

RECUPERAÇÃO DE UM KIT SOLAR FOTOVOLTAICO PRODEEM NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Marcos Antonio Tavares Lira - marcoslira@ufpi.edu.br
Aryfrance Rocha Almeida - aryfrance@ufpi.edu.br
Marcelo Lopes Vieira Bezerra - marcelolopes_3@hotmail.com
Pablo Rodrigues Lopes - prlopes4@yahoo.com.br
Universidade Federal do Piauí, Departamento de Engenharia Elétrica

Resumo. Neste trabalho são apresentadas as etapas de recuperação de um kit fotovoltaico, o qual foi instalado em 2003 no Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como ação integrante do Programa de Desenvolvimento dos Estados e Municípios (PRODEEM). Com o passar dos anos, assim como aconteceu com tantos outros destes kits instalados pelo território brasileiro, o mesmo ficou inoperante, principalmente por falta de suporte técnico. Inicialmente, realizou-se a desmontagem do kit a fim de que fosse feito o procedimento de limpeza dos componentes. As baterias foram substituídas por novas e vários testes foram realizados em laboratórios, sobretudo para que fosse verificado o comportamento da tensão e corrente no sistema com uma carga conectada ao mesmo. Os resultados mostraram que apesar de estar há vários anos em desuso, o kit operou dentro de valores aceitáveis para o seu principal objetivo: alimentação de uma pequena carga.

Palavras-chave: Módulo fotovoltaico, Kit fotovoltaico, Revitalização.

1. INTRODUÇÃO

A crise energética e a busca por energias renováveis têm reacendido o debate sobre fontes alternativas de energia. Nesses debates, a energia solar ganha cada vez mais espaço, sobretudo por ser um sistema relativamente simples de se implantar e por possuir baixo custo de manutenção. É uma fonte renovável e ideal para localidades onde o recurso solar é abundante, como é o caso do Brasil, país que devido a sua localização geográfica e condições climáticas possui grande potencial para a aplicação de sistemas fotovoltaicos.

Segundo Pathirana e Muhtaroglu (2013) a produção de energia fotovoltaica, conhecida por ser ambientalmente limpa, tem tido sua tecnologia amplamente difundida. Embora a indústria PV tenha experimentado um rápido crescimento, a sua aplicação não tem sido competitiva com recursos energéticos tradicionais, como combustíveis fósseis, devido a seu alto custo.

No Brasil, a energia solar é empregada principalmente em pequenos sistemas isolados ou autônomos instalados em locais não atendidos pela rede elétrica, em regiões de difícil acesso ou onde a instalação de linhas de distribuição de energia elétrica não é economicamente viável (Villalva e Gazoli, 2012).

O PRODEEM foi criado em 1994 pelo Governo Federal com o objetivo de atender comunidades carentes isoladas não servidas por rede elétrica através de energias renováveis descentralizadas de modo a promover o desenvolvimento social e econômico dessas localidades.

Segundo Moraes (2013), no Piauí o PRODEEM só começou a ser implantado em 1997, tendo como agente regional a CEPISA, que foi responsável pelas fases I e II do programa. A CEPISA instalou 78 sistemas, entre energéticos, bombeamento e iluminação pública. Em 1999, o PRODEEM passou a ser gerenciado pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR-PI), que executou as fases III, IV e emergencial do programa. Nestas fases foram instalados 187 sistemas. No entanto, assim como a CEPISA, a SEMAR não conseguiu atingir seus objetivos iniciais de instalações.

Adicionalmente, nesse cenário oportuno, o Piauí é um dos Estados que possui índices de incidência solar significativos, com destaque para cidades como São João do Piauí, Paulistana e Picos, que possuem elevadas médias mensais de irradiação solar com 1507,4 kJ/m², 1560,5 kJ/m² e 1590,3 kJ/m², respectivamente (INMET, 2010). Apesar dos investimentos nessas regiões serem mínimos, percebe-se a presença de alguns investimentos no setor fotovoltaico no Estado. Vale lembrar que esses investimentos são muitas vezes associados a programas governamentais e não governamentais que ajudam famílias carentes, escolas, hospitais, dentre outros que geralmente se encontram dispersas e isoladas de grandes centros urbanos e portanto, sem acesso à eletricidade e infraestrutura básica.

Apesar deste cenário favorável, há situações que impedem o sucesso e, conseqüentemente o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Estado tais como: furtos de sistemas, carência de pessoal especializado, má condição a qual os sistemas fotovoltaicos são submetidos e até mesmo alguns dispositivos que não são utilizados ou são desligados depois de certo tempo de uso, como é o caso dos sistemas instalados na Universidade Federal do Piauí - UFPI e do Instituto Federal do Piauí - IFPI. Este trabalho tem como principal objetivo mostrar como foram as etapas de recuperação de um kit solar fotovoltaico localizado no Centro de Tecnologia (CT) da UFPI. Resultados de simulações e práticas são apresentados de forma a comprovar a operação do kit perante a energização de uma carga.

2. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO KIT SOLAR FOTOVOLTAICO

O kit solar fotovoltaico instalado no Centro de Tecnologia (CT) possui os seguintes componentes: baterias, um módulo fotovoltaico, um controlador de carga e um inversor. O diagrama unifilar do circuito é mostrado na Fig. 1.

O circuito da Fig. 1 opera da seguinte forma: quando não há carga no circuito, o módulo fotovoltaico capta a irradiação solar, convertendo-a em uma corrente contínua, através do efeito fotovoltaico, a mesma é fornecida as baterias, para então serem carregadas. Quando uma carga é conectada no circuito, a bateria fornece corrente contínua ao inversor, que realiza a conversão da mesma em corrente alternada, a qual será utilizada para fornecer energia à carga. Em meio a todo esse processo, o controlador de carga realiza o controle do fluxo de energia entre o módulo fotovoltaico, baterias e inversor, avaliando as condições de tensão e carga. A seguir são detalhados cada componente do kit solar fotovoltaico.

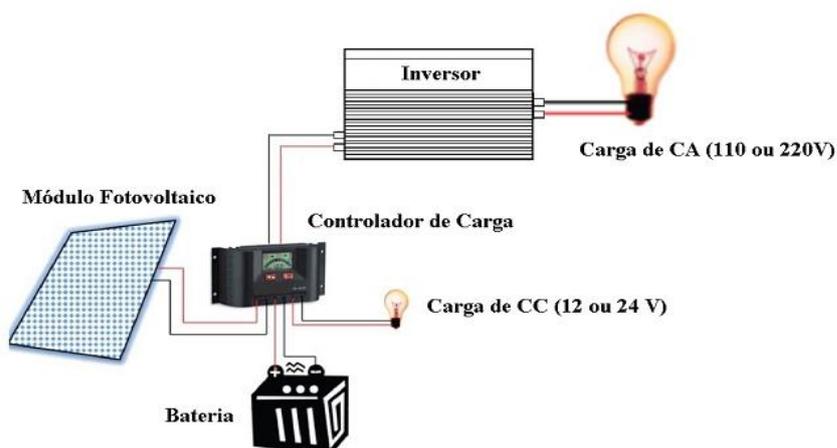


Figura 1 – Diagrama unifilar do circuito do kit fotovoltaico.

2.1 Módulo Fotovoltaico

Os módulos fotovoltaicos, fabricados em silício policristalino, encontrados no kit em recuperação foram produzidas pelo fabricante ASE Américas, Inc., modelo ASE-300-DG/17 sendo que suas características elétricas, sob condições padrões de teste (1000 W/m², temperatura de célula de 25°C e massa de ar igual 1,5), são: potência máxima: 260 Wp; tensão de máxima potência: 17 V; corrente de máxima potência: 15,3 A; tensão de circuito aberto: 20 V e corrente de curto circuito: 16,8 A. No estudo do kit, os dois módulos fotovoltaicos foram conectados em série, a fim de fornecerem uma tensão nominal de 24V para o inversor. A Fig. 2 mostra como os módulos fotovoltaicos citados estavam instalados no kit.



(a)



(b)

Figura 2 – Módulos fotovoltaicos instalados no kit fotovoltaico PRODEEM. (a) vista frontal; (b) vista lateral.

Fonte: acervo do autor.

2.2 Baterias

As baterias originalmente encontradas no kit estavam em alto estágio de sulfatação. Através de uma doação da empresa Delcon Freedom®, duas baterias de 12V, cada uma de chumbo-ácido, modelo DF3000 foram utilizadas na

recuperação do kit. Suas especificações elétricas bem como suas curvas de descargas são apresentadas na Tab.1 e Fig. 3. A Fig. 4 mostra os estado das baterias antes da recuperação do kit.

Tabela 1 - Características elétricas das baterias.

Modelo		DF3000
Capacidade @25°C (Ah)	10h	156
	20h	170
	100h	185
Dimensões (mm)	Comprimento	511
	Largura	213
	Altura	230
Peso (kg)		48,6

Fonte: Delcon Freedom®.

