

# NOBREAK GERADOR TIGER

Vitor de Sousa Teixeira (RM: 170808)<sup>1</sup>

Francisco da Silva Almeida (RM: 180838)<sup>1</sup>

Izaurindo Alves do Santos (RM: 180863)<sup>1</sup>

Matheus Francisco fausto dos Santos (RM: 180717)<sup>1</sup>

Natali de Deus Batista (RM: 180716)<sup>1</sup>

Orientador: Professor Fabio dos Santos Chiqueto <sup>2</sup>

**RESUMO:** Este projeto tem por finalidade apresentar uma nova matriz, um novo conceito de transformação de energias, recolhendo conceitos já existentes, porém, de forma completamente diferente das matrizes convencionais. Transformamos a energia potencial de quedas de água, das marés, do vapor, dos ventos e átomos em energia elétrica, onde cada matriz energética tem seus pontos positivos e negativos ao meio ambiente ou social para sua conversão, sua “geração”. Visando a sustentabilidade, esta proposta se baseia em não esgotar recursos naturais, reduzir impactos ambientais e baratear custos de geração de energia, com um conceito inovador e de enorme potencial antes não explorado.

**Palavra-chave:** Matriz-Energética; Energia; Projeto; Geração; Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** This project aims to present a new matrix, a new concept of transformation of energies, gathering existing concepts, however, in a completely different way from conventional matrices. We transform the potential energy of waterfalls, tides, steam, wind and atoms into electric energy, where each energy matrix has its positive and negative points to the environment or social for its conversion, its "generation." Aiming at sustainability, this proposal is based on not exhausting natural resources, reducing environmental impacts and reducing costs of energy generation, with an innovative concept and with enormous potential previously unexplored.

**Keywords:** Matrix-Energetics; Energy; Project; Generation; Sustainability.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso Técnico de Nível Médio em Eletromecânica na Escola Técnica Estadual Professor Aprígio Gonzaga (ETEC APRÍGIO GONZAGA).

<sup>2</sup> Docente do programa graduação Técnica de Nível Médio da Escola Estadual Professor Aprígio Gonzaga (ETEC APRÍGIO GONZAGA). EMAIL: fabio.chiqueto@etec.sp.gov.br

## INTRODUÇÃO

O intuito deste estudo é suprir as necessidades em demanda energética através de um modelo de geração de energia por meio da energia química (eletroquímica). Para tanto, usar-se-á um modelo auto sustentável e que não dependa de fatores climáticos ou regionais, atendendo a todos os públicos a um baixo custo.

Desde o advento da descoberta da energia elétrica, seu uso e dependência tem aumentado, assim como as formas de se obtê-la, a tal ponto que, muitas das formas de geração se tornaram destrutivas ao meio ambiente e caras a sociedade. Fontes de energia que não esgotam recursos naturais e não poluem o meio ambiente se tornam cada vez mais necessárias, porém, não é tão fácil utilizá-las por dependerem de condições climáticas ou regionais para serem geradas, seja pelo vento, pela luz solar ou pela força das ondas, entre outras, todas estas fontes dependem de condições específicas para sua geração, como aponta a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A contraponto, pode-se usar de exemplo a geração de energia eólica. Nesta, onde a força proveniente dos ventos é utilizada para gerar energia através das turbinas eólicas, existem exigências naturais indispensáveis. Em outros termos, para que seja possível alcançar uma produção energética a nível comercial, a densidade dos ventos deve ser maior ou igual a  $500 \text{ W/m}^2$ , a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Destarte, em apenas 13% da superfície terrestre e em solo firme o vento apresenta as exigências citadas pela Organização Mundial de Meteorologia. Portanto, é indubitável que a energia potencial dos ventos, embora de grande valia, está limitada a determinados espaços e condições.

Outro exemplo é a energia solar, que depende da incidência de raios solares ou da claridade do dia para que ocorra a conversão da energia luminosa através das placas de silício em energia elétrica, além das variações climáticas que podem não permitir a passagem dos raios solares, tornando-a dependente das intempéries.

Deste modo, para o constante desenvolvimento tecnológico mundial, estas matrizes energéticas se tornam restritas, o que leva ao contínuo uso de combustíveis fósseis como fonte geradora de energia principal.

Onde, segundo a ONU (Organização das Nações Unidas, 2017) “1,3 bilhão de pessoas, uma em cada cinco, globalmente, ainda não têm acesso à eletricidade moderna e ainda aponta que a geração de energia é o principal contribuinte para as mudanças climáticas, sendo responsável por cerca de 60% das emissões globais totais de gases do efeito estufa.

Deste modo vemos que, atualmente, mesmo com todos os incentivos e desenvolvimentos no setor energético, ainda não alcançamos como sociedade um desenvolvimento tecnológico sustentável, no que tange principalmente, a geração e o consumo de energia elétrica.

“Os níveis de suprimento energético e a sua infraestrutura interagem biunivocamente com o desenvolvimento socioeconômico, e conseqüentemente impactam o meio ambiente e, portanto, a sua sustentabilidade” (Udaeta,1997).

Como aponta Udaeta e os dados apresentados pela ONU, o desenvolvimento socioeconômico intrínseco a ao acesso e desenvolvimento no setor energético tem impactos diretamente na qualidade de vida, no custo de vida e inexoravelmente ao meio ambiente, podendo desta forma, apontar um grande déficit ou o atraso no desenvolvimento tecnológico em novas fontes de energia.

Seguindo a tendência de mercado da “indústria 4.0”, onde se visa automatizar e maximizar as produções em diversos setores de desenvolvimento (industrial, rural e social), é perfeitamente cabível pensar em aplicar esta ideia também no setor de geração de energia elétrica.

De tal forma que não seja necessário depender de intempéries e ou de áreas restritas para implementação de matrizes de energia elétrica, podendo a vir substituir em grande parte os modelos atuais de geração de energia, predominantemente com fontes a partir de combustíveis fósseis, que são altamente poluentes, e a tornar mais acessível e de forma sustentável a produção de energia.

Através do presente estudo do quadro situacional de fontes de energia e na correlação de possibilidades tecnológicas entre diversos setores, foi observado o alto desenvolvimento tecnológico na área de energias químicas, energia elétrica proveniente de reações químicas entre soluções ou compostos químicos, podendo ser a chave para esta automatização do setor elétrico, tendo um controle ambiental rigoroso em seus processos de produção, descarte ecológico ou reciclagem que garantem o desenvolvimento e exploração sustentável para alcançar também um desenvolvimento sustentável.

É pretendido com o desenvolvimento deste projeto elaborar um novo modelo de geração de energia, uma nova matriz (princípio de geração), para que seja garantida o fornecimento de energia em regiões onde não se tem acesso a fontes confiáveis ou suficientes para atender as necessidades regionais – como por exemplo, em Jacutinga – MG - que não comporta empresas de grande porte por não dispor de recursos energéticos suficientes solucionando os problemas de abastecimento de energia, garantindo o avanço tecnológico suprindo as necessidades de mercado e reduzindo os custos de vida através de um modelo mais barato em comparação a outros modelos de mesmo porte que dependem de outras fontes de alimentação.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

As principais fontes de energia elétrica atuais partem do princípio de geração a turbina, JUNIOR, Mario C. M. em 2010 definiu como uma “roda ou rotor, que conta com paletas, hélices, lâminas ou cubos colocados ao redor de sua circunferência, de forma que o fluido em movimento produza uma força tangencial que impulsiona a roda, fazendo-a girar”.

As principais geradoras neste princípio são as termelétricas de qualquer fonte, hidrelétricas e eólicas, que variam sua montagem dependendo do fluido que as alimenta, dando sua complexidade e custo para implementação.

Utilizaremos alguns referenciais para exemplificar o funcionamento básico deste modelo de geração de energia elétrica, algumas fontes já citadas, bem como ilustrar seus sistemas de funcionamento brevemente para sintetizar melhor o conceito já apresentado.

Podemos citar o exemplo de ITAIPU, principal hidrelétrica brasileira maior no mundo em potencial elétrico, contamos com estruturas como mostram as figuras 1 e 2, que respectivamente representam a usina e a estrutura das turbinas e geradores:

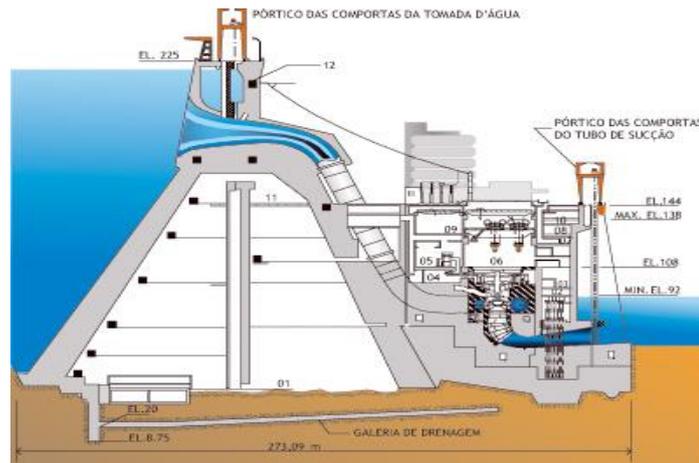


Figura 1 casa de força de ITAIPU, ilustração encontrada em <https://www.itaipu.gov.br/energia/casa-de-forca>

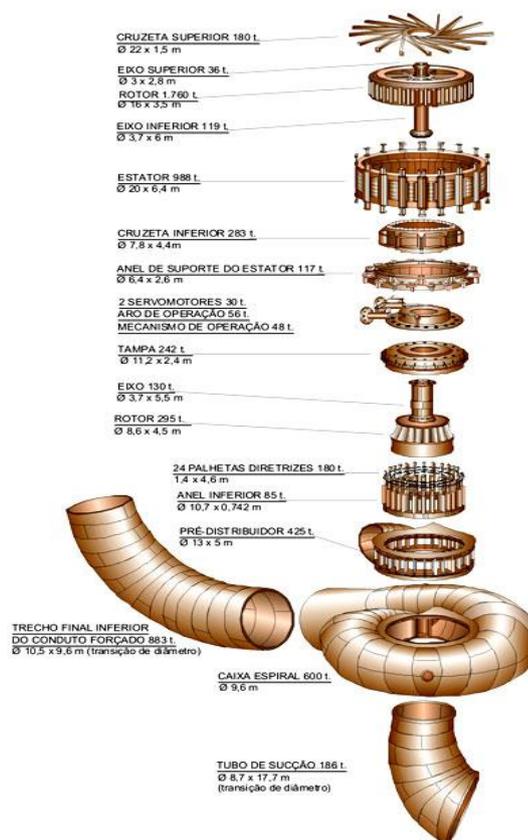


Figura 2 representação da estrutura geradora, turbina/gerador encontrada em <https://www.itaipu.gov.br/energia/unidades-geradoras>

Ainda de forma similar no princípio de funcionamento, temos as usinas termoelétricas, que funcionam através de vapor de água como fluido mecânico afim de acionar as turbinas. Em nosso estudo, o vapor proveniente do calor da queima de algum material (derivados de petróleo,

carvão, gás natural, bagaços, etc.), é quem fornece a energia cinética para mover a turbina, como ilustrado na figura 3.

