

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA

DARKE MACIEL RANGEL

**PROPOSTA DE PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ACIONAMENTO REMOTO
DE IGNIÇÃO ELETRÔNICA**

VITÓRIA
2016

DARKE MACIEL RANGEL

**PROPOSTA DE PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ACIONAMENTO REMOTO
DE IGNIÇÃO ELETRÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário Católico de Vitória,
como requisito obrigatório para obtenção do
título de Engenheiro em Produção.

Orientador: Prof. Wesley Lucas Breda

VITÓRIA
2016

DARKE MACIEL RANGEL

**PROPOSTA DE PROTÓTIPO DE SISTEMA DE ACIONAMENTO REMOTO
DE IGNIÇÃO ELETRÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Católico de Vitória, como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheiro em Produção.

Aprovado em _____ de _____ de _____, por:

Prof. Wesley Lucas Breda - Orientador

Prof. Fernando Oliveira Boechat, Centro Universitário Católico de Vitória

Prof. Jerry Adriane Domingos, Centro Universitário Católico de Vitória

Dedico este trabalho a Deus, a minha família, a minha namorada Késia, e ao meu orientador Wesley que me ajudaram, me apoiaram e estiveram comigo nesse período de grandes desafios.

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer por essa conquista a toda minha família e principalmente a Deus, que me sustentou e me deu forças para superar vários desafios que surgiram durante esse longo período, com esta vitória várias oportunidades surgem nessa minha nova etapa da minha vida, estou certo que continuarei dando orgulho a todos vocês.

A toda a minha família e amigos, quero que saibam que vocês foram essenciais para que eu alcançasse esse objetivo, sempre me apoiando e proporcionando momentos de alegria e reflexão para seguir adiante sem desistir.

A minha namorada, Késia, que esteve sempre me apoiando com amor e carinho ao longo de todo o curso, não me deixando desistir nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Wesley que pacientemente me orientou e aconselhou sempre objetivo e sincero para que eu pudesse ser aprovado.

Ao professor Jerry e ao professor Fernando, que estiveram me apoiando ao longo do período do trabalho, demonstrando sempre o cuidado e sua disponibilidade em ajudar.

A todos vocês os meus sinceros agradecimentos e meu muito obrigado!

"Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem 'Por quê?' Eu sonho com
as coisas que nunca foram e digo 'Por que não?'"
George Bernard Shaw

RESUMO

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de realizar uma proposta de um novo sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica para automóveis de câmbio manual e automático, visto que a pequena quantidade de sistemas nacionais similares a este que estão disponíveis no mercado detêm um alto custo para o usuário, tornando-se inviável economicamente. Com a utilização da tecnologia de simulação foi proposto um modelo de sistema de baixo custo, que foi testado e validado a fim de atender as necessidades básicas dos clientes e atender ao mercado consumidor nacional. A simulação foi considerada e utilizada devido à seu papel fundamental de conseguir reproduzir com veracidade uma visão real do sistema, através de técnicas computacionais. O modelo proposto de sistema se encaixa como um item atrativo, devido ao fato de que ele ao ser comparado com seus concorrentes é destacado como superior, o modelo também traz uma solução inovadora para o acionamento remoto para automóveis de câmbio manual, que no Brasil atual detêm um forte mercado consumidor e não era contemplado.

Palavras-chave: Sistema, Simulação, Tecnologia, Custo.

ABSTRACT

This work was done with the purpose of making a proposal for a new remote drive system electronic ignition for manual and automatic transmission cars, since the small amount of national systems similar to this that are available in the market hold a high cost to the user, making it economically unviable. With the use of simulation technology has been proposed a low-cost system model, which has been tested and validated to meet the basic needs of customers and meet the domestic consumer market. The simulation was considered and used due to its key role to be played back truthfully a real view of the system, using computational techniques. The proposed model system fits as an attractive item, due to the fact that it to be compared with its competitors is highlighted as superior, the model also brings an innovative solution for the remote drive for manual transmission cars, which in Brazil today hold a strong consumer market and was not included.

Keywords: System, Simulation, Technology, Cost.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 01 - Tipos de energia e sensores	30
Imagem 02 - Arquitetura básica do CLP	34
Imagem 03 - Forma de atuação do CLP	35
Imagem 04 - Modelo Arduino Uno.....	38
Imagem 05 - Estrutura interna de um relé	39
Imagem 06 - Ilustração de funcionamento de um relé	40
Imagem 07 - Módulo do relé 5v 2 canais	41
Imagem 08 - Pinagem do módulo do relé 2 canais	41
Imagem 09 - Conexão do módulo do relé com o Arduino e a Carga.....	42
Imagem 10 - Sistema de ignição convencional	45
Imagem 11 - Bobina de ignição convencional	46
Imagem 12 - Vela de ignição nova versus vela de ignição com desgaste	47
Imagem 13 - Módulo receptor de IF ligado ao Arduino Uno	55
Imagem 14 – Chave de contato ligado ao Arduino Uno	56
Imagem 15 - Resistências ligadas ao fio do comutador	57
Imagem 16 - Relé de 15 e 50 ligados ao Arduino Uno	59
Imagem 17 - Protótipo do sistema completo	60
Imagem 18 – Fluxograma do sistema	68
Imagem 19 – Modelo do circuito	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - As vantagens e desvantagens dos sensores de contato	32
Tabela 02 - As vantagens e desvantagens dos sensores de proximidade.....	32
Tabela 03 - Comandos Ladder abordados pela IEC 61131-3	37
Tabela 04 - Especificações Técnicas do Arduino Uno	38
Tabela 05 - Tipos básicos de dados em C++	49
Tabela 06 - Comparação funcional de sistemas	70
Tabela 07 - Custos com o protótipo	72
Tabela 08 - Despesas com o protótipo.....	73
Tabela 09 - Gastos totais com o protótipo.....	74
Tabela 10 - Comparação de valor entre os sistemas	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Sinal de saídas do sensor analógico	30
Gráfico 02 - Sinal de saída do sensor digital	31

LISTA DE SIGLAS

CLP - Controlador Lógico Programável

CPU - Unidade Central de Processamento

EPROM - Memória Programável Apagável somente de leitura

GND - Terra

IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional

IF - Infravermelho

PPM - Partes por milhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
2.1 AUTOMAÇÃO	29
2.2 TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO.....	29
2.2.1 Sensores	29
2.2.1.1 Sensor de contato	31
2.2.1.2 Sensor de proximidade.....	32
2.2.1.3 Sensor de posição.....	33
2.2.1.4 Transdutores	34
2.2.2 Controle Lógico Programável	34
2.2.2.1 Linguagens de programação	36
2.2.2.2 Arduino	37
2.2.3 Relé - Estrutura e Funcionamento	39
2.2.3.1 Funcionamento do Relé	40
2.2.3.2 Módulo do Relé utilizado no projeto	40
2.3 TRABALHOS CORRELATOS	42
2.3.1 Patente - US 5054569 A.....	43
2.3.2 Viper Basic - Way Remote Start System	43
2.3.3 Chevrolet - OnStar.....	43
2.4 SISTEMA DE IGNIÇÃO CONVENCIONAL	44
2.5 GASTOS, CUSTOS E DESPESAS	48
2.6 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C++.....	49
3 METODOLOGIA	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA	55
4.1 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - MÓDULO INFRATERMELHO.....	55
4.2 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - CHAVE DE CONTATO	56
4.3 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - RESISTÊNCIAS.....	57
4.4 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - RELÉ 15 E 50.....	58
4.5 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - SISTEMA COMPLETO	60
4.6 CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM C++ DO PROTÓTIPO DO SISTEMA	62
4.7 PROTÓTIPO DO SISTEMA	69
4.8 ANÁLISE DA VIABILIDADE FUNCIONAL E ECONÔMICA DO PROTÓTIPO.....	70
4.8.1 Análise de abrangência funcional.....	70
4.8.2 Análise de viabilidade econômica	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS.....	79

ANEXO A - PROTÓTIPO DO SISTEMA COMPLETO	84
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

O mercado automobilístico brasileiro tem se mostrado cada vez mais complexo e competitivo, as novas tecnologias tem se mostrado variáveis-chaves para o desenvolvimento contínuo das indústrias automobilísticas. As Indústrias automobilísticas estão em constante processo de desenvolvimento e otimização, promovendo novas formas de produzir seus automóveis com maiores quantidades de funções a fim de atender seus clientes (MCALINDEN et al., 2000; PNGV: SEVENTH REPORT, 2001). De acordo com Rosário, a inovação tecnológica precisa ser base para as empresas, pois ela define fatores de competitividade e direcionam as estratégias para a participação no mercado (ROSÁRIO, 2009).

Segundo Enéas, podemos atribuir a constante evolução da indústria automobilística, nos principais mercados, pela intensificação da descoberta e compartilhamento da tecnologia em geral, pelo acirramento da concorrência e por causa da diminuição dos diferenciais competitivos. "O tempo de realização de uma determinada tarefa com rapidez e confiabilidade é característica da sociedade moderna" (NEVES et al., 2007, p. 4), com os constantes avanços na tecnologia o uso da automação nos automóveis tem sido um grande fator diferencial competitivo, visto que o mercado tem sido cada vez mais exigente no que se refere à rapidez, confiabilidade, eficiência, qualidade e inovação, sendo que todos esses fatores resultam em um alto custo para o desenvolvimento de sistemas.

O trabalho partiu do seguinte problema de pesquisa, há um alto custo para o desenvolvimento de sistemas de acionamento remoto de automóveis de cambio automático e manual, devido a diversos fatores sendo eles a tecnologia desenvolvida, a inovação, a eficiência e confiabilidade desse sistema, como também os seus funcionalidades, esses fatores contribuem de forma direta e/ou indiretamente no custo final do sistema, fazendo com que o seu preço repassado ao cliente seja maior.

Segundo Ruy (2003), só é possível o avanço da tecnologia de automação quando há junto dela o desenvolvimento da tecnologia eletrônica e computacional. No entanto mesmo com os diversos avanços na tecnologia e tendo um forte embasamento teórico, ainda não há um item que seja produzido nacionalmente, com

características específicas e com o intuito de acionar remotamente um automóvel sendo ele manual ou automático, que tenha um custo baixo.

Como desenvolver um sistema de baixo custo que acione a chave de ignição eletrônica de automóveis manuais e automáticos remotamente?

Com a tecnologia atual a utilização da simulação é o melhor modo proposto à validação de um modelo de baixo custo de um sistema remoto de ignição eletrônica nacional, a fim de acionar o automóvel à distância, segundo Harrel (2000) a simulação computacional nos auxilia na tomada de decisão, e com o apoio da simulação este modelo foi validado. Segundo Antonelli et al. (2014) a simulação permite uma visão real através da utilização de softwares e modelos matemáticos.

A principal finalidade deste trabalho foi fazer uma proposta viável do ponto de vista funcional e econômico de um modelo de baixo custo de um sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica de fabricação nacional, a fim de acionar o automóvel de câmbio automático e manual à distância.

O mercado de automobilístico está em uma constante busca pelo desenvolvimento do potencial do automóvel de passeio, para que estes atendam as expectativas crescentes que são geradas pelos clientes e que possam gerar valor agregado.

Devido a esse cenário de constantes mudanças, é destacado que a diversidade e a ampliação da tecnologia tem sido um dos fatores que tendem a explicar tais mudanças (CLARK; FUJIMOTO, 1991).

Dentro deste contexto o modelo do item que foi proposto concede ao automóvel de passeio, um diferencial que o torna mais competitivo no mercado e atende a necessidade dos clientes. Este item se enquadra como um atributo atrativo e segundo Tontini (2003), os atributos atrativos quando atendidos trazem grande satisfação aos clientes, ele afirma ainda que atender as necessidades dos clientes esta intimamente ligada à sobrevivência das empresas. O item proposto tem uma grande vantagem competitiva devido ao Brasil não ter um modelo nacional produzido com características semelhantes, além de que o mercado consumidor de automóveis no Brasil com câmbio automático e manual ser benéfico e atraente. O automóvel esta alinhado com as expectativas do mercado, quando se fala em tecnologia e desenvolvimento, quanto do cliente, que tem o desejo pelo conforto e qualidade.

Metodologicamente, este trabalho adotou quanto à natureza da pesquisa científica o tipo de pesquisa aplicada, pois tem a necessidade de solucionar um problema específico. Quanto à abordagem do tipo de pesquisa foi utilizada a pesquisa qualitativa. Para a definição do tipo de pesquisa quanto aos objetivos, foi utilizada a pesquisa exploratória.

Para isto foi necessário a realização de estudos a trabalhos correlatos, estudos ao sistema de ignição convencional de automóveis, a modelagem e simulação de um sistema remoto da chave de ignição do automóvel, como também uma análise de viabilidade funcional e econômica do sistema elaborado.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 AUTOMAÇÃO

A palavra Automação teve origem nos anos 60, o marketing da indústria de equipamentos da época que a criou. Segundo Moraes e Castrucci (2013, p. 12):

Entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.

Segundo Moraes e Castrucci (2013, p. 12), a automação envolve diversos objetivos e necessidades como:

- Maior nível de qualidade, expressa por especificações numéricas de tolerância;
- Maior flexibilidade de modelos para o mercado;
- Maior segurança pública e dos operários;
- Menores perdas materiais e de energia ;
- Mais disponibilidade e qualidade da informação sobre o processo;
- Melhor planejamento e controle da produção.

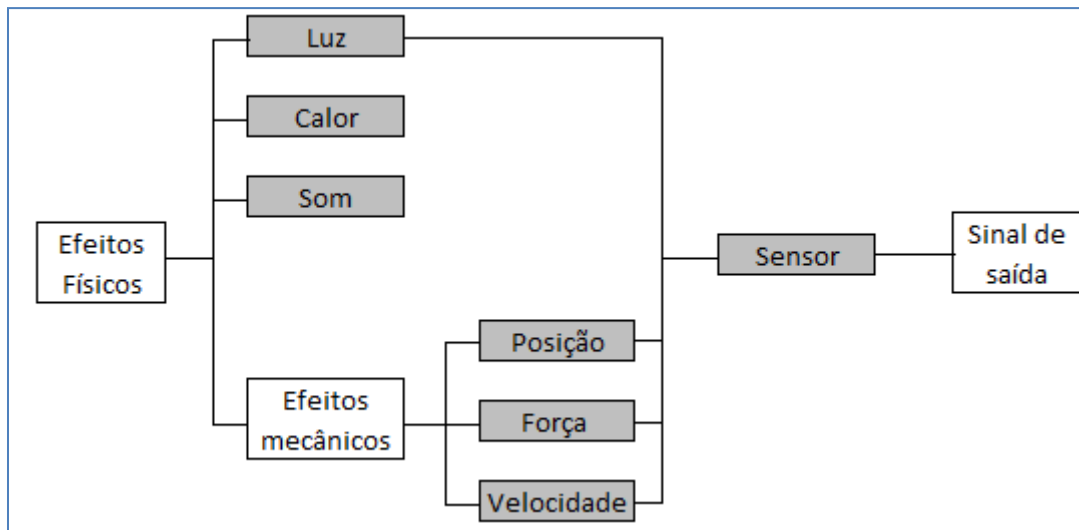
O grande ponto positivo da automação esta no fato de utilizar sistemas que oferecem diversos recursos, um desses recursos é o controle lógico programável (CLP), que possibilita a onipresença da automação.

