

## AJUSTE POLINOMIAL DE CURVA DE CARGA E DESCARGA DE BATERIA ESTACIONÁRIA

**Paloma de Lima Santana Rocha** – palomasantanar@hotmail.com

**Rodrigo Barros de Oliveira** – rodrigo.s.oad@hotmail.com

**Bartolomeu Ferreira dos Santos Jr.** – bartolomeuf@ufpi.edu.br  
Universidade Federal do Piauí, Departamento de Engenharia Elétrica

**Resumo.** Neste artigo apresenta-se a proposta de representação das curvas de carga e descarga de baterias estacionárias por meio de ajustes polinomiais. A partir de dados de tensão e corrente obtidos através de medições e manuais de operação, são estabelecidos polinômios de terceira ordem que se ajustam adequadamente aos dados fornecidos. Este procedimento permite obter uma equação que descreve de forma satisfatória o comportamento da bateria estacionária em operações de carga e descarga, comuns em instalações fotovoltaicas. Os resultados apresentados comprovam a aplicabilidade da proposta, que se apresenta como uma alternativa para o estudo do comportamento da bateria.

**Palavras-chave:** Bateria Estacionária, Equação Polinomial, MatLab, Sistema Fotovoltaico

### 1. INTRODUÇÃO

A necessidade de energia elétrica constante e confiável tem movido gradativamente estudos e pesquisas que possam desenvolver sistemas que sejam capazes de suprir as necessidades da sociedade contemporânea. Esta só possui seu pleno funcionamento mediante fontes energéticas que possam garantir deslocamento, saneamento, segurança, comunicação, entre outras necessidades. Considerando-se o fato de que a energia gerada pelo sol é inesgotável na escala terrestre de tempo tanto como fonte de calor quanto de luz, avalia-se esta como uma das alternativas energéticas mais promissoras para se enfrentar os desafios do novo milênio (CEPEL e CRESESB, 2004). De maneira que, nas últimas décadas, engenheiros e cientistas têm investigado a utilização de sistemas de geração baseados em células fotovoltaicas como alternativa para atender à demanda de energia elétrica de centros comerciais e industriais ou áreas residenciais (OECD/IEA, 2003).

Entretanto, somente a instalação de módulos fotovoltaicos não garante um fornecimento contínuo de energia elétrica para uma carga, caso esta esteja distante da rede convencional de energia elétrica, já que as células fotovoltaicas não conseguem gerar energia elétrica durante a noite ou em longos períodos nublados. Assim, quando se deseja garantir um fornecimento contínuo de energia elétrica para uma carga, deve-se prever a instalação de um sistema de armazenamento de energia em paralelo com o arranjo de células fotovoltaicas. Uma segunda consideração que deve ser feita é que a irradiação solar que atinge os painéis solares num determinado período pode não ser suficiente para gerar a quantidade de energia elétrica demandada por uma carga ou sistema elétrico. Neste caso, o sistema de armazenamento forneceria a quantidade de energia que falta. Não obstante, não se pode esquecer a situação em que a energia elétrica gerada nos painéis solares é maior que aquela consumida pela carga ou sistema elétrico. Neste caso, o excedente da energia elétrica gerada pelos painéis solares poderia ser armazenado para uso posterior (Damasceno, 2008).

A utilização de sistemas dessa natureza apresenta-se principalmente como uma das formas alternativas no atendimento de áreas afastadas, onde o fornecimento de energia pela rede convencional seria muito dispendioso. Assim, a instalação destes equipamentos em localidades isoladas torna-se uma interessante escolha para o suprimento energético dessas comunidades promovendo o desenvolvimento econômico, social e cultural.

Os sistemas fotovoltaicos formam um conjunto de equipamentos cuja finalidade é converter a energia radiante do sol em energia elétrica e disponibilizá-la para uso instantâneo ou armazená-la para uso posterior (Benedito, 2009). Este compreende o agrupamento de módulos em painéis fotovoltaicos, subsistema de condicionamento de potência (inversor e controlador de carga) e baterias. Cada componente possui sua função inerente. No caso do painel solar, a captação da radiação; o inversor converte corrente contínua (DC - *direct current*) em corrente alternada (AC - *alternating current*); já o controlador de carga, monitora a energia cedida ao sistema; e, por fim, a bateria, responsável por armazenar a energia elétrica contida no mesmo.

