

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



MARCELO AIRES MOREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO  
ITAIPU BINACIONAL – PROGRAMA VEÍCULO ELÉTRICO

Campina Grande  
2016

MARCELO AIRES MOREIRA

ITAIPU BINACIONAL – PROGRAMA VEÍCULO ELÉTRICO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrônica

Supervisor:  
**Eduardo Fontes Silveira**  
Engenheiro da Itaipu Binacional

Orientador:  
**Antonio Marcus Nogueira Lima**  
Professor da UFCG

Campina Grande  
2016

MARCELO AIRES MOREIRA

ITAIPU BINACIONAL – PROGRAMA VEÍCULO ELÉTRICO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrônica

Aprovado em 30/agosto/2016

**João Batista Moraes dos Santos**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Antonio Marcus Nogueira Lima**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

# AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo seu Amor, Misericórdia e Graça.

À minha família, por tudo que representou na construção da minha vida pessoal, acadêmica e profissional.

Ao meu Supervisor de Estágio, Engenheiro Eduardo Silveira da Itaipu Binacional, pela boa convivência, supervisão e orientação durante todo o estágio.

Ao meu orientador de Estágio, professor Antonio Marcus da UFCG, pela disponibilidade e disposição para orientar todas as etapas do estágio.

Ao Coordenador Geral e Gerente do Programa Veículo Elétrico da Itaipu Binacional, pela ótima gestão e bom relacionamento interpessoal.

Aos demais funcionários do Programa Veículo Elétrico, pelo suporte e boa vontade durante o desenvolvimento das atividades.

E por último, agradeço ao coordenador, professores e funcionários do curso de graduação de Engenharia Elétrica da UFCG, pelo trabalho ético e conhecimento repassado.

## RESUMO

Os veículos elétricos representam uma boa opção da substituição de combustíveis fósseis, por serem movidos por motores elétricos, os quais não emitem nenhum gás poluente à natureza. O Programa Veículo Elétrico da Itaipu Binacional nasceu com o objetivo de incentivar o desenvolvimento, produção e montagem de veículos elétricos no país, os quais ainda se encontram em fase inicial. Este trabalho tem o objetivo de relatar as atividades realizadas durante o estágio integrado na empresa Itaipu Binacional – Programa Veículo Elétrico no período de 07 de janeiro a 22 de junho de 2016. Inicialmente serão apresentados os objetivos do estágio, depois será feita uma descrição detalhada da Itaipu Binacional e do Programa Veículo Elétrico. Em seguida será feita uma revisão teórica sobre veículos elétricos e por último serão descritas as atividades realizadas durante o estágio: i) Manutenção Corretiva do protótipo de caminhão elétrico da IVECO; ii) Análise de demanda de potência de estações de recarga de veículos elétricos; iii) Compra de Equipamentos; iv) Desenvolvimento de um protótipo de estação de recarga de veículos elétricos; v) Comparecimento ao Curso de Metrologia Dimensional; vi) Acompanhamento e suporte a atividades; vii) Desenvolvimento de Sistema de Aquisição de dados de veículos elétricos.

## ABSTRACT

The electric vehicles represent a good option for fossil fuel replacement for being driven by electric motors which do not pollute the environment. The Electric Vehicle Program from Itaipu Binational born with the goal to stimulate the development, production and assembly of electric vehicles in Brazil since they are still in their initial stage. This document has the aim to report the activities held during the internship at Itaipu Binational Company – Electric Vehicle Program from January 7 to June 22, 2016. First it will be presented the goals of the internship and a detailed description of the Itaipu Binational company and the Electric Vehicle Program. Later it will done a theoretical review of electric vehicles and at last it will be described the activities held during the internship, as follows: i) Corrective Maintenance of an electric truck prototype from IVECO company; ii) Power Demand Analysis of Electric Vehicle Charging Stations; iii) Equipment purchases; iv) Development of an Electric Vehicle Charging Station Prototype; v) Attendance to a Dimensional Metrology course; vi) Activities support and follow-up; vii) Development of an Electric Vehicle Data Acquisition System.

## SUMÁRIO

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Sumário.....	vii
1 Introdução.....	9
2 Objetivos.....	11
3 Empresa Concedente: Itaipu Binacional.....	12
3.1 Estrutura Organizacional da Empresa.....	14
3.2 Programas promovidos por itaipu.....	15
3.2.1 Parque Tecnológico Itaipu (PTI).....	15
3.2.2 Universidade Corporativa de Itaipu (UCI).....	16
3.2.3 Refugio Biológico Bela Vista.....	16
3.2.4 Programa Veículo Elétrico.....	16
3.2.4.1 Pálio Weekend Elétrico.....	18
3.2.4.2 Caminhão IVECO Elétrico.....	19
3.2.4.3 Mini-Ônibus 100% Elétrico.....	20
3.2.4.4 Ônibus Híbrido.....	21
3.2.4.5 Agrale Marruá Elétrico.....	21
3.2.4.6 Sistema Inteligente de Armazenamento de Energia (IESS).....	22
3.2.4.7 IESS Versão Industrial.....	23
3.2.4.8 Trikke Eletrico.....	23
3.2.4.9 Twizy ZE.....	24
3.2.4.10 Sora-e.....	25
4 Atividades Realizadas Durante o Estágio.....	27
4.1 Fundamentação Teórica Sobre Veículos Elétricos.....	27
4.1.1 veículos à combustão interna, veículos elétricos e veículos híbridos.....	27
4.1.2 Evolução dos Veículos Elétricos.....	28
4.1.3 Arquitetura básica de Veículos Elétricos.....	30
4.1.3.1 Bateria.....	30
4.1.3.2 Conversores de Potência.....	33
4.1.3.3 Motor Elétrico.....	33
4.1.3.4 Engrenagem.....	34
4.1.4 Eficiência dos Veículos Elétricos.....	35
4.1.5 Veículos Elétricos no Brasil.....	35

4.2	Manutenção Corretiva do protótipo de caminhão elétrico da IVECO .....	38
4.3	Análise de demanda de potência de estações de recarga de veículos elétricos..	38
4.4	Compra de Equipamentos .....	39
4.4.1	Compra de Componentes Eletrônicos do Eletroposto MCR32 .....	40
4.4.2	Compra do Compilador para Software Embarcado de Caminhão IVECO.	40
4.4.3	Compra de Sistema de Aquisição de Dados via WI-FI e Ethernet.....	40
4.5	Desenvolvimento de um protótipo de estação de recarga de veículos elétricos	41
4.5.1	Norma Brasileira ABNT NBR IEC 61851-1 .....	41
4.5.2	Etapas de desenvolvimento.....	44
4.5.3	Resultados .....	47
4.6	Comparecimento ao Curso de Metrologia Dimensional .....	48
4.7	Acompanhamento e suporte a atividades .....	49
4.7.1	Acompanhamento da manutenção, desenvolvimento e configuração de VE's	49
4.7.2	Configuração de BMI's e Sistemas de Armazenamento de Energia .....	49
4.7.3	Diagnóstico de Falha em Veículo ZOE .....	50
4.8	Desenvolvimento de Sistema de Aquisição de dados de veículos elétricos .....	50
5	Conclusão .....	56
	Referências .....	57
	APÊNDICE A – Especificação Técnica de Componentes Eletrônicos do Eletroposto MCR32 .....	62
	APÊNDICE B – Especificação Técnica de Compilador para Software Embarcado de Caminhão IVECO .....	68
	APÊNDICE C – Especificação Técnica de Sistema de Aquisição de Dados via WI-FI e Ethernet.....	71
	APÊNDICE D – Código Fonte do Protótipo De Eletroposto.....	74

# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste no Relatório de Estágio Integrado realizado na empresa Itaipu Binacional - Programa Veículo Elétrico durante os dias 07/01/2016 a 22/06/2016, com total de 660 horas.

Diferentemente dos veículos que utilizam motores à combustão interna, os quais utilizam gasolina ou diesel como fonte de energia por exemplo, os veículos elétricos são movidos à energia elétrica.

Os veículos elétricos foram inventados no início do século XIX mas permaneceram praticamente inutilizados durante grande parte do século XX por uma série de razões que serão citadas ao longo do texto como a invenção do Self-Starter e a baixa autonomia das baterias.

Nos últimos anos a produção e comercialização de veículos elétricos tem sido incentivada principalmente por questões ambientais, uma vez que os veículos elétricos não emitem gases poluentes a natureza, bem como por sua elevada eficiência, tipicamente da ordem de 80%.

De acordo com dados da “International Energy Agency”, em 2015 havia mundialmente um estoque de aproximadamente 1.3 milhões de Veículos Puramente Elétricos (BEV) e Híbridos de Plug-in (PHEV), dentre os quais aproximadamente 400 mil pertenciam aos Estados Unidos, líder mundial em estoque destes veículos, seguido da China e Japão com estoques de 300 e 100 mil respectivamente. Por outro lado, em 2015 o Brasil possuía menos de 3 mil veículos elétricos e híbridos em estoque.

Neste contexto, o Programa Veículo Elétrico foi criado com o objetivo de incentivar o desenvolvimento e produção de veículos elétricos no Brasil visando diminuir o impacto de fontes poluentes ao meio ambiente. O programa pertence a empresa Itaipu Binacional e possui cerca de 100 veículos elétricos em sua frota, entre carros, ônibus, caminhões, triciclos e um avião.

As atividades realizadas durante o estágio estiveram relacionadas principalmente com o desenvolvimento, manutenção e pesquisa de veículos elétricos e sistemas.

Em relação à estrutura do trabalho, inicialmente serão apresentados os objetivos do estágio; posteriormente será feita uma descrição da Itaipu Binacional e do Programa

Veículo Elétrico; posteriormente será abordada uma fundamentação teórica sobre veículos elétricos; e por último serão apresentadas as atividades realizadas durante o Estágio.

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos do estágio foram:

- Pesquisar e desenvolver sistemas embarcados automotivos;
- Desenvolver softwares e hardwares para controle e monitoramento de parâmetros de baterias e demais componentes eletrônicos dos veículos elétricos e de sistemas de armazenamento de energia;
- Apoiar às atividades de manutenção de Veículos Elétricos e Sistemas de Armazenamento de Energia;
- Prototipar circuitos eletrônicos, bancadas de teste e realizar ensaios em equipamentos eletrônicos;
- Apoiar os cálculos e especificações de sistemas de armazenamento de energia integrados a fontes alternativas de energia;
- Apoiar os cálculos e normatizações em projetos da AM.GB para *Smart Grids* e *Smart Cities*;
- Estudar e pesquisar sobre motores, inversores de frequência, baterias e sensores automotivos;
- Estudar e pesquisar sobre tecnologias relacionadas à mobilidade elétrica tais como eletropostos, redes inteligentes, entre outros;
- Estudar e pesquisar sobre redes de comunicação WI-FI, GSM, RFID, Ethernet e Bluetooth.

### 3 EMPRESA CONCEDENTE: ITAIPU BINACIONAL

A Itaipu é a usina hidrelétrica que possui a maior produção de energia anual média do mundo, cerca de 90 milhões de MWh/ano, e a segunda maior em potência instalada com 14000 MW, perdendo apenas para a usina de Três Gargantas na China, a qual possui uma potência instalada de 22400 MW. [1]

A Itaipu é um empreendimento binacional, desenvolvido coletivamente pelo Brasil e Paraguai no rio Paraná na fronteira entre os dois países. [1]

A construção da usina foi o resultado de intensas negociações entre o Brasil e o Paraguai, iniciadas desde a década de 60, que culminaram na assinatura do Tratado de Itaipu em 26 de abril de 1973, instrumento legal para o aproveitamento do potencial hidráulico do rio Paraná. Desse modo, em maio de 1974 foi criada a empresa binacional Itaipu, com o objetivo de construir e gerenciar a usina. [1]

A usina de Itaipu possui 20 unidades geradoras com capacidade de geração de 700 MW cada uma. Metade das unidades opera na frequência da rede brasileira (60Hz) enquanto que a outra metade opera na frequência paraguaia (50Hz). [1]

A transmissão de energia da Itaipu para o Brasil é feita através do Sistema de Transmissão de Furnas por meio de cinco linhas de transmissão, três em corrente alternada (60hz) e duas em corrente contínua. A energia percorre aproximadamente 850 Km antes de chegar ao Sistema Interligado Brasileiro, nas subestações de Tijuco Preto – SP e Ibiúna – SP, onde é distribuída para o resto do Brasil. [1]

As principais características da Usina Hidrelétrica de Itaipu estão listadas na tabela 1, enquanto que as principais fases da sua construção estão listadas na tabela 2.

Turbinas	20 (700MW cada)
Potencia Instalada	14000MW
Recorde de Produção anual de energia	98,6 milhões MWh (2013)
Concreto utilizado	12,7 milhões m3
Altura	196 metros
Comprimento da barragem	7919 m
Vertedouro / Capacidade de Vazão	62200 m3/s
Escavações	63,85 milhões m3
N de pessoas reassentadas	40 mil
Extensão do reservatório	170 km
Área do reservatório	1350 km2

Armazenamento do reservatório	29 bilhões de m <sup>3</sup>
Nível normal de operação do reservatório (acima do nível do mar)	220m

**Tabela 1 – Características Principais da Usina Hidrelétrica de Itaipu. [1]**

Fase1: 1975 a 1978	Escavação do canal do rio Paraná, construção da barragem de enrocamento, instalação do canteiro industrial e execução da estrutura de controle, das ensecadeiras principais e do efetivo desvio do rio do seu leito natural.
Fase 2: 1978 a 1982	Construção da barragem principal, barragem lateral direita, barragens de terra e de enrocamento, vertedouro, casa de força do leito do rio e início das montagens eletromecânicas principais.
Fase 3: 1982 a 1986	Fechamento das comportas da estrutura de controle de desvio, formação do reservatório e abertura do vertedouro.
Fase 4: 1984	Em maio de 1984, Itaipu começou a gerar energia, de lá para cá a produção cresceu e se manteve, desde 2006, num patamar próximo a 90 milhões de megawatts-hora.
Fase 5: 1986 a 1991	Construção da casa de força do canal de desvio e conclusão da montagem das unidades geradoras, até a décima-oitava.
Fase 6: 2000 a 2007	Instalação e início de operação de mais duas unidades geradoras, completando as 20 previstas no projeto original. A décima-nona começou a operar, em testes, em junho de 2006. A

	última entrou em operação comercial no primeiro trimestre de 2007.
Fase 7: 2007 a 2013	Com 20 unidades geradoras em operação e 14 mil megawatts de potência instalada, a Itaipu atinge, em 2013, a marca histórica de 98630 GWh produzidos, superando seu próprio recorde mundial em geração de energia.

**Tabela 2 – Principais Fases da Construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu. [1]**

### 3.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA

A estrutura organizacional da empresa é formada por órgãos de administração e unidades organizacionais. [46]

Os órgãos de administração de mais alto nível são o Conselho de Administração e a Diretoria Executiva cujas competências e atribuições estão fixadas no Anexo A do Tratado de Itaipu e no Regimento Interno. [45],[46]

O Conselho de Administração é um órgão normativo, deliberativo e de decisão e é composto por doze conselheiros (seis brasileiros e seis paraguaios) e dois representantes dos Ministérios das Relações Exteriores, um de cada país. O Conselho de Administração reúne-se a cada dois meses ou em convocação extraordinária. [45], [46]

Já a Diretoria Executiva é um órgão de execução, de decisão e de assessoramento ao conselho de Administração e é composta pelos seguintes cargos: Diretor-Geral Brasileiro; Diretor-Geral Paraguaio; Diretor Técnico Executivo; Diretor Técnico; Diretor Financeiro Executivo; Diretor Financeiro; Diretor Jurídico Executivo; Diretor Jurídico; Diretor de Coordenação Executivo; Diretor de Coordenação; Diretor Administrativo Executivo; e Diretor Administrativo. [45],[46]

As unidades organizacionais executivas são as Diretorias, as Superintendências, os Departamentos e as Divisões cujas atribuições estão definidas no Manual de Organização. O manual de organização também define outras atribuições da estrutura organizacional da Itaipu bem como de outras unidades organizacionais de nível equivalente as Superintendências, Departamentos e Divisões. [46]

## 3.2 PROGRAMAS PROMOVIDOS POR ITAIPU

A Itaipu Binacional conta com uma série de programas em parceria com universidades, outras empresas, e com o governo Federal para garantir o bom funcionamento da usina geradora bem como atender objetivos secundários da empresa como responsabilidade social, ambiental, pesquisa e desenvolvimento.

Alguns dos programas promovidos por Itaipu são: Universidade Corporativa de Itaipu (UCI), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila), Parque Tecnológico Itaipu (PTI), Centro de Estudos Avançados em Segurança de Barragens (Ceasb), Laboratório de Automação e Simulação de Sistemas Elétricos (Lasse), Plataforma Itaipu de Energias Renováveis, Programa Cultivando Água Boa, Canal da Piracema, Programa Força Voluntária, Incentivo a Equidade de Gênero, Programa de Proteção à Criança e ao Adolescente (PPCA), Programa de Iniciação e Incentivo ao Trabalho (PIIT), Energia Solidária, Saúde na Fronteira, Turismo em Itaipu, Refúgio Bela Vista e Programa Veículo Elétrico. [1]

Os principais programas serão descritos a seguir. Uma ênfase maior será dada ao Programa Veículo Elétrico, visto que este foi o programa no qual o presente estagiário realizou seu estagio.

