

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**ROBSON MARQUES GUIMARÃES**

**GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA AUTOSSUSTENTÁVEL**

Botucatu-SP  
Novembro – 2014

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**ROBSON MARQUES GUIMARÃES**

**GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA AUTOSSUSTENTÁVEL**

Orientador: Prof. Me. Ricardo Gasperini

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Produção Industrial.

Botucatu-SP  
Novembro – 2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e a oportunidade de participar deste curso.

A minha esposa Daiane pelo incentivo e apoio nos momentos difíceis.

Aos meus pais Daniel e Lenita pelo amor, incentivo e apoio.

A toda minha família pelo incentivo.

Aos meus amigos de trabalho que me acompanharam nos momentos difíceis.

Aos professores pela atenção e dedicação.

Ao meu orientador que desde o início me incentivou e me apoiou.

Aos amigos da faculdade, que fizeram parte desta conquista.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“Deus disse: de maneira alguma te deixarei,  
nunca, jamais te abandonarei”.*

*(Hebreus 13:5)*

*“Porque Eu, o Senhor teu Deus, te tomo pela tua  
mão direita. E te digo: não temas, eu te ajudo”.*

*(Isaías 41:13)*

*“Pois os nossos sofrimentos leves e momentâneos  
estão produzindo para nós uma glória eterna que  
pesa mais do que todos eles”.*

*(2 Coríntios 4:17)*

## RESUMO

O crescimento da população, juntamente com o aumento das indústrias, a falta de chuvas, o consumo de energia elétrica demasiada tem levado as concessionárias de energia a muitas vezes criar programas de racionamento, pois com os reservatórios baixos, não há capacidade de água suficiente para suprir a demanda de energia. Com base nessa situação muitas pessoas e indústrias estão desenvolvendo sistemas alternativos para geração de energias independentes. Existem várias fontes de energia alternativa como a solar, eólica, biomassa, geotérmica, e muitas outras desconhecidas em sua forma de utilização. Há muitas formas de transformar um trabalho em geração de energia, porém nesse projeto foi utilizado o sistema eletromecânico para geração de energia elétrica, que consiste em criar um gerador de energia autossustentável que usa recursos eletrônicos e mecânicos como fontes de energia, tais como baterias, inversor de tensão, motor de corrente contínua, alternador, que formam um sistema que será capaz de suprir uma demanda de até 1000 watts. Todos esses componentes foram ligados paralelamente, onde o motor de corrente contínua ao ser ligado, move o alternador através de uma correia, onde o mesmo gera energia elétrica para suprir o motor, recarregar a bateria e alimentar o inversor de tensão. Para ter certeza do funcionamento e desempenho do projeto, foi elaborado um modelo em escala menor de 150 watts de potência, fazendo os testes necessários, buscando resultados referentes ao projeto inicial de 1000 watts de potência. Embora os resultados obtidos com o modelo de 150 watts não foram bem sucedidos, por falta de recursos, o mesmo mostrou-se promissor se forem feitas as adaptações necessárias, e gerará energia elétrica sem trazer custos mensais, somente pequenos gastos de manutenção preventiva em períodos programados.

**Palavras-chave:** Energia alternativa. Energia elétrica. Gerador autossustentável.

## FIGURAS

Figura	Página
1 - Fontes de energia renovável.....	12
2 - Energia elétrica.....	13
3 - Motores elétricos.....	14
4 - Motor de corrente contínua.....	15
5 - Moto esmeril de corrente alternada.....	16
6 - Gerador industrial.....	17
7 - Alternadores de linha automotiva.....	17
8 - Controlador de carga.....	18
9 - Bateria 60 Ampère hora.....	19
10 - Modelo de um inversor de tensão.....	20
11 - Características de um inversor de tensão de 1000 Watts.....	20
12 - Motorreductor.....	21
13 - Motor automotivo.....	22
14 - Relação de polias.....	23
15 - Polias diversas.....	23
16 - Correias.....	24
17 - Montagem da base.....	26
18 - Montagem do motor.....	27
19 - Fixação da fita de borracha para prender o gerador.....	27
20 - Fixação do gerador junto ao motor.....	27
21 - Ligação das polias através da correia.....	28
22 - Alocação da bateria na chapa.....	28
23 - Fixação da bateria e do inversor através da tira de borracha.....	29
24 - Parafuso prendendo a tira de borracha.....	29
25 - Disposição final dos componentes.....	30
26 - Esquema elétrico de funcionamento do sistema.....	30
27 - Sistema de ligação entre as polias pela correia.....	31
28 - Valor obtido durante a medição da bateria.....	32
29 - Esquema elétrico mostrando as ligações do diodo e do capacitor.....	33
30 - Ligação do diodo ao gerador.....	33
31 - Ligação do capacitor ao motor.....	33

32 - Valor obtido pelo gerador .....	34
33 - Ligação do teste de eficiência do gerador .....	34
34 - Amperagem medida durante o teste do gerador.....	35
35 - Característica do inversor de 150 W utilizado no projeto.....	35

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

A - AMPÈRE

AC - CORRENTE ALTERNADA

Ah - AMPÈRE HORA

CA - CORRENTE ALTERNADA

CC - CORRENTE CONTÍNUA

mA - MILI AMPÈRE

V - TENSÃO EM VOLTS

V<sub>cc</sub> - TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

W - WATT



## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Fontes de energia .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Incentivo a produção de energia alternativa.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Energia elétrica .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Motores elétricos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1 Tipos de motores elétricos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1.1 Motor de Corrente Contínua.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.1.2 Motor de Corrente Alternada .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Geradores elétricos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.6 Controladores de carga .....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 Bateria .....</b>	<b>18</b>
<b>2.8 Inversores de tensão .....</b>	<b>19</b>
<b>2.9 Sistemas eletromecânicos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.10 Relações de polias .....</b>	<b>22</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Material .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Métodos .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento considerável em relação a moradias e indústrias, o aumento do consumo de energia é inevitável e pode sobrecarregar o sistema de abastecimento de energia elétrica. A falta de chuvas, muitas vezes faz com que diminua a quantidade de água das represas das usinas hidrelétricas, que para não parar o fornecimento de energia devido à sobrecarga na rede elétrica, em certas situações a companhia elabora um plano de racionamento de energia.

Devido a essa situação, em relação não somente ao abastecimento de energia, mas também como um meio independente para suprimento de energia, há casos em que pessoas e indústrias estão utilizando diversos sistemas para este fim. Criou-se então a necessidade onde o mercado tem adotado várias fontes de energia alternativa como a solar, combustível da biomassa, eólicas, energia geotérmica, nuclear, oceânica, aquecimento e resfriamento passivos, células de combustível a hidrogênio, fusão, ainda em fase experimental, e muitas ainda desconhecidas em sua forma de aplicação.

Pode-se observar que existem vários meios de transformar um tipo de trabalho em energia elétrica, como citado acima, porém neste projeto será elaborado um sistema eletromecânico para a geração de energia, ou seja, um sistema que usa fundamentos da eletrônica e da mecânica, que gerará energia elétrica autossustentável para alimentar desde lâmpadas, televisores, aparelhos domésticos em geral, e fazendo as adaptações no sistema de acordo com as necessidades. Com essa sugestão, será possível suprir uma residência, uma loja comercial e até mesmo auxiliar indústrias no futuro.

Esse projeto utilizará como recursos para seu funcionamento, um motor de corrente contínua que irá movimentar um gerador de energia elétrica, que por sua vez gerará energia suficiente para suprir o motor, recarregando a bateria e alimentando o inversor de tensão,

onde o mesmo terá uma capacidade para prover energia até 1000 Watts de potência. Esse ciclo se repetirá constantemente, ou seja, continuamente, pois enquanto o motor estiver funcionando, o gerador estará fornecendo energia para o sistema.