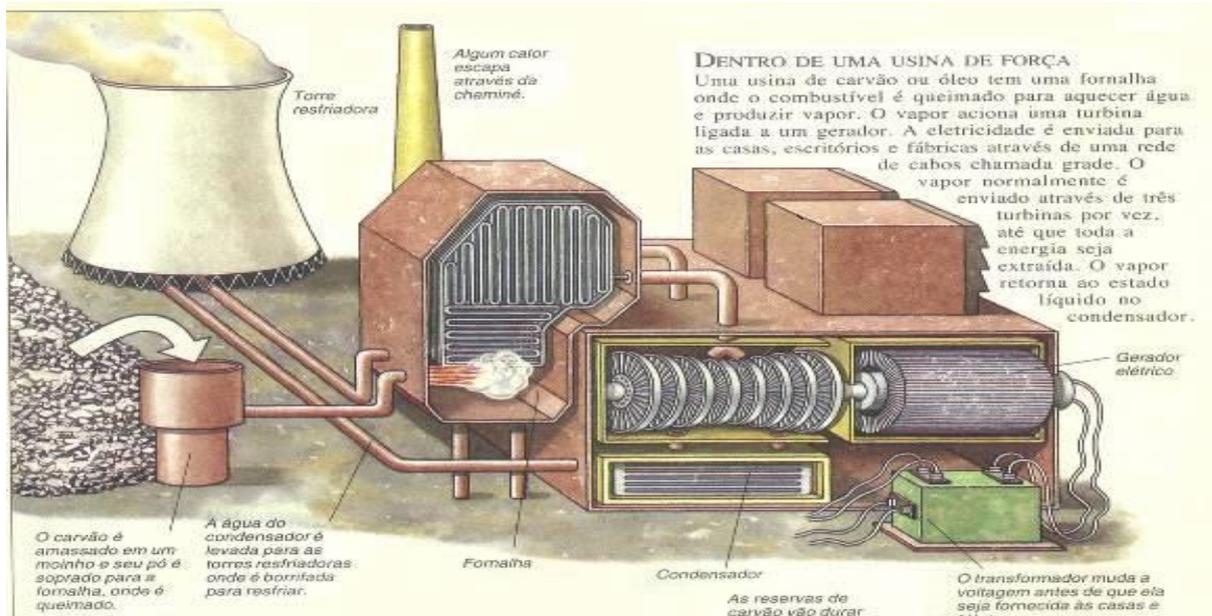


Figura 3 representação de termelétrica a carvão encontrado em: <http://caroldaemon.blogspot.com/2013/09/como-funciona-uma-termoeletrica.html>

Ainda com o mesmo princípio, temos a energia eólica, que utiliza a energia cinética dos ventos como fluido mecânico, seu combustível, como vemos na figura 4.

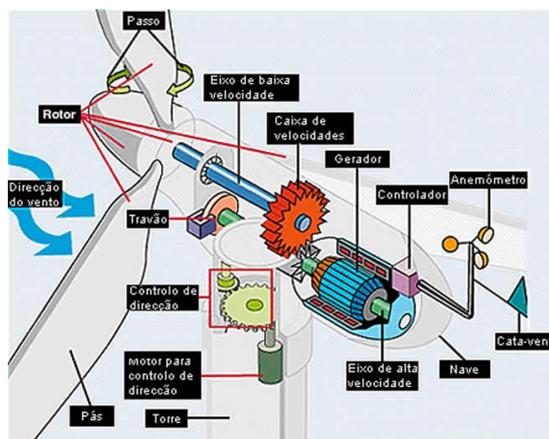


Figura 4 representação de turbina eólica encontrado em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-um-gerador-eolico>

As similaridades nestas principais formas de geração de energia elétrica se dão pela simplicidade em se ter energia elétrica, ao qual se define por diferença de potencial. Segundo SHAMIEH e MCCOMB energia elétrica é “uma forma de energia causada pelo comportamento de partículas eletricamente carregadas” e melhor detalhada por MARTIGNONI quando diz “num corpo existem átomos desequilibrados, isto é, com excesso de elétrons (eletrização negativa) ou deficiência de elétrons (eletrização positiva)”.

Desta forma, a turbina tem apenas a função de criar uma variação no campo magnético e, assim, causar a diferença de potencial, onde os elétrons debilmente ligados ao núcleo se desprendem e se movimentam, criando uma corrente elétrica, que segundo SHAMIEH e MCCOMB é “o fluxo ordenado de partículas eletricamente carregadas”, ou fluxo de elétrons.

As formas de geração apresentadas aqui, em exemplo, dependem da força que seus “combustíveis” fornecem, já que a turbina se movimenta apenas pela força proveniente de seu “combustível”, sendo limitadas em potencial local.

Para se gerar energia elétrica, é necessário utilizar de outra energia para mover as turbinas, sendo ela a força do fluido sobre a turbina, deste modo, utilizando-se uma quantidade menor de energia elétrica, pode-se utilizar um motor elétrico como turbina e assim, gerar energia da mesma maneira que os modelos apresentados anteriormente.

Segundo SANTOS “Motor elétrico é uma máquina destinada a converter energia elétrica em energia mecânica”, portanto, pode-se substituir a turbina movida a forças da natureza por um motor elétrico e consumir energia elétrica em baixa quantidade para gerar energia elétrica em escalas comerciais.

Por mais contraditório que pareça esta ideia, hoje baterias são fortes o suficiente para prover a energia necessária para alimentar um motor por um tempo determinado, considerando a potência do motor e o número de baterias que o alimentam.

Sendo uma opção para gerar a energia elétrica necessária para alimentar este modelo de geração, esta matriz energética, criando novas possibilidades de aplicação. A energia eletroquímica, energia elétrica resultante de reações químicas, possui capacidade para mover veículos de alta performance, como os veículos da TESLA, sendo esta eficiência ao qual buscamos no setor energético.

## PROJETO

### 1.1. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Substituindo a turbina padrão movida ou impulsionada por forças da natureza (fluídos) ou por combustíveis fósseis, colocamos um motor elétrico de corrente CC ou CA, monofásico ou trifásico, alimentado por baterias estacionárias (bateria de chumbo-ácido, com estrutura selada) ou de íons de Lítio, que não emitem gases poluentes ou tóxicos, liberando apenas hidrogênio no caso das estacionárias que, na atmosfera, acaba tendo conversão em água, por reagir com o oxigênio presente.

Após o motor atingir plena capacidade de funcionamento e a parte geradora já estiver em plena capacidade de geração, a energia para manter o motor em atividade será retirada diretamente dos valores gerados, passando a ser um consumidor da própria energia gerada, como demonstrado na figura 6.

Este motor, já adequado a rotação necessária para atingir os 60Hz (hertz), frequência padrão da energia em corrente alternada no Brasil, irá realizar o trabalho mecânico e variar o campo magnético nas bobinas (conjunto de espiras enroladas em um núcleo ferromagnético), criando a excitação dos elétrons e gerando energia assim como os modelos convencionais de geração de energia elétrica.

De modo a diminuir o consumo do motor, aplica-se o conceito de amortecimento magnético, utilizando a força de repulsão magnética em capacidades acima da inercia do eixo, ou seja, uma força de repulsão capaz de repelir ou empurrar um peso maior que o presente no eixo, desta forma, a função do motor é romper as resistências aplicadas na geração e garantir a estabilidade de rotações necessárias, garantindo uma melhor eficiência no equipamento.

Com um simples sistema eletrônico realizando o controle automático e controlando o sistema de resfriamento do equipamento, (mantendo o equipamento sempre próximo aos 10° Celsius) garantimos a máxima eficiência e vida útil de todos os componentes presentes no NoBreak Gerar Tiger, tornando-o automático e simples.

Considerando que existem inúmeras necessidades em abastecimento de energia, com diversas situações custo benefício a serem avaliados, cada parâmetro do projeto também poderá ser adequado, de tal forma, que tudo nele seja alterado, desde o motor cotado, o número de

baterias, carregador, transformadores, dispositivos de segurança, o sistema de amortecimento magnético e o sistema de resfriamento, possam ser trocados, bem como o uso deste mesmo modelo apresentado para abastecer um equipamento de porte muito maior do que o suportado por baterias.

## 1.2. DIMENSIONAMENTO

Este modelo é dimensionado para gerar energia em regime monofásico (apenas uma corrente elétrica em 60Hz), com potência de 140 KWh (140.000 watts por hora) gerados por 3 bobinas independentes em um único eixo magnético, com potência de 50 KWh (50.000 Watts por hora) por bobina, de onde será retirado a potência necessária para manter o próprio gerador em funcionamento, ou seja, alimentar a carga das baterias, o sistema de resfriamento e todo o sistema eletrônico presente no projeto bem como seu motor.

