

**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia Automotiva**

**ADAPTAÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA PARA
CONVERSÃO DE VEÍCULO TIPO TRICICLO EM UM
FOOD TRUCK**

Comentado [B1]:

Autores:

**Bruno Carvalho Doberstein
de Magalhães
Bruno Fernandes de Oliveira
Leite**

Orientador:

Saleh Barbosa Khalil

**Brasília, DF
2015**



**BRUNO CARVALHO DOBERSTEIN DE MAGALHÃES E
BRUNO FERNANDES DE OLIVEIRA LEITE**

**ADAPTAÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA PARA CONVERSÃO DE VEÍCULO TIPO
TRICICLO EM UM FOOD TRUCK**

Monografia submetida ao curso de graduação em engenharia automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Orientador: MSc Saleh Barbosa Khalil

**Brasília, DF
2015**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Magalhães, Bruno Carvalho Doberstein.

Leite, Bruno Fernandes de Oliveira.

Adaptação elétrica e mecânica para conversão de veículo tipo triciclo em um food truck / Bruno Carvalho Doberstein de Magalhães e Bruno Fernandes de Oliveira Leite. Brasília: UnB, 2015.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília
Faculdade do Gama, Brasília, 2015. Orientação: MSc Saleh
Barbosa Khalil.

1. Food Truck. 2. conversão elétrica. 3. Conversor de frequências I. Barbosa, Saleh Khalil. II. Adaptação elétrica e mecânica para conversão de veículo tipo triciclo para food truck.

CDU Classificação



ADAPTAÇÃO ELÉTRICA E MECÂNICA PARA CONVERSÃO DE VEÍCULO TIPO TRICICLO EM UM FOOD TRUCK

Bruno Carvalho Doberstein de Magalhães e Bruno Fernandes de Oliveira Leite

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em (data da aprovação dd/mm/aa) apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. (MSc): Saleh Barbosa Khalil, UnB/ FGA
Orientador

Prof. (Titulação): Nome do Professor, UnB/ FGA
Membro Convidado

Prof. (Titulação): Nome do Professor, UnB/ FGA
Membro Convidado

**Brasília, DF
2015**

“Se um homem, por mais sábio que seja, se tem na conta de bastante sábio para poder desprezar os outros, assemelha-se a um cego que leva uma lâmpada: ilumina os outros mas continua cego.”

Buda

***RESUMO**

Os Food Trucks são veículos adaptados para a comercialização de alimentos na forma de uma cozinha móvel. Possui dimensões pequenas e vendem alimentos de forma itinerante. Este mercado expandiu ao longo dos últimos anos devido ao baixo custo de investimento inicial, pelo rápido retorno financeiro, sem necessidade de adquirir ponto comercial e com contato direto com o público. O presente trabalho apresenta o estudo de uma adaptação elétrica e mecânica em um veículo do tipo triciclo utilizado pela empresa Forno Mineiro, especializada na fabricação e distribuição de pães e biscoitos de queijo, em um food truck. O modelo atual necessita de substituição da sua fonte de alimentação elétrica, que consiste em um gerador à gasolina. Apesar de efetivo, o gerador a gasolina possui diversos inconvenientes, como gasto elevado de funcionamento e manutenção, ruído excessivo, produção de gases tóxicos e riscos no armazenamento de combustível extra. Propõe-se o dimensionamento de um banco de baterias recarregado por um alternador de maior potência do atual e/ou pela rede elétrica, a instalação elétrica e a de um conversor de frequência necessário para o acionamento do refrigerador e aparelhos eletrônicos. Neste estudo será realizado a análise estrutural e modal dos elementos projetados e instalados ao veículo.

Palavras-chave: Food truck. Conversor de frequência. Adaptação elétrica. Triciclo automotor.

ABSTRACT

The food trucks are adapted vehicle for food commercialization as a mobile kitchen. It has small dimensions and sells food itinerantly. This market has expanded over the past years due to the low initial investment cost, the rapid financial returns, without the need for purchasing a commercial point and with direct contact with the public. This paper presents the study of electrical and mechanical adaptation of a tricycle type vehicle used by Forno Mineiro company specialized in manufacturing and distributing of cheese bread and biscuits, in a food truck. The current model requires an electric power supply replacement which consists of a gas generation. Although effective, the gasoline generator has several drawbacks such as high cost of operation and maintenance, excessive noise, production of toxic gases and risks in extra fuel storage. It's proposed a designing of a batteries bank charged by larger power alternator of a higher power current and/or by an electric grid, an electrical installation and a frequency converter required for driving the refrigerator and electronic device. In this study will be conducted structural and modal analysis of elements designed and installed to the vehicle.

Keywords: Food Truck. Frequency converter. Electric adaptation. Motor tricycle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Modelo de triciclo adaptado a comercialização de alimentos (RINALDI, 2015).	14
Figura 2.2 – Modelos de triciclo com compartimentos de carga aberto e fechado (MOTOCAR, 2009).	15
Figura 2.3 - Triciclos com sistema atual de refrigeração	17
Figura 2.4 – Triciclos da Fábrica Forno Mineiro	17
Figura 2.5 – Modelo de triciclo MCF-200 da Motocar – (a) Vista frontal, (b) Vista Lateral e (c) Vista Isométrica (MOTOCAR, 2009).	18
Figura 3.1 Circuito Simples	23
Figura 3.2 - Corrente Rampa.....	24
Figura 3.3 - Corrente senoidal ou corrente alternada (CA).....	24
Figura 3.4 Corrente Exponencial.....	25
Figura 3.5 Corrente de onda quadrada	25
Figura 3.6 Tensão entre a e b	26
Figura 3.7 Circuito em serie	27
Figura 3.8 Circuito em paralelo	28
Figura 3.9 - Conversor (inversor) de frequência. (Hayonik, 2013/2014).....	29
Figura 3.10 -Diagrama de blocos de um inversor.....	31
Figura 3.11 Estrutura Básica de um transformador.	32
Figura 3.12 - Modelos de transformadores. (Emplac, 2007)	32
Figura 3.13 - Esquemático de uma célula de eletrolise	34
Figura 3.14 – Bateria.....	35
Figura 3.15 - Partes internas da Bateria.....	36
Figura 3.16 - Placas da bateria	37
Figura 3.17 - Densidade de energia e Energia específica das baterias. Adaptado de (DANIEL,1999; LARMINIE, 2003).	39
Figura 3.18 - Tensão nominal e tempo de recarga das baterias. Adaptado de (DANIEL,1999; LARMINIE, 2003).	40
Figura 3.19 - Número de recargas das baterias Adaptado de (DANIEL,1999; LARMINIE, 2003).	41
Figura 3.20 - - Temperatura de Funcionamento. Adaptado de (LARMINIE, 2003). ..	42
Figura 3.21 Comparação Dínamo e Alternador (ALONSO, 1998).....	43
Figura 3.22 Partes do Alternador (ALONSO, 1998).	43
Figura 3.23 Ímã em movimento e Bobina.....	44
Figura 3.24 Conexão estrela	46
Figura 3.25 Conexão Triângulo	Erro! Indicador não definido. 46
Figura 3.26 Estrutura Básica de um Alternador.....	47
Figura 3.27 Alternador Trifásico	48
Figura 3.28 Esquemático do Estator de Indução. Adaptado de (ALONSO,1998)	49
Figura 3.29 Esquemático do Rotor. Adaptado de (ALONSO,1998)	49
Figura 3.30 Esquemático Retificador. Adaptado de (ALONSO,1998)	50
Figura 3.31 Esquemático Ventilador	51
Figura 3.32 - Fonte automotiva Usina 14,4V - 60A (Spark, 2015).....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. JUSTIFICATIVA	10
1.2. OBJETIVOS	10
1.3. METODOLOGIA	10
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2. FOOD TRUCK	13
2.1. PRINCIPAIS TIPOS DE VEÍCULOS	13
2.2. REGULAMENTAÇÃO	15
2.3. A EMPRESA PÃO DE QUEIJO DA FÁBRICA – FORNO MINEIRO	16
2.3.1. Modelo de triciclo utilizado	18
2.4. PROBLEMÁTICA	19
2.5. PROPOSTAS DE SOLUÇÃO	21
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1. FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELETRICOS	23
3.1.1. Circuitos elétricos	23
3.1.2. Correntes elétricas	23
3.1.3. Tensão	25
3.1.4. Lei de Ohm	26
3.1.5. Circuitos em série	27
3.1.6. Circuitos em Paralelo	27
3.1.7. Potência e energia	28
3.2. INVERSORES DE FREQUÊNCIA	29
3.3. BATERIAS	33
3.4.1. Componentes de uma bateria	34
3.4.2. Parâmetros das baterias	37
3.4.3. Tipos de baterias	38
3.4. ALTERNADOR	42
3.5.1. Princípio de funcionamento do alternador	44
3.5. FONTE AUTOMOTIVA	51
3.6. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	53
4. PROJETO DE ADAPTAÇÃO	55
4.1. INSTALAÇÃO DO ALTERNADOR CONECTADO AO MOTOR DO VEÍCULO:	55
4.2. INSTALAÇÃO DO ALTERNADOR CONECTADO EM PARALELO AO EIXO CARDÂ DO VEÍCULO:	55
4.3. DIMENSIONAMENTO DAS BATERIAS	56
4.4. PROJETO CAD E ANÁLISES ESTRUTURAIS	56
4.5. ESCOLHA DE COMPONENTES	56
5. CRONOGRAMA	57
BIBLIOGRAFIA	58

1. INTRODUÇÃO

1.1. JUSTIFICATIVA

Food truck são cozinhas moveis sobre rodas que transportam e vendem alimentos de forma itinerante, o termo food truck começou a ser utilizado nos estados unidos por volta dos anos 1860. Historiadores relatam que em 1866 no Texas Charles Goodnight transportava alimentos e utensílios para refeição em um caminhão militar adaptado.

Vários tipos de veículos são adaptados para virar food trucks entre eles os triciclos, apesar de seu espaço reduzido, foods trucks feitos a partir de triciclos são uma solução barata e pratica para esse tipo de comercio.

Um triciclo amplamente utilizado para esse fim no Brasil é o fabricado pela em nacional MOTOCAR. Este veículo está começando a ser utilizado pela empresa brasiliense de pão de queijo (Forno Mineiro). Entretanto a adaptação atual conta com alguns problemas, sendo o principal o acionamento do refrigerador para o food truck. O modelo atual do veículo utilizado realiza o acionamento do refrigerador por um gerador à gasolina, o que produz ruído excessivo e liberação de gases poluentes, gerando desconforto entre clientes e vendedores.

1.2. OBJETIVOS

Tendo em vista os problemas e desvantagens oferecidos pela utilização do gerador à gasolina como principal fonte de alimentação elétrica, esse projeto tem como objetivo fazer uma proposta de acionamento para o refrigerador com menores custos e maior eficiência. Solução esta que será implementada aos veículos atuais e em novas aquisições de veículos visando a conversão para food trucks da empresa Forno Mineiro.

1.3. METODOLOGIA

O desenvolvimento e confecção de veículos comuns para food truck exige a transformação parcial ou completa do veículo. Por ser um modelo de cozinha móvel e em modelo reduzido, o veículo deve proporcionara todas as condições para a

preparação ou término do preparo do alimento em questão. No modelo aqui abordado exige-se um sistema de refrigeração e instalações elétricas para alguns eletrônicos.

