



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA**

Experimento GAMA GOLFE

**Nathália Akemi – 17/0153070
Ana Luiza – 19/0024518
Lucas Pires – 18/0125923**

Brasília, DF



1. Introdução

O experimento Gama Golfe foi feito utilizando o veículo elétrico disponível na Universidade de Brasília - Campus Gama, fruto de trabalhos de conclusão de curso realizados na faculdade. Grupos de alunos dirigiram o veículo no estacionamento da universidade, por uma distância determinada, a fim de observar o funcionamento do veículo e propriedades como a corrente de partida.

Veículos elétricos VE são veículos que utilizam um ou mais motores elétricos para seu funcionamento, diferentemente dos veículos que utilizam motores de combustão interna. Os motores dos VEs são alimentados por eletricidade que pode ser armazenada em baterias ou células de combustível. Veículos elétricos podem ser divididos em: totalmente elétricos, híbridos e híbridos plugin.

Veículos totalmente elétricos podem ser a bateria ou a célula de combustível. Do inglês BEV (Battery Electric Vehicle), veículos elétricos à bateria utilizam a eletricidade armazenada em baterias para alimentar o motor elétrico. Enquanto os FCEVs (Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle) possuem células de combustível e utilizam o gás hidrogênio como fonte de energia. Veículos híbridos utilizam combustíveis como gasolina ou diesel para alimentar o motor de combustão e possuem também um motor elétrico e uma bateria. Veículos elétricos híbridos plug-in PHEV, possuem um motor a combustão e um motor elétrico, porém a bateria do seu motor elétrico pode ser carregada usando alimentação de uma fonte externa, como a rede elétrica.

Motores de veículos elétricos possuem um estator e um rotor e podem ser divididos em motores de corrente contínua CC e motores de corrente alternada CA.

2. O motor

O motor elétrico que compõe o veículo elétrico GamaGolfe é um motor alimentado por corrente contínua CC, através de 04 baterias de 12V em série. O motor possui um estator, componente fixo que possui ímãs, e um rotor, componente girante que possui uma bobina elétrica em seu interior. O funcionamento desse motor se dá devido ao fato de que os ímãs do estator geram um campo magnético e quando as baterias fornecem energia ao rotor, a corrente elétrica que atravessa as bobinas gera uma força magnética com polos invertidos, o que produz torque, fazendo o rotor girar.

O motor utilizado é da marca Advanced Motors & Drivers, 3.75 HP, 48V, 3150 rpm, modelo D00 – 4008A, Classe H. Esse é um motor de excitação independente, com um torque muito alto em baixas velocidades. O controlador do motor é um Altrax NPX4844EZ com redução de subtensão ajustável em 16-30 VDC.

3. Componentes do carrinho “Gama Golfe”

O objeto de nosso experimento contém diversos componentes que são importantes para o seu pleno funcionamento, dentre eles toda sua parte estrutural que contém:

- Conjunto de rodas e pneus;
- Chassi;
- Sistema de suspensão;

- Volante;
- Dentre outros.



Figura 1 - Fotografia do carrinho “Gama Golfe” por completo

Já para a parte elétrica/eletrônica diversos elementos foram utilizados para transformar esse veículo em um veículo 100% elétrico, não dependente de combustíveis fósseis, e a seguir serão descritos todos esses componentes:

- **Motor:**



Figura 2 - Foto do motor

Como já relatado anteriormente com maior detalhamento, o motor escolhido é de corrente contínua, com 6 CV e sendo necessário 48V de entrada para o seu funcionamento pleno, da marca *Advanced Motor and Drivers*, modelo D00 – 4008A, Classe H.

- **Conjunto de baterias para alimentação do motor:**



Figura 3 - Conjunto de baterias 12 volts em série

Para a escolha das baterias, era necessário uma que tivesse como características uma capacidade cíclica ampla, ou seja, tenha um ciclo de vida maior, capazes de fornecer alta carga elétrica por um tempo mais longo.

Assim, a bateria escolhida foi a **tracionária**. Elas são comumente utilizadas em veículos onde 100% de sua tração é feita por meio de eletricidade. Para ter essa característica suas ligas de chumbo-ácido são mais fortes permitindo assim uma condutividade elevada. Porém, isso tudo traz um custo mais elevado para o projeto, pois esses componentes são mais caros que baterias de chumbo-ácido tradicionais utilizadas nos carros.

No projeto, foram utilizadas 4 baterias chumbo-ácido da marca “Moura”, de 12 volts em série, assim gerando uma saída de 48 volts, o necessário para alimentação do motor. É importante ressaltar também que cada bateria tem uma capacidade energética de 130 Ah, assim o conjunto tem uma capacidade de 520 Ah.

