



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102015026161-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102015026161-6

(22) Data do Depósito: 15/10/2015

(43) Data da Publicação Nacional: 02/05/2017

(51) Classificação Internacional: G01R 31/36.

(54) Título: MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA MUDANÇA DO ESTADO DE CARGA (SOC) DA BATERIA E SISTEMA DE MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE BATERIA

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: R. Francisco Getúlio Vargas 1130, Bloco A, Sala 301, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR), 95070560

(72) Inventor: STANISLAV TAIROV; LUIZ CARLOS STEVANATTO; MATHEUS GONÇALVES MUSSI.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 15/10/2015, observadas as condições legais

Expedida em: 03/05/2022

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA MUDANÇA DO ESTADO DE CARGA (SOC) DA BATERIA E SISTEMA DE MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE BATERIA

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um método de avaliação da mudança do estado de carga (SOC) de uma bateria secundário ou recarregável. A presente invenção se situa nos campos da engenharia elétrica, processamento digital de sinais e materiais elétricos.

Antecedentes da Invenção

[0002] Técnicas de avaliação de estado de carga (SOC) ou estado de saúde (SOH) de baterias através das medições da impedância interna da bateria tem sido usadas durante os últimos anos como uma alternativa não destrutiva aos ensaios de descarga completa de bateria. Os testadores industriais existentes são baseados na medição de uma resistência interna de bateria, que é um módulo de impedância interna na frequência fixa.

[0003] Diversas aplicações necessitam que seja realizada a medição dos parâmetros de uma bateria, sem que a mesma seja desconectada de seu circuito, tais como em sistemas de medição em vários níveis de frequência onde a bateria não deve ser desconectada do circuito em momento algum. Há ainda a necessidade de permitir a avaliação do estado de carga da bateria (SOC) sem a necessidade de descarregar a bateria completamente.

[0004] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0005] O documento BR 10 2014 027097 3 versa sobre um método de avaliação dos parâmetros de identificação do estado de saúde da bateria (SOH), onde tal método se baseia na aplicação de um sinal de múltiplas frequências e na resposta baseado na impedância da bateria, na qual é modelada através de um resistor R_S , um resistor R_{CT} e um capacitor C_{DL} . A

solução proposta por este documento, no entanto, apresenta baixa eficiência e precisão nas medidas devido ao fato de que os parâmetros associados a modelagem da bateria, pelo circuito de Randles de 1ª ordem, apresentam variações quando a profundidade de descarga (DOD) é pequena, prejudicando a análise final.

[0006] O documento PI1103911-6 versa sobre um método e um aparato de avaliação do estado de saúde (SOH) de baterias recarregáveis baseado na medição de capacitância na dupla camada do eletrodo e eletrólito por meio da análise de resposta a um sinal de múltipla frequência, facilitando a avaliação do estado de saúde sem a necessidade de ser desconectada do circuito ou descarregada. A solução proposta por este documento, no entanto, avalia o estado de carga (SOC) da bateria pela análise da frequência mínima obtida através de um sinal de resposta da bateria a um sinal de múltiplas frequências, onde tal análise apresenta baixa eficiência e precisão, principalmente quando a profundidade de descarga (DOD) apresenta pequenas variações.

[0007] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0008] As soluções existentes no estado da técnica apresentam baixa eficiência e baixa precisão quanto à medida do estado de carga (SOC) da bateria, impactando em erros de medidas nas análises realizadas.

Sumário da Invenção

[0009] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um método não destrutivo de avaliação de parâmetros de bateria, secundária ou recarregável, para a determinação do estado de carga (SOC) da mesma, que consiste na análise de um parâmetro integral, sendo a fase mínima encontrada na análise de um sinal de resposta a um sinal de múltiplas frequências.

[0010] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um método de avaliação da mudança de estado de carga (SOC) da bateria compreendendo ao menos uma das etapas definida por:

- a. excitação da bateria através de um sinal composto de múltiplas frequências;
- b. obtenção da curva de resposta da bateria com a aplicação do referido sinal de múltiplas frequências;
- c. obtenção do diagrama de fase (φ) com a resposta obtida no item b;
- d. medição do parâmetro de fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)^i$);

em que,

- o parâmetro de fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)^i$) é associado ao nível de profundidade de descarga (DOD) ou estado de carga (SOC) da bateria;

[0011] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um sistema de monitoramento de parâmetros de bateria compreendendo:

- a. ao menos um dispositivo de medição (10) dotado de pelo menos um conversor de sinal de excitação (12) e pelo menos um conversor de sinal de recepção (13);
- b. ao menos uma ferramenta gráfica (11) associada ao dito dispositivo de medição (10);
- c. ao menos um sensor de temperatura; e
- d. ao menos uma interface (20) associada ao referido dispositivo de medição (10);

em que, o referido sistema de monitoramento realiza a avaliação do estado de carga (SOC) da bateria, aplicando o método descrito anteriormente.

[0012] O conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados se refere a um método de avaliação do estado de carga (SOC) de uma bateria baseado na análise do diagrama de fase da resposta a um sinal de múltiplas frequências, e um sistema para a disponibilização dos parâmetros obtidos.