Sabe-se que um gerador convencional utilizado em atividades como *camping*, e até sistemas de abastecimento de segurança em caso de queda de energia, utiliza como fonte para seu funcionamento a gasolina, o óleo diesel entre outros, que são produtos inflamáveis e conseqüentemente geram gases poluentes. Nesse projeto, através da eletrônica e da mecânica foi possível criar um sistema que não só fornecerá energia elétrica como também se autossustentará sem agredir o meio ambiente, pois não utilizará produtos inflamáveis. Não resultarão custos mensais, somente gastos de manutenção devido a pequenos desgastes de utilização, em períodos pré-programados para manter o perfeito funcionamento do sistema.

## **1.1 Objetivos**

Este projeto visou à criação de um gerador de energia autossustentável que, a primeiro momento, tem a finalidade de auxiliar no abastecimento de energia elétrica das residências, fornecendo energia em momentos de “apagão”, ou qualquer outra causa de falta de energia, podendo atender uma demanda inicial de até 1000 watts de potência. Depois de um aprimoramento do projeto, atender a comércios, e no futuro, atuar como sistema alternativo no caso de falha no abastecimento convencional de energia nas indústrias, auxiliar em horários de pico ou até mesmo como fonte principal de energia.

## **1.2 Justificativa**

Com o preço da energia elétrica convencional aumentando, o crescimento de moradias e indústrias, a falta de conscientização de parte da população no uso da energia elétrica, e a pouca importância com os meios alternativos de energia elétrica fez com que este projeto surgisse.

Com a implantação do gerador autossustentável haverá diminuição do consumo da energia elétrica convencional, minimizando o risco de sobrecargas na rede, trazendo benefícios aos usuários desse sistema, pois além de ser uma fonte independente, que se mantém de forma autônoma, não precisa de nenhuma fonte inflamável como gasolina, óleo diesel, entre outros, não trará custos mensais, mas apenas pequenos gastos referentes à manutenção preventiva em períodos programados para garantir o funcionamento do sistema.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fontes de energia

Com o passar dos anos houve um aumento considerável de consumo de energia como argumentado por Francisco, (2014):

[...] foi com o advento das Revoluções Industriais, juntamente com a intensificação do processo de urbanização, que a utilização das fontes energéticas teve um aumento extraordinário. O atual modelo capitalista é altamente dependente de recursos energéticos para o funcionamento das máquinas industriais e agrícolas; os automóveis também necessitam de combustíveis para se deslocarem; e a urbanização aumentou a demanda de eletricidade (FRANCISCO, 2014).

Ainda segundo o autor, como fontes de energias alternativas pode-se considerá-las em abundância na natureza:

Com o intuito de diversificar a matriz energética, várias pesquisas foram desenvolvidas para a obtenção de fontes limpas e renováveis. Entre elas estão a energia solar (obtida através do Sol), energia eólica (dos ventos), energia das marés (correntes marítimas), biomassa (matéria orgânica), hidráulica (das águas), entre outras. Estas fontes, além de serem encontradas em abundância na natureza, geram menos impactos ambientais (FRANCISCO, 2014).

Há várias fontes alternativas de energia como:

Energia solar [...], energia hidrelétrica [...], combustível da biomassa [...], eólicas [...], energia geotérmica [...], nuclear [...], oceânica [...], aquecimento e resfriamento passivos [...], células de combustível a hidrogênio [...], fusão [...], ainda em fase experimental [...], e muitas ainda desconhecidas em sua forma de aplicação (SEED, 2014).

Há várias alternativas de aproveitamento sustentável, como de materiais para a redução de descarte de resíduos no meio ambiente, entre outros, sendo assim:

O biodiesel é fonte de energia alternativa e renovável além de substituto principalmente do óleo Diesel, combustível com origem não renovável. Os principais materiais utilizados para a produção do biodiesel são óleos vegetais (óleo de soja, girassol, canola, mamona, dendê) e gorduras animais, como sebo bovino e gordura de frango e ainda o uso de óleo residual de frituras (SILVA et al., 2012).

A Figura 1 ilustra alguns tipos de fontes de energia:

Figura 1 - Fontes de energia renovável



Fonte: DATACENTERDYNAMICS, 2014.

## 2.2 Incentivo a produção de energia alternativa

Existe um programa que apoia a criação de energia alternativa como citado pelo governo:

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), conforme descrito no Decreto nº 5.025, de 2004, foi instituído com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN). De acordo com a Lei n.º 11.943, de 28 de maio de 2009[...] (ESPLANADA..., 2012).

## 2.3 Energia elétrica

A energia elétrica é formada pela conversão de outras formas de energia (FOWLER, 2013).

Desenvolvendo sobre energia elétrica.

Energia é a propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho. Pode ter várias formas: potencial, mecânica, química, eletromagnética, elétrica, calorífica, etc. Essas várias formas de energia podem ser transformadas umas nas outras. A energia elétrica - ou eletricidade - é como se designam os fenômenos em que estão envolvidas cargas elétricas (AES ELETROPAULO, 2014).

A capacidade de uma corrente elétrica em realizar trabalho é conhecida como a energia elétrica. Ela pode ser obtida por meio da energia mecânica ou química. As turbinas dos geradores das hidrelétricas transformam esses tipos de energia em energia elétrica (CAVALCANTE, 2014).

Ainda conforme o autor:

“Ela é obtida através da aplicação de uma diferença de potencial entre dois pontos de um condutor, gerando uma corrente elétrica entre seus terminais” (CAVALCANTE, 2014).

A Figura 2 ilustra um exemplo de energia elétrica:

Figura 2 - Energia elétrica



Fonte: FGV, 2014.

## 2.4 Motores elétricos

Os motores elétricos transformam energia elétrica em energia mecânica (PETRUZELLA, 2013).

Os motores elétricos são máquinas que convertem a energia neles aplicada em energia mecânica:

Motor elétrico é uma máquina destinada a converter energia elétrica em energia mecânica. É o mais utilizado de todos os motores elétricos, pois combina a facilidade de transporte, economia, baixo custo, limpeza e simplicidade de comando. São máquinas de fácil construção e fácil adaptação com qualquer tipo de carga (SILVA, 2014).

Ainda conforme o autor, o funcionamento dos motores elétricos:

O funcionamento dos motores elétricos está baseado nos princípios do eletromagnetismo, mediante os quais, condutores situados num campo magnético e atravessados por corrente elétrica, sofrem a ação de uma força mecânica, força essa chamada de torque (SILVA, 2014).

A Figura 3 mostra alguns modelos de motores elétricos que possuem várias aplicações:

Figura 3 - Motores elétricos



Fonte: BOSCH, 2014.

### 2.4.1 Tipos de motores elétricos

Os dois principais motores elétricos são o de corrente contínua e o de corrente alternada:

Existem vários tipos de motores elétricos, dos quais os principais são os de corrente contínua e de corrente alternada. Os motores de corrente contínua são mais caros, pois é necessário um dispositivo que converte a corrente alternada em corrente contínua. Já os motores de corrente alternada são mais baratos e os mais utilizados, pois a energia elétrica é distribuída em forma de corrente alternada, reduzindo assim seu custo (SILVA, 2014).

“[...] Temos basicamente dois tipos de motores elétricos: o motor de corrente contínua (CC) e o motor de corrente alternada (CA); ambos trabalham pela interação entre campos elétricos e campos magnéticos” (MARQUES, 2014).

#### **2.4.1.1 Motor de Corrente Contínua**

“Corrente contínua: corrente na qual possui fluxo contínuo e ordenado de elétrons sempre na mesma direção” (SILVA, 2014).

“[...] Os motores que apresentam essa configuração são os motores de arranque dos carros ou os motores de carrinhos de brinquedo” (MARQUES, 2014).

A Figura 4 ilustra um motor de corrente contínua:

Figura 4 - Motor de corrente contínua



Fonte: BOSCH I-BUSINESS, 2014.

