



UMA PROPOSTA DE AEROGERADOR AUTOMOTIVO

Lorenzo Castro Areias – lorenzoareias@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Engenharia Mecânica. Rodovia BR 101 Norte, Km 58, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES, CEP: 29932-540.

Flávio Lopes da Silva – flaviolopes@ifes.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia de Controle e Automação. Rodovia ES 010, Km 6,5, Manguinhos, Serra, ES, CEP: 29173-087.

Jardel Merlim Faria – jardel.merlim@ifes.edu.br

Gledson Melotti – gledsonmelotti@yahoo.com.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Coordenadoria Técnica de Eletrotécnica. Rodovia BR 101 Norte, Km 58, Bairro Litorâneo, São Mateus, ES, CEP: 29932-540.

***Resumo:** Este trabalho tem como objetivos incentivar alunos a desenvolverem pesquisas ou estudos com reaproveitamento de equipamentos ou materiais recicláveis, bem como o estudo de uma alternativa para geração de energia elétrica por meio da energia eólica. Para tanto, realizou-se um estudo sobre o aproveitamento de um alternador usado de carro para a geração de energia elétrica. Desta forma, pretende-se obter tal geração por meio do impacto da massa de ar, que se adquire quando o carro está em movimento, como uma forma de captar energia para recarregar uma bateria. Assim, em um primeiro momento, obteve-se velocidade de rotação do alternador no momento em que a tensão elétrica foi suficiente para recarregar uma bateria de doze volts. Com a velocidade em questão foi feito um estudo sobre a inclusão de um sistema de transmissão de engrenagens com uma hélice acoplada no alternador, com a finalidade de aumentar a velocidade de rotação e ter a possível energia elétrica disponível na saída do alternador. Observa-se que este é somente o primeiro passo de uma pesquisa muito mais elaborada que leva em considerações a aerodinâmica do rotor, dimensionamento do sistema de multiplicação de velocidade e mecanismos mais elaborados para uma maior eficiência do sistema, que se pretende estudar em trabalhos futuros.*

***Palavras-chave:** Alternador, Velocidade de rotação, Energia eólica, Sistema de engrenagem, material reciclável.*

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de garantir a diversidade entre as fontes de energia, bem como a não degradação do meio ambiente, motivaram o interesse em energias renováveis, como a solar, eólica, mar e biomassa (PATEL, 2006). Assim, desde o início dos tempos o homem busca formas de gerar energia para seu consumo. Nos dias de hoje, a busca por



uma fonte de energia renovável e limpa movimentam milhares de dólares por ano em pesquisas. Um fato que está associado com o futuro de nosso planeta e nossa civilização (CASTRO, 2009).

As energias renováveis vêm a cada dia ganhando mais espaço no meio tecnológico e político. Nações ao redor do globo se reúnem para discutir o futuro sustentável do planeta e esta forma de produção de energia alternativa se difunde no mundo. Uma das alternativas é a energia eólica, que é uma energia limpa e renovável. Esta energia necessita de áreas de forte atuação de ventos, para a geração de energia elétrica em grande escala (CASTRO, 2009; PATEL, 2006).

A energia eólica produz energia elétrica por meio de máquinas conhecidas como aerogeradores, que são divididas em três partes principais: o rotor, a cabina e torre (CASTRO, 2009). Em grande parte, os aerogeradores são concentrados em parques eólicos, para que a produção de energia se torne viável. Porém, nada impede dos aerogeradores serem utilizados isoladamente, com o objetivo abastecer localidade de difícil acesso ou distante da rede de transmissão. Além disso, pode-se ter aerogeradores de baixa tensão, quando se tem requisitos que limitam a energia elétrica.

A tecnologia de aerogeradores encontra-se em constante ascensão (AREIAS *et al.*, 2012). Contudo, apresenta um custo elevado, quando comparado a outras fontes energéticas (PATEL, 2006). Porém, pode-se optar pela construção de micro-aerogeradores, que possui um custo reduzido. Pode-se também, optar pelo aproveitamento de alguns materiais e equipamentos de outros dispositivos, bem como materiais recicláveis.

