

Sistema para Optimização da Extracção de Energia de Painéis Solares Fotovoltaicos

Manuel Trindade Júlio S. Martins João L. Afonso

m_r_trindade@sapo.pt, jmartins@dei.uminho.pt, jla@dei.uminho.pt

Dept. Electrónica Industrial, Universidade do Minho, Campus de Azurém – Guimarães

Resumo

Neste artigo é apresentado um sistema para optimização da extracção da energia produzida por painéis solares fotovoltaicos. Este sistema detecta a direcção de maior intensidade da luz solar, orienta os painéis nessa direcção, e optimiza a extracção da energia produzida através de um circuito que faz com que os painéis operem no ponto de máxima potência (circuito MPPT – *Maximum Power Point Tracker* - circuito seguidor do máximo valor de pico da potência). A energia eléctrica produzida é utilizada para carregar baterias ou alimentar cargas.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica, Paineis Solares Móveis, MPPT, Carregamento de Baterias.

1. Introdução

A importância da investigação relacionada às fontes de energia renovável e suas interfaces é actualmente maior que nunca, uma vez que a Europa está comprometida em produzir energia a partir de fontes renováveis não poluentes (o tratado de Kyoto, assinado pelos países Europeus, o impõe). A União Europeia com a directiva 2001/77/EC reconhece a necessidade de promover as fontes de energia renováveis considerando-as vectores estratégicos na protecção ambiental e no desenvolvimento sustentável [1]. A legislação portuguesa tenta, através de várias normas, incentivar e facilitar ao consumidor em geral, e às empresas fornecedoras de energia eléctrica em particular, o investimento nas energias renováveis [2].

Por outro lado, Portugal é um importante mercado para equipamentos de energia renovável baseados no sol, uma vez que possui este recurso em quantidade apreciável. Além disso, Portugal tem fortes laços com muitos países de língua oficial portuguesa, ainda em fase de desenvolvimento (Timor Lorosae, Moçambique, Angola, Guiné-Bissau, São Tomé e Príncipe e Cabo Verde), que necessitam ter fontes de energia eléctrica a baixo custo.

Este artigo lida com soluções para optimizar a produção “limpa” de energia eléctrica, obtida a partir de painéis solares fotovoltaicos em instalações de energia renovável de baixa potência, no seguimento de um trabalho que visa também a optimização da interface de fontes de energia renovável com a rede eléctrica [3].

2. Descrição do Sistema

O sistema desenvolvido para optimização da extracção da energia produzida por painéis solares fotovoltaicos actua de duas maneiras:

- orienta os painéis solares na direcção de maior intensidade de radiação solar;
- extrai a máxima potência disponível nos painéis através de um circuito MPPT (circuito que faz com que os painéis operem no ponto de máxima potência).

A energia produzida é utilizada para carregar um conjunto de baterias, através de um ciclo de carga que visa optimizar a vida útil das mesmas.

O sistema desenvolvido pode ser dividido em 4 unidades, descritas a seguir:

1 - Unidade para detecção da direcção de maior intensidade da luz solar

Este sistema consiste numa estrutura de 4 faces com células fotovoltaicas, que formam uma pirâmide (Figura 1-a). Cada face desta “pirâmide solar” produz um sinal de tensão (V_1 , V_2 , V_3 , V_4).

2 - Unidade de controlo da posição dos painéis solares

Esta unidade tem por objectivo controlar a posição dos painéis solares fotovoltaicos, a partir dos sinais de tensão recebidos da “pirâmide solar”. Esses sinais são comparados por um circuito de controlo (Figura 1-b), que calcula a direcção de maior intensidade luminosa, e comanda os dois motores do sistema de orientação dos painéis solares, de forma a fazer com que os painéis fiquem perpendiculares aos raios solares. Esta tarefa é efectuada através da geração de um sinal de velocidade e de sentido (PWMx, Sx) para as interfaces de potência dos motores eléctricos.

