

F 530A - Instrumentação I

Desempenho de uma moto elétrica



Aluno: Marcelo Baldin Marco RA: 062694
baldinmarco@ig.com.br

Orientador: Professor Doutor Ennio Peres da Silva
lh2ennio@ifi.unicamp.br

Coordenador da disciplina: Professor Doutor José Joaquim Lunazzi
lunazzi@ifi.unicamp.br

Índice

Introdução.....	3
Objetivos.....	3
Resumo.....	3
Método 1: Propagação de erros.....	4
Método 2: Erro estatístico.....	5
Resultados.....	5
Conclusões.....	8
Referências.....	9
Apêndice.....	11
Opinião do orientador.....	12
Comentários do coordenador.....	12

Introdução

As vantagens mais óbvias dos motores elétricos sobre os motores de combustão interna é que eles são mais eficientes e não produzem a poluição associada a esses últimos. Porém, os veículos elétricos ainda apresentam problemas técnicos práticos, como o tempo de recarga das baterias e não estão totalmente livres de custos ambientais, apesar das baterias recarregáveis serem quase 100% recicladas, o que evita que as baterias usadas se transformem num problema de descarte de resíduo. Atualmente está em curso em todo mundo a busca de alternativas aos motores de combustão interna, seja por conta de suas emissões atmosféricas, seja por questões estratégicas de redução de dependência de combustíveis fósseis. Os veículos híbridos, com bancos de baterias e motor de combustão interna e veículos elétricos puros (só baterias) têm recebido grande atenção, sendo possível prever-se para os próximos anos a introdução de frotas desses veículos, principalmente nos grandes e poluídos centros urbanos.

Objetivos

Realizar um estágio em um dos laboratórios do Instituto de Física onde medidas de grandezas físicas sejam realizadas com método científico, com amplo conhecimento do sistema de medição e precisão máxima.

Resumo

Para as medidas das grandezas físicas utilizou-se de uma moto elétrica que se encontrava para avaliação no Laboratório de Hidrogênio (LH2). Nesse veículo realizou-se medidas de tensão e corrente buscando-se, através de uma tratativa estatística, determinar a potência da moto elétrica sob diferentes condições de velocidade.

Os ensaios foram realizados com a moto foi colocada na esteira que simulava uma carga (Figura 1). Os dados foram obtidos através de uma placa micro controladora, que fazia a aquisição dos dados a cada segundo. Esta placa é bastante conhecida no mercado. Nela fizeram-se adaptações para registrar as medidas de tensão e corrente simultaneamente, uma vez que sua estrutura interna pode ser programável.

Através de um dispositivo de trava, fixou-se a aceleração da manete da moto. Assim a velocidade se manteve quase que constante. Os ensaios consistiram em cinco níveis de velocidade.

O motor elétrico é alimentado por corrente contínua. A passagem de corrente no fio tem-se um comportamento resistivo dado que o fio não é ideal. Essa resistência mínima provoca uma dissipação de energia correspondente a passagem de uma carga (Q) através de uma diferença de potencial (V). Assim usa-se a equação do trabalho para carga (ver apêndice). Como a potência é energia por unidade de tempo, utilizou-se da equação de potência descrita no apêndice.

