

MICROCONTROLADORES: Automação Solar

Alessandra Maciel Dias

Graduanda em Engenharia da Computação,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Luan Felipe Santana

Graduando em Engenharia da Computação,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Gilson Shimizu Nascimento

Graduando em Engenharia da Computação,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Felipe Rodrigues Mendes de Araújo

Graduado e Esp. em Engenharia Mecatrônica – UniSALESIANO
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

Atualmente, a tecnologia está a cada momento presente ao nosso redor, para nos atender e auxiliar em diversas atividades do nosso cotidiano, de tal forma a facilitar e melhorar o nosso conforto de vida. Por meio de um longo histórico de pesquisas, descobertas e evoluções tecnológicas, a energia solar tem sido destacada, pois o seu aproveitamento gera benefício econômico e sustentável mediante a situação global atual, afinal, é uma energia renovável e eficaz. Entre as muitas formas tecnológicas de se aproveitar a energia solar, neste artigo focamos sobre a energia fotovoltaica, que tem a função de converter a energia gerada do sol em energia elétrica, através de semicondutores como o silício e montada por materiais tais como painéis, inversores, cabeamento, conectores, etc. A principal dificuldade em obter esse sistema está em seu alto custo seja na instalação, manutenção e também em alguns outros fatores descritos ao decorrer desse artigo. Uma das situações em que se pode implementar a este sistema, de modo a favorecer tal situação é a utilização dos microcontroladores, por exemplo o Arduino, capaz de automatizar e melhorar esse sistema. De maneira simples e diligente, apresentamos o conceito, algumas análises e desempenhos da placa fotovoltaica, para explicar suas principais dificuldades, benefícios e o seu aproveitamento em nossas necessidades diárias, já que a energia elétrica é de suma importância para a nossa vida.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia; automação; energia fotovoltaica.

1 INTRODUÇÃO

A energia solar está presente em todos os lugares, sendo de fundamental importância para a nossa sobrevivência. As formas de energia são as renováveis e as não renováveis. Em geral, estas últimas são as mais utilizadas no mundo todo, porém devido ao desenvolvimento científico, a energia renovável, entre elas, a solar está ficando cada vez mais visível em nosso meio.

As energias não renováveis são aquelas provenientes de fontes esgotáveis, tais como: carvão, petróleo, gás natural, etc. Já, as renováveis, são originárias de

fontes naturais, como, por exemplo, a energia solar, e possuem a capacidade de regeneração, ou seja, não se esgotam.

A energia solar refere-se a uma fonte limpa e renovável, derivada do sol. Essa energia pode ser captada por painéis solares, compostos de células fotovoltaicas, as quais tem a capacidade de transformar a radiação solar em energia elétrica, trazendo diversos benefícios ambientais e econômicos, se considerarmos a vida útil de um sistema fotovoltaico.

A desvantagem do sistema fotovoltaico está no alto custo para a sua obtenção, apesar de sua durabilidade, a energia convertida é muito baixa. Mas através do desempenho tecnológico, com o auxílio de microcontroladores, inversores e outros recursos, é possível melhorar a eficiência da captação energética.

2 OBJETIVOS

A placa fotovoltaica é uma solução inteligente de engenharia, voltada para atender de forma eficaz, econômica e sustentável as necessidades diárias em que nos procedemos a dependência da energia elétrica ou a situações em que há a falta dela, como por exemplo, em comunidades rurais longínquas e isoladas. Como objetivo principal, empregamos algumas das principais vantagens e também uma das soluções para melhorar o desempenho de tal forma a economizar e progredir a exploração desse sistema.

“A energia fotovoltaica é a conversão direta da luz em eletricidade no nível atômico. Alguns materiais exibem uma propriedade conhecida como o efeito fotoelétrico que os faz absorver fótons da luz e liberar elétrons. Quando estes elétrons livres são capturados, uma corrente elétrica resulta que pode ser usada como eletricidade” (Gil Knier - Back to the Science@NASA story "The Edge of Sunshine". Published: Aug 6, 2008. Site: <https://science.nasa.gov/>).