A primeira etapa deste trabalho foi captar e analisar as características dos sistemas de produção, transporte, distribuição e preparo dos produtos da fábrica Forno Mineiro, tal como dos dispositivos e equipamentos necessários à adaptação do um veículo para food truck. Posteriormente serão avaliadas as capacidades operacionais de equipamentos, seus custos e limitações, afim de identificar as melhores soluções para o desenvolvimento de novos equipamentos e/ou dispositivos para as adaptações mecânicas para a conversão do veículo atual.

Serão construídos modelos em CAD (*computer aided design*) para análises estruturais e modais do veículo, além de peças e dispositivos mecânicos propostos. Será dimensionado o consumo elétrico e suas fontes de alimentação, seja ele fornecido por baterias e/ou rede elétrica. Parte deste dimensionamento se faz pela escolha de equipamentos elétricos e mecânicos, como baterias, inversores, sistemas de tração e transmissão e principalmente do sistema de refrigeração de alimentos do food truck.

A revisão bibliográfica, estudos e cálculos abordados pelas teorias aprendidas durante o curso de engenharia automotiva serão indispensáveis para análise do sistema de acionamento do sistema de refrigeração, comparativos entre diferentes tipos de acionamento e de componentes do sistema elétrico e análise das estruturas mecânicas do veículo. Abordaremos ainda as histórias do food truck e da empresa Forno de Mineiro.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em capítulos, onde o primeiro capítulo abordará sobre os objetivos, justificativas e metodologia abordado no trabalho.

No segundo capítulo é mencionada a história dos food truck e sua propagação pelo mundo, desde sua primeira aparição em meados de 1860 até sua utilização atual no Brasil. Expõe-se alguns modelos de veículos utilizados em food trucks, a regulamentação para esse tipo de segmento e a história da fábrica de pão de queijo Forno Mineiro, empresa a qual estudo foi dirigido. Dentro desse capítulo também se

encontra a problemática do sistema de alimentação utilizado e as propostas de solução.

O terceiro capítulo é composto pela revisão bibliográfica. Nele encontra-se estudo dos fundamentos teóricos e estudos sobre os componentes do sistema de acionamento do sistema de refrigeração.

O quarto capítulo propõe-se os projetos de adaptação, dimensionamento do banco de baterias, projeto em CAD e escolha dos equipamentos e as opções de modificações estruturais para a recarga e alimentação do sistema elétrico a partir da instalação de um novo alternador.

O quinto capítulo apresenta o cronograma de trabalho proposto.

2. FOOD TRUCK

Os Food Trucks são uma cozinha móvel, de dimensões pequenas, sobre rodas, que transportam e vendem alimentos de forma itinerante (SEBRAE, 2015). Deve-se atender as exigências da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), da Prefeitura, Denatran (Departamento Nacional de Trânsito), do Detran (Departamento Estadual de Trânsito) e do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). São comercializados diversos tipos de alimentos em diferentes tipos de veículos. O termo food truck assim como este método de comercialização de alimentos veio importado dos estados unidos onde a história começou há muito tempo por volta de 1860.

O vídeo sobre Food Trucks da série Maravilhas Modernas (Modern Marvels) da History (HISTORY CHANNEL, 2011) relata que Charles Goodnight já transportava alimentos e utensílios em um caminhão militar adaptado para refeições de colaboradores em 1866 no Texas. Na falta de alternativa para refrigeração, levavam-se alimentos, insumos e temperos secos ou carnes salgadas.

Nos Estados Unidos em 1872, outro precursor dos *food trucks* foi Walter Scott, que vendia tortas e sanduíches para trabalhadores de fábricas, que necessitavam de comida barata e rápida (SEBRAE, 2015). Este tipo de comercialização de alimentos até o início dos anos 2000 era tido como barato e de baixa qualidade. Com a crise econômica nos Estados Unidos em 2008, muitos restaurantes fecharam suas portas e alguns chefes investiram na antiga modalidade de fazer comida.

Com a globalização muitos empresários brasileiros visualizaram a expansão dos *foods trucks* no mundo e a oportunidade de abrir um restaurante em um modelo diferente: com baixo custo, sem necessidade de adquirir ponto comercial e com contato direto com o público. A cidade de São Paulo é pioneira neste setor, mas encontram-se *food trucks* no Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Brasília, Minas Gerais, entre outros.

2.1. PRINCIPAIS TIPOS DE VEÍCULOS

Os veículos utilizados variam bastante tanto no modelo quanto no custo. Entre eles os triciclos, bicicletas, Kombis, vans, carts e caminhões. As *food bikes* possuem menor custo, no entanto possuem espaço reduzido. As Kombis são muito procuradas

no comércio alimentício por seu estilo retrô, mas o espaço para instalação de equipamentos e estoque é um fator limitante. As vans estão entre os melhores veículos a serem adaptados por possuir maior espaço. O cart é um equipamento anexado ao carro, não sendo necessária a carteira de motorista para caminhão. Os caminhões devido à falta de legislação sobre a utilização de espaços públicos de maneira itinerante têm atuado em sua maioria, em áreas privadas como estacionamentos, shoppings, parques ou terrenos locados.

Os triciclos podem ser utilizados para comercialização de alimentos refrigerados e congelados, e apesar de seu espaço reduzido, de acordo com o produto a ser comercializado, é a solução mais prática e mais barata. Eles possuem cinto de segurança abdominal e não é necessário usar capacete em trechos urbanos além da licença para dirigir ser a mesma de motocicleta. A Figura 2.1 ilustra um modelo de triciclo adaptado a comercialização de alimentos (RINALDI, 2015).



Figura 2.12.4 – Modelo de triciclo adaptado a comercialização de alimentos (RINALDI, 2015).

A MOTOCAR é uma empresa brasileira que fabrica triciclos de transporte de carga e passageiros na Zona Franca de Manaus. Entre os modelos de carga

comercializados têm-se as versões com o compartimento de cargas aberto e fechado (MOTOCAR, 2009).



Figura 2.22.2 – Modelos de triciclo com compartimentos de carga aberto e fechado (MOTOCAR, 2009).

2.2. REGULAMENTAÇÃO

Três capitais de três estados contam com normatização aprovada para a comercialização de alimentos em veículos automotores: São Paulo- SP, Rio de Janeiro-RJ e Curitiba-PR (SEBRAE, 2015). Em Brasília, a regulamentação dos *food trucks* encontra amparo em dois projetos de lei que tramitam na Câmara Legislativa do DF, tendo ponto crítico de debate em torno do acondicionamento dos insumos e das condições de preparo dos alimentos.

Resoluções e recomendações quanto às boas práticas de manipulação de alimentos em âmbito nacional visam à elaboração de alimentos seguros, livres de contaminação. As normatizações vigentes têm o intuito de garantir que os alimentos comercializados sejam seguros para o consumo humano, sem contaminação química, física ou microbiológica.

A manipulação de alimentos é regida pela mesma legislação do setor com estrutura física fixa. No Brasil é a RDC 216/2004 (Resolução da Diretoria Colegiada), e as legislações estaduais e municipais que existem estão alinhadas com a nacional.

Destacam-se no regramento sanitário disposições sobre (SEBRAE, 2015):

- Planejamento do layout da cozinha móvel;
- Aquisição de termômetro calibrado;

- Localização do setor de recebimento do pagamento;
- Segurança da água utilizada;
- Destino dos resíduos gerados;
- Controle de pragas;
- Energia elétrica;
- Estrutura física, móveis e equipamentos;
- Instalação do fogão;
- Manipuladores da cozinha móvel;
- Pré-preparo dos alimentos;
- Procedência dos alimentos;
- Transporte dos alimentos;
- Manutenção de alimentos resfriados ou quentes;
- Resfriamento dos alimentos;
- Higienização do *truck* e
- Documentação.

Quanto a energia elétrica, o veículo deve ter autonomia para manter os alimentos em temperatura segura em todas as etapas, tendo gerador próprio para o caso de falta de energia da rede pública, com possibilidade de utilização de painéis solares.

2.3. A EMPRESA PÃO DE QUEIJO DA FÁBRICA – FORNO MINEIRO

Fundada em 2012 no mercado de panificação de Brasília-DF, os pães de queijo da fábrica (Forno Mineiro), conta com equipamentos de ponta além da produção artesanal. Toda a estrutura de congelamento e armazenamento são feitos em túneis de ultracongelamento e câmaras frias. Seus produtos são pães de queijo e biscoito de queijo, com produção mensal em torno de 22 toneladas e capacidade máxima de até 60 toneladas mensais.

A Fábrica Forno Mineiro tem seu mercado de atuação no Distrito Federal-DF e entorno, assim como distribuição para cidades como Caldas Novas, São Paulo, Natal e Piauí. As entregas regionais são realizadas mediante pedidos ou por transporte

diário de sua frota em pontos específicos da cidade. Entre essa frota encontra-se os veículos modelo triciclo utilizado atualmente (Figura 2.3) e os novos, que aguardam a adaptação para food truck (Figura 2.4), que se destacam em meio aos veículos cotidianos, dando maior evidência à marca.



Figura 2.3 - Triciclos com sistema atual de refrigeração



Figura 2.4.2-3 – Triciclos da Fábrica Forno Mineiro

Devido ao grande sucesso do transporte de seus produtos pelo triciclo e a expansão do comércio por meio dos food trucks, a empresa optou por juntar as duas

opções em uma só, utilizando um conceito já existente e de muito sucesso, o food truck no triciclo. Este modelo permite maior mobilidade em locais em que o veículo comum possui acesso dificultado ou nenhum, assim como menor custo de deslocamento e maior visibilidade à marca.

Pela própria experiência de vendas com o triciclo em diversos pontos do Distrito Federal e o maior lucro na venda do produto pronto para o consumo em relação ao produto congelado, este modelo de vendas oferece grande expectativa de sucesso à Fábrica Forno Mineiro.

Os novos triciclos serão adaptados com o mesmo sistema de refrigeração já constituído nos veículos de entregas, juntamente com uma fritadeira elétrica, forno elétrico e máquina de café expresso. Para alimentação elétrica este trabalho propõe todo o sistema necessário, desde a fonte de alimentação dos equipamentos (banco de baterias) e sua recarga, como a conversão desta energia para valores de tensão e corrente padrões de alimentação dos equipamentos eletrônicos que compõe o food truck.

2.3.1. Modelo de triciclo utilizado

O modelo utilizado é o MCF – 200 da Motocar (Figura 2.5), com dimensões e características descritas na Tabela 2.1:



Figura 2.52-4 – Modelo de triciclo MCF-200 da Motocar – (a) Vista frontal, (b) Vista Lateral e (c) Vista Isométrica (MOTOCAR, 2009).

Tabela 2.1 – Dados técnicos e características do triciclo MCF-200 (MOTOCAR, 2009).