[0013] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0014] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, é apresentado as presente figuras:

[0015] A figura 1 mostra um esquema de ligação utilizado para a montagem do sistema apresentado na presente invenção.

[0016] A figura 2 mostra uma concretização da montagem do sistema apresentado na presente invenção.

[0017] A figura 3 mostra o sinal de excitação utilizado como sinal de múltiplas frequências, em um gráfico de corrente elétrica em função do tempo.

[0018] A figura 4 mostra o sinal de resposta média da bateria obtido com a aplicação do sinal de excitação, em um gráfico de diferença de potencial em função do tempo.

[0019] A figura 5 mostra o diagrama de Bode obtido através do sinal de resposta, da impedância variando com a frequência, sendo disponibilizado em um gráfico.

[0020] A figura 6 mostra o diagrama de fase (φ) apresentado em um gráfico, sendo a fase em função da frequência.

[0021] A figura 7 mostra um gráfico representando a variação da fase (φ_{\min}) em função da profundidade de descarga (DOD).

[0022] A figura 8 mostra uma concretização da ferramenta de visualização dos parâmetros obtidos, destacando as janelas visualizadas.

[0023] A figura 9a mostra um gráfico detalhando a tensão da bateria durante a descarga da mesma, com os períodos de descanso.

[0024] A figura 9b mostra um gráfico detalhando a profundidade de descarga (DOD) da bateria.

[0025] A figura 9c mostra um gráfico detalhando a variação da temperatura controlada, com o tempo de operação.

[0026] A figura 9d mostra um gráfico detalhando a corrente da bateria em protocolo de descarga discreta de bateria, com um DOD = 1%, em relação com o tempo, com 5 horas de descarga pela corrente de 200mA e 19 horas de descanso.

Descrição Detalhada da Invenção

[0027] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

[0028] A presente invenção apresenta um método de avaliação dos parâmetros de uma bateria, monitorando a variação do estado de carga (SOC) da dita bateria através de um sinal de excitação e no monitoramento do sinal de resposta. O método apresentado é uma alternativa não destrutiva aos ensaios de descarga completa da bateria para a medição dos parâmetros.

[0029] A figura 1 apresenta um esquema do circuito utilizado para monitorar e avaliar os parâmetros da bateria. Com esse sistema, o dispositivo de medição (10) é responsável por aplicar um sinal de excitação de múltiplas frequências, que pode ser visto na figura 3, nos terminais da bateria em análise, através de um conversor de sinal (12). Em uma concretização o referido conversor de sinal (12) é um conversor D/A digital para analógico.

[0030] O sinal de excitação da bateria representado na figura 3, cada harmônica do sinal teve sua amplitude e sua fase ajustadas de forma a fornecer uma resposta de $\pm 10\text{mV}$ de tensão mantendo a linearidade da resposta da bateria. Este sinal é composto por uma somatória de harmônicas em uma faixa de frequência de 1Hz até 500Hz. Para minimizar o impacto do sinal de excitação na bateria, é aplicado um processo de atenuação do sinal, através da janela de Hanning.

[0031] A resposta da bateria ao sinal aplicado é mostrada na figura 4. O dispositivo de medição (10) é configurado para receber os sinais de resposta da bateria através de um conversor de sinal de recepção (13), sendo, em uma concretização, um conversor A/D analógico para digital. O sinal de resposta da bateria ao sinal de múltiplas frequências é o sinal utilizado para caracterizar a bateria e, desta forma, obter a impedância interna. No sinal de resposta é aplicada a transformada rápida de Fourier (FFT) para detectar as harmônicas de tensão e corrente correspondentes.

[0032] Com isso, com o método proposto na presente invenção é baseado na excitação da bateria através do sinal composto de múltiplas frequências provindo do conversor D/A (12), sendo a resposta detectada pelo conversor A/D (13). O sinal é então, filtrado por uma FFT sendo coletado no arquivo Datalog, e encaminhado para uma ferramenta gráfica (11) que obtêm a curva da impedância da bateria no domínio da frequência, com os dados de tensão e corrente obtidos.

[0033] A curva de impedância no domínio da frequência é mostrada na figura 5, onde o gráfico é baseado no diagrama de Nyquist da resposta da bateria com uma faixa de frequência de 1Hz até 200Hz, em que são apresentados os valores médios, sendo a curva construída na base de 100 a 200 testes individuais. Como pode ser visto as curvas obtidas são significativamente achatadas em relação ao modelo teórico de Randles do modelo de Randles de 1ª ordem, devido a esse fato as referidas curvas não podem ser aproximadas a uma semicircunferência, pois os parâmetros associados não apresentam a mudança do estado de carga (SOC) na variação da profundidade de descarga (DOD).

[0034] A partir das curvas de impedância, é levantado o diagrama de Bode de fase (φ), apresentado na figura 6. As curvas de fase (φ) são claramente distinguíveis nos pontos mínimos, mostrado na figura, e os referidos pontos mínimos tendem a mover em ambos os eixos, tanto no das abcissas quanto no

das ordenadas. Os pontos mínimos são relacionados aos parâmetros de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$.