2.2 TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA AUTOMAÇÃO

2.2.1 Sensores

Segundo Capelli, os sensores são dispositivos fundamentais na Automação de forma geral. Segundo Haag, Araujo e Veit (2005) os sensores são dispositivos com grande utilização na automação que são sensíveis as grandezas físicas como: posições, velocidade, temperatura, etc., que estão no ambiente, como demonstrado na Imagem 1. Os sensores segundo Thomazini e Albuquerque (2005) geralmente dependem de um circuito de interface com o microcontrolador para que seja feita a manipulação dos dados de saída para que tenham características elétricas para leitura do sistema de controle.

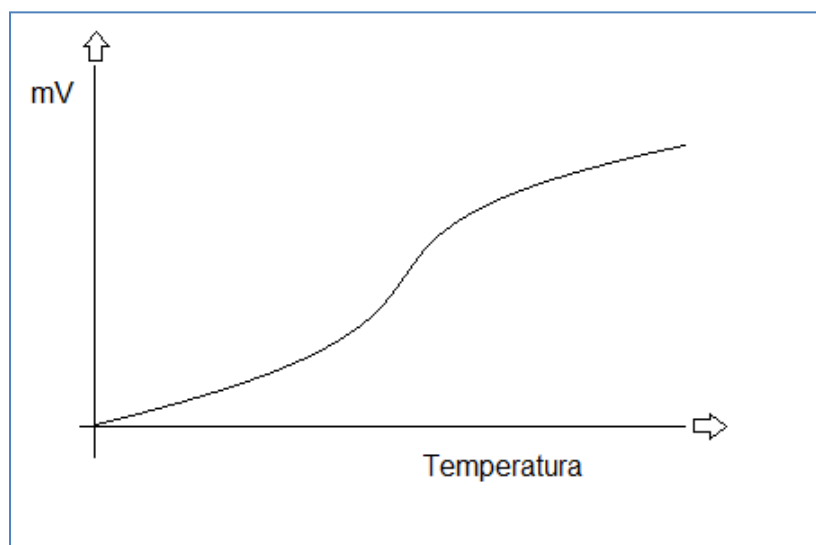
Imagem 1: Tipos de energia e sensores.



Fonte: Thomazini e Albuquerque (2005, p. 18).

Os sensores podem ser divididos em dois grupos, para a coleta de dados, os sensores com sinais digitais e os analógicos. Segundo Thomazini e Albuquerque (2005) os sensores analógicos são utilizados para a mensuração de grandezas físicas que podem assumir variados valores no seu sinal de saída, tais como: pressão, temperatura, ângulo, velocidade, vazão, força, distância, torque, luminosidade e umidade. O Gráfico 1 foi utilizado de modo demonstrativo.

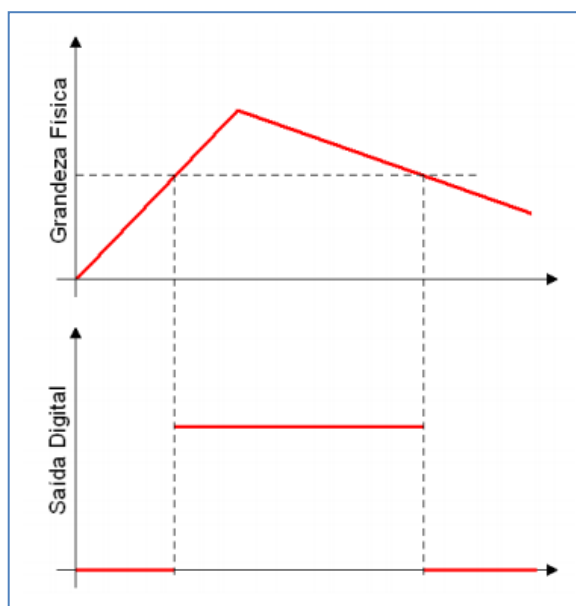
Gráfico 1: Sinal de saídas do sensor analógico.



Fonte: Thomazini e Albuquerque (2005, p. 18).

A automação tem grande foco em comando de eventos, para este tipo é utilizado sensores que tem suas saídas como *LOW* (desligado) ou *HIGH* (ligado) que no caso são sinais discretos, estes são denominados sensores digitais. No Gráfico 2 foi demonstrado como são interpretados os sinais de saída dos sensores digitais.

Gráfico 2: Sinal de saída do sensor digital.



Fonte: Wendling (2010, p. 6).

Dentre os sensores discretos há duas classes que chamam mais atenção, os sensores de contato e os sensores de proximidade (MORAES; CASTRUCCI, 2013).

2.2.1.1 Sensor de contato

Segundo Moraes e Castrucci (2013, p. 47) "[...] nesses sensores, uma força entre o sensor e o objeto é necessária para efetuar a detecção do objeto.", a funcionalidade se dá através do contato físico entre o atuador e o dispositivo, para abertura e fechamento da conexão elétrica. Por terem que suportar o contato com os objetos, os sensores de contato detêm um corpo resistente (MORAES; CASTRUCCI, 2013).

A tabela 1 demonstra as vantagens e desvantagens dos sensores de contato.

Tabela 1: As vantagens e desvantagens dos sensores de contato.

Classificação	Sensores	Vantagens	Desvantagens
Sensores de contato	Chaves de contato	• Capacidade de corrente • Imunidade à interferência • Baixo custo • Tecnologia conhecida	• Requer contato físico com o alvo • Resposta lenta • Contatos apresentam vida <i>bounce</i> e vida curta • Movimento produz desgaste

Fonte: Moraes e Castrucci (2013, p. 49).

2.2.1.2 Sensor de proximidade

Segundo Moraes e Castrucci (2013, p. 48) "[...] nesses sensores, o objeto é detectado pela proximidade ao sensor.", esses sensores se dividem em cinco classes que são as principais destacadas segundo Moraes e Castrucci (2013, p. 48):

- Indutivo: detecta alterações em um campo eletromagnético; é próprio para objetos metálicos;
- Capacitivo: detecta alterações em um campo eletroestático; é próprio para objetos isolantes;
- Ultra-sônico: usa ondas acústicas e ecos; é próprio para objetos de grandes proporções;
- Fotoelétrico: detecta variações de luz infravermelha recebida;
- Efeito Hall: detecta alterações de campo magnético.

A tabela 2 demonstra as vantagens e desvantagens dos sensores de proximidade, classificados como sensores Indutivos, Capacitivos, Ultrassônicos, Hall e Óticos.

Tabela 2: As vantagens e desvantagens dos sensores de proximidade. (Continua)

Classificação	Sensores	Vantagens	Desvantagens
Sensores de proximidade	Indutivos	• Resistentes a ambientes severos • Muito previsível • Vida longa • Fácil instalação • Não depende da superfície do objeto	• Limitação de distância • Detecta principalmente materiais metálicos • Sensível a interferências eletromagnéticas
	Capacitivos	• Detecção através de algumas embalagens • Pode detectar materiais não metálicos • Vida longa	• Distâncias curtas de detecção • Muito sensível a mudanças ambientais • Não é seletivo em relação ao alvo.

Fonte: Moraes e Castrucci (2013, p. 49).

Tabela 2: As vantagens e desvantagens dos sensores de proximidade. (Conclusão)

Classificação	Sensores	Vantagens	Desvantagens
Sensores de proximidade	Ultrassônicos	• Pode medir distâncias longas • Pode ser usado para detectar muitos materiais • Resposta linear com a distância	• Requerem um alvo com área mínima • Apresentam distâncias mínimas de trabalho • Resolução dependente da frequência • Sensível a mudanças do ambiente • Não funciona com materiais com baixa densidade
	Hall	• Vida longa • Fácil instalação • Resposta rápida • Baixo custo	• Não é seletivo em relação ao alvo • Sensível a interferências eletromagnéticas • O alvo deve ter um ímã fixado
	Óticos	• Pode ser usado com qualquer material • Vida longa • Faixa grande de medição • Resposta rápida • Pode retirar o ruído ambiente • Permite o uso de fibras óticas	• Lentes sujeitas a contaminação • Faixa afetada pela cor e refletividade do alvo • Mudança de ponto focal pode modificar o desempenho • Objetos brilhantes podem interferir

Fonte: Moraes e Castrucci (2013, p. 49).

2.2.1.3 Sensor de posição

Estes tipos de sensores são utilizados quando se há necessidade de identificar a posição física do objeto. Com estes tipos de sensores é possível fazer o monitoramento da posição física do objeto, em relação a um ponto de referência, este tipo de sensor é utilizado muitas vezes quando se é necessário produzir peças com precisão.

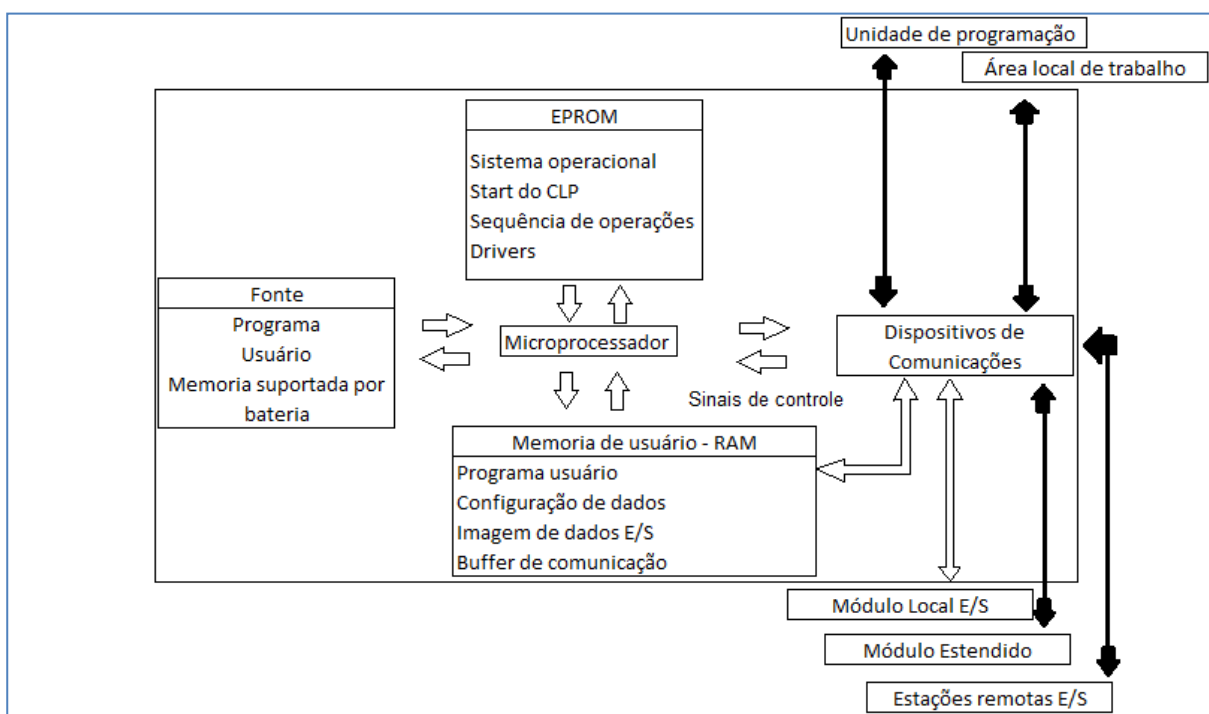
2.2.1.4 Transdutores

O transdutor é um dispositivo completo que contém o sensor e os circuitos que funcionam como interface entre o sensor e os circuitos de controle, eles podem realizar a conversão das grandezas físicas do ambiente externo em sinal de tensão, assim o circuito de controle consegue interpretar tais sinais (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005).

2.2.2 Controle Lógico Programável

Segundo Júnior (2010) o controle lógico programável (CLP) é um dispositivo microcontrolador com microprocessador e que utiliza o circuito integrado (CI) junto a um dispositivo elétrico de controle de sequência. O CLP é altamente versátil e nele é possível realizar diversas funções como: relações lógicas, armazenamento de dados, temporização, sequenciamento e etc. (CAPELI, 2014).

Imagem 2: Arquitetura básica do CLP.



Fonte: Moraes e Castrucci (2013, p. 25).

Segundo Moraes e Castrucci (2013), as principais características do CLP se residem no seu alto nível de programação que resulta numa interface amigável com o

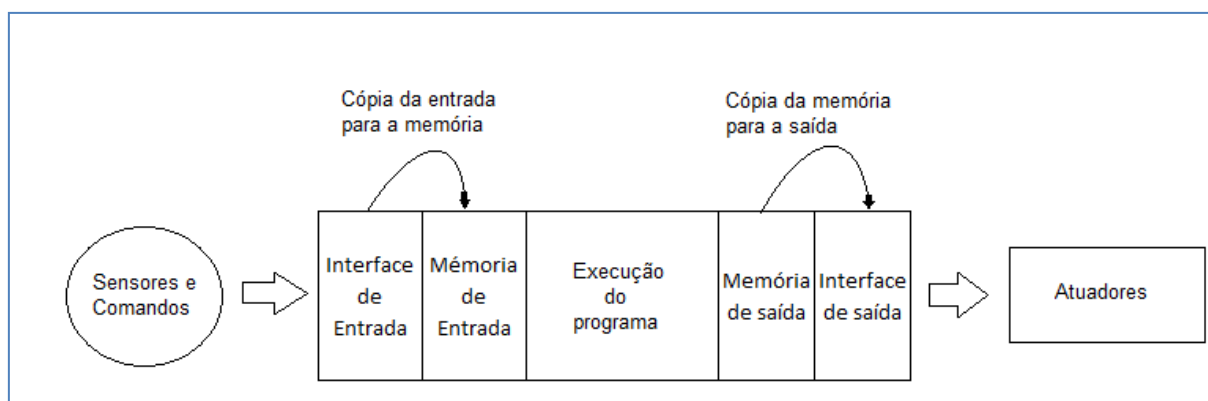
operador, outra característica é a fiação resumida em entradas e saídas, outro ponto é que não é necessária alteração na fiação elétrica, você pode realizar a alteração no programa aplicativo e isso diminui as chances de erros. A Imagem 2 foi demonstrado a arquitetura básica do CLP.

