

**STEMKIT**  
4SCHOOLS

# RASPBERRY PI PENTRU URMĂRIREA SOLARĂ

PLANUL DE LECTIE 2



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



## Cuprins

1.	RASPBERRY PI PENTRU URMĂRIREA SOLARĂ.....	2
1.1	Informatii Generale .....	2
1.1.1	Scurta descriere .....	2
1.1.2	Obiectivele invatarii .....	3
1.1.3	Links catre curriculum .....	3
1.1.4	Materiale solicitate .....	4
1.1.5	Duration .....	7
1.2	Planul de Lectie .....	8
1.3	Referinte sau Resurse .....	9



# 1. RASPBERRY PI PENTRU URMĂRIREA SOLARĂ

## 1.1 Informatii generale

### 1.1.1 Scurta descriere

URMĂRIREA SOLARĂ (poziția la soare, urmărirea la soare, urmarea la soare)

Sistemele de urmărire solară sunt proiectate și dezvoltate pentru a crește cantitatea de radiație solară primită de dispozitivele fotovoltaice. Acest proces se realizează prin menținerea unghiului optim al panoului solar pentru a produce cea mai bună putere de ieșire (Bernardi și colab. 2012; Shafie și colab. 2011). Sistemele solare de urmărire au fost utilizate în multe locuri din întreaga lume. Multe sisteme de urmărire solară au fost construite și proiectate pentru a atinge cantitatea optimă de energie solară, iar multe modele au fost propuse pentru a spori beneficiile utilizării panourilor solare. Mai multe studii s-au concentrat pe proiectarea și implementarea sistemelor de urmărire solară pentru diferite regiuni geografice. Figura de mai sus arată diferența dintre utilizarea unui sistem solar fotovoltaic cu unghi fix și un sistem simplu de urmărire (Assaf 2014; Deb și Roy 2012; Hines și Gross 2008; Huang și colab. 2009; Juang și Radharamanan 2014; Lakeou și colab. 2006; AL-Rousan și colab. 2012; Rahman și colab. 2013; Schumacher 2000; Tudorache și Kreindler 2010).

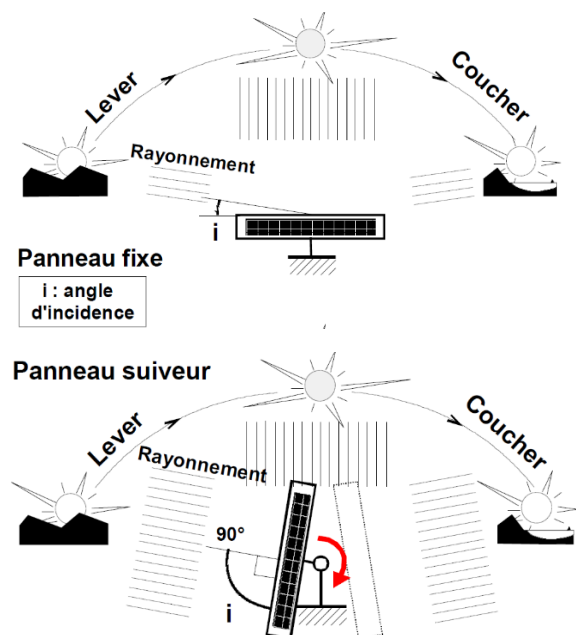
Dintre toate tehnologiile care pot fi mobilizate pentru a face față acestei provocări, două familii de soluții concurează:

- Urmăritori programate (care necesită calcule pentru a prezice traiectoria solară);
- Urmăritori senzori (necesită detectarea în timp real a poziției solare).
- Funcționarea primei familii de adepți care (ne interesează) necesită:
- Calculul programului și traiectoriei
- Date de calculator;
- Conexiune cu un computer care consumă puțină energie pentru a colecta date;

A doua familie include toate componentele primei, dar necesită un panou unghiular al potențiometrului și un sistem de umbrire care conține senzori fotovoltaici.

În acest studiu, prezentăm implementarea unui sistem de urmărire solară pe două axe (azimut și înălțime a soarelui) controlat de o placă Arduino cu măsurători ale intensităților și tensiunilor curenți și comparăm puterile cu cele ale unui panou fotovoltaic fix.

În acest studiu, prezentăm implementarea unui sistem de urmărire solară pe două axe (azimut și înălțime a soarelui) controlat de o placă Arduino cu măsurători ale intensităților și tensiunilor curente și comparăm puterile cu cele ale unui panou fotovoltaic fix.