[0035] Na figura 6 é possível observar que a fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ varia mais acentuado ao longo do eixo vertical, conforme ocorre uma variação na profundidade de descarga (DOD) da bateria, desta forma, é conclusivo que o referido parâmetro de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ é associado ao nível de profundidade de descarga (DOD), ou seja, quando a profundidade de descarga (DOD) sofre uma alteração, o parâmetro de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ também varia com a mesma proporção. Ademais, o gradiente de variação da fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ é maior para pequenos valores de profundidade de descarga (DOD), permitindo assim, que o método proposto apresente uma maior precisão nas medidas do estado de carga (SOC) da bateria para menores níveis de profundidade de descarga (DOD). Ademais, a avaliação de estado de carga (SOC) é feito em pontos de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$, porque em pontos mínimos a curva de fase tem a maior sensibilidade em relação às mudanças de profundidade de descarga (DOD).

[0036] Assim, o parâmetro de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ do diagrama de fase é tido com um parâmetro integral da avaliação do estado de carga (SOC) da bateria, independentemente do modelo da bateria.

[0037] A figura 7 apresenta um gráfico que relaciona a variação do parâmetro de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ à profundidade de descarga (DOD), onde é visto o gradiente de variação do parâmetro de fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ em função da porcentagem da profundidade de descarga (DOD). É notório que, para pequenos valores de profundidade de descarga (DOD) a fase mínima $(\varphi_{\min}(f_0))^i$ apresenta uma variação significativa, aumentando a eficiência e a precisão das medidas. O gradiente de fase mínima $(\Delta\varphi_{\min}(f_0))^i$ apresenta um intervalo de confiança de 98%.

[0038] Ademais, a presente invenção apresenta um sistema para o monitoramento dos parâmetros da bateria apresentando ao menos um

dispositivo de medição (10) compreendendo ao menos um conversor de sinal de excitação (12) e ao menos um conversor de sinal de recepção (13). Por dispositivo de medição (10) entende-se qualquer dispositivo que possa configurar um sinal de saída, que é aplicado aos terminais da bateria, e que realize a leitura do sinal de resposta, sendo assim, o dispositivo de medição (10) pode ser um computador com um software configurado para tais funções, um processador matemático com circuito eletrônico acoplado, ou um FPGA configurado para tais tarefas.

[0039] Conforme dito anteriormente, o conversor de sinal de excitação (12) é responsável por disponibilizar o sinal de excitação ajustado pelo dispositivo de medição (10) de maneira a ser aplicado aos terminais da bateria. Tal conversor de sinal (12) é um conversor D/A, digital para analógico. E o conversor de sinal de recepção (13) é responsável por detectar o sinal de resposta da bateria ao sinal aplicado, sendo, neste caso um conversor A/D, analógico para digital.

[0040] O sinal de resposta da bateria, ao passar pelo conversor A/D (13), é tratado com a aplicação de um filtro FFT para a separação das harmônicas, sendo encaminhado para uma ferramenta gráfica (11) associada ao dispositivo de medição (10). A ferramenta gráfica (11) é responsável por processar os dados obtidos com o sinal de resposta e obter os gráficos das figuras 5 e 6.

[0041] A ferramenta gráfica (11) associada ao sistema apresentado na presente invenção, entende-se por qualquer software com características matemáticas capaz de obter curvas precisas com parâmetros inseridos para tal fim. Ou ainda, um processador matemático configurado para obter os gráficos com os ditos parâmetros. Softwares como o MatLab ou LabView são dispostos para a obtenção dos gráficos. Assim, a ferramenta gráfica (11), com os parâmetros obtidos na resposta da bateria, monta o diagrama de Nyquist da impedância em função da frequência e, assim, levanta o diagrama de fase (φ) em função da frequência, para a análise da profundidade de descarga (DOD).

[0042] Em diversas aplicações, como em um banco de baterias em um sistema de *no-breaks*, faz-se necessário medir a temperatura do ambiente em

que se dispõe a bateria e, ademais, o comportamento da bateria depende da temperatura, ou seja, caso haja uma variação da temperatura a medição pode ser prejudicada. Desta forma, o sistema proposto na presente invenção apresenta um controlador de temperatura com base em um sensor de temperatura disposto no banco de baterias em análise, para evitar que haja erros de medição devido à variações de temperatura. Nos testes, o banco de baterias foi disposto em um ambiente com uma temperatura controlada em uma faixa de $20^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

[0043] O sistema conta ainda com uma interface (20) associada ao dispositivo de medição (10), em que tal interface (20) permite o usuário controlar os testes de bateria, como sinal de excitação, e disponibilizar os parâmetros obtidos pelo sistema. Dentre os parâmetros disponibilizados e monitorados estão, por exemplo, correntes de carga e descarga da bateria, a tensão da bateria, o período em que a bateria fica em estado descanso, profundidade de descarga (DOD), a temperatura da bateria, ou do banco de baterias, etc.