DADOS TÉCNICOS	
Dimensões triciclo	3300mm x 1200mm x 1820mm
Dimensões carroceria	1700mm x 1200mm x 1200mm
Motor	Cilíndrico único, refrigerado a ar, 4 tempos
Pneu	5.0 – 12
Transmissão	Sistema por eixo CARDAN
Altura total	1800mm
Comprimento total	3300mm
Distância entre o eixo X	1000mm
Distância entre o eixo Y	2180mm
MOTOR	
Combustível	Gasolina
Número de cilindro	1 em linha vertical
Numero de marchas	1-2-3-4-5
Cilindrada	200cc
Ruído	78 dB
Rotação de marcha lenta	1500 rpm
Torque	10N.m (1,02kgf.m)
Potência máxima	12,5 CV
Óleo recomendado	20W50 Castrol semissintéticos (1000 ml por troca)
SISTEMA ELÉTRICO	
Bateria	9 (A) 12 V
Vela	D8EA
Folga do eletrodo	0,6 a 0,7 mm
FREIOS	
Dianteiro	Tambor com acionamento mecânico
Traseiro	Hidráulico com dois circuitos independentes
Fluido utilizado	Tambor a óleo Fluido DOT 4
Freio de estacionamento	Mecânico atua nas rodas traseiras
RODAS E PNEUS	
Rodas	Aro 12 estampado em aço
Câmara de ar	5.00/6-12
Pneus	12
Step	12
Pressão do pneu dianteiro	30 libras
Pressão dos pneus traseiros	32 libras

2.4. PROBLEMÁTICA

Para a conversão de um veículo tipo Food Truck, este deve ser equipado com aparelhos que atendam a demanda de um pequeno restaurante ou lanchonete.

Devem ser instalados equipamentos elétricos e possuir uma fonte de alimentação para estas instalações.

Um sistema de recarga para o banco de bateria isolado da rede elétrica é de extrema necessidade, uma vez que o trabalho com alimentos, em grande parte perecíveis, necessita de armazenamento em baixa temperatura ou refrigerados. A independência da rede elétrica também se faz indispensável em casos da produção dos alimentos em locais distantes e pouco acessíveis, assim como se iniciou a história dos veículos Food Trucks.

Uma forma simples e eficaz da recarga das baterias ou do completo fornecimento de energia para os Food Trucks é a instalação de geradores à combustível fóssil. Geradores são dispositivos que convertem a energia mecânica em energia elétrica. Seu funcionamento baseia-se na indução eletromagnética, ou em fenômenos eletrostáticos. Entretanto, este equipamento possui desvantagens como o excesso de ruído, vibração, eliminação de gases tóxicos, manutenção constante, elevado custo de funcionamento, além do risco de se estocar e transportar combustível extra.

O gerador utilizado atualmente para a alimentação do sistema de refrigeração é à gasolina, modelo B4T 1300, marca Branco, de 2,8cv, 4 tempos, com capacidade de 5 litros de combustível e autonomia a 50% da carga de 4,8 horas. Sua utilização diária exige um gasto de 5 a 7 litros de combustível, com um custo médio atual de R\$ 3,78 por litro, o que gera o custo diário de R\$ 18,90 a R\$ 26,46. Ao final do mês esse custo, somado à manutenção e consumo de óleo, gira em torno de R\$ 700,00 (dados informados pelo proprietário).

O sistema de refrigeração utilizado pelo veículo é responsável pelo maior consumo de energia elétrica disponibilizada pelo gerador. Este sistema possui um compressor de 480W. Este tipo de equipamento, em sua partida, pode consumir de 3 a 7 vezes mais a sua corrente nominal, e durante sua manutenção consome valores menores, dependendo do tipo e da forma de utilização, consumindo apenas 50 a 30% dessa corrente para continuar funcionando.

Este equipamento produz um nível de ruído à 7 metros de distância de 67 dbA, que segundo a NBR 10152 informa que em pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas deve apresentar entre 45 a 60 dbA, onde o valor inferior

representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade. E que níveis superiores aos estabelecidos nesta tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de danos à saúde. Entretanto o valor para restaurantes deve estar na faixa de 40 - 50 dbA. Isto deixa claro que a utilização deste equipamento não é viável para esta finalidade.

2.5. PROPOSTAS DE SOLUÇÃO

A possível solução para os problemas apresentados pelo gerador é sua substituição por dispositivos eletrônicos como o conversor de frequência, que apresenta ruído desprezível, não apresenta vibrações, não gera gases, manutenção mínima ou nula, não necessita de combustíveis fósseis para sua alimentação e menor custo de operação.

Apesar do conversor de frequência não necessitar do combustível fóssil, ele se alimenta de energia elétrica, que deve ser suprida através da rede elétrica ou de baterias. Como trata-se de um food truck, este não pode ser dependente da rede, o que o obriga a possuir um banco de baterias para um tempo mínimo de produção, podendo já estar recarregada ou ter sua recarga durante o processo de utilização do veículo.

Para realizar a recarga do banco de baterias pode-se utilizar o alternador do próprio veículo quando não possuir acesso à rede, recarregando-as enquanto o motor estiver em funcionamento, seja em deslocamento ou parado. Entretanto, o alternador do modelo aqui abordado, não possui capacidade de alimentar o sistema de forma viável, uma vez que sua função é apenas alimentar pequenos equipamentos eletrônicos, neste caso será proposto a substituição do alternador para um de modelo automotivo, de maior proporção e, portanto, maior capacidade de geração de carga.

Estudou-se duas opções para a instalação do alternador de maior potência no veículo, sendo elas:

- **Instalação do alternador conectado ao motor do veículo:** Nesta opção o eixo do virabrequim do motor será substituído por um eixo mais alongado. No final do curso do eixo será acoplado uma polia que, por meio de correias, será acoplada ao alternador veicular, fazendo a

transmissão de potência do motor para o alternador. Ele irá converter essa potência em energia elétrica e posteriormente recarregar o banco de baterias.

- **Instalação do alternador conectado em paralelo ao eixo cardã do veículo:** Nesta opção será acoplado um dispositivo de engrenagens entre a caixa de marchas do triciclo e seu eixo cardã. Este sistema permitirá o acionamento individual do alternador ou do eixo cardã. Quando o sistema estiver acoplado ao alternador, o triciclo não terá tração, sendo a potência do motor unicamente aproveitada para movimentar o alternador e recarregar o banco de baterias. Quando acoplado ao eixo cardã, este irá fazer a transmissão de potência entre o câmbio de marchas, gerando força motriz às rodas e proporcionando movimento ao veículo.

O principal objetivo do trabalho é realizar a adaptação de um sistema de recarga elétrica do banco de baterias quando não for possível acessar a rede elétrica, suprimindo a demanda de energia para um tempo de trabalho mínimo; dimensionar um alternador com potência suficiente para alimentar o sistema e realizar a recarga das baterias; realizar um estudo da estrutura e dinâmica veicular a partir de análises estruturais e modais do veículo com carga máxima e dos dispositivos desenvolvidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELETRICOS

Neste tópico será abordado fundamentos básico de circuitos eletrônicos tais como tensão, corrente, potências, circuitos em serie e em paralelo, para um melhor entendimento dos assuntos abordados.

3.1.1. Circuitos elétricos

São chamados de circuitos elétricos o conjunto de elementos necessários para que se estabeleça uma corrente elétrica (ALONSO, 1998) ou ainda o conjunto de componentes elétricos ligados entre si de modo a formar um percurso fechado através do qual pode circular uma corrente (DORF & SVOBODA, 2012) .

Circuitos elétricos são formados por geradores de energia, receptores, interruptores, um caminho de ida e outro de volta (ALONSO, 1998). Assim podemos esquematizar um circuito elétrico simples de acordo com a figura a baixo.

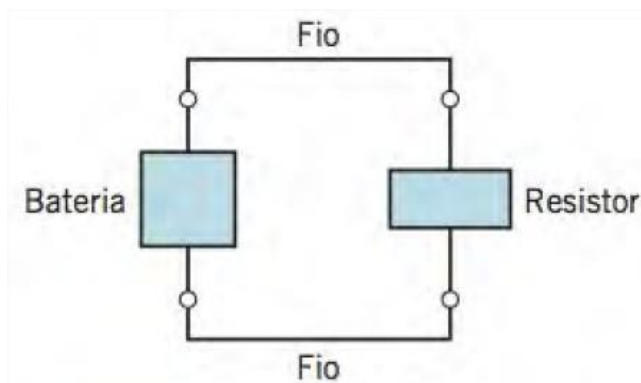


Figura 3.13-4 Circuito Simples

3.1.2. Correntes elétricas

É conhecido como corrente elétrica o movimento ordenado de elétrons através do circuito (ALONSO, 1998), a taxa de variação do fluxo de carga elétrica em um ponto

dado ou a taxa de variação com o tempo da carga que passa em um dado ponto (DORF & SVOBODA, 2012).

Como a carga é a quantidade elétrica responsável pelos fenômenos elétricos podemos expressar a corrente elétrica pela expressão a baixo.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

onde i é a corrente elétrica dada em ampère (A), q é a carga dada em coulomb e t o tempo dado em segundos, logo 1 ampère é igual a 1 coulomb por segundo.

As correntes variam com o tempo. Elas podem ter muitas formas como a de uma rampa, uma senóide, uma exponencial ou quadradas. Podemos ver essas correntes de acordo com a Figura 3.2, Figura 3.3, Figura 3.4 e Figura 3.5.

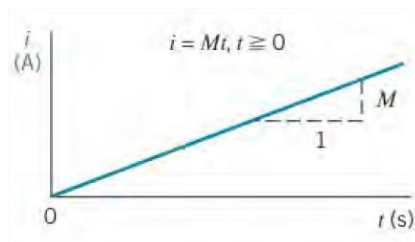


Figura 3.23.2 - Corrente Rampa

Comentado [B2]: Colocar as 4 figuras juntas em uma só
Melhorar qualidade
Citar fonte

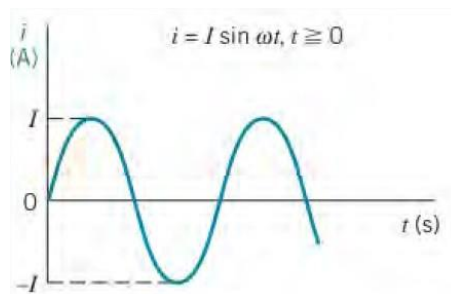


Figura 3.33.3 - Corrente senoidal ou corrente alternada (CA)

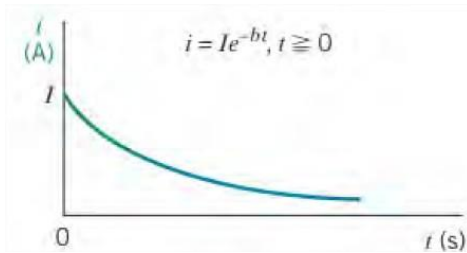


Figura 3.43.4 Corrente Exponencial

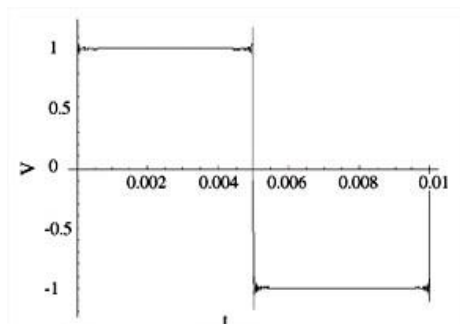


Figura 3.53.5 Corrente de onda quadrada

3.1.3. Tensão

Outra variável básica de um circuito elétrico é a tensão. Ela é compreendida como a variação da energia (trabalho) pela carga. A notação da tensão envolve dois aspectos básicos, o valor e um sentido. A tensão pode ser exemplificada pela Figura 3.6.