Em particular, a bateria, também conhecida como acumulador elétrico, tem como função fornecer potência quando a exigência da carga excede a capacidade das células fotovoltaicas (Fraga, 2009). Este é o elemento que possui a capacidade de armazenar energia elétrica em forma de energia química. De acordo com a mudança na química interna de uma bateria, provocada por uma modificação na configuração do circuito externo, esta energia pode ser armazenada ou fornecida. Em baterias recarregáveis, este processo de armazenamento ou entrega de energia é repetido inúmeras vezes (Coelho, 2001). Porém, não é qualquer bateria que supre as necessidades de um sistema fotovoltaico, sendo que para tal fim utilizam-se as baterias estacionárias. Este tipo de acumulador elétrico possui a vantagem de descarregar-se profundamente sem que o mesmo sofra danos significativos em seu tempo de vida útil (OECD/IEA, 2003).

O armazenamento de energia em baterias caracteriza-se como um fator crítico para o correto funcionamento de sistemas fotovoltaicos nos quais as condições de funcionamento são diferentes se comparadas com as aplicações convencionais (Lima, Santos, Saavedra e Catunda, 2003), com base nisso, a vida útil de uma bateria termina quando ela não consegue mais armazenar 80% da energia que armazenava quando nova. Isso significa que ela precisa ser substituída (Solenerg, 2013). Dessa forma, considera-se como o ciclo de uma bateria estacionária a sequência carga-descarga até uma determinada profundidade de descarga (OECD/IEA, 2003). Entende-se como carga o processo pelo qual se faz a conversão de energia elétrica de um sistema externo em energia química potencial dentro da bateria (Lima, Santos, Saavedra e Catunda, 2004), por outro lado, a descarga é justamente o uso daquela que outrora foi estocada como energia química.

Levando em consideração os efeitos que a temperatura a qual as baterias estão expostas podem causar, é necessário fazer algumas ressalvas. As baterias de chumbo-ácido operam melhor a temperaturas moderadas. A operação de baterias em locais de temperatura elevada contribui para diminuição da vida útil. Embora estes acumuladores elétricos forneçam a maior capacidade a temperaturas acima de 30 °C, o prolongado uso sob tais condições diminui a vida útil da bateria devido aos fenômenos de corrosão (Chagas, 2007). Nesse contexto, é possível afirmar que o estado de carga disponível na bateria é afetado pela temperatura de operação, esse tem a tendência de aumentar para valores inferiores a 25 °C e diminuir para valores superiores. Além disso, outros fatores como a resistência de auto-descarga também sofrem influência deste fator, sendo bastante sensível e inversamente proporcional à variação da mesma (Fraga, 2009).

Durante o carregamento das baterias, nota-se que as características deste processo também são afetadas pelo fator temperatura. Mais especificamente, há necessidade de compensação térmica quando a faixa de operação das baterias excede  $\pm 5^\circ\text{C}$  em torno da temperatura ambiente (25°C - temperatura de referência). Se a concentração do eletrólito foi ajustada para estes 25°C (temperatura ambiente local) e a variação da temperatura das baterias é pequena, a compensação pode não ser necessária (Fraga, 2009). Para uma bateria chumbo-ácido de 12 Volts de tensão nominal tem-se, aproximadamente, uma variação de - 30 mV/ °C. Assim uma variação de 10°C acarreta uma mudança de 0,3 Volts na tensão da bateria (Fraga, 2009).

Para o caso do descarregamento, elevadas temperaturas reduzem o estado de carga disponível pelo acumulador elétrico e, dessa forma, a tensão entregue ao usuário. Semelhantemente ao processo de carregamento, durante o processo inverso, se o acumulador elétrico estiver exposto a níveis consideravelmente superiores aos 25 °C, o processo de corrosão acentua-se, o estado de carga não pode mais ser declarado como 100% e a tensão será menor do que àquela calculada como nominal.