[0044] Em uma concretização, a interface (20) é conforme mostrada na figura 8. A janela 1 apresenta o nível de tensão, de forma gráfica, da bateria estando em uma faixa de 11V a 13V. A janela 2 a corrente elétrica, em tempo real, nos terminais da bateria. A janela 3 consiste de três chaves que permite o usuário controlar os testes, sendo uma para ligar/desligar a bateria do circuito de excitação, uma segunda chave utilizada para acionar/desacionar o circuito de excitação, e uma terceira chave é utilizada para inicializar os testes de excitação de acordo com os parâmetros escolhidos. A janela 4 mostra a porcentagem da profundidade de descarga (DOD). A janela 5 apresenta a temperatura da bateria e dos circuitos de excitação e de medição. As janelas 6, 7 e 8 apresentam os gráficos da tensão da bateria, temperatura da bateria e temperatura dos circuitos, respectivamente.

[0045] Desta forma, o usuário define o modo de operação da bateria, e os momentos em que o sistema realiza a excitação da bateria, além de escolher os parâmetros a serem analisados.

[0046] Para o monitoramento dos parâmetros, os mesmos são processados pelo dispositivo de medição (10), onde, a partir do sinal de resposta da bateria e do diagrama de fase(φ) com os parâmetros de fase mínima lidos, são traçados gráficos para visualizar o comportamento da bateria. Os referidos gráficos são apresentados nas figuras 9a, 9b, 9c e 9d. Para os dados processados apresentados nas figuras, foi realizada uma etapa de filtragem de sinal através de um filtro retangular para eliminar ciclos com baixa relação sinal-ruído (SNR), e realizado o teste de excitação em que os dados foram coletados automaticamente e continuamente por onze dias durante a descarga da bateria, estando a mesma completamente carregada, até atingir uma profundidade de descarga (DOD) de 10%. Para o teste, a bateria foi considerada completamente carregada quando o diagrama de Nyquist se mostrou completamente legível.

[0047] Assim, a figura 9a apresenta a tensão da bateria durante os períodos de descarga e descanso da mesma, em que, como pode ser visto, as referências numéricas do gráfico são associadas às referências numéricas do diagrama de Nyquist das impedâncias, mostrado na figura 5.

[0048] Na figura 9b é mostrado o gráfico da porcentagem da profundidade de descarga (DOD) da bateria, durante o protocolo de descarga discreta da mesma, de forma que, o teste é realizado até o momento em que a (DOD) atinge um valor de 10%.

[0049] Para a execução dos testes são definidos os protocolos de descarga da bateria, em que, neste caso, foi ajustado com cinco horas de descarga através de uma corrente de 200mA e um período de descanso, de dezenove horas. Assim, foram obtidos os gráficos da temperatura da bateria, na figura 9c e a corrente de descarga na figura 9d.

[0050] A solução proposta na presente invenção consiste no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de parâmetros da bateria com alto nível de confiabilidade e precisão, devido ao fato de se basear no parâmetro integral da bateria, fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)$), obtido do diagrama de fase (φ). O sistema opera

em tempo real permitindo o monitoramento da bateria por um longo período de duração.

[0051] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo 1. Realização Preferencial

[0052] O sistema proposto na presente invenção é aplicado em sistemas de UPS (*Uninterruptible Power Supply*), onde são associados sistemas de *no-breaks* com baterias secundárias, na qual necessitam de monitoramento constante, sendo em uma bateria, ou em um banco de baterias. Assim, o sistema é conectado aos terminais da bateria, conforme mostrado na figura 1.

[0053] A interface (20) é disponibilizada para um usuário que controla os testes para o monitoramento dos parâmetros da bateria. Com isso, o usuário habilita os testes, no qual é aplicada uma corrente de excitação, adequada, através do conversor D/A (12), sendo a resposta da bateria à aplicação do dito sinal, captada pelo conversor A/D (13). O sinal é então processado para ser disponibilizado na interface (20).

[0054] Com a resposta da bateria e o sinal processado, o diagrama de impedância é obtido e, com base nisto, é traçado o diagrama de fase (φ), mostrando a fase em função da frequência. O parâmetro fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)^j$), ou seja, o parâmetro integral, é obtido de forma a avaliar o nível de carga da bateria (SOC).

[0055] Sensores de temperatura são inseridos de forma a compreender um sensor na câmara da bateria e outro sensor no ambiente onde a dita bateria é disposta. Desta forma, com todos os dados inseridos a interface (20) disponibiliza os parâmetros para o usuário em tempo real.

[0056] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Método de avaliação da mudança do estado de carga (SOC) da bateria compreendendo pelo menos uma das etapas definida por:

- a. excitação da bateria através de um sinal composto de múltiplas frequências;
- b. obtenção da curva de resposta da bateria com a aplicação do referido sinal de múltiplas frequências;
- c. obtenção do diagrama de fase (φ) com a resposta obtida no item b;
- d. medição do parâmetro de fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)$);

caracterizado por:

- o parâmetro de fase mínima ($\varphi_{\min}(f_0)$) ser associado ao nível de profundidade de descarga (DOD) da bateria.