Microcontrolador é um pequeno computador (SoC) em um único circuito integrado o qual contém um núcleo de processador, memória e periféricos programáveis de entrada e saída. São usados em produtos e dispositivos automatizados, como os sistemas de controle de automóvel, dispositivos médicos implantáveis, controles remotos, máquinas de escritório, eletrodomésticos, ferramentas elétricas, brinquedos e outros sistemas embarcados (microcontrolador

MSP430 - Parte III (MIC094). www.newtoncbraga.com.br. Consultado em 20 de outubro de 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para entender melhor o funcionamento do painel solar fotovoltaico foi preciso pesquisar sobre a situação em que o sistema deveria ser empregado, tendo o objetivo especificado, foi necessário fazer um estudo do material que dispõe a placa solar fotovoltaica. Ao entender o funcionamento, seguimos com as pesquisas sobre a fabricação e então analisamos os benefícios e as desvantagens que o painel disponibiliza ao ser utilizado.

Como forma de solucionar as desvantagens do sistema, buscamos algumas das soluções tecnológicas voltadas para a área computacional. Decidimos apresentar uma solução econômica, capaz de automatizar o sistema solar fotovoltaico através da programação, de tal maneira que possa estar gerando benefícios ao sistema. O Arduino é um eletrônico capaz de ajudar a melhorar de forma eficaz o progresso do sistema solar fotovoltaico, por meio da programação de forma a autocontrolar o movimento da placa com o auxílio de outros elementos instalados no painel que assim como o Arduino, são econômicos.

A base do nosso material para reproduzir este artigo foram as pesquisas online por sites que traziam as informações necessária para o nosso entendimento e aproveitamento.

4 HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR

A energia solar tem sido bastante fluente desde os tempos antigos, sabe-se sobre o seu uso há mais de 400 anos a.C. Os romanos, por exemplo, através do seu vasto conhecimento sobre o sol, foram os primeiros a colocar janelas de vidro em suas casas para reter o calor. Aproveitando também a energia solar, Arquimedes desenvolveu um sistema que tinha como objetivo incendiar os navios da frota inimiga através de espelhos, que concentravam radiação solar em determinado ponto e essa ideia de utilizar espelhos continuou posteriormente para outros meios.

Em 1767, se construiu o primeiro coletor solar do mundo, este coletor solar tornou-se a base para pesquisas sobre a energia solar no século XIX. Foi elaborada

a criação da célula fotovoltaica por volta de 1860, e em meados da década de 1950, *Hoffman Electronics-Semiconductor* anunciou o primeiro produto comercial com 2% de eficiência, com preço de US\$ 25, por célula, com 14 mil watts cada, ou US\$ 1.785, por watt.

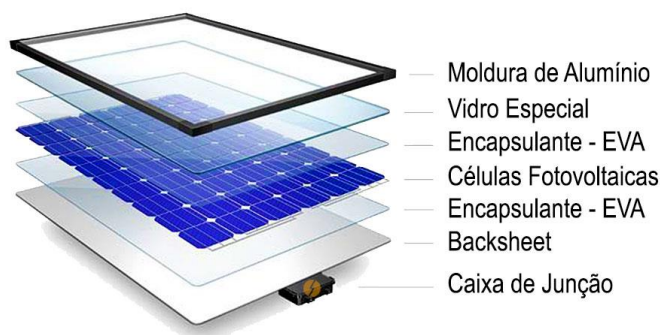
Em meio à década de 1960, os níveis de eficiência estavam próximos de 10%, mas o preço do petróleo por ser mais barato, era mais acessível seu uso para energia do que o uso de energia solar. Porém com uma consequência da exploração espacial nas décadas de 1960 e 1970, o desenvolvimento de produto fotovoltaico aumentou dramaticamente e com as hostilidades mundiais e a ameaça de guerra, o mundo cada vez mais foi se afastado do petróleo e em direção à energia renovável.