A tensão nominal gerada por cada bobina neste dimensionamento se dá em 6000V, sendo transformada para o uso comercial de 127 ou 220 volts por um transformador abaixador com derivação central, com entrada de 6000 V e saída 127 e 220 volts.

A alimentação da rede se dará em 3 fases monofásicas com tensões de 127 V ou 220 V, ou seja, cada bobina poderá alimentar uma carga com tensões de 127 ou 220 V limitado a uma potência de 46,5 KWh de consumo em distribuições independentes.

Para fins construtivos, com a finalidade de redução de tamanho do equipamento, as 3 bobinas de 1860 espiras, cada bobina foi reduzida em tamanho, ou seja, quantidade de espiras a metade, gerando assim 6 bobinas com 930 espiras, mantendo todas as demais características construtivas e de potencial energético das bobinas, com um tamanho compacto.

O valor total gerado neste modelo é de 150 KWh (150.000 watts por hora), onde pensando nas próprias necessidades do gerador para funcionar (seu consumo) e em uma pequena reserva de segurança, garantindo a alimentação da rede em eventuais problemas em até 140 KVA com fator de potência em 0,93. Logo, a alimentação da rede se dará em 139,5 KVA.

Estes dimensionamentos e equipamentos cotados para este projeto atendem apenas uma necessidade hipotética, onde avaliando o custo benefício para esta situação foram estes apresentados.

### 1.3. MONTAGEM

Devido a impedância (efeito resistivo magnético gerado pela corrente elétrica no enrolamento de cobre) gerada nas bobinas, ocorre um desaceleramento do eixo móvel, ou seja, o campo magnético gerado nas bobinas acaba por gerar outro campo magnético nas mesmas que acabam por se opor ao campo magnético do eixo, criando assim uma carga resistiva magnética. Desta forma, quanto maior a corrente gerada nas bobinas, maior a carga resistiva magnética, que por sua vez, exige maior força ou mais energia mecânica para manter o eixo com a mesma rotação.

Desta forma, para evitar o aumento da força mecânica no equipamento, pode-se utilizar a força magnética de repulsão para fornecer mais energia potencial ao eixo com a mesma força mecânica, ou seja, diminuir a inércia necessária para manter o movimento do eixo, de forma que se possa compensar a impedância.

Desta maneira, considera-se a inércia do eixo em estado de repouso, ainda sem a interferência das correntes de Foucault e impedâncias, de tal forma que, a força de repulsão magnética seja igual a inércia do equipamento ou superior. Então aplica-se ao eixo também a energia mecânica dimensionada ou neste caso, o motor, obtendo assim, uma resultante da inércia no equipamento equivalente ao motor com o acionamento em vazio, ou seja, sem carga, garantindo assim apenas as Rotações por Minuto determinadas para seu funcionamento e a força necessária para romper as resistências oferecidas pelo equipamento em pleno funcionamento.

Por fim, a única inércia a ser rompida pelo motor, ou seja, a única carga que o motor irá enxergar, será a própria impedância, o valor resistivo imposto que alcançará um estado de equilíbrio com a própria força de repulsão magnética, sendo assim, o equipamento exigirá menos energia eletroquímica para funcionar.

Outro ponto a ser explorado é o efeito joule (perda de energia elétrica em forma de calor), onde as correntes parasitas e a resistividade dos materiais acabam por oferecer uma resistência a passagem do fluxo de elétrons por eles.

Esta perda de energia por aquecimento somados a impedância, acabam por gerar menos energia do que se é necessário para manter o equipamento em atividade e desta forma, solucionar apenas a impedância ou gerar compensadores que dispendam de mais energia, um

sistema de resfriamento acaba por compensar estas perdas, apenas quando o resfriamento demande de menos energia para ser aplicado do que o perdido em forma de calor.

Além da perda de energia em forma de calor, o aumento de temperatura também acaba por exigir mais força cinética nos elétrons para fluir pelo condutor, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a resistência imposta. Desta forma, uma nova impedância será ocasionada, afim de evitar esta problemática, manter a temperatura interna controlada é mais eficiente do que se espera em outros modelos (em pequena escala comparado ao macro do equipamento).

Sendo assim, a montagem do equipamento é realizada de forma que o efeito joule e a impedância sejam minimizadas, garantindo um equilíbrio entre a quantidade de energia elétrica gerada e a quantidade energia elétrica exigida para seu funcionamento, estando próximos o suficiente para alcançar uma eficiência sustentável do equipamento.

Em aspectos funcionais, o coxão magnético atua como um motor de força fixa atuante sobre o eixo móvel, sendo uma energia de natureza fixa e inesgotável (por não depender de um “combustível”) em condições ideais, realizando uma compensação de perdas de energia nos sistemas de geração e transmissão e também um compensador para o esforço mecânico, garantindo que para uma mesma eficiência do motor, seja necessário um uso menor de energia elétrica.

#### 1.4. BATERIAS

A bateria a ser utilizada é da fabricante **Johnson Controls**, modelo **Freedom**, uma bateria do tipo estacionária, na qual possui ciclos de descarga de 80 % da capacidade nominal e não emitem gases poluentes, bem como possuem longo tempo de vida útil, média de 5 anos em condições ideais dadas pela fabricante e não necessitam de manutenções constantes.

Baterias: Freedom DF4001

Capacidades tensão/corrente: 12V, 240 Ah

Dimensões: C 525 mm, L 275 mm, A 250 mm

Capacidade Max. de descarga sem comprometer a vida útil: 192 Ah

O valor determinado de 192 Ah como capacidade máxima de descarga da bateria, vem do referencial técnico da fabricante, de um máximo de descarga de 80% do valor nominal da mesma sem comprometer sua vida útil. Em aspecto de queda de tensão devido a descarga, esta reserva de 20% somados a uma reserva relativa ao tempo de descarga determinada, garantem a máxima eficiência de todo o sistema sem comprometer nenhum componente.

Com estes dados, pode-se determinar quantas baterias serão necessárias para alimentar o motor até que atinja a velocidade de trabalho, onde poderá ser trocada a alimentação do mesmo.

Para este modelo, apenas uma bateria deste porte se faz necessária, devido ao tempo de trabalho ou de descarga da mesma ser menor que 1 hora, sendo capaz de manter um motor com as características apresentadas mais à frente neste projeto.

#### 1.5. CUSTO DO PROJETO

<b>Quantidade em unidades</b>	<b>Componente</b>	<b>Custo em R\$</b>
1	Bateria	1.150,00
1	Alternador	500,00
3	Transformador	3.500,00
3	Bobina	3.500,00
20	Imã	3.500,00
1	Rotor	4.000,00
2	Micro controlador	60,00
2	Disjuntores	60,00
6	Cooler	50,00
1	Carregador de baterias	385,00
4	Relé	57,20
1	Relé térmico	85,00
5	Fusível	170,00
2	Botão de acionamento	1,70
1	Chave seccionadora	500,00
3	Contator	450,00
#	Outros	140,00
2	Mancal	280,00
1	Motor	2.000,00
<b>Valor total estimado</b>		<b>20.893,90</b>

*Figura 5 demonstrativos de custos*

## 1.5.1. Custo do protótipo

<b>Quantidade em unidades</b>	<b>Componente</b>	<b>Custo em R\$</b>
2	Mancal	75,00
1	Motor	35,00
1	Base Do Motor	15,00
20	Parafusos	60,00
20	Porcas E Arruelas	20,00
4	<u>Araudite</u>	64,00
4	<u>Durepox</u>	32,00
2	Estanho	15,00
6	Bastão Cola Quente	18,00
1	Fita Isolante	8,00
1	Funil	7,00
1	Microcontrolador	110,00
6	Relé	120,00
70	Imãs	148,00
4	Bobinas	40,00
2	Engrenagens	15,00
#	Outros	200,00
<b>Valor total estimado</b>		<b>972,00</b>

## 1.6. CONTROLES

## 1.6.1. Liga/desliga

O painel ficará na parte superiora esquerda do equipamento juntamente com o display de informações ou status do funcionamento interno.

Este painel funciona unicamente para ligar e desligar o motor, não consumindo a energia das baterias para demais funcionalidades.

Devido ao controle simples deste painel, sua montagem foi pensada de forma simples e direta, apenas para ligar e desligar o equipamento sem riscos.