É importante, então, garantir circunstâncias adequadas de carga para assegurar boas condições de operação, como garantir sua máxima vida útil (Training Department Siemens Solar Industries, 1990). Porém, este mecanismo possui a característica de sofrer, em seu interior, a influência de processos químicos e elétricos, o que dificulta a previsão do comportamento do mesmo.

Com o intuito de superar esta dificuldade de previsão, estudaram-se os gráficos que caracterizam os processos de carregamento e descarregamento dos acumuladores elétricos. Para tal, conhecimentos prévios em cálculo numérico, uso e aplicações de *softwares* como MatLab, verificação destes processos em laboratório e embasamentos encontrados em literatura serviram de apoio para o desenvolvimento deste estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os valores que uma variável pode assumir estão associados, além dos erros experimentais, a outras variáveis cujos valores se alteram durante o experimento (Conceição, 1987), ou seja, as medidas tabeladas a partir desta função são resultados de experimentos físicos contendo erros inerentes que, geralmente, não foram previstos. Desta forma, surge a necessidade de se ajustar a esta função primária outra função que represente uma aproximação aceitável das medidas encontradas através da primeira. Por isso, estudou-se um modelo matemático de equações polinomiais que se ajuste às curvas de carga e descarga da bateria de maneira satisfatória e, assim, criar um embasamento da teoria sobre os dados reais (Asano e Colli, 2009).

Para tal, técnicas de Cálculo Numérico, mais especificamente o procedimento de Ajuste Polinomial, foram usados durante a construção deste modelo. Inicialmente, serão dadas noções de Ajuste Cúbico e a partir dele é possível compreender os ajustes polinomiais de ordem superiores. Na presente pesquisa, tem-se que o polinômio que melhor se adéqua às curvas é o de terceira ordem, ou seja,  $v(t) = a + bt + ct^2 + dt^3$ , além disso, usou-se até o Ajuste Polinomial de Sexta Ordem.

### 2.1 Ajuste polinomial cúbico

Uma equação polinomial de terceiro grau pode ser descrita de acordo com a Eq. 1.

$$y(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (1)$$

Atribuindo-se uma quantidade  $n$  de valores à variável  $x$ , pode-se montar uma tabela de pontos exatos encontrados através da equação cúbica. Como exemplo, a Fig. 1 ilustra o gráfico de carregamento da bateria. Os valores obtidos através desta figura são apresentados na Tab. 1.

Tabela 1 - Especificações a cerca dos valores mostrados na Fig. 1 para a curva C/5.

| TEMPO | TENSÃO  |
|-------|---------|
| 10 h  | 12,60 V |
| 20 h  | 12,75 V |
| 30 h  | 12,97 V |
| 40 h  | 13,20 V |
| 50 h  | 13,40 V |
| 60 h  | 13,53 V |
| 70 h  | 13,68 V |
| 80 h  | 14,04 V |
| 90 h  | 15,27 V |
| 100 h | 15,98 V |
| 110 h | 16,30 V |
| 120 h | 16,38 V |

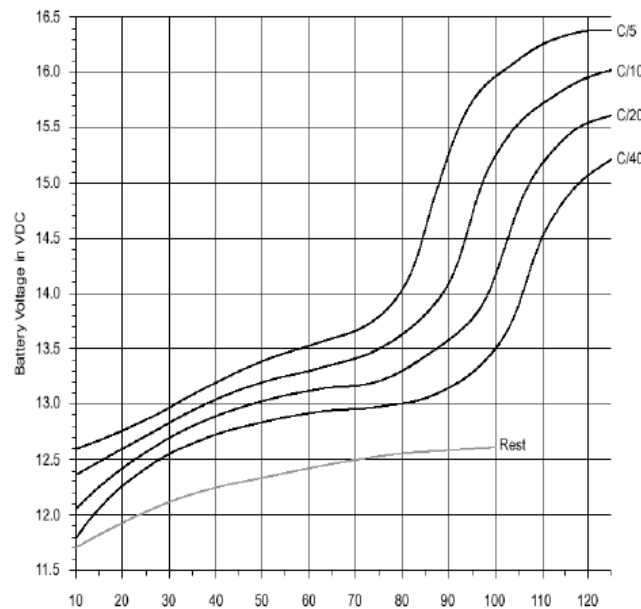


Figura 1 - Curva de carregamento de bateria.