### 1.1.2 Obiectivele invatarii

Principalele obiective de învățare ale acestui plan de lecție sunt:

- Înțelegerea conceptului și a conținutului kiturilor electronice, pentru a inspira elevii să inventeze cu electronică și codare
- proiectarea și efectuarea unui experiment sau investigație științifică cu colectare de date, analiză și prezentare a rezultatelor, oferind instrumente pentru rezolvarea provocărilor tehnologice de mâine
- familiarizarea cu circuitele și programele pentru a interacționa cu pinii GPIO ai Raspberry Pi, pentru a inspira și a implica studenții în codificare, gândire de proiectare și inginerie
- Înțelegerea structurilor de bază ale programării, utilizând electronica de învățare

### 1.1.3 Links catre curriculum



Domeniile, subdomeniile, subiectele / subiectele la care poate fi legat acest plan de lecție sunt:

- Fizică: mișcare, oscilație, unde, tipuri de unde, caracteristici ale undelor, propagarea undelor, sunet, viteza undelor sonore, spectrul undelor sonore
- Știință (Fizică / Chimie / Biologie / Geologie): metodă științifică, investigație, experimentare, analiză și interpretare a rezultatelor
- Informatică / Informatică: unitate de procesare și periferice, interfețe, limbaj de programare și structuri principale, codare
- Tehnologie: electronică, hardware și software open source, senzori, semnal digital, circuite, calculatoare cu o singură placă

Matematică / Statistică: foi de calcul și statistici de bază Maths/Statistics: spreadsheets and basic statistics

### 1.1.4 Materiale solicitate

Cilindru (numărul 2)

Cilindrul este motorul care va produce o translație pe care o vom transforma apoi în rotație datorită anumitor elemente mecanice, așa că ar fi interesant să știm cum funcționează acest motor.

Principiul de funcționare al motorului continuu poate fi explicat cu ușurință. Un motor de curent continuu constă din două părți: o parte fixă care generează un câmp magnetic (statorul) și o parte rotativă (rotorul). Un motor DC este alcătuit din două părți electrice: stator și rotor. Când motorul este alimentat, se creează o interacțiune magnetică care pune motorul în mișcare. Când inversați direcția tensiunii care alimentează motorul, acesta se rotește în direcția opusă.

Statorul unui motor de curent continuu este partea fixă a motorului (static = care nu se mișcă). Statorul se mai numește inductor sau excitație: se face să treacă un curent în înfășurarea statorului și acesta creează (care induce) un câmp magnetic. Prin urmare, stabilește scena rotorului care se află astfel scufundat în acest câmp magnetic. Statorul creează un câmp magnetic numit câmp de inducție.

Rotorul este partea rotativă a motorului. El se întoarce. Constă din înfășurarea indusă. Această bobină trebuie alimentată pentru a transforma într-un electromagnet care va interacționa cu statorul. Dacă rotorul nu ar fi alimentat, nu ar fi supus niciunei forțe și nu s-ar roti. Pentru alimentarea rotorului se folosește un sistem special de frecare: periile (sau cărbunii montați pe arcuri) freacă contactele rotative: colectorul.



## Transformator

În majoritatea surselor de alimentare conectate la rețea, este prezent un transformator. Rolul său este de a oferi izolație electrică în timp ce transferă energie. Pentru majoritatea ansamblurilor, scade tensiunea de rețea de 230V la o valoare compatibilă cu circuitele (12V, 24V etc.).

Transformatorul este format dintr-un miez feromagnetic închis realizat din fier sau ferită. Înfășurarea care servește ca intrare se numește primară, cealaltă înfășurare (ieșire) se numește secundară. Primarul este alimentat de o tensiune alternativă (rețea în majoritatea cazurilor), la secundar apare apoi o tensiune alternativă (forță electromotivă indusă).

Dacă o sarcină (rezistor care creează un curent de ieșire) este conectată la secundar, apare un curent numit de primar care este proporțional cu curentul secundar. Puterea electrică este astfel transferată de la primar la secundar, păstrând în același timp izolația. Transformatorul este astfel reversibil.

Transformatorul nostru are o intrare de 230V în curent alternativ și o ieșire de 50V în curent continuu.

## Releu (5V, până la 10A, numărul 8)

Un releu este un comutator care este controlat cu o tensiune continuă de putere redusă. Piesa "comutator" este utilizată pentru a controla sarcini de alimentare de mare putere.

Un releu electronic are o înfășurare ca dispozitiv de control. Tensiunea aplicată acestei bobine va crea un curent, acest curent producând un câmp electromagnetic la sfârșitul bobinei (nu este nici mai mult, nici mai puțin decât un electromagnet). Acest câmp magnetic va putea deplasa un element mecanic metalic montat pe o axă mobilă, care va muta apoi contactele mecanice. În cazul nostru, vom folosi relee de 5V capabile să conducă până la 10A, iar bobina va fi încântată datorită plăcii noastre Arduino.