O presente trabalho visa explorar uma das áreas da engenharia que está em alta no mundo, a busca do aproveitamento de energia eólica como fonte de energia renovável para diversas aplicações. Assim, este trabalho tem como finalidade realizar um estudo sobre o aproveitamento de um alternador usado de carro, como forma de obter energia elétrica para recarregar uma bateria de doze volts, sem a necessidade de utilizar o motor do carro para o propósito em questão.

2. DESENVOLVIMENTO

No primeiro momento estudaram-se os conceitos básicos de circuitos magnéticos e materiais magnéticos, princípios de conservação de energia, introdução às máquinas rotativas e máquinas polifásicas de indução (AREIAS *et al.*, 2012; FITZGERALD *et al.*, 2008).

Após os estudos básicos de máquinas elétricas, realizaram-se algumas aulas práticas como forma de compreender o funcionamento de máquinas. Uma das práticas foi sobre a influência da corrente de campo na tensão gerada na armadura do gerador, bem como conhecer o comportamento da curva de magnetização do gerador CC (corrente contínua).

Outro estudo prático foi a de obter as curvas de tensão de saída de gerador CC de excitação com e sem carga. Assim, foi possível mostrar a diferença de tensão quando o gerador está a vazio e com carga. Neste estudo foi possível avaliar o comportamento da corrente e da tensão quando o gerador está ligado a três lâmpadas em paralelas, a fim de levantar a curva de tensão e avaliar fenômenos como o de regulação de tensão. Bem como realizar um estudo teórico sobre tal assunto, que envolve perdas internas por causa da resistência interna.

Com o conhecimento adquirido sobre o comportamento de máquinas CC, iniciou-se um estudo sobre os geradores elétricos. Os estudos tiveram como base o trabalho de

conclusão de curso de SANSON & FILHO (2006): Projeto Básico de um Sistema Aerogerador. Além desse trabalho de conclusão de curso, o livro de CASTRO (2009) foi utilizado, que se configura uma importante base para o início de estudos de geração eólica. Outro livro bastante completo em relação a este assunto é o livro de PATEL (2006), *Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis and Operation*, livro este que descreve um aspecto global da tecnologia, além de descrever princípios físicos e equipamentos presentes neste tipo de geração de energia.

A Figura 1 é meramente ilustrativa, somente mostra as ideias iniciais do projeto, e não do projeto final do protótipo. Os estudos existentes na literatura devem ser adaptados para o projeto em questão e suposições novas são consideradas a cada tomada de decisão no desenvolvimento do protótipo.

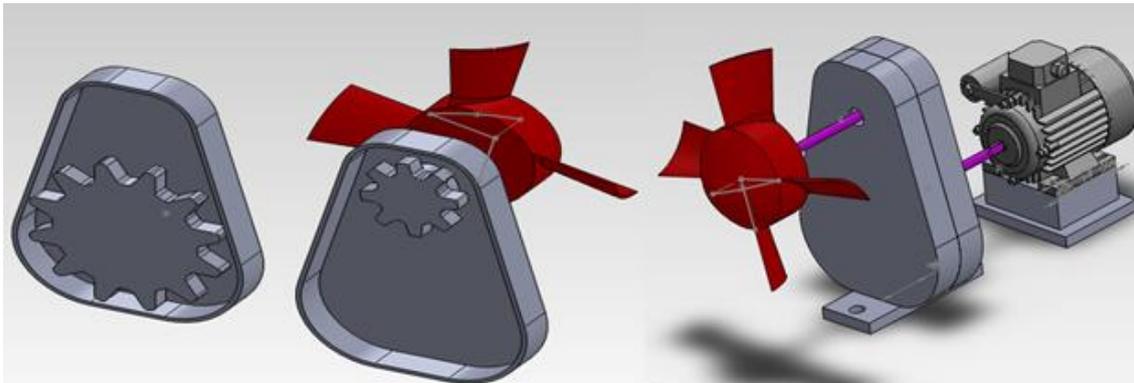


Figura 1: Rotor, caixa de redução e dispositivo montado.

3. ALTERNADOR

Para o estudo do desenvolvimento do protótipo foi utilizado um alternador reciclado de carro com os seguintes dados: GCA 14 V 32 - 55 A (gerador síncrono com saída retificada), conforme Figura 2.