#### **2.4.1.2 Motor de Corrente Alternada**

“Corrente alternada: é uma corrente cuja magnitude e direção varia ciclicamente. Ou seja, há variação de corrente elétrica, ao contrário da corrente contínua” (SILVA, 2014).

Os motores de corrente contínua diferem dos motores de corrente alternada, e são utilizados geralmente em máquinas industriais:

[...] AC é corrente alternada, onde as cargas elétricas invertem direção periodicamente. Motores de corrente alternada são diferentes dos motores de corrente contínua, como os motores de corrente contínua executados em corrente contínua. A potência dos motores de corrente alternada é medida em cavalos de potência. Os mais comumente usados motores de corrente alternada são geralmente



fracionários motores de cavalos de potência. Enormes motores que vão aos milhares de cavalos de potência são usados nas fábricas apenas. A velocidade de motores de corrente alternada é medida em rotações por minuto (RPM) (GARNIER, 2013).

A Figura 5 apresenta um motor de corrente alternada de um moto esmeril:

Figura 5 - Moto esmeril de corrente alternada



Fonte: WEG, 2014.

## 2.5 Geradores elétricos

Geradores elétricos são aparelhos que convertem energia mecânica em energia elétrica (FOWLER, 2013).

Características do gerador:

[...] um gerador elétrico é a conversão da energia mecânica em energia elétrica. O processo de conversão, naturalmente, não é 100% eficaz por causa de perdas por atrito no movimento mecânico das peças e da perda de calor causada pela resistência nos componentes elétricos (BUSHONG, 2010).

A Figura 6 exibe um gerador a nível residencial e industrial que fornece muito mais energia que um alternador automotivo:

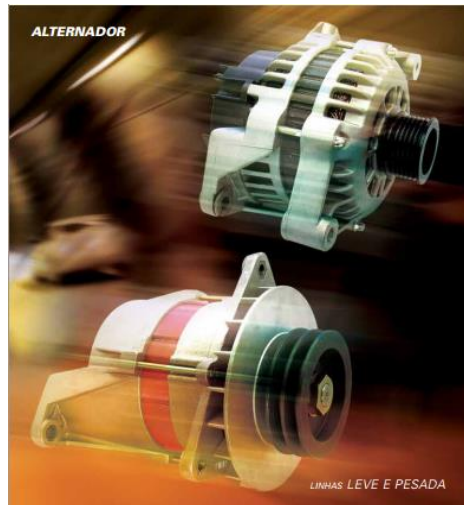
Figura 6 - Gerador industrial



Fonte: WEG, 2014.

Na Figura 7 notam-se exemplos de alternadores automotivos:

Figura 7 - Alternadores de linha automotiva



Fonte: Adaptado de CINAP, 2014.

## 2.6 Controladores de carga

Controladores garantem a carga de segurança e a recarga da bateria.

Em sistemas que necessitam de armazenamento de energia em baterias, usa-se um dispositivo para controlar a carga e a descarga na bateria chamado de controlador de carga, que tem como principal função não deixar que haja danos na bateria por sobrecarga ou descarga profunda (JUCÁ; CARVALHO, 2013).

Controladores de cargas são utilizados em Sistemas Fotovoltaicos Isolados, para proteger a bateria (ou banco de baterias) contra cargas e descargas excessivas, possibilitando um aumento da vida útil da mesma (PINHO; GALDINO, 2014, p.203).

A Figura 8 mostra um controlador de carga usado em sistemas fotovoltaicos:

Figura 8 - Controlador de carga



Fonte: PHOCOS, 2014.

## 2.7 Bateria

“[...] Uma bateria de automóvel, por exemplo, transforma a energia química em energia elétrica. Uma usina hidrelétrica utiliza a energia mecânica transformando-a em energia elétrica” (CAVALCANTE, 2014).

Para recarregar uma bateria, o gerador precisa ter uma tensão maior que a da bateria:

A tensão fornecida por uma bateria recarregável é contínua (CC). Para carregá-la necessita-se de uma fonte de corrente contínua que deverá ser conectado com a polaridade correta: positivo do gerador ao positivo da bateria e negativo do gerador ao negativo da bateria. Para poder forçar uma corrente de carga, a tensão deverá ser superior à da bateria (JUCÁ; CARVALHO, 2013).

[...] uma bateria de 200 Ampère hora (Ah) pode fornecer corrente de 200 Ampère (A) por 1 hora, 50 A por 4 horas, 4 A em 50 horas, ou 1 A em 200 horas. Quanto mais lento o descarregamento, maior a disponibilidade de carga. [...] (PINHO; GALDINO, 2014, p.167).

Para dimensionar um banco de baterias com base em geração fotovoltaica, ou seja, geração de energia através do sol deve-se:

Verificar o fator de eficiência das baterias (decimal), pois o valor considera a eficiência de carga e descarga das baterias. Este dado é obtido pelo fabricante, e caso não seja possível, o dimensionamento sugere 0,95. O consumo corrigido Ah por dia, representa a divisão do consumo Ah pela eficiência da bateria. E se tratando de dias de armazenamento, é

representado pelo número de dias que não há geração fotovoltaica, ou seja, o período de autonomia do sistema. Esse item é indicado pelo usuário. A profundidade de descarga, que representada pela máxima descarga permitida pela bateria, que depende do tamanho e do tipo de bateria. A capacidade necessária para a bateria representa a divisão do consumo em Ah corrigido pela profundidade de descarga máxima da bateria, multiplicada pelos dias de armazenamento de carga. Verificar a capacidade da bateria selecionada (Ah). O número de baterias em paralelo é indicado pela divisão entre a capacidade necessária para a bateria e a capacidade da bateria selecionada. A Tensão nominal da bateria em Volts. O número de baterias em série é obtido pela divisão entre a tensão nominal do sistema e a tensão nominal fornecida pela bateria. O número total de baterias é dimensionado pelo programa através do produto da quantidade de baterias em série pela quantidade de baterias em paralelo (JUCÁ; CARVALHO, 2013).

Na Figura 9 pode-se observar um modelo de bateria automotiva:

Figura 9 - Bateria 60 Ampère hora



Fonte: HELIAR BATERIAS, 2014.

## 2.8 Inversores de tensão

Os inversores alimentados com tensão contínua produzem tensões alternadas utilizadas em diversas aplicações, tais como fontes ininterruptas de energia, acionamento de motores entre outros (PINHEIRO et al., 2005).

[...] O valor máximo da corrente de autoconsumo dos inversores para Sistemas Fotovoltaicos Individuais admitidos para ensaio do Instituto Nacional de Metrologia

(INMETRO) é de 3% da corrente consumida em carga nominal, em toda faixa de tensão de entrada (PINHO; GALDINO, 2014, p.231).

Na figura 10 observa-se um inversor de tensão de 1000 Watts de potência:

Figura 10 - Modelo de um inversor de tensão



Fonte: WAGAN TECH, 2014.

A Figura 11 mostra as características e informações do inversor:

Figura 11 - Características de um inversor de tensão de 1000 Watts

- TrueRated™ Potência: 1.000 W
- Surge potência de pico: 2.500 W
- Tensão de saída AC: 110 V
- Sine Wave Form: Modificado
- Máxima eficiência: 90%
- Nenhuma tração atual da carga: <0,95 A
- Proteção de Sobrecarga: desligamento automático
- Proteção contra curto circuito
- Intervalo de tensão de entrada: 10 V a 15 V
- Alarme de bateria baixa: 10,5 V ± 0,5 V
- Desligamento de bateria fraca Auto: 9,5 V ± 0,5 V
- Ventilador de refrigeração com proteção sobre-aquecimento: 140 ° F ± 41 ° F
- Outlets AC: 3
- Peso líquido: £ 3,5 (1,6 kg)
- Peso Bruto: 4,6 £ (2,1 kg)
- Dimensões:... 10,3 em x 5.4 em x 2,5 em  
(16,2 centímetros x 13,7 centímetros x 6,4 centímetros)
- UPC: 084367-02294-3

Fonte: WAGAN TECH, 2014.