CURVAS DE DESCARGA - CORRENTE CONSTANTE - DF3000

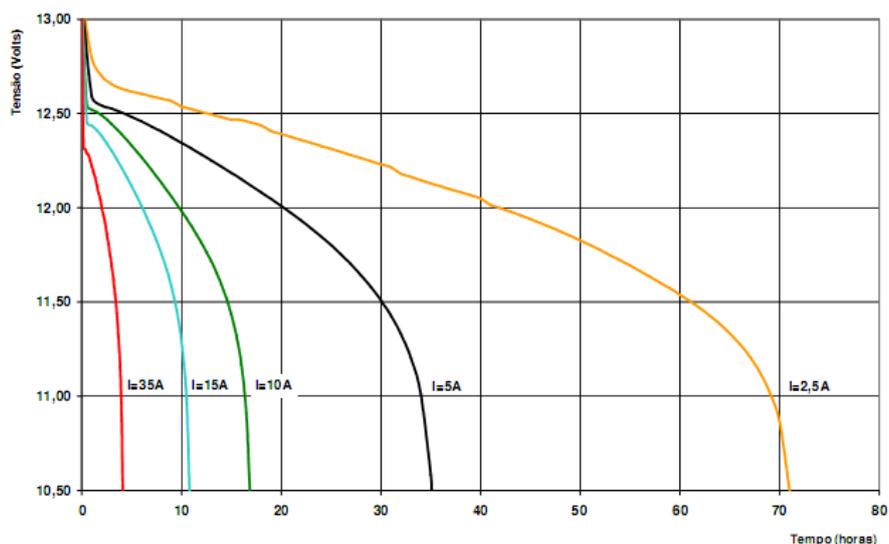


Figura 3 - Curva de descarga a corrente constante da bateria DF3000. Fonte: Delcon Freedom®.



Figura 4 – Estado das baterias antes da revitalização do kit. Fonte: acervo do autor.

Pelos dados apresentados na Fig. 3, é possível observar que as baterias DF3000 atendem as necessidades dos módulos fotovoltaicos do kit solar PRODEEM, pois é capaz de fornecer correntes elétricas da ordem de 1 a 10A por muitas horas, sendo esta, prevista para a entrada no inversor. As duas baterias foram conectadas em série para fornecerem uma tensão de 24 V, uma vez que esse é o nível de tensão da entrada do inversor.

2.3 Controlador de carga

O controlador de carga do kit fotovoltaico é do fabricante Phocos série CX, como mostrado na Fig. 5. O regulador de carga possui configuração construtiva em série, com controle por largura de pulso (Pulse Width Modulation – PWM, em inglês). Esse dispositivo eletrônico não possui o mecanismo de seguimento do ponto de máxima potência (Maximum Power Point – MPPT, em inglês), entretanto, o mesmo possui a entrada para o gerenciamento de excesso de energia (quando há excesso de produção por parte dos módulos fotovoltaicos e consumo de energia por parte da carga, mas as baterias estando completamente carregada, a energia excedente dos módulos fotovoltaicos é disponibilizada diretamente para a carga, não sendo, assim, desperdiçada), característica importante em dispositivos de controle, tornando-o ideal para

o uso com baterias do tipo chumbo-ácido. Na Tab. 2 são apresentadas as especificações técnicas do controlador Phocos CX. A Fig. 6 mostra o circuito no qual se encontrava o controlador de carga antes da revitalização do kit.



Figura 5 – Controlador de carga Phocos CX. Fonte: Phocos.

Tabela 2 – Especificações técnicas do controlador *Phocos CX*.

Voltagem nominal	12 / 24 V, reconhecimento automático
Reforço de Voltagem	14.4 / 28.8 V (25°C), 0.5-2h
Voltagem Flutuante	13.7 / 27.4 V (25°C), 2 h
Voltagem para desconexão da carga	11.0-12.2 / 22.0 -24.4 V dependendo dos ajustes de controlo
Voltagem para Reconexão da carga	12.8 / 25.6 V
Compensação da temperatura	-4 mV/célula*K
Máx. carga do painel solar	10 / 20 / 40 A conforme modelo número @ 25°C (sem carga eléctrica a 50°C)
Máx. carga eléctrica	10 / 20 / 40 A conforme modelo número @ 25°C (sem carga solar a 50°C)
Dimensões	92 x 93 x 38 mm (larg. x alt. x prof.)
Peso	CX10, CX20: 168 g, CX40: 179g
Máx. tamanho do arame	16 mm ² (AWG - escala americana normalizada #6)
Consumo próprio	4 mA
Variação da temperatura ambiente	-25 a + 50 °C
Invólucro de protecção	IP 22

Fonte: Phocos.



Figura 6 – Controlador de carga Phocos CX inserido no circuito. Fonte: acervo do autor.