Figura 2: Alternador – GCA 14 V 32 - 55 A (gerador síncrono com saída retificada).

Realizou-se um teste em uma auto elétrica para saber se o alternador estava funcionando corretamente. Foi possível perceber o comportamento do alternador quando ligado a alguma carga elétrica. Observou-se que o alternador quando operado a

vazio (sem carga) apresenta rotações altas sem resistências. A partir do momento em que uma carga é ligada ao sistema elétrico do alternador, uma resistência mecânica e elétrica são formadas, diminuindo bruscamente a rotação do equipamento e a tensão fornecida, valor este visualizado pelo multímetro. Este fato justifica o dimensionamento de um sistema de transmissão eficiente para atender as necessidades do projeto do gerador eólico e assim diminuir as perdas existentes.

É importante notar que o catálogo obtido do alternador não traz informações a respeito das rotações com as tensões geradas. Dessa forma, realizaram-se testes no laboratório de máquinas elétricas para determinar uma relação de rotação por tensão.

3.1. Princípio de Funcionamento

O circuito elétrico para ligar o alternador na bateria é ilustrado pela Figura 4.

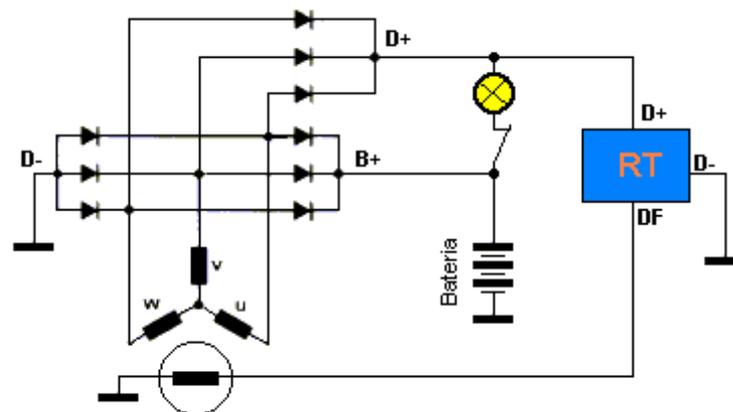


Figura 4: Circuito elétrico do alternador. Fonte: Apostila da ETEC Martin Luther King – Eletrônica Automotiva – Prof. José Carlos.

O alternador no carro é acionado pelo próprio motor. A finalidade é alimentar todos os dispositivos e ainda recarregar a bateria, quando o motor está ligado. Em um primeiro momento, o alternador produz uma corrente alternada que é imediatamente transformada em corrente contínua, por meio de uma ponte retificadora (ETEC, 2012).

Com o rotor em funcionamento e a bobina de excitação energizada têm-se tensões nas fases w, u e v que fornecerão correntes alternadas, que irão entrar em contato com os diodos de excitação. A corrente que atravessa os diodos retificadores alimenta o circuito elétrico do carro e recarrega a bateria. A corrente produzida pelo alternador é responsável de manter a bobina de excitação energizada (ETEC, 2012).

Note que é necessário um circuito de pré-excitação, pois quando o carro está desligado não há corrente produzida no estator que se encarrega de manter a bobina de excitação energizada.

A lâmpada, que está em série com a bobina de excitação e o comutador no circuito da Figura 4, faz parte do circuito de pré-excitação. Quando a chave é ligada, a lâmpada irá acender. Esta combinação de lâmpada em série com bobina de excitação se faz necessária, pois quando é ligada a chave de ignição, o circuito de pré-excitação irá energizar a bobina. Quando o motor entra em funcionamento, o rotor do alternador estará girando, produzindo carga no estator. Assim, neste momento, o circuito de pré-

excitação não estará mais conectado com o alternador, pois o próprio alternador irá se manter energizado.

Além do circuito de pré-excitação, o alternador possui um regulador de tensão (RL). Assim, a tensão do alternador sempre se manterá dentro de uma faixa fixa, não importa qual regime (com ou sem o circuito de excitação) de funcionamento de rotação do rotor (ETEC, 2012).