## Senzori fotovoltaici (numărul 4)

Senzorii fotovoltaici sunt fixați pe același plan cu panoul fotovoltaic, măsoară radiația și trimit informațiile către Arduino (deoarece sunt conectați)

## Podul H (structura electrică rezultată pentru fiecare motor)

Podul H este o structură electronică utilizată pentru a controla polaritatea peste un dipol. Este alcătuit din patru elemente de comutare în general dispuse schematic în formă de H, de unde și numele. Comutatoarele pot fi relee, tranzistoare sau alte elemente de comutare în funcție de aplicația dorită.



Podul H face posibilă îndeplinirea a două funcții care sunt inversarea direcției de rotație a motorului prin inversarea curentului la bornele motorului și variația vitezei motorului prin modularea tensiunii la bornele motor.

În plus, puntea H permite frânarea magnetică dacă este capabilă să disipeze puterea generată. Această operațiune se efectuează prin acționarea simultană a celor două comutatoare superioare sau inferioare, care scurtcircuită bornele motorului și, în consecință, determină frânarea acestuia. Chiar mai bine, este posibilă cu puțină electronică și un controlor îmbunătățit să efectueze frânarea regenerativă. În cazul puterii bateriei, energia este returnată bateriilor, mai degrabă decât disipată în întrerupătoarele de punte.

### ARDUINO (Mega 2560)

Un modul Arduino este în general construit în jurul unui microcontroler și a unor componente complementare care facilitează programarea și interfața cu alte circuite. Fiecare modul are cel puțin un regulator liniar de 5 V și un oscilator de cristal de 16 MHz.

Cardul este programabil prin intermediul software-ului cu același nume în limbajul C și este disponibil gratuit. Programul poate fi descărcat cu un singur clic!

Microcontrolerul este preprogramat cu un încărcător de încărcare, astfel încât să nu fie necesar un programator dedicat. Cu alte cuvinte, este gata să execute din nou ultimul program folosit ultima dată când s-a conectat la un computer. Arduino folosește majoritatea intrărilor / ieșirilor microcontrolerului pentru interfața cu alte circuite.

Placa Arduino Mega 2560 conține tot ce este necesar pentru funcționarea microcontrolerului

### Componente Arduino

Mai multe componente pot fi conectate și implementate pe Arduino, cum ar fi senzorii de curent și de temperatură necesari pentru măsurători. Aceste componente sunt ușor de programat și integrate în sisteme, dar nu sunt esențiale pentru urmărirea solară. Acestea sunt utilizate în scopuri comparative. Adăugați cabluri și rezistențe.

### Panou solar (numărul 2)

Celulele fotovoltaice sunt fabricate dintr-unul sau mai multe materiale semiconductoare și sunt utilizate pentru a converti direct energia solară în energie electrică. Pentru a provoca acest efect, numit efect fotoelectric, materialul semiconductor trebuie „dopat”. Datorită adăugării de elemente chimice, se obțin două straturi, un strat conductor p cu un exces de purtători de sarcină pozitivă și un strat conductor n cu un exces de purtători de sarcină



negativă. Acest dezechilibru are ca rezultat formarea unui câmp electric intern la joncțiune, ceea ce determină separarea sarcinii la expunerea la lumină. Suporturile de încărcare astfel eliberate pot fi evacuate prin contacte metalice și utilizate direct ca curent continuu (DC), un invertor intercalat îl transformă la un cost alternativ care permite injectarea în rețea.

### 1.1.5 Durata

Durata acestui plan de lecție este o oră de clasă.

## 1.2 Planul Lecției

Urmărirea solară a panoului fotovoltaic se va face printr-o mufă cu motor DC. Un transformator va gestiona trecerea de la curent alternativ la curent continuu. Pentru a face acest lucru automat, vom plasa motorul într-o punte H folosind rele. O placă Arduino se va ocupa de alimentarea bobinelor releului pentru a controla motorul. Un program va calcula azimutul și înălțimea soarelui și va monitoriza soarele.

O parte de măsurare va fi plasată pentru a prelua puterile generate de panoul de urmărire și alta va fi fixată pentru a compara rezultatele experimentale. Această măsurare se va face utilizând senzori de curent și tensiune adaptabili și programabili cu placa Arduino. Sunt necesare alte elemente, cum ar fi cabluri, rezistențe și becuri adaptate la puterea panourilor fotovoltaice folosite.