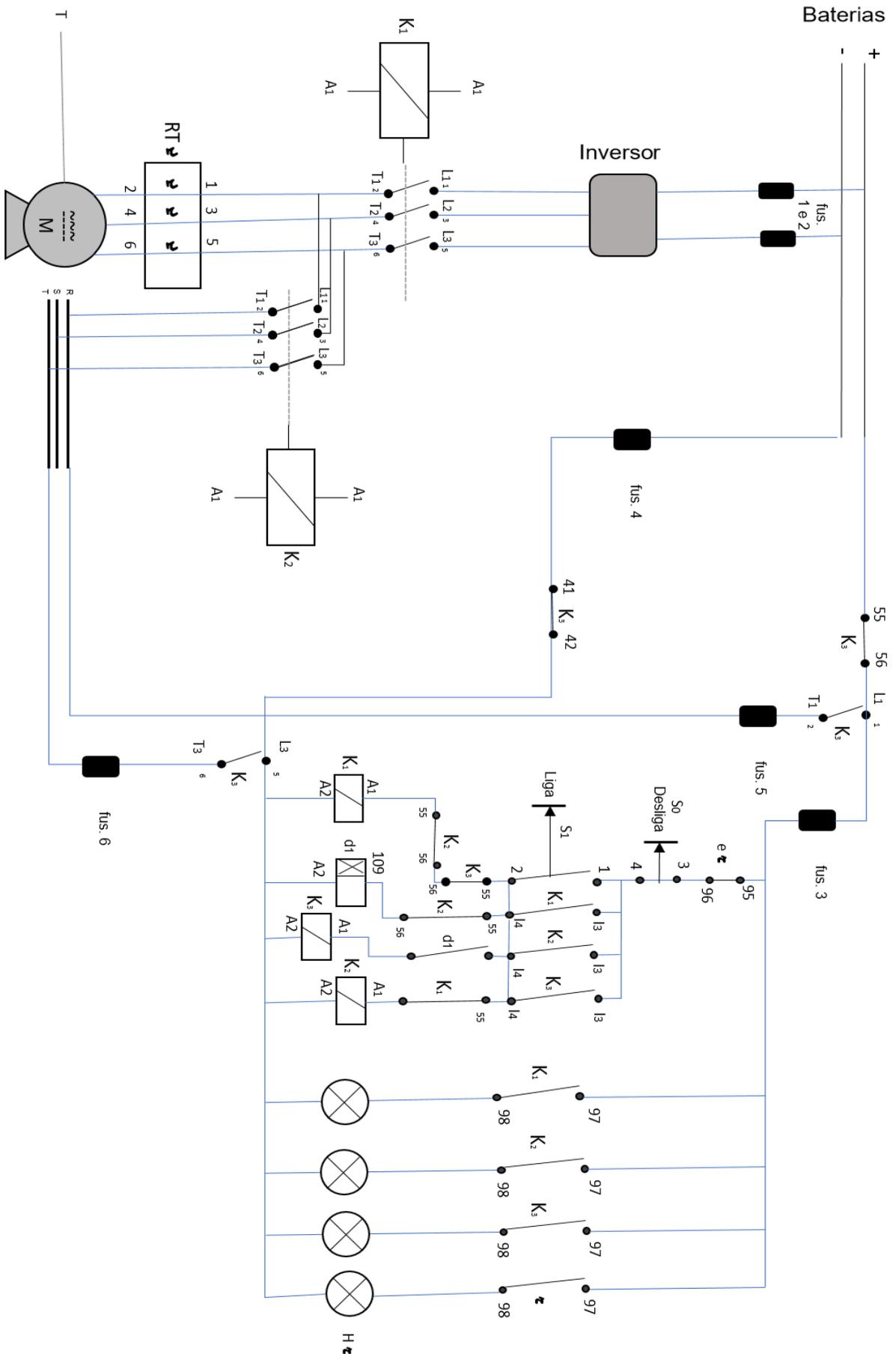


Figura 6: Exemplo de diagrama de controle e potência (liga/desliga o NGT)

### 1.6.2. Controle geral

Para controlar todo o projeto sem a necessidade de alterações manuais, um Arduino será programado com a função timer para acionar e desativar relés, que irão funcionar como chaves dentro do NoBreak Gerador Tiger.

Um relé de 12 V e 50 A (relé 1) será colocado entre o carregado e um núcleo de baterias e um relé de 12 V e 40 A (relé2) entre um núcleo de baterias e o motor, onde o Arduino irá em determinado tempo, desativará o relé 1 e ativará o relé 2 e, em determinado tempo, irá desativar o relé 2 e ativar o relé 1.

Desta forma, a cada momento determinado, um núcleo de baterias estará carregando e outro núcleo alimentando o motor, desta forma, não será necessário que seja feita a troca manualmente e também não será necessário ficar realizando engates e desengates de fios e soquetes nos terminais da bateria, garantindo que não haja desgastes de componentes ou acidentes recorrentes ao manuseio dos mesmos.

Para garantir o bom funcionamento do motor, 1 capacitor de 12 V e 40 A será colocado entre um núcleo de baterias e o motor, garantindo que não haja flutuações de energia, evitando o desgaste do motor e alterações em suas rotações.

Funcionando de forma similar estará o sistema de resfriamento, onde agora, o Arduino passa a função de termômetro, acionando o relé de 127 V e 10 A que acionará o motor de resfriamento sempre que a temperatura chegar a 20°C e desativará quando chegar a 10°C, garantindo que todos os componentes trabalhem a baixas temperaturas, melhorando sua eficiência.

A placa terá a função de acionar os relés que acionarão as baterias e energizarão motor.

## Placa de comando

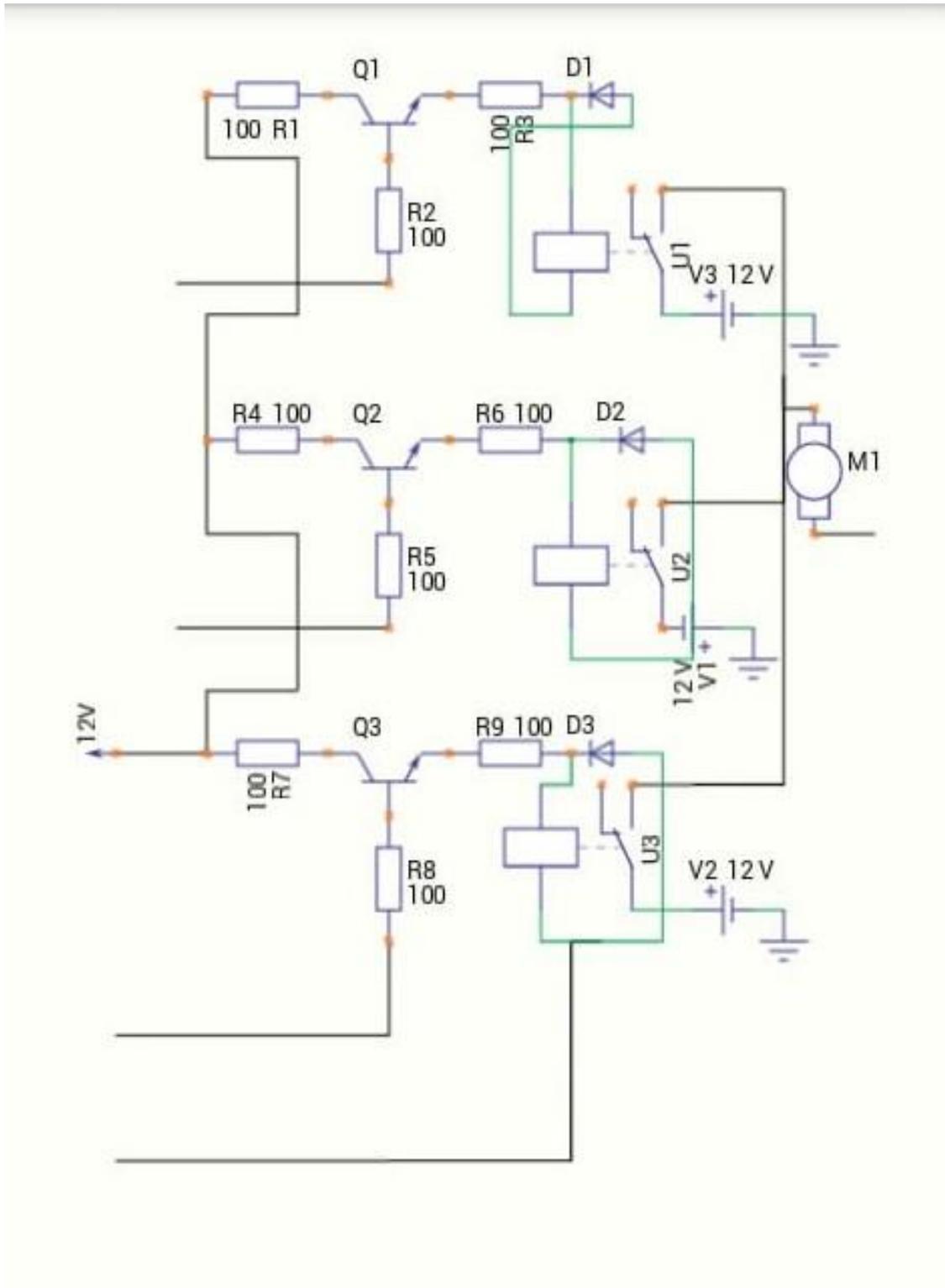


Figura 7 Exemplo de placa eletrônica controlada pelo microprocessador.

## Arduino Uno

Para o acionamento da placa que irá ativar e desativar os relés, tendo um ciclo contínuo que os relés seguirão desta forma, relé 1 terá a função de acionar a bateria que energizarão o motor, o relé 2 terá a função de realimentar a bateria e por fim o relé 3 terá a função de alternar entre as baterias seguindo esse ciclo continuamente.

```

arduino_tcc | Arduino 1.8.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

arduino_tcc

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  //programa as entradas saídas
  digitalWrite(5,HIGH);//liga
  delay(60.000);//10minutos
  digitalWrite(5,LOW);//desliga
  digitalWrite(8,HIGH);//liga
  delay(60.000);//10minutos
  digitalWrite(8,LOW);//desliga
  digitalWrite(12,HIGH);//liga
  delay(60.000);//10minutos
  digitalWrite(12,LOW);//desliga
}

Compilação terminada.

O sketch usa 910 bytes (2%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são 32256 bytes.
Variáveis globais usam 9 bytes (0%) de memória dinâmica, deixando 2039 bytes para variáveis locais. O máximo são 2048 bytes.

16 Arduino/Genuino Uno em COM1
Pesquisar na Web e no Windows
e Firefox Chrome ardui... Prof... TCC ... adui... POR 23:14 PTB2 30/05/2019

```

Figura 8 exemplo de comando do microprocessador

## 1.7. DEFINIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE MOTOR

Segundo SANTOS “o funcionamento dos motores elétricos está baseado nos princípios do eletromagnetismo”, que é a parte da física que estuda o magnetismo, onde se converte eletricidade em campo magnético e obtendo-se energia mecânica, como mostra a figura 7.

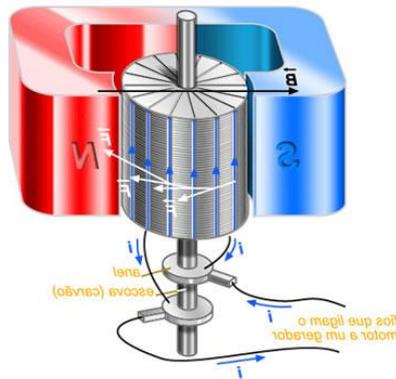


Figura 9 princípios de funcionamento de um motor, encontrado em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>

A energia mecânica gerada pelo motor, o torque, definido por SANTOS como “condutores situados num campo magnético e atravessados por corrente elétrica, sofrem a ação de uma força mecânica...chamada de torque”, ao qual se emprega a capacidade do motor em realizar movimento.

