

STEMKIT
4SCHOOLS

Monitorização Solar com o Raspberry Pi

Plano de Aula 2



Cofinanciado pelo
Programa Erasmus+
da União Europeia

Este projeto é cofinanciado pelo Programa Erasmus + da União Europeia.

Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito da informação aqui contida.



Índice

1. Monitorização Solar com o Raspberry Pi.....	2
1.1 Informação geral.....	2
1.1.1 Breve descrição	2
1.1.2 Objetivos de aprendizagem.....	3
1.1.3 Ligação ao currículo.....	4
1.1.4 Materiais necessários	4
1.1.5 Duração	7
1.2 Plano de aula.....	7
1.3 Referências ou Recursos.....	9



1. Monitorização Solar com o Raspberry Pi

1.1 Informação geral

1.1.1 Breve descrição

MONITORIZAÇÃO SOLAR (Posição do Sol, Acompanhamento do Sol, Observação do Sol)

Os sistemas de rastreamento solar são concebidos e desenvolvidos para aumentar a quantidade de radiação solar recebida pelos dispositivos fotovoltaicos. Este processo é conseguido mantendo o ângulo ótimo do painel solar para produzir a melhor potência (Bernardi et al. 2012; Shafie et al. 2011). Os sistemas de monitorização solar têm sido utilizados em muitos lugares em todo o mundo. Muitos sistemas de rastreamento solar foram construídos e concebidos para atingir a quantidade ótima de energia solar, e muitos modelos foram propostos para aumentar os benefícios da utilização de painéis solares. Vários estudos têm-se concentrado na conceção e implementação de sistemas de rastreamento solar para diferentes regiões geográficas. A figura abaixo mostra a diferença entre a utilização de um sistema solar fotovoltaico de ângulo fixo e um sistema de rastreio simples (Assaf 2014; Deb e Roy 2012; Hines e Gross 2008; Huang et al. 2009; Juang e Radharamanan 2014; Lakeou et al. 2006; AL-Rousan et al. 2012; Rahman et al. 2013; Schumacher 2000; Tudorache e Kreindler 2010).

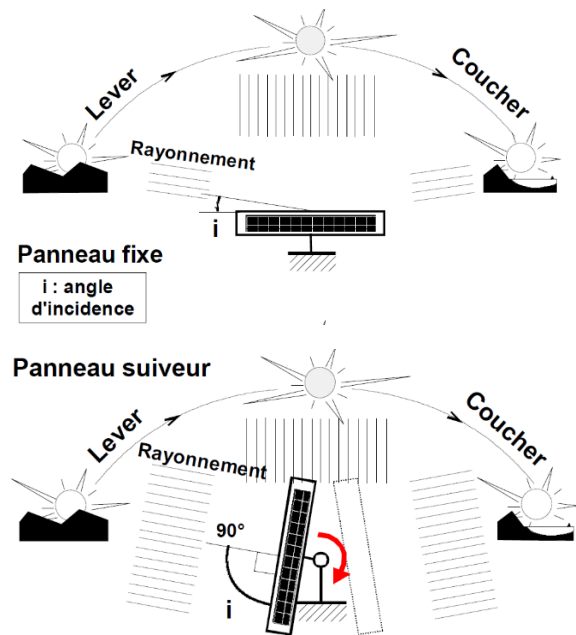
Entre todas as tecnologias que podem ser mobilizadas para responder a este desafio, duas famílias de soluções competem:

- Seguidores programados (que requerem cálculos para prever a trajetória solar);
- Rastreadores de sensores (que requerem a deteção em tempo real da posição solar).
- O funcionamento da 1ª família de seguidores que (nos interessa) exige:
 - Programa e cálculo da trajetória
 - Dados informáticos;
 - Ligação com um computador que consome pouca energia para recolher dados;

A segunda família inclui todos os componentes da 1ª, mas requer um painel de ângulo potenciométrico e um sistema de sombreamento contendo sensores fotovoltaicos.