Atualmente, a energia fotovoltaica está ficando cada vez mais presente em nosso meio, devido à alta busca pela sustentabilidade do planeta.

4.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia fotovoltaica é aquela na qual o calor do sol é transformado diretamente em energia elétrica, sem passar pela fase de energia térmica. Essa energia é captada sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioletas, que seriam o calor que o nosso sol emite e como essa forma de energia não apresenta nenhuma diminuição ou perda nem agride o meio ambiente, é considerada energia renovável e inesgotável.

Figura 1. Placa de vidro especial. Esta placa de vidro serve para a fabricação do painel solar.



Fonte: Extraído de <http://www.portalsolar.com.br/passos-a-passos-da-fabricacao-do-painel-solar.html>.

Para as etapas de absorção, os painéis solares são conectados a um inversor solar, em seguida o inversor solar transforma a energia solar em energia

elétrica. Após a transformação a energia é distribuída pela casa e monitorada através de um relógio de luz que mede a energia da rua que é consumida quando não há sol e a energia em excesso quando o sol predomina em maior excesso. A energia em excesso pode ser vendida por empresas que fornecem energia em sua cidade em reposta quando não tem sol.

Se a energia solar é tão boa, por que todos não usam? A resposta é simples, o seu processo de fabricação é um dos mais caros do mundo, pois consistem em vários processos individuais e contínuos, são várias etapas de fabricação entre as mais demoradas e trabalhosas está o vidro fotovoltaico representado na Figura 1.

4.2 Placa Fotovoltaica

Atualmente, o mercado disponibiliza diversos tipos de painéis fotovoltaicos, porém o silício se encontra presente em grande parte dos produtos fabricados. Destacando e comparando dois dos principais tipos que contém o silício têm-se as células de silício monocristalina e as células de silício policristalina.

As células de silício monocristalina, uma das mais comercializadas historicamente, por seu processo de fabricação ser básico. Sua tarefa está em converter a energia solar em eletricidade. Em seu processo de fabricação, o cristal de dióxido de silício é desoxidado em fornos, purificado e solidificado. Contudo, é necessário auxílio de dispositivos semicondutores com um maior grau de pureza para que seu funcionamento seja efetivo. A Figura 2 mostra, da esquerda para a direita, as etapas do processo das células fotovoltaicas monocristalina.

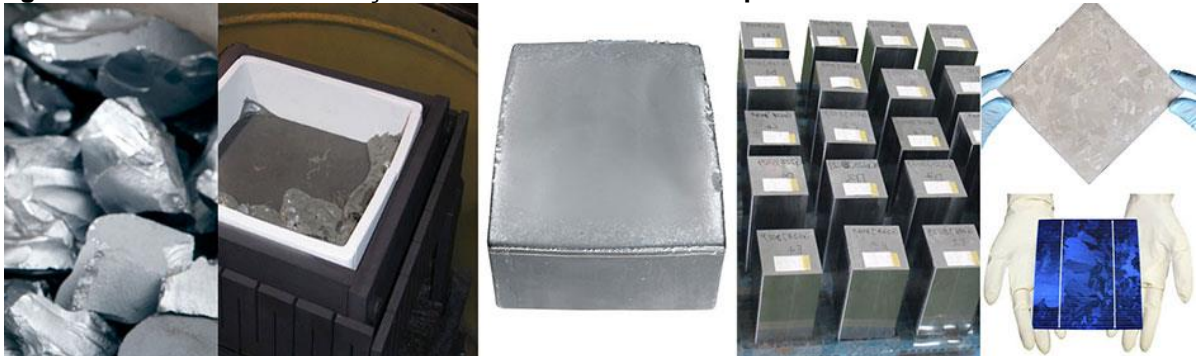
Figura 2. Processo de fabricação das células fotovoltaicas monocristalinas.



