

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA APLICAÇÕES FOTVOLTAICAS

Luis Rodolfo Rebouças Coutinho – rodolfo@bcoutinho@yahoo.com.br

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Elétrica

Paulo C. M. Carvalho – carvalho@dee.ufc.br

Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Elétrica

4.3 Sistemas de medição de grandezas meteorológicas

Resumo. *O presente resumo tem como proposta a apresentação de um sistema de aquisição de dados (DATALOGGER) desenvolvido na Universidade Federal do Ceará para uso em sistemas fotovoltaicos. Levando-se em conta este tipo de aplicação, o sistema desenvolvido foi projetado para ser de baixo custo, principalmente se comparado com os modelos existentes no mercado, apresentar um nível de programação bastante acessível a leigos e ser em si um sistema tanto robusto como portátil capaz de viabilizar a medição a longo prazo de dados tais como: tensão, corrente, temperatura, radiação e umidade, entre outros que representam variáveis importantes para o desenvolvimento e instalação de sistemas fotovoltaicos. O sistema é composto de duas partes: um hardware e um software de alto nível que opera sob ambiente Windows. O Hardware possui um total de 16 entradas individuais sendo que 8 do tipo analógicas (faz medições de 0-5 V com uma resolução de 10 bits) e 8 digitais utilizadas para a contagem de frequência (0-75 kHz), memórias individuais para cada entrada, um relógio de tempo real que registra as hora e data tanto do início como do fim da aquisição e um LCD que mostra as atividades desenvolvidas pelo Datalogger e auxilia na programação do mesmo. O software é utilizado na programação do hardware, na recepção dos dados coletados (Download) e na formatação e salvamento desses dados em tabelas e gráficos, de forma a se obter um histórico dos dados.*

Palavras-chave: Energia Solar, Datalogger, Microcontrolador

1. INTRODUÇÃO

Equipamentos para a aquisição de dados são de fundamental importância para o estudo e implementação de qualquer projeto na engenharia, principalmente quando se fala de sistemas fotovoltaicos e eólicos onde o ambiente interage diretamente com a aplicação desejada.

Os tipos de dados a serem analisados durante a implementação de um sistema alimentado a partir de painéis solares são muitos, tais como: radiação solar, potência fornecida e utilizada, temperatura, velocidade do vento e umidade local. Todas essas variáveis influenciam diretamente no funcionamento do sistema, além de servir como base para estudo de dimensionamento e viabilidade de implementação do sistema fotovoltaico em si.

2. CARACTERÍSTICAS DO DATALOGGER

A fim de abranger uma gama razoável dos sensores presentes no mercado, o datalogger tem sido desenvolvido para apresentar entradas analógicas e entradas de frequência (denominadas aqui de entradas digitais), ou seja, tem a capacidade de ler a saída de sensores que traduzem a grandeza medida em tensão elétrica como a maioria dos sensores de temperatura e radiação solar e, sensores ou equipamentos que traduzem a saída em pulsos como anemômetros e sensores de umidade capacitivos.

2.1 Entradas analógicas

As entradas analógicas representam a principal forma de entrada de dados no datalogger, tendo em vista a grande quantidade e confiabilidade de sensores que traduzem as grandezas medidas em tensão.

Visando baratear o custo do projeto, o datalogger utiliza o conversor analógico digital (A/D) interno ao microcontrolador utilizado até agora para desenvolvimento desse projeto, o PIC 16F877, que possui uma resolução máxima de 10 bits para uma entrada padrão de 0-5 V. O PIC 16F877 oferece 8 canais analógicos em sua arquitetura onde dois desses canais podem ser utilizados também para mudança da referência de entrada. A partir desses pinos é possível ter a resolução de 10 bits para a faixa de entrada de 2-3 V por exemplo.

A grande desvantagem desse recurso é que todas as entradas restantes passam a obedecer esse padrão de leitura, entretanto tem-se uma resolução de leitura muito precisa nessa faixa de tensão.

