro teste foi atuar alguma das saídas disponíveis, usamos o TIP122 juntamente com uma lâmpada e uma saída PWM para controlar a mesma, conforme a Figura 13.

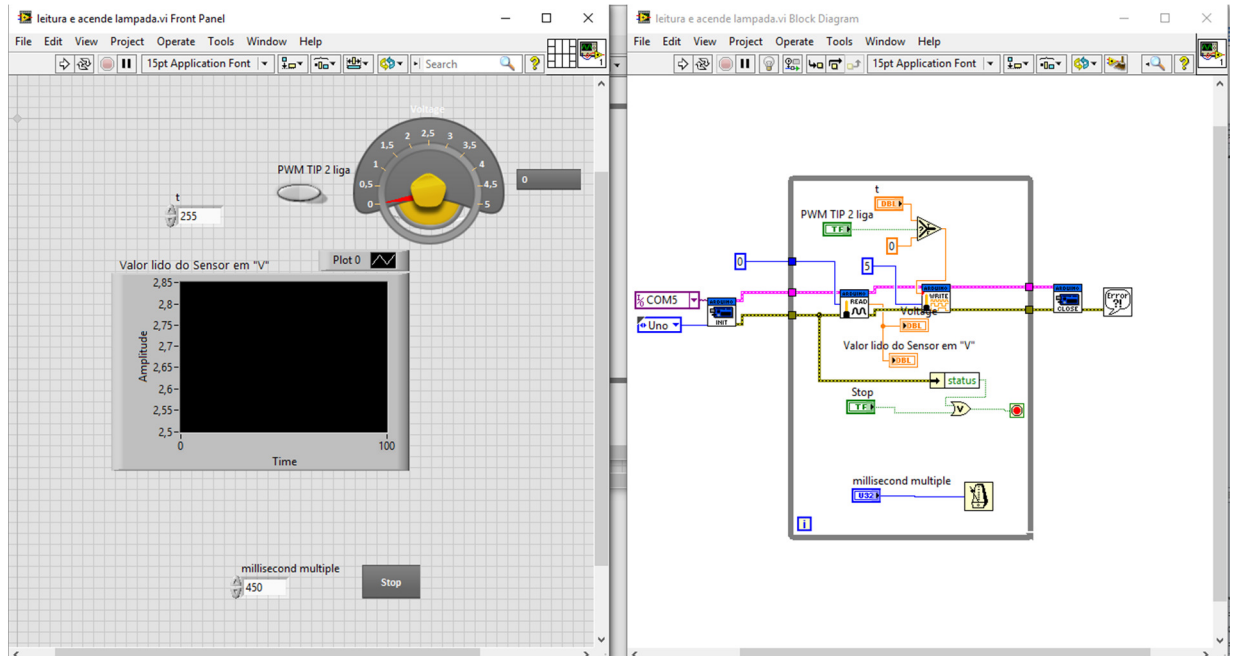


Figura 20 Acender uma lâmpada usando PWM e leitura do sensor ACS711 (acervo pessoal)

Ao termino dos testes preliminares nos já podíamos começar a desenvolver a logica e a montagem do circuito para o projeto. A fim de termos uma plataforma mais rápida de atuação usamos uma protoboard para as ligações e suportes dos matérias empregados no projeto bem como o sensor os TIP's e o arduino.

### 4.3 Implementações

Após os testes já findados começamos a aplicar todos os conceitos para as implementações necessárias montamos o seguinte circuito Figura 14.