- **Bateria estacionária para sistemas eletrônicos:**

Porém, não é necessária uma bateria tracionária para o funcionamento do sistema eletrônico, seria um gasto desnecessário para o projeto. Para isso, foi escolhido uma bateria estacionária para realizar essa função, de alimentação do sistema eletrônico. Essa bateria tem uma característica muito interessante, é alimentada por uma placa fotovoltaica que terá as especificações destacadas em breve. A bateria estacionária escolhida é de 12 volts, com uma capacidade energética de 70 Ah.

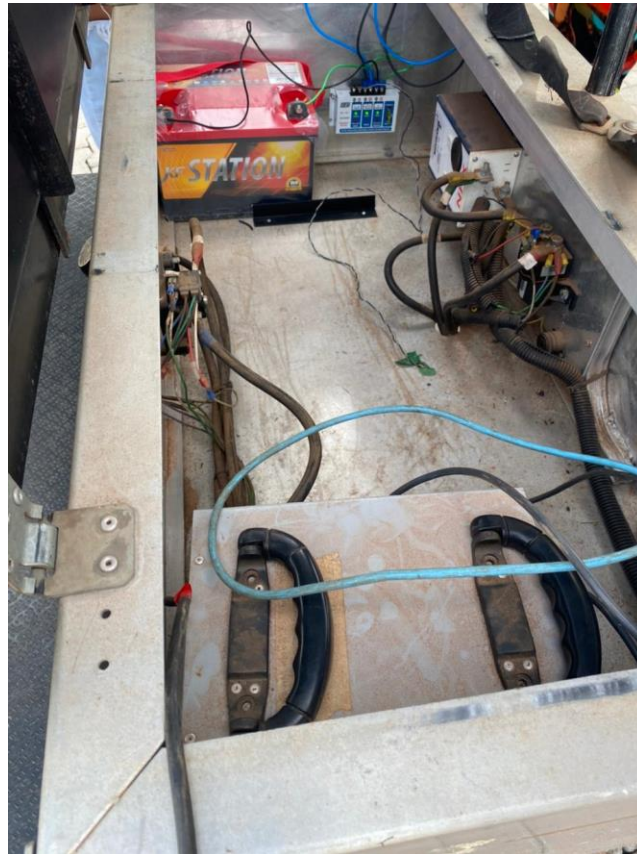


Figura 4 – Conjunto de equipamentos da parte elétrica

- **Painel fotovoltaico:**

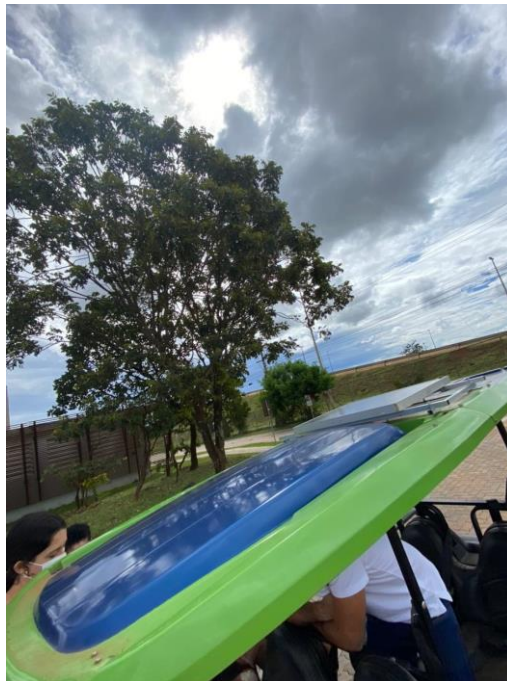


Figura 5 - Painel em cima do carrinho



Figura 6 - Especificações técnicas da mesma

Para a alimentação da bateria que abastece o sistema eletrônico foi escolhida uma placa fotovoltaica com as seguintes características:

1. Saída nominal máxima: 45 watts
2. Tensão nominal máxima de saída: 15 volts
3. Corrente nominal máxima de saída: 3,1 ampere
4. Massa da placa: 4,5 kg

- **Controlador de velocidade:**



Figura 7 - Controlador de velocidade

Basicamente um objeto que tem o mecanismo de controlar a tensão dentro do motor elétrico, e consequentemente aumentando e diminuindo sua velocidade de rotação. A marca escolhida foi a NPX.

- **Controlador de carga e descarga para painel solar**



Figura 8 – Controlador de carga e descarga

Controladores de carga são extremamente importantes em sistemas fotovoltaicos off-grids, ou seja, que utilizam baterias. Ele é responsável por preservar a saúde das baterias, sua vida útil e protegendo dos efeitos de sobrecarga e descarga abrupta.