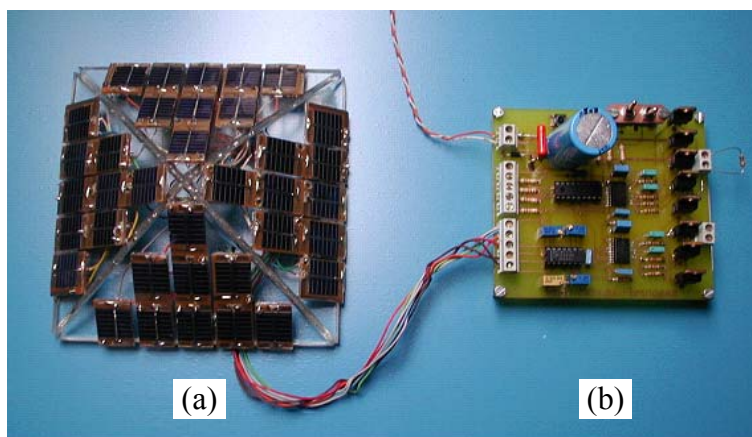


Fig. 1 – (a) Unidade para detecção da direcção de maior intensidade da luz solar;
(b) Unidade de controlo da posição dos painéis solares.

3 - Unidade de fixação e orientação dos painéis solares

Os painéis solares, em número de 4 na presente montagem, são fixados numa estrutura que permite ser rodada em dois eixos, através dos dois motores acima referidos, de forma a que os painéis fiquem orientados na direcção de maior radiação solar (Figura 2). Os painéis solares são ligados em paralelo, produzindo um valor de tensão que varia entre cerca de 30 V e 50 V, dependendo da intensidade luminosa, da temperatura e da corrente eléctrica drenada dos painéis.



Fig. 2 - Unidade de fixação e orientação dos painéis solares.

4 - Circuito MPPT

Este circuito, constituído por um conversor CC-CC, otimiza a extracção da energia produzida pelos painéis solares ao fazer com que estes operem no seu ponto de máxima potência para a radiação solar existente no momento. Este circuito alimenta um conjunto de 6 baterias ligadas em série.

A Figura 3 apresenta um diagrama de blocos do sistema completo desenvolvido para optimização da extracção da energia produzida por painéis solares fotovoltaicos, e para o carregamento de baterias.

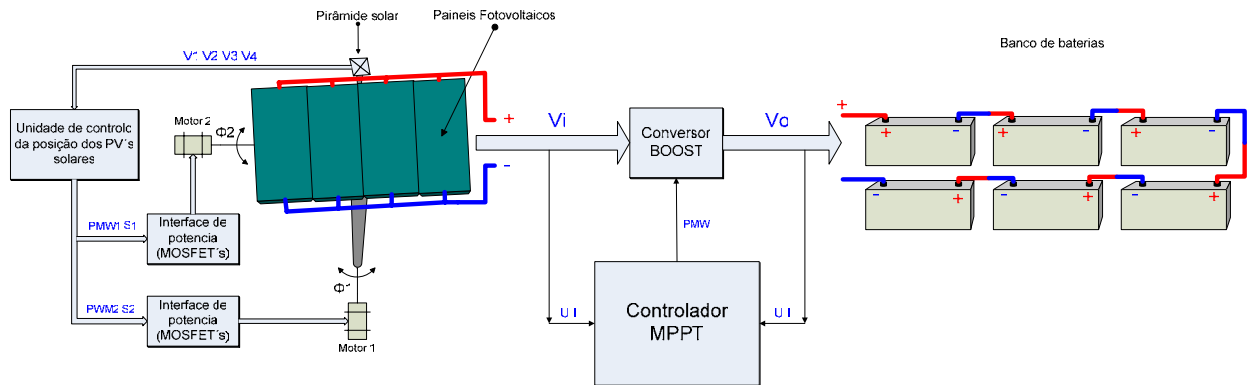


Fig. 3 - Sistema desenvolvido para optimização da extracção de energia de painéis solares fotovoltaicos alimentando um conjunto de baterias.

3. Descrição Detalhada do Circuito MPPT

O circuito MPPT (*Maximum Power Point Tracker* - circuito seguidor do máximo valor de pico da potência), é constituído por um conversor CC-CC do tipo *step-up (boost)*, representado na Figura 4. Este circuito converte a tensão de saída dos painéis solares num valor de tensão mais elevado, que alimenta um conjunto de 6 baterias ligadas em série. Em função da condição de carga das baterias, a tensão de saída do circuito MPPT pode variar entre 72 V (6 x 12 V) e 90 V (6 x 15 V). O valor da tensão de saída do MPPT depende do sinal PWM proveniente do seu sistema de controlo, que é apresentado na Figura 5.