Neste estudo, apresentamos a implementação de um sistema de seguimento solar de dois eixos (azimute e altura do sol) controlado por uma placa Arduino com medições de

intensidades e tensões de corrente e comparamos as potências com as de um painel fotovoltaico fixo.



1.1.2 Objetivos de aprendizagem

Os principais objetivos de aprendizagem deste plano de aula são:

- compreensão do conceito e conteúdo dos kits eletrônicos, para inspirar os alunos/as alunas a inventar com eletrônica e codificação
- conceção e realização de uma experiência ou investigação científica com recolha de dados, análise e apresentação de resultados, fornecendo ferramentas para resolver os desafios tecnológicos de amanhã
- familiarização com circuitos e programas para interagir com os pinos GPIO do Raspberry Pi, para inspirar e envolver os/as estudantes na codificação, design-thinking e engenharia
- compreender as estruturas básicas de programação, utilizando a Learning electronics



1.1.3 Ligação ao currículo

Os domínios, subdomínios, assuntos/tópicos a que este plano de aula pode ser ligado são:

- Física: movimento, oscilação, ondas, tipos de ondas, características das ondas, propagação das ondas, som, velocidade das ondas sonoras, espectro das ondas sonoras
- Ciência (Física/Química/Biologia/Geologia): método científico, investigação, experimentação, análise e interpretação dos resultados
- Ciência de Computação/Informática: unidade de processamento e periféricos, interfaces, linguagem de programação e estruturas principais, codificação
- Tecnologia: eletrónica, hardware e software de código aberto, sensores, sinal digital, circuitos, computadores de placa única
- Matemática/Estatística: folhas de cálculo e estatísticas básicas.

1.1.4 Materiais necessários

Cilindro (número 2)

O cilindro é o motor que produzirá uma tradução que depois transformaremos em rotação graças a certos elementos mecânicos, pelo que seria interessante saber como funciona este motor.

O princípio de funcionamento do motor DC pode ser facilmente explicado. Um motor DC é composto por duas partes: uma parte fixa que gera um campo magnético (o estator) e uma parte rotativa (o rotor). Um motor DC é composto por duas partes elétricas: o estator e o rotor. Quando o motor é alimentado, é criada uma interação magnética que põe o motor em movimento. Quando se inverte a direção da voltagem que alimenta o motor, este gira na direção oposta.

O estator de um motor DC é a parte fixa do motor (estática = que não se move). O estator é também chamado o indutor ou a excitação: faz-se passar uma corrente no enrolamento do estator e é ele que cria (que induz) um campo magnético. Por conseguinte, ele define o cenário para o rotor que se encontra assim imerso neste campo magnético. O estator cria um campo magnético chamado campo de indução.

O rotor é a parte rotativa do motor. É ele que gira. Consiste no enrolamento induzido. Esta bobina deve ser alimentada para a transformar num eletroímã que irá interagir com o estator. Se o rotor não fosse alimentado, não estaria sujeito a qualquer força e não rodaria. Um sistema especial de fricção é utilizado para alimentar o rotor: escovas (ou carvões montados em molas) esfregam nos contactos rotativos: o coletor.

Transformador

Na maioria das fontes de alimentação ligadas à rede, está presente um transformador. A sua função é fornecer isolamento elétrico durante a transferência de energia. Para a maioria dos conjuntos, baixa a tensão da rede de 230V para um valor compatível com os circuitos (12V, 24V, etc.).

O transformador é constituído por um núcleo ferromagnético fechado feito com ferro ou ferrite. O enrolamento que serve como entrada é chamado primário, o outro enrolamento (saída) é chamado secundário. O primário é alimentado por uma tensão CA - Corrente Alternada (rede na maioria dos casos), no secundário aparece então uma tensão alternada (força eletromotriz induzida).