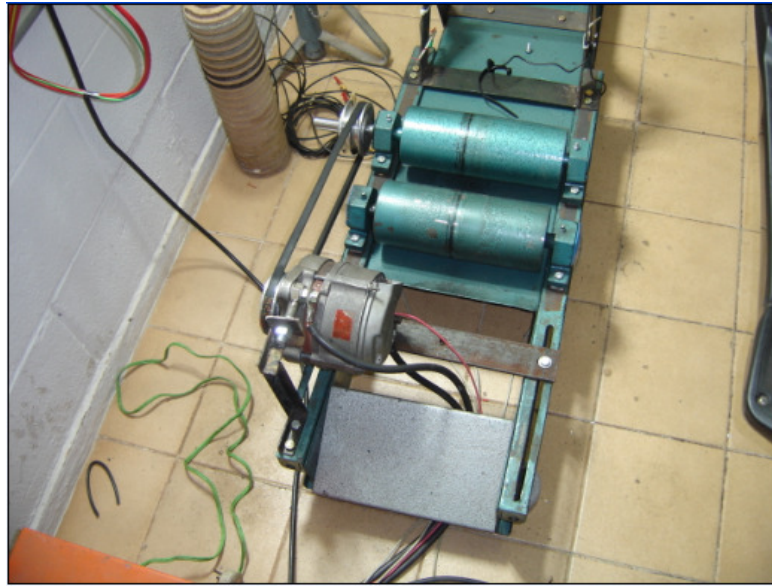


Figura 1- Esteira utilizadas para os ensaios da moto elétrica

Método 1: Propagação de erros

Quando uma medida de determinada grandeza é realizada, obtém-se um número que expressa o valor da grandeza medida. No entanto, deve-se avaliar a possibilidade da medida apresentar um desvio maior ou menor em relação ao valor exato. Para avaliar o intervalo onde o valor correto, exato, da grandeza estudada se encontra, deve-se realizar um tratamento estatístico dos dados denominado "propagação de erros". Através da propagação de erros pode-se garantir com segurança que o valor correto da medição estará num intervalo, centrado no valor obtido pela medição. Assim, deve-se sempre expressar o valor de uma grandeza P como $P \pm \Delta P$, onde P é o valor da grandeza medido e ΔP é a chamada incerteza da medida.

Nos cálculos para a obtenção do valor de P , utiliza-se o máximo de capacidade de cálculo que estiver disponível. O resultado final é arredondado para a ordem de grandeza expressa pela incerteza ΔP . Este procedimento minimiza erros de truncamento que se acumulariam se arredondamentos intermediários fossem executados.

A quantificação de ΔP pode ser de duas formas, a depender da natureza da grandeza P .

Se a grandeza P de interesse não for determinada diretamente, mas sim derivada de um outro conjunto de grandezas experimentais, isto é, se a grandeza P desejada for uma função de outras grandezas mensuráveis, não se pode obter ΔP diretamente, uma vez que nem sequer o valor de P foi obtido diretamente. Para quantificar, então, a incerteza da grandeza derivada P , deve-se proceder ao tratamento estatístico denominado "propagação de erros" (ver apêndice).

Considerou-se P derivada da medida de outras grandezas i e V . Isto é análogo a considerar que P é uma função de componentes i e V . Logo, como i e V foram obtidas experimentalmente, suas incertezas Δi e ΔV podem ser

quantificadas. Para a obtenção da incerteza da grandeza P, deve-se utilizar a definição de diferencial total de P. Assim, tendo a equação que expressa P em função de suas componentes i e V, deve-se, primeiramente, obter as expressões das derivadas parciais da função P em relação a cada uma das componentes.

Obtidas essas expressões, substituem-se os valores apropriados e calcula-se o valor de cada derivada parcial em questão. A seguir, deve-se multiplicar cada valor obtido pela incerteza da respectiva componente. Por fim, procede-se a soma de todas as parcelas, sendo cada parcela relativa a uma determinada componente da função.

Método 2: Erro estatístico

Este método é a medida da dispersão dos “n” resultados em torno do valor verdadeiro. Erros estatísticos (ou aleatórios) resultam de variações aleatórias nas medições, provenientes de fatores que não podem ser controlados ou que, por algum motivo, não foram controlados.

Resultados

As medições realizadas e os cálculos da potência estão mostradas nas figuras a seguir. As médias e desvios associados a cada grandeza foram calculados conforme as equações relacionadas no Apêndice.

Método 1: Propagação de erros.

Método 2: Erro estatístico.

As medidas realizadas foram:

Velocidade 1			Velocidade 2			Velocidade 3			Velocidade 4			Velocidade 5		
Tensao [V]	Corrente [A]	Tempo	Tensao [V]	Corrente [A]	Tempo	Tensao [V]	Corrente [A]	Tempo	Tensao [V]	Corrente [A]	Tempo	Tensao [V]	Corrente [A]	Tempo
48,80	0,1	27m39s	48,7	0,2	28m22s	48,5	0,3	29m12s	48,5	0,4	29m46s	48,7	1,2	30m29s
48,90	0,1	27m40s	48,9	0,2	28m23s	48,8	0,2	29m13s	48,7	0,4	29m47s	48,5	1,2	30m30s
48,90	0,1	27m41s	49,5	0,1	28m24s	48,8	0,2	29m14s	48,7	0,4	29m48s	48,5	1,2	30m31s
48,90	0,1	27m42s	48,9	0,1	28m25s	48,8	0,2	29m15s	48,7	0,4	29m49s	48,5	1,3	30m32s
48,90	0,1	27m43s	48,9	0,2	28m26s	48,9	0,3	29m16s	48,7	0,4	29m50s	48,5	1,2	30m33s
48,90	0,1	27m44s	48,8	0,2	28m27s	48,8	0,3	29m17s	48,7	0,4	29m51s	48,5	1,3	30m34s
48,90	0,1	27m45s	48,8	0,2	28m28s	48,8	0,2	29m18s	48,6	0,4	29m52s	48,6	1,3	30m35s
48,90	0,1	27m46s	48,8	0,1	28m29s	48,8	0,2	29m19s	49,1	0,4	29m53s	47,8	1,3	30m36s
48,90	0,1	27m47s	48,7	0,2	28m30s	48,9	0,3	29m20s	48,7	0,4	29m54s	48,4	1,3	30m37s
48,90	0,1	27m48s	48,8	0,1	28m31s	48,8	0,2	29m21s	48,8	0,4	29m55s	48,6	1,3	30m38s
48,90	0,1	27m49s	49,1	0,2	28m32s	48,8	0,3	29m22s	48,6	0,4	29m56s	48,7	1,3	30m39s
48,80	0,1	27m50s	49,3	0,2	28m33s	48,8	0,2	29m23s	48,7	0,4	29m57s	48,5	1,3	30m40s
48,90	0,1	27m51s	48,8	0,1	28m34s	48,2	0,2	29m24s	48,7	0,4	29m58s	49	1,3	30m41s
48,90	0,1	27m52s	48,8	0,1	28m35s	48,8	0,2	29m25s	48,7	0,4	29m59s	48,5	1,3	30m42s
48,90	0,1	27m53s	48,8	0,2	28m36s	48,8	0,3	29m26s	48,5	0,4	30m00s	48,5	1,3	30m43s
48,90	0,1	27m54s	48,3	0,1	28m37s	48,5	0,2	29m27s	48,8	0,4	30m01s	48,5	1,3	30m44s
48,80	0,1	27m55s	48,8	0,2	28m38s	48,7	0,2	29m28s	48,7	0,4	30m02s	48,5	1,3	30m45s
48,90	0,1	27m56s	49,6	0,1	28m39s	49,2	0,2	29m29s	48,8	0,4	30m03s	48,4	1,3	30m46s
48,90	0,1	27m57s	48,8	0,2	28m40s	49,1	0,3	29m30s	48,8	0,4	30m04s	48,4	1,3	30m47s
48,90	0,1	27m58s	48,8	0,1	28m41s	48,8	0,2	29m31s	47,9	0,4	30m05s	48,6	1,3	30m48s
48,90	0,1	27m59s	49,3	0,2	28m42s	48,8	0,2	29m32s	48,7	0,4	30m06s	48,8	1,3	30m49s
48,90	0,1	28m00s	48,8	0,1	28m43s	48,8	0,2	29m33s	48,7	0,4	30m07s	48,5	1,3	30m50s
49,20	0	28m01s	48,8	0,2	28m44s	48,6	0,2	29m34s	48,8	0,4	30m08s	47,9	1,3	30m51s
48,80	0,1	28m02s	49,3	0,1	28m45s	48,8	0,2	29m35s	48,8	0,4	30m09s	48,5	1,3	30m52s
48,40	0	28m03s	48,5	0,2	28m46s	48,3	0,3	29m36s	48,7	0,4	30m10s	48,7	1,3	30m53s
48,90	0,1	28m04s	48,8	0,1	28m47s	48,8	0,2	29m37s	48,7	0,4	30m11s	48,6	1,3	30m54s
48,90	0,1	28m05s	48,8	0,2	28m48s	48,8	0,3	29m38s	48,7	0,3	30m12s	48,5	1,3	30m55s
48,90	0	28m06s	48,8	0,1	28m49s	48,1	0,2	29m39s	48,7	0,4	30m13s	48,7	1,2	30m29s
48,90	0	28m07s	48,8	0,2	28m50s	48,8	0,3	29m40s	48,7	0,4	30m14s	48,5	1,2	30m30s
48,90	0,1	28m08s	48,8	0,1	28m51s	48,8	0,3	29m41s	48,8	0,4	30m15s	48,5	1,2	30m31s
48,40	0	28m09s	49	0,2	28m52s	48,3	0,3	29m42s	48,7	0,4	30m16s	48,5	1,3	30m32s