FONTE: Extraído de <http://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImages/images/do-lingote-de-silicio-ate-a-celula-fotovoltaica---processo-de-producao-da-celula-fotovoltaica-monocristalina-baixa.jpg>.

As células de silício policristalina têm uso muito comum nos painéis fotovoltaicos, mas sua eficiência, comparada à monocristalina, é baixa devido ao seu processo de fabricação. Geralmente, o minério de silício é purificado, fundido em blocos e cortados e em fatias (*wafers*), como mostra a Figura 3, da esquerda para a direita.

Figura 3. Processo de fabricação das células fotovoltaicas policristalinas.



FONTE: Extraído de <http://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImagens/images/Processo-de-fabricacao-de-celula-de-silicio-policristalino-baixa.jpg>.

Para uma comparação entre ambos os tipos de células fotovoltaicas, seguimos logo abaixo com a Tabela 1, mostrando a diferença da potência, eficiência e temperatura de painéis da mesma marca.

Tabela 1. COMPARAÇÃO PAINEIS FOTOVOLTAICOS.

COMPARAÇÃO PAINEIS FOTOVOLTAICOS					
PAINEL	PREÇO EM MEDIA	POTÊNCIA (W)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)	TEMPERATURA (Condições Normais de Operação)	MARCA
MONO-CRISTALINO	-	250	15,84	47,7°	ALPER
POLI-CRISTALINO	-	285	14,4	45°	ALPER

O preço, em média, não está descrito, devido à variação que sofre em cada região.

Fonte: Elaborado pelos autores. Adaptado de

<http://www.portalsolar.com.br/Content/EditorImagens/images/Processo-de-fabricacao-de-celula-de-silicio-policristalino-baixa.jpg>.

4.3 Microcontroladores

Inicialmente, os esboços eram feitos através de processamentos eletromecânicos, ou seja, conjuntos complexos mecânicos acionados manualmente e posteriormente com o uso da eletricidade.

A Calculadora Busicom HL-21, representada na Figura 4, parecia uma máquina de escrever com partes móveis, alavancas, partes giratórias e com isso

eram inseridos os números e assim, realizava o processamento e cálculos conforme sua programação nas alavancas.

Figura 4. Calculadora Busicom HL-21 (década de 1960).



Fonte: Extraída de <http://www.vintagecalculators.com>.

Com a invenção do transistor de silício, surgiram os chips, com funções especializadas e específicas. Em 1971 surgiu o primeiro microprocessador, o Intel® i4004, representado na Figura 5. Ao contrário dos CI's com portas lógicas fixas, sendo possível programar a função que este CI teria, porém, o microprocessador não realizava as operações nele programadas sozinho, ele necessitava de um CI com memória RAM externa e outro CI com memória ROM. além destes dois CI's para armazenar memória, era necessário também outro CI com Registrador de deslocamento externo, ou seja, controlados de portas de Entrada/Saída - I/O (*Input/Output*).

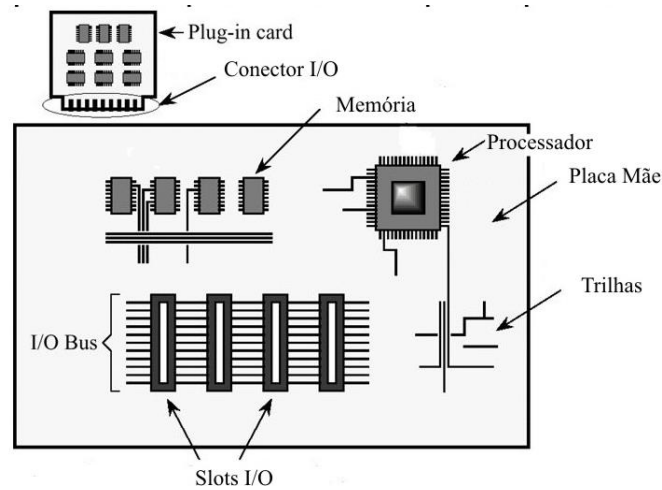
Figura 5. Microprocessador Intel i4004 (década de 1970).