### 3.2.1 PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU (PTI)

O PTI foi criado em 2003 com a missão de compreender e transformar a realidade da Região Trinacional do Iguassu (Brasil, Paraguai e Argentina) através de ações voltadas ao desenvolvimento econômico, científico e tecnológico. [1]

Algumas das ações promovidas pelo PTI são a fomentação a elaboração de projetos científicos, a produção acadêmica e a implantação de laboratórios e centros de pesquisa. [1]

### 3.2.2 UNIVERSIDADE CORPORATIVA DE ITAIPU (UCI)

A UCI tem o objetivo de zelar pelo patrimônio intelectual e tecnológico de Itaipu através de linhas de atuação em Pesquisa e Desenvolvimento, Gestão do Conhecimento e Educação Corporativa. [1]

A UCI atua desde a proteção da propriedade intelectual até a gestão de convênios entre a Itaipu e o PTI por meio de mais de 400 projetos de pesquisa envolvendo brasileiros e paraguaios. [1]

### 3.2.3 REFUGIO BIOLÓGICO BELA VISTA

O Refugio Biológico Bela Vista é uma unidade de proteção criada para receber milhares de plantas e animais desalojados pelo reservatório da usina localizado entre os Parques Nacionais do Iguaçu e da Ilha Grande. [1]

O refúgio promove a pesquisa sobre a produção de mudas florestais, a reprodução de animais silvestres em cativeiro e a recuperação de áreas degradadas. [47]

### 3.2.4 PROGRAMA VEÍCULO ELÉTRICO

O Programa Veículo Elétrico nasceu do convite feito pela Kraftwerke Oberhasku AG – KWO – , empresa que controla nove usinas hidrelétricas na Suíça, a Itaipu para firmar parceria e assumir compromisso com a pesquisa e desenvolvimento de meios de transporte elétricos que pudessem vir a ser tecnicamente e economicamente viáveis, durante a visita do presidente Gianni Biasiutti e do presidente do conselho administrativo Peter Schimid da KWO a Itaipu em novembro de 2005. [2]

O interesse da Itaipu em investir em meios de transporte elétricos surgiu do compromisso da empresa com o desenvolvimento social, econômico, tecnológico e turístico do Brasil e Paraguai, bem como da preocupação em reduzir o impacto de fontes poluentes ao meio ambiente. [2]

O programa foi formalizado em maio de 2006, a partir da assinatura do Convênio 8226/2006 Itaipu/KWO, e tem por principal objetivo “Contribuir para o desenvolvimento tecnológico de veículos elétricos por meio da execução de linhas de pesquisa de forma coordenada e sinérgica, com a participação de instituições

educacionais e empresas públicas e privadas comprometidas com a responsabilidade socioambiental.” [2]

As principais metas do programa são:

- Nacionalizar todos os componentes dos veículos elétricos;
- Aprimorar os componentes, aumentando a sua robustez, confiabilidade e reduzindo o seu custo;
- Encorajar a aplicação efetiva de patentes através da pesquisa desenvolvida dentro do projeto para estimular a produção de veículos elétricos em escala industrial;
- Contribuir com soluções de transportes públicos eficientes e ecologicamente corretas;
- Criar técnicas e soluções para aumentar a autonomia dos veículos bem como reduzir o tempo de carregamento das baterias;
- Desenvolver soluções que possibilitem que os veículos elétricos se beneficiem de sua integração com a rede elétrica através do conceito de smart grids;
- Estudar as relações e soluções para aumentar a compatibilidade da integração do setor elétrico com o novo mercado de veículos elétricos;
- Estudar e aplicar soluções a respeito do carregamento de veículos elétricos utilizando fontes de energia renováveis;
- Transferir conhecimentos e promover treinamento profissional, bem como gerar trabalho e renda;
- Promover a utilização de veículos eficientes que não poluem o meio ambiente. [2]

O programa funciona dentro do CPDM-VE (Centro de Pesquisa Desenvolvimento e Montagem de Veículos Elétricos), localizado no galpão G5 do almoxarifado da Itaipu, e faz parte da Superintendência AM.GB (Assessoria de Mobilidade Elétrica Sustentável) a qual encontra-se ligada diretamente à Diretoria Geral Brasileira (GB).

O programa tem a participação ativa de aproximadamente 25 funcionários, incluindo funcionários da Itaipu e de empresas parceiras. Os funcionários encontram-se divididos entre dois setores de atuação: Setor Administrativo e Setor Técnico. O Setor

Administrativo é formado pelo Coordenador Geral do Programa: Eng. Celso Ribeiro Novais, o Gerente do Programa: Eng. Marcio Massakit, administradores e secretários da Itaipu. Já o Setor Técnico é formado por engenheiros e técnicos da Itaipu e de empresas parceiras.

O Programa Veículo Elétrico conta com a parceria de diversas empresas, dentre as quais pode-se citar a Fiat, Renault, Eletrobras, Cepel, Copel, Lactec, ANDE, Cemig, CPFL, Chesf, WEG, Correios, IVECO, Mascarello, Petrobras, Euroar, Moura Group, Agrale and Light, além das empresas afiliadas a KWO. [2]

Os projetos desenvolvidos dentro do Programa Veículo Elétrico consistem no desenvolvimento, montagem e manutenção de veículos elétricos, veículos híbridos e sistemas de armazenamento de energia. Dentre os principais projetos desenvolvidos no setor podem-se citar: Pálio Weekend Elétrico, Caminhão IVECO Elétrico, Mini-Ônibus 100% Elétrico, Ônibus Híbrido, Agrale Marruá Elétrico, Sistema Inteligente de Armazenamento de Energia (IESS), Trikke Elétrico, Twizy ZE e Sora-e, os quais serão descritos a seguir.

#### 3.2.4.1 PÁLIO WEEKEND ELÉTRICO

O projeto consistiu na montagem de Veículos Pálio Weekend 100% elétricos dentro do CPDM-VE em parceria com a FIAT. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 1 enquanto que suas principais estão listadas na tabela 3.

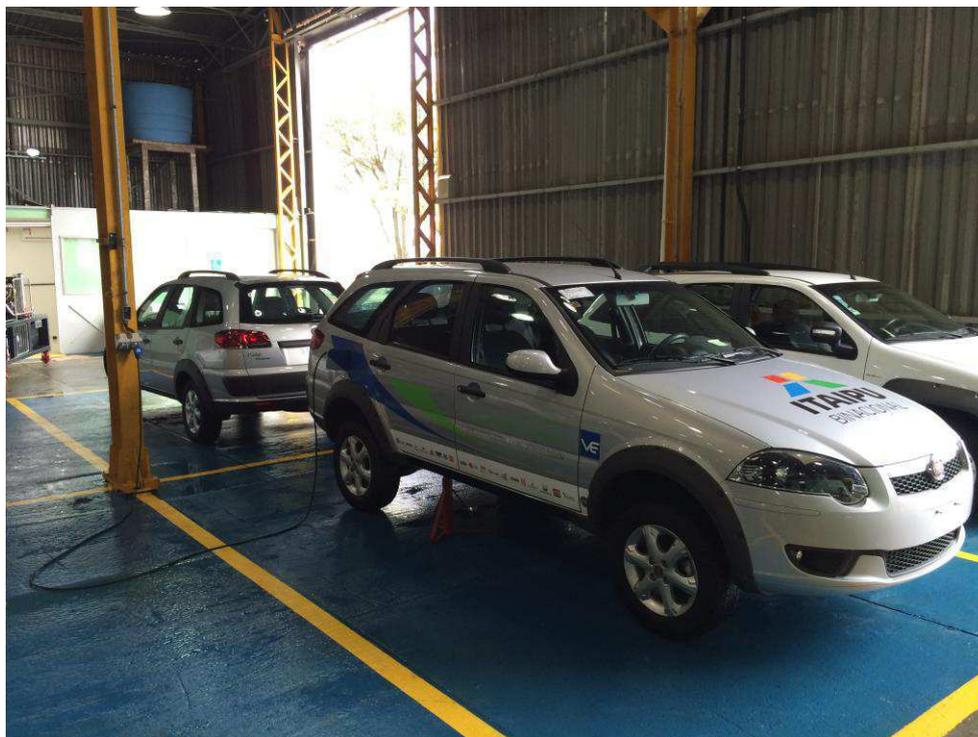


Figura 1 – Foto do protótipo de Pálio Weekend Elétrico.

Autonomia	110Km
Velocidade Máxima	110 Km
Motor Elétrico	Trifásico Assíncrono (motor de indução) Potencia nominal 18 kW Potencia máxima: 28kW Torque nominal: 50 N.m Torque máximo: 124N.m
Alimentação	127/220V – 50/60 Hz
Bateria de Tração	Tipo: Sodium-Niquel-Chlorine Tensão: 253 V Energia: 19.2KWh Tempo de recarga: 8 horas Peso: 165 Kg
Aceleração	0 a 100km/h em 28 s

**Tabela 3 – Principais características do protótipo de Palio Weekend Elétrico. [2]**

Mais de 60 exemplares já foram montados, mas a maioria é utilizada na própria usina para transporte de funcionários. Há 120 estações de recarga espalhadas pela Itaipu. Há também alguns veículos que circulam no Rio de Janeiro, Niterói, Brasília e Curitiba. [1],[6]

#### 3.2.4.2 CAMINHÃO IVECO ELÉTRICO

O projeto foi lançado em agosto de 2009 e consistiu na montagem de um protótipo de caminhão 100% elétrico dentro do CPDM-VE em parceria com a IVECO. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 2.



**Figura 2 – Foto do protótipo Caminhão IVECO Elétrico.**

O caminhão possui motor de 40kW, autonomia de 100km, velocidade máxima de 70 km/h, pode transportar até 7 pessoas e 2.5 toneladas de carga, e utiliza 3 baterias Zebra de 165 kg cada. [2]

#### 3.2.4.3 MINI-ÔNIBUS 100% ELÉTRICO

O projeto consistiu no desenvolvimento e montagem de um novo protótipo de mini-ônibus elétrico dentro do CPDM-VE em parceria com a Agrale e Mascarello. Uma foto do protótipo pode ser visualizada na figura 3.



**Figura 3 – Foto do protótipo da de Mini-Ônibus 100% Elétrico. [8]**

O mini-ônibus possui capacidade para 16 passageiros, autonomia de 200 km, tempo de recarga de 8 horas, motor com potência máxima de 150kW, torque de

2997Nm, freios ABS, portas elétricas, ar-condicionado, wifi, 6 m de comprimento, peso de 8700 kg e utiliza 5 baterias de sódio-níquel. [8]

#### 3.2.4.4 ÔNIBUS HÍBRIDO

O projeto consistiu no desenvolvimento e montagem de um protótipo de Ônibus Híbrido Elétrico-Etanol dentro do CPDM-VE em parceria com as empresas Eletra, Weg, Mascarello, Tutto Transporti, Mitsubishi, Euroar e Magneti Marelli. Uma foto do protótipo pode ser visualizada na figura 4.



Figura 4 – Foto do protótipo de Ônibus Híbrido Elétrico-Etanol. [3]

O mini-ônibus possui capacidade para 34 passageiros sentados e 54 em pé, motor elétrico de 165 kW, motor a combustão (etanol) de 125 kW, gerador de 130kVA, possui 5 baterias de NaNiCi, autonomia de 300 Km e ar condicionado. [2]

#### 3.2.4.5 AGRALE MARRUÁ ELÉTRICO

O projeto teve início em 2011 e consistiu na montagem de um Marruá 100% elétrico dentro do CPDM-VE em parceria com as empresas Agrale e Stola. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 5.



**Figura 5 – Foto do protótipo Agrale Marruá Eléctrico.**

O Marruá Eléctrico apresenta tração 4x4, duas baterias de sódio, motor eléctrico com potencia nominal de 40kW (54cv), torque de 130 Nm, refrigeração à água com 79,5kg permitindo a redução da sua dimensão e peso, autonomia de 100 km, tempo de recarga 8 horas e alimentação através de tomadas de 220v. [4],[5]

#### 3.2.4.6 SISTEMA INTELIGENTE DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA (IESS)

O projeto consistiu na montagem de um Sistema de Armazenamento de Energia Inteligente (IESS - Intelligent Energy Storage System, do inglês) dentro do CPDM-VE em parceria com a empresa Fiamm Sonick. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 6.



**Figura 6 – Foto do Sistema Inteligente de Armazenamento de Energia (IESS).**

O IESS utiliza painéis solares e um gerador eólico para gerar energia primária. A energia gerada é armazenada em um banco de baterias de sódio 100 % recicláveis. O sistema é revestido por uma estrutura robusta de container e pode ser utilizado para recarga rápida de veículos elétricos ou como fonte de energia secundária para abastecer regiões isoladas não atendidas pelo de sistema de transmissão de energia. [5]

#### 3.2.4.7 IESS VERSÃO INDUSTRIAL

O projeto consistiu no desenvolvimento e montagem de uma versão industrial do Sistema Inteligente de Armazenamento de Energia (IESS), apresentado no item 3.8 deste trabalho, em parceria com a empresa FIAMM Sonick. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 7.



**Figura 7 – Foto do IESS Versão Industrial.**

O projeto foi dimensionado pela Itaipu, mas fabricado na Itália pela FIAMM. O IESS Versão Industrial apresenta dois containers, 64 baterias de sódio 100% recicláveis, capacidade de armazenamento de 1,2 MWh e tem o objetivo de levar energia elétrica para regiões brasileiras não abastecidas pelo Sistema Interligado Nacional (SIN). [8]

#### 3.2.4.8 TRIKKE ELETRICO

O projeto consistiu na montagem dos veículos Trikke Elétricos dentro do CPDM-VE a partir da aquisição de quadros, motores, controladores, inversores e baterias. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 8.



**Figura 8 – Foto do Trikke Elétrico.**

O Trikke elétrico é um triciclo elétrico de alumínio com peso de 20,5 quilos que pode funcionar de duas formas: com velocidade máxima de 19km/h e autonomia de 45 quilômetros ou velocidade máxima de 28km/h e autonomia de 26km, possui bateria com tensão de 48V e tempo de recarga de 3 horas e é utilizado dentro da usina como complemento aos meios de transporte existentes. [5]

#### 3.2.4.9 TWIZY ZE

O projeto teve início em 2014 e consistiu na montagem de 32 exemplares do veículo Twizy ZE Elétrico dentro do CPDM-VE em parceria com a Renault a partir da integração dos sistemas de tração, bateria, motor elétrico e carroceria. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 9.



**Figura 9 – Foto do Twizy ZE Elétrico.**

O Twizy tem potencia de 17 cavalos, peso de 445 kg, baterias de ions de lítio e tempo de recarga de 3h e meia. [6,8]

#### 3.2.4.10 SORA-E

O projeto teve início em 2012 e consistiu no desenvolvimento e montagem do primeiro avião elétrico tripulado da américa latina, o qual foi chamado de Sora-e, dentro de CPDM-VE em parceria com a ACS e o Finep. Uma foto do protótipo está mostrada na figura 10.



**Figura 10 – Foto do Sora-e.**

O interesse da Itaipu foi aprofundar os estudos sobre materiais compostos usados no setor aeronáutico, considerados fundamentais para redução do peso de veículos elétricos, aumentando sua autonomia.

O projeto baseou-se no avião ACS- 100 SORA de motor a combustão interna e possui dois propulsores Enrax de 35 kW cada um fabricados na Eslovenia, seis packs de baterias de lítio-ion polímero com um total de 400V, autonomia de 45 minutos expansível para 1 hora e meia, velocidade de cruzeiro 190km/h e velocidade máxima 340km/h, estrutura de fibra de carbono, 8 metros de envergadura e peso total de 650 kg.

O primeiro voo de avaliação técnica ocorreu em Sao jose dos Campos em 18 de maio de 2015 e o modelo foi certificado pela Anac (Agencia Nacional de Aviacao Civil) na categoria Pesquisa e Desenvolvimento. [8]

## 4 ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO

Todas as atividades desenvolvidas durante o estágio foram realizadas dentro do CPDM-VE com supervisão do Eng. Eduardo Fontes Silveira, do Gerente do Programa Eng. Márcio Massakit e do Coordenador Geral do Programa Eng. Celso Ribeiro Novais.

As principais atividades realizadas durante o estagio foram: i) Manutenção Corretiva do protótipo de caminhão elétrico da IVECO; ii) Análise de demanda de potência de estações de recarga de veículos elétricos; iii) Compra de Equipamentos; iv) Desenvolvimento de um protótipo de estação de recarga de veículos elétricos; v) Comparecimento ao Curso de Metrologia Dimensional; vi) Acompanhamento e suporte a atividades; vii) Desenvolvimento de Sistema de Aquisição de dados de veículos elétricos.

A seguir será apresentada uma fundamentação teórica geral sobre veículos que servirá de embasamento para o entendimento das atividades realizadas durante o estágio. Em seguida será feita uma descrição detalha de cada uma dessas atividades.

### 4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE VEÍCULOS ELÉTRICOS

#### 4.1.1 VEÍCULOS À COMBUSTÃO INTERNA, VEÍCULOS ELÉTRICOS E VEÍCULOS HÍBRIDOS

Existem três categorias principais de veículos: Veículos de Combustão Interna, Veículos Elétricos e Veículos Híbridos. A diferença principal entre elas está relacionada com a fonte de geração da Energia Mecânica necessária para fazer o veículo se mover.

Os Veículos de Combustão Interna (gasolina, diesel, etc) são movidos por máquinas à combustão interna. Máquinas à combustão interna são máquinas térmicas que utilizam diferentes fontes de energia, como a gasolina, álcool, ou diesel para gerar

energia mecânica. Para compatibilizar a rotação da máquina térmica com o regime de velocidade do veículo é necessário utilizar um sistema de marchas [9].