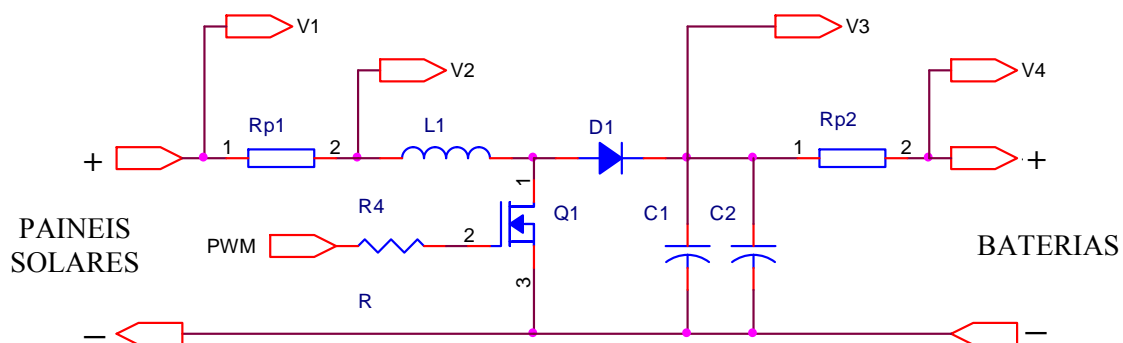


Fig. 4 – Circuito MPPT – conversor *step-up (boost)*.

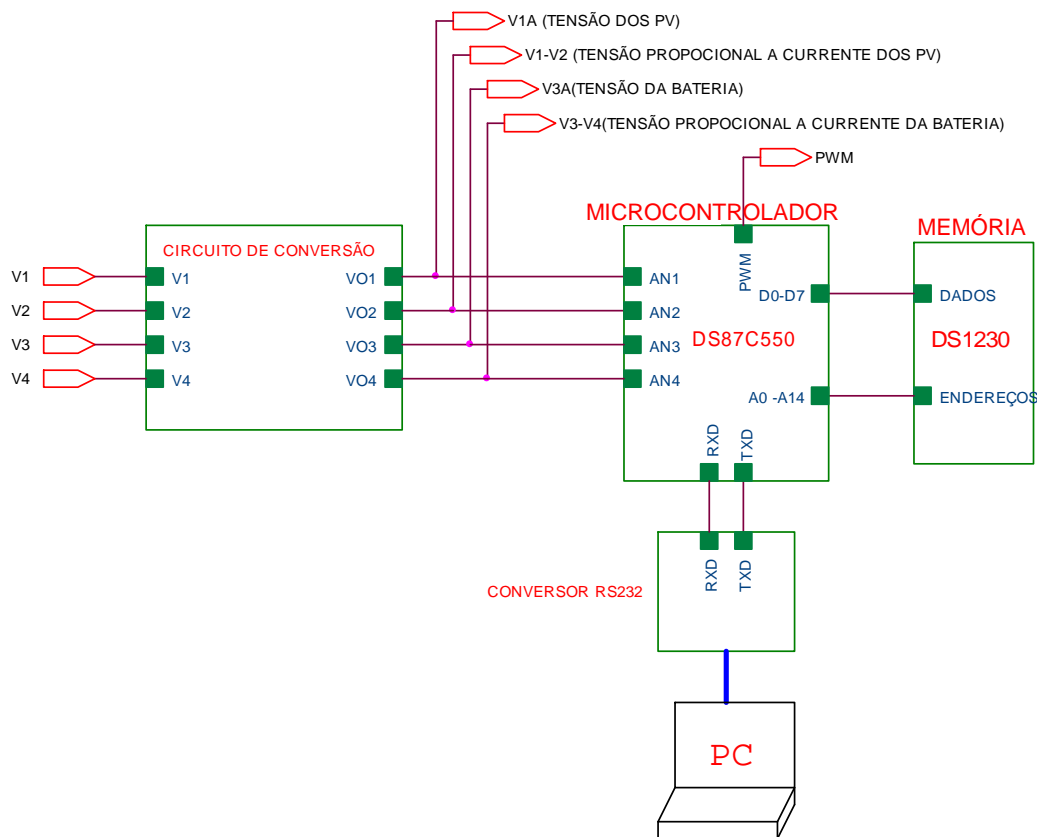


Fig. 5 – Sistema de controlo do MPPT.