Fonte: Extraído de <http://www.vintagecalculators.com>.

Todos estes componentes eram interligados por uma placa de circuito eletrônico denominado de placa mãe (Figura 6).

Figura 6. Placa-mãe simplificada de um computador.



Fonte: Extraído de <http://www.vintagecalculators.com>.

Os microcontroladores são nada menos do que a unificação de todos os componentes dispostos na placa mãe em um único CI, denominados também como "Computador de um único CI". Podem ter vários outros periféricos integrados no mesmo CI, tais como, conversores AD (Analógico/Digital), temporizadores, comparadores de tensão, moduladores por largura de pulso (PWM), comunicação serial, USB, etc.

O foco dos Microprocessadores é a velocidade, mas não para o microcontrolador, sua vantagem é ter todos componentes integrados de baixíssimo custo. Os microcontroladores são sinônimos de eletrônica embarcada, ou seja, a eletrônica que está dentro de outros equipamentos que podemos descrever como TVs e monitores, aparelhos de DVD, geladeiras, fornos de micro-ondas, centrais e alarme, estabilizadores e nobreaks, controle remoto, leitores de cartão, equipamentos médicos, etc.

Essa eletrônica embarcada dentro destes equipamentos tem como componente principal, o microcontrolador.

Os principais fabricantes hoje de microcontroladores são (i) Microchip (PIC), (ii) Atmel (Atmega, "Arduino"), (iii) Texas Instruments, (iv) Freescale, (v) Zilog, (vi) Holtek, (vii) Philips, (viii) ST, entre outros.

Em geral, os microcontroladores são CI's (chips) inteligentes, programáveis e versáteis, com vantagens tais como economia de energia, economia de espaço e integração de vários componentes que ajudam e muito a vida do projetista.

4.4 Aplicações com Arduino e Painéis Fotovoltaicos

Arduino é uma placa de microprocessador, capaz de executar as tarefas de análise, aquisição, medição de dados, ou controle de atuadores de qualquer tipo. Então, possíveis aplicações caem no campo de medições elétricas e a produção de energia a partir de fontes renováveis.

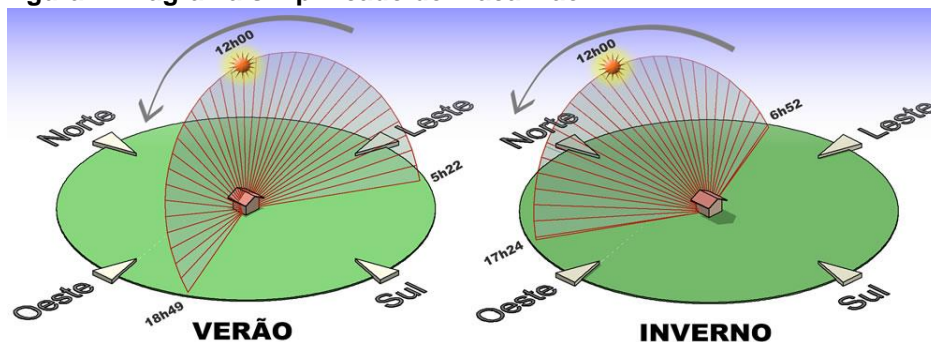
A família de placas Arduino tem à sua disposição dos pinos ou portas que podem medir as tensões entre 0 a 5 volts, e geram correntes elétricas entre 0 a 4 amperes. A energia disponível em um único pino é de apenas 0,2 W. Isto implica que, para além de alguns pequenos LEDs e relés, usando os atuadores para ampliar o poder para controlar os dispositivos de potência.