De acordo com o Ajuste Polinomial Cúbico, a resposta do sistema linear da Eq. 2 representa a equação que melhor se ajusta à curva D/5 de carga da bateria. Seguindo a Eq. 2, mostram-se os cálculos feitos para se encontrar a equação que satisfaz este sistema.

$$\begin{pmatrix} n & \sum x_i^1 & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 \\ \sum x_i^1 & \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 \\ \sum x_i^2 & \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 \\ \sum x_i^3 & \sum x_i^4 & \sum x_i^5 & \sum x_i^6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum y_i^1 \\ \sum y_i \cdot x_i^1 \\ \sum y_i \cdot x_i^2 \\ \sum y_i \cdot x_i^3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} 12 & 789 & 65000 & 6084000 \\ 780 & 65000 & 6084000 & 607100000 \\ 65000 & 6084000 & 607100000 & 63070800000 \\ 6084000 & 607100000 & 63070800000 & 6,73595 \cdot 10^{12} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 170,1 \\ 11591,6 \\ 994838,0 \\ 94899560,0 \end{pmatrix}$$

$$a = 12,88 \quad b = -0,0198 \quad c = 0,0006478 \quad d = -1,823 \cdot 10^{-6}$$

$$Y = 12,88 - 0,0198x + 0,0006478x^2 - 1,823 \cdot 10^{-6}x^3 \quad (3)$$

Pode-se perceber que, através do Ajuste Cúbico, a melhor curva que se adéqua ao gráfico da Fig. 1 é apresentada na Eq. 3, em que se é possível analisar teoricamente o comportamento da bateria estacionária durante o seu carregamento. A cada grau a mais que se ajusta uma curva, menor o erro em relação aos valores encontrados através da função primária. Para cada grau acrescido, adiciona-se uma linha e uma coluna ao sistema linear mostrado na Eq.2. A Fig. 2 mostra o gráfico da função original (pontilhado) e a curva ajustada (curva contínua).

Adequando o resultado encontrado com a proposta deste documento, neste caso, propôs-se uma função que determina a tensão de um acumulador elétrico estacionário em processo de carregamento com base no tempo, em horas. Durante os experimentos, desejou-se propor um polinômio, igualmente de terceiro grau, que conduzisse o processo de descarga e que permitisse ao usuário obter o valor de tensão em função do tempo de descarga. Assim, a Eq. 3 pode ser reescrita através da Eq. 4, que apresenta os reais parâmetros determinados através do experimento.

$$V(t) = 12,88 - 0,0198t + 0,0006478t^2 - 1,823 \cdot 10^{-6}t^3 \quad (4)$$

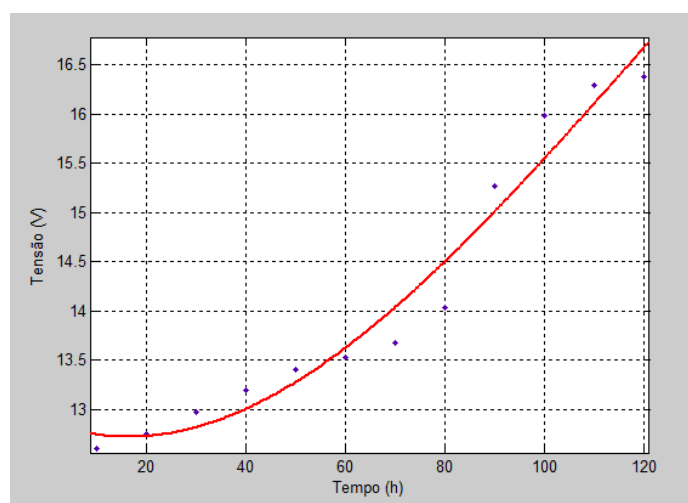


Figura 2 - Gráfico do Ajuste Polinomial Cúbico.