2.4 Inversor

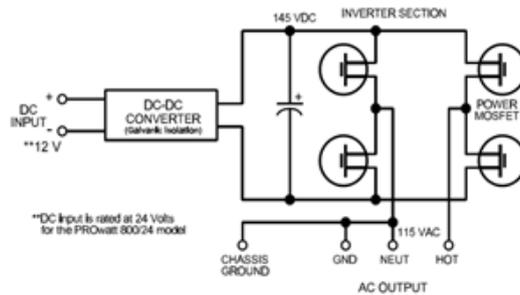
O inversor instalado no kit é o PROWATT 800/24 V, como mostrado na Fig. 7, o qual possui as seguintes especificações:

- Potência dissipada na saída: de 800 até 1000 W;
- Tensão de saída: 115 VAC RMS ($\pm 5\%$);
- Forma de onda da saída: onda semissenoidal em fase;
- Frequência na saída: 60 Hz ($\pm 0.01\%$);
- Tensão de entrada: 20 a 30 V (ideal 24V);
- Alarme de bateria baixa: 21,5 V;
- Corte de bateria baixa: 20 V;
- Eficiência: 85 a 90%;

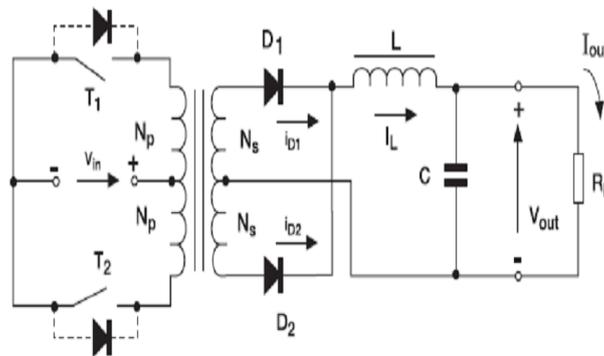


Figura 7 – Inversor PROWATT 800/24 V

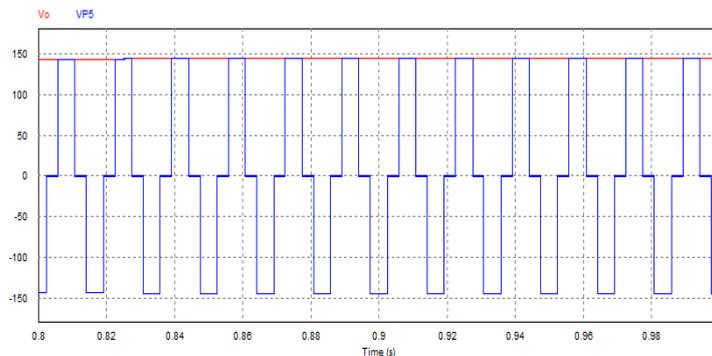
A Fig. 8 apresenta o circuito do inversor estudado e simulado utilizando o software PSIM, o conversor CC-CC interno a ele e a forma de onda em sua saída. Ele trabalha em dois estágios: a conversão CC-CC (do tipo push-pull isolado), mostrado na Fig. 8 (b), que amplia o sinal CC da entrada para 145 V, o que permite o inversor trabalhar com uma faixa maior de tensões de entrada e isola a entrada CC da saída CA; e a inversão em si, feita por chaveamento de transistores MOSFET de alta potência, que alternam a tensão contínua da saída do conversor para formar a onda semissenoidal na saída CA. Ambos os estágios são controlados por um sistema de controle PWM, que realizam essas operações a frequência de 60 Hz. Na Fig. 8 (c), vemos que a saída do inversor (linha azul) está alinhada com o pico da saída do conversor (linha vermelha).



(a)



(b)



(c)

Figura 8 - (a) Bloco funcional do inversor PROWATT 800/24 V, (b) Conversor CC-CC push-pull isolado, (c) Saída semissenoidal do inversor produzida no software PSIM.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, antes do kit ser remontado foi realizado o dimensionamento do mesmo, de forma a ter o conhecimento da quantidade de energia produzida pelo kit e o consumo da carga. Para chegar a essas conclusões as seguintes etapas foram realizadas:

3.1 Levantamento do consumo

Como primeiro passo para o dimensionamento, levantamos o consumo de energia elétrica. Com base nos dados obtidos a partir daí, pudemos saber a capacidade do kit. Para realizar esse procedimento, utilizamos a Eq. (1) (Villalva e Gazoli, 2012).

$$E_c = P * T \quad (1)$$

Onde: E_c é a energia consumida; P é a potência do equipamento; lâmpada fluorescente de 220 V / 60 W e T é o tempo que esse equipamento se encontra em operação, ou seja, por 14 horas (de 18h às 7h). Portanto, a energia consumida será de 840 Wh (60W*14h)