Método1 (4,10±0,08)W

(7,57±0,06)W

(11,63±0,04)W

(19,319±0,008)W

(61,971±0,006)W

Método2

(4,1±0,3)W

(7,6±0,4)W

(11,6±0,4)W

(19,3±0,2)W

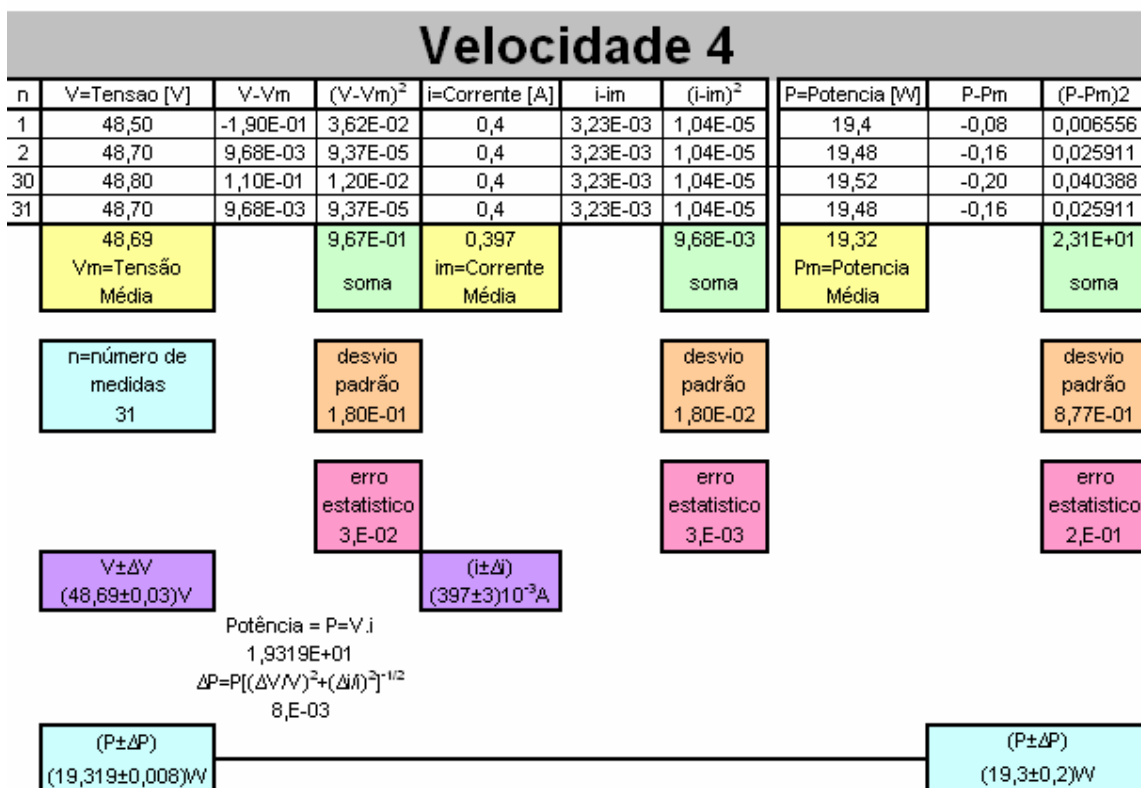
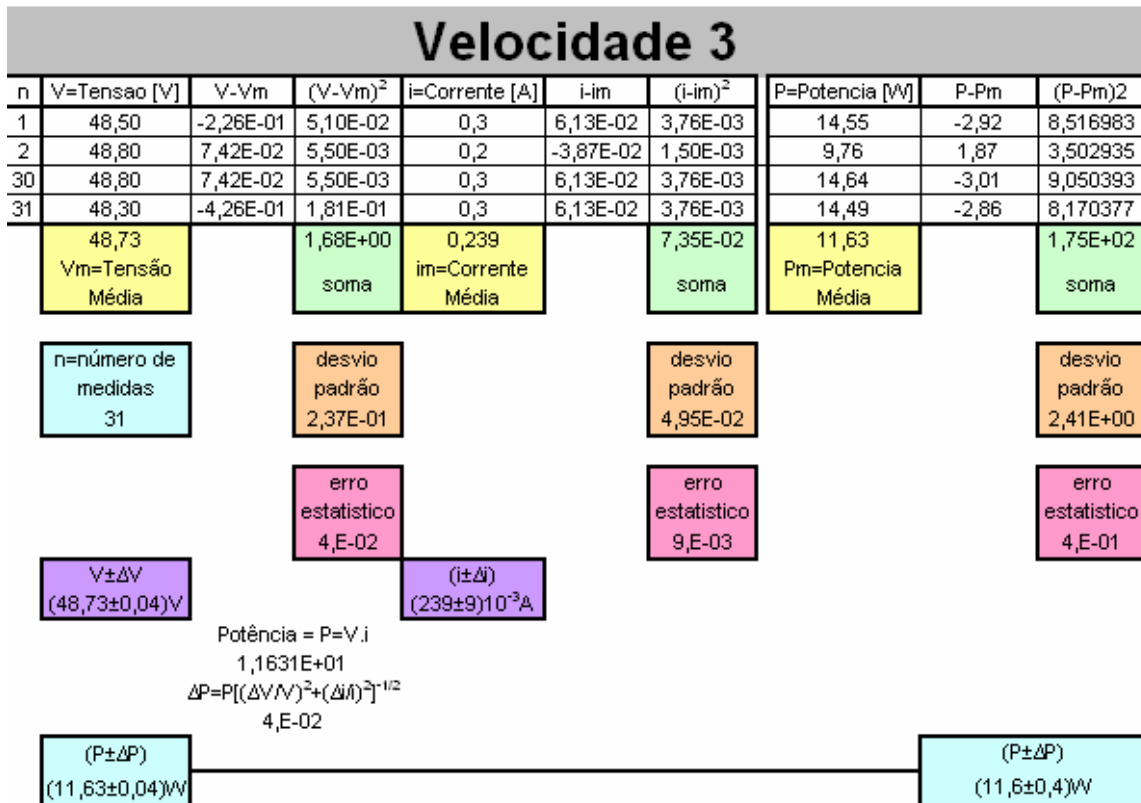
(62,0±0,4)W