Essa precisão é bastante útil quando se deseja coletar dados sobre temperatura, pois a temperatura ambiente em locais como o Brasil não varia bruscamente mantendo-se perto de uma média. Então se for verificada a faixa de tensão fornecida por um sensor de temperatura próxima da média e aplicada à referência do microcontrolador, pode-se utilizar essa precisão para medir com uma maior quantidade de casas decimais.

2.2 Entradas digitais

Para cada entrada digital, foi utilizado como elemento principal um PIC 12F675 (custa em torno de US\$ 0,50 a unidade) que é dotado de um timer de 16 bits e outro de 8 bits funcionando da seguinte forma: a onda cujos pulsos ou picos se desejam contar é colocada em um circuito grampeador (que garante uma entrada máxima de 5 V e mínima de zero) e outras formas de filtragem tradicionais e após o processamento para o contador externo do timer de 16 bits.

O outro timer é configurado para interromper a cada segundo e tem como função ler quantos pulsos o timer citado acima foi capaz de contar e transmitir esse número para outro microcontrolador mestre que armazenará essa variável em uma memória externa.

Foi determinada a necessidade de utilizar um microcontrolador mestre a fim de reduzir o número de funções executadas pelo PIC 12F e assim obter-se uma maior precisão no sincronismo com o restante do circuito.

2.3 Diagramas lógicos

O primeiro diagrama lógico (Fig. 1) mostra uma visão geral do datalogger. Como se pode ver, três microcontroladores atuam como cérebro do sistema. Um é responsável pela aquisição analógica, o segundo pelo controle das unidades de frequência e o terceiro pela parte visual e controle da programação dos tempos de aquisição de dados.

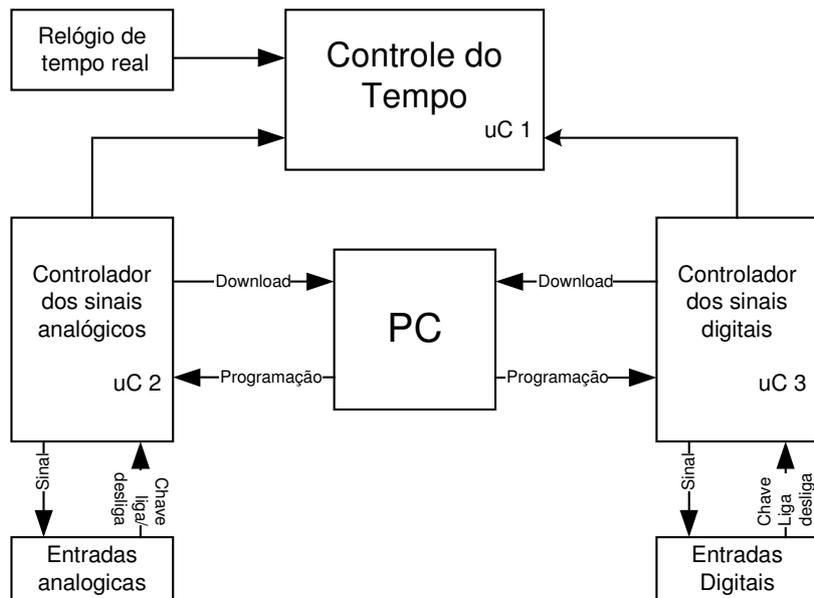


Figura 1 – visão geral do projeto

O segundo diagrama lógico (Fig. 2) mostra como funciona genericamente o processo de aquisição de dados. Quando o usuário inicia a programação do datalogger, existem dois parâmetros que devem ser preenchidos na tela de programação (Fig. 7): o tempo de varredura e o tempo de gravação. O tempo de varredura indica quando o circuito dos sensores deve ser ativado, como foi citado acima, ou seja, quando o contador interno do microcontrolador (timer) for igual a este tempo o relé que liga ou desliga os sensores é fechado.