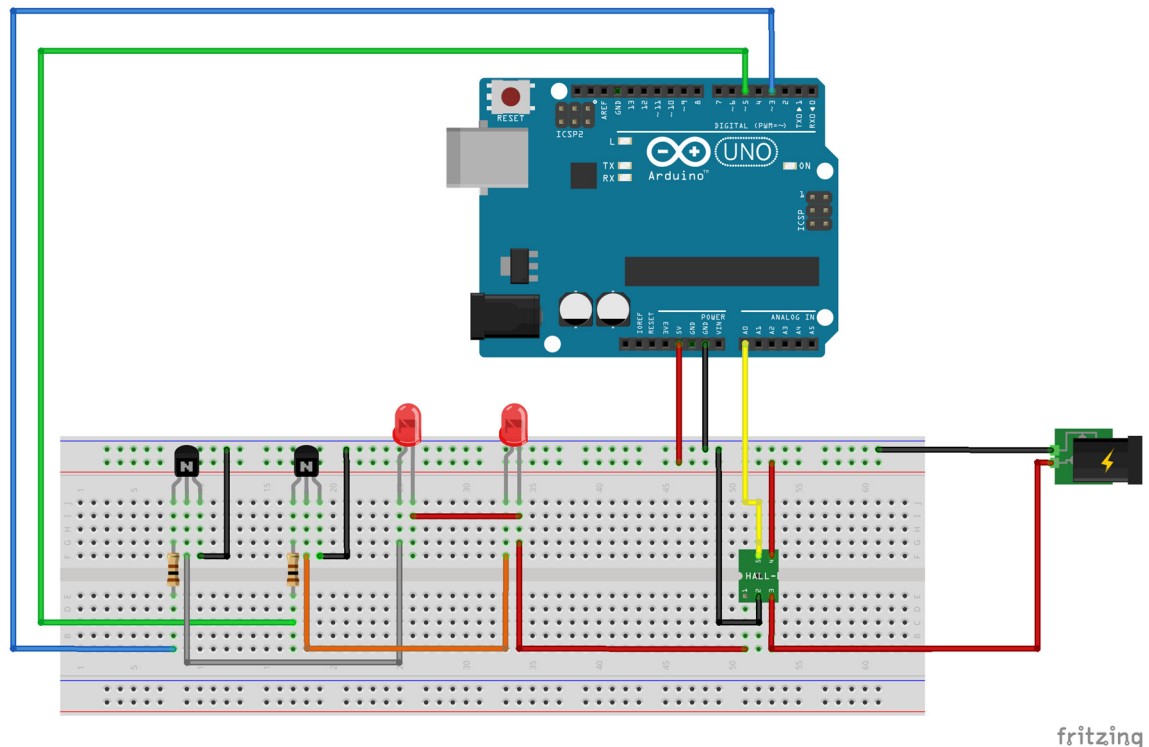


Figura 21 Esquema elétrico montado (acervo pessoal)

Nós utilizamos dois LED's para representar as lâmpadas.

O projeto tem como base ler a corrente utilizada pelos consumidores e sabendo essa corrente de consumo podemos adequar a programação a esse determinado componente, no nosso projeto a lâmpada é de 21W 12V isso dará uma corrente de 1,75A sabendo que a formula para corrente quando se tem potencia e tensão é a seguinte:

$$\left(\frac{P}{V}\right) = I \quad \left(\frac{21}{12}\right) = 1,75A$$

Equação 6 Equação de corrente

No nosso projeto nós utilizamos uma fonte de 6V 2A isso limita a tensão do circuito e a corrente também chegando a um valor de 1A por lâmpada em média, isso afim de arquitetura do projeto não influencia, apenas em ter uma precisão maior do nosso sistema. Para termos certeza da corrente utilizamos um multímetro ligado em serie medindo a corrente conforme Figura 15:

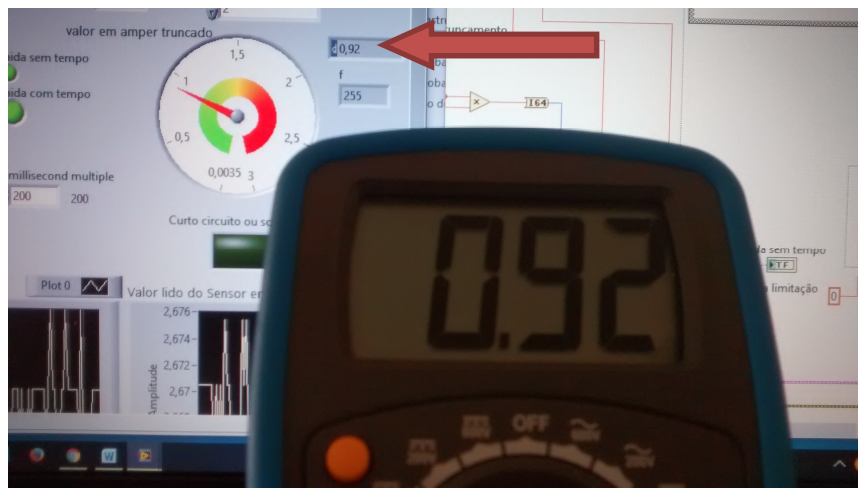


Figura 22 Leitura de corrente (acervo pessoal)

Para chegarmos nesse valor temos um ajuste a ser feito na leitura do sensor essa variação poder ser mudada em diferentes situações a mais comum é a temperatura ambiente e se o sistema já esta funcionando a muito tempo. Maior a temperatura maior o consumo de corrente.

Depois de feito o ajuste e comparado a corrente podemos dar inicio ao no programam, acertamos as configurações básicas de corrente lida e corrente do equipamento as ser usado e damos inicio no programa. Esse por sua vez verifica se o valor de corrente lido é menor do que o valor de corrente ajustado se for menor liga o componente em questão, se for maior ele verifica após um determinado tempo se pode ligar se a corrente for acima ele desliga se for abaixo da ajustada ele liga. Figura 16

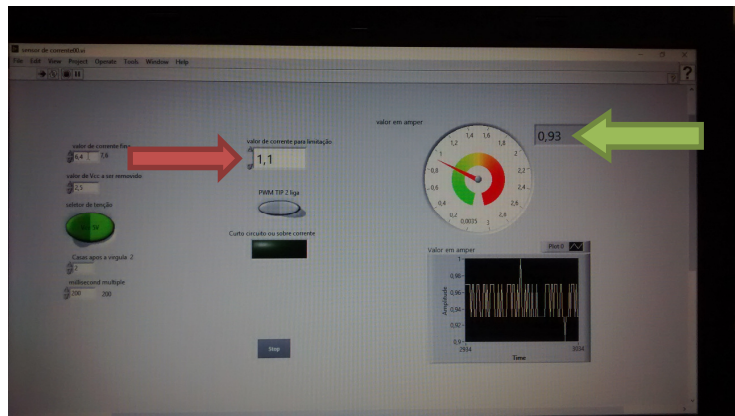


Figura 23 Painel de controle (acervo pessoal)

Conforme está na Figura 16, podemos constatar que o valor ajustado de 1,1A indicado pela seta vermelha está abaixo dos 0,93A lidos pelo sensor consequentemente a lâmpada teste liga essa está na próxima imagem no lado direito da imagem:

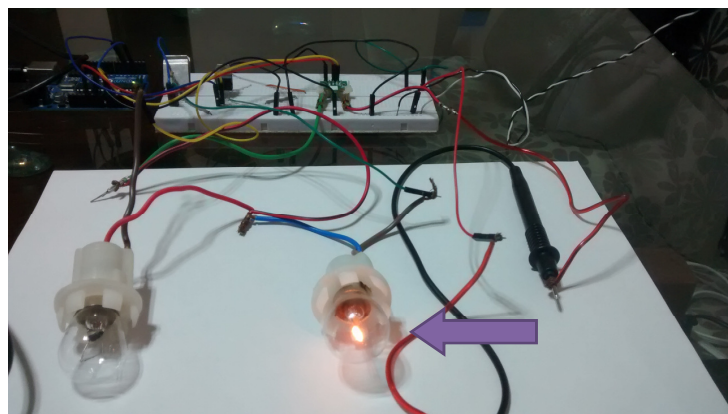


Figura 24 Imagem do circuito montado (acervo pessoal)