Segundo Moraes e Castrucci (2013) a Imagem 2 demonstra que em sua arquitetura básica o CLP contém a fonte de alimentação, a Unidade Central de Processamento (CPU), memória programável apagável somente de leitura (EPROM), memória do usuário, memória de dados, dispositivos de entrada e saída e terminal de programação.

A fonte de alimentação é utilizada para alimentar o controlador com uma corrente contínua, existem dois tipos de fontes, a de energia interna (Source) e a de energia externa (Sink). A CPU detém a responsabilidade de executar o programa do usuário, de atualizar a memória de dados e dispositivos de entrada e saída. A memória EPROM contém o programa monitor do fabricante. A memória do usuário contém o programa do usuário, esse programa é processado e atualizado pela CPU. Os dados do programa do usuário estão contidos na memória de dados. Utilizado na fase de implementação do software o terminal de programação faz a intermediação entre o usuário e o controlador (MORAES; CASTRUCCI, 2013).

Segundo Silva (2008) a forma simples do CLP atuar é ler os sinais de entrada, executar a programação e escrever os sinais de saída, como descrito e demonstrado na Imagem 3.

Imagem 3: Forma de atuação do CLP.



Fonte: Silva (2008, p. 24).

Segundo Rosário (2005) o CLP precisa de dois aspectos para fazer a interface com o computador pessoal (PC), que seria o hardware e o software. Rosário (2005) diz que é comum que um CLP tenha uma porta de comunicação serial, com ela é possível à interface com dispositivos externos. Com relação ao software, ele é necessário para prover a comunicação da forma de transmissão de dados entre o CLP e o computador, geralmente cada fabricante tem seu protocolo de comunicação, porém há casos em que esses protocolos são "abertos", onde o próprio usuário pode desenvolver os programas de comunicação. Um dos CLPs que contém hardware e software aberto é o Arduino, ele foi utilizado como ferramenta para proposta do modelo de item para o automóvel de passeio, pois segundo Vianna e Lima (2014) tem uma interface de fácil utilização pelo usuário.

Para a programação do CLP é necessário que haja a utilização da linguagem de programação, Rosário (2005) afirma que as linguagens mais utilizadas são a de diagrama de contato (Ladder), a de diagrama de blocos funcionais e a lista de instruções, sendo que a de diagrama de contato (Ladder) é a que se destaca, sendo utilizado em grande maioria dos CLPs no mercado.

2.2.2.1 Linguagens de programação

Segundo Silva (2008) a norma da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) 61131-3 define cinco linguagens básicas de programação de CLPs:

- Lista de Instruções;
- Texto Estruturado;
- Diagrama de Contatos (Ladder);
- Diagrama de Blocos Funcionais;
- Cartas de Funções Seqüenciais.

Segundo Cruz (2011), a linguagem ladder está associada aos dispositivos elétricos, de contatos e bobinas, está é estabelecida por uma norma internacional de programação de CLP, a IEC 61131-3. A Tabela 3 demonstra os comandos que são abordados pela IEC 61131-3.

Tabela 3: Comandos Ladder abordados pela IEC 61131-3.

SÍMBOLO	NOME	DESCRIÇÃO
-I I-	Contato NA	Contato normalmente aberto
-II-	Contato NF	Contato normalmente fechado
-(S)	Liga bobina	É ligada quando a linha está energizada e permanece ligada até que seja desligada em outra parte do código.
-(R)	Desliga bobina	É desligada quando a linha está energizada e permanece desligada até que seja ligada em outra parte do código.
-()	Energiza bobina	Permanece ligada enquanto a linha está energizada.

Fonte: Cruz (2011, p.36).

Contato NA e NF como descrito na Tabela 3 é regularmente utilizado em circuitos elétricos.

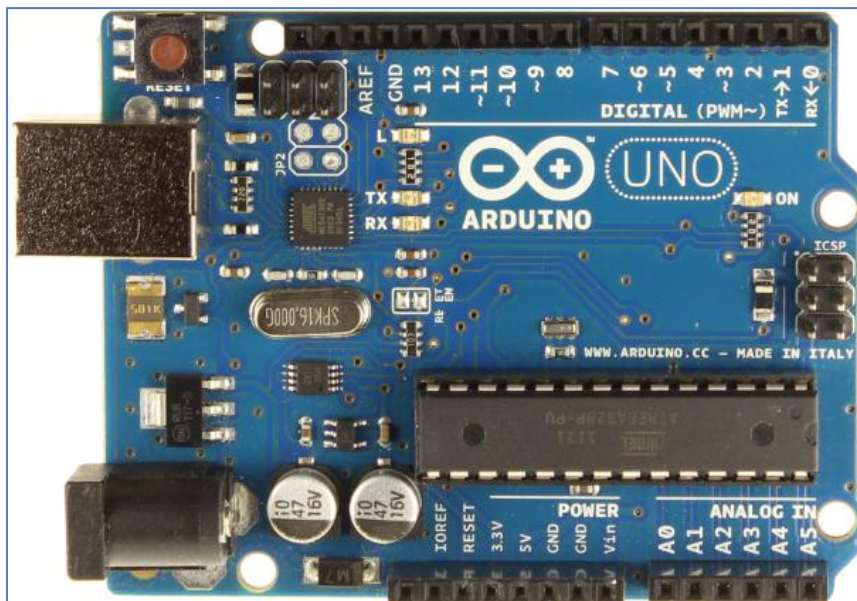
2.2.2.2 Arduino

Segundo Souza et al. (2011) o Arduino é uma plataforma que interage facilmente com o usuário, com hardware e software "abertos", que possibilitam a interação com o ambiente através de dispositivos criados, estes dispositivos utilizam os sinais de entrada (sensores, botões e etc.) como também os sinais de saída (motores, leds, displays e etc.).

Segundo Souza (2011) o Arduino utiliza a linguagem de processamento em C e C++, possui um *bootloader* (software implementado) e dispensa o uso de compiladores e hardwares adicionais.

De acordo com o site oficial do Arduino, ele pode ser executado no sistema Windows, Linux e Mac OS X, seu software roda em qualquer plataforma Arduino, sendo possível a interação entre eles. Segue na Imagem 5 o modelo demonstrativo do Arduino.

Imagem 4: Modelo Arduino Uno.



Fonte: Castle (2013).

Na tabela a seguir é descrito todas as especificações técnicas do Arduino Uno, é importante destacar que se atenha as recomendações para não acarretar em problemas com a placa.

Tabela 4: Especificações Técnicas do Arduino Uno.

Microcontrolador	ATmega328P
Tensão Operacional	5V
Tensão de Entrada (recomendada)	7 - 12V
Tensão de Entrada (Limite)	6 - 20V
Pinos Digitais	14
Pinos Analógicos	6
Corrente CC por pino	20 mA
Corrente CC para o pino 3,3V	50 mA
Memória Flash	32 KB (0,5KB são utilizados pelo <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte: Arduino (2016).

2.2.3 Relé - Estrutura e Função

O relé na Imagem 5 é um interruptor eletromagnético operado por uma corrente elétrica relativamente pequena que pode ligar ou desligar a corrente elétrica muito maior. Segundo Shannon (1938), o dispositivo é essencial para a separação do circuito de potência e do circuito eletrônico com segurança.

O coração de um relé é um eletroímã, uma bobina de fio que se torna um ímã temporário quando a eletricidade flui através dele. Pode-se pensar em um relé como uma espécie de alavanca elétrica: ligá-lo com uma pequena corrente que conecta (alavanca) um outro aparelho com uma corrente muito maior. Por que isso é útil? Como o nome sugere, muitos sensores são peças extremamente sensíveis equipamentos eletrônicos e podem produzir apenas pequenas correntes elétricas.

Porém, muitas vezes nós precisamos deles para conduzir maiores peças de aparelhos que utilizam correntes maiores. Isso significa que os relés podem trabalhar tanto como interruptores (chave) ou como amplificadores convertendo correntes pequenas em correntes maiores.

Imagem 5: Estrutura interna de um relé.

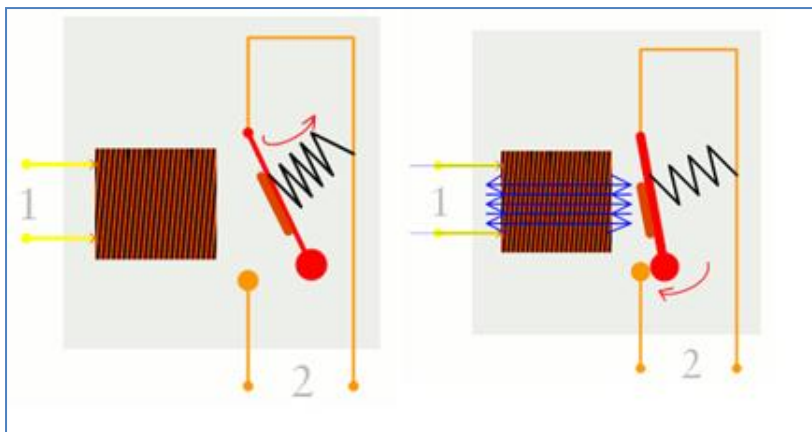


Fonte: Reviseomatic (2016).

2.2.3.1 Funcionamento do Relé

A demonstração do funcionamento do relé é feita de acordo com a ilustração mostrada na Imagem 6, quando a energia flui através do primeiro circuito (1), ele ativa o eletroímã (marrom), gerando um campo magnético (azul), que atrai um contato (vermelho) e ativa o segundo circuito (2). Quando a energia é desligada, uma mola puxa o contato de volta para sua posição original, alternando o segundo circuito novamente.

Imagem 6: Ilustração de funcionamento de um relé.



Fonte: Elaboração própria.

2.2.3.2 Módulo do Relé utilizado no projeto

De acordo com Perez (2006) o módulo Relé mais adequado para aplicação com microprocessadores é o relé de 5V com 2 canais representado na Imagem 7, foi alternativa encontrada para fazer o acionamento da carga, pois segundo Songle Electrical (2015) o relé permite controlar cargas de até 250V AC a 10 amperes isolando o circuito elétrico do circuito de carga.

"O módulo é equipado com transistores, conectores, leds, diodos e relés de alta qualidade. Cada canal possui um LED para indicar o estado da saída do relé." (FILIPEFLOP, 2016).

Imagem 7: Módulo do relé 5v 2 canais.



Fonte: Thomsen (2013).

Segundo Thomsen (2013):

A pinagem do módulo mostrada na Imagem 8, no lado esquerdo é feita a conexão com o Arduino, no qual os pinos JD-Vcc, Vcc e GND, que permitem que seja conectada uma fonte externa de 5V e abaixo, os pinos GND (Terra), IN1 (aciona o relé 1), IN2 (aciona o relé 2), e o Vcc (alimentação). Ao lado dos relés, os contatos NC (Normal Fechado), C (Comum), e NO (Normal Aberto).

Imagem 8: Pinagem do módulo do relé 2 canais.



Fonte: Thomsen (2013).

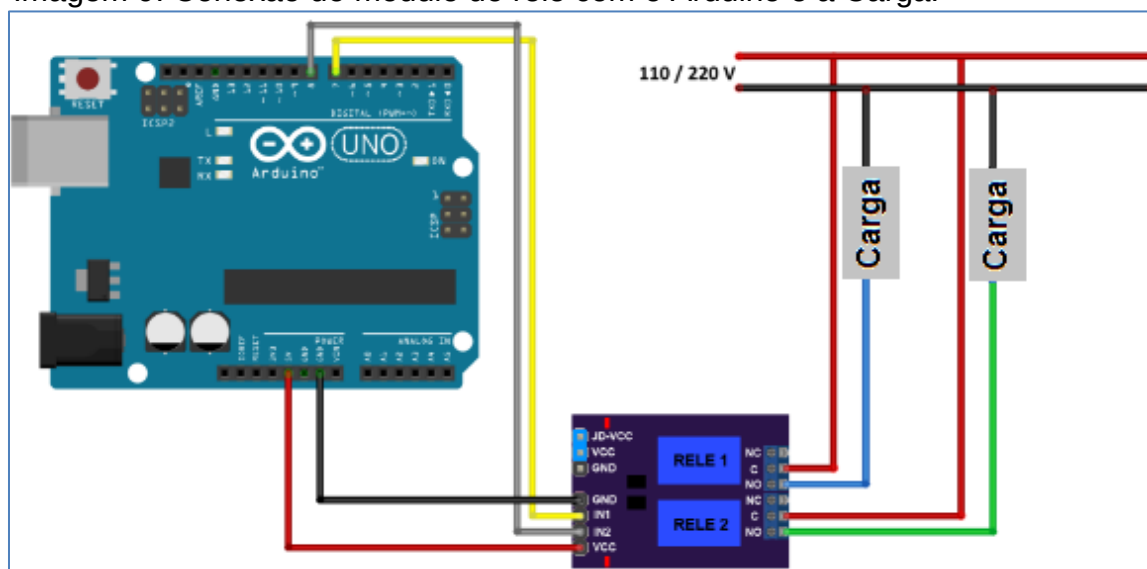
Segundo Thomsen (2013):

Para acionar os dois relés deve-se apenas mudar o estado das portas digitais ligadas aos pinos IN1 e IN2. Um detalhe importante desse módulo é que os relés são ativados em nível baixo, ou seja, quando o estado da porta estiver em *LOW*, o relé será acionado.

2.2.3.3 Interface do Relé com o Arduino e a carga.

No exemplo, representado na Imagem 9, foi acionado duas cargas separadamente. Os dois relé funcionaram como chaves eletrônicas, realizando o fechamento dos contatos NA (Normal Aberto), e proporcionando o acionamento das cargas. É Recomendado o cuidado na ordem dos fios e no seu manuseio devido a estarmos trabalhando com 110 V ou 220 da rede elétrica (THOMSEN, 2013).

Imagem 9: Conexão do módulo do relé com o Arduino e a Carga.



Fonte: Elaboração própria.

"O controle do relé 1 é feito pela porta 7 do Arduino Uno, e o relé 2 é controlado pela porta 8. As duas portas são definidas como saídas e que podem alternar os estados *LOW* e *HIGH*, lembrando que o estado baixo (*LOW*), é que aciona o relé." (THOMSEN, 2013).

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo encontram-se os trabalhos e uma patente que tem forte relacionamento com o trabalho desenvolvido, a patente serve como base para fundamentar o trabalho demonstrando que é possível a realização do mesmo.

2.3.1 Patente - US 5054569 A

O modelo do item proposto utiliza parte dos conceitos de uma patente que já foi criada, segundo Scott, Franklin e Davis (1987) "Um novo sistema para iniciar remotamente um veículo a motor e operando acessórios do veículo, inclui uma unidade remota que tem um controlador digital que fornece sinais de comando digitais codificados e uma unidade do veículo que recebe os sinais de comando digitais e controladamente opera motor e acessórios do veículo na mesma dependência.", tal patente é reconhecida pelo governo americano e suas aplicações são utilizadas.