O torque necessário depende da carga, ou objeto, ao qual se deseja empregar este movimento, que aqui são os ímãs de neodímio, para gerar a variação do campo magnético e gerar energia elétrica.

O peso do rotor neste dimensionamento é de 65 Kg, valor este retirado de um rotor para aerogeradores encontrado na Tabela comparativa das especificações técnicas de alguns aerogeradores urbanos existentes no mercado, do repositório online do instituto politécnico de Lisboa, distribuídos em 6 polos, alternando seus polos magnéticos entre 3 norte e 3 sul, formando 6 polos magnéticos, fixado por mancais em um eixo ao qual fica livre para girar por influência do motor.

O número de polos determina a frequência do motor, ou quantos ciclos por segundo este motor tem que girar em seu próprio eixo, para atingir os 60 Hz, podendo ser o motor alimentado por uma corrente elétrica, um fluxo ordenado de elétrons em uma única direção ou em duas direções, seja ela em corrente contínua ou corrente alternada.

Com os dados apresentados, podemos calcular o torque necessário e a frequência do motor para este modelo específico (vide capítulo de cálculos), visando custo benefício e rendimento.

## 1.8. COLCHÃO MAGNÉTICO

A finalidade deste recurso já foi explanada ao decorrer do texto já lido, porém, sua funcionalidade e seu dimensionamento ainda não foram explanados.

Considerando o peso do eixo sobre o motor e considerando as resistências impostas pelas características resistivas da geração de energia, pode-se utilizar a força de repulsão de ímãs de terras raras (ímã de neodímio ou superímã) com uma força de repulsão aqui baseada em Kgf e não em Gauss.

Pensando em um eixo rotor pesado, com enrolamentos de cobre sobre uma haste metálica, com peso de 65 Kg em condições ideais e na resistividade imposta sobre ele, funcionando como um freio e aumentando o peso ou a carga sobre o motor, é considerado a fixação de ímãs nas bases do eixo, com distancia da parte eletroímã suficiente para não criar uma força magnética que gere interferências na geração.

Os ímãs que ficaram fixados ao eixo terão força de repulsão de 150 Kg por ímã, ou seja, ímãs com força magnética capaz de repelir ou empurrar um corpo com peso de 150 Kg, serão colocados em uma somatória de 4 ímãs fixados em cada ponta do eixo rotor.

Realizando a repulsão, fixados em uma carcaça fixa e imóvel ficaram outros 6 ímãs fechando em 360°G os ímãs do rotor, mantendo a capacidade de repulsão entre 100% de força de repulsão no pico máximo e 50% de força de repulsão mínima.

Desta maneira, a somatória vetorial das forças de repulsão em cada ponta do eixo rotor irá variar entre 300 Kg e 600 Kg de força de repulsão, totalizando uma força de repulsão sobre o eixo de 600 Kg à 1.200 Kg de força de repulsão em condições ideais.

Haja vista que o colchão magnético também representa um peso extra sobre o rotor, conseqüentemente sobre o motor, portanto deve-se levar em conta que os 20 imãs cotados para este modelo representam um valor adicional de 1,5 Kg por imã, logo, o valor total sobre rotor será de 12 Kg adicionais.

Mantendo assim, um peso mínimo sobre o motor, que nestas condições, irá apenas criar uma frequência, ou seja, irá apenas garantir a uniformidade nas rotações.

## 1.9. REFRIGERAÇÃO

Para resfriar os componentes do circuito, será levado em conta que todos os componentes eletroeletrônicos melhoram seu rendimento e sua vida útil quando mantidos a baixa temperatura, logo, será mais vantajoso para o circuito como um todo, sua montagem ser realizada em uma “caixa” isolada (térmica e elétrica), onde os parâmetros poderão ser controlados.

Pensando no funcionamento de uma geladeira, colocando todos os componentes para atuar em seu interior, temos o resfriamento e o isolamento térmico completo, claro que tomando as devidas providências para adequação do circuito.

Além do motor de refrigeração (compressor similar a uma geladeira de 90W), devemos levar em consideração a circulação de ar dentro do equipamento, facilitando a troca de calor e diminuindo estresse mecânico nos equipamentos.

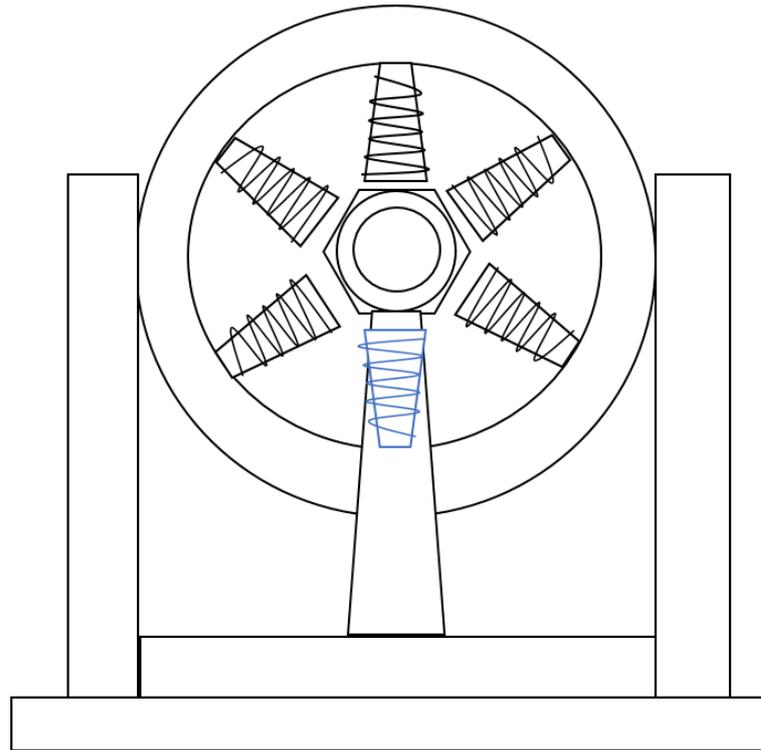
Desta forma, 5 coleers realizaram a circulação de ar interna, garantindo que não haja superaquecimento em nenhum componente do projeto, melhorando sua eficiência e aumentando sua vida útil.

Levando em consideração as distorções na forma de onda da corrente alternada a ser distribuída no final, a parte do resfriamento deverá ser realizada de forma independente do restante da alimentação do circuito, e para tal, será implementado um painel com disjuntores separando assim, cada um dos consumidores e não gerando interferências em demais partes do circuito.

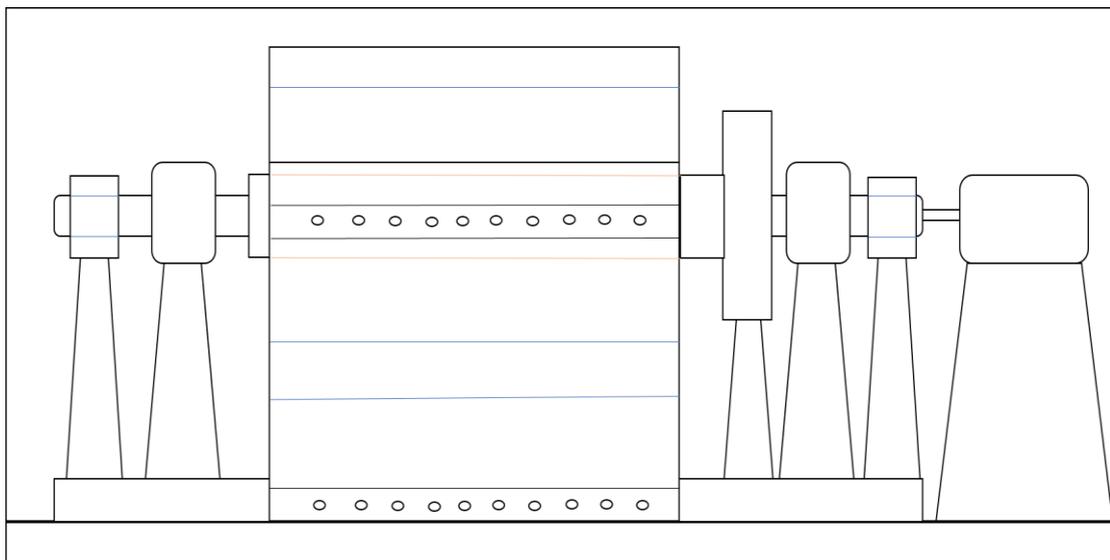
O intuito deste modelo de resfriamento é manter a temperatura interna do equipamento com valores próximos a 10 graus Celsius, garantindo a eficiência e a redução do desgaste dos componentes utilizados.

Como o foco deste curso e deste projeto não é um sistema de resfriamento, que pode ser comprado em empresas especializadas nos padrões necessários para este projeto, não iremos abordar os cálculos de calorimetria para fins de demonstração.

