

EMPREGO DE SISTEMA OPERACIONAL DE TEMPO REAL EM PLATAFORMA DE SUPERVISÃO DE CARREGADORES DE BATERIA

Marcus Vinicius Ferreira de Andrade, Felipe Adriano da Silva Gonçalves, Igor Borges Tavares, Josué Silva de Moraes, Aniel Silva de Moraes, Carlos Augusto Bissochi Junior.

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT)
Laboratório de Servomecanismos e controle (LASEC)
Uberlândia – Minas Gerais
e-mail: mvfr.eng@gmail.com

Resumo – Somos cada vez mais dependentes das baterias de lítio, pois são baterias muito versáteis; porém se expostas a altas temperaturas sua vida útil é reduzida drasticamente. Para monitorar o estado da bateria, e efetuar o processo de carga de forma eficiente, é necessário utilizarmos um microcontrolador.

Palavras-Chave - Microcontroladores, baterias, tempo real, controlador.

USE THE REAL TIME SYSTEMS MONITORING PLATAFORM FOR BATTERY CHARGERS

Abstract – We are increasingly dependent on lithium batteries, because they are very versatile; however if exposed to high temperatures their shelf life is reduced drastically. To monitor the status of the batteries and make the charging process efficiently, it's necessary use a microcontroller.

Keywords – Microcontroller, batteries, real time, controller.

I. INTRODUÇÃO

Verificamos que a durabilidade de uma bateria de íon de lítio depende de alguns fatores, entre eles, podemos citar, a descarga parcial, onde permitimos uma quantidade de energia residual; controle de temperatura, uma vez que as células da bateria sofrem decomposição em altas temperaturas; e o número de ciclos de carga e descarga.

Alguns dos fatores citados acima não podem ser otimizados, como o número de ciclos de carga e descarga, mas, para que a durabilidade das células de uma bateria de íon de lítio seja assegurada, devemos garantir a descarga parcial e baixa temperatura de funcionamento.

Além das condições já citadas para o bom funcionamento da bateria, temos algumas condições para efetuar o

carregamento. O carregamento é dividido em três etapas principais, carga lenta, carga rápida e etapa de tensão constante.

Portanto o microcontrolador será responsável pelo monitoramento de parâmetros como temperatura, tensão e corrente, das células da bateria com o intuito de mantê-los em níveis aceitáveis de operação. Para tanto, usaremos uma ferramenta de *software* chamada *Real Time Operation System* (RTOS), capaz de executar todo o monitoramento do sistema e efetuar o carregamento, de forma paralela, tal como um sistema operacional convencional propõem.

II. DISPOSIÇÕES GERAIS A RESPEITO DA CURVA DE CARGA DAS CÉLULAS DE ÍON DE LÍTIO

Usaremos o parâmetro C para obtermos a relação de quanta energia é fornecida ou consumida, pela capacidade da bateria.

$$C = \frac{\text{carga ou descarga em } mA}{\text{capacidade total em } mA} \quad (1)$$

Onde C , nos informa a situação de carga ou descarga da bateria. Para uma bateria de 950 mAh carregada com $0,9C$, corresponde a uma corrente de carga de 855 mA .

Cada etapa de carregamento possui um valor de C no qual a bateria deve ser submetida. Para a etapa de carga lenta, devemos fornecer uma corrente de $0,1C$, esta etapa é necessária apenas quando a tensão da bateria estiver muito abaixo da tensão nominal. Na etapa de carga rápida uma fonte de corrente fornece cerca de $1C$ para a bateria. Na etapa de tensão constante, o circuito responsável por carregar a bateria passa a ser uma fonte de tensão, substituindo a fonte de corrente das duas primeiras etapas.

É preciso ter cautela na última etapa uma vez que parte da energia fornecida pode ser convertida em calor, pois a bateria está completamente carregada, aumentando assim, o risco de decomposição das células de íon de lítio.

As etapas de carga de uma bateria de íon de lítio, com capacidade de 2250 mAh , tensão nominal de $3,6V$, peso aproximado de 44 gramas a $25^\circ C$, podem ser observadas na Figura 1.