A aplicação típica de um painel fotovoltaico, no caso específico da utilização com um sistema bricolagem com Arduino, é o carregamento de baterias, por exemplo, para sistemas de aquisição de dados, tais como gravadores de condições atmosféricas. Ele também pode ser usado, com Arduino e a sua capacidade de medição e cálculo matemático, para o qual um sistema de controle, por exemplo, um seguidor solar. Neste caso, o painel fotovoltaico pode assumir a função de medidor de energia de luz, tal como um gerador de energia para o painel de controle, ou ambos simultaneamente. Não havendo limites, o Arduino pode ser utilizado em uma casa automatizada.

5 DIFICULDADES INERENTES AO PROJETO

Durante a elaboração deste artigo surgiu uma questão. Há períodos em que o sol muda de posição. Em determinados períodos do ano o sol tem uma leve alteração de movimento como mostrado na Figura 7.

Figura 7. Diagrama simplificado de Placa Mãe.



Fonte: Extraído de <https://www.eduardoaquino.com.br/posicionamento-correto-do-painel-solar>

No verão o sol está mais para o sul e no inverno estará mais para o norte essa alteração pode render uma perda de foco da placa. A Tabela 2 apresenta as inclinações dos painéis fotovoltaicos de todos os estados brasileiros

Tabela 2. Inclinação dos painéis fotovoltaicos de todos os estados brasileiros.

INCLINAÇÃO POR ESTADO			
Acre	15°	Paraíba	15°
Alagoas	15°	Paraná	25°
Amapá	15°	Pernambuco	15°
Amazonas	15°	Piauí	15°
Bahia	15°	Rio de Janeiro	22°
Ceará	15°	Rio Grande do Norte	15°
Espirito Santo	20°	Rio Grande Do Sul	40°
Goiás	16°	Rondônia	15°
Maranhão	15°	Roraima	15°
Mato Grosso	15°	Santa Catarina	32°
Mato Grosso do Sul	20°	São Paulo	23°
Minas Gerais	19°	Sergipe	15°
Pará	15°	Tocantins	15°

Fonte: Extraído de <https://www.eduardoaquino.com.br/posicionamento-correto-do-painel-solar>.

5.1 Exemplos Reais

Tendo em vista a Tabela 2, pode-se afirmar que as vantagens de respeitar o posicionamento correto dos painéis fotovoltaicos são muitas, dentre elas pode-se destacar a redução da quantidade de painéis, pois instalando seus painéis voltado para o norte e com a inclinação correta, terá uma maior eficiência na geração de energia, logo se para garantir uma demanda de 1.500 W se instalados de forma correta e respeitando o posicionamento correto, teremos que ter 10 painéis de 150 watts que totalizará os 1.500 W.

Se por algum motivo você não puder respeitar o posicionamento correto, e por isto ter uma perda de 10% então teremos: $1.500 - 10\% = 1.350$, logo $1.500 - 1.350 = 150$, ou seja, neste caso teremos que adicionar um painel a mais de 150 W.

6 BENEFÍCIOS AO MEIO AMBIENTE

Além do baixo impacto ambiental na instalação, sistemas fotovoltaicos oferecem diversas vantagens para a rede elétrica como a redução de perda em

transmissão e distribuição de energia já que a eletricidade é consumida onde é reproduzida.

Edifícios com energia fotovoltaica geram mais eletricidade nos momentos de maior demanda no Brasil, já que usamos muito ar condicionado justamente quando há mais sol. Pela sua grande durabilidade os painéis podem ser rapidamente instalados aumentando a geração em uma mesma área.

7 SITUAÇÕES DA LOCALIDADE / AMBIENTE

Analisando a radiação solar no Brasil, é perceptível a sua abundância, o país possui uma das maiores reservas de silício do mundo, isso faz com que nosso país seja um local privilegiado para uma indústria fotovoltaica, gerando vantagens tais como empregos, retorno nos impostos pagos e benefícios para nossa rede elétrica. De maneira geral, a melhor posição para se instalar o painel de energia solar é voltada para a posição norte, porém deve se analisar as condições da localidade para não ocorrer perdas de captação da energia solar.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uns dos aspectos importantes durante o estudo foi a respeito da instalação do sistema de energia solar, pois é de grande valor a análise da situação do ambiente em que o sistema vai ser empregado. É solene examinar e calcular a radiação da localidade, o posicionamento e ângulo aonde o painel receberá a energia solar, para que possa captar melhor os raios solares e assim gerar um bom aproveitamento de energia elétrica.