Veículos Elétricos (VE) são aqueles que utilizam propulsão por meio de motores elétricos. O motor elétrico é alimentado a partir de um conjunto de armazenadores de energia recarregáveis, que geralmente é um conjunto de acumuladores eletroquímicos, mediante o uso de um conversor de potência. A energia armazenada nas baterias provém de outra forma de geração primária (usinas hidrelétricas, energia solar, energia eólica, etc). A saída do motor elétrico depende apenas da corrente e tensão fornecidas a ele; logo, o torque máximo está disponível em todas as velocidades do motor. Esta cadeia de processamento da energia não envolve a emissão de gases nocivos ao ambiente e garante baixos níveis de ruídos, razões pelas quais estes veículos são conhecidos como “zero emissões” [9].

Os Veículos Híbridos são aqueles que podem ser movidos tanto por máquinas térmicas quanto por motores elétricos. De acordo com Chan, Alain e Chen, os veículos híbridos podem ser classificados de acordo com a razão entre a potência fornecida pelas máquinas térmicas e pelo motor elétrico em Micro Hybrid, Mild Hybrid, Full Hybrid e Plug-in Hybrid. Os veículos micro Hybrid utilizam o motor elétrico na partida e quando o veículo está parado; Os veículos Mild Hybrid utilizam os motores elétricos quando o veículo está parado ou para gerar um torque adicional em sua aceleração ou freio; Os veículos Full Hybrid possuem tração elétrica completa, de modo que o motor elétrico pode ser utilizado em qualquer circunstância; Já os Plug-in Hybrid são veículo híbridos que podem ser carregados por meio da rede elétrica. [30]

#### 4.1.2 EVOLUÇÃO DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

O primeiro veículo elétrico foi criado em 1842, pelo escocês Rober Anderson. Este veículo atingia uma Velocidade média de 6.4 km/h e usava baterias primárias de zinco. [10]

Entre 1842 e 1920 os carros elétricos foram utilizados principalmente na França, Inglaterra e Estados Unidos. Os veículos elétricos chamavam a atenção dos consumidores porque não faziam barulho; não tinham vibração nem cheiro; e não necessitavam de troca de marcha. [11]

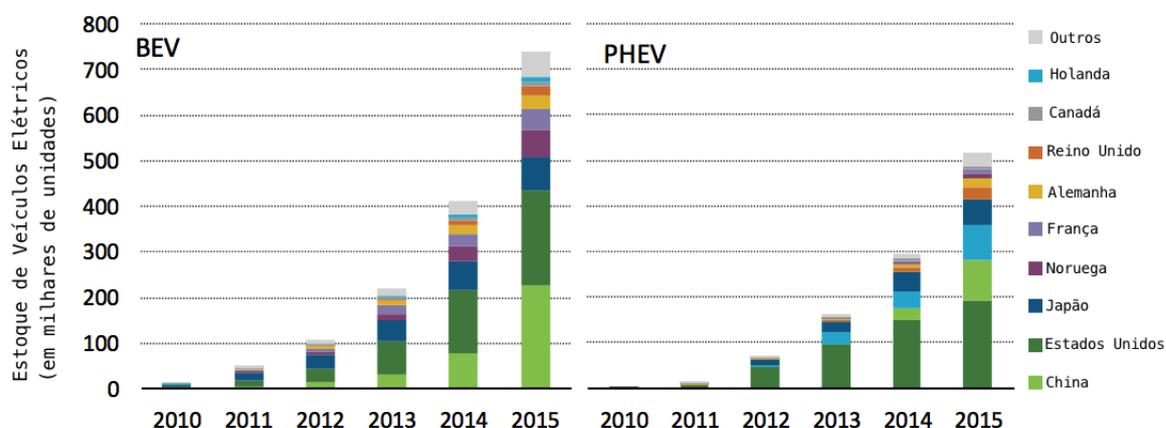
O ano de 1920, porém, marcou o início de um período de ofuscamento dos Veículos Elétricos por uma série de razões, dentre as quais pode-se citar:

- Aumento do interesse por veículos a combustão interna devido a queda do preço dessa categoria de veículos a partir do lançamento do carro a combustão “Model T” em 1909, o qual custava apenas 850 dólares e passou a custar 260 dólares em 1925;
- Aumento do interesse por veículos a combustão interna devido a invenção do Self-Starter ou Partida automática para carros movidos a combustão em 1911;
- Diminuição do interesse por veículos elétricos devido a sua baixa autonomia (distância percorrida com uma carga de bateria) na época;
- Diminuição do interesse por veículos elétricos devido a falta de infra-estrutura adequada para carregamento dos veículos na época. [10]

Desse modo, o interesse em desenvolvimento e produção de carros elétricos foi retomado apenas em 1947 a partir do: i) aumento do preço da gasolina; ii) invenção dos transistores em 1925, possibilitando a regulação de potência em motores elétricos e consequente aumento da eficiência dos reostatos. [10]

Hoje em dia os veículos elétricos estão ganhando importância global por sua alta eficiência energética e pelo seu potencial em reduzir emissões de carbono, principalmente quando combinados com eletricidade de baixa emissão de CO<sub>2</sub>. [12], [41],[42],[43]

De acordo com dados da “International Energy Agency” mostrados na figura 11, o estoque de Veículos Puramente Elétricos (BEV) no mundo em 2015 era de 700000 unidades enquanto que de 500000 unidades de Veículos Híbridos de Plug-In (PHEV) aproximadamente.



**Figura 11 – Distribuição geográfica mundial do estoque de Veículos Puramente Elétricos (BEV) e Híbridos de Plug-in (PHEV) entre os anos de 2010 e 2015, em milhares de unidades. [13]**

Além disso os países com maiores estoques somando-se os veículos puramente elétricos (BEV) e os híbridos de plug-in (PHEV) eram os Estados Unidos, a China e o Japão, os quais detinham aproximadamente 30%, 25% e 10% do estoque mundial respectivamente. [13]

#### 4.1.3 ARQUITETURA BÁSICA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

A configuração mais básica de um veículo puramente elétrico é composta por bateria, conversor de potência e motores elétricos, organizados de acordo com o diagrama simplificado da figura 12:

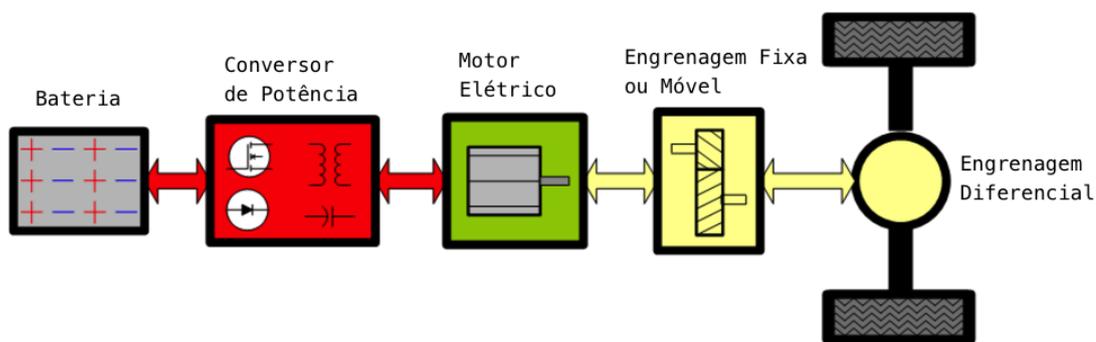


Figura 12 - Arquitetura básica de veículos puramente elétricos [14].

A bateria armazena energia elétrica. O conversor de potência converte a corrente DC em AC no caso da utilização de motores AC ou regulam a corrente DC no caso da utilização de motores DC. Os motores elétricos AC ou DC geram energia mecânica e transmitem para a engrenagem (engrenagem fixa ou móvel e engrenagem diferencial). A engrenagem transmite a energia mecânica para as rodas.

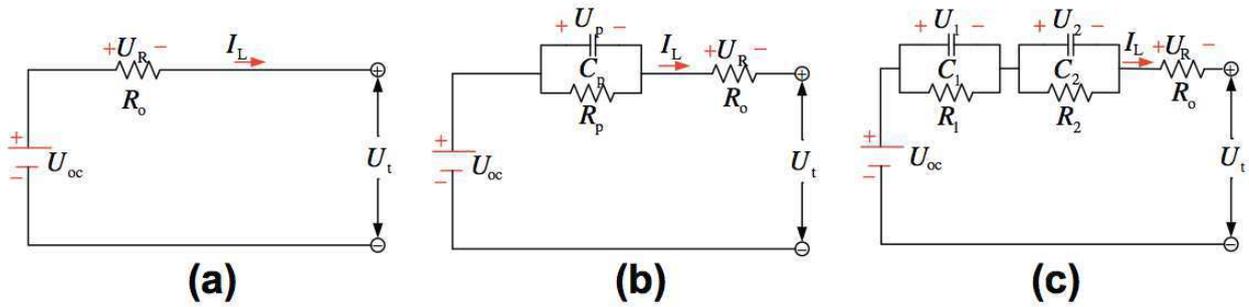
A seguir será apresentada uma descrição mais detalhada de cada um destes subsistemas.

##### 4.1.3.1 BATERIA

O sistema de armazenamento de energia de veículos elétricos geralmente é formado por um conjunto de centenas de células de baterias agrupadas em série ou paralelo de modo a satisfazer a demanda de potência do sistema elétrico de cada veículo elétrico. A demanda de potência média de veículos elétricos varia de 30 a 120 kW [15].

Alguns dos circuitos equivalentes utilizados na modelagem das baterias de veículos elétricos são a) uma fonte de tensão em série com um resistor; b) uma fonte de

tensão em série com a conexão de um resistor com um capacitor em paralelo, em série com outro resistor e c) uma fonte de tensão em série com a conexão de um resistor com um capacitor em paralelo, em série com outra conexão de um resistor com um capacitor em paralelo, em série com outro resistor [31], [32], [33], como mostrado na figura 13.



**Figura 13 – Circuitos elétricos utilizados na modelagem de baterias elétricas para veículos elétricos. [31]**

As equações matemáticas que representam os circuitos elétricos são mostradas abaixo:

$$a) U_t = U_{OC} - I_L R_o$$

onde:  $U_t$  é a tensão terminal;  $U_{OC}$  é a tensão de circuito aberto;  $I_L$  é a corrente de carga; e  $R_o$  é a resistência interna. [31]

$$b) \dot{U}_p = \frac{I_L}{C_p} - \frac{U_p}{R_p C_p}$$

$$U_t = U_{OC} - U_p - I_L R_o$$

onde:  $U_p$  é a tensão em cima de  $C_p$ ;  $I_L$  é a corrente de carga;  $C_p$  é a capacitância de polarização devido ao efeito de relaxação da bateria durante a carga e descarga;  $R_p$  é a resistência de polarização devido ao efeito de relaxação da bateria durante a carga e descarga;  $U_t$  é a tensão terminal;  $U_{OC}$  é a tensão de circuito aberto; e  $R_o$  é a resistência interna. [32]

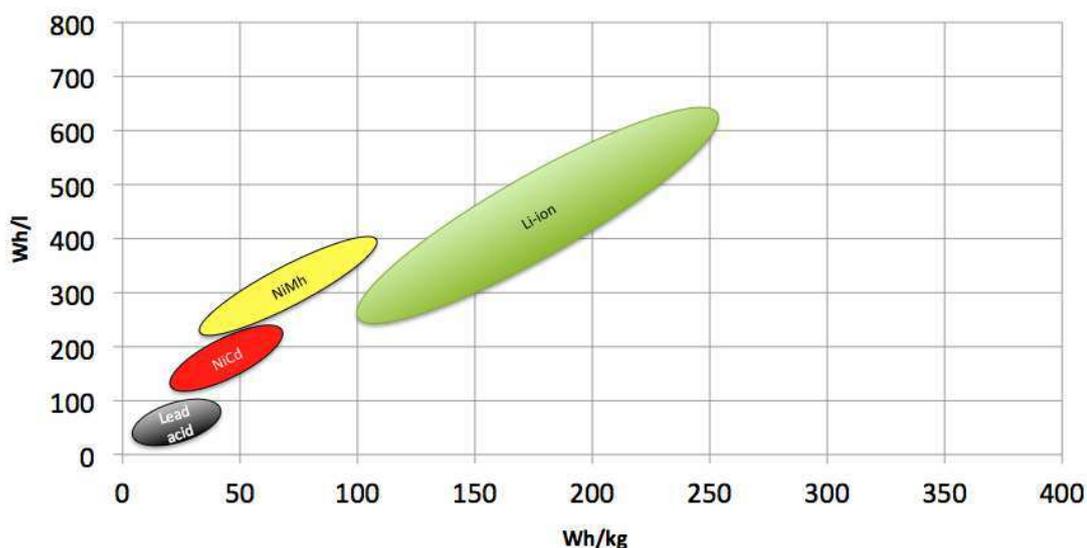
$$c) \dot{U}_1 = -\frac{U_1}{R_1 C_1} + \frac{I_L}{C_1}$$

$$\dot{U}_2 = -\frac{U_2}{R_2 C_2} + \frac{I_L}{C_2}$$

$$U_t = U_{OC} - U_1 - U_2 - I_L R_o$$

onde:  $U_1$  e  $U_2$  são as tensões em cima de  $C_1$  e  $C_2$  respectivamente;  $R_1$  e  $R_2$  são as resistências efetivas utilizadas para modelar a polarização com mais detalhes;  $C_1$  e  $C_2$  são as capacitâncias efetivas utilizadas para modelar a polarização com mais detalhes;  $I_L$  é a corrente de carga;  $U_t$  é a tensão terminal;  $U_{OC}$  é a tensão de circuito aberto; e  $R_O$  é a resistência interna. [33]

A capacidade de armazenamento de energia das baterias recarregáveis é caracterizada a partir de dois parâmetros: Densidade Energética por unidade de volume (Wh/l) e Densidade energética por unidade de Massa (Wh/kg). Uma comparação entre a capacidade de armazenamento dos tipos de baterias recarregáveis mais utilizadas no mundo está mostrada na Figura 14.



**Figura 14 – Densidade Energética dos principais tipos de baterias recarregáveis utilizadas no mundo [16].**

A partir da análise do gráfico, percebe-se que dentre as baterias consideradas, a bateria de Li-Ion é a que apresenta melhor capacidade de armazenamento de energia. Por esta razão, grande parte dos veículos elétricos utiliza esta tecnologia.

Algumas das principais características das baterias de Li-Ion são listadas abaixo:

- Possuem alta tensão (3.6V): 3 vezes maior que NiCd ou NiMh (1.2V);
- Possuem alta densidade energética por unidade de volume (250 e 650 Wh/l) e por unidade de massa (100 a 250 Wh/Kg);
- Possuem carregamento rápido;
- Possuem ciclo de vida longo;

- Alto Custo;
- Necessitam de design específico;
- Necessitam de circuito de proteção. [16]

#### 4.1.3.2 CONVERSORES DE POTÊNCIA

Os conversores de potência podem ser do tipo DC-DC, DC-AC, unidirecionais ou bidirecionais. As figuras 15 e 16 mostram exemplos de conversores DC-DC e DC-AC, respectivamente.