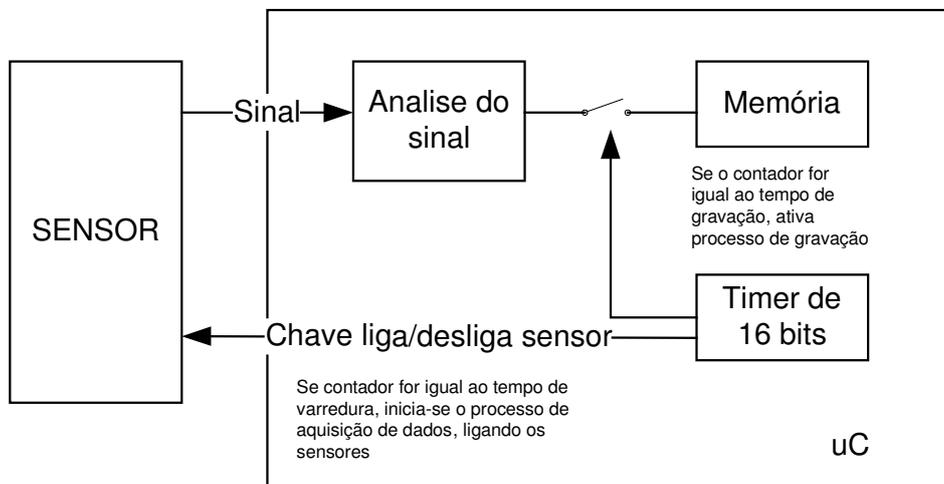


Figura 2 – Processo de aquisição de dados.

Alguns sensores têm um tempo de adaptação e estabilização, como, por exemplo, sensores de umidade. Então, foi criado o segundo parâmetro de tempo, o tempo de gravação que representa exatamente este tempo de adaptação entre o acionamento dos sensores e a aquisição propriamente dita do valor lido. Após o término desse tempo, o relé fechado durante o estouro do tempo de varredura volta a abrir.

3. PROTÓTIPOS DESENVOLVIDOS

Um primeiro protótipo (Fig. 3 e 4) foi desenvolvido para testar essas características do conversor A/D apresentando duas entradas analógicas e uma saída digital programável cuja finalidade é a de acionar o circuito dos sensores permitindo assim uma economia da bateria do sistema em geral pois vários sensores apresentam um consumo elevado em relação ao datalogger.

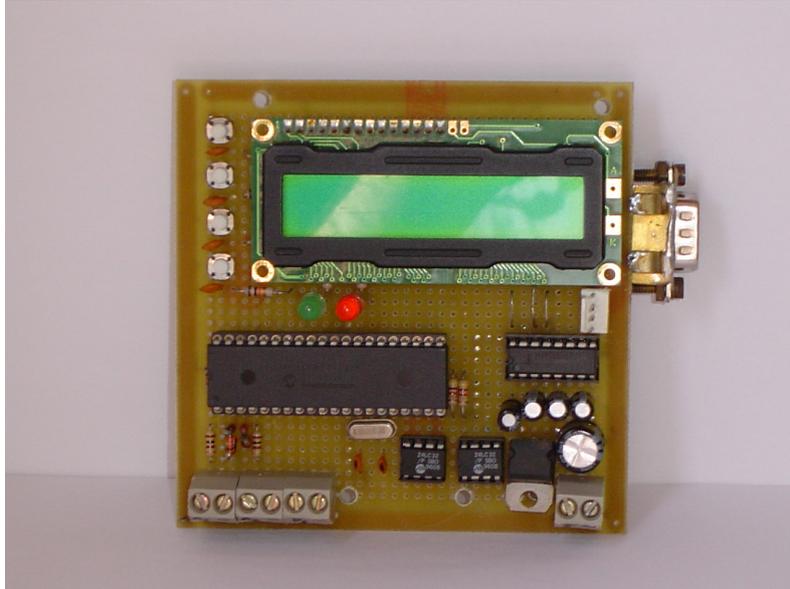


Figura 3 – Placa do primeiro protótipo.