3.2. Teste de rotação versus tensão gerada

Para realizar os testes do alternador no laboratório foi incluído um resistor de 100 Ω no lugar da lâmpada. Durante os teste observou-se que a auto excitação tem início no momento em que o alternador atinge uma tensão de aproximadamente 1,25 V, pois neste momento a tensão medida em cima do resistor começa a cair. Tendo uma tensão inicial em cima do resistor em torno de 12 V (tensão da bateria) e com rotação nula no alternador.

Quando a rotação alcançou aproximadamente 2600 RPM, a tensão no resistor foi de aproximadamente zero e a tensão em cima da bateria em torno de 14 V. Desta maneira, o alternador alcançou a autoexcitação por completo. Neste instante foi desconectado o resistor e observou-se que o alternador manteve a tensão de saída carregando a bateria. Assim, pode-se afirmar que a rotação que faz o alternador gerar energia é de 2600 RPM.

4. ROTAÇÃO DA HÉLICE

Depois de iniciado os teste com o alternador, foi realizado um experimento para descobrir a rotação da hélice de captação da massa de ar do sistema. O teste ideal deste equipamento poderia ser realizado em um túnel de vento, onde todas as variáveis são controladas e que permite uma maior confiabilidade nos resultados, mas a instituição não possui tal túnel de vento. Entretanto, por falta deste equipamento, uma alternativa foi criada para obter dados de rotação da hélice com relação à velocidade de um veículo.

Obteve-se uma hélice de ar-condicionado e um tacômetro digital. Por meio de um mecanismo de acoplagem, a hélice foi exposta ao lado de fora de um carro. Conforme se aumentava a velocidade do carro, media-se a rotação da hélice por meio do tacômetro. Foram feitas três medições que podem ser evidenciadas pela Tabela 1 e na Figura 5.

Tabela 1: Relação de velocidade do veículo versus rotação da hélice

Velocidade X Rotação da Hélice			
Velocidade (km/h)	Rotação (RPM) 1	Rotação (RPM) 2	Rotação (RPM) 3
20	40	38,16	35,33
40	77,16	81,50	85,33
60	130,5	121,16	135,83
80	148,5	169,66	158,33

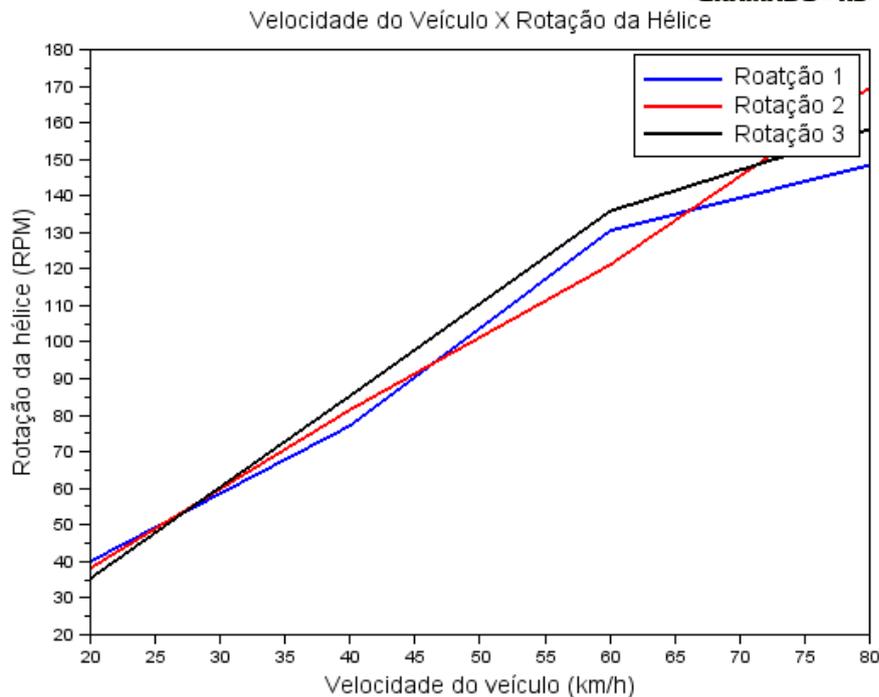


Figura 5: Comparação da velocidade do veículo x rotação da hélice.