2.3.2 Viper Basic - Way Remote Start System

Segundo o manual Viper (2016) o Viper Basic é um dispositivo com sistema de start remoto, esse sistema é programado para quando receber um sinal de comando específico por rádio frequência, acionar o sistema de ignição do carro. O sistema também detém outras funcionalidades, como: destravamento das portas, desligar o motor e localizar o carro. O sistema Viper, é projetado com a tecnologia para poder suportar vários anos de operação, é compatível com o SmartStart que é utilizado para controlar e localizar o carro pelo smartphone, a tecnologia utilizada também proporciona com que os sensores captem os sinais de rádio frequência em até 450 metros de distância e pode ser adquirido no site da Amazon (2016), por R\$328,43 considerando os impostos para a importação e a conversão do valor em Dólar para Reais.

2.3.3 Chevrolet – OnStar

De acordo com o manual da Chevrolet (2016) o OnStar é um sistema que utiliza tecnologia avançada a fim de integrar a comunicação entre o cliente, o veículo e a Central de Atendimento e fornecer determinados tipos de serviços especializados como: emergência, segurança, *concierge*, navegação e aplicativo/WEB. Segundo site oficial da Chevrolet a tecnologia OnStar é exclusiva da marca Chevrolet e esta disponível somente para alguns determinados tipos de modelos de automóveis,

sendo eles: Cruze Sport6 LTZ, Cruze Sport6 LT, Cobalt LTZ*, Cobalt Elite, Cruze Sedan LTZ, Cruze Sedan LT, Novo Cruze 2017, S10 LTZ 2017, S10 High Country 2017, Trailblazer MY 2017.

O sistema depende de uma interface com a rede de telefonia, sendo necessário a compatibilidade entre seu *smartphone* e o sistema OnStar para usufruir de sua total abrangência funcional.

A utilização da função *concierge* otimiza o tempo do usuário ao facilitar o encontro de pontos em que o usuário queira conhecer, é bastante útil ao fornecer informações adicionais como curiosidades a fim de providenciar uma experiência completa ao usuário. A função permite que o sistema localize os pontos turísticos, eventos e lojas e fornece ao automóvel o endereço completo. Fornece serviço adicional para clientes que residem em torno do centro de São Paulo ou que transitem pelo centro, ao fornecer um aviso sobre os horários e rodízios de placas evitando transtornos com multas indesejadas.

Para a os serviços de segurança, o sistema esta em um nível totalmente diferente dos sistemas normais, através de sensores de segurança a central de atendimento consegue averiguar através do acionamento ao cliente, se o automóvel sofreu algum tipo de incidente (furto ou roubo) ou não. A máxima do sistema é que o cliente esteja seguro, por isso em caso de suspeita de furto ou roubo, existe uma equipe especializada que trabalha 24h por dia e durante toda a semana, que entra em contato com o usuário a fim de confirmar o roubo ou furto. Fornece ao usuário um serviço de monitoramento de rotas, com a interface entre o usuário e a central de atendimento, o cliente é direcionado pela rota ao vivo e é instruído por um atendente caso se desvie da rota.

2.4 SISTEMA DE IGNIÇÃO CONVENCIONAL

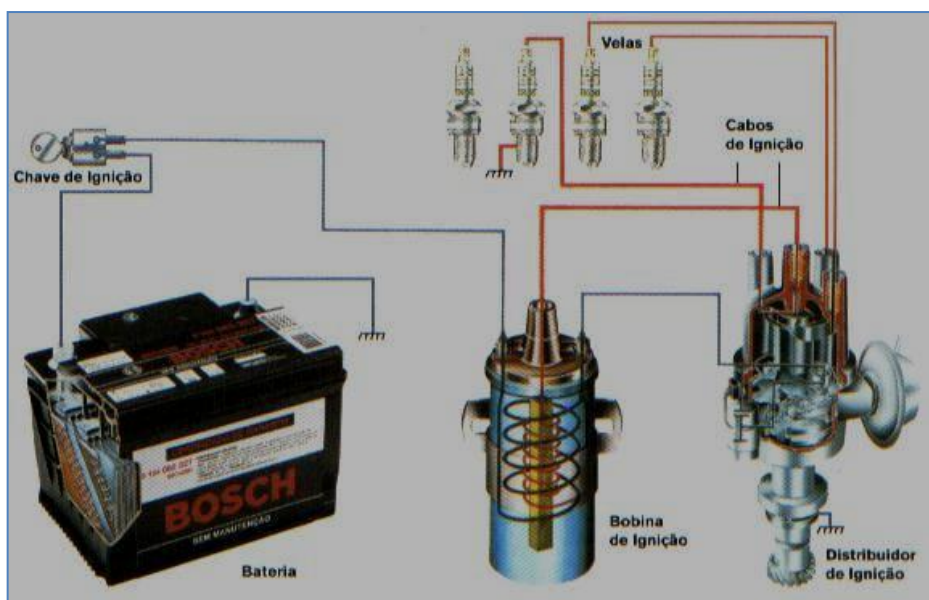
É um conjunto de elementos e/ou dispositivos que são responsáveis por tornar real a produção da centelha que dá partida no motor através da combustão da mistura da gasolina e ar. Dentre os elementos que fazem parte do sistema de ignição convencional podemos destacar alguns principais como:

- Chave de Ignição;

- Bobina de ignição;
- Bateria;
- Distribuidor;
- Cabos de alta tensão;
- Velas de ignição.

Apesar de o sistema estar extinto devido às atualizações e desenvolvimento na área é importante que conheça seu funcionamento, pois o protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica funciona paralelamente com o sistema de ignição do automóvel.

Imagem 10: Sistema de ignição convencional.



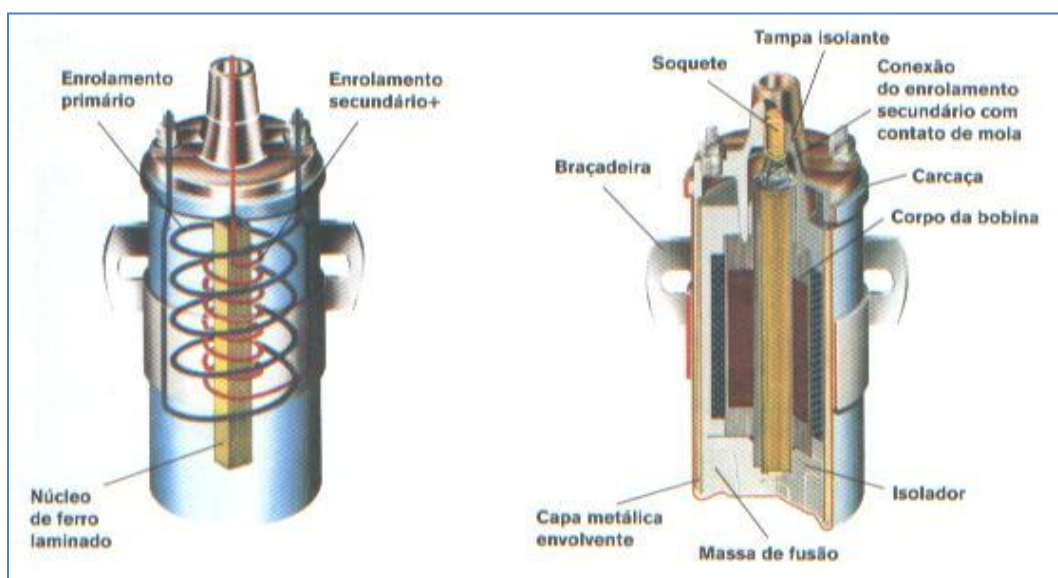
Fonte: Leal (2013).

Foi utilizada a Imagem 10 para poder descrever o funcionamento das partes apresentadas. Para que o automóvel dê partida, é necessário a mistura de três componentes, sendo eles o combustível, o ar e a centelha. O sistema de ignição convencional é o responsável por fornecer a centelha, ao entrar em contato com a mistura de combustível e ar, a centelha inflama a composição que gera força mecânica suficiente para dar partida no automóvel. Antes de chegar na geração da centelha, passamos por todos os dispositivos descritos na Imagem 10.

As velas de ignição são responsáveis por gerar as centelhas, normalmente é necessário uma tensão de voltagem elevada de 8000V a 15000V para a produção da centelha, através dos eletrodos dentro das velas.

A bateria trabalha em uma tensão muito baixa (12V) para que seja gerada a centelha, e por isso é necessário que haja intermediação de um outro dispositivo, esse consegue fazer a transformação da tensão de 12V fornecidos pela bateria em 10000V, caso não haja nenhuma interferência de outros fatores como: resistência do rotor, ponto de ignição, temperatura, resistências dos cabos de ignição e etc. O dispositivo que faz esse papel de transformação de tensões de voltagem é a bobina de ignição demonstrada na Imagem 11.

Imagem 11: Bobina de ignição convencional.



Fonte: Furtado (2013).

Como podemos ver na Imagem 11, na parte interna da bobina encontra-se um núcleo de ferro laminado, ao redor dele dois enrolamentos, o primário e secundário. O enrolamento primário tem cerca de 350 voltas espirais de fios conectados nos terminais negativo e positivo, também é ligado ao enrolamento secundário que tem em torno de 20000 espirais de fios menores que os do enrolamento primário. Estes três componentes da bobina de ignição são extremamente importantes, eles que fazem o processo de transformação da baixa tensão em alta tensão, para fornecer as velas de ignição. O início do procedimento para o processo de transformação de tensão se dá pela chave de ignição. Quando a chave de ignição é acionada, é

enviado os 12V para a bobina de ignição, esses 12V ficam armazenados no enrolamento primário e durante esse tempo um campo magnético é gerado no núcleo de ferro laminado da bobina de ignição. Ao chegar no limite máximo desse campo magnético, o distribuidor interrompe o funcionamento do enrolamento primário cortando a corrente que circula pelos fios, isso faz com que se dissipe o campo magnético em grande velocidade. Como há uma grande velocidade de dissipação do campo magnético que esta no núcleo de ferro laminado, isso acarreta em uma tensão por indução no enrolamento secundário, que por ter uma alta quantidade de fios em espiral produz uma tensão alta.

A alta tensão gerada no enrolamento secundário da bobina de ignição é imediatamente transportada para o distribuidor via cabo de alta tensão. No distribuidor é feito o papel de distribuição da corrente de alta tensão que foi gerada na bobina de ignição pelo enrolamento secundário, essas correntes são guiadas aos cabos de alta tensão com destino as velas de ignição, ao chegar nas velas de ignição através dos eletrodos essas correntes são utilizadas para gerar a centelha e assim dar partida no motor.

Imagem 12: Vela de ignição nova versus vela de ignição com desgaste.



Fonte: Mendes (2014).

É importante a manutenção e o cuidado com as velas de ignição, sempre observando para que em caso de desgaste dos eletrodos como na Imagem 12, haja a troca do componente. Quando a vela de ignição se encontra num estado de desgaste, onde os eletrodos tem uma folga maior do que o projetado, há uma

necessidade de maiores cargas de tensão para gerar a centelha, de modo que quanto maior for o desgaste dos eletrodos, maior será a carga exigida e maior será a tensão de trabalho da bobina de ignição (SILVA, 2012).

2.5 GASTOS, CUSTOS E DESPESAS

Segundo Bruni (2012) a empresa responsável pela aquisição de algum serviço ou produto de qualquer setor da entidade, realiza uma operação de sacrifício financeiro que pode ser classificado como gastos, que após análise de sua participação na criação do produto ou serviços pode ser dada uma nova classificação como custos ou despesas. Segundo Perez, Oliveira e Costa (2012) o reconhecimento dos gastos e sua separação é de extrema importância para as empresas, pois nesse procedimento é feito o reconhecimento dos resultados, sendo eles classificados como lucros ou prejuízos, tais resultados afetam diretamente de forma positiva ou negativa a entidade e seus *Stakeholders*. Foi importante a análise desses conceitos, pois os gastos do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica afetam diretamente os resultados, de forma a contribuir ou não com a viabilidade econômica do protótipo e ser possível sua inserção no mercado consumidor nacional.

Para Bruni (2012) os custos estão intrinsecamente ligados aos gastos relativos aos serviços e bens consumidos na produção de produtos ou serviços disponibilizados pela empresa, e por isso podem ser associados aos valores nos estoques. Nos custos estão também atribuídos a junção de todos os consumos, sendo eles o de recursos, o de mão de obra e matéria prima. Perez, Oliveira e Costa (2012) destacam que na setor produtivo não há despesas, todos os gastos existentes são atribuídos aos custos, sendo eles: mão de obra, matéria prima, custos gerais de fabricação, materiais auxiliares e etc.

Para Bruni (2012) as despesas estão ligadas a obtenção das receitas das vendas, qualquer produto ou serviço associado a este fim serão considerados como despesas, não estão ligadas a produção de bens ou serviços e são considerados consumos temporais.

2.6 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C++

A linguagem de programação C++ foi utilizada em sua grande parte para a programação no Arduino Uno, já que o software que opera e compila o dispositivo lê as informações nessa linguagem. O C++ utiliza primariamente de funções e pode utilizar uma ou mais funções para programar e executar um determinado programa.

Tabela 5: Tipos básicos de dados em C++.

Tipos de Dados	Bits	Faixa de Valores
<i>Char</i>	8	-128 a 127
<i>Bool</i>	8	Verdadeiro ou Falso
<i>Int</i>	32	-2.147.483.647 a 2.147.483.647
<i>Float</i>	32	7 dígitos significativos
<i>double</i>	64	15 dígitos significativos

Fonte: Delgado (2012).

Para atribuir os valores às variáveis foi necessário a utilização dos tipos básicos de dados apresentados na Tabela 5. Após a criação das variáveis e a atribuição dos seus valores o programador faz a inicialização do programa usando a estrutura *setup* e inicializa o código usando a estrutura *loop*.

3 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 23) "[...] a ciência tem como objetivo fundamental chegar à veracidade dos fatos". "A pesquisa científica é um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseados no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para os problemas propostos mediante o emprego de métodos científicos." (ANDRADE, 2001 apud CADUXAVIER, 2007).

Para este trabalho a metodologia que foi utilizada é a pesquisa bibliográfica, que de acordo com Lakatos (1992, p. 44):

A pesquisa bibliográfica permite compreender que, se de um lado a resolução de um problema pode ser obtida através dela, por outro, tanto a pesquisa de laboratório quanto a de campo (documentação direta) exigem como premissa, o levantamento de estudo da questão que se propõe a analisar e solucionar.