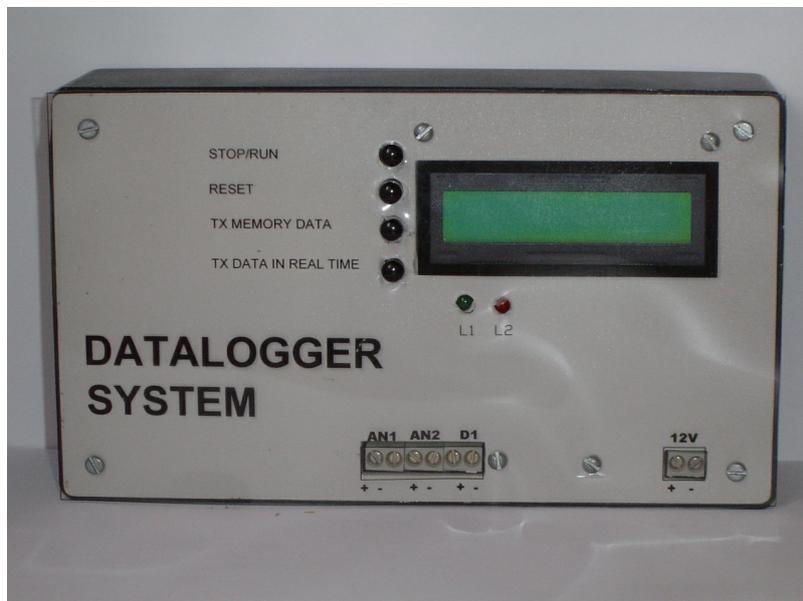


Figura 4 - Aspecto final do primeiro protótipo do datalogger.

Um segundo protótipo foi desenvolvido (Fig. 5 e 6) de forma a testar a capacidade de processamento e velocidade do microcontrolador, além de estimular o desenvolvimento de um software para programação do datalogger mais complexo.

Repetiram-se as duas entradas analógicas mas houve a implementação de uma multiplexação dessas entradas permitindo que sejam ligados ao datalogger 8 pares de sensores independentes e to-

das as entradas apresentam o sistema de chaveamento do circuito externo dos sensores, como indicado acima, montadas de forma individual.

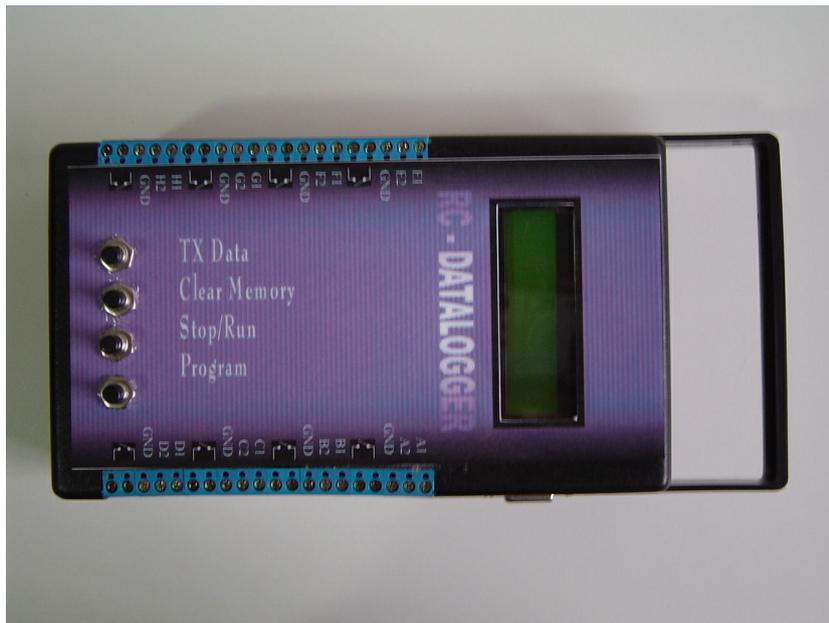


Figura 5 – Aspecto final do segundo protótipo do datalogger.