Se uma carga (resistência que cria uma corrente de saída) estiver ligada ao secundário, aparece uma corrente chamada pelo primário que é proporcional à corrente secundária. A energia elétrica é assim transferida do primário para o secundário, preservando ao mesmo tempo o isolamento. O transformador é, assim, reversível.

O nosso transformador tem uma entrada de 230V em corrente alternada e uma saída de 50V em corrente contínua.

Relé (5V, até 10A, número 8)

Um relé é um interruptor que é controlado com uma tensão DC de baixa potência. A parte do "interruptor" é utilizada para controlar cargas de alta potência da rede.

Um relé eletrónico tem um enrolamento como dispositivo de controlo. A tensão aplicada a esta bobina cria uma corrente, esta corrente produz um campo eletromagnético no fim da bobina (não é nem mais nem menos do que um eletroímã). Este campo magnético será capaz de mover um elemento mecânico metálico montado num eixo móvel, que moverá depois contactos mecânicos. No nosso caso, utilizaremos relés de 5V capazes de conduzir até 10A e a bobina ficará excitada graças à nossa placa Arduino.

Sensores fotovoltaicos (número 4)

Os sensores fotovoltaicos são fixados no mesmo plano que o painel fotovoltaico, medem a radiação e enviam a informação ao Arduino (porque estão ligados)



Ponte H (estrutura elétrica resultante para cada motor)

A ponte H é uma estrutura eletrônica utilizada para controlar a polaridade através de um dipolo. É constituída por quatro elementos de comutação geralmente dispostos esquematicamente em forma de H, daí o nome. Os comutadores podem ser relés, transístores, ou outros elementos de comutação, dependendo da aplicação pretendida.

A ponte H permite executar 2 funções que são inverter o sentido de rotação do motor invertendo a corrente nos terminais do motor e a variação da velocidade do motor através da modulação da tensão nos terminais do motor.

Além disso, a ponte-H permite a travagem magnética se for capaz de dissipar a energia gerada. Esta operação é realizada acionando os dois interruptores superiores ou inferiores ao mesmo tempo, o que provoca um curto-circuito nos terminais do motor e, conseqüentemente, provoca a sua travagem. Melhor ainda, é possível, com pouca eletrônica e um controlador melhorado, efetuar uma travagem regenerativa. No caso de energia da bateria, a energia é devolvida às baterias em vez de ser dissipada nos interruptores da ponte.

ARDUINO (Mega 2560)

Um módulo Arduino é geralmente construído em torno de um microcontrolador e componentes complementares que facilitam a programação e a interface com outros circuitos. Cada módulo tem pelo menos um regulador linear de 5 V e um oscilador de cristal de 16 MHz.

A placa é programável através do software com o mesmo nome em linguagem C e disponível gratuitamente. O programa pode ser descarregado com apenas um clique!

O microcontrolador é pré-programado com um carregador de inicialização para que não seja necessário um programador dedicado. Por outras palavras, ele está pronto para reexecutar o último programa utilizado da última vez que se ligou a um computador. O Arduino utiliza a maioria das entradas / saídas do microcontrolador para fazer a interface com outros circuitos.

A placa Arduino Mega 2560 contém tudo o que é necessário para o funcionamento do microcontrolador

Componentes Arduino

Vários componentes podem ser ligados e implementados no Arduino, tais como a corrente e os sensores de corrente necessários para a realização de medições. Estes componentes são facilmente programáveis e integrados em sistemas, mas não são

essenciais para o rastreio solar. São utilizados para fins de comparação. Acrescentam cabos e resistências.

Painel solar (número 2)

As células fotovoltaicas são feitas de um ou mais materiais semicondutores e são utilizadas para converter diretamente a energia solar em energia elétrica. Para provocar este efeito, chamado efeito fotoelétrico, o material semicondutor deve ser "dopado". Devido à adição de elementos químicos, são obtidas duas camadas, uma camada condutora p com um excesso de portadores de carga positiva e uma camada condutora n com um excesso de portadores de carga negativa. Este desequilíbrio resulta na formação de um campo elétrico interno na junção, o que provoca a separação da carga após exposição à luz. Os portadores de carga assim libertados podem ser evacuados por contactos metálicos e utilizados diretamente como corrente contínua (CC), um inversor intercalado transforma-o a um custo alternado que permite a injeção na rede.