Lakatos (1992) confirma que a pesquisa bibliográfica concede ao pesquisador todo conhecimento teórico-metodológico necessário para sua capacidade de argumentação.

Foi utilizada a pesquisa aplicada, pois foi motivada pela necessidade de uma proposta com o objetivo de solucionar um problema com o alto custo para se obter um sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica do automóvel, como também foi objetivado a geração de conhecimentos novos para a aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolvendo verdades e interesses locais (SILVA, 2010).

Para o ponto de vista do objetivo foi utilizada a Pesquisa Exploratória, que segundo Gil (1991) objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses. Envolvendo levantamento bibliográfico; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

Quanto à abordagem deste trabalho em relação ao tipo de pesquisa foi feita por meio da pesquisa qualitativa, há a necessidade de uma análise precisa e confiável para geração de conhecimento a fim de determinar posteriormente uma tomada de decisão.

Segundo Antonelli et al. (2014) a simulação permite uma visão real através da utilização de softwares e modelos matemáticos, foram utilizadas a simulação e

técnicas computacionais com o objetivo de comprovar a funcionalidade da proposta do modelo de sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica. Segundo Rengel e Júnior (2014) a simulação pode melhorar a eficiência de um sistema, utilizando ambientes virtuais como ferramenta. Segundo Chamovitz, Sabbadini e Oliveira (2008, p. 2) "A simulação pode ser definida como reprodução de um processo do mundo real ou de um sistema, durante um período de tempo".

Foram utilizados diversos dispositivos e tecnologias neste trabalho para que o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica fosse criado de maneira com que suas funções fossem possíveis, observando também a relação entre custo-benefício para tornar esse sistema viável do ponto de vista funcional como também econômico.

A análise de viabilidade econômica deste trabalho foi feita com a utilização de sites online de busca, a fim de encontrar os diversos dispositivos utilizados na produção do protótipo, comparando os preços de cada um e escolhendo o de menor custo com o objetivo de diminuir o custo do desenvolvimento do protótipo, sendo que a data de análise de todos os preços dos dispositivos utilizados foi durante o mês de outubro de 2016.

Para a validação da proposta do sistema de proposta viável do ponto de vista funcional e econômico de um modelo de baixo custo de um sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica de fabricação nacional, a fim de acionar o automóvel de câmbio automático e manual à distância, foi feito um protótipo real com todas suas funções descritas na Tabela 6, o circuito foi montado e o código de programação utilizado foi o código contido nos Quadros 1, 2, 3, 4 e 5, foi feito no próprio software do Arduino Uno, escrito na linguagem C++ e carregado a fim de validar as suas funções.

O Fritzing é uma das ferramentas que foram utilizadas neste trabalho, segundo a Fritzing (2016) e a Multilógica-Shop (2016), a plataforma Fritzing é um *open-source* (software livre) que facilita a montagem do hardware físico numa plataforma virtual de modo simples que torna mais acessível aos usuários, pode ser feito o download do Fritzing pelo seu site oficial, sem nenhum custo. A versão que foi utilizada no trabalho foi a versão 0.9.3b disponibilizada no site desde o dia 2 de junho de 2016. Com o Fritzing foi desenvolvido todas as partes dos circuitos do sistema em esquemas separados para melhor entendimento.

Outra tecnologia utilizada foi o kit controle remoto infravermelho (IF), segundo o Miniinthebox (2013) dentro deste kit está contido um módulo receptor de IF, um controle remoto, uma bateria CR2025 e conectores, o kit custa R\$10,11 a unidade. O controle remoto contém 21 botões e é alimentado por uma bateria CR2025 já incluída de 3V, o controle opera junto com o módulo receptor de IF em uma frequência de transmissão de 38kHz, dependendo do meio ambiente o kit pode funcionar a mais de 8 metros de distância, com angulação efetiva de 60 graus. Este kit está classificado como Universal e pode funcionar com a função infravermelho e WIFI.

Duas resistências foram utilizadas sendo elas de 75Ω e 100Ω , elas foram adquiridas em um site de compras online, foram disponibilizadas pela empresa Viinko Electronics. São de um tipo fixo de resistor, tem uma tolerância de 1% de resistência, suas cores são azuis, detém de um coeficiente de temperatura de 100 partes por milhão (ppm)/ °C, e potência nominal de 1/4W e seu custo foi de R\$ 0,24.

A chave de contato que foi utilizada no protótipo foi um botão normal, adquirido em um site de compras online e com um custo por unidade de R\$ 0,29.

Com o objetivo de estruturar o trabalho com informações, foram utilizados artigos, livros, sites, dissertações e teses, para que este trabalho detenha todo o acervo possível, para seu desenvolvimento e conclusão.

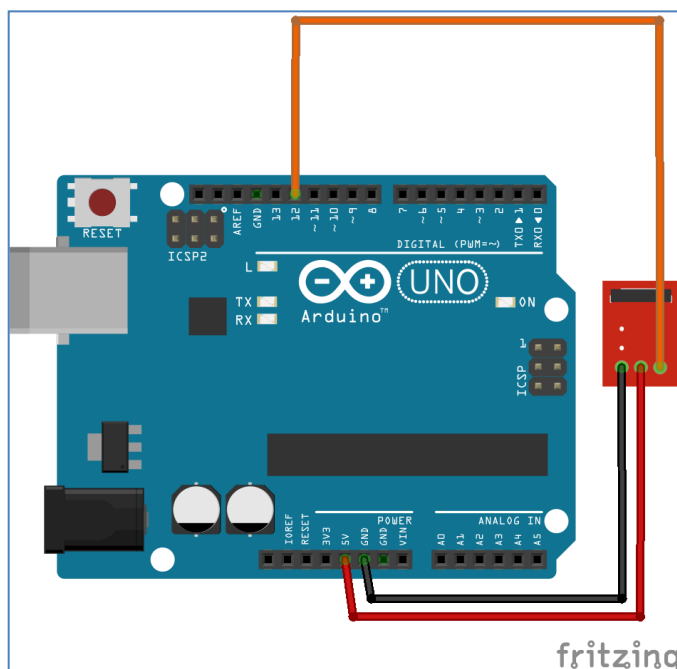
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

É explicado o funcionamento desse sistema através de esquemas montados na plataforma Fritzing, esses esquemas representam partes do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica como um todo e podem ser considerados tanto para os automóveis de cambio automático quanto para os automóveis de cambio manual, desse modo facilita a compreensão de cada um dos componentes utilizados como também as funções de cada parte desse sistema acionado remotamente.

4.1 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - MÓDULO INFRAVERMELHO

O esquema na Imagem 13 foi demonstrado a ligação entre um módulo receptor de infravermelho (IF) com o Arduino Uno.

Imagem 13: Módulo receptor de IF ligado ao Arduino Uno.



Fonte: Elaboração própria.

Este esquema representado é parte do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, foi montado utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma Fritzing, consiste em um módulo de IF que realizam três ligações através dos pinos, no cabo

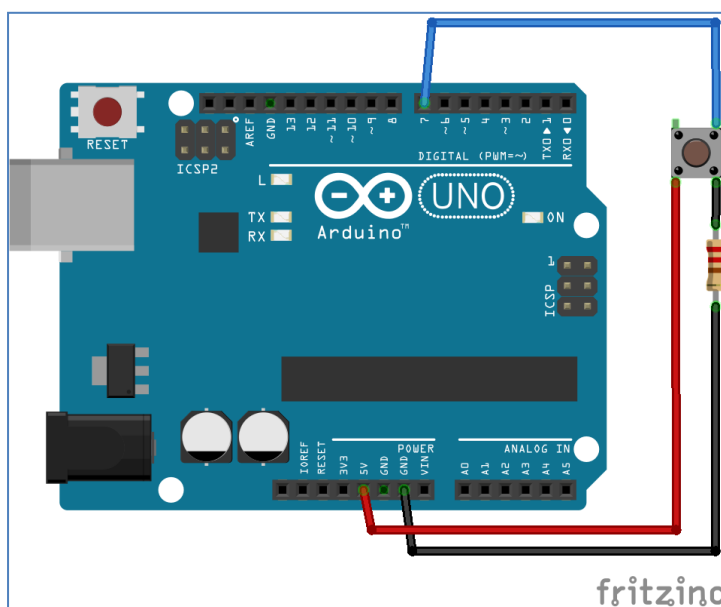
preto é demonstrado a ligação entre o módulo IF e o GND (Terra) do Arduino Uno, no cabo vermelho é demonstrado a ligação entre o módulo IF e o 5V (Energia), e o cabo laranja é demonstrado a ligação entre o módulo IF e a porta digital 12 do Arduino Uno. Precisa ser considerado também que para o acionamento desse módulo remotamente é necessário que haja um controle remoto que emite sinais em IF e esteja com a mesma frequência que o módulo receptor.

O esquema funciona de modo que o módulo receptor de IF aguarda pelo sinal de IF emitido pelo controle remoto, quando o botão do controle é pressionado um sinal é emitido, o módulo receptor faz a leitura do sinal recebido e caso não haja nenhuma restrição em relação ao acionamento, o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica é acionado.

4.2 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - CHAVE DE CONTATO

O esquema na Imagem 14 foi demonstrado à ligação entre uma chave de contato (botão) posicionado rente à alavanca de câmbio com o Arduino Uno.

Imagem 14: Chave de contato ligado ao Arduino Uno.



Fonte: Elaboração própria.

Este esquema representado é parte do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, foi montado utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma Fritzing,

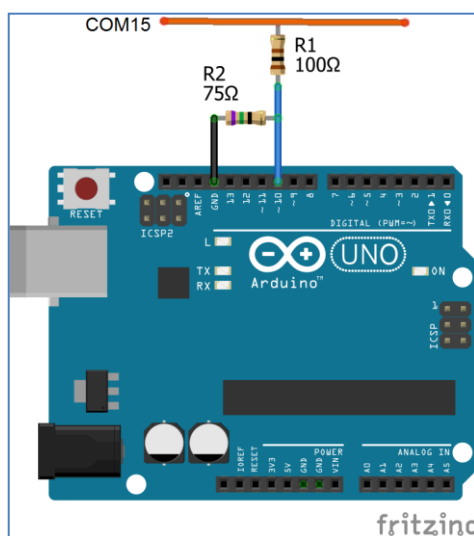
consiste em um botão que é ligado ao Arduino Uno através da porta 7, também conectado as portas de 5V e a porta GND, para esse circuito é necessário a utilização também de um resistor de 10Ω , segundo Pimentel et al. (2014) devido as variações de tensões, os resistores são necessários para não queimar os dispositivos.

A função desse Botão é de restringir o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica de ser acionado caso sua condição não seja atendida, esta condição esta baseada no fato de que alavanca de câmbio do automóvel, tanto automático quanto manual, precisa necessariamente estar em ponto neutro, para que se possa dar a partida no automóvel com segurança, o botão esta posicionado junto da alavanca e será programado de forma com que o Arduino Uno consiga identificar a posição da alavanca, assim caso a condição seja atendida, que é do câmbio estar em ponto neutro, seja possível dar continuidade no acionamento do sistema remoto de ignição eletrônica.

4.3 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - RESISTÊNCIAS LIGADAS AO FIO DO COMUTADOR

O esquema na Imagem 15 foi demonstrada a ligação entre as resistências que foram conectadas ao fio do comutador, como também ligadas ao Arduino Uno através das portas GND e porta ~10.

Imagem 15: Resistências ligadas ao fio do comutador.



Fonte: Elaboração própria.

Este esquema representado é parte do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, foi montado utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma Fritzing, consiste em duas resistências que foram ligadas ao fio do comutador que é representado no código como COM15, tais resistências estão representadas como R1 e R2, as resistências tem sua relação baseada na fórmula (1) elaborada:

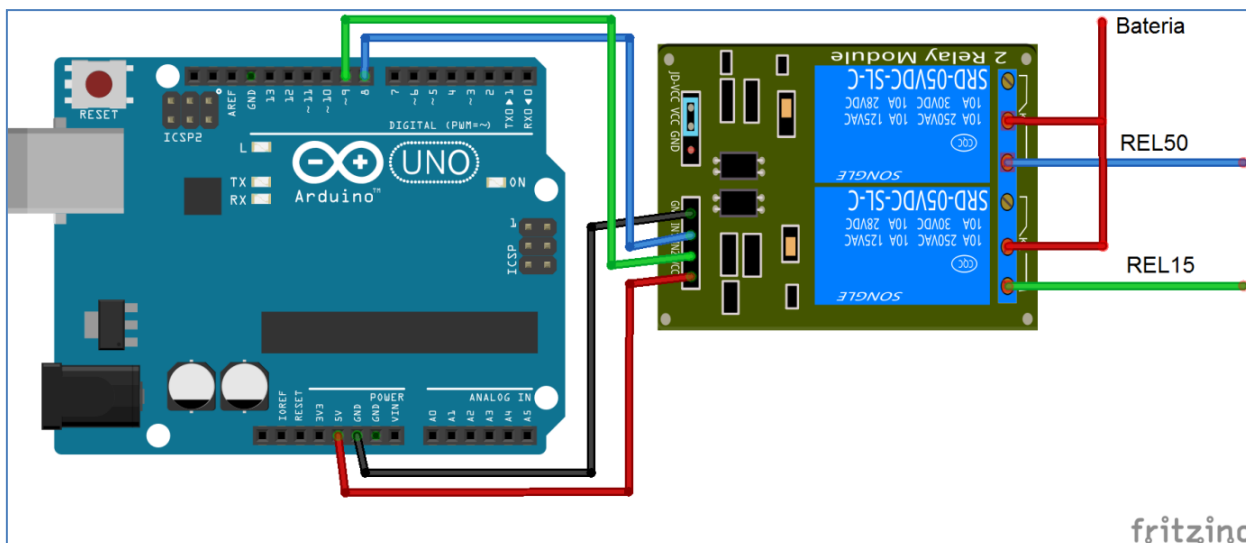
$$R2 = 5 \frac{R1}{7}.$$

A função dessas resistências é conseguir identificar se o comutador esta ligado ou não, ou seja, caso o usuário utilize a própria chave do automóvel para liga-lo, o sistema através desse circuito informa ao Arduino Uno que consegue restringir o acionamento do sistema remoto de ignição eletrônica e evita assim possíveis problemas, caso o comutador não tenha sido acionado através da chave do automóvel, o Arduino Uno não restringe o acionamento do sistema remoto de ignição eletrônica, é importante lembrar que o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica funciona como um sistema paralelo ao sistema de ignição original do automóvel.