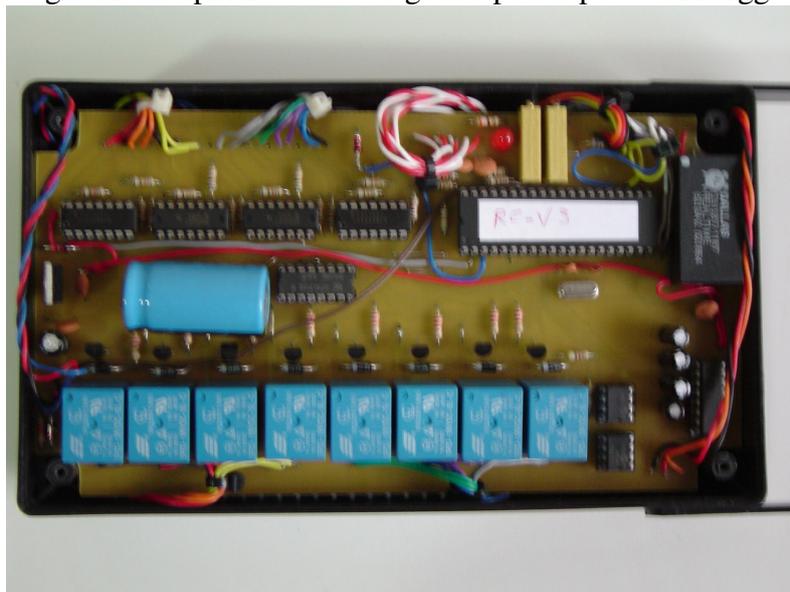


Figura 6 – Placa do segundo protótipo do datalogger.

Um novo recurso implementado nesse segundo protótipo foi a inclusão de um relógio de tempo real que permite saber com exatidão quando a aquisição de dados foi iniciada e finalizada, além de obter um maior controle e autonomia quanto à aquisição.

4. SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

O software desenvolvido para o segundo protótipo foi desenvolvido em ambiente Delphi utilizando uma biblioteca desenvolvida para a comunicação serial com hardware além das próprias bibliotecas básicas já existentes.

O software não permite somente a programação do intervalo de tempo (Fig. 7) com que os dados serão coletados, mas também fornece suporte para que esses dados sejam salvos, editados e vi-

sualizados sob forma de gráficos e tabelas (Fig. 8), inclusive individualmente, além de permitir todos os tipos de edição visual como mudança de cor, fonte e algumas ferramentas matemáticas como adição de um valor constante e multiplicação entre colunas.

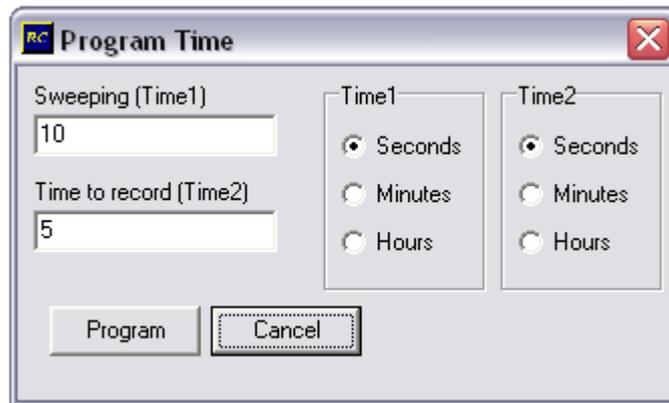


Figura 7 – Tela de programação.