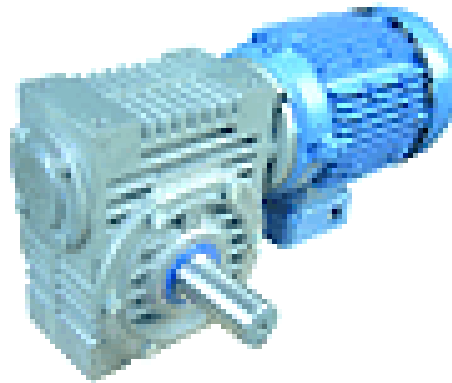
## 2.9 Sistemas eletromecânicos

“Em sistemas mecânicos ou eletromecânicos, os equivalentes são possíveis na forma de combinações de molas, amortecedores a pistão, etc” (SAY, 2004).

“[...] princípios e leis fundamentais de conversão eletromecânica de energia, bem como a sua aplicação ao estudo e modelagem dos conversores eletromecânicos de força (motores e geradores) e de posição (transdutores eletromecânicos)” (PINTO, 2012).

Na Figura 12 observa-se um exemplo de sistema eletromecânico utilizado para reduzir a velocidade do motor e gerar um alto torque:

Figura 12 - Motorreductor



Fonte: MECALUX LOGISMARKEET, 2014.

A Figura 13 tem como exemplo um motor automotivo que utiliza um sistema eletromecânico, ou seja, utiliza de meios eletrônicos e mecânicos para funcionar.

Figura 13 - Motor automotivo



Fonte: CHEVROLET, 2015.

## 2.10 Relações de polias

“Elementos típicos destinados à transmissão de movimento rotativo são as correias, as rodas dentadas, as correntes (catenas) [...]” (RE; MONACO, 2004).

Ainda segundo o autor:

“É de se observar que quando a transmissão do movimento deve ser efetuada entre eixos colocados a uma distância sensível entre si, recorre-se a transmissão com correias que operam através de polias” (RE; MONACO, 2004).

Ainda segundo o autor:

Conforme Re e Monaco (2004) pode-se observar que a relação de transmissão é dada pela relação em que o número de giros é inversamente proporcional ao diâmetro das polias:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

Onde:

$n_1$  = Número de giros da polia condutora;

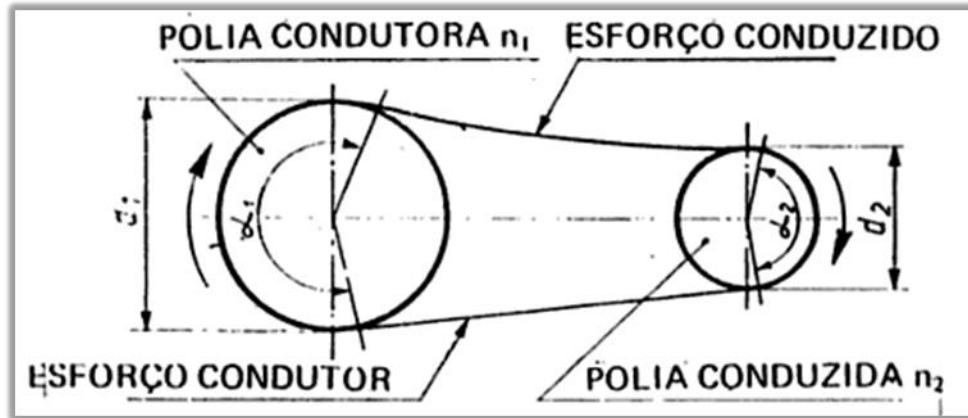
$n_2$  = Número de giros da polia conduzida;

$d_1$  = Diâmetro da polia condutora;

$d_2$  = Diâmetro da polia conduzida.

A Figura 14 ilustra uma relação de polias:

Figura 14 - Relação de polias



Fonte: RE; MONACO, 2004, p.121.

Existem vários modelos de polias no mercado, como exemplifica a Figura 15:

Figura 15 - Polias diversas

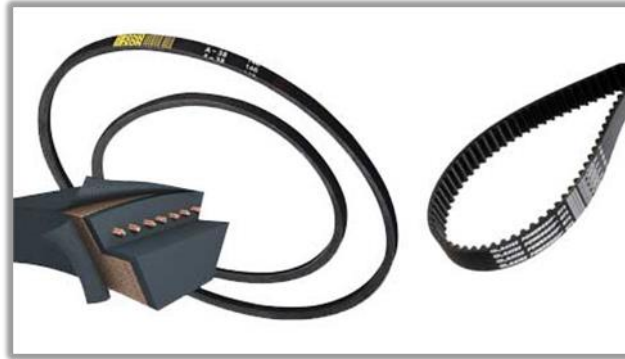


Fonte: MANG MAQ, 2014.

Para fazer a ligação entre as polias usam-se as correias, como mostra a Figura 16:



Figura 16 - Correias



Fonte: MANG MAQ, 2014.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Material**

- 1 Bateria 12 Volts, 9A;
- 1 Motor 12 Volts, CC, modelo PC 357;
- 1 Diodo 4007;
- 1 Capacitor de 16 V, 2200 $\mu$ F;
- 1 Alça de fixação para o motor;
- 1 Gerador/Alternador (motor de passo de impressora, modelo RS-555SH);
- 1 Tira de borracha para fixação do gerador de 30x150mm;
- 4 Parafusos 2 x 7 mm para fixação do motor e do gerador;
- 1 Inversor de tensão de 150 W;
- 1 Correia;
- 2 Metros de cabo duplo preto/vermelho flexível, bitola 2,5 mm<sup>2</sup>;
- 2 Chaves “liga/desliga” 2 posições;
- 1 Suporte feito de madeira 19,5 x 12,5cm;
- 2 Parafusos de 4x20mm de rosca soberba para fixação da bateria e do inversor na chapa de madeira;
- 1 Tira de borracha de 20 x 310 mm para fixação de bateria e inversor de tensão;
- 1 Chave de fenda de 7 x 150 mm;
- 1 Chave “Philips” de 5 x 150 mm;
- 1 Estilete;
- 1 Trena;

### 3.2 Métodos

Como este trabalho teve por objetivo a criação de um projeto de produto, isto é, um gerador de energia autossustentável, apresenta-se o processo de fabricação para demonstrar sua eficácia e seu funcionamento.

Por meio de análises e pesquisas utilizadas para a realização deste trabalho, obteve-se informações que se tornaram a base para a montagem deste projeto, como a instalação dos inversores.

Inicialmente, um suporte serve de base para a montagem, ou seja, uma chapa de madeira de 19,5 x 12,5 cm que apoiou e fixou os componentes.

Figura 17 - Montagem da base



Instalou-se o motor e colocou-o numa das extremidades da chapa de madeira com a polia voltada para o lado de fora da chapa, como ilustra a Figura 18, fixando a alça de aço com 2 parafusos, onde um dos lados da alça será preso à tira de borracha de 30x150mm para fixar o gerador, como na Figura 19. Para implantar o gerador e aprisioná-lo junto ao motor, onde o mesmo também deve ficar com a polia voltada para o lado de fora da chapa de madeira, passou-se a fita de borracha por cima do mesmo, e prendeu-se com 2 parafusos, conforme Figura 20.