3.2 Energia produzida pelos módulos fotovoltaicos

A próxima etapa foi calcular a energia produzida pelos módulos fotovoltaicos, para isso, dois métodos podem ser utilizados: o da insolação e de corrente máxima do módulo (Castro, 2008). O primeiro, é utilizado para sistemas que possuem controlador de carga sem o recurso de MPPT. Sendo que o kit em questão é desprovido desse recurso foi utilizado o método da corrente máxima do módulo fotovoltaico, conforme mostra a Eq. (2) (Villalva e Gazoli, 2012):

$$E_p = I_{sc} * V_{bat} * T \quad (2)$$

Onde: E_p é a energia produzida; I_{sc} é a corrente de curto circuito do módulo fotovoltaico conforme os padrões especificados para o módulo na subseção 2.1; V_{bat} é a tensão do banco de baterias e T é o tempo de insolação (em horas). Sendo os parâmetros especificados já tendo seus valores definidos pelos componentes utilizados no kit e considerando o tempo de insolação de 10 horas diárias, a energia produzida total será de 4,32 kWh. Vale ressaltar que na Eq. (2) despreza-se os efeitos das temperaturas do ar e do módulo.

Pelos dados calculados a partir das Eq. (1) e (2), é possível observar que o kit produz energia o bastante para que a lâmpada fluorescente permaneça acesa durante o período noturno.

3.3 Dados experimentais

Após a restauração e o dimensionamento do kit fotovoltaico, foram realizadas medições das grandezas físicas que influenciam diretamente a eficiência do sistema em questão: radiação solar, temperatura ambiente, temperatura dos módulos fotovoltaicos, tensão do banco de baterias, tensão dos módulos fotovoltaicos e velocidade do vento, sendo que as medições foram feitas entre os dias 22 de Junho e 13 de Julho de 2013 no horários entre 8:30h e 18h diariamente. Na Fig. 9 são apresentados os gráficos resultantes das medições realizadas em 13 de Julho de 2013, os quais foram “plotados” no software Matlab®

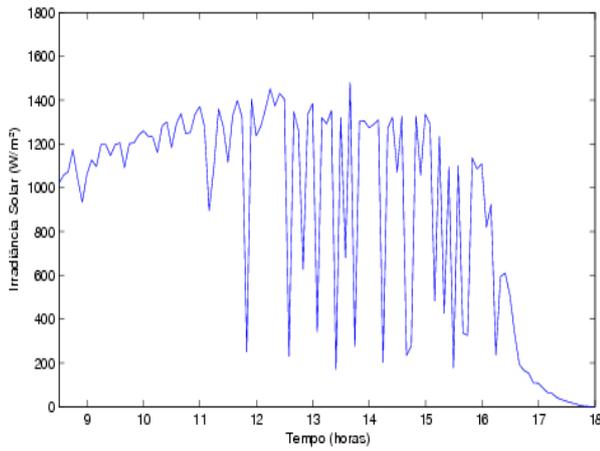
Para realização das medições mostradas nos gráficos da figura 9 foram utilizados os seguintes instrumentos (todos calibrados): medidor de radiação solar modelo MES-100 do fabricante Instrutherm (escala de até 2000 W/m² e resolução de 1 W/m²); anemômetro digital portátil modelo AD-250 do fabricante Instrutherm (escala de 0,4 a 30,0 m/s e resolução de 0,1 m/s); multímetro digital portátil modelo 15B do fabricante Fluke (capacidade de medição de até 1000 V e frequência de até 100 kHz) e termovisor modelo Ti da fabricante Fluke (capacidade de medição de -20°C a 350°C)

Analisando-se o gráfico da Fig. 9 (a) constata-se que os valores de irradiação solar, no intervalo de 8:30h às 16:00h, em geral, estão acima do valor padrão (1000 W/m²). Em alguns trechos deste intervalo os valores decrescem abruptamente devido à cobertura de nuvens presente no dia da medição. Estes resultados estão de acordo com o atlas solarimétrico do Brasil (2000), o qual indica que grande parte do Estado do Piauí está inserido numa das regiões onde se tem os maiores valores de irradiação solar do país.