Velocidade 1

n	V=Tensao [V]	V-Vm	(V-Vm) ²	i=Corrente [A]	i-im	(i-im) ²	P=Potencia [W]	P-Pm	(P-Pm) ²
1	48,80	-6,45E-02	4,16E-03	0,1	1,61E-02	2,60E-04	4,88	-0,78	0,6084
2	48,90	3,55E-02	1,26E-03	0,1	1,61E-02	2,60E-04	4,89	-0,79	0,6241
30	48,90	3,55E-02	1,26E-03	0,1	1,61E-02	2,60E-04	4,89	-0,79	0,6241
31	48,40	-4,65E-01	2,16E-01	0	-8,39E-02	7,03E-03	0	4,10	16,81
	48,86 Vm=Tensão Média		5,91E-01 soma	0,084 im=Corrente Média		4,19E-02 soma	4,10 Pm=Potencia Média		1,00E+02 soma
	n=número de medidas 31		desvio padrão 1,40E-01			desvio padrão 3,74E-02			desvio padrão 1,83E+00
			erro estatístico 3,E-02			erro estatístico 7,E-03			erro estatístico 3,E-01
	V±ΔV (48,86±0,03)V			(i±Δi) (84±3)10 ⁻³ A					
	Potência = P=V.i 4,10E+00 $\Delta P = P[(\Delta V/V)^2 + (\Delta i/i)^2]^{1/2}$ 8,E-02								
	(P±ΔP) (4,10±0,08)W								(P±ΔP) (4,1±0,3)W