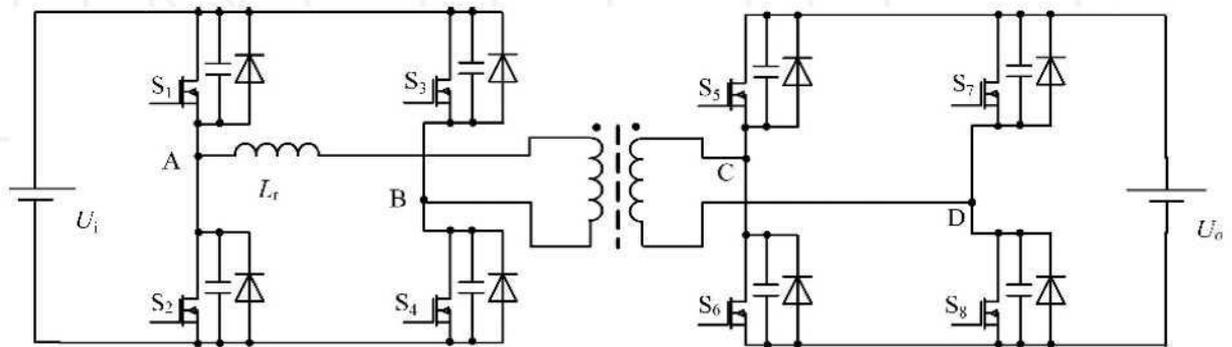


Figura 15 – Conversor DC-DC Bidirecional Ponte Completa. [34]

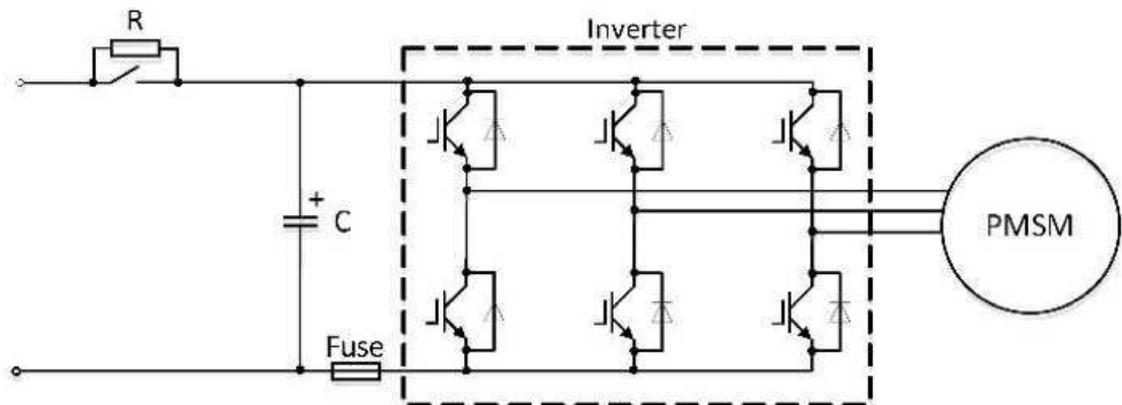


Figura 16 – Conversor DC-AC do tipo Inversor Trifásico de dois níveis (Inverter) conectado a motor de ímas permanentes sem escovas síncrono (PMSM). [34]

#### 4.1.3.3 MOTOR ELÉTRICO

Os motores elétricos recebem energia elétrica das baterias por meio dos controladores e a converte na energia mecânica necessária para fazer girar o seu eixo. Existem quatro tipos de motores viáveis para veículos elétricos: Motores DC, Motor de

Indução, Motor de Ímãs Permanentes Sem Escovas e Motor de Relutância Variável. [17], [35], [39]

Os motores DC apresentam disposição ortogonal da armadura e campo, eficiência média de 85% a 95% em carga plena, rotação máxima média de 9000 a 15000 rpm e possuem controle simples. [19], [34]

Os motores de indução apresentam baixo custo, alta eficiência, alta confiabilidade, fácil refrigeração, são robustos e possuem o recurso de freio regenerativo, no qual durante a frenagem, o motor passa a trabalhar como gerador e transmite energia de volta para as baterias, podendo aumentar a autonomia do veículo de 8% a 25%. Esses motores são muito utilizados em veículos puramente elétricos. [18], [17], [39], [37]

Os motores de ímãs permanentes DC sem escovas apresentam alta densidade de potência, boas características de torque de velocidade, grande extensão de velocidade, baixa manutenção e alta eficiência, mas apresentam controle complexo. [37], [38], [40]

Já os motores de relutância variável apresentam boas características de torque associado a velocidade, baixo custo de produção, alta eficiência de operação, são leves, mas tem alto ripple de torque e problemas de vibração e ruído. [35], [36]

#### 4.1.3.4 ENGRENAGEM

O sistema de engrenagens dos veículos elétricos varia de acordo com o número de motores (de 1 a 4) e do sistema de tração (dianteira, traseira ou 4x4) utilizado e pode conter engrenagens fixas ou móveis (changeable or fixed gear) e/ou engrenagens diferenciais (differential gear) ou nenhuma delas. [14],[19]

As engrenagens fixas tem a função de transmitir energia mecânica do motor para as engrenagens diferenciais e podem ser evitadas a partir da adoção de um sistema de controle eficiente. Já as engrenagens diferenciais tem a função de transmitir energia mecânica das engrenagens fixas ou móveis para as rodas quando se utilizam 1 ou 2 motores. [14],[19]

A utilização de 4 motores conectados diretamente as rodas e sistema de controle eficiente dispensa a utilização de qualquer tipo de engrenagens, o que é capaz de diminuir significamente as perdas mecânicas. [14],[19]

#### 4.1.4 EFICIÊNCIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

De acordo com um estudo apresentado por Martin Eberhard, Cofundador da Tesla motores, os carros elétricos são mais eficientes do que carros a combustão interna, a hidrogênio, a etanol e a biodiesel.

Os estudos de Martin Eberhard levam em consideração as eficiências de produção e energia de combustíveis bem como a eficiência dos veículos. Os resultados do estudo mostram que:

- o carro movido a gasolina mais eficiente possui um consumo de 2.41 MJ/km, enquanto que o carro elétrico mais eficiente possui um consumo de 1.14 MJ/km, de modo que o carro movido a gasolina com melhor eficiência tem um consumo 2 vezes maior do que o melhor carro elétrico com maior eficiência.
- utilizando-se 1MWh de energia elétrica, o carro movido a hidrogênio mais eficiente percorreria uma distancia de 1760 Km, enquanto que o carro elétrico mais eficiente percorreria uma distancia de 5760 Km, de modo que o carro elétrico com melhor eficiência percorreria uma distancia 3 vezes maior do que o carro movido a hidrogênio com maior eficiência.
- utilizando-se 1 tonelada de biomassa, o carro movido a etanol mais eficiente percorreria uma distancia de 3520 Km, enquanto que o carro elétrico mais eficiente percorreria uma distancia de 5760 Km, de modo que o carro elétrico com melhor eficiência percorreria uma distancia 64% maior do que o melhor carro movido a hidrogênio com maior eficiência.
- utilizando-se 3.8 litros de biodiesel, o carro movido a biodiesel mais eficiente percorreria uma distancia de 60.8 Km, enquanto que o carro elétrico mais eficiente percorreria uma distancia de 104 Km, de modo que o carro elétrico com melhor eficiência percorreria uma distancia 71% maior do que o melhor carro movido a hidrogênio com maior eficiência.[20]

#### 4.1.5 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

De acordo com dados divulgados pela ANFAVEA em 2016, estima-se que a frota de veículos elétricos e híbridos no Brasil não ultrapassava 3000 unidades em 2015. [21] Alguns dos fatores apontados como responsáveis por esse desinteresse são a escassez de incentivos governamentais à implantação desta tecnologia no país; elevados

custo de produção de motores elétricos; e problemas relacionados à geração de energia elétrica primária para carregar as baterias (grandes secas, por exemplo).

Apesar da isenção de impostos sobre a importação de veículos elétricos e movidos a hidrogênio, concedido pelo governo federal em outubro de 2015[22], os incentivos governamentais para a implantação de veículos elétricos em média ou larga escala no Brasil ainda são poucos.

Os principais incentivos governamentais a adoção de veículos elétricos no Brasil são:

- formação de recursos humanos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no âmbito da P&D em tecnologia veicular e baterias. Por meio de editais de subvenção da FINEP contemplando as áreas de “Desenvolvimento de acumuladores de energia (baterias, supercapacitores) e seus processos de reciclagem” e “Desenvolvimento de partes, peças e 72 sistemas completos aplicados a veículos elétricos, híbridos e hidrogênio”. [23]
- articulação entre as empresas e a comunidade científica no Brasil, por meio da promoção de atividades de P&D de processos ou produtos inovadores, promovido pelo Sistema Brasileiro de Tecnologia, o SIBRATEC e também operado pelo FINEP. [23]
- Não restrição da circulação de veículos no Rodízio de veículos em São Paulo: As proibições e limitações instituídas pelo Programa de Restrição à Circulação de Veículos Automotores na Região Metropolitana da Grande São Paulo (rodízio de veículos) não se aplicam a veículos elétricos (inciso X do Art. 2 da Lei Estadual nº 9.690 de 2 de junho de 1997 e inciso I do Art. 4 do Decreto Estadual 41.858 de 12 de junho de 1997); [24]
- Financiamento pelo BNDES da aquisição de ônibus para transporte público de passageiros de âmbito municipal e metropolitano com remuneração de 1% a.a. para ônibus elétricos (qualquer modelo) e bi-articulados (qualquer energético), 2,5% a.a. para ônibus híbridos (diesel ou a gás) e 3,5% a.a. para os demais casos. [24]

Um estudo realizado pela consultoria Maksen, em parceria com o Insper e com o Lisbon MBA afirma que nos dias de hoje o único motivo que justificaria a entrada do Brasil no mercado de veículos elétricos seria a liderar a corrida pela próxima tecnologia automóvel, visto que: i) o Brasil não depende da importação de petróleo e vem construindo novas refinarias para disponibilizar cada vez mais combustível para o país; ii) a menor emissão de poluentes não seria um motivo suficientemente forte pelo fato do Brasil ocupar o 105º lugar no nível de emissão per capita de  $CO_2$  no mundo; iii) e pelo alto custo de produção de motores elétricos (sete vezes mais caros que motores a gasolina). [25]

A pesquisa indica que a melhor alternativa para o desenvolvimento a curto prazo seria a adoção do modelo híbrido movido a eletricidade e combustíveis fósseis de modo que fosse possível aliar a busca pela liderança na nova tecnologia de motores com o aproveitamento da infraestrutura já disponível para motores tradicionais. [25]

Desse modo, o Brasil ainda não possui produção de veículos elétricos em larga escala e a utilização da maioria dos veículos ocorre vinculada a programas do governo ou em parceria com empresas privadas.

Além do Programa Veículo Elétrico, apresentado no item 2.2.4 deste trabalho, outros programas responsáveis pela produção e comercialização de veículos elétricos no Brasil são:

- Táxis Elétricos no Rio de Janeiro: O programa foi criado em 2013 em parceria com a Nissan, a Petrobras, a Prefeitura e o Projeto Rio Capital da Energia, e consiste na utilização de 15 táxis elétricos do modelo Nissan Leaf na cidade do Rio de Janeiro; [26]
- Táxis Elétricos em São Paulo: O programa foi criado em 2012 em parceria da Adetax, a Nissan e a Prefeitura e consiste na utilização de 10 táxis elétricos na cidade de São Paulo; [27]
- Projeto-piloto Curitiba Ecoelétrico: O programa tem parceria com a Renault e a Itaipu Binacional e tem objetivo de sugerir alternativas para melhorar a mobilidade no trânsito e reduzir a poluição. O programa conta com a frota de 13 veículos entre ZOE's e Twizy's da Renault e miniônibus elétricos; [28]

## 4.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA DO PROTÓTIPO DE CAMINHÃO ELÉTRICO DA IVECO

Esta atividade consistiu no conserto do protótipo de caminhão 100% elétrico da IVECO, apresentado no item 3.2 deste trabalho, o qual apresentou falha de operação e precisou ser consertado pela equipe de manutenção de veículos elétricos do Programa Veículo Elétrico.

O protótipo de caminhão 100% elétrico da IVECO não podia dar partida e o seu display mostrava uma mensagem de erro relacionado com o inversor de frequência. Desse modo, além do presente estagiário, foram convocados um engenheiro brasileiro, e um engenheiro paraguaio para tentar consertá-lo.

Os três encarregados desta atividade trabalharam de forma independente, mas os resultados eram compartilhados diariamente. Inicialmente estudou-se o hardware do equipamento, no qual observou-se o esquemático do sistema elétrico do caminhão e o manual de operação de seus componentes. Em seguida, estudou-se o seu software embarcado.

Percebeu-se que o problema do caminhão elétrico se encontrava em um dos cabos de conexão do inversor de frequência. Desse modo o cabo defeituoso foi trocado e o caminhão voltou a funcionar normalmente.

## 4.3 ANÁLISE DE DEMANDA DE POTÊNCIA DE ESTAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Esta atividade consistiu na análise da demanda de potência ativa e reativa de estações de recarga de veículos elétricos.

Oito estações de recarga localizadas na cidade de Foz do Iguaçu foram monitoradas tomando-se amostras de potência ativa e reativa de 15 em 15 minutos durante o período de 2 meses: de dezembro de 2015 a janeiro de 2016.

O conjunto de amostras obtido foi armazenado numa planilha Excel e entregue ao presente estagiário, cuja tarefa era analisar o resultado obtido. Sugeriu-se a utilização de gráficos para facilitar a interpretação dos resultados.

Desse modo, inicialmente, utilizando o Excel, os dados obtidos foram organizados de forma conveniente de acordo com o objetivo proposto. Posteriormente, foram gerados 4 gráficos: um de Potência x Horas do Dia referente ao mês de dezembro de 2015; um de Potência x Dias da Semana referente ao mês de dezembro de 2015; um de Potência x Horas do Dia referente ao mês de janeiro de 2016; e um de Potência x Dias da Semana referente ao mês de janeiro de 2016.

Os resultados foram discutidos com engenheiros mecânicos e eletricitas do setor.

#### 4.4 COMPRA DE EQUIPAMENTOS

Esta atividade consistiu na realização da compra de 3 produtos para a empresa.

Devido ao fato da Itaipu Binacional ser uma empresa pública, as compras passam por um processo de auditoria interna antes de serem aprovadas. Durante esse processo são analisados dois documentos:

- Especificação Técnica: descrição técnica do produto que se deseja adquirir;
- Orçamentos: orçamentos dos produtos que se deseja adquirir. Geralmente é necessário obter-se 3 orçamentos para se realizar uma compra. Prioriza-se o orçamento de menor preço, desde que este atenda todas os requisitos técnicos mínimos previstos na especificação técnica.

Desse modo, durante o estágio solicitou-se que o presente estagiário ajudasse os engenheiros e técnicos da Itaipu a realizar a compra de 3 produtos: Componentes Eletrônicos do Eletroposto MCR32; Compilador para Software Embarcado de Caminhão IVECO; e Sistema de Aquisição de Dados via WI-FI e Ethernet.

#### 4.4.1 COMPRA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS DO ELETROPOSTO MCR32

Nesta compra a tarefa do presente estagiário foi elaborar a especificação técnica da estação de recarga Wallbox MCR32, uma estação de recarga comercial fabricada pela empresa portuguesa Magnum CAP e utilizada dentro e fora da Itaipu na cidade de Foz do Iguaçu.

Desse modo pesquisei as características técnicas e de funcionamento dos componentes eletrônicos desta estação de recarga através da internet e elaborei a especificação técnica dos seus componentes eletrônicos. Essa especificação técnica se encontra no Apêndice A.

#### 4.4.2 COMPRA DO COMPILADOR PARA SOFTWARE EMBARCADO DE CAMINHÃO IVECO

Nesta compra a tarefa do presente estagiário foi elaborar a especificação técnica bem como conseguir orçamentos do Compilador CA166, o qual viria a ser utilizado para realizar alterações de software no caminhão elétrico da IVECO.

Desse modo, inicialmente conferiu-se se o compilador era realmente compatível com o software embarcado do caminhão elétrico da IVECO. Depois elaborou-se sua especificação técnica baseado em informações obtidas no site do fabricante. Essa especificação técnica se encontra no Apêndice B. Por último entrou-se em contato com a empresa fornecedora do produto e solicitou-se um orçamento.

#### 4.4.3 COMPRA DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS VIA WI-FI E ETHERNET

Nesta compra a tarefa do presente estagiário foi elaborar a especificação técnica, bem como conseguir orçamentos do equipamento LabJack T7-PRO, um sistema de aquisição de dados via WI-FI e Ethernet.

Desse modo, inicialmente elaborou-se a especificação técnica do equipamento baseado na descrição geral e Datasheet do produto adquiridos no site do fabricante e depois solicitou-se um orçamento ao fornecedor. A especificação técnica elaborada se encontra no Apêndice C.

## 4.5 DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ESTAÇÃO DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Esta atividade constitui no desenvolvimento de um protótipo de estação de recarga de veículos elétricos (Eletroposto) modo 3 utilizando tensão de alimentação de 220V e corrente de no máximo 16A.

As especificações de projeto foram:

- O dispositivo deveria ser desenvolvido integralmente de acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR IEC 61851-1;
- O dispositivo deveria apresentar baixo custo de produção;
- O tempo de projeto deveria ser 3 semanas.

Deste modo, a seguir serão apresentados inicialmente uma descrição da Norma Brasileira ABNT NBR IEC 61851-1, posteriormente serão descritas as etapas de desenvolvimento do projeto e por último serão apresentados os resultados obtidos.