X CEEL - ISSN 2178-8308
24 a 28 de setembro de 2012
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

Charge Characteristics (25°C)

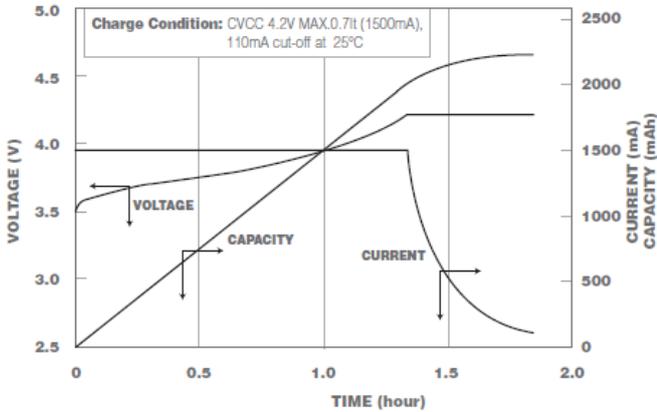


Fig. 1. Curvas de carga

Portanto devemos monitorar a tensão, corrente e temperatura durante o processo de carga da bateria.

III. CIRCUITO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Usamos o amplificador operacional da *Analog Device*, AD623, a fim de converter o sinal de corrente, em tensão; o esquemático da simulação encontra-se na Figura 2.

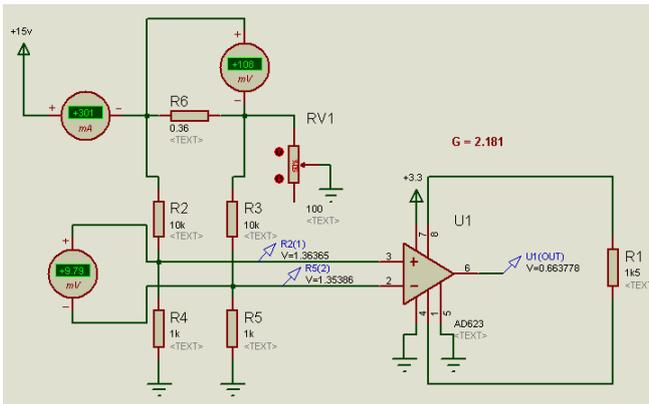


Fig. 2. Circuito de aquisição de corrente elétrica

Podemos notar que a corrente observada no amperímetro, pode ser lida em forma de tensão com um ganho de 2.18; ou seja, para um valor de corrente de 301 mA, temos uma tensão de saída de 0.663778 V, se dividirmos esta tensão, por 2.18, obtemos 304 mV.

Desta forma poderemos usar o conversor AD do microcontrolador, e assim manter o controle de corrente elétrica nos terminais da bateria.

Para aquisição de tensão da bateria, usamos um divisor de tensão, pois o conversor AD não suporta trabalhar com tensões acima de 3.3V.

O sensor de temperatura LM35, capaz de retornar uma tensão proporcional à temperatura aplicada no componente, foi usado para monitorar o aquecimento do sistema, e evitar o superaquecimento.

IV. CIRCUITO DE CARREGAMENTO

Como mostrado na Figura 1, temos que respeitar a curva característica da bateria, para tanto, usaremos o circuito integrado UC3906, cujo diagrama pode ser visto na Figura 3.

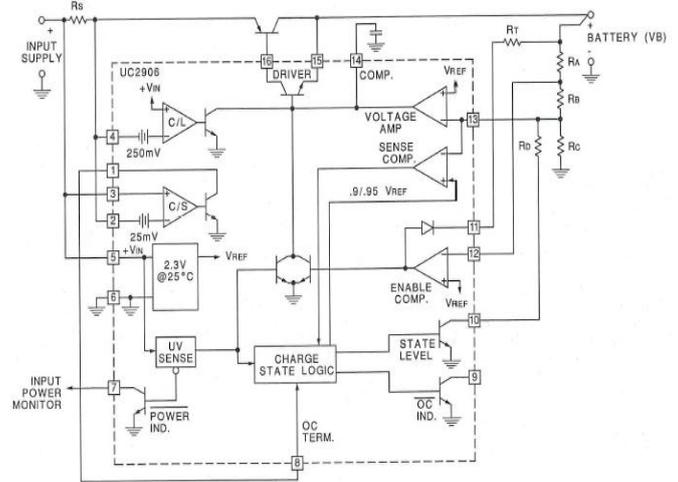


Fig. 3. Diagrama do UC3906

Podemos notar pela Figura 3, que os resistores R_a , R_b , R_c , R_d , R_s e R_t , são calculados de acordo com os parâmetros do projeto, como mostrado na Figura 4.