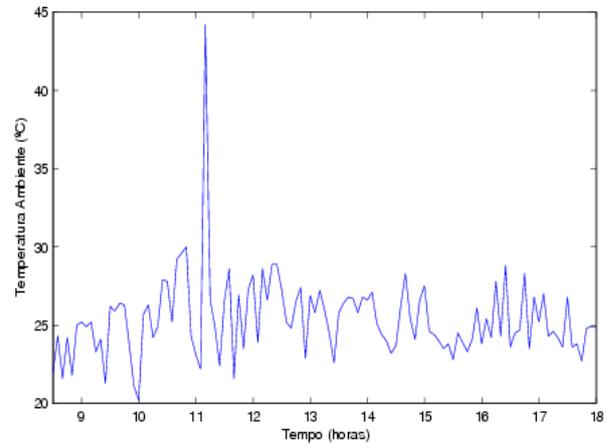
A Fig. 9 (b) mostra a variação da temperatura do ar. Nela constata-se um pico em torno de 11:00h devido à incidência direta da luz solar logo após a passagem de uma nuvem. Em geral verifica-se que os valores, em sua grande maioria mantiveram-se abaixo dos 30°C, valores atípicos para o mês de julho na região. No entanto há que se considerar a presença de nuvens ao longo do dia no qual a medição foi realizada. Já a Fig. 9 (c) apresenta a temperatura medida na superfície dos módulos fotovoltaicos. Nela verifica-se que os maiores valores estão acima de 50°C.

Na Fig. 9 (d) tem-se os valores das tensões nas baterias ao longo do período de medição. Excetuando-se dois pontos onde se teve uma subtensão, em geral, os valores estão próximos de 24 V, valor resultante da associação das baterias utilizadas no circuito. As tensões medidas neste mesmo intervalo de tempo no módulo fotovoltaico são mostradas na Fig. 9 (e). Os valores medidos se mantem em torno de 35 V com pouca variabilidade em torno desse valor, o que caracteriza-se como um aspecto positivo, uma vez que as tensões mantêm certa constância, aspecto importante na alimentação das cargas a serem conectadas ao sistema fotovoltaico.

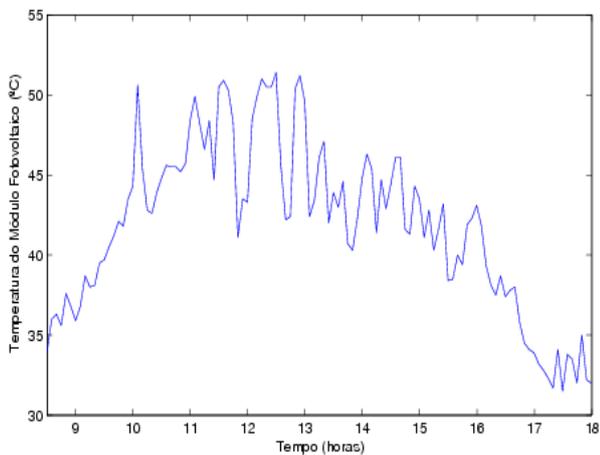
A Fig. 9 (f) mostra os valores de velocidade do vento medidos no dia 13 de julho de 2013. Constata-se nesta figura que no intervalo medido têm-se um pico em torno de 3,5 m/s por volta de 12:20h. Os valores estão de acordo com série histórica para o mês de julho em Teresina (INMET, 2010). Os valores medidos não afetaram a tensão no módulo e consequentemente a eficiência do mesmo.



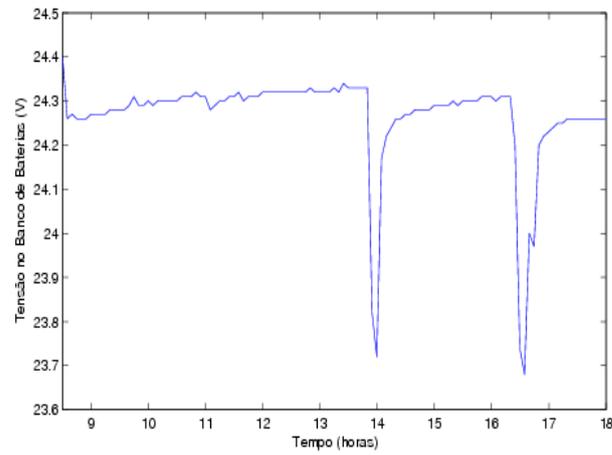
(a)



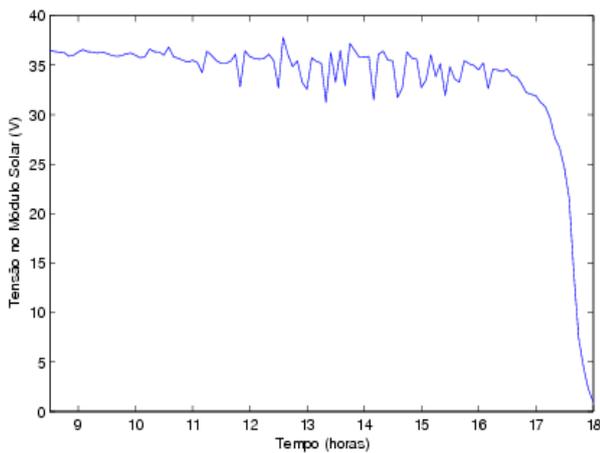
(b)