Para simular um curto circuito nós colocamos outra lâmpada ligada em paralelo com a nossa lâmpada de teste, essa por sua vez ao ser ligada consome o mesmo valor da nossa lâmpada de teste porem ao tentarmos ligar a nossa lâmpada de testes a mesma não liga, pois a corrente será maior do que o ajustado até que essa segunda lâmpada seja desligada ou o “curto circuito” desfeito a nossa lâmpada de teste permanecerá apagada. Além de ter uma indicação de curto circuito ou sobre corrente Figura 18:



Figura 25 Painel de controle (acervo pessoal)

Podemos notar na imagem que o botão indicado pela seta azul está ativo, esse por sua vez liga a segunda lâmpada ou lâmpada de “curto circuito” aumentando a corrente essa ultrapassa o valor ajustado e desliga a lâmpada teste. Logo abaixo a indicação de curto circuito. Porem ao olharmos para o gráfico indicado pela seta roxa podemos observar os picos de corrente esses por sua vez acontece devido as tentativas de religarem a lâmpada teste porem ultrapassam o valor ajustado e deixa e mesma desligada conforme a Figura 19.

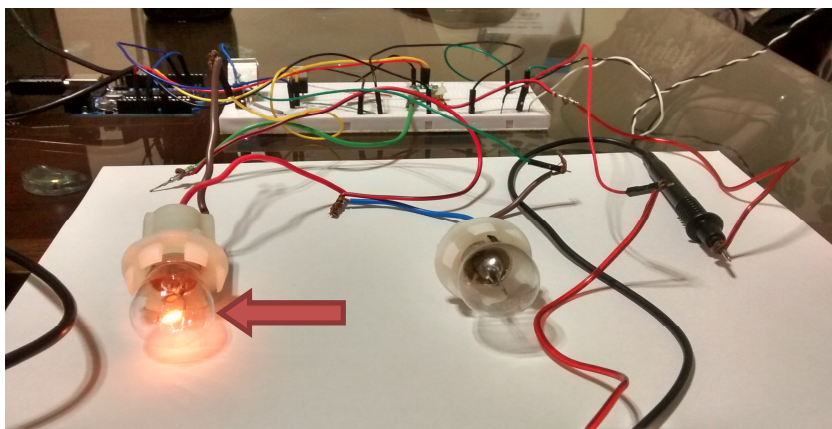


Figura 26 Imagem do circuito montado (acervo pessoal)

Na Figura 19 podemos notar a segunda lâmpada “curto circuito” acesa e a lâmpada teste apagada. Na Figura 20 podemos notar no gráfico a lâmpada teste ao ser ligada.