Figura 18 - Montagem do motor

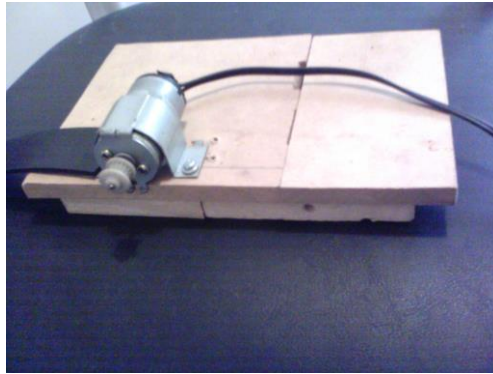
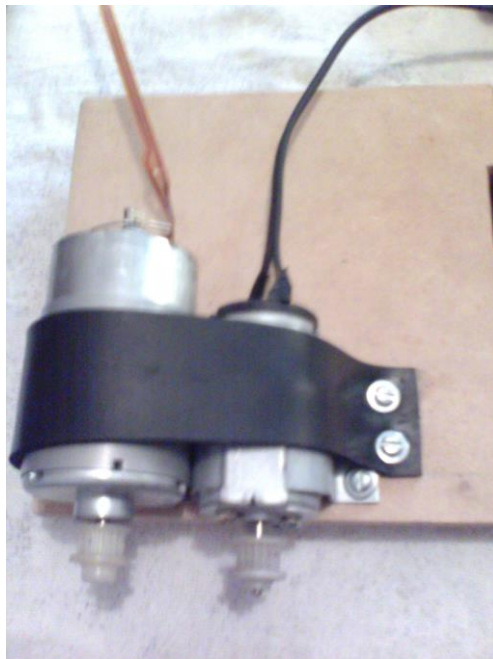


Figura 19 - Fixação da fita de borracha para prender o gerador

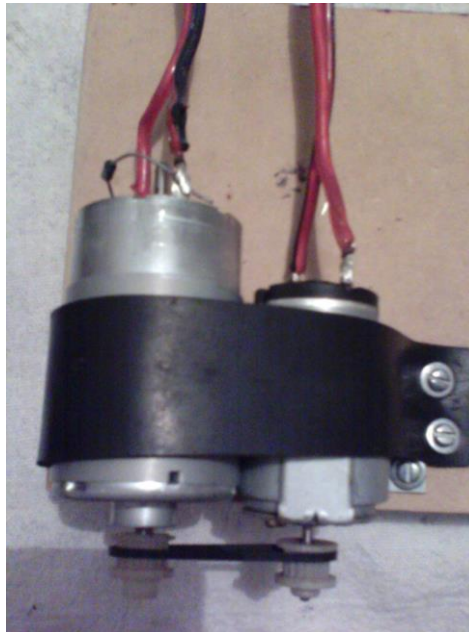


Figura 20 - Fixação do gerador junto ao motor



O motor e o gerador devem estar alinhados para que possa encaixar a correia, onde a mesma faz a ligação de uma polia na outra, conforme Figura 21. A polia do motor e do gerador medem 10mm de diâmetro cada. Para a instalação da correia, a mesma deve ficar esticada o suficiente para não escapar, e não tão esticada a ponto de impedir a rotação do motor e gerador.

Figura 21 - Ligação das polias através da correia



A próxima etapa é a alocação da bateria, que por sua vez foi instalada no sentido oposto ao canto onde estão o motor e o gerador, tal como Figura 22:

Figura 22 - Alocação da bateria na chapa



O inversor foi colocado ao lado da bateria, onde o mesmo e a bateria serão fixados através da tira de borracha de 20 x 310 mm que passará por cima deles, prendendo-os conforme Figura 23. Para prender a tira de borracha foi necessário a utilização de 1 parafuso de 4x20mm de rosca soberba em cada extremidade da tira, como mostra a Figura 24:

Figura 23 - Fixação da bateria e do inversor através da tira de borracha

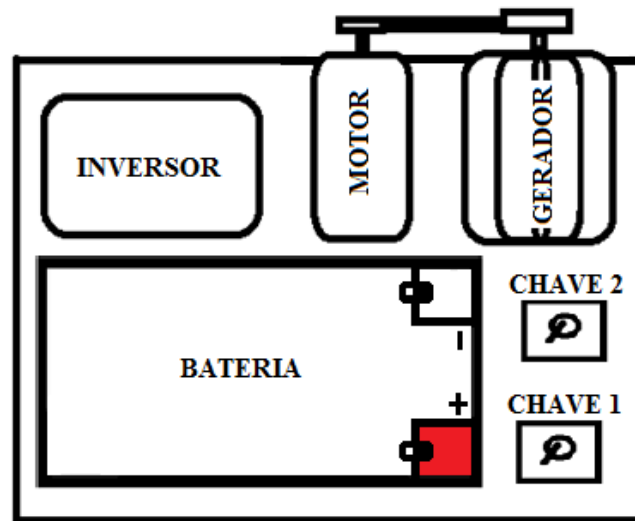


Figura 24 - Parafuso prendendo a tira de borracha



A disposição dos componentes na chapa de madeira está exposta na Figura 25.

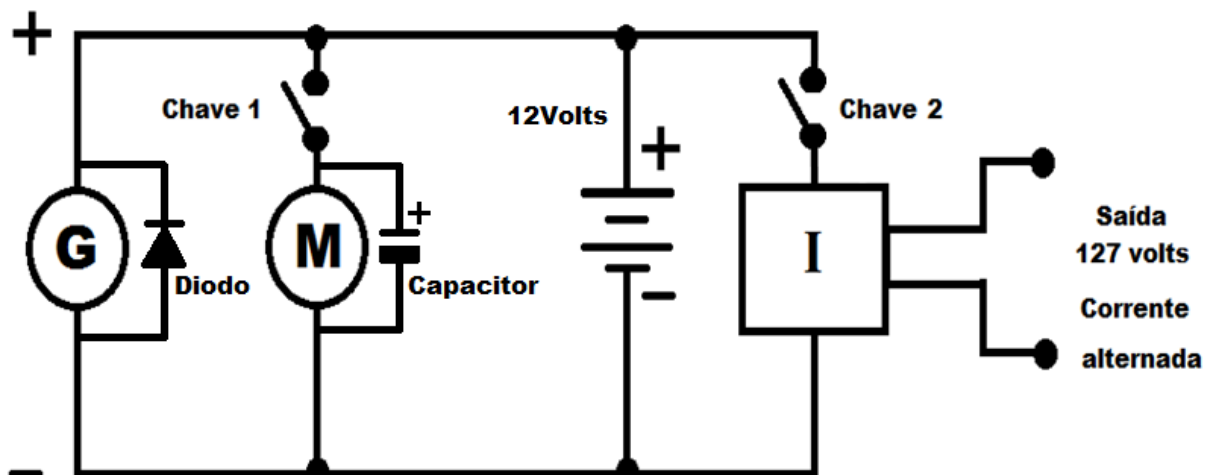
Figura 25 - Disposição final dos componentes



Como início da instalação elétrica do gerador autossustentável, todos os componentes foram conectados paralelamente, o gerador em paralelo com o motor, o motor em paralelo com a bateria, e a bateria em paralelo com o inversor, conseqüentemente os cabos foram ligados nos polos da bateria, ou seja, os cabos vermelhos de todos os componentes irão ao terminal positivo da bateria, e os cabos pretos no terminal negativo da bateria, porém fica faltando a Chave 1 (Liga/ Desliga), ela está em série no cabo positivo do motor CC, ou seja, o motor CC só funcionará com o acionamento da chave, e de igual modo a Chave 2 ligará ou desligará o Inversor de tensão.