Velocidade 2

n	V=Tensao [V]	V-Vm	(V-Vm) ²	i=Corrente [A]	i-im	(i-im) ²	P=Potencia [W]	P-Pm	(P-Pm) ²
1	48,70	-1,90E-01	3,62E-02	0,2	4,52E-02	2,04E-03	9,74	-2,17	4,713101
2	48,90	9,68E-03	9,37E-05	0,2	4,52E-02	2,04E-03	9,78	-2,21	4,888378
30	48,80	-9,03E-02	8,16E-03	0,1	-5,48E-02	3,01E-03	4,88	2,69	7,230894
31	49,00	1,10E-01	1,20E-02	0,2	4,52E-02	2,04E-03	9,8	-2,23	4,977217
	48,89 Vm=Tensão Média		2,15E+00 soma	0,155 im=Corrente Média		7,68E-02 soma	7,57 Pm=Potencia Média		1,83E+02 soma
	n=número de medidas 31		desvio padrão 2,68E-01			desvio padrão 5,06E-02			desvio padrão 2,47E+00
			erro estatístico 5,E-02			erro estatístico 9,E-03			erro estatístico 4,E-01
	V±ΔV (48,89±0,05)V			(i±Δi) (115±9)10 ⁻³ A					
	Potência = P=V.i 7,57E+00 $\Delta P = P[(\Delta V/V)^2 + (\Delta i/i)^2]^{1/2}$ 6,E-02								
	(P±ΔP) (7,57±0,06)W								(P±ΔP) (7,6±0,4)W



Velocidade 5									
n	V=Tensão [V]	V-Vm	(V-Vm) ²	i=Corrente [A]	i-im	(i-im) ²	P=Potencia [W]	P-Pm	(P-Pm) ²
1	48,70	1,87E-01	3,50E-02	1,2	-7,74E-02	5,99E-03	58,44	3,53	12,46318
2	48,50	-1,29E-02	1,66E-04	1,2	-7,74E-02	5,99E-03	58,2	3,77	14,21533
30	48,50	-1,29E-02	1,66E-04	1,2	-7,74E-02	5,99E-03	58,2	3,77	14,21533
31	48,50	-1,29E-02	1,66E-04	1,3	2,26E-02	5,10E-04	63,05	-1,08	1,165703
	48,51 Vm=Tensão Média		1,41E+00 soma	1,277 im=Corrente Média		5,42E-02 soma	61,97 Pm=Potencia Média		1,26E+02 soma
	n=número de medidas 31		desvio padrão 2,17E-01			desvio padrão 4,25E-02			desvio padrão 2,05E+00
			erro estatístico 4,E-02			erro estatístico 8,E-03			erro estatístico 4,E-01
	V±ΔV (48,86±0,03)V			(i±Δi) (1277±8)10 ⁻³ A					
							Potência = P=V.i 6,1971E+01 ΔP=P[(ΔV/V) ² +(Δi/i) ²] ^{1/2} 6,E-03		
	(P±ΔP) (61,971±0,006)W								(P±ΔP) (62,0±0,4)W

Conclusões

Conforme esperado, verificou-se que as potências são maiores conforme a aceleração aumenta.

Outra conclusão é que ambos métodos estatísticos possuem uma boa faixa de interseção. O primeiro método tem um erro menor devido à equação da propagação de erros. Já o segundo método utiliza o erro estatístico para definir seu intervalo de variação.

Com os resultados de potência obtidos pode-se determinar a autonomia do veículo, a partir da carga inicial das baterias, bem como o custo do quilômetro rodado, a partir do custo da energia elétrica utilizada para carregar as baterias. Esses dados permitem a comparação do desempenho da moto frente aos veículos semelhantes de combustão interna e, finalmente, a viabilidade ou não de seu uso generalizado.

Referências

30/4/2009 18:33

<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=moto-eletrica-chegara-ao-brasil-custando-r-3-000-00>



Moto elétrica chegará ao Brasil custando R\$3.000,00

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a concessionária de energia CPFL uniram-se para desenvolver uma nova motoneta elétrica que deverá estar disponível no mercado brasileiro em 2009.

Moto elétrica nacional

O objetivo é ter uma moto elétrica que custe em torno de R\$ 3 mil, que possa ser financiada, que não faça ruídos e não cause

poluição.

"A nossa meta de custo é fazer com que esse veículo seja competitivo com a moto tradicional à gasolina. Não vai poluir e vai fazer bem ao bolso de quem compra porque tem um custo por quilômetro operacional muito menor que o da gasolina". Afirmou o vice-presidente de Gestão de Energia da CPFL, Paulo Cezar Coelho Tavares.

Autonomia e velocidade máxima

O primeiro protótipo da moto elétrica brasileira esteve em exposição durante a reunião da SBPC, que aconteceu em Campinas (SP). A cooperação com a Unicamp visa resolver dois problemas técnicos antes que a moto elétrica comece a ser comercializada.