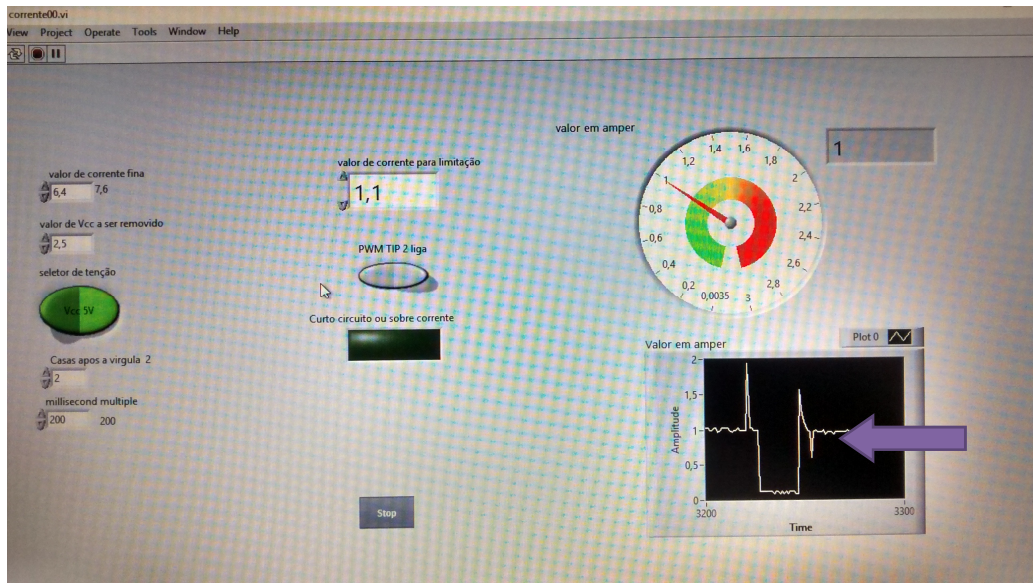


Figura 27 Painel de controle (acervo pessoal)

Na Figura 20 podemos constatar que a indicação de curto circuito se apagou e o gráfico indicado pela seta roxa mostra a lâmpada teste ligando novamente. Conforme Figura 21.

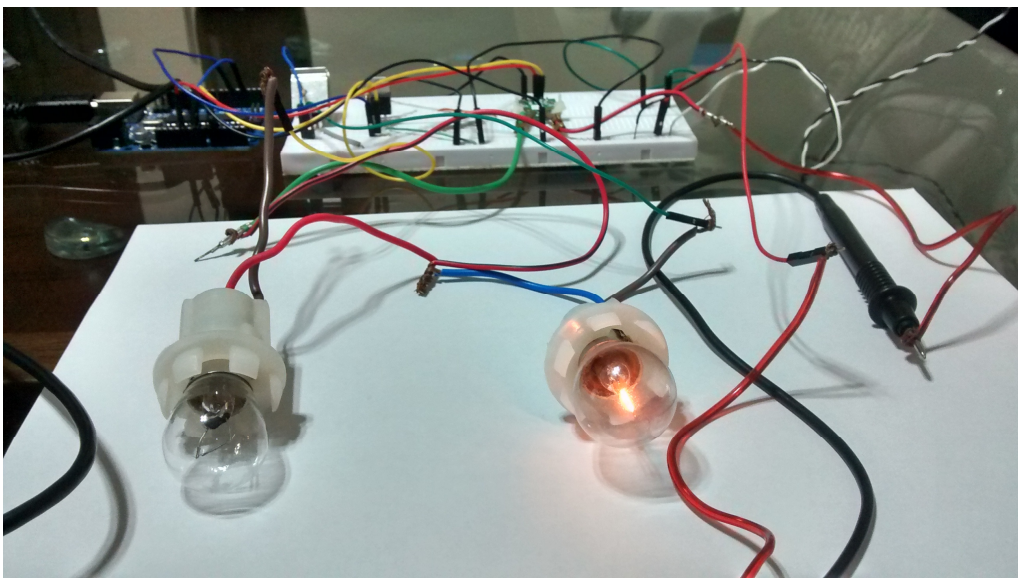


Figura 28 Imagem do circuito montado (acervo pessoal)

Com isso podemos constatar que o nosso sistema foi terminado.



## 5 CONCLUSÕES

Após o conteúdo exposto nesse trabalho, faz se necessário destacar que as centrais elétricas veiculares estão defasadas tecnologicamente em relação ao que já possui os veículos nos dias atuais. O processo de gerenciamento eletrônico dos veículos está cada dia mais sofisticado, a cada dia mais sensores e atuadores são implementados nos veículos necessitando de maior precisão dos componentes já existentes, ou mais além uma repaginação estrutural dos mesmos para suportar toda essa nova tecnologia.

Os resultados obtidos nesse projeto foram positivos em relação à escolha do mesmo não totalmente satisfatórios pois a falta de tempo hábil, não permitiu um maior aprofundamentos de temas abordados e outros que não foram abordados no projeto.

Implantar o sistema em um modelo de menor escala, apesar da simplicidade se comparado ao sistema original, foi um grande desafio exigiu muito do conhecimento adquirido durante o curso. Foi possível comprovar a complexidade de um sistema próximo ao nosso, uma central eletrônica.