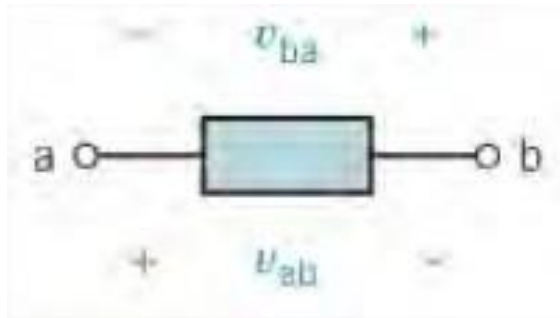


Figura 3.63.6 Tensão entre a e b

Comentado [B3]: Melhorar a qualidade da figura
Fonte

Neste caso, pode-se falar que a tensão v_{ab} é igual a tensão $-v_{ba}$. A tensão entre os terminais de um componente é o trabalho (energia) necessário para transportar uma unidade de carga positiva do terminal – para o terminal + (DORF & SVOBODA, 2012).

Assim a tensão entre dois pontos pode ser dada pela expressão a baixo.

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (2)$$

onde v é a tensão dada em volts (V), w é o trabalho em joules (J) e q é a carga em coulombs (C). Logo 1 volt é igual a 1 joule por coulomb.

3.1.4. Lei de Ohm

A resistência é a oposição que apresenta um corpo à passagem de corrente elétrica, é a dificuldade que os elétrons têm de deslocar-se (ALONSO, 1998). A unidade de mediada é o ohm (Ω).

Assim pode-se chegar a lei de Ohm que foi descoberta em 1827 pelo alemão Georg Simon Ohm. Segundo ele “a intensidade da corrente elétrica obtida em um circuito é diretamente proporcional a tensão aplicada e inversamente proporcional a resistência elétrica do mesmo”.

Assim podemos expressar a lei de Ohm como:

$$v = Ri \quad (3)$$

onde v é a tensão em volts, R é a resistência em ohms e i é a corrente em ampères.

3.1.5. Circuitos em série

Considera-se um circuito em série quando a totalidade da corrente passa por cada um dos componentes necessariamente (ALONSO,1998; DORF; SVOBODA, 2012). A Figura 3.7 ilustra um esquema de um circuito em série.

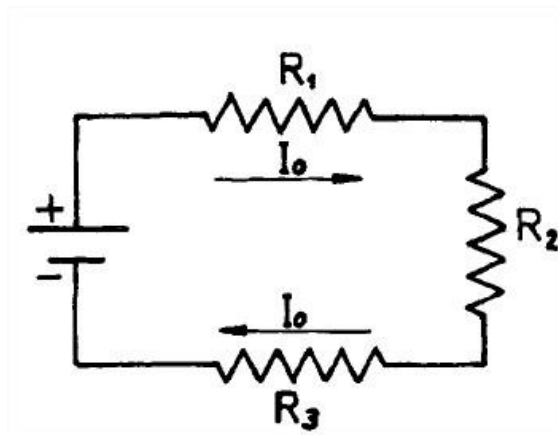


Figura 3.73-7 Circuito em serie

~~Para circuitos em série p~~Para esse tipo de circuito tem-se que a resistência do ~~circuito~~ (R_0) será igual à soma das resistências dos componentes, assim tem-se que:

$$R_0 = R_1 + R_2 + R_3 \quad (4)$$

3.1.6. Circuitos em Paralelo

Ao contrário do que acontece em circuitos em série, ~~tem-senos~~ circuitos em paralelo ~~quando~~ a corrente se bifurca ao chegar nos componentes do circuito

(ALONSO, 1998; DORF; SVOBODA,2012) (ALONSO, 1998; DORF & SVOBODA, 2012).

Comentado [B4]: (ALONSO, 1998)

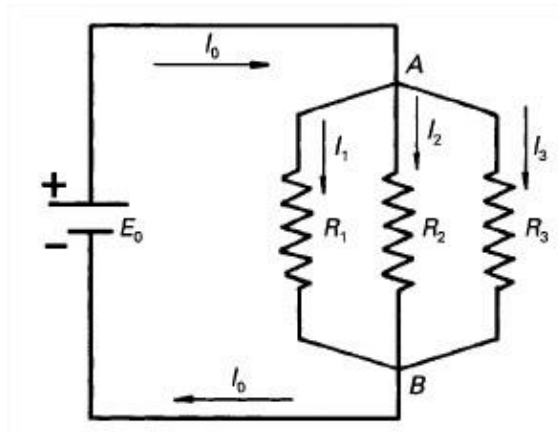


Figura 3.8.3.8 Circuito em paralelo

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Como a corrente em um circuito em série é diferente para cada componente, a obtenção da resistência do circuito (R_0) será feita através da **expressão algébrica equação abaixo**.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (5)$$

3.1.7. Potência e energia

A potência é dada pela variação da energia pelo tempo **descrita pela Eq. (6) (DORF; SVOBODA, 2012; ALONSO,1998) (DORF & SVOBODA, 2012; ALONSO, 1998).**

Sabe-se que a potência é dada por:

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (6)$$

Onde p é a potência dada em watts (W), w é a energia em joules (J) e t é o tempo em segundos. Pode-se escrever a **expressão a cima equação acima na forma: sendo:**

$$p = \frac{dw}{dq} * \frac{dq}{dt} \quad (7)$$

Logo, tem-se:

$$p = v * i \quad (8)$$

3.2. INVERSORES DE FREQUÊNCIA

Os conversores de Corrente Contínua (CC) em Corrente Alternada (CA) são conhecidos como inversores (Figura 3.9). A função de um inversor é converter uma tensão de entrada CC em uma tensão de saída CA simétrica de amplitude e frequência desejadas (RASSHID, 1993).



Figura 3.9.9 - Conversor (inversor) de frequência. (Hayonik, 2013/2014)

A energia elétrica pode ter infinitas formas de onda, sendo as mais conhecidas são a senoidal, onda quadrada, dente de serra ou triangular e contínua. Geralmente essas formas são relacionadas com a sua fonte de criação.

Para se utilizar as diversas fontes existentes, agrupar duas ou mais fontes ou ainda variar seus parâmetros, é necessária a utilização dos conversores de frequência, que são dispositivos com a finalidade de receber alimentação de uma

fonte qualquer de energia elétrica e entregá-la com forma modificada, a fim de atender à necessidade dos equipamentos que se deseja trabalhar (SANTANA, 2013).

As formas de onda da tensão de saída de inversores ideais deveriam ser senoidais. Entretanto, as formas de onda de inversores práticos são não-senoidais e contêm certos harmônicos. Para aplicações de baixa e média potências, tensões de onda quadrada ou quase quadrada podem ser aceitáveis. Para aplicações de potência elevada são necessárias formas de onda senoidais com baixa distorção (RASSHID, 1993).

Os inversores de onda quadrada possuem uma construção mais simples e preços mais baratos, entretanto apresentam alta taxa de distorção harmônica e menor eficiência. Estes inversores não conseguem regular o pico de tensão, que varia com o estado da bateria. A utilização de ondas quadradas em equipamentos sensíveis pode acarretar danos permanentes.

Quando motores de indução são alimentados por inversores de onda quadrada e quadrada modificada ocorre uma elevação do aquecimento devido ao aumento das perdas no ferro e no cobre, diminuindo a eficiência e torque. A presença de harmônicos no fluxo magnético, produz alterações no acionamento do equipamento, o que torna esse tipo de alimentação não indicado para refrigeradores e freezers, uma vez que esses dispositivos não atingem sua potência máxima e tem uma redução em sua vida útil quando usam essa fonte de energia.

A obtenção de uma onda senoidal a partir de ondas quadradas é possível através de filtragem. O tamanho do filtro é determinado não apenas pela quantidade de harmônicos que se quer minimizar, mas também pela frequência de tais harmônicos. Quanto menores forem as frequências, maior será o filtro (maiores valores de indutância e capacitância com conseqüente maior volume e peso) (POMILIO, 1998).

O funcionamento de um conversor deste tipo pode ser explicado com o auxílio da Figura 3.10. Ele é composto por um oscilador de potência que converte a tensão contínua pura em tensão contínua pulsante, e essa tensão é aplicada posteriormente a um transformador, que alimentado pelos pulsos de baixa tensão, produz uma tensão alternada mais elevada.

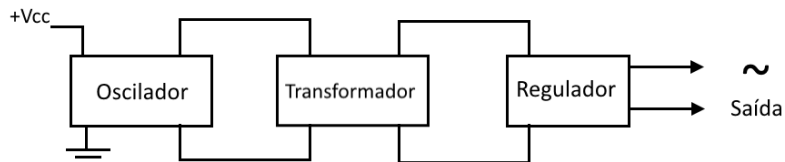


Figura 3.103.10 -Diagrama de blocos de um inversor.

O oscilador utiliza uma fonte de corrente contínua para produzir sinais variáveis cuja frequência e forma de onda depende de sua configuração, gerando sinais com as mais diversas frequências e formas de onda. Sua principal função é retornar uma parte do sinal retirado da saída e jogá-lo de volta à entrada, de forma a excitar o circuito e, portanto, mantê-lo funcionando.

O transformador é um conversor de energia eletromagnética, constituído por um núcleo de ferro e por um par de bobinas (enrolamentos) com diferentes números de espiras (N_1 e N_2). Uma tensão variável é aplicada à bobina de entrada (primária) provocando um fluxo de corrente variável, criando um fluxo magnético variável no núcleo. Com o fluxo criado é induzida uma tensão na bobina de saída (secundária), ligado à carga. A estrutura básica de um transformador é mostrada na Figura 3.11 e alguns modelos são mostrados na Figura 3.12.

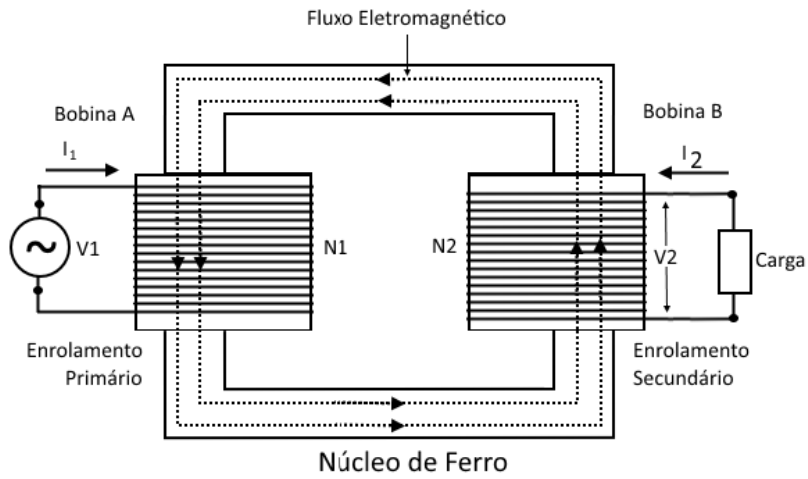


Figura 3.113.14 Estrutura Básica de um transformador.