A Figura 26 detalha o esquema elétrico para a ligação do sistema:

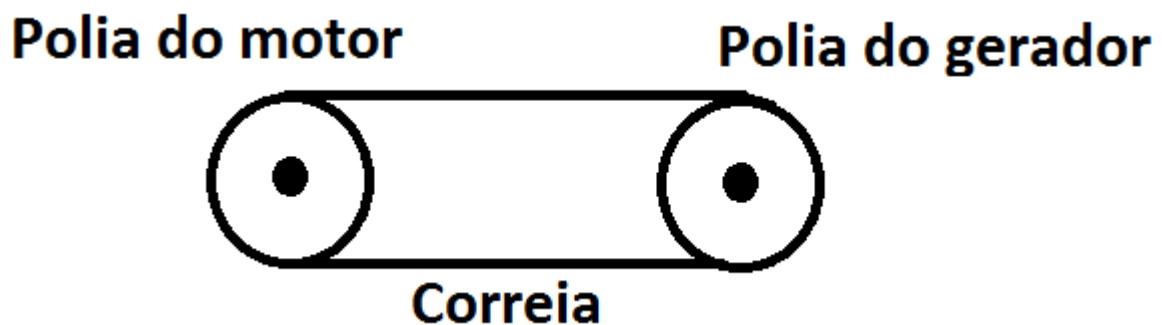
Figura 26 - Esquema elétrico de funcionamento do sistema



Ao ligar a Chave 1, o motor CC começa a funcionar, por estar ligado em paralelo com a bateria, girando a correia que está acoplada nele e no alternador, sendo assim, ao acionar o alternador, o mesmo começa a gerar energia capaz de recarregar a bateria e ajudar na alimentação do inversor. Observando as rotações, tem-se a mesma para ambos (motor e gerador), isso acontece porque tanto o motor quanto o gerador possuem polias de mesmo diâmetro, ou seja, 10mm, e não foi necessário realizar o cálculo de relação das polias, pois ao ligar o motor, o gerador fornece a tensão necessária. Com o sistema funcionando, o inversor está pronto para operar, somente ligar a Chave 2, que o mesmo começa a fornecer energia elétrica com tensão de 127V.

A Figura 27 exemplifica a relação entre as polias:

Figura 27 - Sistema de ligação entre as polias pela correia



O sistema só irá parar de funcionar ao desligar a Chave 2 do inversor e a Chave 1 do motor, que por sua vez desliga o motor, e conseqüentemente desliga o alternador, parando o sistema. Se a chave do motor for desligada, mas permanecer com a chave do inversor ligada, o inversor continua funcionando até descarregar a bateria, por isso é necessário o desligamento das duas chaves.

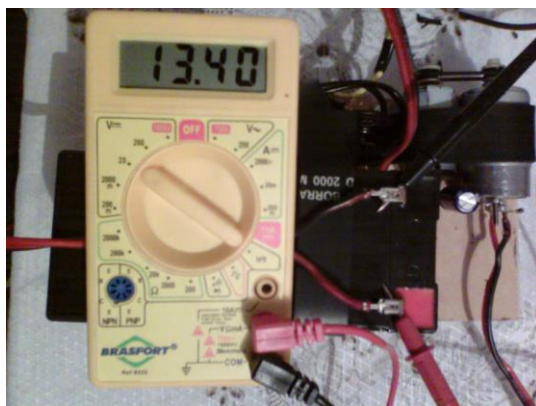


#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para ter certeza do funcionamento e desempenho do projeto, foi elaborado um modelo em escala menor (150 W de potência), fazendo os testes necessários, buscando resultados referentes ao projeto inicial (1000 W de potência).

Inicialmente, verificando a tensão da bateria, obteve-se 13,40 Volts, como ilustra a Figura 28, que mostra a integridade da bateria, ou seja, a mesma encontra-se carregada e pronta para uso.

Figura 28 - Valor obtido durante a medição da bateria



Antes de iniciar os testes com os demais componentes, é necessário fazer algumas alterações como está no esquema elétrico na Figura 29, ou seja, o gerador recebe um diodo interligando seus terminais, conforme Figura 30, para impedir que haja retorno de corrente elétrica no sentido contrário que possa prejudicar o sistema, e o motor recebe um capacitor

também interligando seus terminais, como ilustra a Figura 31, para ajudar o mesmo a não depender inteiramente da bateria no momento de partida.

Figura 29 - Esquema elétrico mostrando as ligações do diodo e do capacitor

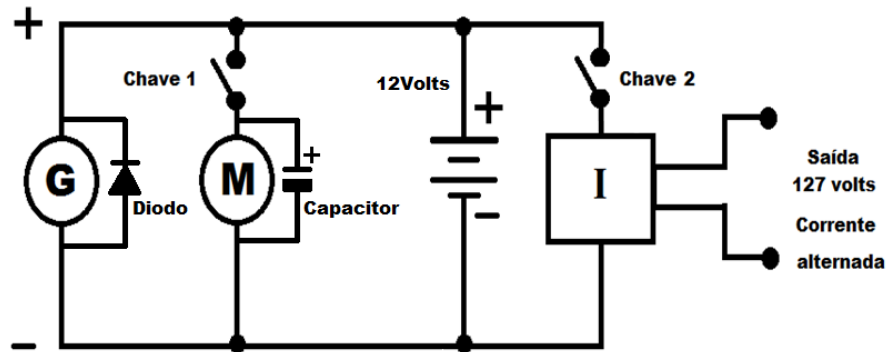


Figura 30 - Ligação do diodo ao gerador

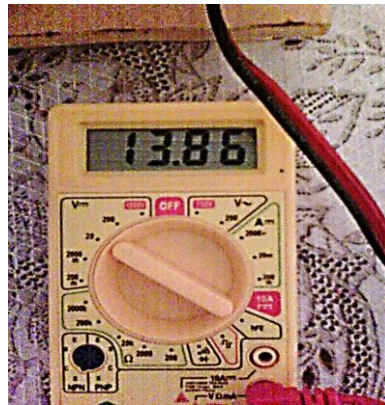


Figura 31 - Ligação do capacitor ao motor



Ligando o motor a bateria para movimentar o gerador através da correia, o valor obtido pelo gerador foi de 13,86Volts, como mostra a Figura 32:

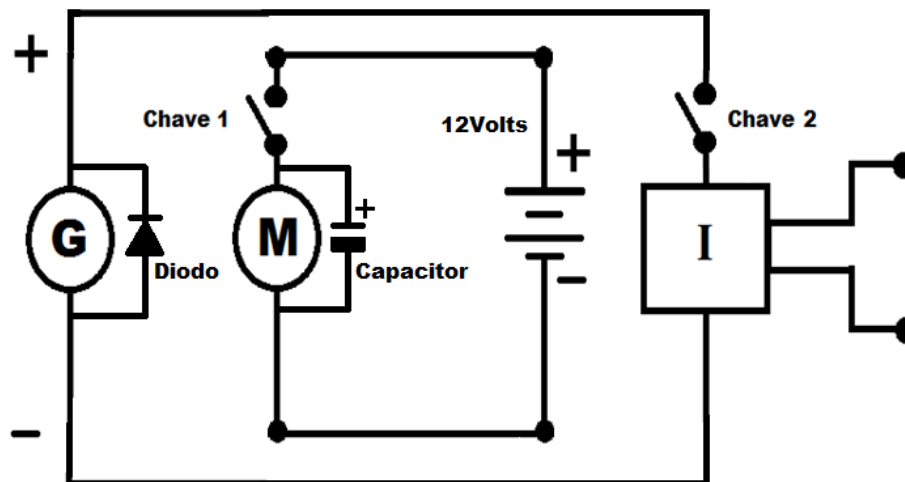
Figura 32 - Valor obtido pelo gerador



Com a bateria deligada do circuito, foi testada a eficiência do gerador para alimentar o inversor de tensão, ou seja, somente o motor está ligado a bateria proporcionando o torque no gerador para avaliar se o mesmo conseguirá suprir a demanda que caracteriza o inversor (150W).

A Figura 33 esboça o teste proposto anteriormente:

Figura 33 - Ligação do teste de eficiência do gerador



Conforme a Figura 34, o valor obtido através da medição entre o gerador e o inversor, foi de 73, 2 mA, porém o gerador não suportou a carga interna do inversor (que é maior que 0,25A), conforme características do inversor, Figura 35, gerando assim uma sobrecarga sobre o mesmo, e conseqüentemente essa sobrecarga foi transferida para o motor através da correia, que fez com que o mesmo diminuísse sua rotação, e não teve capacidade para ativar o inversor de tensão.