O teste foi realizado direcionando o laser do tacômetro digital para uma das seis palhetas presentes na hélice. Optou-se por essa forma de leitura, pois havia uma dificuldade de se realizar a leitura da rotação a partir do eixo. Deste modo os valores mostrados no visor do tacômetro faziam referencia a variação da rotação de uma palheta em relação à outra. Portanto, para ter o RPM de todo o sistema, foi efetuado a operação de divisão por seis (número de palhetas) de cada valor medido.

Vale ressaltar que este teste foi realizado com a hélice livre, ou seja, sem conexão com o alternador, e que estes valores são aproximados, uma vez que no ambiente em que se executou o teste não há o controle de todas as variáveis envolvidas como: variação do carro, inclinação da hélice, vibração do eixo e correntes de ar extras.

5. ENGRENAGENS

O estudo de um sistema de transmissão eficiente é de extrema importância para o desenvolvimento do projeto. A transmissão será feita por meio de engrenagens. De acordo com SARKIS (2009, p. 75): “Denomina-se engrenagem a peça de formato cilíndrico (engrenagem cilíndrica), cônico (engrenagem cônica) ou reto (cremalheira), dotada de dentadura externa ou interna, cuja finalidade é transmitir movimento sem deslizamento e potência, multiplicando os esforços com a finalidade de gerar trabalho”.

A fabricação de engrenagens pode ser realizada por meio de três métodos:

1. O método da usinagem, que é dividido em dois subprocessos:
 - Usinagem por ferramenta: consiste na utilização de uma máquina especializada para a formação das engrenagens, conhecida como fresa módulo, fresa de ponta e o processo brochamento.
 - Usinagem por geração: faz uso da fresa caracol (*hob*), cremalheira de corte e engrenagem de corte.
2. Método da fundição:



- Baseia-se na fundição do metal e o posterior derramamento em moldes pré-confeccionados. Essa fundição pode ser por gravidade, sob pressão ou em casca. (SARKIS, 2009).
3. Método sem a retirada de cavaco (resíduo):
- O método de fabricação sem a retirada do cavaco para SARKIS (2009, p. 76) é: “[...] dividido em dois subgrupos: forjamento e estampagem. Classificam-se como forjamento: extrusão e trefilação, laminação e forjamento em matriz. O processo de estampagem resume-se em ferramenta de corte”.

Engrenagens possuem como características gerais a constância na relação de transmissão, funcionamento seguro, transmissão de força sem deslizamento, vida longa em relação aos demais tipos de transmissão, bom rendimento, custo de manutenção reduzido e etc.

5.1. Engrenagens cilíndricas de dentes retos

Os dentes são dispostos paralelamente entre si e em relação ao eixo. É o tipo mais comum de engrenagem, possui um baixo custo de produção e apresenta a menor dificuldade de fabricação. É usada em transmissão que requer mudança de posição das engrenagens em serviço, pois é fácil de engatar. É mais empregada na transmissão de baixa rotação do que na de alta rotação, por causa do ruído que produz. A Figura 6 ilustra um exemplo deste tipo de engrenagem (ENGREMASA, 2013).



Figura 6: Engrenagens cilíndricas de dentes retos. Fonte: <http://www.engremasa.com.br/pt/?area=produtos&id=10>.

A Tabela 2 mostra o formulário para o dimensionamento de engrenagens cilíndricas de dentes retos (SARKIS, 2009, p. 80). Tal formulário é regido por duas normas internacionais: DIN 862 e 867.

Tabela 2: Formulário de dimensionamento de engrenagens cilíndricas de dentes retos.

Número de dentes (Z) $Z = \frac{d_0}{m}$	Módulo $m = \frac{t_0}{\pi}$
Largura do dente (a ser dimensionado ou adotado) b	Relação de transmissão $S_0 = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_{02}}{d_{01}} = \frac{n_1}{n_2}$



O dimensionado de engrenagens é um estudo que envolve diversas variáveis como a dureza do material e o tempo de uso das peças. O dimensionamento é feito sobre o pinhão, que é a engrenagem menor do sistema. A Equação (1) mostra o cálculo para o dimensionamento:

$$b_1 d_{01}^2 = 5,72 \times 10^5 \times \left(\frac{M}{P_{adm}^2} \right) \times \frac{l+1}{l+0,14} \times \varphi. \quad (1)$$

Em que b_1 é a largura do dente do pinhão (mm), d_{01}^2 é o diâmetro primitivo do pinhão (mm), M é o momento (torque) no pinhão ($N \times mm$), P_{adm} é a pressão admissível ($MPa(\frac{N}{m.m^2})$), φ é o fator de serviço (adimensional) e l é a relação de transmissão Z_2/Z_1 (adimensional) (Z_1 é o número de dentes da engrenagem 1 e Z_2 é o número de dentes da engrenagem 2).