4.4 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - RELÉ 15 E 50

O esquema na Imagem 16 foi demonstrado à ligação entre os dois relé representados no código como relé de 15 e 50, com o Arduino Uno e com a bateria do carro. Segundo os testes e projetos realizados com o Arduino UNO junto com o módulo de relé por You, Yang, Wang (2014), o controle funcionou harmonicamente, sem incidência significativa de erros na comunicação. Essa segurança na comunicação e a confiabilidade do sistema demonstrada nos testes foram essenciais na escolha da montagem de montagem do projeto. Segundo Omron Corporation (1990), estes são os parâmetros básicos para projetar o modelo do relé a ser utilizado no projeto.

Imagem 16: Relé de 15 e 50 ligados ao Arduino Uno.



Fonte: Elaboração própria.

Este esquema representado é parte do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, foi montado utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma Fritzing, consiste em um módulo de Relé 5V com 2 canais, seu modelo é o SRD-05VDC-SL-C que pode operar com tensão de 5 de voltagem de corrente contínua, pode controlar até 250V de corrente alternada, possui três pinos no lado direito sendo eles: Normal Aberto, Normal Fechado e Comum, o pino comum é conectado a bateria do carro pelo cabo vermelho fornecendo a alimentação, já os outros 2 pinos de Normal Aberto que estão sendo representados na Imagem estão conectados aos dois fios do comutador de ignição pelos cabos azul e verde, também na parte esquerda do módulo estão conectados: os 5V da alimentação pelo cabo vermelho, o GND do terra pelo cabo preto e o IN1 e IN2 nas portas de entrada 8 e ~9 respectivamente. Segundo Thomsen (2013) este módulo de Relé pode ser utilizado com vários microcontroladores, inclusive o Arduino Uno.

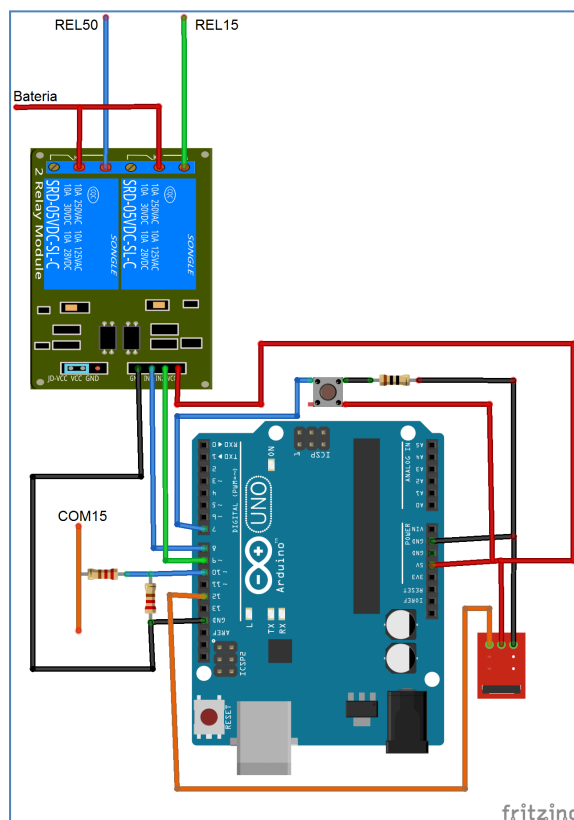
A função desse módulo de relé é basicamente fornecer a voltagem necessária para dar partida no automóvel, sendo ele de câmbio automático ou manual. O módulo de relé é conectado ao Arduino Uno, pelas portas IN1 e IN2, suas saídas pelas portas Normal Aberto representam respectivamente o REL50 e REL15. O sistema quando acionado remotamente, caso respeite todas as restrições, faz com que o Arduino Uno acione REL15 que está conectado na porta ~9 por 10 segundos, como já descrito anteriormente, este módulo de relé é acionado quando há mudança de seu

estado de *HIGH* para *LOW*, quando acionado pelo Arduino Uno o REL15 fornece uma corrente de 12V contínuos com o objetivo de alimentar todos os circuitos elétricos do automóvel. Após os 10 segundos do acionamento do REL15 o REL50 é acionado pelo Arduino Uno por 5 segundos, ele fornece a alimentação de 12V contínuos para a bobina do automóvel com o objetivo de ligar o automóvel e depois muda seu estado para *HIGH*, é importante notar que a partir desse momento o Arduino Uno não tem mais o controle do restante de etapas do sistema de ignição original do próprio automóvel.

4.5 DESCRIÇÃO DO ESQUEMA E FUNÇÃO - SISTEMA COMPLETO

O esquema na Imagem 17 foi demonstrado o circuito completo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, as várias ligações entre os dispositivos e o Arduino Uno formando um circuito mais robusto do que os outros já apresentados.

Imagem 17: Sistema completo.



Fonte: Elaboração própria.

Também foi colocada a Imagem 17 como anexo A para melhor visualização e entendimento do circuito.

Este esquema representa o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, o mesmo foi montado utilizando as ferramentas disponíveis na plataforma Fritzing, consiste na junção de todos os esquemas apresentados anteriormente em um só esquema, este esquema representa o circuito completo do sistema remoto de ignição para automóveis de câmbio automático e manual.

O sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica funciona de modo com que possibilite ao usuário acionar um botão de controle remoto que emite um sinal de infravermelho a uma frequência de 38 hertz a uma distância de até 8 metros de distância do seu automóvel, ao receber o sinal do controle remoto o módulo receptor envia um sinal ao Arduino Uno, que aciona a programação dos REL15 e REL50 descritos anteriormente e eles ligam o carro sendo ele de câmbio automático ou manual. O controle remoto foi programado para interagir com um módulo receptor de infravermelho instalado no automóvel, esse módulo foi conectado ao Arduino Uno e através de uma programação em linguagem C++, o Arduino Uno faz todo o controle do sistema.

É necessário que também se atente as restrições feitas ao sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, pois essas restrições foram programadas no *software* do Arduino Uno através da linguagem em C++ no intuito de tornar seguro o acionamento remoto do sistema de ignição eletrônica. Tais restrições se dão pelo fato de que problemas como:

- O automóvel de câmbio manual ser acionado pelo controle remoto enquanto está com a marcha em posição diferente do ponto neutro, ocasionando em vários trancos fortes no automóvel e possível acidente, por isso foi feita uma restrição de que tanto o automóvel de câmbio manual quanto o de câmbio automático só podem ser ligados caso a marcha esteja em ponto neutro, é feita a verificação dessa condição através de um botão instalado na caixa de marcha, ele fica pressionando levemente o cabo da marcha e retornando o sinal como *HIGH* para o Arduino Uno informando que a marcha está em ponto neutro.

- O acionamento do automóvel de câmbio automático ou manual ser pelo controle remoto mesmo que o carro já tenha sido ligado pela chave, podendo ocorrer a queima dos dispositivos envolvidos no sistema, curto circuitos e até um possível início de incêndio. Para que isso não ocorra outra restrição é programada no Arduino Uno em linguagem C++, duas resistências são instaladas de forma com que possam identificar caso o carro já tenha sido ligado através da chave, as resistências tem uma relação que é explicada através da fórmula " $R2 = (5.R1) / 7$ ", ou seja R2 é aproximadamente 0.75 de R1. As resistências são ligadas ao fio do COM15 (Comutador de Ignição) que é por onde o carro é ligado com a chave, caso o sinal das resistências retorne como *HIGH* o Arduino Uno restringe o acionamento do automóvel pelo controle remoto, pois o carro esta ligado pela chave, caso o sinal retorne ao Arduino Uno como *LOW*, torna-se possível o acionamento do sistema remoto de ignição eletrônica pelo controle remoto devido ao automóvel estar desligado.
- O acionamento contínuo do controle remoto, podendo danificar todo o sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica como também seu circuito e dispositivos a ele conectado. Para evitar esses danos no sistema foi feita uma programação para que a cada acionamento do sistema em menos de três segundos uma contagem é feita iniciando do zero, quando o somatório dessa contagem atingir a dois, o Arduino Uno bloqueia o sistema de ser acionado por cinco minutos, após isso a contagem é zerada e o sistema volta ao normal.

4.6 CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM C++ DO PROTÓTIPO DO SISTEMA

Segue o código em linguagem C++ do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica, que foi feito utilizando o software do Arduino Uno para teste e validação.

Quadro 1: Código do sistema – Parte 1 (Continua).

```
1.  #include <IRremote.h>
2.  int RECV_PIN = 12;
```

Quadro 1: Código do sistema – Parte 1 (Conclusão).

```
3.  IRrecv irrecv(RECV_PIN);  
4.  decode_results results;  
5.  float armazenavalor;  
  
6.  int pinMARCHA = 7;  
7.  int pinCOM15 = 10;  
8.  int pinREL15 = 9;  
9.  int pinREL50 = 8;
```

Fonte: Elaboração própria.

Neste Quadro 1 foi demonstrado o início do código que foi utilizado no software do Arduino Uno, nesta primeira parte do código as variáveis globais são declaradas e atribuídas aos pinos, e também é incluída uma biblioteca específica para a utilização do módulo IF.

Foi feita a declaração de que neste código foi necessário que se incluía uma biblioteca para a utilização do controle remoto e módulo receptor de infravermelho, com a inclusão dessa nova biblioteca o Arduino Uno pôde ler e compilar os códigos relacionados ao controle remoto e o módulo receptor. Foi declarado o pino 12 onde o módulo receptor está conectado. Foi declarada a variável global que é responsável por receber o sinal do módulo receptor. Foi declarada a variável global que recebe o resultado do módulo receptor. Foi declarada a variável global armazenavalor utilizando o modificador *float* que pode armazenar números de até seis dígitos com precisão. Foi declarada a variável global que é responsável por receber o sinal de *LOW* ou *HIGH* da marcha do automóvel através do pino digital 7. Foi declarada a variável global que é responsável por receber o sinal de *LOW* ou *HIGH* do fio do comutador através do pino digital 10. Foi declarada a variável global que é responsável por receber o sinal de *LOW* ou *HIGH* do relé 15 através do pino digital 9. Foi declarada a variável global que é responsável por receber o sinal de *LOW* ou *HIGH* do relé 50 através do pino digital 8.

Quadro 2: Código do sistema – Parte 2.

```
10. void setup() {  
11.     irrecv.enableIRIn();  
12.     pinMode(pinMARCHA, INPUT);  
13.     pinMode(pinCOM15, INPUT);  
14.     pinMode(pinREL15, OUTPUT);  
15.     pinMode(pinREL50, OUTPUT);  
16. }
```

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 2 foi demonstrado como está a parte de inicialização do Arduino Uno, visto que dentro da função *void setup()* foi feita essa função quando a placa foi energizada.

Foi utilizada a função *void setup()* para inicializar as variáveis, definir os modos de entrada e saída dos pinos do sistema. Foi inicializado o receptor de infravermelho, foi declarada a variável do pino da marcha como modo de entrada. Foi declarada a variável do fio do comutador como modo de entrada. Foi declarada a variável do pino do relé 15 como modo de saída, foi declarada a variável do pino do relé 50 como modo de saída. Foi fechada a programação do *void setup()* desse sistema.

Quadro 3: Código do sistema – Parte 3.

```
17. int cont = 0;  
18. unsigned long INI = 0;  
19. unsigned long FIM = 0;
```

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis declaradas no Quadro 3 foram utilizadas dentro da função *void loop()* com intuito de fazer uma contagem de determinado tempo após o início da função.

Foi declarada a variável que é responsável pela contagem das vezes que o controle remoto foi acionado, ela foi inicializada contendo zero, para uma posterior verificação. Foi declarada a variável que é responsável pela memorização do início da contagem e foi atribuído a ela o zero. Foi declarada a variável que é responsável pela memorização do final da contagem e foi atribuído a ela o zero.

Quadro 4: Código do sistema – Parte 4.

```

20. void loop() {
21.     FIM = millis();
22.     int valMARCHA = digitalRead(pinMARCHA);
23.     int valCOM15 = digitalRead(pinCOM15);
24.     if (valCOM15 == LOW && valMARCHA == HIGH) {
25.         if (cont < 3) {
26.             if (irrecv.decode(&results)) {
27.                 armazenavalor = (results.value);
28.                 if (armazenavalor == 0xFF30CF) {
29.                     digitalWrite(pinREL15, LOW);
30.                     delay(10 * 1000);
31.                     digitalWrite(pinREL50, LOW);
32.                     delay(5 * 1000);
33.                     digitalWrite(pinREL50, HIGH);
34.                     if (FIM - INI <= 3 * 1000) {
35.                         cont++;
36.                     } else {
37.                         cont = 1;
38.                     }

```

Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 4 foi demonstrado o início da função *void loop()* e foram feitas diversas verificações e atribuições.

Foi utilizada a função *void loop()* para que a placa Arduino Uno funcione de forma ativa e repita todo o código inserido dentro dessa função, dando dinâmica ao programa. Foi pego o valor que esta no registrador de tempo do Arduino Uno e atribui a variável FIM. Foi declarada a variável que é responsável pelo valor do sinal da marcha do automóvel. Foi utilizado o *digitalRead* para ler o sinal recebido pelo pino 7 e este sinal foi atribuído ao valMARCHA. Foi declarada a variável que é responsável pelo valor do sinal do fio do comutador, foi utilizado o *digitalRead* para ler o sinal recebido pelo pino 10 e este sinal foi atribuído ao valCOM15. Foi utilizada a estrutura de controle *IF* para iniciar uma condição. Para a condição se tornar real é necessário que o sinal atribuído ao valCOM15 seja *LOW* e ao mesmo tempo o sinal

atribuído ao *valMARCHA* seja *HIGH*. Caso a condição seja atendida o Arduino Uno executa o que está programado para realizar dentro dessa condição, que vai desde a linha 25 até a linha 48. Na linha 25, após a condição da linha 24 ser atendida, inicia-se outra condição *IF* para a contagem das vezes em que o controle remoto foi acionado. Foi utilizada a estrutura de controle *IF* para iniciar uma condição, para a condição se tornar real é necessário que haja um resultado a ser decodificado, caso a condição tenha sido atendida o Arduino Uno executa o que está programado para realizar dentro dessa condição, que vai desde a linha 27 até a linha 42. Na linha 27, caso a condição da linha 26 seja atendida, é atribuído o resultado encontrado à variável *armazenavalor*. Foi utilizada a estrutura de controle *IF* para iniciar uma condição, para a condição se tornar real é necessário que o resultado dentro da variável *armazenavalor* seja igual a "0xFF30CF", caso a condição seja atendida o Arduino Uno executa o que está programado para realizar dentro dessa condição, que vai desde a linha 29 até a linha 40. Foi utilizada a função *digitalWrite* para acionar o REL15, esse relé é o responsável por acionar todos os circuitos elétricos do carro, enviando uma corrente contínua de 12V. Foi utilizado um temporizador *delay* para interromper o programa por 10 segundos antes de partir para a próxima linha. Importante lembrar que o parâmetro do *delay* é feito em milissegundos. Foi utilizada a função *digitalWrite* para acionar o REL50, esse relé é o responsável por acionar o automóvel, enviando uma corrente contínua de 12V para a bobina de ignição. Foi utilizado um temporizador *delay* para interromper o programa por 5 segundos antes de partir para a próxima linha. Foi utilizada a função *digitalWrite* para interromper o sinal do REL50 utilizando o sinal *HIGH*. Foi utilizada a estrutura de controle *IF* para iniciar uma condição, para a condição se tornar real é necessário que o resultado entre a diferença das variáveis *FIM* e *INI* seja maior que três segundos, caso a condição seja atendida o Arduino Uno executa o que está programado para realizar dentro dessa condição, que é a linha 35. Na linha 35, foi utilizada a operação de atribuição composta o "++" para incremento de "cont+1" na variável *cont*. Foi terminada a condição da estrutura de controle *IF* da linha 34 e iniciado a estrutura de controle *ELSE* que é executada somente se houver uma resposta negativa da linha 34. Foi atribuído o número 1 para a variável *cont*. Na linha 38, foi terminada a condição da estrutura de controle *ELSE* da linha 36.