#### 1.10. ILUSTRAÇÃO



*Figura 10 detalhamento figura 11*



*Figura 11 ilustração de montagem*

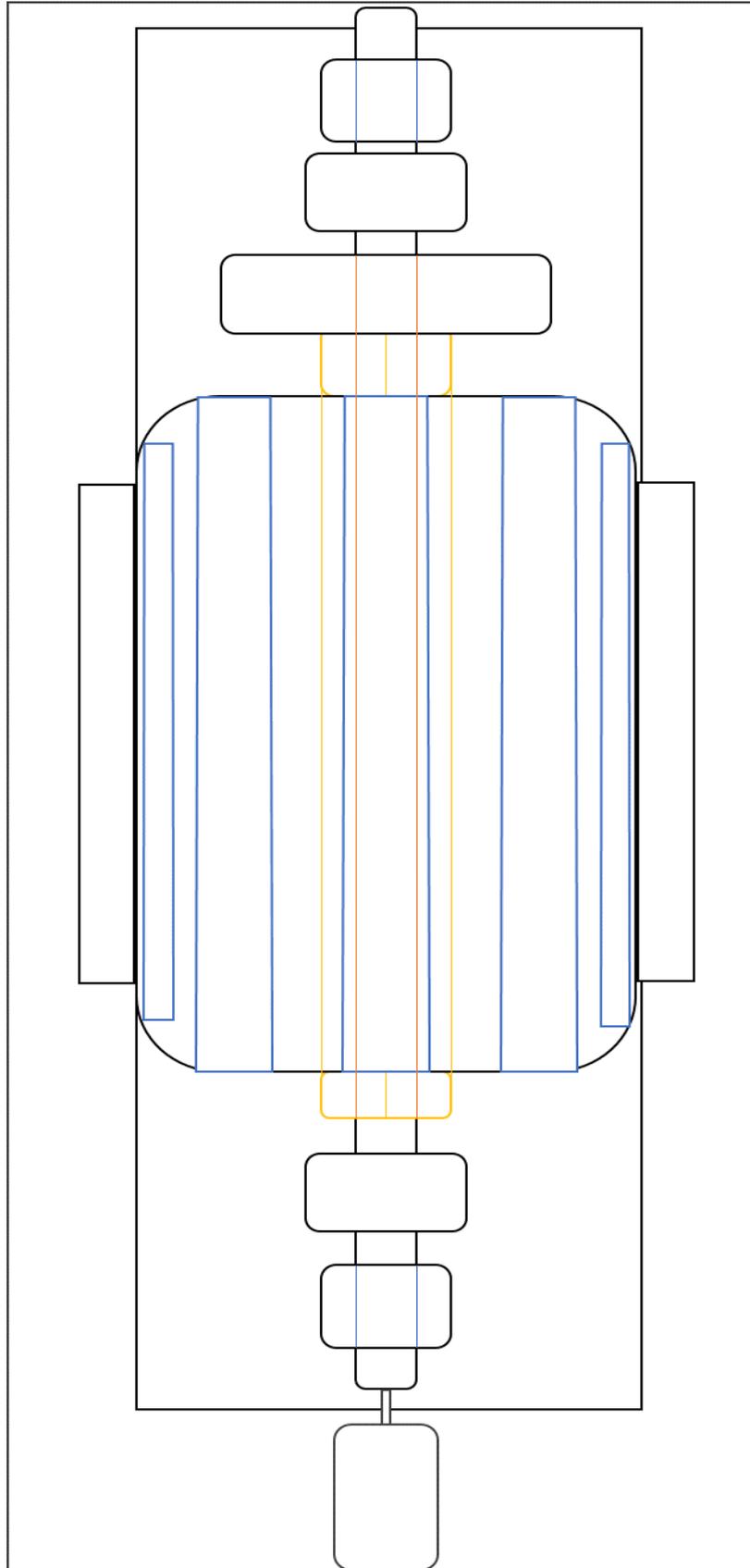


Figura 12 ilustração de montagem

## 1.11. CÁLCULOS

### 1.11.1. Ciclo de alimentação, carga/descarga

Capacidade de descarga pela fabricante em 80%, capacidade máxima em 240A:

$$C = C_{\text{máx}} \times 0,8$$

$$C = 240 \times 0,8$$

$$C = 192 \text{ A}$$

### 1.11.2. Bobinas fórmulas e cálculos

Fórmulas:

$$N = 10^8 / (4,44 \times B \times S_m \times \text{Hz})$$

$$S_m = 7 \times \sqrt{(P/\text{Hz})};$$

Seção geométrica

$$S_m / 0,9$$

Seção magnética do núcleo será de acordo com a tabela padrão para lâminas de ferromagnético “E, I” e baseado na seção geométrica do núcleo;

Seção geométrica do núcleo

$$\sqrt{(S_g)}$$

Seção do enrolamento

bitola x N

Bitola = seção em mm<sup>2</sup> por Ampere.

Potência do equipamento

$$P = V.I$$

Aplicação das fórmulas:

Seção magnética

$$S_m = 7x \sqrt{(50.000/60)}$$

$$7x \sqrt{(833,33)}$$

$$7x 28,87$$

$$S_m = 202 \text{ cm}^2$$

Espiras por volte

$$N = 10^8 / 4,44 x 6.000 x 202 x 60$$

$$N = 10^8 / 107.625.600$$

$$N \approx 0,309 \text{ espiras/V}$$

Seção geométrica

$$S_g = 202/0,9$$

$$S_g = 224,5 \text{ cm}^2$$

$$S_g = \sqrt{(245)}$$

$$S_g \approx 15,65 \text{ cm}^2$$

$$S_g = \sqrt{(15,65)}$$

$$S_g \approx 4$$

Logo: 4x4

Número de espiras da bobina

$$N = 0,309 \times 6.000$$

$$N = 1.859 \text{ espiras}$$

Tensão de saída determinada afim de diminuir a corrente, deixando o tamanho da bobina menor.

Corrente de saída

$$P = V.I$$

$$50.000 = 6000 \cdot I$$

$$I = 50.000/6000$$

$$I = 8,33 \text{ A}$$

Seção do enrolamento

$$S_e = 2,11 \times 1859$$

$$S_e = 3922,49 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ou } 32,2249 \text{ cm}^2$$

### 1.11.3. Transformador

Cálculo em modelo ideal para fins demonstrativos, estimativa de corrente gerada desconsiderando perdas.

Fórmula referencial:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$6.000/127 = 200/x$$

$$25.400 = 6.000x$$

$$X = 25.400/6.000$$

$$X \approx 5 \text{ Espiras}$$

$$6.000/220 = 200/x$$

$$44.000 = 6.000x$$

$$X = 44.000/6.000$$

$$X \approx 8 \text{ Espiras}$$

Agora levando em consideração a corrente de saída, temos:

$$6000/127 = x/8,33$$

$$49.980 = 127x$$

$$X = 49.980/127$$

$$I = 393,54 \text{ A}$$

$$6.000/220 = x/8,33$$

$$49.980 = 220x$$

$$X = 49.980/220$$

$$I = 227,18 \text{ A}$$

#### 1.11.4. Motor

Rotação por minuto:  $Rpm = 120 \times f / np$

$$Rpm = (120 \times 60) / 6$$

$$Rpm = 7.200/6$$

$$Rpm = 1.200$$

Inercia:  $I = (M.R^2)/2$ . Massa adotada considerando o peso dos imãs e acessórios, somados a impedância estimada, ficou em 130 Kg.

$$I = (130 \cdot (1,20^2)) / 2$$

$$I = 187,2 / 2$$

$$I = 93,6$$

$$I = 93,6 \text{ Kgf.m}$$

Torque:  $1 \text{ Kgf.m} = 0,1 \text{ N.m} \mid T = 9,36 \text{ N.m}$ .

Watts:  $1 \text{ Kgf.m} = 9,81 \text{ watts} \mid W = 918,2 \text{ watts}$ .

A uma tensão de 127V a corrente será de 7,23 Amperes.

#### 1.12. CONSUMO DO EQUIPAMENTO

Entre os consumidores do equipamento estão o microcontrolador, o sistema de resfriamento e os carregadores de baterias, no qual, aplica-se o consumo na energia gerada pelo

equipamento, uma parte da energia gerada para abastecer a rede é quem irá alimentar o próprio equipamento.

Consumo médio de um compressor simples: 90 W

Tensão de entrada 110 V (127 V)

$$I = P/V$$

$$I = 90/127$$

$$I = 0,75 \text{ A}$$

Consumo do motor deste modelo: 7,3 A.

Consumo dos Coolers: 3 A.

Consumo do sistema eletrônico: 1 A.

Consumo do carregador de baterias: 20 Ah.

Sistema de refrigeração: 0,75 A.

Rotor: não determinado.

Consumo total sem o rotor: 36,3 A.

### 1.13. MANUTENÇÃO

Para manter o equipamento em atividade sem avarias ou quaisquer transtornos, há a necessidade de se realizar a manutenção preventiva no equipamento, sendo está realizada de forma que não seja necessária a interrupção do abastecimento de energia.

Para tal, uma adequação no painel de distribuição se faz necessária, onde o seu dimensionamento será realizado para receber um segundo grupo gerador em paralelo, com um chaveamento para alternar a alimentação do primeiro para o segundo, mantendo assim o abastecimento de energia durante o processo de manutenção.

Desta maneira, a manutenção no equipamento poderá ser realizada de forma segura, havendo troca de peças e ou componentes sem que haja a interrupção do abastecimento.

Utilizando uma chave seccionadora manual de 400 A monofásica para alternar entre uma alimentação e outra, funcionando de forma inversa a seu uso padrão de ligado e desligado, para ligar o gerador 1 e ou o gerador 2.

Desta forma, não se ocorre risco de uma alternância não desejada entre alimentações de forma automática durante a manutenção, garantindo que não haja risco para o técnico em manutenção.

Além desta etapa de precauções, ainda são aplicáveis outros métodos, como a Resolução 482 da ANEEL bem como atender com as exigências da SRG e da PROINFA.

## PROTÓTIPO

Para testar o projeto como um todo, a funcionalidade, montamos um equipamento de baixo custo, utilizando basicamente sucata e reciclados para sua confecção.

A estrutura de montagem, a carcaça do equipamento, foi construída em madeira de móveis que foram descartados, assim como o eixo, porém, este último foi um cabo de vassoura reciclado, além de canos em PVC para isolamento e resfriamento e também para a criação do colchão magnético.

Os componentes funcionais do projeto como as bobinas, são estatores de ventiladores que também foram reciclados e aplicados, já os mancais, imãs e motor foram comprados para esta ideia, apesar de estes últimos serem de valor mais acessível e de qualidade inferior ao esperado para o projeto.