A razão das tensões nos dois Enrolamentos é igual à razão do número de espiras que eles contêm.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (9)$$



Figura 3.123.12 - Modelos de transformadores. (Emplac, 2007)

O regulador de tensão é um circuito que recebe uma tensão em corrente contínua na entrada e transforma em uma tensão estabilizada na saída. Sua função é manter a tensão dentro dos limites exigidos pela bateria ou sistema elétrico que está alimentando. Deste modo se a fonte de alimentação fornecer uma tensão superior à suportada pelo equipamento ou dispositivo, o regulador faz a devida redução desta para a tensão dentro dos parâmetros aceitáveis. No entanto, em alimentações de tensão inferior o regulador permitirá a passagem da tensão no mesmo valor de sua origem.

Algumas das utilizações dos conversores e suas aplicações são em sistemas de alimentação embarcados (motorhome, food trucks, navios, aviões, etc.), controle de velocidade de motores de corrente alternada, e fontes de alimentação ininterrupta (nobreak).

Qualquer sistema no qual o fornecimento da energia elétrica não pode ser interrompido deve prever uma fonte de emergência para supri-lo. Quando a potência instalada é muito grande tem-se, em geral, um sistema de acionamento imediato, alimentado a partir de baterias, e um sistema motor-gerador que, por necessitar de alguns minutos para estar em condições ideais de operação, não pode ser usado de imediato (POMILIO, 1998).

3.3. BATERIAS

~~Este capítulo abordará sobre baterias automotivas, sua função no automóvel, parâmetros, tipos de baterias, apresentando gráficos e tabelas para comparação.~~

No caso de duas células tem-se as células ~~primária~~ primária e ~~secundária~~ secundária, sendo a primária a que converte energia química em energia elétrica em um processo irreversível, e a secundária a que converte energia química em energia elétrica em um processo reversível (DANIEL & BESENHARD, 1999).

Os principais componentes das células são o eletrólito, o eletrodo e o catodo, ~~o~~ o eletrólito fica localizado entre o eletrodo e o catodo, ~~o~~ o é o meio de transferência de carga, que origina cátions e ânions, ~~(íons de carga positiva e negativa respectivamente)~~, (íons de carga positiva e negativa respectivamente), quando sofre dissociação ou ionização após a adição de um solvente ou após ser aquecida (DANIEL & BESENHARD, 1999).

Anodo e catodo são eletrodos. O anodo é o eletrodo que fornece elétrons o circuito externo, enquanto o catodo é o eletrodo que sofre redução eletroquímica, é que recebe os elétrons do circuito externo (DANIEL & 1999). A Figura 3.13 mostra o esquemático de uma célula de eletrólise.

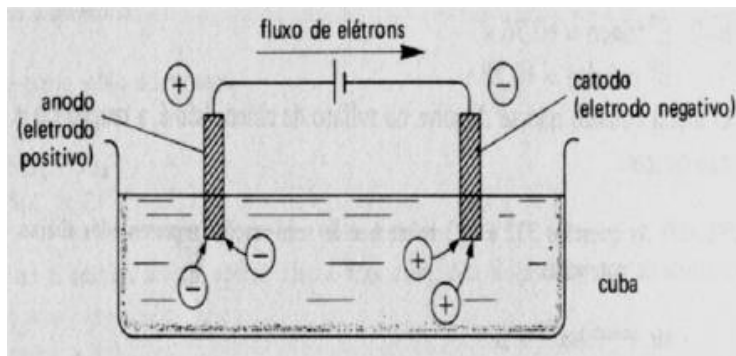


Figura 3.13 - Esquemático de uma célula de eletrólise

Formatado: Fonte: 11 pt

3.4.1. Componentes de uma bateria

A Figura 3.14 mostra uma bateria automotiva com seus componentes, nela podemos distinguir a caixa (monobloco), dividida em vários compartimentos ou células.

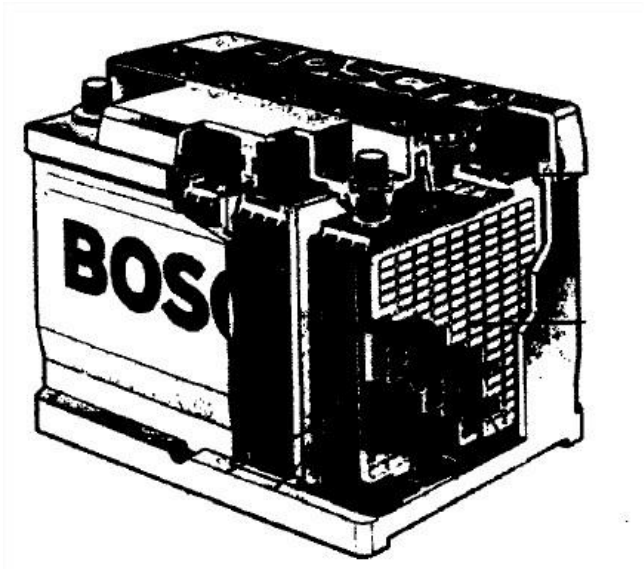


Figura 3.143.14 – Bateria

Dentro da bateria tem-se os espaços para os resíduos do catodo, os apoios de elementos das células e os tanques de separação das células. A, Figura 3.15 a figura esses componentes da bateria.

Comentado [B5]: Melhorar figura
Colocar fonte

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

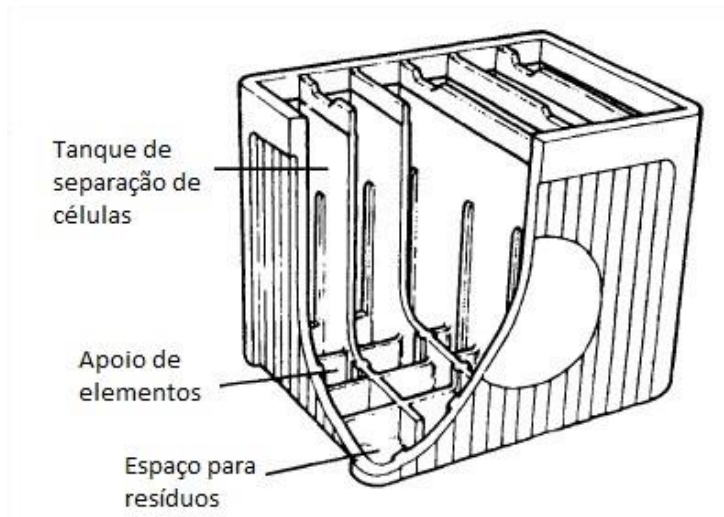


Figura 3.15 - Partes internas da Bateria

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Dentro da bateria ~~temos~~ ~~tem-se~~ placas negativas (Anodo) e placas positivas (catodo). ~~as~~ ~~As~~ placas positivas são unidas entre si, em seus pinos, por meio de "ponte" com o conector. ~~O~~ mesmo acontece com as placas negativas. Para ter uma eficiência maior, as baterias têm uma placa negativa a mais, para que possa ser consumido ~~tudo~~ o catodo. A Figura 3.16 mostra um ~~esquemático~~ ~~esquema~~ das placas

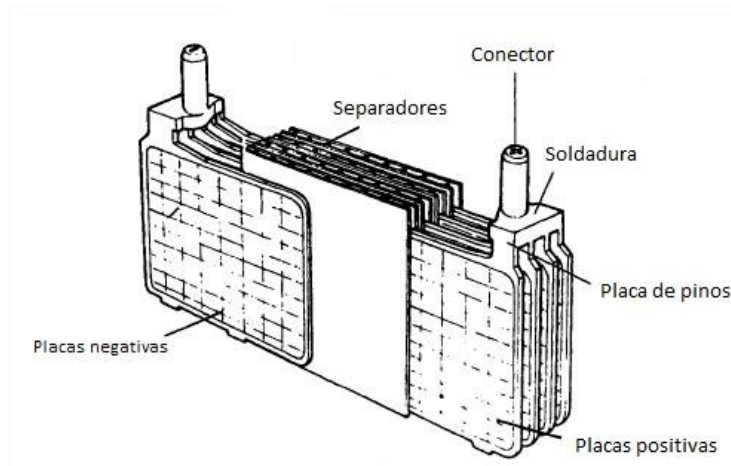


Figura 3.163-16 - Placas da bateria

Formatado: Fonte: 11 pt

3.4.2. Parâmetros das baterias

O primeiro parâmetro que será abordado é a capacidade da bateria. ~~a capacidade da bateria e~~ Ela é compreendida como a quantidade de carga gerada pelo material ativo no anodo e consumida pelo catodo. A taxa de descarga (T_c), dada em ampères por hora (Ah) da bateria é a corrente pela qual a bateria é descarregada, sendo igual à razão entre a capacidade da bateria (C_{ap}) em ampères e o tempo de descarga em horas (Δt) (DANIEL, 1999). A taxa de descarga é expressada como:

$$T_c = \frac{C_{ap}}{\Delta t} \quad (10)$$

Comentado [B6]: Referência DANIEL ???
Cadastrar referencia

O principal objetivo das baterias é armazenar energia. ~~Pode-se, podemos~~ calcular a energia (E_{Wh}) em Wh ~~a partir da~~ a multiplicação da tensão (V) em volts pela capacidade da bateria (C_{ap}) (DANIEL, 1999). A energia de armazenamento da bateria é expressada como:

$$E_{Wh} = V * C_{ap} \quad (11)$$

—Se dividirmos a energia de armazenagem da bateria (E_{Wh}) pelo peso da mesma em Kg (m) obteremos a energia especifica (E_{esp}). Assim tem-se:

$$E_{esp} = \frac{E_{Wh}}{m} \quad (12)$$

Tabela formatada

—De forma parecida-análoga à energia especifica (E_{esp}), tem-se a potência especifica (P_{esp}) que é obtida dividindo a potência (P_{ot}), em Watts, da bateria por cada quilograma de massa da bateria (m). Assim tem-se:

$$P_{esp} = \frac{P_{ot}}{m} \quad (13)$$

Quando relaciona-se quantidade de energia (E_{Wh}) com o volume em metro cubico (Vol) temos-tem-se a densidade de energia ($D_{energia}$) que é dada em Wh/m^3 , logo:

$$D_{energia} = \frac{E_{Wh}}{Vol} \quad (14)$$

Uma bateria ideal e é aquela que tem a maior densidade de energia ($D_{energia}$), potência especifica (P_{esp}), energia especifica (E_{esp}) e capacidade da bateria (C_{ap}), pois pois assim tem-se uma bateria leve e com pouco volume, assim tem-se um sistema mais leve e menos volumoso.

3.4.4.3.4.3. Tipos de baterias

Existem vários tipos de baterias recarregáveis para automóveis. As mais utilizadas são as baterias do tipo chumbo-ácido. Entretanto, com o aumento da tecnologia, hoje têm-se baterias de níquel-cádmio (NiCd), níquel-hidreto metálico (NiMH), íon-lítio (LiCoO₂) e Zebra (Na-NiCl₂).

O Gráfico 1A Figura 3.17 apresenta um comparativo da densidade de energia e específica para as baterias de chumbo-ácido, NiCd, NiMH, LiCoO₂ e Na-NiCl₂.