O avanço da eletrônica embarcada trouxe facilidades e soluções que componentes com sistemas mecânicos não conseguimos solucionar, porem com grande dificuldade de aceitação.

As sugestões para melhorias futuras:

- A) Criar um hardware mais robusto, em uma protoboard;
- B) Criar uma tabela de falhas;
- C) Achar componentes mais precisos
- D) Ter uma comunicação entre outros módulos eletrônicos através das linhas de comunicação veicular como a rede CAN
- E) Criar uma programação direta no PIC ou no próprio Arduino e não usar mais o Labview

## 6 REFERÊNCIAS

CAMARGO, Dario; *Labview, o início de tudo*; Disponível em <<http://www.artigonal.com/programacao-artigos/labview-o-inicio-de-tudo-4161467.html>>, acessado em 18/11/2015.

NERY, Roberta Tamara da costa; *Introdução ao LabVIEW*; Disponível em <[http://www.fec.unicamp.br/~almeida/IC908/Apostila\\_LabVIEW\\_versao%203.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~almeida/IC908/Apostila_LabVIEW_versao%203.pdf)>, acessado em 18/11/2015.

ARDUINO.TM; *Arduino Uno*; Disponível em <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>, acessado em 18/11/2015.

GUIMARÃES, Alexandre de Almeida; *Eletrônica Embarcada Automotiva*, 1ªEd., São Paulo– SP. 2007.

BOSCH, Robert; *Manual de Tecnologia Automotiva*. Editora Edgard Blücher, 2005.

CÂMARA, Júlio César Chaves; *Monitoramento Eletrônico da Mistura Ar/Combustível em Motores de Combustão Interna Ciclo Otto*, Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da UFBA, Salvador – BA. 2006.

MICROCHIP. TIP122 Data Sheet. U.S.A.: 2015.

MICROCHIP. ACS711 Data Sheet. U.S.A.: 2015.

MILHOR, Carlos Eduardo; *Sistema de Desenvolvimento para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna Ciclo Otto*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos - SP, 2015.

PUJATTI, Fabrício José Pacheco; *Desenvolvimento de um Sistema de Gerenciamento Eletrônico para Motores de Ignição por Centelha*. Tese Doutorado, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte – MG, 2007

LITTEFUSE. **Especificações Técnicas**. Disponível em <<http://www.littelfuse.com/products/fuses.aspx>>. Acesso em 01/12/2015.

HODEL, Kleber. **Limites do Protocolo CAN (Controller Area Network) para Aplicações que Exigem Alto Grau de Confiabilidade Temporal**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestre em Engenharia). – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, São Paulo.

JONES, Tristan. Using LabVIEW for Automotive Communications and Diagnostics. **National Instruments, Reino Unido, 2007. Disponível em**

< <ftp://ftp.ni.com/pub/branches/uk/automotive/AutomotiveBooklet.pdf> >. Acesso em 20/09/2015

INFOMOTOR. **Especificações Técnicas.** Disponível em ( <http://www.infomotor.com.br/site/2009/07/rele-automotivo/>>. Acesso em 05/12/2015.