O sistema de controlo do MPPT é constituído pelas seguintes unidades, descritas a seguir:

- Circuito de conversão de sinais

Esta unidade recebe sinais em tensão relativos às seguintes grandezas: tensão dos painéis solares, corrente dos painéis, tensão das baterias e corrente das baterias. O circuito de conversão tem como objectivo transformar as grandezas de entrada em grandezas compatíveis e apropriadas com as entradas analógicas do microcontrolador utilizado.

- Conversor RS232 e interface com o utilizador

O sistema de controlo, para além de garantir a máxima extracção de energia dos painéis solares, tem também a função de informar o utilizador de certos parâmetros importantes. Para este efeito o sistema de controlo está preparado para comunicar com um PC (computador pessoal) via protocolo RS232. Esta funcionalidade permite a monitorização de todo o sistema, informando sobre cargas e descargas das baterias, energia produzida, energia armazenada, etc.

- Microcontrolador

O sistema de controlo do MPPT utiliza um microcontrolador DS87C550 da *Dallas Semiconductor*, que implementa um algoritmo que optimiza a extracção de energia dos painéis solares. Os valores de tensão e corrente fornecidos pelos painéis solares dependem da radiação solar que incide nos painéis, bem como da temperatura dos mesmos, conforme se pode observar na Figura 6, onde se apresentam as curvas de corrente em função da tensão para o painel solar do tipo BP 2150, utilizado no sistema desenvolvido. Cabe ao algoritmo de controlo comandar o circuito MPPT (conversor *step-up*), de forma a que os painéis solares operem sempre num ponto de máxima

potência. Para tal o microcontrolador lê os sinais do circuito de conversão nas suas entradas AN1-AN4 (tensão e corrente dos painéis, e tensão e corrente das baterias) e produz o sinal de PWM para o circuito MPPT. O algoritmo de controlo utiliza o método da variação da condutância para a determinação do ponto de máxima potência. Este método consiste em verificar o declive da curva de potência em função da tensão, de forma a encontrar o ponto onde a potencia é máxima, que corresponde a um declive próximo de zero, como se pode verificar na Figura 7. Este método é mais eficaz relativamente aos mais utilizados (como por exemplo, o método da perturbação e observação).

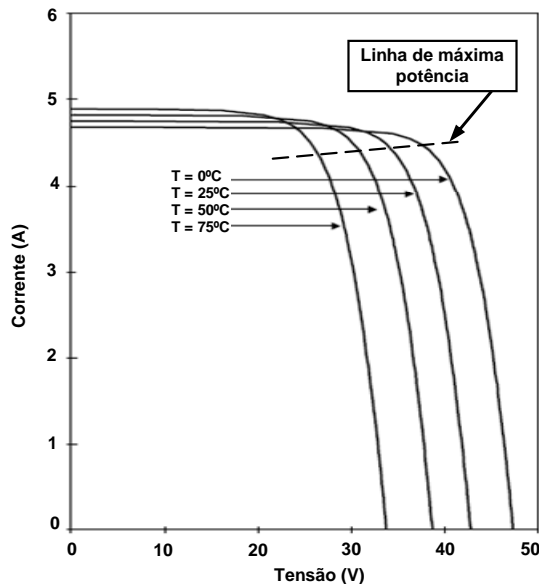


Fig. 6 – Curvas I - V para os painéis solares.

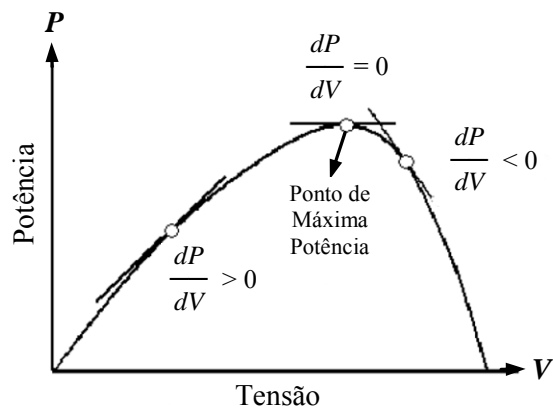


Fig. 7 – Curva P - V para os painéis solares.

- Memória

A memória do sistema de controlo do MPPT é importantíssima, devido ao facto do microcontrolador necessitar de uma elevada quantidade de memória para guardar a informação relativa aos cálculos do algoritmo de controlo do circuito MPPT e toda a informação a ser disponibilizada ao utilizador. Neste sistema a memória de programa e a memória de dados estão contidos numa RAM não volátil da *Dallas Semiconductor* (com pilha de Lithium).