Código de campo alterado

entretanto, devido a perdas relacionadas a fatores externos, os valores práticos e teóricos da energia específica são diferentes. Assim tem-se 3 colunas a serem estudadas.

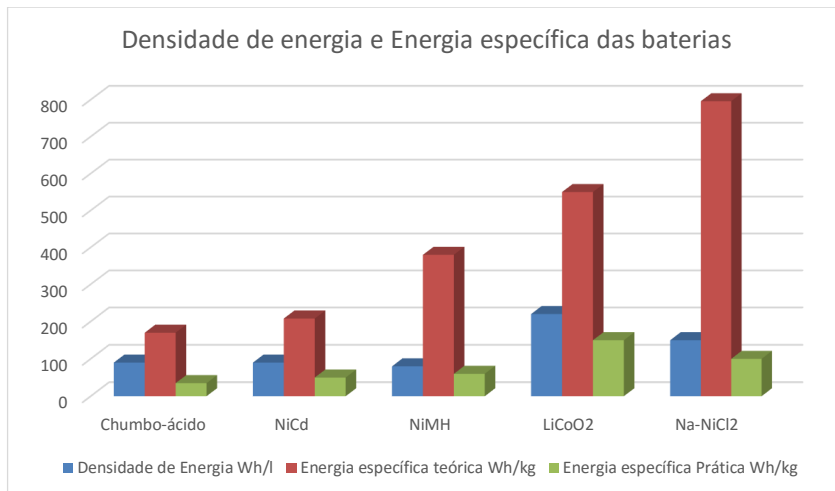


Figura 3.17. - Densidade de energia e Energia específica das baterias. Adaptado de (DANIEL, 1999; LARMINIE, 2003).

Pode-se observar que a bateria de Na-NiCl₂ é a que tem o maior valor de energia específica teórica, aproximadamente 800 Wh/kg. Porém, não prática real tem-se 100 Wh/kg, já e sua densidade de energia fica em torno de 150 100 Wh/l.

Outro fato interessante de se observar nesse gráfico são os valores da bateria de LiCoO₂, que teve o maior valor para a energia específica prática, 150 Wh/kg, e o maior valor de densidade de energia, 220 Wh/l.

Entretanto, a bateria de chumbo-ácido, a mais utilizada no meio automotivo, é a bateria com o pior rendimento entre as apresentadas no gráfico, com a menor densidade de energia 90 Wh/l, a menor energia específica teórica, 170 Wh/kg, e prática, 35 Wh/kg.

O Erro! Fonte de referência não encontrada. a baixo mostra o tempo de recarga e a voltagem nominal de cada um dos tipos de bateria chumbo-ácido, NiCd, NiMH, LiCoO₂ e Na-NiCl₂.

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Espaço Antes: 0 pt, Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: 11 pt

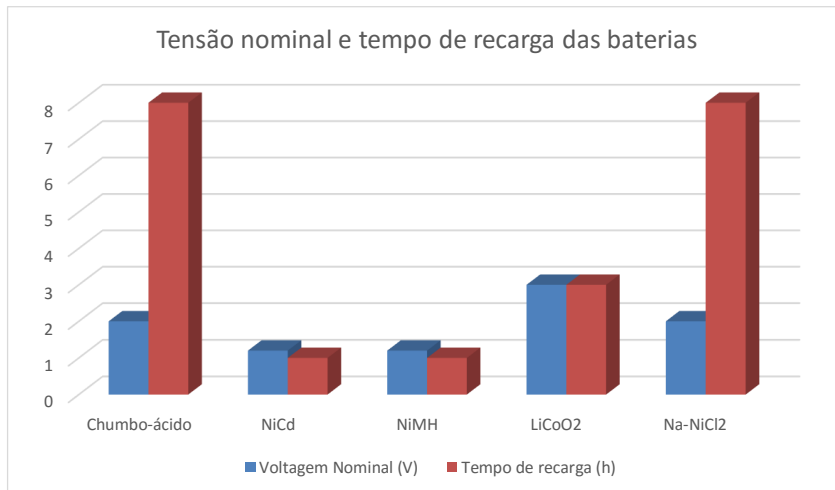


Figura 3.18. - Tensão nominal e tempo de recarga das baterias. Adaptado de (DANIEL, 1999; LARMINIE, 2003).

Formatado: Espaço Antes: 0 pt, Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

Formatado: Fonte: 11 pt

As baterias de chumbo-ácido e zebra são as que mais demoram para recarregar (em torno de 8 horas). As que menos demoram são as de NiCd e NiMH, sendo necessário 1 hora para a recarga completa.

Já em relação a voltagem nominal o maior valor encontrado foi de 3 volts na bateria de LiCoO2, a menor foi de 1 volt encontrada nas baterias de NiCd e NiMH, as baterias de menor tempo de recarga.

A Figura 3.19 Gráfico 3 mostra o tempo de vida de cada bateria em número de recargas. Entre as baterias pesquisadas, a que obteve melhor resultado foi a de NiCd com 1200 ciclos de recarga, a pior foi a bateria de chumbo-ácido com 800 recargas. Outro fator interessante são os tempos de vida do NiMH LiCoO2 e Na-NiCl2 que ficaram iguais, 1000 ciclos de recarga.

Código de campo alterado

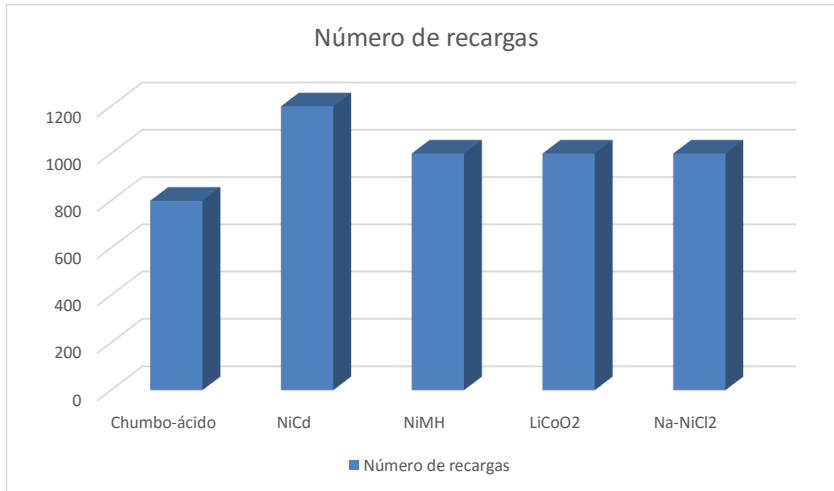


Figura 3.19 - Gráfico 3. Número de recargas das baterias Adaptado de (DANIEL, 1999; LARMINIE, 2003).

A Figura 3.20 - Gráfico 4 mostra a faixa de temperatura de cada uma das apresentadas. Três baterias apresentam a mesma faixa de funcionamento: chumbo-ácido, NiCd, LiCoO2, que variam de 15 °C à 35°C. A matéria com maior faixa de trabalho foi a de NiMH, com uma variação de 120°C, saindo de -40 e indo até 80°C. A bateria com as maiores temperaturas de funcionamento foi a de Na-NiCl2, variando de 300 °C à 350 °C.

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Espaço Antes: 0 pt, Depois de: 0 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Código de campo alterado

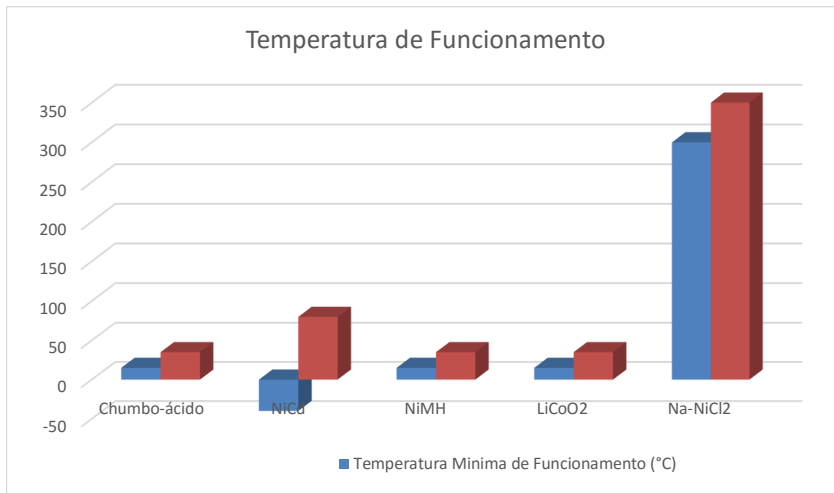


Figura 3.20 - Gráfico 4 - Temperatura de Funcionamento. Adaptado de (LARMINIE, 2003).

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Espaço Antes: 0 pt, Depois de: 0 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

3.4. ALTERNADOR

Com a implantação de equipamentos elétricos nos carros como, faróis, sistema de ventilação, sistema de condicionados, computador de bordo, entre outros, houve um aumento importante no consumo de energia elétrica.

Antigamente utilizava-se os dínamos, porém, devido sua estrutura, o dínamo fornece menos corrente que um alternador. Com isso, passou a ser um equipamento obsoleto. A Figura 3.21 - podemos ver uma comparação entre a de corrente de um dínamo em comparação com o alternador.

Código de campo alterado

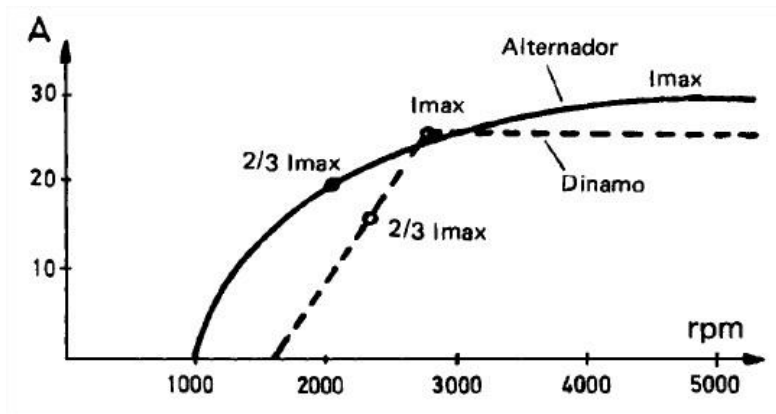


Figura 3.21. Comparação Dinamo e Alternador. (ALONSO, 1998).

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

O alternador é composto por 7 partes básicas, ilustradas na Figura 3.22, a baixo

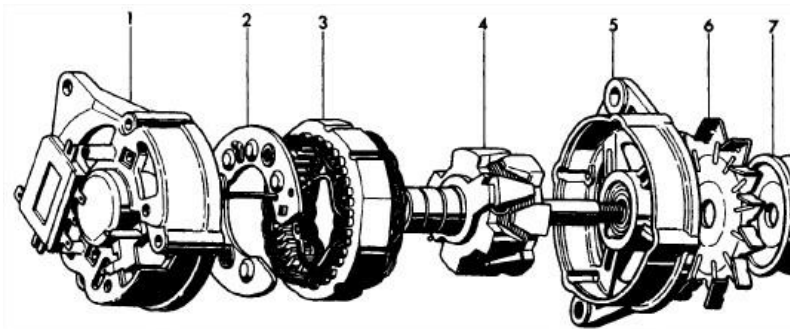


Figura 3.22. 18 Partes do Alternador. (ALONSO, 1998).