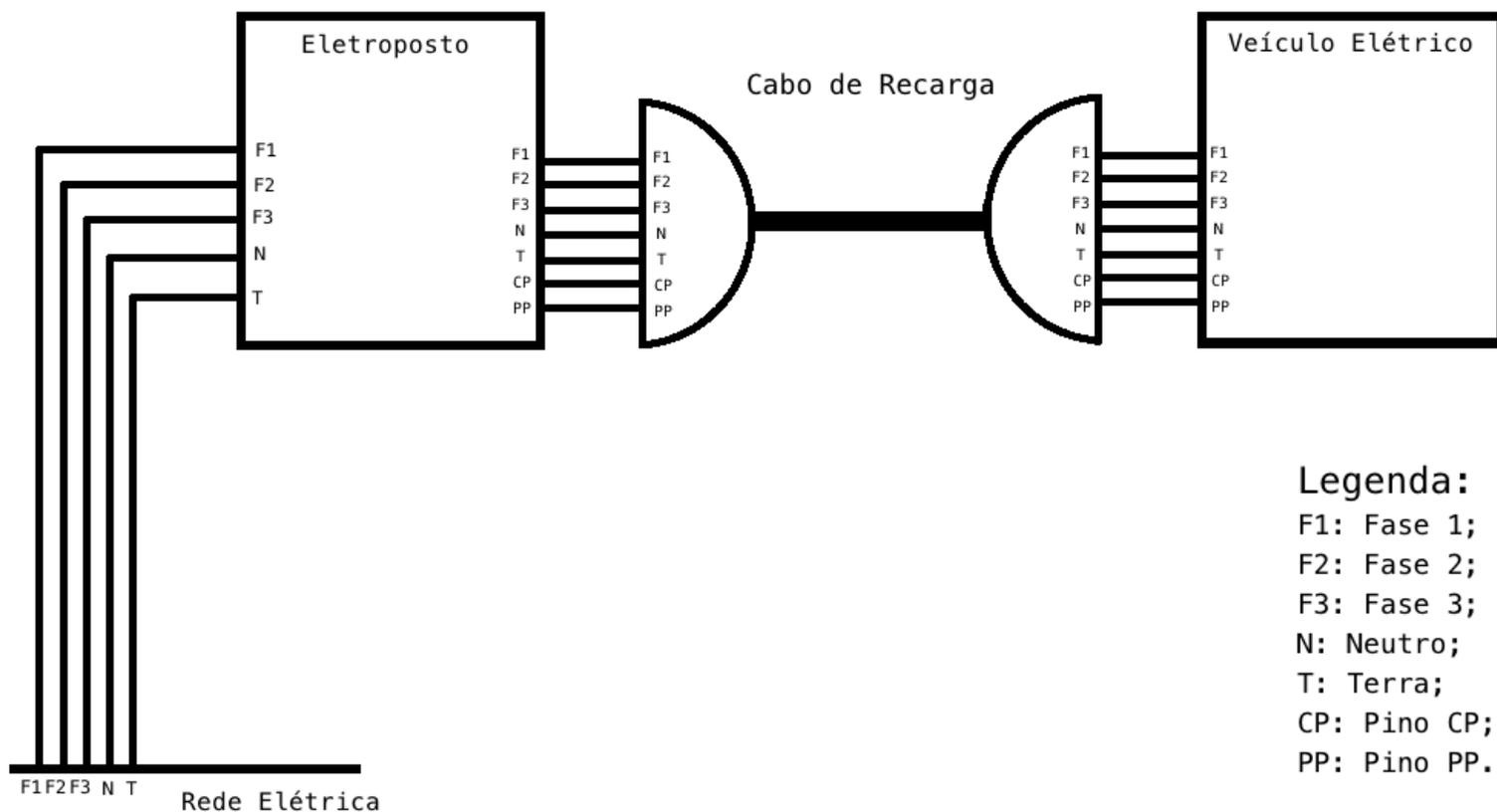
### 4.5.1 NORMA BRASILEIRA ABNT NBR IEC 61851-1

Esta norma rege a utilização e funcionamento de estações de recarga de VE's. De acordo com a norma, dentre outras especificações, as estações de recarga de VE's modo 3 devem atender os seguintes pré-requisitos:

- Verificação da capacidade de condução de corrente do cabo de recarga para autorização de recarga utilizando-se uma corrente menor ou igual a capacidade de condução de corrente do cabo;
- Informação ao veículo da quantidade de corrente de saída do Eletroposto disponível para recarga do veículo;
- Autorização do início de recarga mediante a detecção da conexão correta do cabo de recarga ao Eletroposto e ao veículo e interrupção da recarga em caso de desconexão do cabo.

O Eletroposto deve utilizar um cabo de recarga de duas extremidades, contendo uma tomada do tipo Menekkes de 7 pinos em cada uma dessas extremidades. A tomada Menekkes deve possuir os seguintes pinos: 1 Pino CP, 1 Pino PP, 1 Pinos para cada uma das fases (3 fases), 1 Pino para o neutro e 1 Pino para o terra.

O Diagrama de Blocos típico das conexões entre a Rede Elétrica, o Eletroposto, o Cabo de Recarga e o Veículo Elétrico está mostrado na figura 17.



**Figura 17 – Diagrama de Blocos das conexões entre a Rede Elétrica, o Eletroposto, o Cabo de Recarga e o Veículo Elétrico.**

O pino CP da tomada Menekkes tem o objetivo de informar ao veículo a quantidade de corrente disponível no Eletroposto e verificar a autorização do veículo para início de recarga mediante a detecção da conexão correta do cabo ao Eletroposto e ao veículo.

A informação da quantidade de corrente disponível no Eletroposto para carregamento do veículo elétrico é fornecida ao veículo através de um sinal PWM de amplitude 24 V (valor máximo = 12V, valor mínimo = -12V), frequência de 1KHz e

ciclo de rendimento variável. A corrente disponível no Eletroposto é proporcional ao ciclo de rendimento do sinal PWM de acordo com a tabela:

<b>Corrente de linha disponível</b>	<b>Ciclo de Rendimento</b>
A comunicação numérica deve ser utilizada para controlar um carregador não embarcado em corrente contínua ou para informar a corrente de linha disponível para um carregador embarcado.	Ciclo de rendimento 5%
Corrente de 6 A até 51 A:	$(\% \text{ rendimento cíclico}) = \text{corrente [A]} / 0,6$ $10\% \leq \text{rendimento cíclico} \leq 85\%$
Corrente de 51 A até 80 A:	$(\% \text{ rendimento cíclico}) = (\text{corrente [A]} / 2,5) + 64$ $85\% \leq \text{rendimento cíclico} \leq 96\%$

**Tabela 4: Corrente disponível no Eletroposto para carregamento do veículo elétrico de acordo com o ciclo de trabalho do sinal PWM fornecido pelo Eletroposto.**

Por outro lado, a autorização do início da recarga se dá através da detecção dos níveis de tensão 6V (recarga sem ventilação) ou 3V (recarga com ventilação) de acordo com a tabela abaixo:

<b>Nível de tensão lido pelo Eletroposto através do pino CP</b>	<b>Estado de Carregamento do Veículo Elétrico</b>
12V ± 1V	DESCONECTADO: O veículo elétrico se encontra desconectado do Eletroposto.
9V ± 1V	CONNECTADO: O veículo elétrico se encontra conectado ao Eletroposto.
6V ± 1V	RECARGA SEM VENTILAÇÃO: O veículo elétrico está sendo carregado sem utilizar a ventilação.
3V ± 1V	RECARGA COM VENTILAÇÃO: O veículo elétrico está sendo carregado utilizando a ventilação.

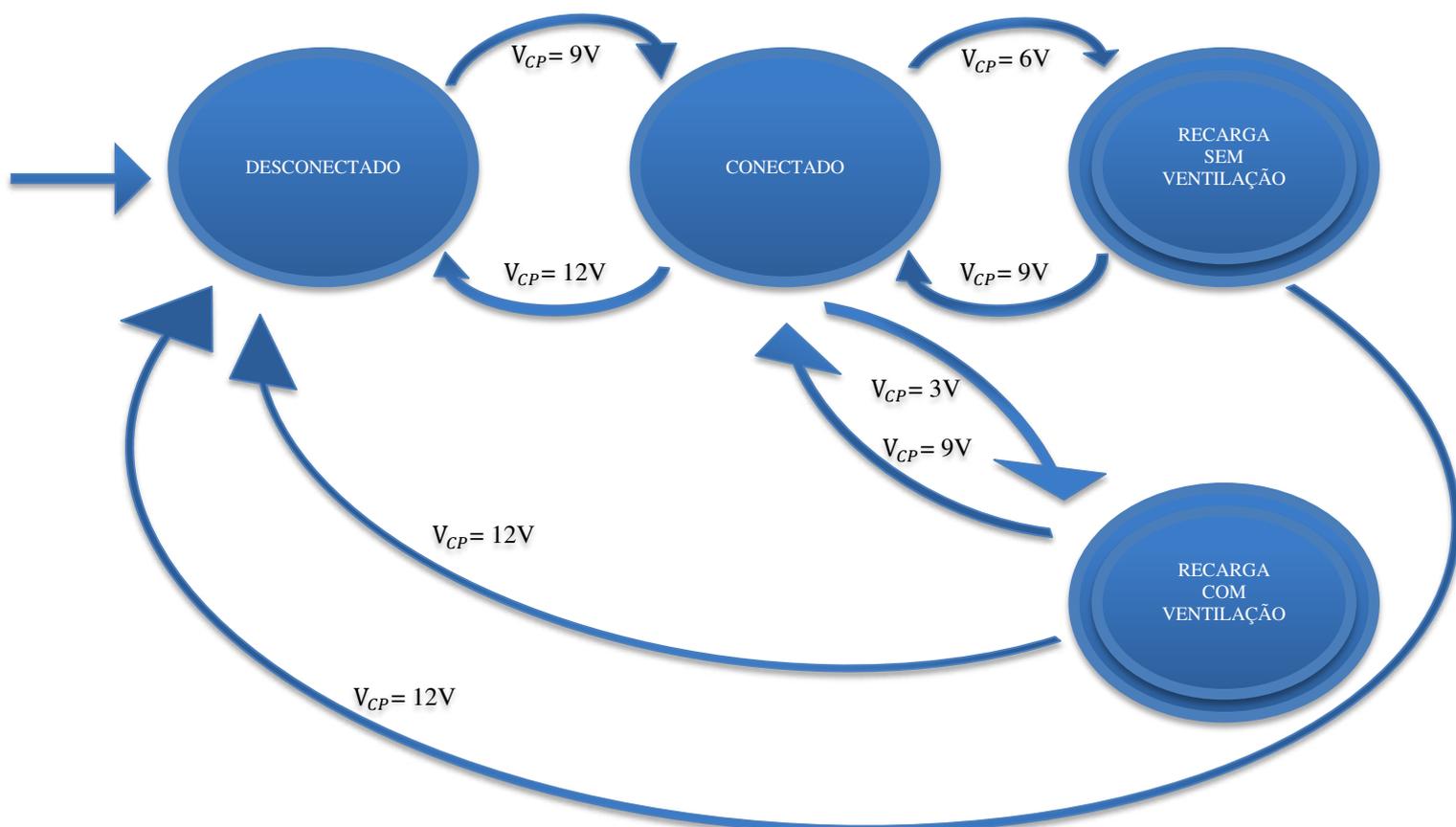
**Tabela 5: Estados de carregamento dos veículos elétricos de acordo com os níveis de tensão lidos pelo Eletroposto através do pino CP.**

O pino PP tem o objetivo de verificar a capacidade de condução de corrente do cabo de recarga.

As três fases são utilizadas para fornecer a corrente necessária para recarregar o veículo, e o neutro e terra para proteger o veículo.

#### 4.5.2 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, a partir do estudo e interpretação da Norma Brasileira ABNT NBR IEC 61851-1 apresentada no item 4.4.1., seguindo a teoria de autômatos [29] desenhou-se o diagrama de estados do Eletroposto, o qual está mostrado na figura 18.



**Figura 18 – Diagrama de estados de um Eletroposto modo 3 de acordo com norma brasileira ABNT NBR IEC 61851.**

Desse modo percebe-se que o Eletroposto apresenta o estado inicial DESCONECTADO e que os estados mudam de acordo com a detecção dos níveis de

tensão no pino CP ( $V_{CP}$ ) até que o sistema atinja um dos estados finais de RECARGA COM VENTILAÇÃO ou RECARGA SEM VENTILAÇÃO. Posteriormente, desenvolveu-se e montou-se 3 circuitos distintos utilizando-se 3 protoboards e 3 Arduinos Uno's distintos, como segue.

O Circuito 1 teve o objetivo de detectar as leituras de tensão do pino CP da tomada Mennekes e de acordo com a tensão lida, entrar em cada um dos estados de recarga dos VE's: Desconectado, Conectado, Autorização do Veículo para Início de Recarga, Carregamento Sem ventilação, Carregamento com ventilação. Para cada estado detectado deveria-se acender 1 LED distinto. O circuito 1 pode ser visualizado na região superior da figura 19.

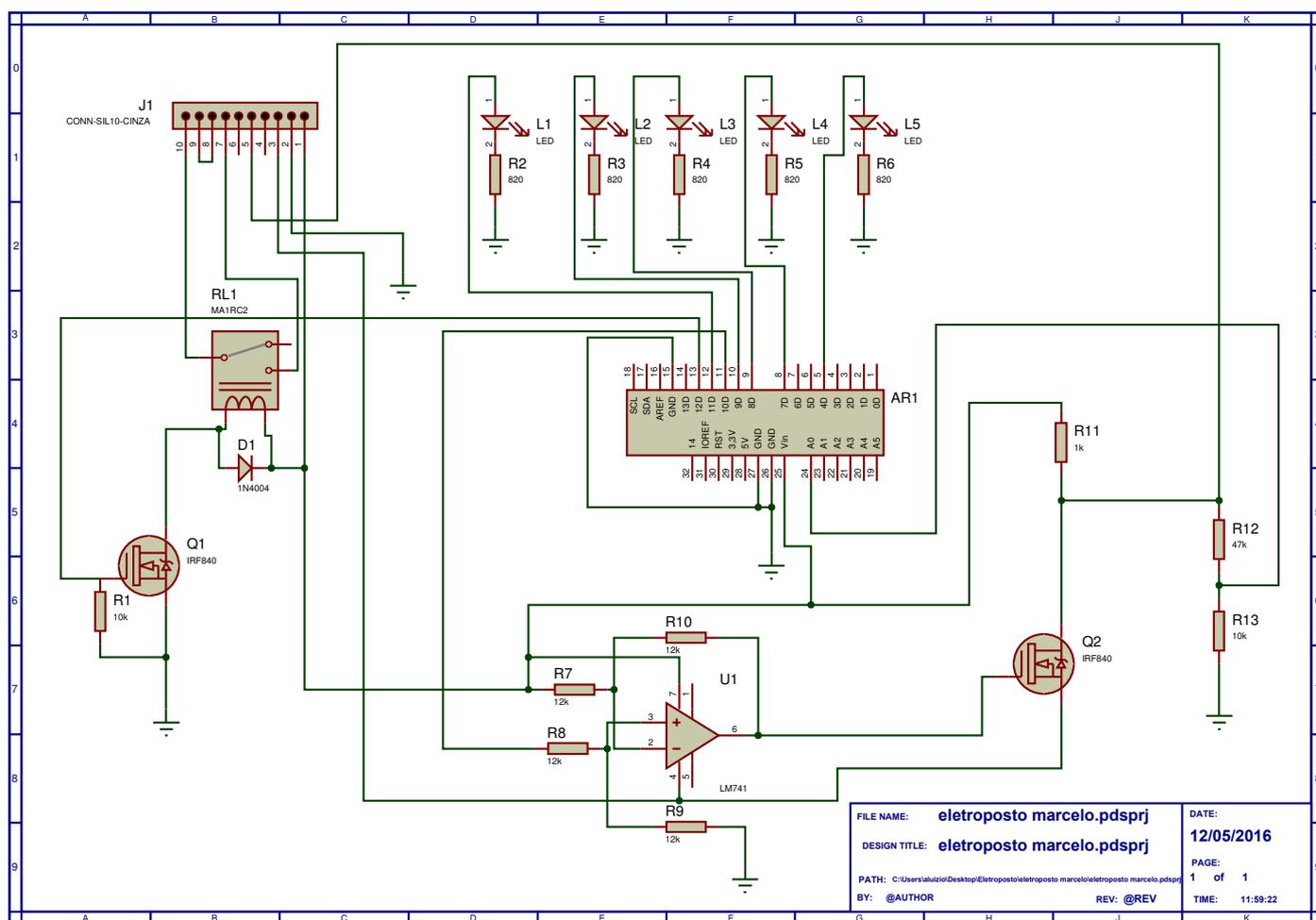
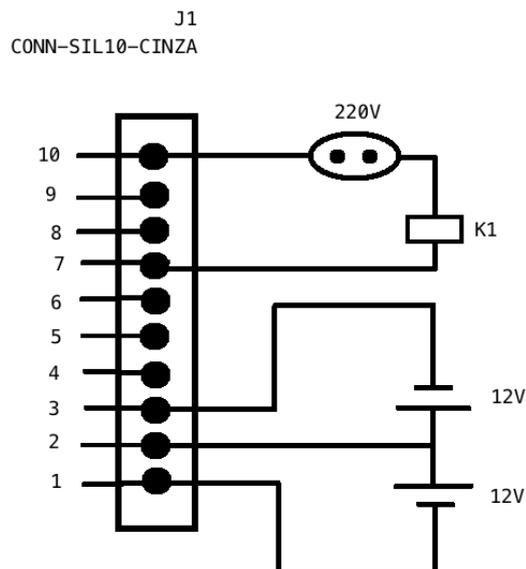


Figura 19 – Esquemático de Eletroposto.

O circuito 2 teve o objetivo de realizar o acionamento de um contactor utilizando um Arduino Uno. Para isso utilizou-se um relé alimentado por 12 V utilizado como interruptor para acionar um contactor de 220V e 16 A. O relé é acionado por um transistor MOSFET IR840 também utilizado como interruptor. O circuito 2 pode ser

visualizado na região esquerda da figura 19. O contactor e as fontes de tensão foram ligadas ao conector J1 (CONN-SIL10-CINZA) da figura 19 de acordo com a figura 20.



**Figura 20 – Ligações do contactor e fontes de tensão de 12 V ao conector J1 do eletroposto.**

O circuito 3 teve o objetivo de fornecer um sinal PWM ao pino CP da tomada Mennekes. Para isso configurou-se o Arduino Uno para fornecer um sinal PWM com valor máximo de 5V, valor mínimo de 0 V e frequência de 1KHz em um de seus pinos digitais. Porém uma vez que a norma brasileira impõe a utilização de um sinal PWM com valor máximo de 12V, valor mínimo de -12V e frequência de 1KHz, utilizou-se um circuito subtrator de 12v utilizando-se um AMPOP e um MOSFET IRF 840 utilizado como interruptor para atender esse requisito. O circuito 3 pode ser visualizado na região inferior da figura 18.

Depois juntou-se os 3 circuitos utilizando-se apenas um Arduino Uno e uma protoboard, de modo que o esquemático completo do projeto pode ser visualizado na figura 18.

Posteriormente, testou-se o Eletroposto de diversas maneiras. Inicialmente testou-se o Eletroposto em protoboard conectado a outro circuito também montado em protoboard, o qual simulou o funcionamento de um veículo elétrico real. Depois testou o Eletroposto em protoboard conectado ao veículo elétrico Fluence da Renault. E por último testou-se o eletroposto em protoboard conectado ao veículo elétrico Zoe da Renault. O eletroposto apresentou funcionamento aceitável nos 3 casos.