Dentro do dimensionamento das engrenagens por meio da Equação (1), existem cálculos para a determinação de alguns componentes. Tais cálculos estão nas representados pela Equação (2) e Equação (3).

Cálculo de pressão admissível (P_{adm}):

De acordo com SARKIS (2009, p. 81), este cálculo é realizado para o dimensionamento de engrenagens baseado nas propriedades do material empregado, para que o sistema suporte as tensões mecânicas geradas durante o trabalho que se deseja executar. A Equação (2) é usada de acordo com a dureza *Brinell* de cada material. Em que HB = dureza *Brinell* e W = fator de durabilidade

$$P_{adm} = 0,487 \times \frac{HB}{W^{1/6}}. \quad (2)$$

Fator de durabilidade (W):

Este fator leva em consideração no dimensionamento, para se garantir a perfeita execução do trabalho por parte do sistema de engrenagens, baseando-se principalmente no tempo de serviço que a engrenagem será exposta, conforme Equação (3). Em que n = rotação (RPM) e h = duração do par (horas):

$$W = \frac{60 \times n \times h}{10^6}. \quad (3)$$

6. RESULTADOS

6.1. Dimensionamento do sistema de engrenagens

De acordo com os testes realizados tanto de rotação na entrada do sistema (hélice), quanto de rotação necessária para o abastecimento da bateria, pode-se dimensionar um conjunto de engrenagens. Tal conjunto será responsável pela multiplicação da rotação de entrada, para conseguir as rotações que o alternador necessita com a finalidade de obter a geração de aproximadamente 14 V.

Para o dimensionamento da caixa de multiplicação é necessário conhecer a rotação da hélice e a rotação de geração do alternador. Para este caso, foi escolhida a rotação da hélice de 169,99 RPM (80 km/h), pois como o sistema de engrenagens será simples,



composto somente por duas engrenagens, velocidades menores não seriam capazes de atingir a rotação necessária para a geração de energia. Neste caso, uma alternativa é a utilização de sistemas mais complexos de engrenagens, que utilizam de trocas de relações para alcançar o objetivo da geração, mesmo em rotações baixas. Porém não é o enfoque do estudo. A rotação do alternador é de 2600 RPM, rotação esta para que o alternador entre em seu estado autoexcitado, como citado anteriormente.

A potência do motor CC que serviu como fonte motriz para realização dos testes do alternador e obtenção da rotação de 2600 RPM foi de 184,61 W.

Com o valor da potência, obtém-se o torque por meio da Equação (4). Em que T é o momento (torque), P_{ot} é a potência do motor de acionamento e n é a rotação.

$$T = \frac{P_{ot}}{n} = \frac{184,61}{2600 \times (2 \times \pi/60)} = 0,678 \text{ N} \times \text{m} = 678 \text{ N} \times \text{m} . \quad (4)$$

Como a caixa de engrenagens possui um caráter multiplicador, precisa-se saber a relação de transmissão (l) que rege o dimensionamento do sistema, que está contido na Equação (1).

Para obter a quantidade de dentes realizou-se a relação da velocidade de geração do alternador pela velocidade da hélice: $2600/169,99 = 15,30$. Com base neste valor, definiu-se como sendo 15 a relação entre as engrenagens. Dessa forma, optou-se por fazer uma relação na ordem de 10, ou seja, 150 dentes por 10 dentes, conforme a Equação (6).

$$l = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{150}{10} . \quad (5)$$

Vale ressaltar que os números de dentes podem mudar de acordo com o módulo de engrenamento (padrão da máquina de fabricação).