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

As partes 1 e 5 são as carcaças que protegem as partes internas do alternador. A parte 2 é o retificador, ~~dando sequência temos o~~ 3 é o estator e a 4 o rotor. Essas três peças constituem a parte interna do alternador. ~~Depois temos a~~ as partes 6 e 7 ~~que~~ são o ventilador e a polia respectivamente.

3.5.1. Princípio de funcionamento do alternador

O princípio de funcionamento de um alternador está relacionado com o princípio de indução eletromagnética. ~~a indução eletromagnética, e~~ Essa indução acontece quando um condutor elétrico corta as linhas de força de um campo magnético, induzindo-se uma f.e.m. (ALONSO, 1998).

A Na Figura 3.23 ~~baixo tem-se~~ a representação de um ímã de barra que seu ponto médio. ~~Quando~~ quando o polo norte está do lado da bobina, ~~tem-se a~~ bobina afetada pelo campo magnético do ímã, gerando uma f.e.m. que é mostrada pelo galvanômetro; ~~do mesmo jeito~~ Da mesma forma ~~tem-se~~ tem o mesmo evento aproxima da bobina, por ~~em~~ ~~tem-se~~ tem-se uma f.e.m em sentido contrário. ~~A figura a~~

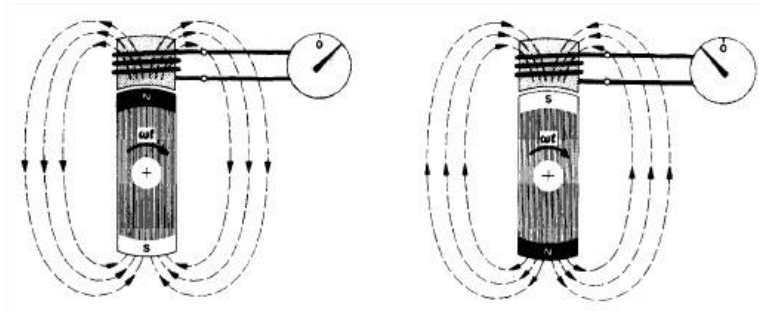


Figura 3.23 ~~3-19~~ Ímã em movimento e Bobina

De acordo com o movimento do ímã temos a indução de uma corrente na bobina que alimenta a parte elétrica do carro, a abaixo tem-se um esquemático mostrando a variação da corrente elétrica pelo posicionamento do ímã.

Comentado [B7]: Já citou o que é fem?
Senão tem que escrever força eletromagnética (fem)

Formatado: Fonte: 11 pt

Comentado [B8]: ??? não entendi

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

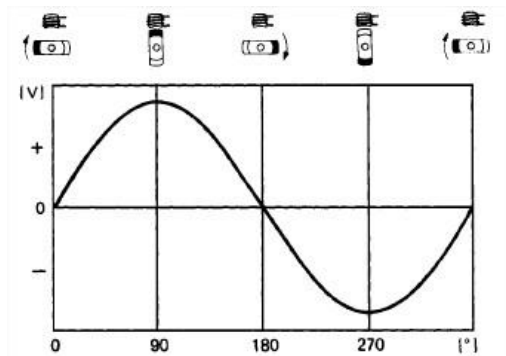


Figura 3.24 Variação da corrente pela posição do ímã. (ALONSO,1998)

Para um melhor rendimento do alternado, tem-se um conjunto de bobinas que funcionam simultaneamente com a rotação do ímã, isso otimiza a indução de corrente elétrica. A figura 3.25 ilustra esse grupo de bobinas.

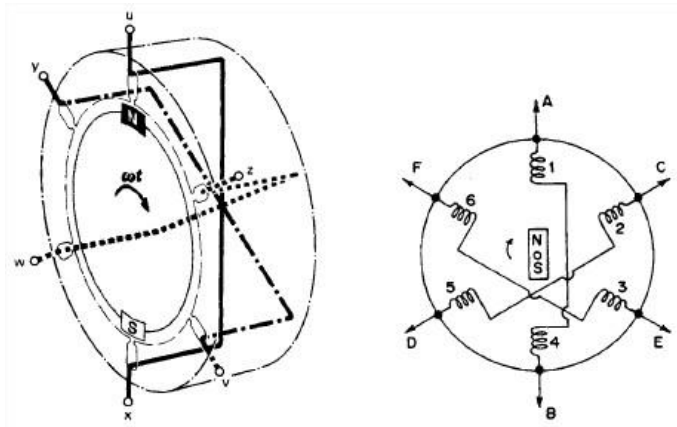


Figura 3.25 Esquemático do Grupo de Bobinas (ALONSO,1998)

Existem dois tipos de conexões entre as bobinas, a conexão estrela e a conexão triângulo. Essas conexões se diferenciam pelas suas corrente e tensões. As conexões estrelas tem o formato mostrado na figura 3.26.

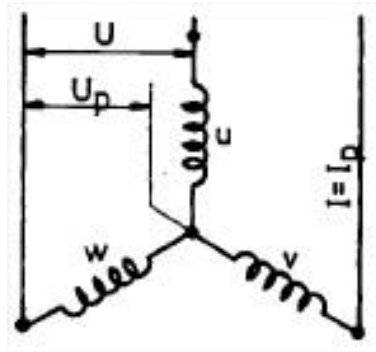


Figura 3.24 - Conexão estrela

Assim tem-se as seguintes formulas para a conexão estrela:

$$i = i_p; v = v_p \sqrt{3}$$

Já a conexão triângulo tem o formato mostrado na figura 3.27:

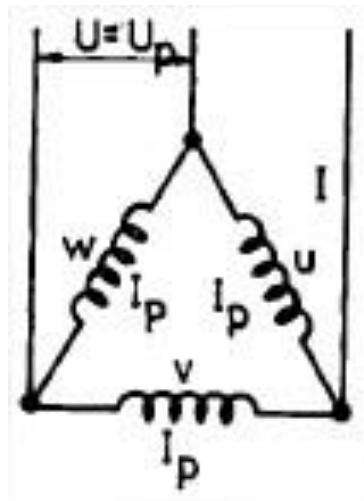


Figura 3.25 - Conexão Triangulo

Assim, para a conexão estrela, tem-se:

$$v = v_p; i = i_p \sqrt{3}$$

3.5.2 Estrutura e componentes do alternador

Na Figura 3.26 tem-se um esquemático dos componentes de um alternador e a figura 9 mostra um alternador trifásico na disposição estrela. Para cada fase do estator existe uma bobina, essas bobinas estão ligadas pela conexão estrela, no final de cada fase há uma ponte de retificadores de onda, esses retificadores são formados por nove diodos, onde 3 são de excitação e 6 de potência. No interior do estator tem-se o rotor, onde a bobina interna gera um campo magnético de indução. Na parte final tem-se os anéis e as escovas.

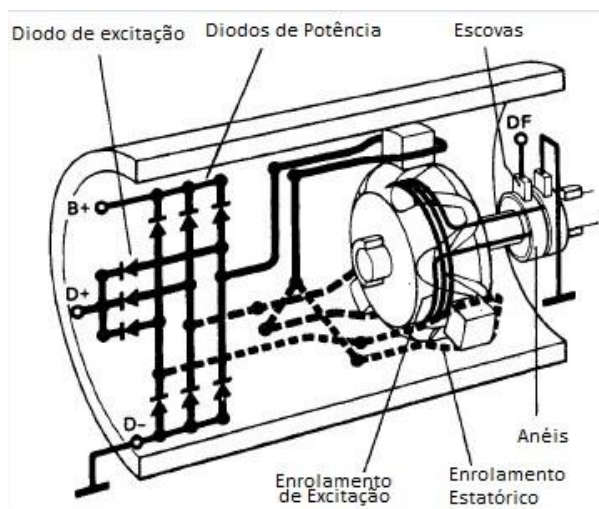


Figura 3.26 - Estrutura Básica de um Alternador

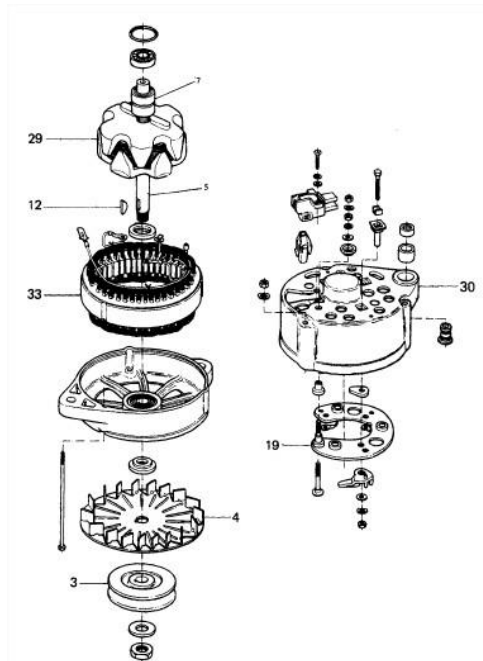


Figura 3.27 - Alternador Trifásico

3.5.3 Estator de Indução

O estator de indução está representado na figura com o conjunto 33, ele é constituído por placas de laminas de aço unidas em forma de coroa circular. Em seu diâmetro interior existem várias ranhuras onde se encontram as bobinas de indução.

Na figura 10 pode-se ver as bobinas de uma fase que se unem entre si, elas se encontram em sentido contrário e alternado para que as f.e.m. se somem.

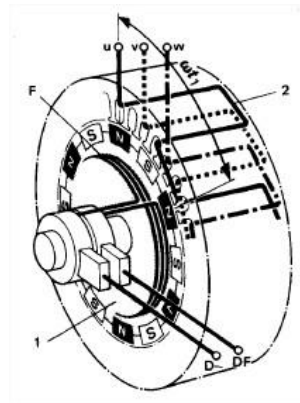


Figura 3.28 - Esquemático do Estator de Indução. Adaptado de (ALONSO,1998)

3.5.4 Rotor

O rotor ou indutor é um dinamicamente equilibrado e com robustez considerável, na figura 3.29 está representado pelo conjunto 5, ele é apoiado pelos seus extremos na carcaça.

O rotor é constituído por quatro partes básicas, duas, em seu interior encontra-se um enrolamento de excitação e por fim tem-se o eixo do rotor. Podemos ver essas partes na figura 3.31.

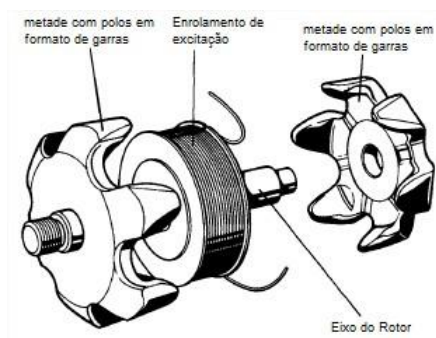


Figura 3.29 Esquemático do Rotor. Adaptado de (ALONSO,1998)

3.5.5 Retificador

É um agrupamento de seis ou nove diodos e está representado na figura 3.29 pelo conjunto 19. Esse dispositivo permite que uma tensão ou corrente seja transformada, nesse caso para otimizar a indução de corrente no alternador. A figura 3.32 mostra um esquemático de um retificador do alternador.