Figura 34 - Amperagem medida durante o teste do gerador

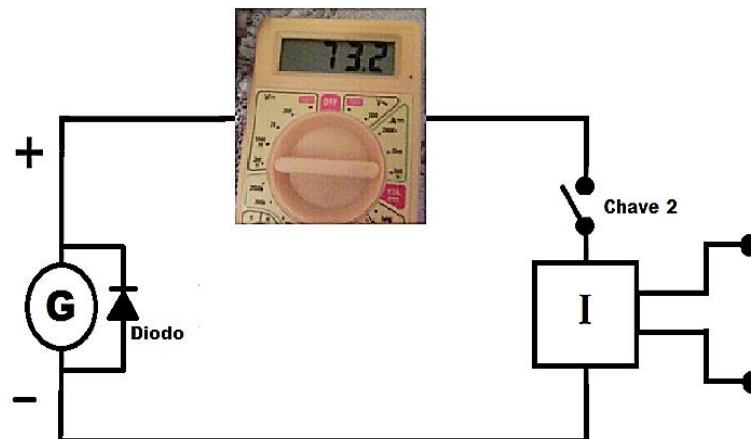


Figura 35 - Característica do inversor de 150 W utilizado no projeto

<b>Características</b>	
.Tensão de entrada:	10.5~15.5V (±0.3V)
.Tensão de saída:	AC110~127V
.Tensão contínua:	150 W
.Tensão de pico:	300W
.Frequência de saída:	60 ± 3Hz
.Forma da onda:	Senoidal modificada
.Eficiência otimizada:	aprox. 90%
.Temperatura de operação:	-10°C ~ 40°C
.Entrada 12V - corrente sem carga:	< 0,25
.Tensão mínima:	10.2 V
.Tensão máxima:	15.8 V
.Dimensões:	23x15x6 cm
.Peso:	230g
<b>Conteúdo da embalagem</b>	
. 1 Inversor de potência	

Fonte: Imagem da embalagem do inversor de 150 W.

Ao fazer o teste anterior não foi obtido o resultado esperado, como descrito anteriormente. Houve uma queda de tensão devido à carga colocada (o inversor) na saída do gerador, onde o mesmo não conseguiu suprir o inversor, ainda que sem nenhuma carga conectada a ele (pois o mesmo suporta até 150 Watts).

Ao ligar o circuito, da mesma forma que se encontra o esquema elétrico neste projeto, o sistema apresentou algumas inconveniências.

Por se tratar de um modelo, não houve recursos suficientes para o desenvolvimento do projeto, pois o motor de impressora que foi utilizado como gerador, necessita de um controlador para direcionar corretamente a carga até a bateria, pois da maneira que foi ligado, ou seja, diretamente a bateria, o mesmo ao ligar todo o circuito, começava a funcionar como motor, atrapalhando o sistema.

Outro ponto que não funcionou no projeto, foi o inversor, pois ao ligar todos os componentes a bateria, os dois motores consumiam a energia da mesma, não sobrando para o inversor, onde o mesmo nem ao menos acendeu a luz de acionamento.

Para que o projeto funcione, será necessário obter um motor com mais torque, porém que mantivesse a mesma velocidade para gerar a tensão que o circuito precisa, e que consuma menos energia, ou incrementar o projeto com um sistema que aumente a força do motor sem aumentar o consumo de energia, ou ainda, que utilizasse um sistema híbrido (combinação de fontes de energia).

O gerador poderá ser um modelo convencional com controlador de carga embutido, como são os alternadores automotivos, para garantir o funcionamento do sistema de forma eficaz.

Com as adequações necessárias, o gerador de energia autossustentável poderá gerar energia para alimentar o próprio sistema (Motor e Alternador) e o sistema acoplado a ele (Inversor), obtendo então um auto desempenho do sistema, proporcionando economia de energia elétrica e sustentabilidade.

Com a implantação deste sistema utilizando o inversor de 150 Watts, haverá diminuição do consumo da energia elétrica de 150 Watts/dia, e 4,5 KWatts/mês, ou seja, (150Watts X 30 dias), considerando o uso de 1 hora/dia, isso minimizará o risco de sobrecargas na rede, e trará economia de energia elétrica aos usuários.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a realização do modelo em escala reduzida não foram os esperados. Com base na análise pode-se verificar a necessidade da realização de melhorias como um dispositivo para garantir a rotação do motor para que o mesmo não sofra queda de tensão decorrente do gerador, que também necessita de um controlador de carga para que possa direcionar corretamente a carga gerada para a bateria. Com essas alterações o funcionamento do motor e do gerador será o esperado e poderá ser utilizado em um ambiente residencial auxiliando no abastecimento de energia.

O protótipo inicial poderá atender uma demanda de até 1000 W, ou seja, poderá acender 10 lâmpadas de 100 W, ou uma televisão de 42'' LCD de 250 W, uma geladeira duplex de 500 W, um espremedor de frutas de 200 W, um vídeo game de 20 W e um DVD Player 30 W, entre outras combinações, já o modelo em escala reduzida, a demanda é de apenas 150 W, onde poderá suprir uma lâmpada de 100 W, uma televisão portátil de 40 W e um rádio relógio de 10 W, ou um conjunto de som mini-sistem de 150W, ou uma televisão de LED 32'' de 95 W, um vídeo game de 20 W, um aparelho de som pequeno de 20 W e uma sorveteira de 15 W, sabendo que, para ambos os casos a potencia máxima deve ser respeitada, de 1000 W e 150 W.

Devido à falta de recursos financeiros, não foi possível criar o protótipo inicial de 1000 W, mas o modelo em escala reduzida de 150 W mostrou que é possível o desenvolvimento do sistema autossustentável.

Durante os testes realizados, foi utilizado recursos como engrenagens de aparelhos eletrônicos descartados, para tentar obter um torque maior do motor, que mantivesse a

velocidade, porém essa adaptação não foi bem sucedida, assim como o próprio gerador utilizado neste projeto é um motor de passo de uma impressora.

Qualquer projeto em se tratando de produto principalmente, necessariamente depende de recursos financeiros para que o mesmo possa ser desenvolvido de forma adequada.

Portanto no futuro, esse projeto poderá ser avaliado e revisto, e com as mudanças necessárias gerará energia elétrica de forma independente de qualquer fonte externa, como a rede elétrica convencional, e não trará custos mensais, somente pequenos gastos de manutenção preventiva em períodos programados para garantir o perfeito funcionamento do sistema.

## REFERÊNCIAS

- AES ELETROPAULO. **Conceitos de energia elétrica**. 2014. Disponível em: <<https://www.aeseletpaulo.com.br/educacao-legislacao-seguranca/informacoes/Paginas/conceitos-de-energia-eletrica.aspx>>. Acesso em: 31 mai 2014.
- ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Motores Elétricos e Acionamentos**: série tekne. Tradução de José Lucimar do Nascimento. Revisão técnica Antônio Pertence Júnior. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- BOSCH I-BUSINESS. **Motores elétricos**: Motores de corrente contínua sem transmissão. 2014. Disponível em: <[http://www.bosch-ibusiness.com/boaaemoocs-la/category/Catálogo de motores elétricos/113](http://www.bosch-ibusiness.com/boaaemoocs-la/category/Catálogo%20de%20motores%20elétricos/113)>. Acesso em: 31 out. 2014.
- BOSCH. **Elétrica**: Alternadores e Motores de Partida em constante evolução. 2014. Disponível em: <<http://www.bosch.com.br/br/autopecas/produtos/eletrica/default.asp>>. Acesso em: 29 out. 2014.
- BUSHONG, S. C. **Ciência Radiológica para Tecnólogos**: física, biologia e proteção. Tradução de Elsevier Editora Ltda. 9 ed. [S.I.]: ElsevierBrasil, 2011.
- CAVALCANTE, K. **Energia Elétrica**. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/energia-eletrica.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.
- CAVALCANTE, K. **Geradores Elétricos e Força Eletromotriz**. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/geradores-eletricos-forca-eletromotriz.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.
- CHEVROLET. **Tracker**: Performance. 2015. Disponível em: <<http://www.chevrolet.com.br/suvs/tracker.html>>. Acesso em: 29 jan. 2015.
- CINAP. **Catálogo de produtos**: alternador. 2014. Disponível em: <<http://www.cinap.com.br/WEB/download/catalogos/altEComp/files/assets/downloads/CatálogoAltEComp.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2014.
- DATACENTERDYNAMICS. **Fontes de energia alternativa**: o futuro do data center? 2014. Elaborado por Tatiane Aquim. Disponível em: <<http://www.datacenterdynamics.com.br/focus/archive/2014/05/fontes-de-energia-alternativa-o-futuro-do-data-center>>. Acesso em: 28 out. 2014.
- EFLUL. **Tabela de consumo dos aparelhos**: Potência Elétrica Média (WATTS) de Aparelhos Elétricos. 2014. Disponível em: <<http://www.eflul.com.br/consumidores/tabela-de-consumo>>. Acesso em: 28 jan. 2015.
- ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS BLOCO "U": caminho limpo para o desenvolvimento. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)**. 2012. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa>>. Acesso em: 29 mai. 2014.