4. Carregamento das Baterias

O carregamento das baterias através do circuito MPPT utiliza o método dos 3 estágios (método dos 3 ciclos de carga) que consistem em: numa primeira fase carregar as baterias com uma corrente constante, até se obter um certo valor de tensão (dependendo das características das baterias); numa segunda fase carregar as baterias com um valor de tensão fixa, até que a corrente de carregamento atinja um certo valor, baixo; e numa terceira fase aplicar uma tensão constante, durante um certo período de tempo, de forma a estabilizar as reacções químicas das baterias. Estas fases são representadas na Figura 8. O carregamento das baterias de acordo com o método dos 3 ciclos de carga optimiza os seus tempos de vida útil.

Quando a potência produzida pelos painéis solares é maior do que aquela que as baterias devem absorver no ciclo de carga em que se encontram, o excedente é fornecido para outras cargas.

As baterias podem ser utilizadas em duas aplicações distintas:

- Instalações ligadas a rede eléctrica – As baterias funcionam como sistema de *backup* para eventuais falhas de energia por parte da rede eléctrica. Neste caso, as baterias utilizadas podem ter uma vida útil de 12 anos.
- Instalações isoladas da rede eléctrica – As baterias têm um ciclo de operação com cargas e descargas diárias. Neste caso a vida útil das baterias utilizadas é reduzida para cerca de apenas 4 anos.

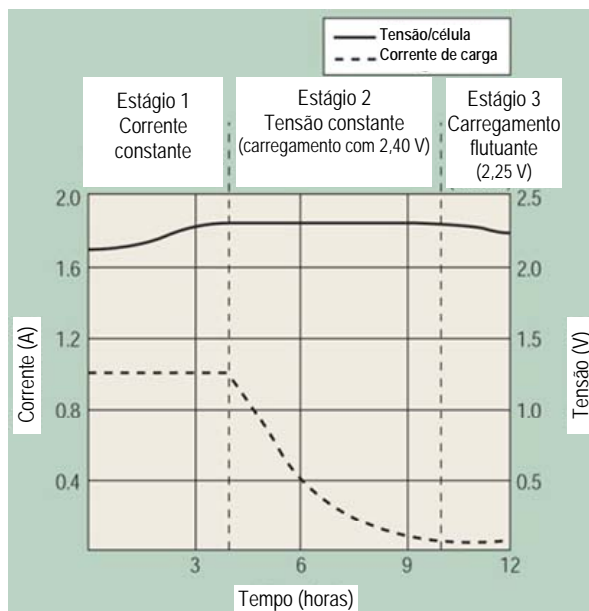


Fig. 8 – Método de 3 estágios para carregamento das baterias.

5. Conclusão

O meio ambiente do planeta tem vindo a se degradar e todos os esforços devem ser feitos para reverter a situação actual. Este artigo apresenta um sistema desenvolvido em Portugal para a optimização da extracção de energia produzida por painéis solares fotovoltaicos, sendo esta energia utilizada para o carregamento de baterias. Este sistema actua de duas maneiras: orienta os painéis solares na direcção de maior intensidade de radiação solar e extrai a máxima potência disponível nos painéis através de um circuito MPPT (circuito que faz com que os painéis operem no ponto de máxima potência).

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia), financiadora do Projecto POCTI/ESE/48242/2002.

Referências

- [1] Comissão Europeia, “Directiva 2001/77/EC para promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renovável no mercado interno de electricidade”, 27 de Setembro de 2001.
- [2] M. Fernanda Moreira, Júlio S. Martins, João L. Afonso, “Medidas Reguladoras, Normas e Legislação Portuguesa Aplicável às Energias Renováveis e Sugestões”, ENER’04 – Simpósio sobre Energias Renováveis em Portugal, Figueira da Foz, Portugal, 6-7 de Maio de 2004, ISBN: 972-8822-01-4, pp. 2.25-2.30.
- [3] Paulo Ferreira, Manuel Trindade, Júlio S. Martins, João L. Afonso, “Interfaces for Renewable Energy Sources with Electric Power Systems”, Environment 2010 – Situation and Perspectives for the European Union, paper D 02, Porto, Portugal, 6-10 Maio 2003, ISBN: 972-98944-0-x.