Com a finalidade de contabilizar os possíveis erros da função ajustada, Eq. 4, em relação aos dados da Tab. 1 (dados da função original), calcularam-se os valores de tensão obtidos a partir desta nova equação. A Tab. 2 apresenta os valores de tensão obtidos a partir da Eq. 4.

Tabela 2 - Valores de tensões obtidos com o uso da Eq. 4.

| TEMPO | TENSÃO  |
|-------|---------|
| 10 h  | 12,74 V |
| 20 h  | 12,72 V |
| 30 h  | 12,81 V |
| 40 h  | 13,00 V |
| 50 h  | 13,28 V |
| 60 h  | 13,63 V |
| 70 h  | 14,04 V |
| 80 h  | 14,50 V |
| 90 h  | 15,01 V |
| 100 h | 15,55 V |
| 110 h | 16,11 V |
| 120 h | 16,68 V |

De acordo com estes dados, estimou-se o valor do desvio padrão obtido a partir da comparação dos valores de tensão experimental e ajustada. O desvio padrão indica a dispersão dos dados dentro de uma amostra, isto é, o quanto os

dados em geral diferem da média. Quanto menor o desvio padrão, mais parecidos são os valores das funções analisadas (Ferrari, 2004). Este cálculo é feito através da Eq. 5.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{1}{n}(\sum x_i)^2}{n-1}} \quad (5)$$

O desvio padrão relativo aos valores de tensão da Tab. 2 aplicados à Eq. 5 é 1,3899; indicando uma porcentagem de erro menor que 1,5 %, um valor baixo e aceitável que representa uma dispersão pequena em relação à média dos valores da função original.

A tensão de flutuação, cuja definição é a tensão que é aplicada ao banco de baterias para evitar a auto-descarga (Chagas, 2007), é afetada pelos fatores térmicos durante o carregamento. Porém, é importante destacar que a influência da temperatura nos coeficientes do polinômio mostrado na Eq. 4 não se mostrará significativa, havendo apenas uma pequena alteração nos valores obtidos.

### 3. PROCEDIMENTOS E RESULTADOS

Inicialmente, escolheu-se uma bateria estacionária comum para a realização de testes de carga e descarga. O processo de carregamento foi relativamente simples, visto que, para isso, ligou-se a bateria em uma fonte de tensão e monitoraram-se os valores de corrente e tensão durante esta etapa em intervalos de 30 minutos. Para o descarregamento, em primeiro momento, através de cálculos, determinaram-se as correntes de descarga utilizadas durante este processo e com isso, já com o experimento em andamento, notou-se uma pequena diferença entre os valores de corrente calculados e os medidos, o que já era esperado.

Para tal, construíram-se três circuitos que pudessem gerar corrente de descarga para o acumulador elétrico escolhido. Estes possuíam diferentes resistências e, dessa forma, diferentes valores de correntes. Os circuitos foram montados através da associação de lâmpadas automotivas (necessitam de alto valor de corrente) e bobinas de motores elétricos (necessitam de valores medianos de corrente). Além destas, dois multímetros foram acoplados ao sistema com a finalidade de determinar os valores de corrente e tensão durante todo o processo de descarga em intervalos de 30 minutos e, quando a queda de tensão acentuava-se, em intervalos de 15 minutos.

O processo de descarregamento é mostrado nas Fig. 3. Esta ilustra o descarregamento da bateria com corrente constantes em torno de 4,3. As Fig. 4 e Fig. 5 apresentam o mesmo processo, porém com correntes constantes de 2,5 A e 10 A respectivamente, porém estes valores foram encontrados em literatura. Com isso, objetiva-se a comparação entre os três gráficos de descarga, o que é mostrado na Fig.6. As Eq. 6 e Eq. 7 apresentam os polinômios que regem cada uma das figuras apresentadas de valores conseguidos através de literatura, no caso as Fig. 4 e Fig.5 respectivamente.