O primeiro desafio é fazer com que o veículo tenha uma autonomia maior, em torno de 150 quilômetros - hoje a moto consegue rodar apenas 50 quilômetros antes que suas baterias precisem ser recarregadas. O segundo desafio é aumentar a velocidade final do veículo - o protótipo tem uma velocidade máxima de 60 km/h.

Baterias mais eficientes

Além disso, o tempo atual de recarga das baterias é de 4 horas e o objetivo é reduzi-lo para 2 horas. "Essa moto tem baixo custo de transporte, na faixa de 1 centavo por quilômetro. O objetivo é desenvolver uma nova tecnologia para melhorar a bateria e também a economicidade do projeto, fazendo com que essa bateria dê mais autonomia, mas a um custo que compense", disse Tavares.

De acordo com Luiz Antônio Rossi, coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (Nipe) da Unicamp, que será responsável pelo desenvolvimento da moto elétrica, as pesquisas se concentrarão em áreas como a otimização da tração do veículo em diferentes condições de uso e tipos de terreno encontrados no Brasil, ampliação de autonomia e redução do tempo de recarga da bateria.

Uma das primeiras modificações deverá ser a substituição das baterias, que no protótipo são de baterias chumbo-ácido comuns, como as utilizadas em

automóveis. A opção deverá recair nas baterias de íons de lítio, menores, mais leves e com maior densidade de carga.

30/4/2009 18:40

<http://www.gluon.com.br/blog/2008/04/21/moto-eletrica-killacycle/>

A moto elétrica mais rápida do mundo

A Killlacycle é uma moto com motor elétrico construída para corridas de arrancada (drag racing). É a mais rápida nessa categoria.

O motor funciona abastecido por 364V fornecidos por 1210 células de bateria nano-fosfato construídas pela empresa A123 Systems.

Uma demonstração do poder da motocicleta. O fornecimento de energia é muito intenso e o sistema elétrico estoura no final da corrida.

O poder de aceleração é tão forte que até causou sérios problemas ao criador da máquina. Em uma demonstração no Wired NextFest, Bill Dube bateu contra uma minivan que estava estacionada. O acidente não foi fatal.

O vídeo está disponível em

<http://video.google.com/videoplay?docid=-2984983237984172859>

30/4/2009 18:49

<http://simplesmente.com/2007/11/28/vectrix/>

Aposta na moto elétrica

Lá vêm as motos 100% elétricas. Afinal deixaram de ser brinquedos e viraram máquinas de verdade, possantes e velozes. Hoje já temos motos elétricas para pilotar na auto-estrada de igual para igual com as motos a gasolina. É interessante o paralelo com os supercarros elétricos: da mesma forma que a Tesla Motors, uma novata, produzirá o melhor carro elétrico de série que o mundo já viu, cabe a uma novata do motociclismo, a euro-americana Vectrix, a tarefa de revolucionar o mundo sobre duas rodas.

Primeira moto: Maxiscooter, a Vectrix atual.

A Vectrix Maxiscooter foi lançada em Milão em Novembro de 2006 e sua produção, ainda pequena, está crescendo. Há várias rodando na Europa e nos Estados Unidos. Ela tem desempenho equivalente a um scooter a gasolina de 400cc, tanto em termos de aceleração quanto de velocidade, segundo o site do fabricante. Mas não faz nenhum ruído e seu combustível elétrico custa cerca de 10% o custo do tradicional combustível fóssil. Não é feia, não.

08/06/2009 12:23

http://www.uff.br/fisicoquimica/docentes/raphael/didatico/Erros_e_MMQ.pdf

Apostila sobre propagação de erros e construção de gráficos

Apêndice

Equações utilizadas

Potencia: $P = \frac{dW}{dt} = V \frac{dQ}{dt} = V.i$

Trabalho para carga: $dW = V.dQ$

Soma: $\sum_{i=1}^n x_i$

Média: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Erro estatístico: $\Delta_{\text{ESTATÍSTICO}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Erro total: $\Delta_{\text{TOTAL}} = \sqrt{\Delta_{\text{ESTATÍSTICO}}^2 + \Delta_{\text{INSTRUMENTAL}}^2}$

Propagação de erros: $\Delta x^2 = \left(\frac{\partial x}{\partial a}\right)^2 \cdot \Delta a^2 + \left(\frac{\partial x}{\partial b}\right)^2 \cdot \Delta b^2 + \dots + \left(\frac{\partial x}{\partial z}\right)^2 \cdot \Delta z^2$ onde a,b,...z são variáveis independentes.