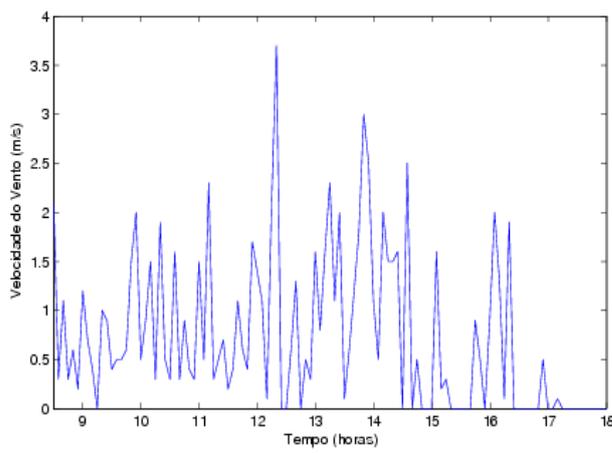
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 9 – Dados medidos no kit fotovoltaico no dia 13 de Julho de 2013. (a) irradiância solar, (b) temperatura ambiente, (c) temperatura do módulo fotovoltaico, (d) tensão no banco de baterias, (e) tensão no módulo e (f) velocidade do vento.

Além das medições, foram feitos ensaios de tensão, tensão de entrada constante em 24V, e corrente no inversor do kit. Através de variações de cargas (lâmpadas incandescentes de 220 V com potências variadas). Os resultados são apresentados na Tab. 3.

Tabela 3 – Ensaio de tensões e correntes do inversor

CORRENTE DA FONTE (A)	POTÊNCIA DE ENTRADA (W)	CARGAS RESISTIVAS (Ω)	TENSÃO EFICAZ (V)	CORRENTE EFICAZ (A)	POTÊNCIA NA SAÍDA (W)	EFICIÊNCIA (%)
1,12	26,88	840,56 (40W)	120,2	0,143	17,18	63,94
1,44	34,56	591,13 (60W)	120	0,203	24,36	70,48
2,09	50,16	365,13 (100W)	119,4	0,327	39,04	77,83
2,92	70,08	246,99 (150W)	119,3	0,483	57,62	82,22
3,62	86,88	192,08 (150W//40W)	118,9	0,619	73,59	84,7
3,93	94,32	174,7 (150W//60W)	118,8	0,68	80,78	85,64
4,63	111,12	147,75 (150W//100W)	118,2	0,8	94,56	85,09
5,38	129,12	125,79 (150W//100W//40W)	118	0,938	110,68	85,71
5,71	137,04	118,03 (150W//100W//60W)	117,8	0,998	117,56	85,78

De acordo com a Tab. 3 observam-se dois fatos: apesar de estar fora da faixa esperada, a eficiência do inversor aumenta com o aumento da carga do circuito (aumento da corrente) e a tensão eficaz de saída do inversor (nominalmente 115V) varia dentro do intervalo de 110V a 120V previsto no catálogo de especificação. Assim, é possível observar que o dispositivo, apesar de estar sem manutenção há anos, ainda apresentou resultados dentro de suas especificações técnicas podendo ser na reconstrução do kit de energia fotovoltaico.

As Figuras 10, 11 e 12 mostram imagens, respectivamente, do kit fotovoltaico, do banco de baterias e do circuito em que se encontra o controlador de carga após a revitalização do sistema.



Figura 10 – Módulos fotovoltaicos instalados no kit fotovoltaico PRODEEM após a revitalização dos sistema.
Fonte: acervo do autor.



Figura 11 – Estado das baterias após revitalização do kit. Fonte: acervo do autor.



Figura 12 – Controlador de carga Phocos CX inserido no circuito após a revitalização do sistema. Fonte: acervo do autor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz energética nacional passou por um redesenho em seu *layout* após a crise de 2001. O governo incentivou a produção e o uso de fontes renováveis através de programas como o PROINFA (programa de incentivo às fontes alternativas) mais voltado para energia eólica e o PRODEEM direcionado para a energia solar. A participação da energia eólica na matriz energética tem crescido. O mesmo não ocorreu com a energia solar, apesar das várias experiências com seu uso Brasil afora. A expansão do uso da energia solar é essencial para consolidar esta fonte na matriz energética brasileira. Embora de custo ainda elevado (se comparado à energia hidráulica e energia eólica), a energia solar num breve espaço de tempo tende a ser competitiva com outras fontes. Um pré-requisito capital para a consolidação é a capacitação técnico-operacional dos sistemas fotovoltaicos a fim de que não aconteçam os erros do passado, onde centenas de kits que foram instalados no país entraram em inatividade por falta, dentre outros fatores, de uma devida logística técnica especializada, como o que ocorreu com o kit recuperado no Centro de Tecnologia da UFPI.