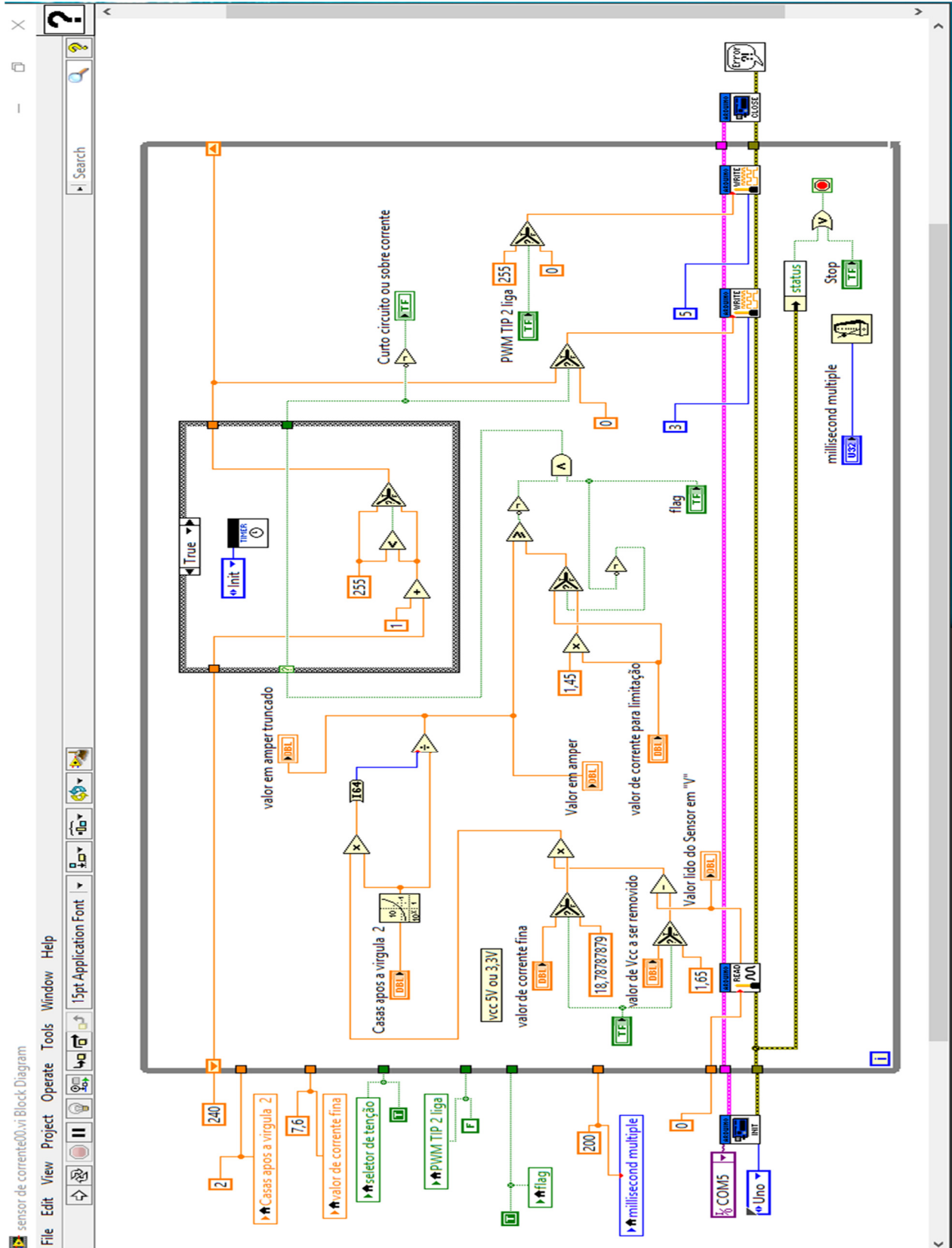
BOYLESTAD, R. e NASHELSKY, L. (1998) *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*, Editora LTC 6ª edição

WALKER, J (2009) *Fundamentos de Física*, Editora LTC 8ª edição

LAGANÁ, A.A.M. (2011), **Apostila de Sensores.** Equipe da FATEC - Santo André.

# 7 ANEXOS

## 7.1 Programação no Labview



sensor de corrente00.vi Front-Panel  
File Edit View Project Operate Tools Window Help

valor de corrente fina 12.4 7.6  
valor de Vcc a ser removido 2.5  
seletor de tensão Vcc 3.3V  
Casas apos a virgula 2 0  
milisecond multiple 450 200

valor de corrente para limitação 0

PWM TIP 2 liga

Curto circuito ou sobre corrente

Stop

valor em amper 0

Plot0

Amplitude

Time