1.1.5 Duração

A duração deste plano de aulas é estimada em cerca de quatro horas de aula.

1.2 Plano de aula

O seguimento solar do painel fotovoltaico será feito por um jack com um motor CC. Um transformador irá gerir a passagem de corrente alternada para corrente contínua. Para o fazer automaticamente, colocaremos o motor numa ponte H utilizando relés. Uma placa Arduino tratará de energizar as bobinas de relé para controlar o motor. Um programa calculará o azimute, a altura do sol e monitorizará o sol.

Um lado de medição será colocado a fim de tomar as potências geradas a partir do painel seguinte e outro fixo a fim de comparar os resultados experimentais. Esta medição será feita utilizando sensores de corrente e tensão adaptáveis e programáveis com a placa Arduino. São necessários outros elementos como cabos, resistências e lâmpadas adaptadas à potência dos painéis fotovoltaicos utilizados.



Diagrama elétrico do seguidor; estabelecido a partir da edição gratuita Proteus (ISIS) pela Labcenter Electronics.

Vemo-lo melhor através do diagrama. Se os relés 1 e 3 forem energizados ao mesmo tempo sem energizar os outros dois, o motor irá arrancar numa direção. Se se fizer o contrário, o motor irá funcionar na direção oposta.

Passos

Montagem:

Fornecer os diagramas e solicitar a montagem: ligar os relés (Switches, RLi) ao motor. Se receberem 5V, deixa a corrente e o motor arrancar.

Ligar os amperímetros e voltímetros à placa Arduino para medição

Programação:

Escrever o programa: é nosso objetivo que todos os sensores fotovoltaicos recebam a mesma intensidade luminosa.

O programa irá comparar as intensidades dos sensores norte/sul e excita (dá uma voltagem de 5V) aos dois relés responsáveis pelo movimento do motor 1 para varrer sobre a altura até que as duas intensidades se tornem iguais.

O programa compara as intensidades dos sensores leste/oeste e excita os dois relés responsáveis pelo movimento do motor para fazer o scan do azimute até que as duas intensidades se tornem iguais.

Repetir as operações de comparação e movimento, se necessário, após um tempo Δt (loop)

Chegados a uma determinada hora (limite de hora de pôr-do-sol calculável em Arduino através de cálculos astronómicos) animam os relés a posicionarem-se a leste e a uma altura mínima para se prepararem para o dia seguinte e repetir o ciclo de tempo