		Sensor F	Sensor G		Sensor H		
		Main Table	Sensor A	Sensor B	Sensor C	Sensor D	Sensor E
	Sensor	D. Value 1	Temperature	D. Value 2	Humidity	Hour	Day
Memory: 1	A	0926	0402,592	0617	0006,516	12:04:16	10/11/2005
Memory: 1	B	0307	0100,049	0000	-0000,420	12:04:21	10/11/2005
Memory: 1	C	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:26	10/11/2005
Memory: 1	D	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:31	10/11/2005
Memory: 1	E	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:36	10/11/2005
Memory: 2	F	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:41	10/11/2005
Memory: 2	G	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:46	10/11/2005
Memory: 2	H	0000	-0050,000	0000	-0000,420	12:04:51	10/11/2005
Position: 8	A	0926	0402,592	0617	0006,516	12:23:07	10/11/2005
Position: 8	B	0307	0100,049	0000	-0000,420	12:23:12	10/11/2005

Figura 8 – Tabela de dados no programa.

5. RESULTADOS OBTIDOS

Alguns testes foram realizados com o datalogger desenvolvido para verificar o desempenho na medição de variáveis relativas a sistemas fotovoltaicos por um longo período. A confiabilidade das medições foi avaliada inicialmente em laboratório ao compararmos o resultado medido com o datalogger paralelamente com a mesma medição feita através de um osciloscópio digital.

5.1 Teste com painel fotovoltaico em circuito aberto

Nesse teste um painel foi utilizado em circuito aberto durante aproximadamente 60 horas. A tensão medida é mostrada na Fig. 9.

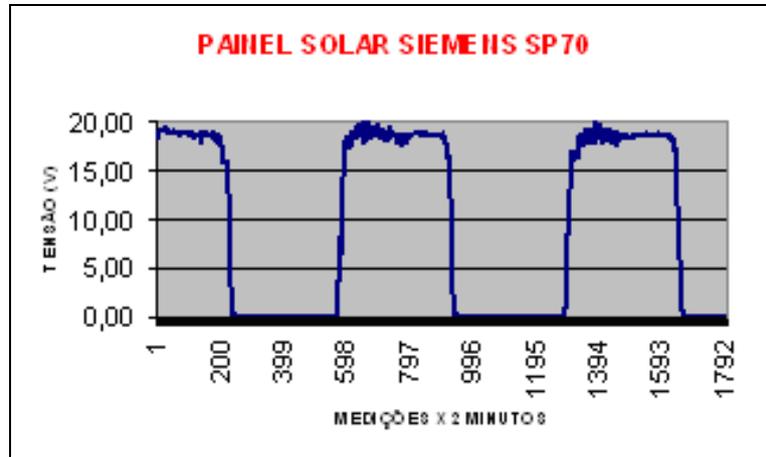


Figura 9 – PV em circuito aberto durante um dia ensolarado

5.2 Teste com painel fotovoltaico com carga resistiva

Nesse teste foi utilizado o mesmo painel do teste anterior, mas com uma carga resistiva em seus terminais. O painel foi testado durante aproximadamente 30 horas. Pode-se perceber na Fig. 10 uma diferença bastante razoável entre os testes pois o segundo teste foi realizado com o tempo nublado.

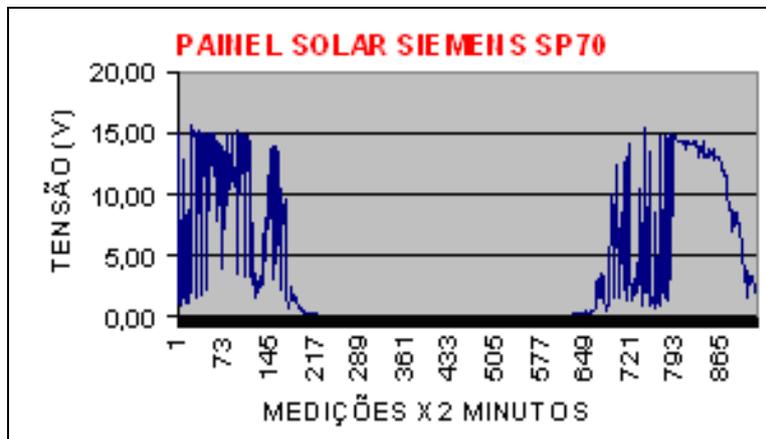


Figura 10 – Tensão no mesmo painel fotovoltaico com carga resistiva durante um dia nublado