2. Método de avaliação da mudança do estado de carga (SOC) da bateria, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de filtrar as harmônicas de tensão e corrente no sinal de resposta da bateria.

3. Sistema de monitoramento de parâmetros de bateria compreendendo:

- a. ao menos um dispositivo de medição (10) dotado de pelo menos um conversor de sinal de excitação (12) e pelo menos um conversor de sinal de recepção (13);
- b. ao menos uma ferramenta gráfica (11) associada ao dito dispositivo de medição (10);
- c. ao menos um sensor de temperatura; e
- d. ao menos uma interface (20) associada ao referido dispositivo de medição (10);

caracterizado por o referido sistema de monitoramento realizar a avaliação do estado de carga (SOC) da bateria, aplicando o método descrito nas reivindicações 1 a 2.

4. Sistema de monitoramento de parâmetros de bateria, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato do conversor de sinal de excitação (12)

ser configurado para aplicar um sinal composto de múltiplas frequências.

5. Sistema de monitoramento de parâmetros de bateria, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato do conversor de sinal de recepção (13) ser configurado para receber o sinal de resposta da bateria ao sinal composto de múltiplas frequências.

6. Sistema de monitoramento de parâmetros de bateria, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato da ferramenta gráfica (11) ser configurada para:

- obter a curva de resposta da bateria ao sinal composto de múltiplas frequências; e
- traçar o diagrama de fase (φ) com os dados da curva obtida.

7. Sistema de monitoramento de parâmetros de bateria, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato da interface (20) ser configurada para:

- permitir o controle de testes de excitação da bateria;
- receber e realizar a leitura dos dados processados; e
- disponibilizar os parâmetros obtidos.