Neste, dispôs-se de $\Delta P^2 = \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)^2 \cdot \Delta V^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial i}\right)^2 \cdot \Delta i^2$, mas $P = V.i$, então

$$\Delta P^2 = \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)^2 \cdot \Delta V^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial i}\right)^2 \cdot \Delta i^2 \Leftrightarrow \frac{\Delta P^2}{P^2} = \frac{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)^2 \cdot \Delta V^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial i}\right)^2 \cdot \Delta i^2}{P^2} \Leftrightarrow$$

$$\frac{\Delta P^2}{P^2} = \frac{(i)^2 \cdot \Delta V^2}{(V.i)^2} + \frac{(V)^2 \cdot \Delta i^2}{(V.i)^2} \Leftrightarrow \frac{\Delta P^2}{P^2} = \frac{\Delta V^2}{V^2} + \frac{\Delta i^2}{i^2} \Leftrightarrow \Delta P = P \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\Delta i}{i}\right)^2}$$

Opinião do orientador

Tenho verificado, a cada ano, as dificuldades cada vez maiores dos alunos de física em realizar medidas práticas de grandezas físicas. Aparentemente essas dificuldades contrastam com as maiores facilidades desses alunos em realizar trabalhos em computadores, principalmente em experimentos virtuais e simulações experimentais. Portanto, não foi surpresa as dificuldades do aluno em se familiarizar com os instrumentos de medidas, os cuidados experimentais, inerentes ao método científico, e a solução de problemas que invariavelmente acompanham as medições físicas.

Apesar dessas dificuldades o aluno conseguiu acompanhar e realizar suas medições, bem como interpretar fisicamente os resultados obtidos. Seus valores encontrados foram coerentes com as medidas realizadas pelos técnicos do LH2.

Creio que a aplicação das equações de propagação de erros foi bastante útil, tendo permitido ao aluno conhecer mais a fundo o rigor necessário ao tratamento das medidas experimentais.

Infelizmente tenho constatado também que o efeito do conhecimento dos métodos e das técnicas experimentais tem provocado exatamente o efeito inverso do esperado, ou seja, ao invés de aproximar os alunos da experimentação real, as dificuldades os têm levado a valorizar ainda mais as simulações e a pesquisa virtual. Afinal, se ganha as mesmas bolsas de mestrado ou doutorado para uma ou outra situação. Então, por que escolher o mais difícil?

Comentários do coordenador

Estou utilizando este espaço pela primeira vez, pois anteriormente somente solicitava que o aluno incluísse os comentários anteriores ao relatório final (RF), somente. Aceito a sugestão ao menos neste caso.

O trabalho do aluno se vê correto e bem arrumado no RF, fico contente de que tenha chegado a bom termo. Além de ter ele vivenciado e contribuído para um projeto que parece ter grande utilidade futura.

É importante acompanhar as dificuldades que o orientador relata respeito ao que seria um decréscimo na qualidade de nossos alunos, não vale dizer decréscimo apenas no experimental, pois o físico mesmo sendo teórico deve saber como se mede. Respeito do tratamento de erro comento que nossas apostilas de curso básico não são claras e há muito tempo que elaborei uma apostila para começar pela idéia mais simples de erro, antes de entrar no aspecto estatístico. Ela é disponibilizada em página minha, mais os alunos de F 609 tem essa apostila em destaque no "Material de Apoio", campo da sala virtual Teleduc, no servidor do Ensino Aberto. Para o público aparece também em:

http://www.ensinoaberto.unicamp.br/portalea/index_html?foco=HTML/disciplinas/comuns&sigla=F_609&turma=A&ano=2008&recurso=material&cod_xml=F_609_041459#4

Infelizmente, a disciplina F 809 "Instrumentação para o Ensino", que equivale à F 609 "Tópicos de Ensino de Física I" da Licenciatura, não é mais obrigatória para o bacharelado, sendo que ajuda na prática da física experimental e, por derivação, na teórica.

Felicito ao aluno pelo desempenho e pelo interesse demonstrado no trabalho, e ao orientador pela tarefa docente que lhe ocupa um tempo certamente precioso.