Schema electrică a adeptului; stabilit de la Proteus (ISIS) ediție gratuită de Labcenter Electronics.

O vedem mai bine prin diagramă. Dacă relele 1 și 3 sunt alimentate în același timp fără a le alimenta pe celelalte două, motorul va porni într-o direcție. Dacă faceți opusul, motorul va funcționa în direcția opusă.

### Pasi

Asamblare:





Furnizați diagramele și solicitați asamblarea: conectați relele (comutatoare, RLi) la motor. Dacă primesc 5V, acesta lasă curentul și motorul pornește.

Conectați ampermetrele și voltmetrele la placa Arduino pentru măsurare

Programare:

Scrieți programul: Scop: toți senzorii fotovoltaici vor primi aceeași intensitate a luminii.

Programul va compara intensitățile senzorilor nord / sud și excită (dă o tensiune de 5V) la cele două rele responsabile de mișcarea motorului 1 pentru a scana peste înălțime până când cele două intensități devin egale.

Programul compară intensitățile senzorilor est / vest și excită cele două rele responsabile de mișcarea motorului pentru a face scanarea azimutului până când cele două intensități devin egale.

Repeți operațiunile de comparație și mișcare, dacă este necesar, după un timp Delta t (buclă)

Ajuns la o anumită oră (limita de oră a apusului de soare calculabilă în Arduino prin intermediul unor calcule astronomice) excitați relele la poziția complet estică și înălțimea minimă pentru a vă pregăti pentru ziua următoare și repeți bucla de timp

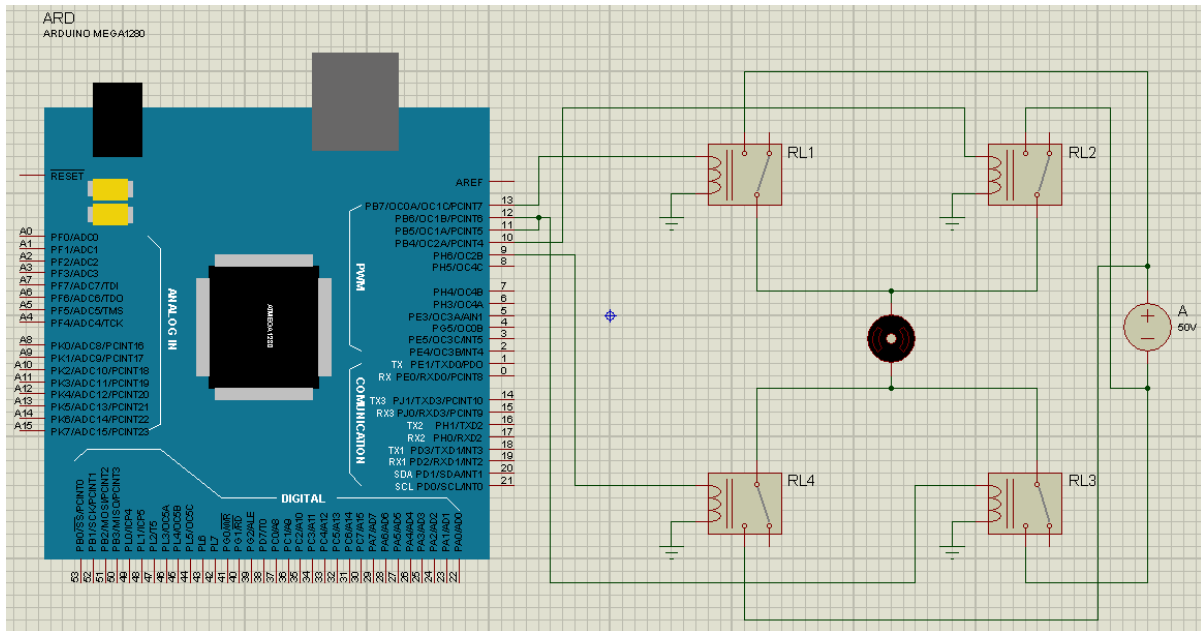
Teste:

Cu o lampă prin schimbarea unghiului

Exemplu: deschideți relele 1 și 3 pentru a scana (mișcare est-vest de-a lungul azimutului) până când cei 2 senzori fotovoltaici vor primi aceeași intensitate a luminii. Diagrama de mai jos este conform azimutului.

Repeți aceeași procedură pentru măsurare în funcție de înălțime.

Comparație între panoul fix și cel mobil: comparați curbele de putere



### 1.3 Referinte sau Resurse

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.

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.



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT  
4SCHOOLS

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.