Figuras

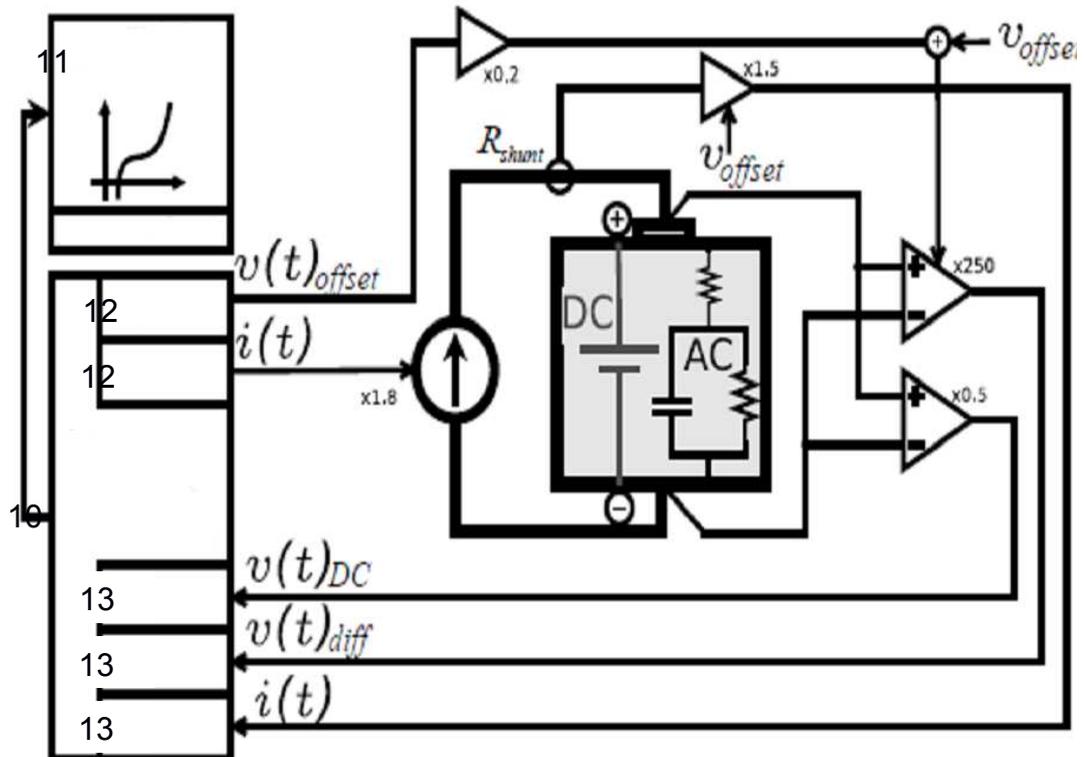


Figura 1



Figura 2

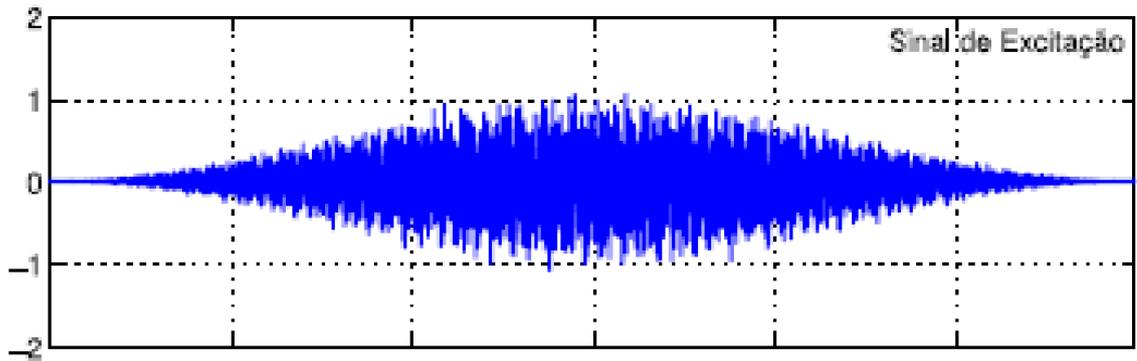


Figura 3

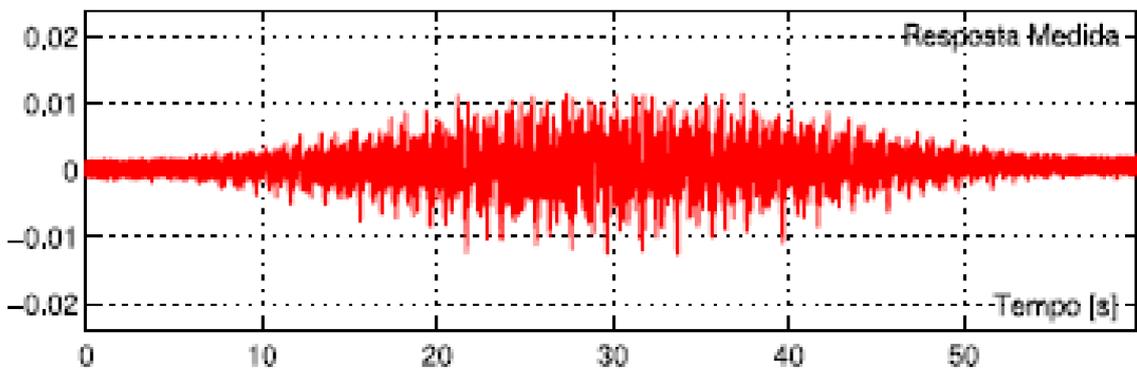


Figura 4