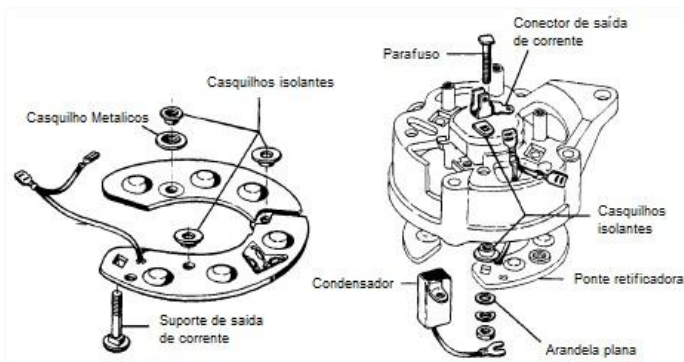


Figura 3.30 Esquemático Retificador. Adaptado de (ALONSO,1998)

3.5.6 Carcaças

São peças de alumínio fundido onde se monta o porta escovas que são aparafusadas na carcaça (conjunto 30 na figura 3.29). Na carcaça também se tem os suportes de conexão do alternado e no seu interior se encontra um rolamento que serve de apoio para o eixo do rotor.

3.5.7 Ventilador

O calor gerado pelo atrito das peças assim como o calor irradiado e transmitido do motor e sistema de escape, pode prejudicar o isolamento e pontos de solda no alternador, além de deteriorar os diodos (diodos não suportam temperaturas a cima de 80°C), desta forma o alternador tem que ser resfriado e o responsável por isso é o ventilador que fica acoplado na polia. Pode-se ver um esquemático do ventilador na figura 3.33.

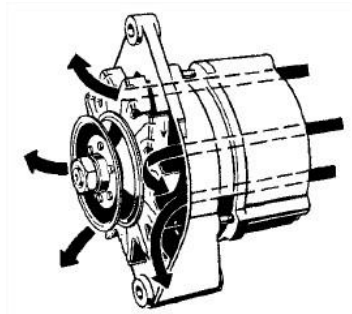


Figura 3.31 Esquemático Ventilador

Formatado: Português (Brasil)

3.5. FONTE AUTOMOTIVA

As fontes automotivas (Figura 3.32) têm como principal objetivo alimentar circuitos eletrônicos veiculares que dependam da bateria do veículo, como amplificadores, módulos de potência, som automotivo, etc. Este equipamento também pode ser utilizado como fonte direta de alimentação, ou seja, sem a utilização das baterias.

Esses equipamentos são ligados na rede elétrica com tensão de 127/220V e retorna em sua saída uma tensão de 12,5V a 14,4V, com variação de +/- 1% e corrente de 60A, com variação de +/-5%.



Figura 3.323-20 - Fonte automotiva Usina 14,4V - 60A (Spark, 2015).

Por ser estabilizada, pode ser utilizada como carregador de baterias sem qualquer problema de sobrecarga, pois, assim que a bateria completa sua carga, a fonte entra em flutuação e não danifica as baterias com sobrecarga de corrente e tensão.

Este equipamento possui algumas proteções de segurança (Spark, 2015):

- Baixa tensão na rede: A fonte entra em proteção caso a tensão na rede AC atinja o limite mínimo;
- Temperatura: A fonte monitora a temperatura do dissipador. Ao exceder 85°C a fonte não para de funcionar, só abaixa sua potência. Quando a temperatura normal é reestabelecida, a fonte volta a operar em plena potência.
- Curto e sobrecarga: Proteção contra curto circuito e sobrecarga na saída.
- Disjuntor: Disjuntor para acionamento e proteção do equipamento.

Este equipamento também possui um ajuste e monitor de corrente de saída para que durante a recarga não seja excedido o valor recomendado de 10% da capacidade da bateria, pois recarregar uma bateria acima desse valor pode gerar aquecimento e degradação da bateria. Os dados técnicos da fonte a ser utilizada são especificados na Tabela 2

Tabela 2 - Dados técnicos e características da Fonte Automotiva Usina 60A

Comentado [B9]: 3,1

FONTE AUTOMOTIVA MODELO USINA 60A - 14,4V	
Tensão de Entrada	Bi-volt Automático
AC 127Vca	100 @ 140Vca
AC 220Vca	170 @ 250Vca
Consumo	127Vca 11A (máximo)
Consumo	220Vca 6A (máximo)
Tensão de Saída	12,5@14,4V (+- 1%)
Corrente de Saída	60A @ 12,5V (+-5%)*
Potência de Saída	750 Watts (máxima)**
Rendimento	86%
Potência de Entrada	950 Watts (máxima)
Fp	0.98
Cabo de Entrada	3x1,5mm ² - 2P+T
Proteção Entrada	Disjuntor 16 ^a
Cabo de Saída	10mm ²
Extensão Recomendada	2,5mm ² (máx. 25 metros)
Medidas CxLxA (mm)	200x180x65
Peso	1,7Kg

* Corrente e potência aferidos em carga resistiva
 ** A potência de saída pode variar de acordo com a tensão da rede e condições de uso

3.6. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

O ciclo de refrigeração é composto pelos seguintes componentes e suas funções (Embraco, 2003):

Compressor

Promove o bombeamento do fluido refrigerante, que ao retornar do evaporador no estado gasoso é succionado e bombeado para o condensador, causando baixa pressão no evaporador e alta pressão no condensador, além de elevar ainda mais a temperatura do gás.

Condensador

Propicia a dissipação do calor absorvido pelo fluido refrigerante ao longo do sistema de refrigeração. É no condensador que o gás superaquecido, ao perder calor para o meio ambiente, passa do estado gasoso para o estado líquido.

Filtro secador

É um elemento filtrante com material dessecante, com a finalidade de reter impurezas e/ou umidade que possa haver no sistema.

Elemento de controle (tubo capilar ou válvula de expansão)

A função do elemento de controle é criar resistência a circulação do fluido refrigerante, causando um grande diferencial de pressão entre condensador e evaporador. O fluido refrigerante ainda no estado líquido passa pelo elemento de controle em direção ao evaporador onde encontra baixa pressão.

Evaporador

É no evaporador, ao encontrar um ambiente de baixa pressão, que o fluido refrigerante passa do estado líquido para o estado gasoso, absorvendo calor do ambiente interno do refrigerador no processo.

4. PROJETO DE ADAPTAÇÃO

Estudou-se duas opções para a instalação do alternador de maior potência no veículo, sendo elas a instalação do alternador conectado ao motor ou conectado em paralelo ao eixo cardã do veículo.

4.1. INSTALAÇÃO DO ALTERNADOR CONECTADO AO MOTOR DO VEÍCULO:

Nesta opção o eixo do virabrequim do motor será substituído por um com eixo mais alongado. Em seu final de curso será acoplado uma polia, que, através de correias, será acoplada ao alternador veicular, fazendo a transmissão de potência do motor ao alternador, que irá converter essa potência em energia elétrica e posteriormente realizar a recarga do banco de baterias.

Esta opção exige que seja realizado a usinagem de um novo eixo e seu dimensionamento para que atenda a demanda de torque para acionamento do alternador sem comprometer o funcionamento do motor. Desta forma quando o motor estiver ligado ele irá sempre acionar o alternador e recarregar as baterias, e quando não for necessário o movimento do veículo, este estará acoplado à marcha neutra do triciclo. Devem ser avaliadas as análises modais e estruturais do novo eixo e o dimensionamento de correia.

4.2. INSTALAÇÃO DO ALTERNADOR CONECTADO EM PARALELO AO EIXO CARDÃ DO VEÍCULO:

Nesta opção, será acoplado um dispositivo de engrenagens entre a caixa de marchas do triciclo e seu eixo cardã. Ele permitirá o acionamento individual do alternador ou do eixo cardã. Quando o sistema estiver acoplado ao alternador, o triciclo não terá tração, sendo a potência do motor unicamente aproveitada para movimentar o alternador e recarregar o banco de baterias. Quando acoplado ao eixo cardã, este irá fazer a transmissão de potência entre o câmbio de marchas, gerando força motriz às rodas e proporcionando movimento ao veículo.

Esta opção exige o desenvolvimento do dispositivo de acoplamento alternado entre o eixo cardã e o alternador à caixa de transmissão da moto. Ele deve permitir o acionamento individual de cada sistema, gerando ora movimento, ora recarga das baterias. Esta opção, apesar de eficiente, perde a oportunidade de recarregar as baterias quando o veículo estiver em movimento.

4.3. DIMENSIONAMENTO DAS BATERIAS

Nesta etapa será analisado a demanda necessária para o consumo de energia e dimensionado a bateria ou banco de baterias para suprir a alimentação por um período de tempo mínimo de trabalho.

4.4. PROJETO CAD E ANÁLISES ESTRUTURAIS

Será realizado a construção em modelo CAD e posteriores análises estruturais e modais do veículo e dos sistemas e dispositivos desenvolvidos nesse trabalho.

4.5. ESCOLHA DE COMPONENTES

Pela análise de necessidades, funcionalidade e custos, serão escolhidos e adquiridos os componentes para adaptação do veículo triciclo para food truck.

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, J. M. (1998). *Técnicas del automovil equipo electrico, 7ª Ed.* Madrid: ITP.
- BRAGA, N. C. (07 de novembro de 2015). <http://www.newtoncbraga.com.br>. Fonte: Newton C. Braga: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3913-art533>
- DANIEL, C., & BESENHARD, J. O. (1999). *Handbook of battery materials*. New York: WILEY-VCH.
- DORF, R. C., & SVOBODA, J. A. (2012). *Introdução aos circuitos elétricos, 8ª Ed.* Rio de Janeiro: LTC.
- Embraco. (2003). Circuito de Refrigeração. Copyright Embraco S. A.
- Emplac, C. (2007).
- Hayonik, C. (2013/2014).
- HISTORY CHANNEL. (14 de November de 2011). *History of Food Trucks - Modern Marvels*. Acesso em 10 de 10 de 2015, disponível em History: <http://www.history.com/shows/modern-marvels/videos/history-of-food-trucks>
- LARMINIE, J., & LOWRY, J. (2003). *Electric Vehicle Technology Explained*. John Wiley & Sons.
- MOTOCAR. (2009). *A MOTOCAR*. Acesso em 10 de 10 de 2015, disponível em Triciclos Motocar: <http://www.triciclosmotocar.com.br/a-motocar>
- POMILIO, J. A. (1998). *Eletrônica de Potência*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- RASSHID, M. H. (1993). *Eletrônica de Potência: circuitos, dispositivos e aplicações*. São Paulo: Makron Books.
- RINALDI, B. (12 de 08 de 2015). *Food Truck: Invadindo as cidades*. Acesso em 10 de 10 de 2015, disponível em BARINALDI: <https://barinaldi.wordpress.com/2015/08/12/food-truck-invadindo-as-cidades/>
- SANTANA, F. e. (2013). Conversor de Frequências CC-CA. v. 6, n. 1, p. 75-82. Belo Horizonte: UniBH. Fonte: www.unibh.br/revistas/exacta/
- SEBRAE. (2015). Food Truck - Modelo de Negócio e sua Regulamentação. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.
- Spark. (2015). Manual de Instruções: Fonte carregador de bateria usina.