FGV. **Economia e Finanças:** FGV Energia discute impactos econômicos do uso de termelétricas. 2014. Disponível em: <<http://fgvnoticias.fgv.br/pt-br/noticia/fgv-energia-discute-impactos-economicos-do-uso-de-termeletricas>>. Acesso em: 29 out. 2014.

FOWLER, R. **Fundamentos de Eletricidade:** corrente contínua e magnetismo. Tradução de McGraw Hill Brasil. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 1.v.

FRANCISCO, W.C. **Fontes de Energia:** conheça as diferentes fontes de energia (tipos de energia) renováveis e não renováveis. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/fontes-energia.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.

GARNIER, Marthe. **Tipos de motores elétricos de corrente alternada.** 2013. Disponível em: <<http://www.shipibonation.org/tipos-de-motores-eletricos-de-corrente-alternada.html>>. Acesso em: 31 maio 2014.

HELIAR BATERIAS. **AG 60HD:** Heliar AGM AG 60HD. 2014. Disponível em: <<http://www.heliar.com.br/pt-br/produtos/heliar-agm/ag-60hd/>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

JUCÁ, S. C. S.; CARVALHO, P.C. M.de. *Métodos de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos: aplicações em dessalinização.* 1.ed. Duque de Caxias: Monique Dias Rangel Dutra, 2013.

MANG MAQ. **Linha de produtos:** correias e polias. 2014. Disponível em: <<http://www.mangmaq.com.br/correias.php>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

MARQUES, Domiciano. **Aplicações da força magnética em um condutor:** A aplicação da força magnética sobre um condutor percorrido por corrente elétrica e imerso em um campo magnético se dá em diversos aparelhos elétricos. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/aplicacoes-forca-magnetica-um-condutor.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.

MARQUES, Domiciano. **Motor Elétrico.** 2014. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/motor-eletrico.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.

MECALUX LOGISMARKEt. **Motores elétricos:** motorreductor. 2014. Disponível em: <<http://www.logismarket.ind.br/redutep-solucoes-industriais/motorreductor/2086278986-1939765755-p.html>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

PETRUZELLA, F. D. **Motores elétricos e acionamentos.** Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013. 359 p. (Serie tekne). Traduzido por: José Lucimar do Nascimento. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4xw4AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP3&dq;=+Motores+Elétricos+petruzella&ots=zX2bHKYX-1&sig=32mh20b8bgcz2clr1LBJfYgicyc#v=onepage&q=Motores+Elétricos+petruzella&f=false>>. Acesso em: 31 out. 2014.

PHOCOS. **Produtos:** controladores de carga. 2014. Disponível em: <<http://www.phocos.com/products/cm-series-4-10a>>. Acesso em: 31 out. 2014.

PINHEIRO, H. et al. Modulação space vector para inversores alimentados em tensão: uma abordagem unificada. **Sba Controle & Automação**, Universidade Federal de Santa Maria, vol.16, n.1, p. 13, 2005. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-17592005000100002&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592005000100002&lang=pt)>. Acesso em 29 mai. 2014.

PINHO, J. T. ; GALDINO, M. A. . **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel - Cresesb, 2014. 529 p. Disponível em:

<[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2014.

PINTO, J. R. **Conversão eletromecânica de energia**. [2012]. Disponível em:

<[http://books.google.com.br/books?id=kbzBtgAACAAJ&dq=sistemas+eletro+mecânicos&hl=pt-BR&sa=X&ei=KNLSLU\\_jWfTHsAT64YGgDA&ved=0CDsQ6AEwADgK](http://books.google.com.br/books?id=kbzBtgAACAAJ&dq=sistemas+eletro+mecânicos&hl=pt-BR&sa=X&ei=KNLSLU_jWfTHsAT64YGgDA&ved=0CDsQ6AEwADgK)>. Acesso em: 01 jun. 2014.

RE, V. ; MONACO, G. **Desenho eletrotécnico e eletromecânico**. São Paulo: Hemus, 2004. 515 p. Tradução de: Edson Bini. Disponível em:

<<http://books.google.com.br/books?id=4phCyGmC6AcC&pg=PA121&dq=Relação+de+polias&hl=pt-BR&sa=X&ei=vGaLU8udPMqxsQTVqID4Bg&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=Relação+de+polias&f=false>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

SAY, M. G. **Eletricidade geral: Dispositivos e aplicações**. [S.I.]:Hemus, 2004. Tradução de Manoel Simões de Almeida. Disponível em:

<[http://books.google.com.br/books?id=pvUjcSwQGm8C&pg=SA16-PA5&dq=sistemas+eletro+mecânicos&hl=pt-BR&sa=X&ei=UMiLU4\\_gCobJsQTQnYHQDg&ved=0CE8Q6AEwAw#v=onepage&q=sistemas+eletro+mecânicos&f=false](http://books.google.com.br/books?id=pvUjcSwQGm8C&pg=SA16-PA5&dq=sistemas+eletro+mecânicos&hl=pt-BR&sa=X&ei=UMiLU4_gCobJsQTQnYHQDg&ved=0CE8Q6AEwAw#v=onepage&q=sistemas+eletro+mecânicos&f=false)>. Acesso em: 01 jun. 2014.

SEED. **Energia e mudança do clima global: fontes alternativas de energia atualmente em uso**. **Schlumberger Excellence in Educational Development**. 2014. Disponível em: <[www.planetseed.com/pt-br/relatedarticle/fontes-alternativas-de-energia-atualmente-em-uso](http://www.planetseed.com/pt-br/relatedarticle/fontes-alternativas-de-energia-atualmente-em-uso)>. Acesso em: 08 abr. 2014, 11:54h.

SILVA, M. J. et al. Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Feagri/unicamp, vol.16, n.3, p. 320, 2012. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662012000300014&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662012000300014&lang=pt)>. Acesso em: 29 mai. 2014.

SILVA, M. A. **Eletricidade: Acionamento de Motores Elétricos**. 2014. Disponível em:

<<http://www.brasilecola.com/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>>. Acesso em: 31 maio 2014.

WAGAN TECH. Inversores: 2294 • 1000 Watts de potência contínua. 2014. Disponível em:

<<http://www.wagan.com/index.php/products/power-inverters/slim-line-inverters/2294-1000-watt-continuous-power.html>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

**WEG. Geração, Transmissão e Distribuição de Energia:** Alternadores para Grupos Geradores. 2014. Disponível em: <<http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Geracao-Transmissao-e-Distribuicao-de-Energia/Geradores/Alternadores-para-Grupos-Generadores>>. Acesso em: 31 out. 2014.

Botucatu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

---

Robson Marques Guimarães

De Acordo:

---

Prof. Me. Ricardo Gasperini  
Orientador (a)

---

Prof. Adolfo Alexandre Vernini  
Coordenador do Curso de Produção Industrial