Outro fator levado em consideração no dimensionamento de engrenagens foi o material utilizado e por consequência sua dureza Brinell (HB). O material escolhido foi a liga de alumínio AA6351 com HB de 510. Após definido o material, o procedimento que se segue é obter o fator de durabilidade por meio da Equação (3):

$$W = \frac{60 \times n \times h}{10^6} = \frac{60 \times 2600 \times 10^4}{10^6} = 1560 \text{ RPM h} . \quad (6)$$

Conhecido o W tem-se o valor de $W^{1/6} = 3,4055$. Assim, obtém-se a pressão admissível, por meio da Equação (2):

$$P_{adm} = \frac{0,487 \times 510}{3,4055} = 72,93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} . \quad (7)$$

Antes de obter o dimensionamento de engrenagens, optou-se por ter um fator de serviço $\varphi = 1$ (SARKIS, 2009), que indica um eixo de transmissão com carga uniforme. Tal fator indica em que condições o sistema de engrenagens está trabalhando.

Com todos os dados reunidos, pode-se obter o dimensionamento de engrenagens por meio da Equação (1):



$$b_1 d_{01}^2 = 5,72 \times 10^5 \times \frac{678}{(0,7293 \times 10^2)^2} \times \frac{15 + 1}{15 + 0,14} \times 1 = 77056,1671 \text{ mm}^3. \quad (8)$$

O diâmetro primitivo da menor engrenagem pode ser obtido por meio da Equação (9) (SARKIS, 2009):

$$\frac{b_1}{d_{01}} = 1,2 \rightarrow b_1 = d_{01} \times 1,2. \quad (9)$$

Substituindo o resultado da Equação (9) na Equação (8):

$$1,2 \times d_{01} \times d_{01}^2 = 77056,1671 \text{ mm}^3 \rightarrow d_{01} = \sqrt[3]{64213,472} = 40,04 \text{ mm}. \quad (10)$$

Com o valor do diâmetro primitivo da menor engrenagem, calcula-se o módulo do sistema de engrenagens por meio da Equação (11):

$$m = \frac{d_{01}}{Z_1} = \frac{40,04}{10} = 4,004 \text{ mm}. \quad (11)$$

Porém os módulos são tabelados de acordo com os tamanhos das ferramentas das máquinas de fresagem. A Tabela 3 mostra a relação entre módulo e fresagem.

Tabela 3: Relação de módulos com máquinas de fresagem.

Módulo (mm)	Incremento (mm)
0,3 a 1,0	0,10
1,0 a 4,0	0,25

Ao analisar a Tabela 3, nota-se que o módulo mais próximo de 2,005 mm é o de 2,0 mm. Depois de obter o módulo normalizado, recalculou-se o diâmetro primitivo da engrenagem, portanto:

$$d_{01} = m_n \times z = 4,0 \times 10 = 40 \text{ mm}. \quad (12)$$

Este valor representa o diâmetro da menor engrenagem, como a relação de transmissão é de 15/1, a maior engrenagem possui 300 mm de diâmetro.

Para finalizar o dimensionamento do sistema calculou-se a largura das engrenagens. Este valor foi obtido pela Equação (13).

$$b_1 d_{01}^2 = 77056,1671 \text{ mm}^3 \rightarrow b_1 = \frac{77056,1671}{40^2} = 48,16 \text{ mm}. \quad (13)$$

Com os valores de d_{01} , b_1 , módulo padronizado e relação de transmissão é possível construir o sistema de engrenagens.



7. CONCLUSÃO

Com os estudos realizados para obter os dados do alternador, pode-se pensar em iniciar a confecção de um sistema para geração de energia: rotor e caixa de multiplicação, sendo que o alternador e o rotor (hélice) foram obtidos juntamente com a instituição onde foi realizado o estudo, sendo reaproveitados por consequência do não uso. Esse fato pode ser uma desvantagem para o protótipo, uma vez que o equipamento não foi projetado especificadamente para esta aplicação e pode não refletir uma eficiência máxima do sistema montado. Porém, também é uma vantagem, uma vez que a pesquisa está em caráter inicial, e não há recursos financeiros disponíveis para a montagem de um sistema completo de geração. Além disso, não há estudo aprofundado sobre a construção de um sistema de geração eólica.