Desse modo procedeu-se para a fabricação de uma PCB, circuitos de proteção e estrutura de suporte com ajuda de alguns técnicos da Itaipu. Inicialmente um técnico fabricou uma PCB utilizando-se o software Proteus e a prototipadora da marca LPKF Laser & Electronics, 2 fontes de tensão de 12V e uma tomada Mennekes a PCB fabricada. Posteriormente outro técnico fabricou uma estrutura mecânica de suporte ao Eletroposto utilizando uma máquina de usinagem da marca FLOW. Por ultimo, o primeiro técnico montou o Eletroposto nesta estrutura de suporte.

#### 4.5.3 RESULTADOS

O resultado final do Eletroposto pode ser visualizado na figura 21.



**Figura 21 – Resultado final do Eletroposto.**

Na figura pode-se visualizar a estrutura externa de suporte (na cor cinza metálico), os LED's de indicação dos estados (nas cores verde e amarelo), duas tomadas Mennekes (na cor preta) e uma extremidade de um cabo de carregamento de veículos elétricos encaixado na tomada Mennekes do lado esquerdo da figura (na cor preta). Os outros componentes eletrônicos se encontram dentro da estrutura de suporte. A tomada Mennekes do lado direito da figura foi ligada diretamente a rede elétrica e pode ser utilizada para alimentar outros equipamentos elétricos ou carregar veículos elétricos com tecnologia mais antiga.

O programa desenvolvido utilizando a Linguagem C encontra-se no Apêndice D.

Posteriormente fez-se mais alguns testes por períodos mais longos em diferentes veículos elétricos. A figura 22 mostra o teste do protótipo de eletroposto no veículo ZOE da Renault.



**Figura 22 – Teste de protótipo de eletroposto em veículo ZOE da Renault.**  
O eletroposto funcionou bem, e o resultados foram dentro do esperado.

## 4.6 COMPARECIMENTO AO CURSO DE METROLOGIA

### DIMENSIONAL

Esta atividade consistiu no comparecimento ao curso de metrologia dimensional oferecido pelo SENAI.

A Itaipu Binacional fornece cursos de treinamentos para seus funcionários periodicamente de modo a mantê-los atualizados com as novas tecnologias utilizadas pela empresa.

Desse modo, grande parte dos engenheiros e técnicos do setor, bem como alguns estagiários foram convocados para participar de um curso de metrologia dimensional oferecido pelo SENAI.

O curso consistiu em um total de 40 horas de cunho teórico e prático, e abordou os seguintes tópicos: Introdução à metrologia, estudo e história das medidas; Conversão de unidades; Instrumentos de medição: Paquímetro, goniômetro, relógio comparador e micrometro.

## 4.7 ACOMPANHAMENTO E SUPORTE A ATIVIDADES

Esta atividade consistiu no acompanhamento de algumas atividades realizadas dentro do setor, como a manutenção preventiva e corretiva de VE's e o desenvolvimento e configuração de sistemas, realizadas por engenheiros e técnicos da Itaipu e de empresas parceiras.

### 4.7.1 ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO, DESENVOLVIMENTO E CONFIGURAÇÃO DE VE'S

Como existem em média 50 veículos elétricos dentro da Itaipu e estes veículos circulam na cidade de Foz de Iguaçu e cidades vizinhas, periodicamente os engenheiros e técnicos da Itaipu realizam manutenção preventiva dos veículos e esporadicamente sua manutenção corretiva em caso de falha, do mesmo modo periodicamente é necessário realizar atualização de software e reconfiguração dos veículos. Além disso, os engenheiros e técnicos constantemente trabalham no desenvolvimento de novos veículos. Desse modo, esta atividade consistiu no acompanhamento de algumas destas atividades desenvolvidas dentro do setor como a troca de inversores de frequência e baterias e o monitoramento de veículos elétricos.

### 4.7.2 CONFIGURAÇÃO DE BMI'S E SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Esta atividade consistiu no acompanhamento da configuração de BMI's e manutenção em sistemas de armazenamento de energia feita por engenheiros e técnicos das empresas FIAM, INGETEAM e INGRID.

#### 4.7.3 DIAGNÓSTICO DE FALHA EM VEÍCULO ZOE

Esta atividade consistiu no acompanhamento de testes para diagnóstico de falhas nos veículos ZOE da RENAULT realizadas por engenheiros franceses da RENAULT. O problema consistia no fato de que o carregamento dos veículos funcionava bem apenas quando utilizava-se tensão de alimentação padrão da rede elétrica européia (380V), enquanto que não funcionava bem utilizando tensão de alimentação padrão da rede elétrica brasileira (220V ou 110V).

### 4.8 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Esta atividade consistiu no desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados de veículos elétricos via rede CAN e posterior transmissão de dados via rede GPRS.

Para realizar o desenvolvimento do projeto utilizou-se um controlador Arduino Uno e duas placas integradas: CAN-Bus Shield e Cellular Shield.

A placa integrada Can-Bus Shield foi utilizada com o objetivo de adquirir dados do veículo elétrico através da rede CAN utilizando um cabo de conectores DB-9 nas suas 2 extremidades. Uma foto do CAN-Bus Shield está mostrada na figura 23, enquanto que o seu esquemático está mostrado nas figuras 24 e 25.

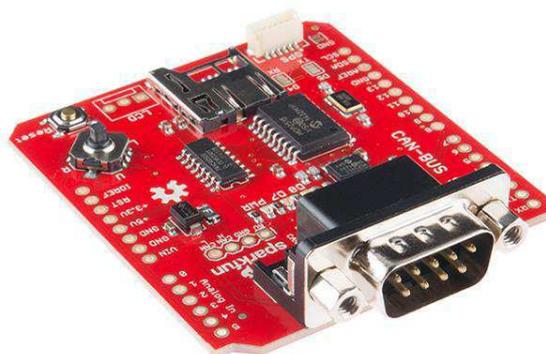


Figura 23 – Foto do Can-Bus Shield. [44]

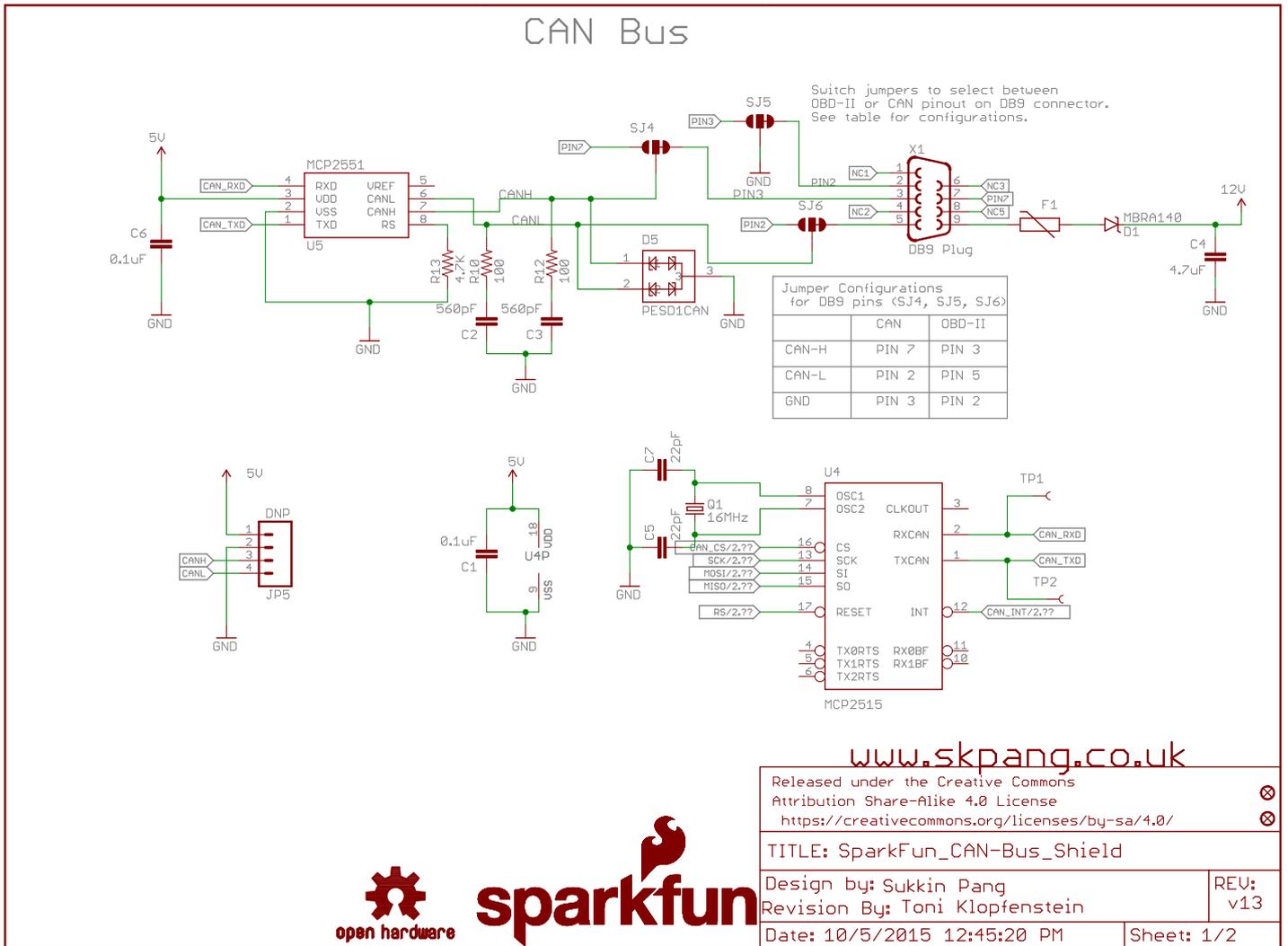


Figura 24 – Parte 1 do esquemático do Can-Bus Shield. [48]

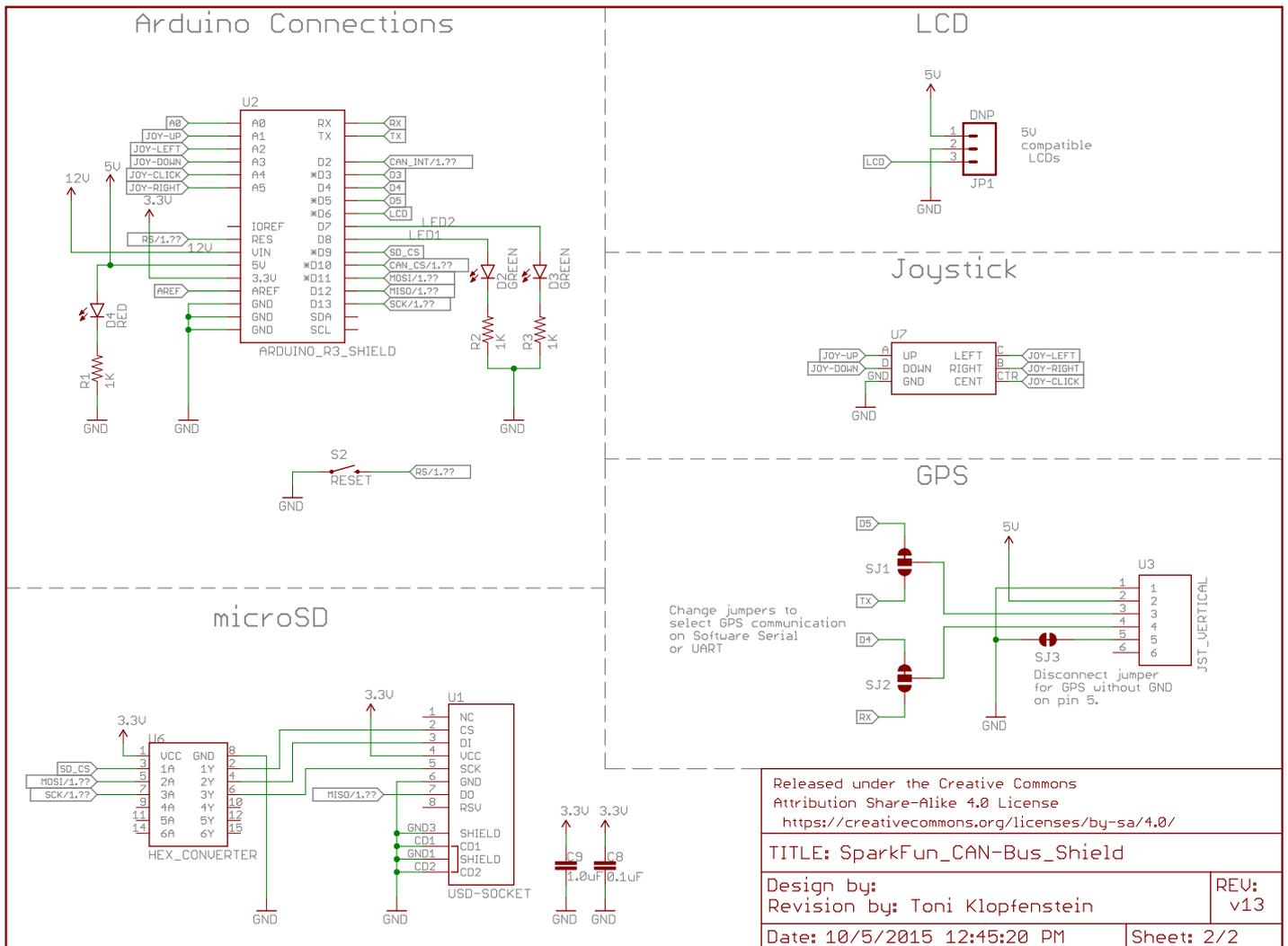
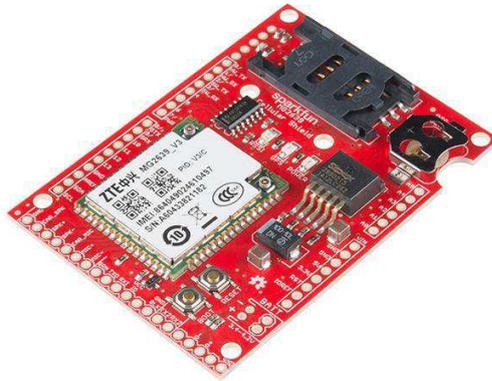


Figura 25 – Parte 2 do esquema do Can-Bus Shield. [48]

O CAN-Bus Shield utiliza o Transciever MCP2551 e Controlador CAN MCP2515. O Transciever MCP2515 recebe os dados do barramento CAN (CANH e CANL) e os transforma em sinais digitais (LOW corresponde ao estado Dominante do barramento CAN e HIGH corresponde ao estado Recessivo do barramento CAN) que poderão ser transmitidos para o Controlador CAN MPC2551. O Controlador CAN por sua vez, recebe os sinais digitais enviados pelo Transciever, realiza o tratamento de dados utilizado mascaras e filtros, e envia os novos dados gerados para o Arduino Uno. Posteriormente os dados podem ser impressos diretamente na tela serial do PC ou MAC, em um visor LCD ou armazenados em um cartão SD. O shield ainda disponibiliza um receptor de GPS que pode fornecer a localização do veículo.

Já a placa integrada Cellular Shield foi utilizada com o objetivo de enviar dados para um servidor da internet utilizando a rede GPRS. Uma foto do Cellular Shield está mostrada na figura 26, enquanto que o seu esquemático está mostrado nas figuras 27.



**Figura 26 – Foto do Cellular Shield. [49]**

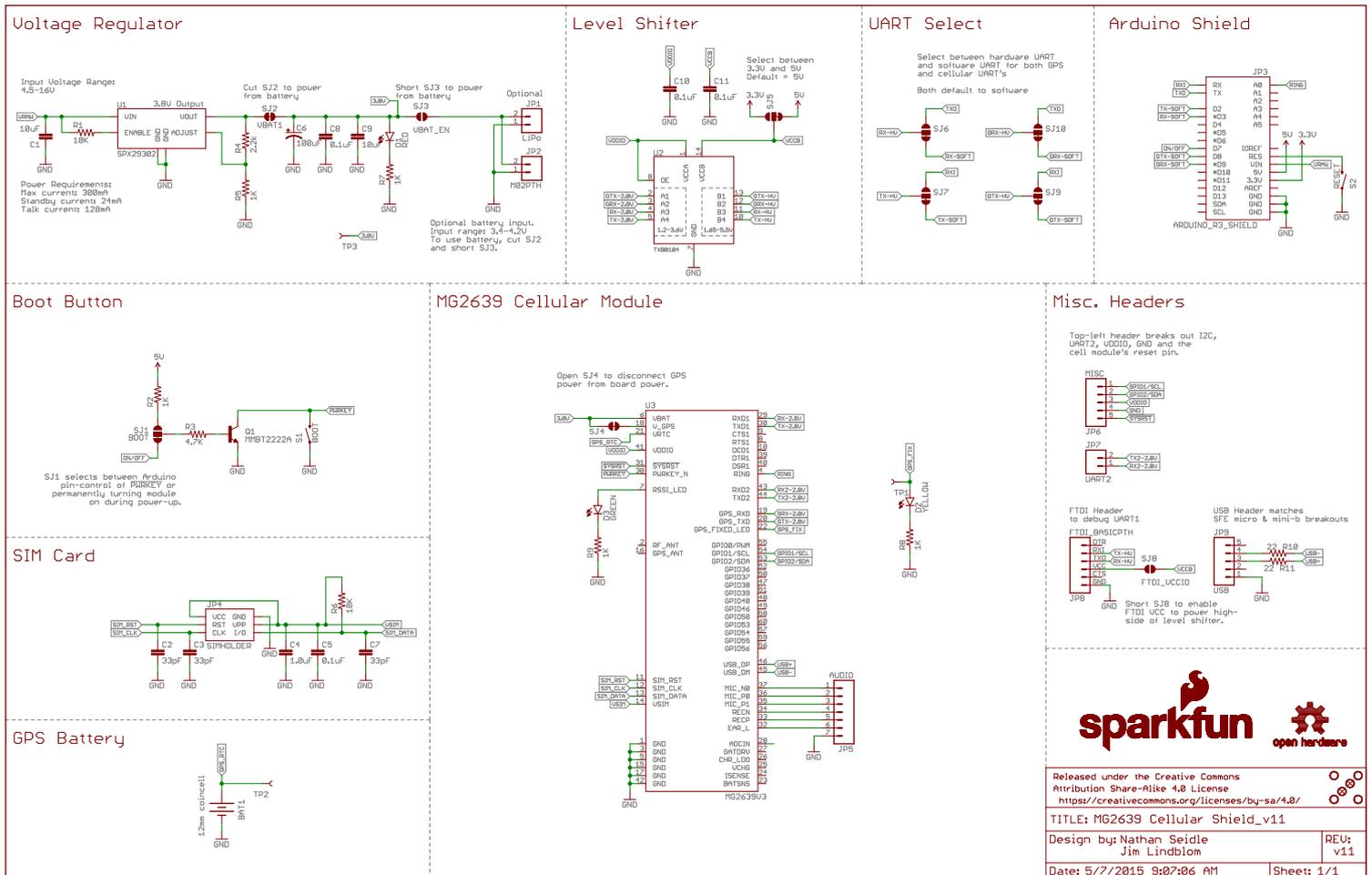


Figura 27 – Esquemático do Cellular Shield [7].