Quadro 5: Código do sistema – Parte 5.

```

39.             INI = millis();
40.         }
41.         irrecv.resume();
42.     }
43. } else {
44.     digitalWrite(pinREL15, HIGH);
45.     digitalWrite(pinREL50, HIGH);
46.     delay(5 * 60 * 1000);
47.     cont = 0;
48. }
49. } else {
50.     digitalWrite(pinREL15, HIGH);
51.     digitalWrite(pinREL50, HIGH);
52.     cont = 0;
53. }
54. }

```

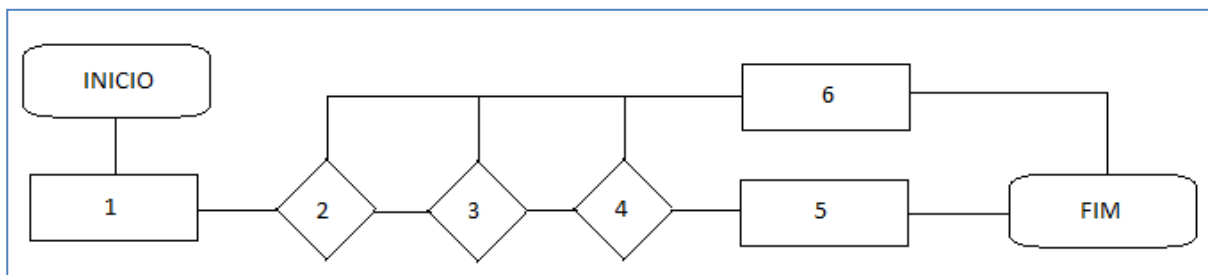
Fonte: Elaboração própria.

Foi atribuído um número em milissegundos a variável INI, este é o valor contado no momento, desde que a placa Arduino Uno começou a rodar o programa. Foi terminada a condição da estrutura de controle do *IF* da linha 28. Na linha 41, libera o módulo receptor de infravermelho para receber novos resultados. Foi terminada a condição da estrutura de controle *IF* da linha 26. Foi terminada a condição da estrutura de controle *IF* da linha 25 e iniciado a estrutura de controle *ELSE* que é executada somente se houver uma resposta negativa da condição da linha 25, com isso é executada as linhas 44 a 47, esta condição *ELSE* funciona de modo a restringir o sistema caso o usuário tenha acionado continuamente o botão do controle remoto, passando de três tentativas em um curto período de tempo. Na linha 44, foi utilizada a função *digitalWrite* para interromper o sinal do REL15 utilizando o sinal *HIGH*. Foi utilizada a função *digitalWrite* para interromper o sinal do REL50 utilizando o sinal *HIGH*. Foi utilizado um temporizador *delay* para interromper o programa por 5 minutos. Na linha 47, foi atribuído o número zero a variável cont, para que se possa iniciar a contagem de vezes de acionamento do controle remoto

do zero novamente. Foi terminada a condição da estrutura de controle *ELSE* da linha 43. Foi terminada a condição da estrutura de controle *IF* da linha 24 e iniciado a estrutura de controle *ELSE* que é executada somente se houver uma resposta negativa da condição da linha 24, com isso é executada as linhas 50 a 52, essa condição tem o objetivo de restringir o sistema de ser acionado caso a alavanca do câmbio do automóvel esteja numa posição diferente de ponto neutro e caso o comutador de ignição tenha sido acionado com a chave do carro. Foi utilizada a função *digitalWrite* para interromper o sinal do REL15 utilizando o sinal *HIGH*. Foi utilizada a função *digitalWrite* para interromper o sinal do REL50 utilizando o sinal *HIGH*. Foi atribuído o número zero a variável *cont*, para que se possa iniciar a contagem de vezes de acionamento do controle remoto do zero novamente. Na linha 53, foi terminada a condição da estrutura de controle *ELSE* da linha 49. Na linha 54, foi terminada a estrutura do *loop* que inicia na linha 20.

Um fluxograma também foi criado para melhor entendimento de como o sistema funciona, desde o acionamento do botão até o momento em que ele não é mais utilizado. Ele está de modo simplificado representado na Imagem 18.

Imagem 18: Fluxograma do sistema.



Fonte: Elaboração própria.

Descrevendo de forma simples o funcionamento do sistema, como aparenta na imagem 18, o sistema é iniciado e no retângulo número 1 ele faz uma leitura dos pinos para posterior verificação, após essa leitura ele faz uma série de verificações, como demonstrado nos losangos 2, 3 e 4. A primeira verificação no losango 2 foi feita para identificar se o carro já foi ligado e se a alavanca de câmbio está no ponto neutro. A segunda verificação que foi feita é se o sistema remoto já foi acionado mais de três vezes em um período curto de tempo. A terceira verificação foi feita para identificar se o botão do controle remoto foi acionado para ligar o sistema.

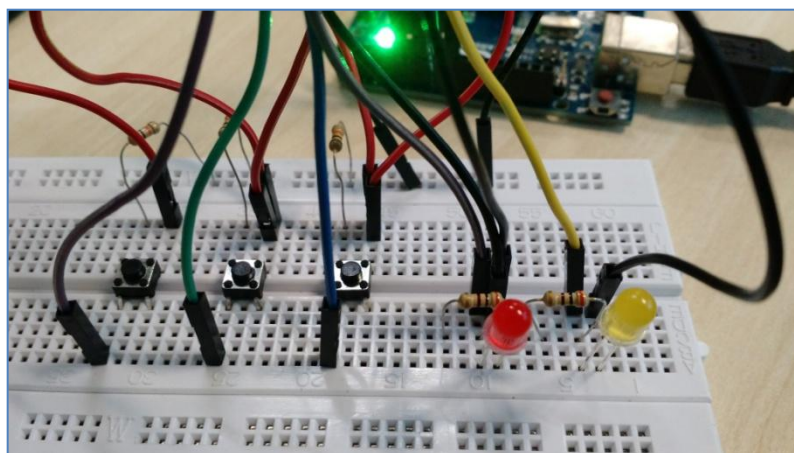
Todas as três verificações caso não sejam atendidas passam para o retângulo 6, que não aciona o sistema e segue para o FIM. Caso as três verificações sejam atendidas, passa para o retângulo 5. No retângulo 5 é feito o acionamento dos REL15 e REL50 e o carro é ligado, finalizando assim o sistema.

4.7 PROTÓTIPO DO SISTEMA

Foi validada a proposta de desenvolvimento do sistema através da construção de um protótipo modelo para testar suas funções descritas na Tabela 6. O circuito do protótipo foi construído e dentre os testes realizados o protótipo atendeu as expectativas. Importante ressaltar que para esta validação foram substituídos alguns componentes do protótipo devido à indisponibilidade de tempo para aquisição dos componentes específicos. As substituições dos componentes foram: substituição das duas resistências por um botão, substituição do módulo IF e controle remoto por um botão.

Foram incluídos também dois Leds com intuito de informar quando o REL15 e REL50 foram acionados. Toda a estrutura do modelo desse circuito esta contida na Imagem 19, como houve substituições de componentes e a inclusão de dois Leds, também foi feito pequenas alterações no código somente com o objetivo de adequá-lo para os testes.

Imagem 19: Modelo do circuito.



Fonte: Elaboração própria.

4.8 ANÁLISE DA VIABILIDADE FUNCIONAL E ECONÔMICA DO PROTÓTIPO

Para uma melhor análise do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônico, foi feita uma divisão entre as características de abrangência funcional e econômica do protótipo, comparando-o com os sistemas da Viper e Chevrolet, com o objetivo de identificar qual desses sistemas melhor se encaixa no cenário consumidor nacional.

Como bem sabemos para a fundamentação de uma análise crítica e uma futura tomada de decisão para sabermos entre qual sistema escolher, é necessário que haja informações, dados e conhecimentos para comprovar que determinado sistema é melhor ou não que os outros. Sendo assim, foi explanado nas análises de abrangência funcional e viabilidade econômica, todos os fatores determinísticos que poderiam afetar na tomada de decisão entre os sistemas estudados.

4.8.1 Análise de abrangência funcional

A análise de abrangência funcional dá informações específicas e necessárias para a possível análise crítica e tomada de decisão, para que se tenham parâmetros respeitados na análise que foi realizada. Foram utilizadas funções que são semelhantes entre os sistemas estudados e/ou que podem ser incluídas futuramente no protótipo, com a tabela 6 foi possível identificar quais funções os sistemas estudados detém.

Tabela 6: Comparação funcional de sistemas (Continua).

Funções	Protótipo	Viper	OnStar
Aciona o automóvel de câmbio manual	X	-	-
Aciona o automóvel de câmbio automático	X	X	X
Trava/Abre as portas	-	-	X
Restrições de segurança no sistema	X	X	X
Sistema de segurança	-	-	X

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6: Comparação funcional de sistemas (Conclusão).

Funções	Protótipo	Viper	OnStar
Sistema de bordo	-	-	X
Flexibilidade	X	X	-
Fácil instalação	X	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Constatado na Tabela 6 foram utilizadas oito funções para comparar os sistemas no quesito de abrangência funcional. Do total de funções o protótipo atendeu a cinco funções descritas na Tabela 6 obtendo um valor percentual de 62,5%, o sistema Viper atendeu a somente três funções descritas na Tabela 6 obtendo um valor percentual de 37,5% e o sistema da Chevrolet - OnStar atendeu a um valor de cinco funções obtendo o mesmo percentual do protótipo de 62,5%.

Um ponto a ser comentado por questão de Flexibilidade constatada na Tabela 6, onde é atribuído como ponto positivo para o protótipo e para o sistema Viper, foi devido ao fato de que ambos podem ser instalados em qualquer tipo de automóvel de câmbio automático, para o protótipo esse ponto é de extrema importância pois ele difere também do Viper devido ao protótipo poder ser utilizado em automóveis de câmbio manual o tornando extremamente competitivo no mercado consumidor nacional. Ponto negativo foi atribuído para o sistema da Chevrolet - OnStar em flexibilidade, pois ele é extremamente limitado aos automóveis da marca Chevrolet e somente para automóveis compatíveis com a tecnologia da OnStar.

Outro ponto a ser comentado é de que para função descrita na Tabela 6 como Fácil instalação, que foi atribuída ao protótipo, é devido oferecimento do serviço de instalação do produto nos automóveis, apesar do sistema da Chevrolet - OnStar vir instalado no veículo, pelo fato da não flexibilização de seu sistema esse ponto não é atribuído.

De acordo com a comparação de funções na Tabela 6 foi constatado que dois sistemas (Protótipo e Chevrolet) atingem uma pontuação igual e superior ao sistema Viper. Devido ao fato de que o sistema da Chevrolet - OnStar não deter de flexibilização e não ser compatível com automóveis de câmbio manual, foi considerado que em termos de abrangência funcional o protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica foi considerado superior, visto que o

protótipo tem potencial para agregar as funcionalidades faltantes que não estão sendo consideradas como positivas na Tabela 6.

4.8.2 Análise de viabilidade econômica

Para a análise de viabilidade econômica foram utilizados diversos sites de compras online a fim de fazer uma busca pela melhor média de preços unitários das tecnologias e dispositivos utilizados como matéria prima no protótipo do sistema. Foram utilizados os sites:

- Mercado Livre;
- Mini in the box;
- Ali express;

Todos esses sites citados vendem suas mercadorias online e dependendo do tipo de mercadoria são cobrados ou não os valores de frete, podendo tornar o custo total do protótipo maior ou menor, porém considerando esse fator foi escolhido os produtos que teriam frete grátis para que o custo total repassado ao cliente fosse o menor possível, tornando o protótipo mais atrativo e com maiores chances de inserção no mercado consumidor nacional.

Na tabela 7 se encontram todos os custos relacionados com a produção do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica.

Tabela 7: Custos com o protótipo (Continua).

Tecnologias e dispositivos	Preço
Placa Arduino Uno R3	R\$ 17,19
Kit controle remoto infravermelho	R\$ 10,11
Módulo de Relé 5V com 2 canais	R\$ 8,92
Resistor de 75Ω	R\$ 0,24
Resistor de 100Ω	R\$ 0,24
Botão	R\$0,29

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7: Custos com o protótipo (Conclusão).

Tecnologias e dispositivos	Preço
Jumpers	R\$ 2,81
Encapsulamento do circuito	R\$ 2,00
Mão de Obra	R\$ 5,00
Total	R\$ 46,80

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos conhecimentos adquiridos no estudo feito sobre gastos, custos e despesas, foram feitas duas tabelas classificando os preços de cada componente ou serviço utilizados no protótipo, com objetivo de explica-los de forma organizada.

Na tabela 8 se encontram todas as despesas relacionadas com a obtenção da receita do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica.

Tabela 8: Despesas com o protótipo.

Serviços	Preço
Frete	R\$ 5,00
Marketing	R\$ 2,00
Despesas Gerais	R\$ 10,00
Instalação do protótipo	R\$ 30,00
Total	R\$ 47,00

Fonte: Elaboração própria.

Foi considerado na tabela 8 como frete os gastos do serviço de entrega do protótipo, atribuindo a esse valor gastos com a gasolina e automóvel utilizados para o esse tipo de serviço. Para o marketing foi atribuído um valor considerado como unitário gasto com divulgações em redes sociais e a utilização de um site online hospedado pela empresa para melhor acesso dos clientes.