O custo de investimento ao sistema foi uma das principais dificuldades em que nos deparamos, afinal, usar energia solar no Brasil ainda sai caro, apesar das vantagens e eficiência, é necessário colocar na balança se vale ou não apenas, dependendo de determinadas circunstâncias investir no painel fotovoltaico. Porém, mediante a demanda do avanço tecnológico no mercado e levando em conta a popularização, a tendência é que o preço desse sistema caia.

Para melhorar o resultado de forma econômica e excelente, colocamos como auxílio o Arduino no sistema fotovoltaico, com o objetivo de solucionar a questão da captação dos raios solares, para melhorar a produção de energia,

controlando a carga solar e também o posicionamento do painel, assim para um recolhimento de energia mais efetivo.

Os benefícios que um sistema fotovoltaico pode prover para as nossas vidas são excelentes, podemos concluir que esse sistema de energia solar pode gerar energia elétrica a partir da radiação solar, sendo esta não poluente e inesgotável, ou seja, é um processo para gerar eletricidade de forma sustentável.

Diariamente muita energia chega ao planeta de forma gratuita e limpa, os raios solares além de trazerem a luz e o calor essencial para nossa vida, podem também gerar energia tanto na forma de calor quanto na forma de eletricidade.

Para a eletricidade produzida na célula fotovoltaica chegar até a rede elétrica, essa eletricidade produzida nas células vai para um equipamento chamado inversor, que é responsável por deixá-las com as características da rede elétrica. Quanto o sistema é instalado em edificações, a eletricidade solar pode ser usada nos eletros domésticos e em lâmpadas, o que não for consumido no local poderá ser lançado na rede elétrica.

Com os avanços tecnológicos, atualmente temos outros recursos para controlar de forma ainda mais eficiente o sistema fotovoltaico, assim, proporcionando diversas vantagens. A implementação do Arduino é uma das formas de automatizar o sistema de energia solar de forma a progredir a sua capacidade de gerar energia elétrica, assim melhorando nosso conforto de vida.

REFERÊNCIAS

BLOG FILIPEFLOP. O que é arduino? - 2 de setembro de 2014. Disponível em: <http://blog.filipeflop.com/arduino/o-que-e-arduino.html>

DUARTE, D. M. M.; SILVA, F. E. M. da; NASCIMENTO NETO, J. A. do. SISTEMA SEGUIDOR SOLAR MICROCONTROLADO. Periodicos.ifpb.edu.br. Disponível em: <http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/538/323>

MANUAL DE ENGENHARIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS. Coleção "Tópicos de Atualização em Equipamentos Elétricos". Edição Revisada e Ampliada pelo CRESESB - Novembro de 1999. Disponível: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2004.pdf.

MEDEIROS, I. P. M. de; FONTES, F. de A. O. ESTUDO DO USO EM mini-SAPV PARA AUTOMATIZAÇÃO DE SOLAR. Disponível em:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:37-fmZ7jNGQJ:arquivos.info.ufrn.br/arquivos/20141562243f8121615915925002ed333/COLIM_2014_02.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br

PORTAL ENERGIA ENERGIAS RENOVAVEIS - Principais tipos de células fotovoltaicas constituintes de painéis solares Nov 28, 2011. Disponível: <https://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituientes-de-paineis-solares/>

PORTAL SOLAR - CELULAS FOTOVOLTAICAS. Célula fotovoltaica na mão de um cientista: The AGE. Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html>

SCHEER, H. Economia solar global: estratégias para a modernidade ecológica. Rio de Janeiro: CRESESB, p. 66. 2002.