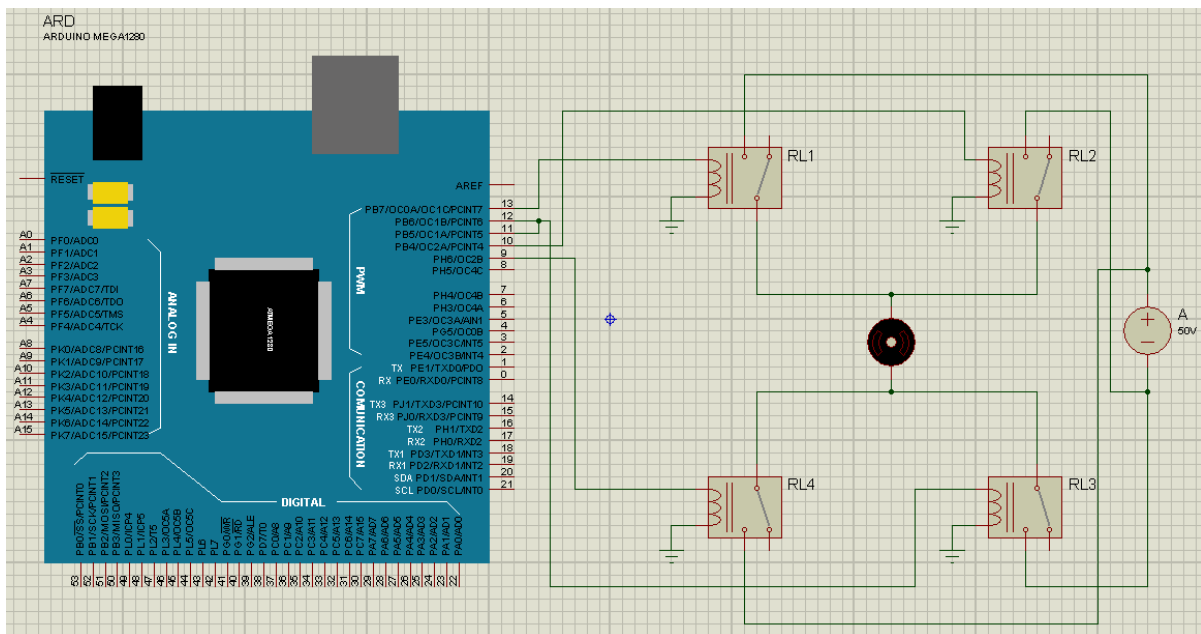
Testes:

Com uma lâmpada, alterando o ângulo

Exemplo: relé aberto 1 e 3 para scan (movimento este-oeste ao longo do azimute) até os 2 sensores fotovoltaicos receberem a mesma intensidade luminosa. O diagrama abaixo é de acordo com o azimute.

Repetir o mesmo procedimento para o rastreamento de acordo com a altura.

Comparação entre painel fixo e móvel: comparar as curvas de potência.



1.3 Referências ou Recursos

Assaf EM. Design and implementation of a two-axis solar tracking system using plc techniques by an inexpensive method. *Int J Acad Sci Res* 2014;2(3):54–65.

Bernardi M, et al. Solar energy generation in three dimensions. *Energy Environ Sci* 2012;5(5):6880–4.

Deb G, Roy AB. Use of solar tracking system for extracting solar energy. *Int J Comput Electr Eng* 2012;4(1):42.



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT
4SCHOOLS

Hines BE and Gross W. Tracking solar collector with non-uniform solar cells and empirical tracking system including solar angle information. 2008, Google Patents.

Huang Y, et al. The design and implementation of a solar tracking generating power system. Eng Lett 2009;17(4):1–5.

Juang J-N, and Radharamanan R. Design of a solar tracking system for renewable energy. In: Proceedings of Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education (ASEE Zone 1); 2014. 2014. IEEE.

Lakeou S, et al. Design of a low-cost digital controller for a solar tracking photovoltaic (PV) module and wind turbine combination system. In: Proceedings of 21st European photovoltaic solar energy conference. 2006.

Gerro Prinsloo, Robert Dobson, SOLAR TRACKING, 2015 Book Edition, ISBN: 978-0-620-61576-1. Available online

Rahman S, et al. Design & implementation of a dual axis solar tracking system. Am Acad Scholar Research J 2013;5(1):47.

AL-Rousan Nadia, AL-Rousan Mohammad, Shareiah Adnan, Hazem AL-Najjar. Choosing the efficient tracking method for real time tracking system in Jordan and its neighbours to get maximum gained power based on experimental data. In: Proceedings of international conference on renewable energy research and applications (ICRERA); 2012. IEEE.

Schumacher JO, Numerical simulation of silicon solar cells with novel cell structures. 2000.

Shafie S, et al. Current energy usage and sustainable energy in Malaysia: a review. Renew Sustain Energy Rev 2011;15(9):4370–7.

Tudorache T, Kreindler L. Design of a solar tracker system for PV power plants. Acta Polytechnica Hungarica 2010;7(1):23–39.