Apesar de não ter sido possível desenvolver um sistema completo de geração de energia por meio da força do vento, ou do impacto da massa de ar, acredita-se que esta pesquisa pode ser de grande valia para o incentivo do uso de equipamentos usados para criar outros dispositivos. Pode-se também afirmar que o estudo incentiva a busca por fontes de energia que contribuam para a redução da queima de combustíveis fósseis. A proposta, porém, pode-se confrontar em hipóteses como o aumento do coeficiente de arrasto e aumento do peso do veículo, mas esses fatores podem ser reduzidos pelo desenvolvimento de equipamentos específicos para esta aplicação.

Para novos projetos de desenvolvimento deste equipamento é visado o dimensionamento de um rotor específico, considerando variáveis como: material utilizado, ângulo de ataque de cada paleta, perfil aerodinâmico e número de paletas, que irão contribuir para aumentar a eficiência desta parte do sistema.

Para um estudo futuro é visado também o dimensionamento de um sistema de engrenagens mais eficiente e inteligente, dotado de sensores que percebam a velocidade do vento e realizam a troca das relações de engrenagens, com o objetivo de manter sempre a rotação ótima para a geração de energia. Com todas essas melhorias e evoluções, pretende-se no futuro o desenvolvimento de um produto que seja capaz de ser instalado no veículo de forma que potencialize o desempenho, mas não comprometa a estética.

8. AUTORIZAÇÃO/RECONHECIMENTO

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo do trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Ifes pela bolsa de pesquisa e pelo apoio financeiro para participar do evento. Os autores também agradecem aos professores da Coordenação do Curso Técnico de Eletrotécnico e da Coordenação do Curso Técnico de Mecânica pelas ajudas, que contribuíram para o estudo em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREIAS, Lorenzo C.; MELOTTI, Gledson; SILVA, Flávio L. Materiais para a produção de energia eólica. Anais: 20º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de



Engenharia e Ciências dos Materiais. Joinville, SC: UFSC-UEDESC-UNIVILLE-SOCIESS, 2012.

CASTRO, Rui M. G. Energias renováveis e produção descentralizada: introdução a energia eólica. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico. DEEC/Área científica de energia. 4^a ed. 2009. 93 p.

ENGREMASA. Disponível em: <<http://www.engremasa.com.br/pt/?area=produtos&id=10>>. Acesso em: 26 de maio de 2013.

ETEC Maritn Luther King. Eletrônica automotiva: apostila técnica. São Paulo-SP: ETEC, 2012.

FITZGERALD, Arthur E.; KINGSLEY, Charles Jr.; UMANS, Stephen D. Máquinas elétricas. 6^a ed. Porto Alegre – RS: Editora Bookman, 2008. 648 p.

PATEL, Mukund R. Wind and solar power systems: design, analysis and operation. 2^a ed. New York,USA: Taylor & Francis Group, 2006. 473 p.

SANSON, Diego M.; FILHO, Wilson C. P. A. Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico. Projeto básico de um sistema aerogerador. 2006. 130 p., il. Monografia.

SARKIS, Melconian. Elementos de máquinas. 7^aed. São Paulo – SP: Editora Érica, 2009. 359 p.

A PROPOSED WIND TURBINE AUTOMOTIVE

Abstract: *This paper aims to encourage students to develop a research or studies with the reuse of equipment or recyclable materials, as well as the study of an alternative for the electricity generation by wind power. Therefore, it carried out a study on the use of a used car alternator to generate electricity. Thus, it is intended to obtain such a generation by air mass impact, which is acquired when the car is in motion, as a means to capture energy to recharge a battery. Therefore, at first there was obtained a rotational alternator speed at the moment when the voltage was enough to charge a twelve volts battery. With the speed in question there was done a study about the inclusion of a transmission system gear with a propeller coupled to the alternator, in order to increase the speed of rotation and to have the possible electric power available at the output of the alternator. It is observed that this is only the first step of research much more elaborate that takes into consideration the aerodynamics of the rotor, the scaling speed multiplication system and more elaborate mechanisms for greater system efficiency, will be studied in future researches.*

Key-words: *Alternator, Rotation speed, Wind energy, Gear system, Recyclable material.*