5.3 Medição da radiação solar

Nesse terceiro teste a radiação solar foi medida durante aproximadamente 3 dias com dados sendo coletados a cada 15 segundos. Pode-se observar que com uma taxa de amostra pequena consegue-se ver bastante claramente a interferência das nuvens na radiação (Fig. 11) . Como esperado, a forma de onda é bastante similar à obtida no teste 2.

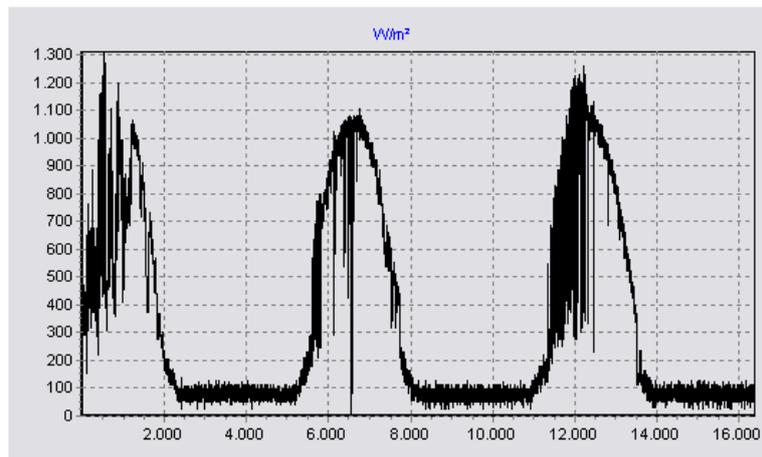


Figura 11 – Radiação solar durante um período nublado

5.4 Teste com painel fotovoltaico com carga indutiva (motor CC)

Nesse quarto teste foram medidas a cada 10 segundos a corrente e a tensão nos terminais de um painel solar conectado diretamente a um motor CC.

O sistema de irrigação fotovoltaico é parte do projeto Centro de Referência em Agricultura Urbana Sustentável, que tem como objetivo principal capacitar agentes multiplicadoras de baixa renda do município de Fortaleza na obtenção sustentável de plantas medicinais e alimentos visando a preparação de remédios de origem vegetal e complementação alimentar para as comunidades assistidas pelos programas de Educação e Saúde da Regional IV da Prefeitura Municipal de Fortaleza. O local de execução do projeto é a Unidade Básica de Saúde da Família Valdivino de Carvalho e CIES Valdivino de Carvalho, situados no bairro de Itaoca (Regional IV), Fortaleza. O projeto é financiado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura Municipal de Fortaleza e a coordenação é feita pelo Instituto Joazeiro de Desenvolvimento Sustentável.

O sistema motor–painel tem por objetivo encher um reservatório de água para fins de irrigação. Pode-se ver nas figuras 12 e 13 a influência da variação da luz solar sobre a eficiência do sistema.