Esse shield consiste basicamente num módulo de celular (ZTE MG2639) que é capaz de realizar e receber chamadas, enviar e receber SMS e se conectar a internet através da rede GPRS.

Desse modo, para desenvolver o projeto, inicialmente conectou-se o Can-Bus Shield ao Arduino e a uma bateria de veículos elétricos para tentar adquirir dados desta bateria. Após realizar-se algumas configurações convenientes, o shield funcionou bem de modo que procedeu-se para o teste do Shield de GPRS.

Para testar o Cellular Shield, inicialmente estudou-se os conceitos gerais sobre redes e conceitos específicos sobre a rede GPRS. Depois conectou-se o shield de GPRS ao Arduino Uno para tentar enviar dados para um servidor da internet.

Durante as primeiras tentativas o shield não funcionou bem, de modo que realizou-se o diagnostico de falhas. As possíveis falhas levantadas foram:

- Incompatibilidade do SIM Card/Chip 3G brasileiro com o Cellular shield;
- Incompatibilidade do conector (SMA-Ufl) da antena ao celular shield, provavelmente pelo motivo de nao ter-se utilizado o original, sugerido pelo fabricante.

Desse modo, foram realizadas modificações de software com o intuito de configurar o Cellular Shield de acordo com o Chip brasileiro. Uma vez que o shield continuou sem funcionar, buscou-se ajuda do fornecedor (americano) do produto via telefone e email, mas o contato não foi de grande ajuda, visto que o fornecedor não detinha muitas informações a respeito do funcionamento do shield no exterior.

Neste ponto, o presente estagiário precisou ser afastado da atividade devido ao término do estágio.

## 5 CONCLUSÃO

Percebeu-se que os veículos elétricos representam uma boa alternativa para substituição de fontes de energia poluentes, diminuição da dependência do petróleo, mesmo que parcial no caso da utilização de veículos híbridos, e consequente diminuição da poluição ambiental.

Vários países no mundo já possuem um grande número de veículos elétricos em seu estoque, principalmente nos Estados Unidos, China, Japão e alguns países da Europa. Por outro lado no Brasil, o incentivo ao desenvolvimento de veículos elétricos ainda é pequeno principalmente devido a problemas relacionados com a geração de energia elétrica primária para carregar as baterias.

O Programa Veículo Elétrico tem incentivado o desenvolvimento e produção de veículos elétricos em escala comercial, através da pesquisa, desenvolvimento e montagem de veículos elétricos dentro do país em parceria com empresas do mundo e universidades do país. O maior desafio do programa é a nacionalização dos componentes.

O estágio possibilitou aplicar de forma prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, principalmente os que dizem respeito a eletrônica analógica e digital, sistemas embarcados, programação, física, instalações elétricas, princípios de comunicação e instrumentação eletrônica.

Além disso foi possível aumentar o aprendizado teórico sobre veículos elétricos e adquirir conhecimentos teóricos e práticos relacionados com veículos elétricos, estações de recarga de veículos elétricos, sistemas elétricos, componentes eletrônicos, controladores, hardware e software embarcados, sistemas de aquisição de dados, redes, fontes de energia e baterias. Dessa forma, foi possível atender aos objetivos fixados.

Outro aspecto observado pelo estagiário foi a importância de um bom relacionamento interpessoal; do conhecimento e obediência da estrutura hierárquica da empresa; e do cumprimento de prazos como fatores determinantes na construção de um trabalho funcional, visto que a maioria das atividades foram realizadas em equipe.

## REFERÊNCIAS

- [1] Assessoria de Comunicação Social da Itaipu Binacional. ITAIPU BINACIONAL. A maior geradora de energia limpa e renovável do planeta. **Revista**. Foz do Iguaçu, Paraná. 2014.
- [2] Electric Vehicle. ITAIPU BINACIONAL | KWO GRIMSELSTROM. **Magazine**. Disponível em <<https://www.itaipu.gov.br/en/technology/electric-vehicles>>. 2011. Acessado em Setembro de 2016.
- [3] EQUIPE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (CS.GB) DA ITAIPU BINACIONAL – MARGEM ESQUERDA. **Informativo VE Ano 1 N° 01**. Maio de 2011.
- [4] EQUIPE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (CS.GB) DA ITAIPU BINACIONAL – MARGEM ESQUERDA. **Informativo VE Ano 2 N° 04**. Maio de 2012.
- [5] EQUIPE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (CS.GB) DA ITAIPU BINACIONAL – MARGEM ESQUERDA. **Informativo VE Ano 2 N° 05**. Outubro de 2012.
- [6] EQUIPE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (CS.GB) DA ITAIPU BINACIONAL – MARGEM ESQUERDA. **Informativo VE Ano 3 N° 06**. Outubro de 2013.
- [7] SEIDLE, N. LINDBLOM, J. “MG2639 Cellular Shield\_v11”. 2015. Disponível em <[https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Cellular/MG2639%20Cellular%20Shield\\_v11.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Cellular/MG2639%20Cellular%20Shield_v11.pdf)>. Acessado em Setembro de 2016.
- [8] EQUIPE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (CS.GB) DA ITAIPU BINACIONAL – MARGEM ESQUERDA. **Informativo VE Ano 5 N° 08**. Agosto de 2015.
- [9] MOREIRA, Marcelo, A. Nayara, M. Lais, G. Aldo, “**Veículos Elétricos,**” Trabalho de graduação em Eng. Elétrica apresentado na disciplina Geração de Energia Elétrica sobre orientação do professor Leimar de Oliveira. 2015.
- [10] COX, D. **History of Electric Cars**. University of Nebraska – Lincoln. 2012
- [11] ANANDALAL ELECTRIC PVT LTD. **A Short History of Electric Vehicles**. Disponível em <<http://www.anandalalelectric.com/short-history-of-electric-vehicles>>. Acessado em Julho de 2016.
- [12] SEIXAS J., SIMÕES S., DIAS L., KNAUDIA A., FORTES P., M. Gargiulo, “**Assessing the cost-effectiveness of electric vehicles in European countries using integrated modeling,**” Energy Policy, 2015.

[13] International Energy Agency. "**Global EV Outlook 2016: Beyond one million electric cars**". 2016. Disponível em

<[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global\\_EV\\_Outlook\\_2016.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf)>. Acessado em Agosto de 2016.

[14] Samuel E. de Lucena. "**A Survey on Electric and Hybrid Electric Vehicle Technology, Electric Vehicles - The Benefits and Barriers**", Dr. Seref Soylu (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/18046. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/electric-vehicles-the-benefits-and-barriers/a-survey-on-electric-and-hybrid-electric-vehicle-technology>. Acessado em Julho de 2016.

[15] XIANZHI G., RUI X., CHRIS M. Chunting, "**Study of The Characteristics of Battery Packs in Electric Vehicles With Parallel-Connecte Lithium-Ion Battery Cells,**" IEEE Transactions on Industry Applications, Vol 51, No. 2, March/April 2015.

[16] BUCKNER, M. "**Lithium-ion Battery Technology for Vehicle Electrification**". 2012.

[17] COX, D. **EV Motors part 1**. University of Nebraska – Lincoln. 2012

[18] GUOQING X., KUN X., CHUNHUA Z., XINYE Z., TAIMOOR Z., "**Fully Electrified Regenerative Braking Control for Deep Energy Recovery and Maintaining Safety of Electric Vehicles**" IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 65, NO.3, March 2016.

[19] The University of Tennessee. "**Electric Vehicles**". Disponível em <<http://www.utc.edu/college-engineering-computer-science/research-centers/cete/electric.php>>. Acessado em Julho de 2016.

[20] EBERHARD, M. "**The Big Picture**". Presentation at University of Nebraska, Lincoln. 2012.

[21] Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. "**Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**". 2016. Disponível em <<http://www.virapagina.com.br/anfavea2016/#61/z>>. Acessado em Julho de 2016.

[22] G1 Auto Esporte. "**Governo zera imposto de importação para carro elétrico e a hidrogênio**". 27/10/2015. Disponível em <<http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/10/governo-zera-imposto-de-importacao-para-carro-eletrico-e-hidrogenio.html>>. Acessado em Julho de 2016.

[23] EDGAR B., "**Trajetória Tecnológica do Veículo Elétrico: Atores, Políticas e Esforços Tecnológicos no Brasil**," Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2015.

[24] Associação Brasileira do Veículo Elétrico. "**Legislação**". Disponível em <<http://www.abve.org.br/diversos/15/legislacao>>. Acessado em Julho de 2016.

[25] UOL Economia. "**Carro Elétrico é inviável no mercado brasileiro, diz consultoria**". 09/01/2013. Disponível em <http://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/01/09/consultoria-diz-que-mercado-brasileiro-torna-inviavel-producao-de-carro-eletrico.htm>

[26] Nissan Brasil. "**Programa de Táxis Elétricos da Nissan no Rio completa um ano e evita a emissão de 75 toneladas de CO2 na atmosfera**". 27/03/2014. Disponível em <<http://nissannews.com/pt/nissan/brasil/releases/programa-de-taxis-eletricos-da-nissan-no-rio-completa-um-ano-e-evita-a-emissao-de-75-toneladas-de-co2-na-atmosfera>>. Acessado em Julho de 2016.

[27] Correio Braziliense impresso. "**Táxis Elétricos seguem chamando atenção em SP**". Disponível em <<http://www.adetax.com.br/index.php/taxis-eletricos-seguem-chamando-atencao-em-sp/>>. Acessado em Julho de 2016.

[28] G1 Paraná. "**Prefeitura de Curitiba começa a usar carros elétricos na frota municipal**". 05/06/2014. Disponível em

<<http://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2014/06/prefeitura-de-curitiba-comeca-usar-carros-eletricos-na-frota-municipal.html>>. Acessado em Julho de 2016.

[29] JULIE P. **Autômatos Finitos não Determinísticos (AFN) e Determinísticos (AFD)**. Disponível em

<<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/junho2014/materias/recapitulando.html>>. Acessado em Julho de 2016.

[30] CHAN C. C., ALAIN B., KEYU C., “**Electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles: Architecture and Modeling**” IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 59, NO. 2, February 2010.

[31] HONGWEN H., RUI X., HONGQIANG G., SHUCHUN L., “**Comparison study on the battery models used for the energy management of batteries in electric vehicles**” Energy Conversion and Management 64 (2012) 113–121.

[32] ABBAS F., DANIEL A. J., KARSTEN P., STEFANO L., MARK W., “**A review on electric vehicle battery modelling: From Lithium-ion toward Lithium-Sulphur**”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 56 (2016) 1008–1021.

[33] ADEN S., THANH D. - JOHN Son, M., “**A survey of mathematics-based equivalent-circuit and electrochemical battery models for hybrid and electric vehicle simulation**” Journal of Power Sources 256 (2014) 410-423.

[34] XI Z., “**Electric Drives in Alternative Fuel Vehicles — Some New Definitions and Methodologies**”, New Applications of Electric Drives, Dr. Miroslav Chomat (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/6164. December 2015.

[35] SUN, W. LI, Y. HUANG, J. ZHANG, N. “**Vibration effect and control of In-Wheel Switched Reluctance Motor for electric vehicle**” Journal of Sound and Vibration 338(2015)105–120.

[36] ABDEL-KADER, F. E. S. ELSHERIF, M. Z. ABDEL-RAHIM, Naser M. B. FATHY, Mohamed M. “**Control methods of the switched reluctance motor in electric vehicle during acceleration**” Journal of Renewable and Sustainable Energy 4 , 063142 (2012).

[37] PELLEGRINO, G. GUGLIELMI P. “**Performance Comparison Between Surface-Mounted and Interior PM Motor Drives for Electric Vehicle Application**” IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 59, NO. 2, FEBRUARY 2012.

[38] NIAN, X. PENG F. ZHANG, H. “**Regenerative Braking System of Electric Vehicle Driven by Brushless DC Motor**” IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 61, NO. 10, OCTOBER 2014.

[39] XIN, X. SHAN, H. YANG, Y. “**Control Strategy for Motor Drive System of Electric Vehicle**” IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING IEEJ Trans 2016; 11: 374–383.

[40] LEI, F. DU, B. LIU, X. XIE, X. CHAI, T. “**Optimization of an implicit constrained multi-physics system for motor wheels of electric vehicle**” Energy 113 (2016) 980e990.

[41] NANAKI, E. A. KORONEOS, C. J. “**Climate change mitigation and deployment of electric vehicles in urban areas**” Renewable Energy 99 (2016) 1153e1160.

[42] ROBINSON, A. P. BLYTHE, P. T. BELL, M. C. HÜBNER, Y. HILL G. A. “**Analysis of electric vehicle driver recharging demand profiles and subsequent impacts on the carbon content of electric vehicle trips**” Energy Policy 61 (2013) 337–348.

[43] TEIXEIRA, A. C. R. SODRÉ, J. R. “**Simulation of the impacts on carbon dioxide emissions from replacement of a conventional Brazilian taxi fleet by electric vehicles**” Energy xxx (2016) 1e6.

[44] <<https://www.sparkfun.com/products/13262>>. Acessado em Setembro de 2016.

[45] ITAIPU BINACIONAL. **DIRETORIA E CONSELHO**. Disponível em <<https://www.itaipu.gov.br/institucional/diretoria-e-conselho>>. Acessado em Setembro de 2016.

[46] ITAIPU BINACIONAL. **REGIMENTO INTERNO**. Disponível em <<https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/u5/Regimento%20Interno.pdf>>. Acessado em Setembro de 2016.

[47] ITAIPU BINACIONAL. **REFÚGIO BELA VISTA**. Disponível em <<https://www.itaipu.gov.br/turismo/refugio-bela-vista>>. Acessado em Setembro de 2016.

[48] PANG, S. KLOPFENSTEIN, T. “**SparkFun\_CAN-Bus\_Shield**”. 2015. Disponível em <[http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Shields/SparkFun\\_CAN-Bus\\_Shield\\_v13a.pdf](http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Shields/SparkFun_CAN-Bus_Shield_v13a.pdf)>. Acessado em Setembro de 2016.

[49] <<https://www.sparkfun.com/products/13120>>. Acessado em Setembro de 2016.

# APÊNDICE A — ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE COMPONENTES

ELETRÔNICOS DO ELETROPOSTO MCR32



**CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

**COMPONENTES ELETRÔNICOS DA  
WALLBOX MCR32**

2			
1			
No.	DESCRIÇÃO	APROV.	DATA
REVISÕES			
Elab. :	EFS	Visto:	CRBN
Verif. :	BHMG	Aprov:	CRBN
AM.GB – Assessoria de Mobilidade Elétrica Sustentável Projeto Veículo Elétrico ITAIPU/KWO			
DIRETORIA GERAL			Versão: 1.0

---

## SUMÁRIO

1. OBJETO.....	1
2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.....	1
2.1. CONTROLADOR FRIENDLY ARM MINI 2440.....	1
2.2. MONITOR LCD 7 POLEGADAS PARA CONTROLADOR ARM MINI 2440.....	2
2.3. LECTOR DE RFID.....	2
2.4. FONTE DE TENSÃO INDUSTRIAL RT-50C MEAN WELL.....	3
2.5. MÓDULO CHARGER SYSTEMS 16A.....	3
2.6. MÓDULO CHARGER SYSTEM 32A.....	3
2.7. MÓDULO CHARGER SYSTEM 63A.....	4
2.8. TECLADO CAPACITIVO 12 TECLAS.....	4
2.9. PLACA DE LED'S DE INTERFACE.....	4

---

---

## MONITORAMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

### 1. OBJETO

A ITAIPU precisa adquirir componentes eletrônicos dos eletropostos do tipo Wallbox MCR2 para repor o seu estoque.