A instalação do protótipo foi um dos pontos fortes considerados, pois é dado ao cliente essa oportunidade de utilizar esse tipo de serviço, importante ressaltar que foi considerado também dentro do valor da instalação do protótipo, a mão de obra e seguro do profissional que realiza a tarefa e também o seguro do automóvel em que

o protótipo foi instalado, para dar maior segurança ao profissional que executa a tarefa e ao cliente que adquire o produto. Em caso de danos por mau funcionamento do protótipo, seja por questões da instalação feita de forma errada, como também por questões de incompatibilidade técnica entre o protótipo e o automóvel, o valor cobrado na instalação consegue absorver esses tipos de prejuízo. O sistema Viper não oferece esse tipo de serviço, sendo de total responsabilidade do cliente a instalação do produto no seu automóvel, não se responsabilizando por acidentes ou pela instalação de forma incorreta do produto.

Como sabemos a empresa sempre repassa os gastos aos clientes em forma de preço de venda de um determinado produto, com o objetivo de conseguir pagar todos os gastos realizados na produção e venda dos produtos, como também conseguir uma boa margem de lucro líquido, com o propósito de atender as necessidades dos *Stakeholders*.

Considerando que a soma de todos os gastos realizados na produção do protótipo serão repassados aos clientes, é importante que sempre se objetive a excelência em ter o valor mínimo possível de gastos, pois isso torna o produto mais competitivo caso haja produtos semelhantes e com maior chance de inserção no mercado consumidor.

Na tabela 9 foi demonstrado o gasto total com a produção do protótipo do sistema, com esse valor é possível fazer uma comparação de viabilidade econômica com outros produtos que sejam semelhantes e estejam disponíveis no mercado consumidor, sendo esses produtos o sistema do Viper Basic e Chevrolet - OnStar.

Após saber o valor do gasto total com o protótipo do sistema foi possível termos uma especulação de até quanto reais o preço de venda do protótipo pode chegar.

Tabela 9: Gastos totais com o protótipo.

Gastos	Preço
Custos	R\$ 46,80
Despesas	R\$ 47,00
Total	R\$ 93,80

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Oliveira e Perez (2012) nesse tempo moderno a entidade precisa ter em mente que o preço de venda esta relacionado aos custos da empresa, porém mais ainda aos fatores externos. Segundo Oliveira e Perez (2012, pg. 287) "Os consumidores começaram a rejeitar os produtos que consideravam semelhantes a outros, mas com preço de venda superior.". Tendo sido feita essas considerações foi necessário que se estipulasse um preço de venda para o protótipo do sistema, com a utilização dos valores já adquiridos para o gasto total com o protótipo, foi utilizada uma percentagem para a margem de lucro que ficou aproximadamente 70,57%, somando os gastos com a margem de lucro estipulada o valor do preço de venda do protótipo foi de R\$160,00.

A tabela 10 foi utilizada para fazer uma comparação direta entre os preços de venda dos sistemas.

Tabela 10: Comparação de valor entre os sistemas.

Sistemas	Protótipo	Viper	OnStar
Preço de venda	R\$ 160,00	R\$ 328,43	ND

Fonte: Elaboração própria.

Apesar do sistema da Chevrolet - OnStar ser semelhante aos outros sistemas, ele carece de flexibilidade e isso é um ponto grave e negativo, pois não pode ser atribuído valores ao seu sistema a não ser que o cliente adquira necessariamente um automóvel da própria Chevrolet, além disso a escolha dele ficará entre os automóveis que são compatíveis com a tecnologia utilizada nesse sistema, limitando mais ainda as escolhas para o cliente, devido a esses fatores foi considerado seu preço de venda como "Não Disponível".

Entre a comparação direta de preços de venda, identificamos que entre o protótipo e o Viper, o protótipo obtém a vantagem competitiva direta devido ao seu preço de venda ser menor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do protótipo do sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica foi feita utilizando comparações com produtos já disponíveis no mercado, que apresentam diversas características sendo algumas delas semelhantes outras não, ao protótipo desenvolvido. Através do desempenho de suas funcionalidades e pelo valor econômico agregado (preço de venda repassado ao cliente) ao protótipo e ao seus concorrentes que são Viper Basic 1 e o sistema da Chevrolet - OnStar, pode-se concluir então qual produto terá maior compatibilidade com o mercado atual nacional.

De acordo com a Tabela 7 são listados os custos unitários de cada componente necessário para a produção do produto, torna-se necessário ressaltar que esses custos podem se tornar menores, pois quando falamos em produção em larga escala, o valor unitário de cada componente diminui afetando diretamente o custo total e gasto total, com isso a margem de lucro que a entidade adquire se torna maior, dando a ela a oportunidade em caso de competitividade acirrada com outro produto, poder diminuir seu preço de venda. Através da Tabela 9 é possível concluir a viabilidade econômica do protótipo e categoriza-lo como melhor solução econômica dentre os sistemas apresentados.

É possível concluir qual sistema se sobressai dos outros através da comparação de sua abrangência funcional, de acordo com a Tabela 6, tanto o protótipo quanto o sistema da Chevrolet - OnStar alcançaram a maior percentagem sendo 62,5% das oito funções classificadas na Tabela 6. No confronto direto de abrangência funcional entre o protótipo e o sistema da Chevrolet - OnStar é concluído que o sistema do protótipo é superior, quando considerado que grande parte do mercado consumidor nacional esta voltada para automóveis de câmbio manual, sendo eles de várias marcas diferentes, com o protótipo é possível atender tais fatores descritos e também agregar mais funções no futuro.

É notável que para o desenvolvimento do protótipo desse sistema de acionamento remoto de ignição eletrônica foi utilizado um dispositivo microcontrolador Arduino Uno que detém um imenso potencial, apesar deste dispositivo elevar o preço final do sistema, além de ter sido utilizado somente para algumas funções neste trabalho, o objetivo futuro é que ele possa agregar diversas funcionalidades, podendo ter o

controle do automóvel e ter interface com outros dispositivos, assim tornado-se um sistema integrado com abrangência de mercado consumidor internacional. Para que isso se torne real é necessário a utilização de um microcontrolador de qualidade e confiável, o Arduino atende a esses pré requisitos como foi descrito e demonstrado no protótipo apresentado.

REFERÊNCIAS

ALI Express. Disponível em: <https://es.aliexpress.com/es_home.htm>. Acessado em: 26 out. 2016.

AMAZON. **Viper 4105V 1-Way remote start system**. Disponível em: <https://www.amazon.com/Viper-4105V-1-Way-Remote-System/dp/B00CLE47V6/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1477928358&sr=8-1&keywords=viper+basic>. Acesso em: 24 out. 2016.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ANTONELLI, Gilberto Clovis.; SABADIN, Alexandre.; NETO, João Batista S. S.; CARREIRA, Suely Silva.; CARREIRA, Manoel Francisco. **Análise dos resultados da modelagem para simulação dinâmica de atendimento para serviços de assistência técnica em equipamentos de automação bancária** – Uso do Software Arena®. Energep - XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, Brasil, 2014, p. 2-16, out. 2014.

ARDUINO. **Getting started with Arduino and Genuino products**. 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 6 jul. 2016.

BARROS, Ruy Carvalho de. **Análise de Maturidade no Gerenciamento de Projetos de Tecnologia de Automação: O Caso da Ciba Especialidades Químicas Ltda. no Site de Camaçari**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

BRUNI, Adriano Leal. **A administração de custos, preços e lucros**. 5ª Ed. São Paulo. Atlas, 2012.

CADUXAVIER. **O que é pesquisa ?**. 2007. Disponível em: <http://www.caduxavier.com.br/mackenzie/index.php?option=com_content&view=article&id=84:o-que-epesquisa-&catid=42:metodologia-i-&Itemid=53>. Acesso em: 2 nov. 2016.

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial: Controle de movimento e processos contínuos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Érica, 2014. 236 p.

CASTLE, Alex. **Know your arduino: A Pratical guide to the most common boards**. 13 Jun. 2013. Disponível em: <<http://www.tested.com/tech/robots/456466-know-your-arduino-guide-most-common-boards/>>. Acesso em: 13 Nov. 2016.

CHAMOVITZ, I.; SABBADINI, F.S.; OLIVEIRA, M.J.F. **A utilização da simulação baseada na Web para o estudo de processos operacionais**. Revista Produção Online. Vol.8, n.4, Dez.2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/viewFile/148/235>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

CHEVROLET. **OnStar**: Manual do usuário. 2016. Disponível em: <<http://www.chevrolet.com.br/onstar.html>>. Acesso em: 9 Nov. 2016.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance**: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CONSONI, Flávia Luciane; CARVALHO, Ruy de Quadros. **Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira: perspectivas e obstáculos para a capacitação local**. *Rev. Adm. Contemp.*, [s.l.], v. 6, n. 1, p.39-61, abr. 2002. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-65552002000100004>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

CRUZ, Diogo Luiz Lemes da. **Metodologia para implementação de controle supervisorio modular local em controladores lógicos programáveis**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

DELGADO, Armando Luiz N.. **Programação básica em C++**. 2012. Disponível em: <<http://www.inf.ufpr.br/ci208/NotasAula.pdf>>. Acessado em: 03 nov. 2016.

FERREIRA, P.; BUENO, L. R. S.. **Utilização da tecnologia arduino como ferramenta para sensoriamento de processos de bancada**. *Anais do Xx Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, [s.l.], p.1-9, fev. 2015. Editora Edgard Blucher, Ltda.. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0815-23594-181991>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

FILIFELOP. **Módulo relé 5V 2 canais**. 2016. Disponível em: <<http://www.filifelop.com/pd-6b84a-modulo-rele-5v-2-canais.html>>. Acessado em: 2 nov. 2016.

FURTADO, Paulo. **As famílias das bobinas de ignição**. 2013. Disponível em: <http://paulofurtadoacsolidaria.blogspot.com.br/2013_01_01_archive.html>. Acessado em: 28 out. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

HARRELL, C. R.; GHOSH, B. K.; BOWDEN, R. **Simulation using ProModel**. Boston McGraw-Hill, 2000.

LEAL, Galdeci. **Sistema de ignição convencional**. 2013. Disponível em: <<https://maut06.blogspot.com.br/2013/05/sistema-de-ignicao-convencional.html>>. Acesso em: 10 set. 2016.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M., **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed. p. 44.

MENDES, João. **Trânsito desgasta componentes do motor**. 2014. Disponível em: <<http://www.memoriamotor.r7.com/transito-desgasta-componentes-do-motor/>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

MERCADO Livre Brasil. Disponível em: <<http://www.mercadolivre.com.br/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

MINI in The Box. Disponível em: <<http://www.miniinthebox.com/pt/>>. Acesso em: 20 out. 2016.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 347 p.

NEVES, Cleonor et al. **Os dez maiores desafios da automação industrial: As perspectivas para o futuro**. 02. ed. João Pessoa: Ceteli, 2007. 08 p.

OLIVEIRA, Luiz Martins de.; PEREZ, José Hernandez Jr.. **Contabilidade de custos para não contadores**. 5ª Ed. São Paulo. Atlas, 2012.

OMRON Corporation. **Relay User's Guide**. 1990. Disponível em: <[https://www.components.omron.com/components/web/pdflib.nsf/0/3B7C5B7BB9EA888385257201007DD66D/\\$file/M20Z54E11.pdf](https://www.components.omron.com/components/web/pdflib.nsf/0/3B7C5B7BB9EA888385257201007DD66D/$file/M20Z54E11.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2016.

PEREZ, José Hernandez Jr.; OLIVEIRA, Luiz Martins de; COSTA, Rogério Guedes. **Gestão Estratégica de Custos**. 8ª Ed. São Paulo. Atlas, 2012.

PEREZ, Sandro Gianni Aquiles. **Modeling Relays for power System protection studies**. 2006. Disponível em: <http://www.slideshare.net/engr_abuzar/thesis-for-power-system-protection-in-brief>. Acessado em: 22 out. 2016.

PERTENCE JÚNIOR, Antonio. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para medições mecânicas através da utilização de controlador lógico programável (CLP)**. 2010. 22 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010. Cap. 06.

PIMENTEL, V. C. A. et al. **Uma plataforma de baixo custo comandada por voz para tecnologias assistivas com programação em python**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2014.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. 276 p.

RENGEL, Fernando B.; JÚNIOR, José A. D. **Uso da modelagem e simulação para a implementação de uma nova célula de teste funcional de lavadoras de roupa através do software automod**. Energep - XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, Brasil, 2014, p. 2-22, out. 2014.

REVISEOMATIC. **Relays**. 2016. Disponível em: <<http://reviseomatic.org/help/e-switches/Relays.php>>. Acessado em: 23 out. 2016.

ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Pearson Education, 2005. 356 p.

SCOTT, Steven S.; FRANKLIN, Robert W.; DAVIS, Manfred. **Remote vehicle starting system**. 1987. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/5054569>>. Acesso em: 11 Out. 2016.

SHANNON, C. E. **A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits**. Vol.57. 1938. Trans. AIEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5057767/>>. Acessado em: 22 out. 2016.

SILVA, Alexandre de Mello. **Aplicação de verificação de modelos a programas de CLP: Explorando a temporização**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008. Cap. 07.

SILVA, Pedro S. **Sistemas de ignição**. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAo4MAH/sistemas-ignicao>>. Acesso em: 26 out. 2016.

SONGLE Electrical. **Songle Relay Datasheet**. Disponível em: <<https://www.ghielectronics.com/downloads/man/20084141716341001RelayX1.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016.

SOUZA, Anderson R. de et al. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.01-05, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172011000100026>>. Acesso em: 6 jul. 2016.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 04. ed. Fortaleza: Editora Érica, 2005. 222 p.

THOMSEN, Adilson. **Controlando lâmpadas com módulo relé arduino**. 10 fev. 2013. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/modulos/controle-modulo-rele-arduino.html>>. Acessado em: 24 out. 2016.

TONTINI, Gérson; SANT'ANA, André José. **Interação de atributos atrativos e obrigatórios de um serviço na satisfação do cliente**. **Produção**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.112-125, 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132008000100009>>. Acesso em: 3 Jun. 2016.

VIANNA, Plínio Victor Palmezano de Velloso; LIMA, Euclides Antônio Pereira de. **Aplicação do arduino no monitoramento ambiental**. 2014. Disponível em: <<http://www.peteq.feq.ufu.br/jorneq/anais2014/trabalhos/A34.pdf>>. Acesso em: 6 Jul. 2016.

VIPER. **Owner's guide**. 2012. Disponível em: <<http://www.viper.com/car/remotestart/product/4115v/viper-basic-1-way-remote-start-system>>. Acesso em: 13 Nov. 2016.

YOU, Yuhui; TANG, Tiffany; WANG, Yichen. **When arduino meets kinect:** An intelligent ambient home entertainment environment. Vol.2. 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6911470/authors>>. Acesso em: 22 out. 2016.

ANEXO A - PROTÓTIPO DO SISTEMA COMPLETO