Design Procedure

- 1) Pick divider current, I_D . Recommended value is 50µA to 100µA.
- 2) $R_C = 2.3V / I_D$
- 3) $R_A + R_B = R_{SUM} = (V_C - 2.3V) / I_D$
- 4) $R_D = 2.3V \cdot R_{SUM} / (V_{OC} - V_C)$
- 5) $R_A = (R_{SUM} + R_X)(1 - 2.3V / V_T)$
WHERE: $R_X = R_C + R_D / (R_C + R_D)$
- 6) $R_B = R_{SUM} - R_A$
- 7) $R_S = 0.25V / I_{MAX}$
- 8) $R_T = (V_{IN} - V_C - 2.5V) / I_T$
- 9) $I_{OCT} = \frac{I_{MAX}}{10}$

Note: $V_{I2} = 0.95V_{OC}$,
 $V_{S1} = 0.90V_C$

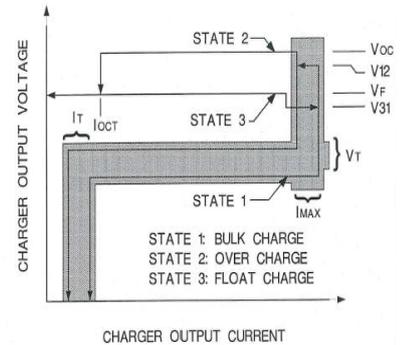


Fig. 4. Método de cálculo dos resistores

Com isso concluímos a definição de projeto do circuito responsável por garantir a curva característica de carregamento, mostrada na Figura 1, de uma bateria de íon de lítio.

V. MICROCONTROLADOR

Usamos neste projeto usamos o LPC1343, trata-se de um microcontrolador fabricado pela NXP, e possui um núcleo processador Cortex M3, licenciado pela empresa ARM; tal dispositivo é empregado em muitos produtos do mercado devido a sua robustez, baixo consumo energético e alto poder

de processamento, podendo executar até 90 milhões de instruções em um segundo.

Podemos citar também, a presença de um conversor A/D de 10 bits que pode ser multiplexado entre oito pinos do microcontrolador, de tal forma que usaremos apenas três, um para monitor a corrente, outro para a tensão e por fim, o terceiro para monitorarmos a temperatura.

Por tratar-se de um componente SMD (*Surface Mount Device*), nós optamos por encomendar um kit de desenvolvimento previamente montado.

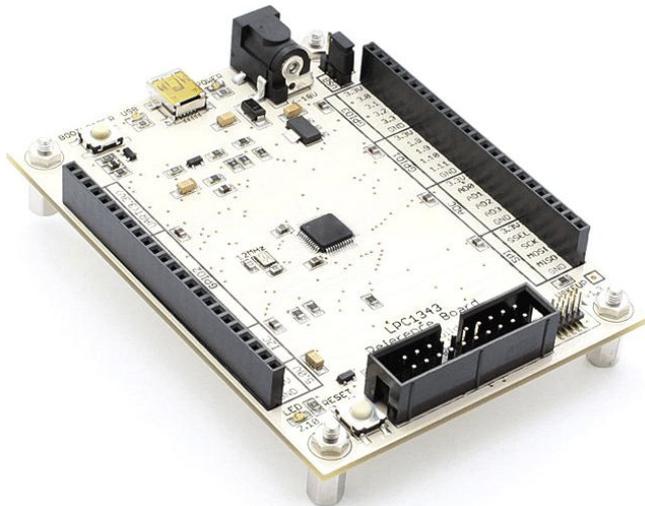


Fig. 5. Kit de desenvolvimento LPC1343

VI. SISTEMA OPERACIONAL

O sistema operacional é uma ferramenta de *software* capaz de gerenciar tarefas de acordo com suas respectivas prioridades, no caso dos sistemas operacionais convencionais usados em computadores, temos várias tarefas em execução simultânea, como atualizar tela, ler teclado, armazenar dados em dispositivos de armazenagem, etc.

Nosso sistema operacional de tempo real (RTOS) funciona da mesma maneira, porém, o sistema garante a execução das tarefas em seus respectivos prazos, como exemplo, digamos que entre muitas tarefas, um LED (Light Emitting Diode) deverá piscar a cada 100ms , usando um RTOS podemos garantir tal prazo de execução.

Dentre os vários sistemas, escolhemos o FreeRTOS por ser uma ferramenta totalmente gratuita, de código fonte aberto e projeto muito bem documentado o que facilita a utilização da ferramenta.

Um dos recursos mais usados dentro do FreeRTOS, é a chamada fila, através dela podemos enviar e receber dados entre duas tarefas. O modo como estes dados trafegam é chamado de FIFO (First In First Out), ou seja, o primeiro dado a entrar na fila, é o primeiro a sair dela, evitando assim o desordenamento dos dados.