### 2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Fornecimento de controladores, LCD's, leitores de RFID, fontes de tensão, módulos de controle de carregamento, teclados capacitivos e placas de LED's para repor o estoque de componentes eletrônicos dos eletropostos Wallbox MCR2 que são utilizados para substituir componentes eletrônicos defeituosos durante a manutenção de eletropostos que ocorre dentro da AM.GB.

#### 2.1. Controlador Friendly Arm Mini 2440

- Dimensões: 100 x 100mm;
- Possui CPU Samsung S3C2440 ARM926T 400 MHz com frequência máxima de 533MHz;
- Possui memória RAM de 64 MB, com barramento de 32 bits;
- Possui memória Flash de até 1GB NAND Flash;
- Possui memória EEPROM com 256 Bytes (I2C);
- Possui entrada de SD-Card para extensão de Memória;
- Possui 1 Conector DB9 (RS232) e um total de 3 conectores para portas seriais;
- Possui 1 USB-A Host 1.1 e 1 USB-B Device 1.1;
- Possui conector stereo jack de 3.5 mm para saída de áudio;
- Possui conector e microfone compressor para entrada de áudio;
- Ethernet: RJ-45 10/100M (DM9000);
- Possui relógio de tempo real com bateria (CR1220);
- Beeper: Buzina de PWM;
- Possui Interface para câmera com 20 pinos (2.0 mm);
- Interface para LCD: conector de 41 pinos para displays FriendlyARM e placa VGA;
- Entradas: 6 botões (push buttons) e 1 conversor;
- Saídas: 4 LEDs;
- Expansão: 40 pinos de barramento, 34 pinos GPIO e 10 pinos para botões (2.0 mm);
- Possui 10 pinos JTAG (2.0 mm) para Debug;
- A alimentação é regulada de 5V (Plug DC);
- Consumo de Potência: Mini2440: 0.3 A, Mini2440 + 3.5" LCD: 0.6 A, Mini2440 + 7" LCD: 1 A;
- Funciona com os sistemas operacionais Windows CE 5 e 6 ou Linux.

##### 2.1.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

##### 2.1.2. Quantidade:

- 5 (cinco) unidades.

## 2.2. Monitor LCD 7 polegadas para Controlador Arm Mini 2440

- Possui interface touchscreen com 4 fios resistivos;
- STN (Super-twisted nematic) de até 4096 cores com até 1024x768 pixels;
- TFT (Thin-film-transistor) de até 64K cores com até 1024x768 pixels;
- Caixa de 7 polegadas com touch screen.

### 2.2.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

### 2.2.2. Quantidade

- 10 (dez) unidades.

## 2.3. Leitor de RFID

- Características do cartão de Interface:
    - Padrão ISO/IEC 1443 A e B, T=CL;
    - Frequência da portadora RFID: 13.56MHz
    - Taxa de transmissão: 106, 212, 424 e 848 kbit/s;
    - Distancia de Operação: até 8 cm dependendo do cartão e do ambiente;
    - Cartões compatíveis: NXP(Philips) MiFARE Classic e Ultralight; NXP (Philips) DESFIRE, SmartMX e ProX; cartões da família do Infineon SLE66; cartões da família ST MicroElectronics SR, SRI e SRIX; ASK CTS256/CTS512; Calypso (CD97, CD21, GTML...)
  - Características das interfaces SIM/SAM:
    - Formato do Cartão: ID-000(µSIM)
    - Possui 2 slots;
    - Padrão ISO/IEC 7816, T=0 &T=1;
    - Classe do cartão: A ou B (3v ou 5v);
    - Frequência de clock: 3,6864 MHz;
    - Taxa de Transmissão do cartão: 115200bps.
  - Especificações de Hardware:
    - Dimensões: 69x45x1,6mm cada placa;
    - Distancia máxima entre a antena e a placa principal: 5 cm para cabo trancado com 2 fios e 2m para cabo coaxial de 50Ω;
  - Segurança e Ambiente:
    - Temperatura de Operação: 0 a +70°C;
    - Temperatura de Armazenamento: -40 a +85°C;
    - Durabilidade: 10000 inserções SIM/SAM;
    - MTBF: 500000 horas;
  - Interface USB:
    - Padrão USB 2.0(12Mbps) ou 1.1;
-

- o Alimentação: por barramento (máximo 5v com aproximadamente 300mA);
- o Configuração Padrão: PC/SC.
- Modo PC/CS:
  - o Windows driver: 2000/XP/Vista;
  - o Linux e outros: compatível com ppsc-lite CCID driver;
  - o API e SDK: PS/SC completo – SDK disponível gratuitamente.

#### 2.3.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

#### 2.3.2. Quantidade

- 10 (dez) unidades.

### 2.4. Fonte de Tensão Industrial RT-50C Mean Well

- Entrada: 88-264 VAC; 125-373 VDC;
- Saída Canal 1: 5VDC, corrente de ensaio: 4A;
- Saída Canal 2: 15VDC, corrente de ensaio: 1.5A;
- Saída Canal 3: -15VDC, corrente de ensaio: 0.5A.

#### 2.4.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

#### 2.4.2. Quantidade

- 5 (cinco) unidades.

### 2.5. Módulo Charger Systems 16A

- Utilizado para controle de carregamento de veículos com 16A;
- Modelo MC-A00078;
- Fabricado pelo Magnum CAP;
- Pinos: +15V, -15V, +5V, GND, BAT, GND, +12V, RP, +12V, GND, LV, LA, PIN1, PIN2, PIN3, PP, GND, CP, AUX2, AUX1, CNT+, A e B.

#### 2.5.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

#### 2.5.2. Quantidade:

- 5 (cinco) unidades.

### 2.6. Módulo Charger System 32A

- Utilizado para controle de carregamento de veículos com 32A;
- Modelo MC-A00078;
- Fabricado pelo Magnum CAP;

- Pinos: +15V,-15V, +5V, GND, BAT, GND, +12V, RP, +12V, GND, LV, LA, PIN1, PIN2,PIN3, PP, GND,CP, AUX2, AUX1, CNT+, A e B.

**2.6.1. Itens Inclusos**

- Garantia mínima de 1 ano.

**2.6.2. Quantidade:**

- 10 (dez) unidades.

**2.7. Módulo Charger System 63A**

- Utilizado para controle de carregamento de veículos com 63A;
- Modelo MC-A00078;
- Fabricado pelo Magnum CAP;
- Pinos: +15V,-15V, +5V, GND, BAT, GND, +12V, RP, +12V, GND, LV, LA, PIN1, PIN2,PIN3, PP, GND,CP, AUX2, AUX1, CNT+, A e B.

**2.7.1. Itens Inclusos**

- Garantia mínima de 1 ano.

**2.7.2. Quantidade:**

- 5 (cinco) unidades.

**2.8. Teclado Capacitivo 12 teclas**

- Possui 12 teclas capacitivas;
- Fabricado pela Magnum Cap;
- Possui microcontrolador PIC18F24K22;
- Possui 3 fios de saída.

**2.8.1. Itens Inclusos**

- Garantia mínima de 1 ano.

**2.8.2. Quantidade**

- 10 (dez) unidades.

**2.9. Placa de LED's de Interface**

- Possui 4 LED's;
- Fabricada pela Magnum Cap;
- Possui 3 resistores de 390 ohms;
- Possui 4 fios de saída.

**2.9.1. Itens Inclusos**

- Garantia mínima de 1 ano.

**2.9.2. Quantidade**

- 5 (cinco) unidades.

# APÊNDICE B — ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE COMPILADOR PARA

SOFTWARE EMBARCADO DE CAMINHÃO IVECO



**CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

**COMPILADOR PARA SOFTWARE EMBARCADO  
DE PROTÓTIPO DE CAMINHÃO ELÉTRICO**

2			
1			
No	DESCRIÇÃO	APROV.	DATA
REVISÕES			
Elab.:	BHMG	Visto:	CRBN
Verif.:	BHMG	Aprov:	CRBN
AM.GB – Assessoria de Mobilidade Elétrica Sustentável Projeto Veículo Elétrico ITAIPU/KWO			
DIRETORIA GERAL			Versão: 1.1

---

## SUMÁRIO

1. OBJETO.....	1
2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.....	1
2.1. CA166 COMPILER KIT.....	1

---

---

## COMPILADOR PARA PROTÓTIPO DE CAMINHÃO ELÉTRICO

### 1. OBJETO

A ITAIPU necessita adquirir um compilador capaz de reconhecer o software embarcado de um protótipo de caminhão elétrico para fazer diagnósticos, detectar falhas de sistema e realizar modificações de software.

### 2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Fornecimento do kit de compilação CA166 Compiler Kit contendo o compilador C166 V4.03, o vinculador L166 V4.03c e demais ferramentas necessárias para acessar o sistema embarcado de um protótipo de caminhão elétrico.

#### 2.1. CA166 Compiler Kit

- Kit de compilação da marca ARMKEIL;
- Compatível com microcontroladores da família 166 das séries XC16, C16, ST10 e derivados;
- Programação em C e/ou Assembly utilizando as instruções C166, C167 ou XC167;
- Utiliza o ambiente de desenvolvimento da  $\mu$ Vision para gerenciamento de projetos e edição de código-fonte;
- Possui o compilador C166 V4.03;
- Possui o vinculador (linker) L166 V4.03c;
- Possui a ferramenta de compilação A166 Macro Assembler;
- Possui a ferramenta de compilação EC166 C++ Compiler;
- Possui a ferramenta de compilação OH166 Object-HEX Converter;
- Possui o Kernel RTX166 Tiny Real Time. C++ Compiler.

##### 2.1.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano;
- Manuais de operação.

##### 2.1.2. Quantidade

- 1 (um) kit.

# APÊNDICE C — ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE

DADOS VIA WI-FI E ETHERNET



**CENTRAL HIDRELÉTRICA DE ITAIPU**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

**SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS  
VIA WI-FI E ETHERNET**

2			
1			
No	DESCRIÇÃO	APROV.	DATA
REVISÕES			
Elab. :	AHB	Visto:	CRBN
Verif. :	BHMG	Aprov.:	CRBN
AM.GB – Assessoria de Mobilidade Elétrica Sustentável Projeto Veículo Elétrico ITAIPU/KWO			
DIRETORIA GERAL			Versão: 1.0

---

## SUMÁRIO

1.	OBJETO .....	1
2.	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA .....	1
2.1.	SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS VIA WI-FI E ETHERNET .....	1

---

---

## SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS VIA WI-FI E ETHERNET

### 1. OBJETO

A ITAIPU necessita adquirir sistemas de aquisição de dados via Wi-Fi e Ethernet para realizar o monitoramento remoto de estações de recarga de veículos elétricos.

### 2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Fornecimento de um dispositivo capaz de realizar a leitura de diferentes sinais analógicos e transmiti-los através das redes Wi-Fi e Ethernet, com o objetivo de monitorar estações de recarga de veículos elétricos de forma remota por meio da AM.GB.

#### 2.1. Sistema de Aquisição de Dados via Wi-Fi e Ethernet

- Resolução de 1uV livre de ruído;
- Possibilidade de expansão para 84 entradas analógicas;
- Conversor AD de 24 bits;
- 23 Entradas/Saídas digitais;
- 14 Entradas Analógicas;
- Sistema de Watchdog;
- Máximo de 10 contadores;
- Faixa de temperatura industrial (-40 a 85 graus Celsius);
- 2 Saídas analógicas (12 bits 0-5V);
- Protocolos seriais: SPI, I2C;
- Entradas para amplificadores de instrumentação;
- Programação em C/C++, C#, VB, Matlab, Labview, Python, Java, Delphi, .Net;
- Modbus TCP para usar qualquer plataforma que suporte TCP/IP.

##### 2.1.1. Itens Inclusos

- Garantia mínima de 1 ano.

##### 2.1.2. Quantidade

- 3 (três) unidades.

##### 2.1.3. Sugestão

- LabJack T7-Pro.

# APÊNDICE D – CÓDIGO FONTE DO PROTÓTIPO DE ELETROPOSTO

```
int PinoTensaoPiloto = A0; //Pino de leitura analogica de tensao
int TensaoPiloto = 0; //Tensao Piloto nao normalizada
//float TensaoPilotoNormalizada = 0; //Tensao piloto entre -12V e 12V

#define DESCONNECTADO 1
#define CONECTADO 2
#define SDOISFECHADO 3
#define RECARGASEMVENTILACAO 4
#define RECARGACOMVENTILACAO 5

#define TENSAOMAXDOZEV 457
#define TENSAOMINDOZEV 386
#define TENSAOMAXNOVEV 350
#define TENSAOMINNOVEV 280
#define TENSAOMAXSEISV 247
#define TENSAOMINSEISV 174
#define TENSAOMAXTRESV 140
#define TENSAOMINTRESV 70

int PinoLEDDISCONNECTADO = 11; //Pino do LED para Interface
int PinoLEDCONNECTADO = 9; //Pino do LED para Interface
int PinoLEDSDOISFECHADO = 8; //Pino do LED para Interface
int PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO = 7; //Pino do LED para Interface
int PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO = 4; //Pino do LED para Interface

char StatusVeiculo;

int PinoBotao = 2;
//int EstadoBotao = 0;

//int PinoPWM = 5;

int PinoContactor = 12;
```

```

int EstadoBotao = HIGH;
int NovoEstadoBotao = HIGH;
int NumeroPress = 0;

void setup() {

    pinMode(PinoLEDDDESCONECTADO, OUTPUT);
    pinMode(PinoLEDCONECTADO, OUTPUT);
    pinMode(PinoLESDOISFECHADO, OUTPUT);
    pinMode(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, OUTPUT);
    pinMode(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, OUTPUT);
    StatusVeiculo = DESCONECTADO;
    pinMode(PinoBotao, INPUT);
    //analogWrite(PinoPWM, 119);
    pinMode(10, OUTPUT);
    digitalWrite(10, LOW);
    pinMode(PinoContactor, OUTPUT);
    digitalWrite(PinoContactor, LOW);

}

void loop() {

    TensaoPiloto = analogRead(PinoTensaoPiloto);
    //TensaoPilotoNormalizada = (TensaoPiloto/824*4);

    switch(StatusVeiculo){

        case DESCONECTADO:{
            digitalWrite(10, LOW);
            digitalWrite(PinoLEDCONECTADO, LOW);
            digitalWrite(PinoLESDOISFECHADO, LOW);
            digitalWrite(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, LOW);
            digitalWrite(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, LOW);
            digitalWrite(PinoLEDDDESCONECTADO, HIGH);
            if(TensaoPiloto >= TENSAOMINNOVEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXNOVEV)
                StatusVeiculo = CONECTADO;
            digitalWrite(PinoContactor, LOW);
            break;
        }
    }
}

```

```
}

```

```
case CONECTADO:{

```

```
  TCCRIA = _BV(COMIA1) | _BV(COMIB1) | _BV(WGM11) | _BV(WGM10);
```

```
  TCCRIB = _BV(WGM13) | _BV(WGM12) | _BV(CS11) | _BV(CS10);
```

```
  OCRIAH = 0;
```

```
  OCRIAL = 249;
```

```
  OCRIBH = 0;
```

```
  OCRIBL = 200;
```

```
  digitalWrite(PinoContactor, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDDESCONECTADO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDSDOISFECHADO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDCONECTADO, HIGH);
```

```
  if(TensaoPiloto >= TENSAOMINDOZEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXDOZEV)

```

```
    StatusVeiculo = DESCONECTADO;
```

```
  else if ((TensaoPiloto >= TENSAOMINTRESV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXTRESV)

```

```
  | (TensaoPiloto >= TENSAOMINSEISV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXSEISV))

```

```
    StatusVeiculo = SDOISFECHADO;
```

```
  break;
```

```
}

```

```
case SDOISFECHADO:{

```

```
  digitalWrite(PinoLEDDESCONECTADO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDCONECTADO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, LOW);
```

```
  digitalWrite(PinoLEDSDOISFECHADO, HIGH);
```

```
  if(TensaoPiloto >= TENSAOMINSEISV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXSEISV){

```

```
    delay(3000);
```

```
    StatusVeiculo = RECARGASEMVENTILACAO;
```

```
  }

```

```
  else if(TensaoPiloto >= TENSAOMINTRESV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXTRESV){

```

```

    delay(3000);
    StatusVeiculo = RECARGACOMVENTILACAO;
}

break;
}

case RECARGASEMVENTILACAO:{
    digitalWrite(PinoContactor, HIGH);
    digitalWrite(PinoLEDDDESCONECTADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDCONECTADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLESDOISFECHADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, HIGH);
    if(TensaoPiloto >= TENSAOMINDOZEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXDOZEV)
        StatusVeiculo = DESCONECTADO;
    else if(TensaoPiloto >= TENSAOMINNOVEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXNOVEV)
        StatusVeiculo = CONECTADO;
    else if(TensaoPiloto >= TENSAOMINTRESV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXTRESV)
        StatusVeiculo = RECARGACOMVENTILACAO;
    break;
}

case RECARGACOMVENTILACAO:{
    digitalWrite(PinoContactor, HIGH);
    digitalWrite(PinoLEDDDESCONECTADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDCONECTADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLESDOISFECHADO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDRECARGASEMVENTILACAO, LOW);
    digitalWrite(PinoLEDRECARGACOMVENTILACAO, HIGH);
    if(TensaoPiloto >= TENSAOMINDOZEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXDOZEV)
        StatusVeiculo = DESCONECTADO;
    else if(TensaoPiloto >= TENSAOMINNOVEV && TensaoPiloto <=TENSAOMAXNOVEV)
        StatusVeiculo = CONECTADO;
    break;
}
}
}
}

```