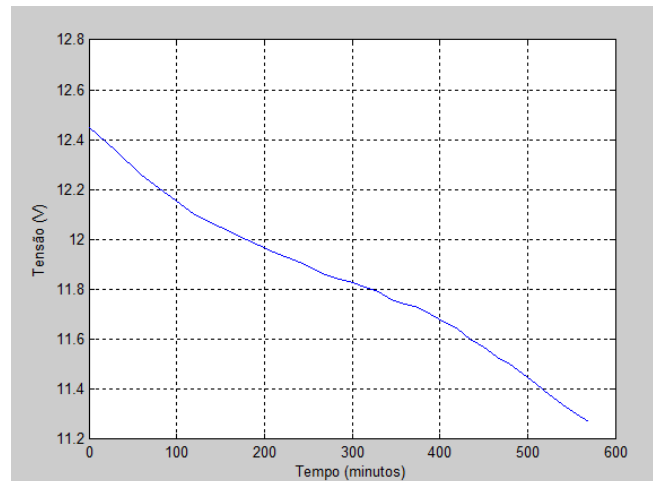


Figura 3 - Gráfico de descarga da bateria com corrente constante de 4,3 A.

Neste caso, da Fig. 3, os primeiros 240 minutos de descarga foram monitorados em intervalos fixos de 30 minutos. Após isso, observa-se uma queda mais abrupta da tensão no interior do acumulador elétrico e, por isso, este foi feito em intervalos menores, de 15 minutos, até os 570 minutos finais de descarga. Todos os valores foram devidamente tabelados e os gráficos foram construídos em ambiente MatLab. Observa-se que, para cada valor de corrente utilizado durante a descarga, obtêm-se um polinômio correspondente, que particulariza cada descarga de acordo com o valor da corrente.

$$V(t) = 12,55 - 0,000399t - 5,132 \cdot 10^{-7}t^2 - 1,438 \cdot 10^{-11}t^3 \quad (6)$$

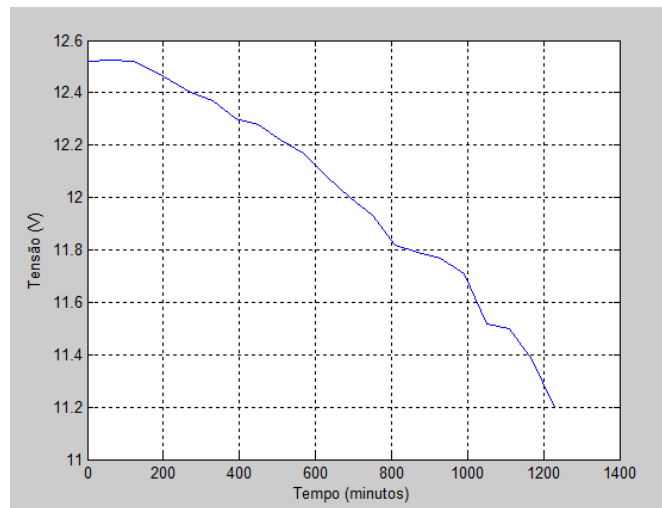


Figura 4 - Gráfico de descarga da bateria com corrente constante de 2,5 A.

$$V(t) = 12,63 - 0,00726t + 3,186 \cdot 10^{-5}t^2 - 1,39 \cdot 10^{-7}t^3 \quad (7)$$

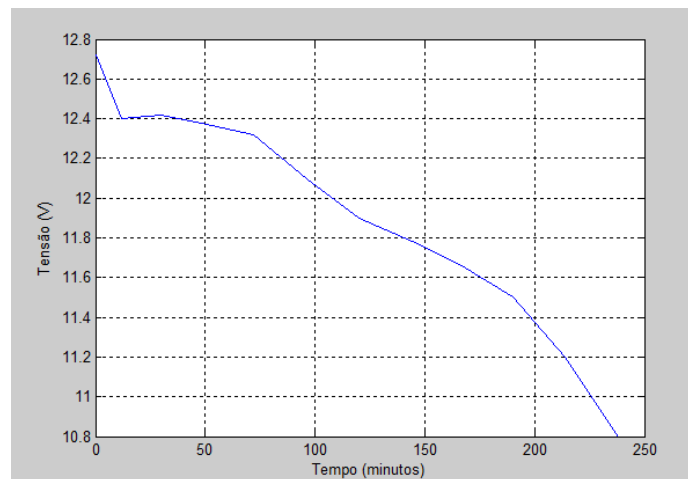


Figura 5 - Gráfico de descarga da bateria com corrente constante de 10 A.