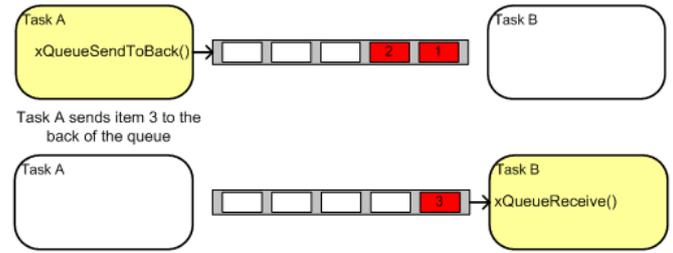


Fig. 6. Fila

Outro recurso importante é o semáforo, usado em casos de exclusão mútua de processos, ou sincronizar tarefas; vamos supor que em dado momento uma tarefa pega o semáforo, enquanto esta tarefa não soltar o semáforo outras tarefas que dependem dele não serão executadas, este é um exemplo de exclusão mútua de tarefas.

VII. CONCLUSÃO

Sabemos que nossos recursos naturais são finitos, e que descartando alguns produtos podemos contaminar o meio ambiente; baseado nisso, podemos fazer melhor uso de nossos recursos, reduzindo a degradação do meio ambiente.

Após vários testes chegamos ao seguinte gráfico:

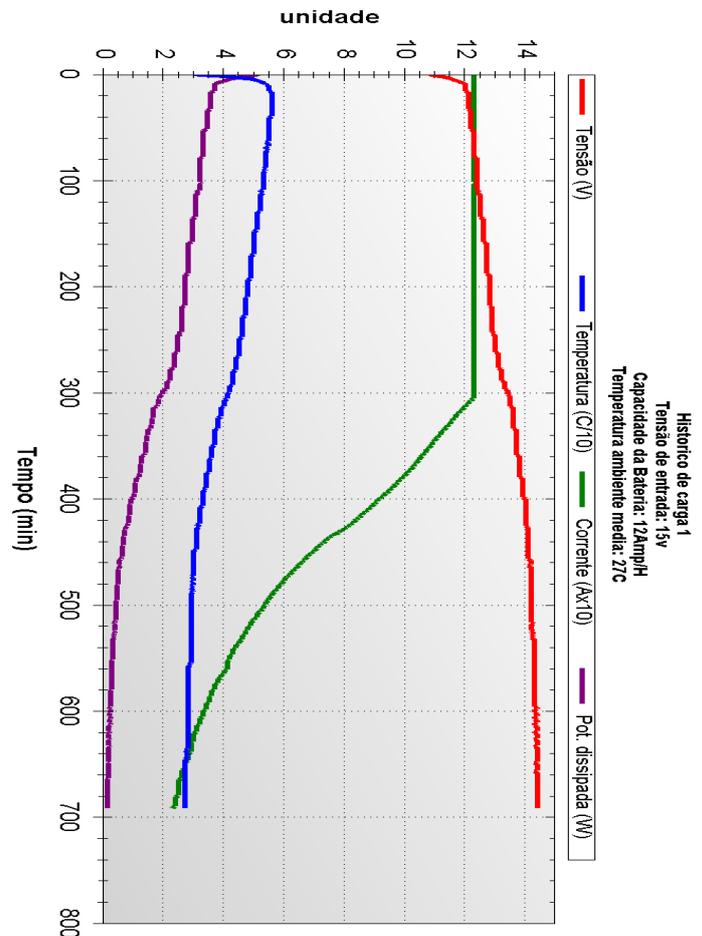


Fig. 7. Curva de carga resultante

AGRADECIMENTOS

Nós gostaríamos de agradecer a todos os professores que de uma forma ou de outra foram essenciais para a conclusão deste trabalho, em especial aos professores, Aniel Silva de Morais, Carlos Augusto Bissochi Jr., Fábio Vincenzi Romualdo da Silva e Josué Silva de Morais.

Agradecemos a compreensão e apoio de nossos amigos e familiares pelos momentos de ausência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Panasonic Batteries*. Acedido em 12 de Abril de 2012, em:
http://www.panasonic.com/industrial/includes/pdf/cgr18650ch_data_sheet.pdf.
- [2] *Carregador Li-Íon com MSP430*. Acedido em 2 de Abril de 2012, em:
<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/microcontroladores/102-texas/1249-mic008.html>.
- [3] *Datasheet AD623*. Acedido em 24 de Abril de 2012, em:
http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD623.pdf.
- [4] FreeRTOS. Site Oficial. Acedido em 24 de Abril de 2012, em: <http://www.freertos.org>.
- [5] *Datasheet UC2906*. Acedido em 24 de Abril de 2012, em: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uc2906.pdf>.