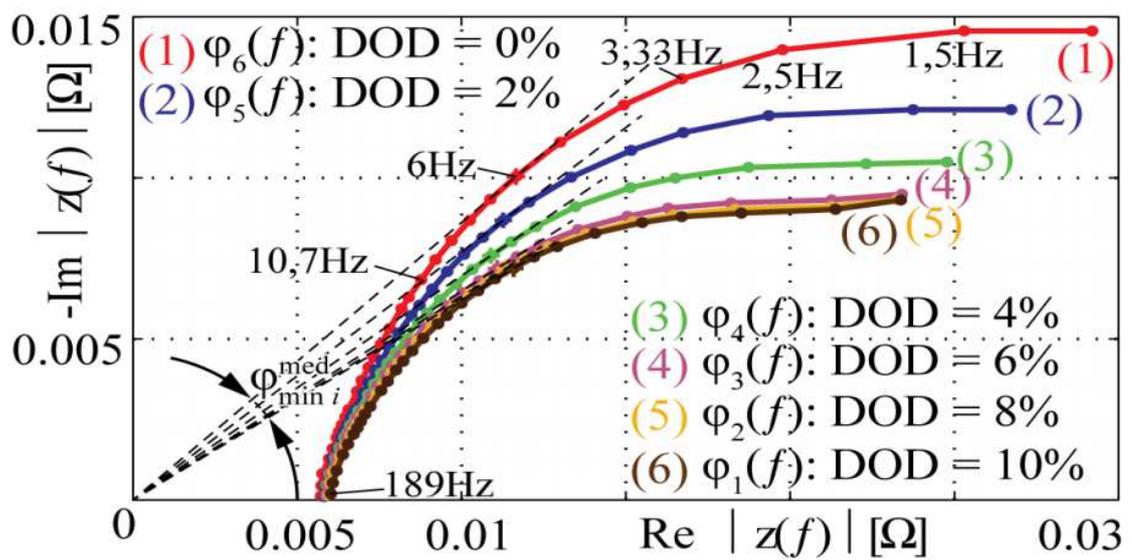


Figura 5

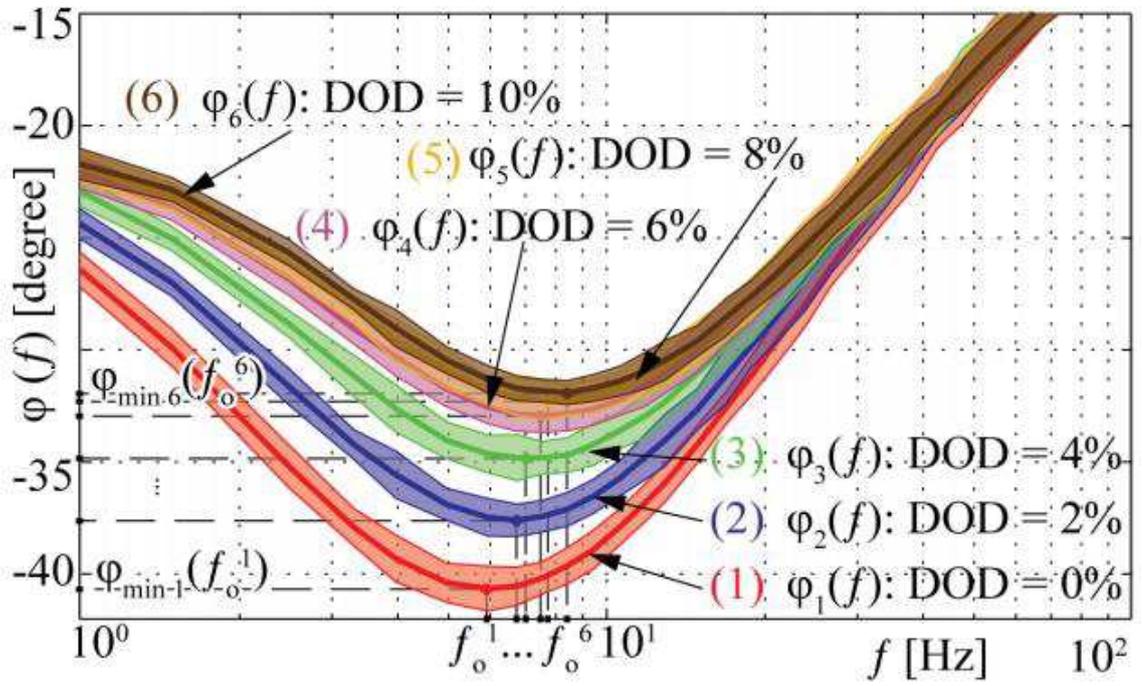


Figura 6

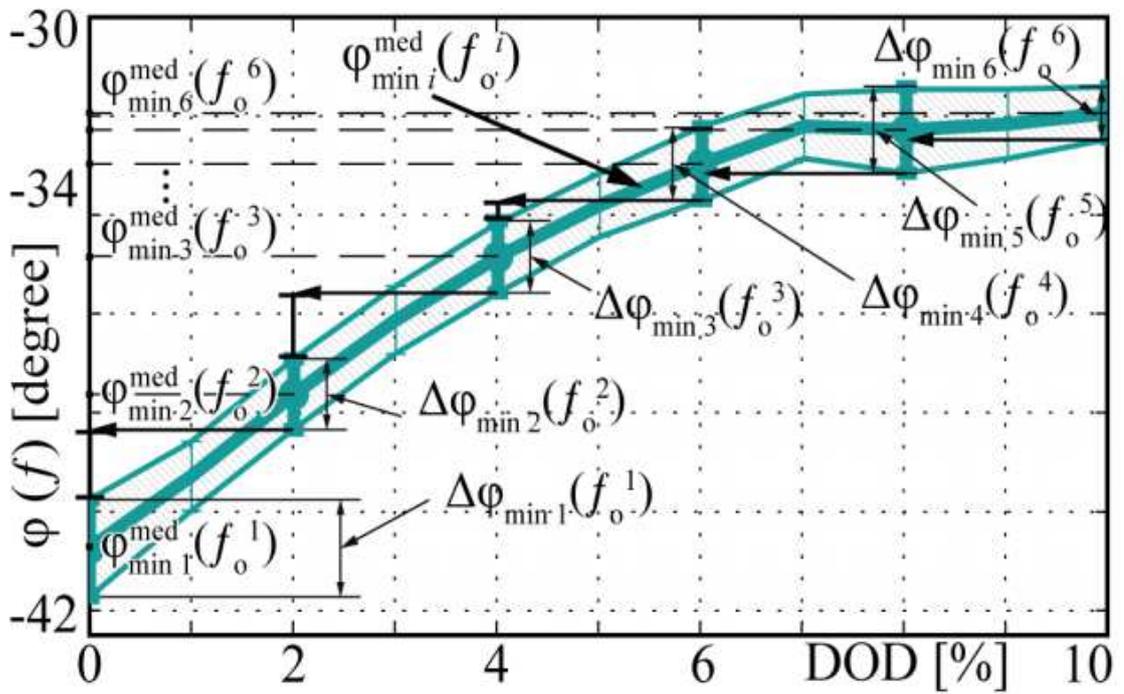


Figura 7

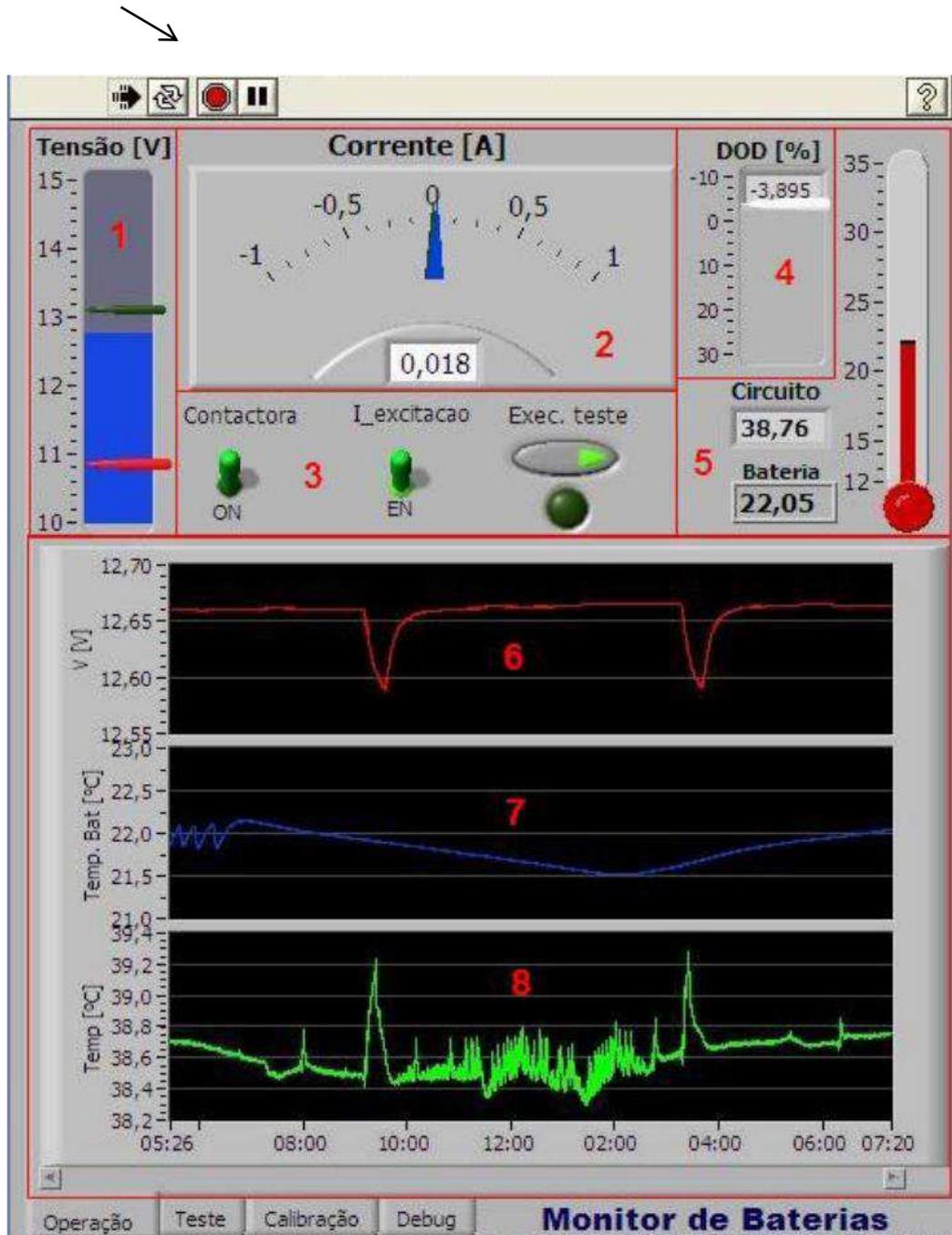