- **Sensores**

4 sensores foram utilizados no projeto, e eles são:

- Sensor de velocidade
- Sensor de tensão da bateria de 12Volts
- Sensor de tensão do banco de bateria de 48Volts
- Sensor de corrente do banco de bateria

4. Resultados

4.1 - Energia por km:

Além das especificações do motor já foram descritas no tópico 3 para calcular a energia demandada por km no Gama Golfe também será necessário analisar os dados retirados durante o experimento, sendo esses:

- Distância do percurso: 120 metros;
- Tempo do percurso: 22 segundos;
- Dados do painel (antes e depois) para fim de comparação.

Passo 1) conversão de unidades

$$6 \text{ cv} = 4412,99 \text{ W}$$

Passo 2) calcular a potência

$$4412,99 \text{ W} = 4412,99 \text{ J/s}$$

Passo 3) calcular a velocidade

$$V = \frac{120\text{m}}{22\text{s}} = 5,45 \text{ m/s}$$

Passo 4) análise dimensional

$$\frac{\text{Potência}}{\text{Velocidade}} = \frac{W}{\text{m/s}} = \frac{J}{s} \cdot \frac{s}{m} = \frac{J}{m}$$

Assim:

$$\frac{4412,99}{5,45} = 809,7 \text{ J/m} = 809,7 \text{ kJ/km} = 0,2249 \text{ kWh/km}$$

Passo 5) validação dos dados

Como rodamos um percurso de 120m cerca de 10 vezes toda a turma, temos em torno de 1,2 km.

Sabemos que o consumo é de $0,2249 \text{ kWh/km}$, logo:

$$\text{Gasto} = 0,2249 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \cdot 1,2\text{km} = 0,2698 \text{ kWh},$$

o que não completa nenhum kWh, mantendo a energia mostrada no painel intacta.

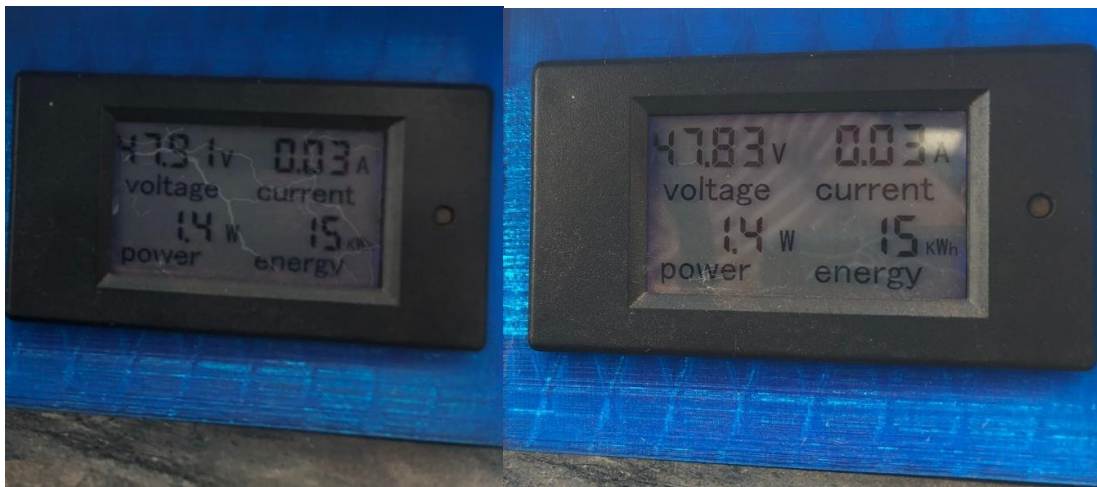


Figura 7 - Painel antes da turma “andar”

Figura 8 – Painel ao final de todos os percursos

4.2 - Aplicação fotovoltaica:

Outro assunto discutido em aula foi a participação do módulo fotovoltaico somente na parte elétrica do carrinho. Isso se dá ao fato do módulo ser incapaz de suprir a potência necessária para fazê-lo andar.

Sabemos que potência (P) é a quantidade de trabalho (T) sobre o um determinado tempo (t), assim: $P = \frac{T}{t}$. Dessa forma é possível calcular o tempo que o módulo levaria para “carregar” as baterias.

Passo 1) energia armazenada nas baterias:

$$48v * 130ah = 6,24 \text{ kwh} = 2,2464 \cdot 10^7 J$$

Passo 2) cálculo do tempo

$$P = \frac{T}{t} \rightarrow 45W = 2,2464 \cdot 10^7 J / t \rightarrow t = 498800s$$

Aproximadamente 6 dias. Isso considerando irradiação solar 24h por dia.
Logo, percebe-se que é inviável.