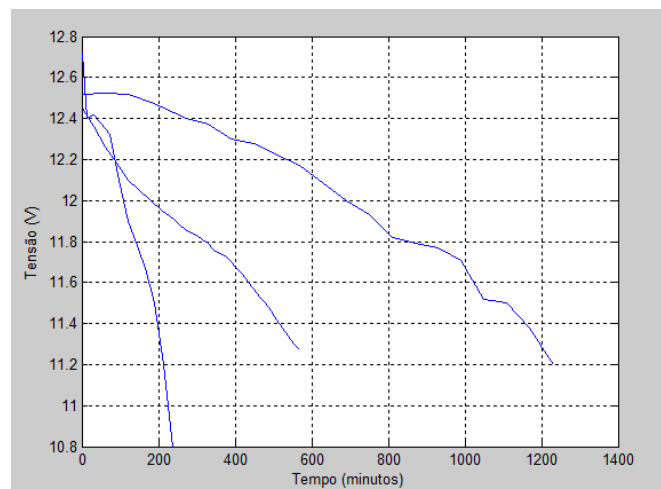


Figura 6 - Gráficos sobrepostos.

Por fim, com os dados obtidos por meio dos experimentos, através do ajuste polinomial cúbico, propôs-se um polinômio que apresente as características da tensão dos acumuladores elétricos, em função do tempo, durante o processo de descarga para uma corrente constante de 4,3 A. O polinômio proposto é demonstrado através da Eq. 8 e

segue o formato proposto pela Eq. 4. A Fig. 7 apresenta a curva da Fig. 3 ajustada, os pontilhados referem-se à função original e a linha contínua, ao polinômio proposto na Eq. 8.

$$V(t) = 12,45 - 0,00359t - 7,705 \cdot 10^{-6}t^2 - 8,968 \cdot 10^{-9}t^3 \quad (8)$$

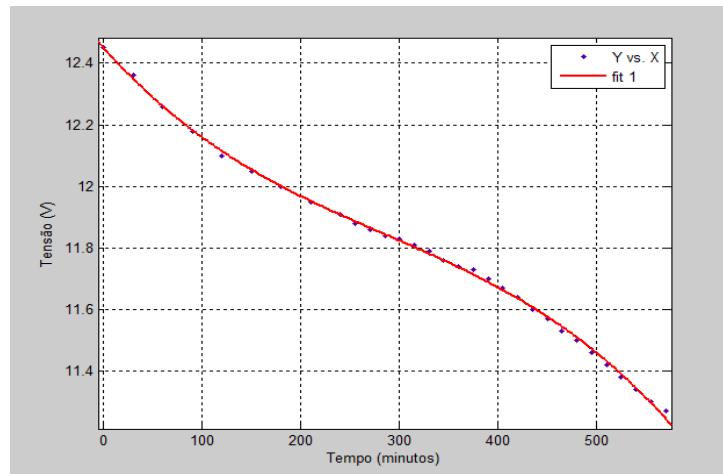


Figura 7 - Sobreposição da função original e da ajustada.

Para o processo de descarregamento, semelhantemente ao carregamento, os coeficientes não são alterados significativamente. Neste caso, as mudanças de temperatura serão notadas na profundidade de descarga da bateria e na redução de sua vida útil.

Para a Eq. 8, também se estimou o valor do desvio padrão - com base na Eq. 5 - com relação aos dados obtidos através da função original apresentada na Fig. 7. Este valor foi 0,3055; valor menor do que o encontrado na análise anterior (nota-se comparando as Fig. 3 e Fig. 7).

#### 4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposto o ajuste polinomial para as curvas de carga e descarga de baterias estacionárias. Dentro do esperado, os resultados mostraram-se satisfatórios, visto que foi possível encontrar equações que descrevem adequadamente as mencionadas curvas das baterias.