Na fixação dos componentes, ao corpo do protótipo, foram utilizados parafusos, cola quente, *durepoxi* e *arauditi* (cola a partir de resina epóxi), que apresentam um bom custo-benefício para a prototipagem.

Em aspectos funcionais, cada estator de ventilador utilizado possuem 3 enrolamentos de bobinas cada, com potência em funcionamento de 42 W, possuindo um diâmetro interno de 3,8 cm aproximadamente e aproximadamente 6cm de diâmetro total, ao qual não sabemos o número de espiras em cada enrolamento tão pouco o diâmetro do fio de alumínio esmaltado utilizado.

Os ímãs aplicados ao eixo, com função de rotor magnético, possuem 4cm de comprimento, 1cm de largura e 1mm de espessura, com grade magnética a uma distância de 2mm do estator de 1100 Gauss, sendo ele um ímã de Neodímio, distribuídos em 4 polos para cada estator.

Neste modelo de menor escala, foi aplicado um motor de ímãs permanentes com tensão de alimentação em 12 V e potência máxima de trabalho em 84 W, com 18200 RPMs ao qual foi aplicado uma caixa de redução de 1:5, criando uma rotação ao eixo de 3640 RPMs, com torque final de 2 Kg.f/m.

No eixo, foram aplicadas duas camadas de resina epóxi para melhorar sua resistência e os ímãs colados a ele utilizando a araudite e posteriormente reforçados com a aplicação de durepoxi, dispondo os ímãs em duas fileiras, com 5 cm de distância de um estator a outro, em polos positivos e em lados opostos do eixo e duas fileiras em polos sul, com as mesmas distribuições dos polos norte, com diâmetro do eixo sem os ímãs é de 2,3 cm e com os ímãs passa a ser de 3,5 cm.

Já os mancais utilizados, possuem o diâmetro interno para o eixo de 2,5 mm, fazendo-se necessário o uso de buchas com 2mm de espessura, ao qual foi utilizado para esta finalidade, anéis plásticos retirados de garrafas pets.

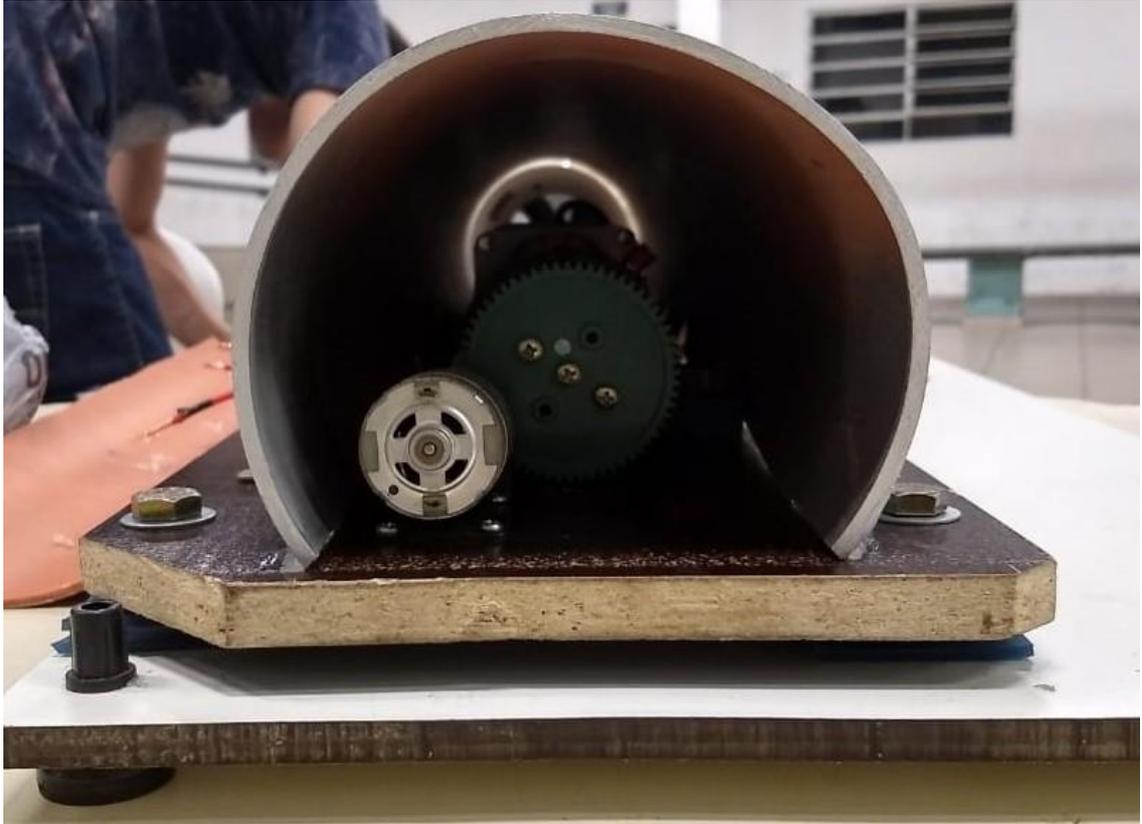


E visando custos, para alimentação do motor, utilizamos baterias de carro, com 12 V e capacidade de 60 A, o sistema de amortecimento de vibrações foi realizado utilizando pedaços de silicone rígido (porem flexível), que foram reciclados.

Na refrigeração, aplicamos hélices de coolers reciclados que foram removidos de suas carcaças e furados, onde foram colocados no próprio eixo com a finalidade de puxarem e forçarem o ar a circular de uma ponta a outra do eixo removendo o calor das bobinas, este método de resfriamento foi escolhido de forma a não aumentar o custo do equipamento, e funcional devido ao isolamento da parte geradora das demais partes como mostra a figura 10 abaixo.

A contraparte do colchão magnética levou como carcaça estática um anel de PVC com 1cm de largura, contendo 10 ímãs de neodímio com 0,8cm de diâmetro e 0,8 cm de espessura colados por araudite e reforçados com cola quente e no eixo 8 ímãs iguais colados da mesma forma.





## ANÁLISE E TESTES

Para uma noção matemática do potencial e da eficiência do equipamento, foram realizados testes em diferentes formas e aplicados os valores obtidos em cálculos, onde, através do mesmo, obtemos um parâmetro geral para o equipamento adotando um referencial teórico.

Referencial teórico para cálculos  $V_{(0)} = V_p \cdot \text{sem} (Wt) + \square$  (Nº de fases)

Primeiro teste.

O primeiro teste foi realizado girando o eixo com as mãos e medindo apenas um enrolamento de três enrolamentos do núcleo gerador, mesmo sem obter precisão numérica de RPMs, número de espiras ou a força em GAUSS do campo magnético, tendo apenas o referencial de 500 Gauss.

Neste teste, obtemos 1,8 Vrms ou 2,54 Vp, onde obtemos o referencial teórico de total de geração de 8,22 Vrms em todos os 4 núcleos presentes no protótipo, o que garante um potencial de geração de 24,66 Vrms em todos os 12 enrolamentos.

Devido a condições de teste, ao material sucateado utilizado, da falta de precisão nesta primeira tentativa e na ausência de equipamentos de medição além do voltímetro, não se pode precisar a corrente elétrica gerada e, portanto, a potência gerada.

Segundo teste.

No segundo teste tentou-se utilizar o motor, porém, a fonte de alimentação do motor não estava fornecendo a potência necessária para pleno funcionamento e, ainda nas mesmas condições do teste anterior, a um valor estimado de 30 RPMs.

Apesar de obter um referencial para a rotação do eixo (Wt), adotamos que o valor da tensão medida, seja a máxima tensão gerada pelo equipamento mesmo em rotações maiores, logo, o potencial máximo de tensão gerada pelo equipamento adotado está no valor de tensão medido 2,5 V e será calculado como potencial máximo mesmo a 120 Hz.

Neste segundo modelo experimental, adotando-se o referencial informado, gerou-se 2.5 Vrms ou 3.59 Vp, portanto, temos o referencial teórico de 11,53 Vrms em 4 núcleos, o que garante um potencial de geração em 12 enrolamentos de 34.59 Vrms.

Terceiro teste.

Na terceira tentativa obtemos ainda nas mesmas condições de teste dos modelos anteriores já citados, porém com o motor em plena carga e agora, o valor gerado é de 27,6 Vrms, o que garante o 126,39 Vrms em 4 núcleos.

Neste terceiro experimento temos o potencial estimado em 379,17 Vrms em todos os 12 enrolamentos.

Quarto teste

Nesta etapa, já utilizando o motor em plena carga, em 18200 RPMs e uma caixa de redução de 1:5, obtendo-se 3640 RPMs no eixo, onde temos 120 Hz, com uma corrente de consumo do motor em 3A.

Nesta etapa obtemos o valor de 28 Vrms e 39,59 Vp, garantindo 176,76 V em 4 núcleos e 530,29 V nos 12 enrolamentos.

Ainda não realizados medições em todos os enrolamentos individualmente para precisar o valor gerado empiricamente, e o mesmo se aplica a medição das fases conjuntas em série ou paralelo, portanto, não se consideram variáveis, tendo estes valores apresentados apenas por meio de cálculos através da fórmula aqui apresentada.

Quinto teste

Durante o quinto teste o equipamento sofreu um desalinhamento das bobinas em relação ao rotor, o que ocasionou na trava do equipamento e a ruptura da engrenagem motriz.

Antes da falha, constamos que o sistema de resfriamento de fato funciona e reduz perdas no equipamento, além de melhorar seu desempenho.

Esta falha se deu devido a ausência de contra porcas, um erro de montagem que nos custou mais investimento em tempo e dinheiro para remontar o equipamento e alinhar novamente as bobinas.

### Sexto teste

Após remontar o equipamento, notamos que alguns enrolamentos foram danificados e tivemos que inutilizar um núcleo inteiro. Verificamos a continuidade das bobinas e identificamos que as demais ainda possuíam continuidade em seus terminais.