Figura 8



Figura 9a

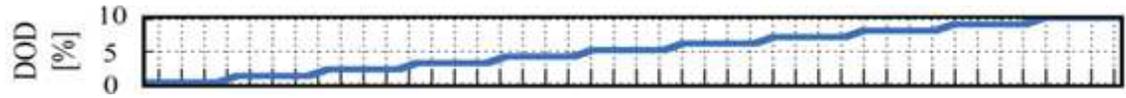


Figura 9b

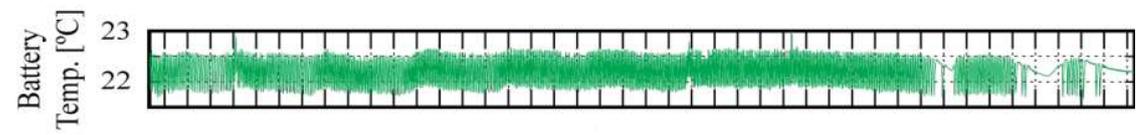


Figura 9c

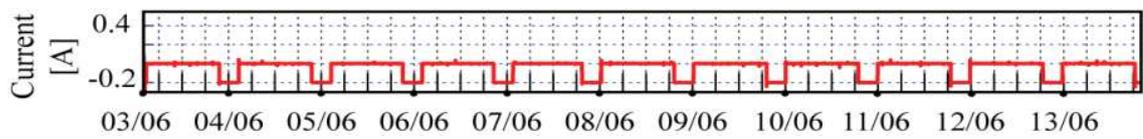


Figura 9d