Dentre as dificuldades encontradas podem-se destacar o baixo nível de precisão dos equipamentos disponíveis e o fato da bateria não se recuperar tão bem espontaneamente. Estas imprecisões refletiram-se nos valores do estado de carga e de descarga do acumulador elétrico com uma corrente nominal fixa em relação ao tempo. Foi possível entender também a maneira de se lidar com a bateria em funcionamento (descarregando), onde essa se mantém com uma queda praticamente linear e, posteriormente, em um estado final de descarga, o nível de tensão cai de forma mais acentuada.

A principal característica do projeto apresentado é a de previsão de carga e descarga de uma bateria estacionária, além de acompanhar, de maneira real, os processos da mesma. Estudos posteriores visam criar um banco de dados polinomiais que permitirão adotar um polinômio específico para cada condição de descarga da bateria.

#### REFERÊNCIAS

- Asano, C.H., Colli, E., 2009. Cálculo Numérico - Fundamentos e Aplicações. Departamento de Matemática Aplicada - IME - USP.
- Benedito, S. R., 2009. Caracterização da Geração Distribuída de Eletricidade por Meio de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede, no Brasil, sob Aspectos Técnico, Econômico e Regulatório. São Paulo - USP.
- Catunda, S.Y.C., Lima, S.L.S., Saavedra, O.R., Santos, B.F., 2003. Sistema de previsão de atendimento de demanda para sistemas fotovoltaicos. Núcleo de Energias Alternativas, Departamento de Engenharia Elétrica -DEE, Universidade Federal do Maranhão - UFMA.
- Catunda, S.Y.C., Lima, S.L.S., Saavedra, O.R., Santos, B.F., 2003. Um modelo analítico de bateria para simulações em sistemas fotovoltaicos isolados. Núcleo de Energias Alternativas, Departamento de Engenharia Elétrica -DEE, Universidade Federal do Maranhão - UFMA.
- Catunda, S.Y.C., Lima, S.L.S., Saavedra, O.R., Santos, B.F., 2004. Sistema de Previsão de Atendimento de Demanda para Sistemas Fotovoltaicos II. In VI Induscon Industry Conference, 2004, Joinville.
- Chagas, M. W. P., 2007. Novas Tecnologias para a Avaliação de Baterias. Tese ( Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) - IEP/LACTEC, Curitiba.
- Coelho, K. D., 2001. Estudo de uma Ininterrupta Fonte de Corrente Contínua de Baixa Potência Gerenciada por Microcontrolador, UFSC, Florianópolis - SC.

- Conceição, L.B., Araújo, M.M.B, Ferreira, C.F, Carvalho, M.L.B, Lourenço, M.M., 1987. Cálculo Numérico - Com Aplicações, 2ª ed, Harbra Ltda, p 323-333.
- Damasceno, A. C. H., 2008. Controle Preditivo de Corrente Aplicado a um Controlador de Carga de Baterias Baseado em Conversor CC-CC Bidirecional. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Ferrari, F., 2004. Estatística Básica. Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- Fraga, J. R. C. P., 2009. Análise do comportamento da bateria utilizada em sistemas fotovoltaicos de pequeno porte. 137 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, São Paulo.
- GTES, CEPEL - CRESESB.2004. Grupo de Trabalho de Energia Solar. Edição Especial PCR - PRODEEM.
- OECD/IEA, 2003. IEA, Renewables for Power Generation- Status & Prospects.
- Siemens Solar Industries: Training Department Siemens Solar Industries, 1990. Photovoltaic technology and system design: Training Manual, 525f.

## **FIT POLYNOMIAL CURVE OF CHARGE AND DISCHARGE OF STATIONARY BATTERY**

**Abstract.** *In this document are proposed polynomial equations that characterize the adjustment of charging and discharging of stationary batteries obtained with the aid of numerical methods and the Matlab software, so that the relative potency of these equations varies from second to sixth order. Besides the numerical analysis, was made a comparison between the measured curves and the theoretical curves, these were obtained from the literature and those from measurements and experimentation. Having these equations in hand, was produced a study aiming to improve the prediction of the behavior of the battery depending on its state of charge.*

**Key words:** *Stationary Battery, Polynomial Equation, MatLab, Photovoltaic System*