Entretanto, durante o teste para determinar a corrente gerada, utilizando uma lâmpada de 14 W, identificamos que todas as bobinas, todos os enrolamentos, haviam sido danificadas durante o quinto teste, e isto impossibilitou a medição de corrente.

Por fim, conseguimos colocar a prova o colchão magnético, onde o constatou-se que o equipamento após romper a inercia, se mantinha em atividade, em giro do eixo, com uma quantidade de energia menor do que quando sem ele.

## 1.1. ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS

A extrema precisão e delicadeza do equipamento se mostraram muito rígidas em relação ao material utilizado e devido ao trabalho com sucata, ao tempo curto onde, um mês e meio de tempo de testes nos foi tirado devido troca de professores, não tivemos tempo hábil para realizar as correções após o sexto teste.

Dentre os resultados obtidos até o quarto teste, podemos determinar que em relação a tensão, o equipamento gera mais do que necessita para se manter, gerando um valor estimado em série de 530,09 V e necessitando de 12 V.

Em relação a potência, sabemos que cada enrolamento tem uma capacidade máxima de 0,3 A, o que nos coloca em um empasse, podemos determinar que esta corrente é pertinente a 127 V e que geramos aproximadamente 23% deste tensão e que geramos o mesmo valor proporcional em corrente, este valor nos daria 0,83 A nos 12 enrolamentos e nos entregaria uma potência de 23,194 W em paralelo.

A contraponto, podemos dizer que o valor em GAUSS aplicado de 1100 GAUSS sobre os enrolamentos e com a proximidade de 2 mm foi o suficiente para retirar 50% da capacidade de corrente, já que a tensão saturou em 28 V com esta proximidade e a corrente ganhou um acréscimo devido ao mesmo, nestas condições, a corrente passa a ser de 0,15 A por enrolamento e 1,8 A nos 12 enrolamentos e nestas condições geramos 50,4 W.

Na primeira relação, o equipamento não é capaz de se manter, já que necessita de 36 W para se manter, já na segunda relação, seríamos capaz de não só manter o equipamento com seus 36 W mas também ligar algo com até 12 W além deste.

Dois pontos a serem observados apesar das falhas, são o colchão magnético e o sistema de resfriamento, que apesar dos problemas de prototipagem, ou estruturais, mostraram uma melhora da eficiência do equipamento e conseqüentemente se mostraram eficientes, apesar de os mesmos também apresentarem falhas estruturais, ainda foram úteis e cumpriram seus papéis.

Novos testes serão realizados após a data de submissão deste artigo, com novas bobinas, imãs mais fortes e com equipamentos mais precisos, assim podendo determinar com exatidão a eficiência do equipamento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao início da proposta de pesquisa, havia em mente a necessidade de obter energia elétrica de forma limpa e barata, uma solução ao meio ambiente e a sociedade, que em muitos locais como Jacutinga-MG, não haviam suprimentos energéticos suficientes ou acessíveis como aponta a ONU.

Diante desta problemática, decidimos por propor uma nova forma de obtenção de energia elétrica, uma nova matriz a partir da energia química, onde infelizmente não dispomos de tempo suficiente para confirmar ou refutar a hipótese até a data de submissão do artigo.

Levar energia a baixo custo a sociedade, diante deste modelo, é possível, já que R\$ 20.900,00 neste modelo proposto, seriam suficientes para abastecer 10 casas com famílias médias de 4 pessoas, onde, em um ano o valor do equipamento seria quitado a um valor médio de R\$ 174,16 mensais e os próximos 4 anos não representariam custos, havendo uma economia de R\$ 100.320,00 total e para cada família R\$ 10.320,00, podendo ainda ser dimensionado um equipamento com custo menor ou até mesmo atender a mais famílias de baixa renda, mantendo se ainda uma solução viável em situações menos favoráveis.

Como solução ao meio ambiente, o equipamento atende com a exigência, já que não emite poluentes ou qualquer outra fonte nociva ao mesmo, além possuir uma ruído baixa que, apesar de ser baixa, pode ser neutralizada com equipamentos ou apenas com a montagem corretas.

A pesquisa partiu da hipótese de que é possível gerar energia elétrica através da energia eletroquímica, assim como os carros elétricos da tesla de alta performance, devido ao avanço tecnológico na área de baterias que hoje conseguem manter equipamentos robustos e de grande consumo.

Durante a pesquisa, verificou-se soluções para os problemas de geração neste modelo, como o colchão magnético, para suplantando a energia mecânica e romper com a impedância, o resfriamento do grupo gerador, para diminuir o efeito joule e o confronto dos dados de geração de energia com os de energia consumidas no processo, onde colocamos em teste através de um protótipo de baixa eficiência e em relação matemática, constatamos que o equipamento é capaz de atender com a problemática proposta.

Devido ao custo elevado do equipamento, não foi possível realizar a montagem de um equipamento de alta performance, capaz de sustentar uma casa ou as dez casas como proposto, valendo ainda testar o equipamento de alta performance em atividade e se há limitações, portanto, ainda cabem novos testes e experimentos práticos dispondo de mais recursos.

Durante a pesquisa, procuramos informações e limitações sobre outros modelos de geração de energia, bem como a eficiência de equipamentos eletroquímicos existentes e em atividade além aplicar todos os conceitos atuais para cada um dos resultados encontrados no mercado em um protótipo de baixo custo afim de experimentar a ideia e conseguir informações empíricas sobre a performance e eficiência da ideia proposta.

Este equipamento construído, o protótipo do NGT, não dispôs de nenhum recurso minimamente desenvolvido para a finalidade utilizada, desde o motor, as bobinas, as engrenagens e até mesmo a montagem do equipamento foram feitas de peças de segunda linha ou sucata ou até mesmo para outras finalidades que exigissem menos do mesmo, além de dispor apenas de ferramentas simples, encontrando dificuldades imensas até mesmo para furar a estrutura para fixar os componentes assim como fixar os ímãs utilizados.

Outra dificuldade encontrada, foi em tempo destinado a ele, já que até mesmo a logística para transporta-lo até o local de testes e a armazenagem do mesmo foram dificultadas na instituição destinada, além do problema interno administrativo que nos consumiu um mês e meio de testes, que culminou na não finalização dos testes propostos até a data de submissão, podendo ter sido testado de forma ampla e com mais profundidade em outra situação.

É recomendada a pesquisas futuras, utilizar equipamentos dimensionados para a finalidade proposta e com eficiências melhores, se atentar a exatidão e delicadeza da montagem

de um protótipo para então, determinar sua funcionalidade x eficiência de forma precisa em todos os aspectos, enxergando novas aplicações dos conceitos apresentados em outras finalidades ou corrigindo falhas aqui não percebidas.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Segunda edição. Brasília. 2005.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Terceira edição. Brasília. 2008.

DAEMON, Carol. **Como funciona uma termoeletrica?** Encontrado em: <http://caroldaemon.blogspot.com/2013/09/como-funciona-uma-termoeletrica.html>. Publicado em: 01/11/2013. Acessado em: 16/11/2018 às 19:36 horas.

FILIPE, Diego Barbosa Leite; LOBATO, Emanuel De Melo, QUINTAN, Vinicius Contilio. **Energia eólica: análise sobre o potencial eólico brasileiro**. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/1830/1008>. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense. Acessado em: 03/11/2018 às 20:00 horas.

FREEDON. **Catálogo técnico bateria estacionária**. Encontrado em: [www.freedomestacionaria.com.br](http://www.freedomestacionaria.com.br).

GRUBB, M. J; Meyer, N. I. **Wind energy: resources, systems and regional strategies**. In: JO-HANSSON, T. B. et. al. Renewable energy: sources for fuels and electricity. Washington, D.C.: Island Press, 1993.

GUIMARÃES, Valdir. **Física I, Aula – 9. Rotação, momento, inércia e torque**. Instituto de Física- Universidade de São Paulo. 2º Semestre de 2013. Encontrado em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/131949/mod\\_resource/content/1/9-Rotacao\\_inercia.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/131949/mod_resource/content/1/9-Rotacao_inercia.pdf). Acessado em: 17/11/2018 às 15:38 horas.

LISBOA, Instituto politécnico. **Tabela comparativa das especificações técnicas de alguns aerogeradores urbanos existentes no mercado**. Encontrado no repositório online em:

Tabela comparativa das especificações técnicas de alguns aerogeradores urbanos existentes no mercado. Acessado em: 22/02/2019 às 00:23.

ITAIPU. **Casa de força**. Encontrado em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/casa-de-forca>. Acessado em: 16/11/2018 às 19:00 horas.

ITAIPU. **Unidades geradoras**. Encontrado em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/unidades-geradoras>. Acessado em: 16/11/2018 às 19:00 horas.

JUNIOR, Mario Cesar Machado. **Turbinas**. Encontrado em: <https://www.webartigos.com/artigos/turbinas/32834>. Publicado em 18/02/010. Acessado em 16/11/2018 às 18:29 horas.

MARTIGNONI, Alfonso. **Série de manuais técnicos, Teoria da eletrotécnica**, Editora EDART São Paulo, terceira edição. 1967

ONU (Organização das Nações Unidas). **17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)**. Publicado em 25/09/2015 e atualizado em 12/04/2017

REDAÇÃO Indústria Hoje. **O que é um gerador eólico?** Encontrado em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-um-gerador-eolico>. Publicado em 12/01/2014. Acessado em: 16/11/2018 às 20:00 horas.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "**Eletricidade: Acionamento de Motores Elétricos**". *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/eletricidade-acionamento-motores-eletricos.htm>. Acesso em 17/11/2018 às 01:07 horas.

SHAMIEH, Catleen; MCCOMB, Gordon. **Eletrônica para leigos**, segunda edição da Alta Books. 2011.

TORRES, Gabriel. **Eletrônica para autodidatas, estudantes e técnicos**, primeira edição Novaterra. 2016.

UDAETA, M.E.M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico -PIR**, (Pensando o Desenvolvimento Sustentado) Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.