No decorrer do processo de recuperação do kit vários problemas foram surgindo tais como aquisição de equipamentos de medição e manutenção, falta de conhecimento técnico dos alunos no início no processo, a corrosão das baterias antigas e da cabine que abrigava o kit. O trabalho inicial visava desmontar o sistema e limpar todos os componentes. Baterias novas foram obtidas através de doação e os testes realizados com a carga conectada apresentaram resultados compatíveis com o que se esperava no que diz respeito aos valores de tensões e correntes.

No que concerne à energia solar, embora o Estado do Piauí reúna boas condições para aproveitá-la, algumas iniciativas tímidas foram realizadas até o presente momento. É necessário o envolvimento das instituições governamentais e privadas além de instituições de ensino para que haja um maior fomento e assim, a expansão do uso da energia solar no Piauí.

Agradecimentos

Os autores desse estudo agradecem o apoio financeiro do CNPq (Chamada CNPq/VALE S.A. Nº 05/2012 – Forma-Engenharia, Processo 455820/2012-0) e à empresa Delcon Freedom[®] pela doação das baterias.

REFERÊNCIAS

- Aniceto, José Manuel Antunes. **Conversor DC-DC com busca de ponto de potência máxima (MPPT) para painéis solares**. Lisboa, 2010. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa.
- Castro, Rui M. G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada: introdução à energia fotovoltaica**. 2.2 ed. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, 2008.
- Ciamberlinia, C.; Francinia, F.; Longobardia, G.; Piattellib, M.; Sansonia, P. **Solar system for exploitation of the whole collected energy**. Elsevier, Jun 2001.
- Cometta, E. **Energia solar: Utilização e empregos práticos**. Húmus 2004.
- Energia fotovoltaica - Manual sobre Tecnologias, Projecto e Instalação. Portugal: ALTERNER, 2004.
- Gibilisco, S. **Alternativa Energy demistified**. McGraw-Hill, 2007.
- Grupo de trabalho de energia solar fotovoltaica (CRESESB/CEPEL). **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: PRC-PRODEEM, 2004. 207p. disponível em <http://www.electronicapt.com/index.php/content/view/123>. Acesso em 05 de novembro de 2013.
- Ibrik, Imad H.; Mahmoud, Marwan M.. **Energy efficiency improvement procedures and audit results of electrical, thermal and solar applications in Palestine**. Elsevier, Out 2004.
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Dados das 77 estações de superfícies da região Nordeste. DVD –ROM. Brasília, 2012.

- Moraes, Albemerc Moura de. **Aplicações da tecnologia solar fotovoltaica no Estado do Piauí: barreiras e potencialidades**. Teresina, Edufpi, 2013.
- Palz, W. Energia solar e fontes alternativas. Hemus, 2002.
- Pathirana, W.P.M.R.; Muhtaroglu, Ali. **Multifaceted Feasibility Analysis of PV Solar Application in Northern Cyprus**. International journal of renewable energy research. Vol.3, No.4, 2013.
- Prieb, César Wilhelm Massen. **Determinação da eficiência de seguimento de máxima potência de inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição**. Porto Alegre, 2011. 141p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul.
- Villalva, M.G; Gazoli, J.R. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações**. 1ª Edição. São Paulo: Érica, 2012. 224p.

RECOVERY OF A KIT SOLAR PHOTOVOLTAIC PRODEEM IN THE TECHNOLOGY CENTER UFPI

Abstract. *In this work, the steps of the recovery a photovoltaic kit, which was installed in 2003 at the Federal University of Piauí (UFPI) Technology Center (TC) as part of the Development Program of States and Municipalities (PRODEEM), are presented. Over the years, as happened with so many other of these kits installed throughout Brazil, it was dead, mainly due to lack of technical support. Initially, there was the removal of the kit to be made that a cleaning procedure of the components. New ones replaced the old batteries and several tests were conducted in the laboratory, especially for the verification of the voltage and current behavior of the system with a connected load. The results showed that, despite being several years into disuse, the kit operated within acceptable values for the main goal: powering a small load.*

Key words: *Photovoltaic module, Photovoltaic kit, Revitalization.*