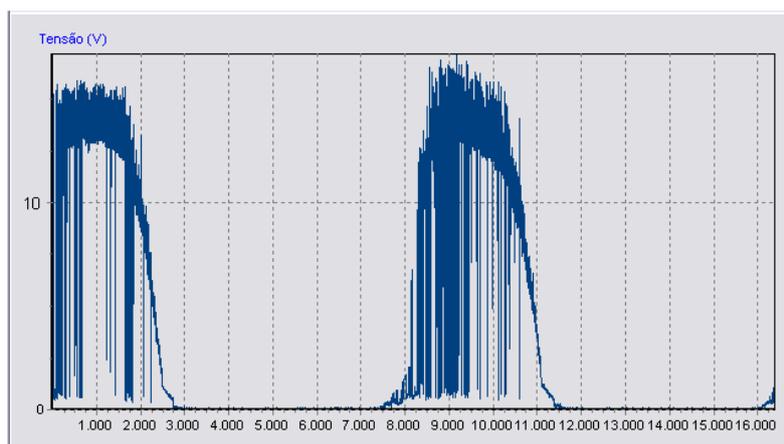


Figura 12 – Tensão no sistema motor-painel solar durante um período parcialmente nublado

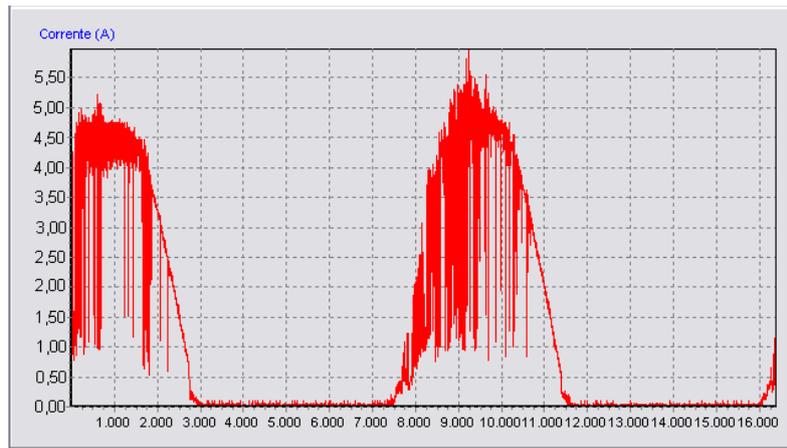


Figura 13 – Corrente no sistema motor-painel solar durante um período parcialmente nublado

6. CONCLUSÕES

O presente artigo mostra o desenvolvimento de um datalogger de baixo custo, estimado em R\$ 800,00, se comparado a dispositivos comerciais e projetado a partir de componentes encontrados no Brasil. Os protótipos foram desenvolvidos buscando sempre uma maior interação com sensores os quais traduzem a realidade dos sistemas que utilizam fontes de energias renováveis, de forma a obter vários resultados satisfatórios.

Agradecimentos

Ao Instituto Joazeiro de Desenvolvimento Sustentável;

À Secretaria de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura Municipal de Fortaleza pelo financiamento do projeto Centro de Referência em Agricultura Urbana Sustentável.

REFERÊNCIAS

CCS: C Compiler Reference Manual. USA, CCS 2002;

Microchip: PIC12F625/675 Datasheet. USA, Microchip 2002; www.microchip.com

Microchip: PIC16F87xA Datasheet. USA, Microchip 2001; www.microchip.com

Pereira, Fabio: PIC – Programação em C. São Paulo, Editora Érica Ltda. 2003;

Cantù, Marco: Dominando o Delphi 7: A Bíblia. São Paulo, Editora Pearson Education do Brasil 2003;

Cantù, Marco: Essential Pascal. Ebook – www.marcocantu.com/epascal

Cantù, Marco: Essential Delphi. Ebook – www.marcocantu.com/edelphi

DATALOGGER FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

Abstract. *The present paper has as main goal the proposal of a datalogger for use in photovoltaic (PV) systems. Taking into account this application, the proposed datalogger has the advantages of robustness, low cost and an accessible programming level. Block diagrams describe the working structure and some graphics with the results of tests are shown. Although the paper focus on PV applications, the proposed datalogger, developed at the Federal University of Ceará, can also be used in general applications.*

Key words: *Solar Energy, Datalogger, Microcontroller*