

# Proiect ED - Panou fotovoltaic

## 1. Obiectivele proiectului propus

Obiectivul proiectului nostru este de a crea un sistem automatizat care să regleze poziția unui panou solar astfel încât acesta să fie orientat în mod optim spre sursa de lumină (de obicei, soarele). Acest lucru se realizează prin utilizarea a patru senzori de lumină care măsoară intensitatea luminii din patru direcții diferite și două motoare care controlează mișcarea panoului solar.

Motivul pentru care am vrea un astfel de panou solar este creșterea eficienței energetice. În mod normal, un panou solar static poate produce mai puțină energie dacă nu este orientat corect spre soare pe parcursul zilei, având în vedere că unghiul de incidență al luminii pe suprafața panoului poate influența semnificativ eficiența conversiei energiei solare. Cu un sistem care ajustează automat poziția panoului, energia captată poate fi maximizată, ceea ce duce la o producție mai mare de energie electrică și la o utilizare mai eficientă a resurselor solare.

## 2. Descrierea domeniului ales și a soluțiilor similare

### Descrierea domeniului ales:

Proiectul nostru se încadrează în domeniul energiei solare și al automatizării. Energia solară este o sursă regenerabilă de energie care utilizează radiația solară pentru a genera electricitate, prin intermediul panourilor solare fotovoltaice. Un aspect esențial în maximizarea eficienței panourilor solare este orientarea corectă a acestora față de sursa de lumină, adică soarele. De regulă, panourile solare fixe pot capta doar o cantitate limitată de energie solară în funcție de unghiul de incidență al razelor solare. Proiectul nostru vizează îmbunătățirea acestei eficiențe prin automatizarea mișcării panoului solar astfel încât să fie întotdeauna orientat optim spre soare, folosind un sistem de senzori și motoare.

### Soluții similare:

Există mai multe soluții similare în domeniul panourilor solare, care includ sisteme de urmărire a soarelui (solar tracking systems). Aceste sisteme se pot împărți în două tipuri principale:

### 1. Sisteme de urmărire pe un singur ax:

- Aceste sisteme permit panourilor solare să se miște pe un singur ax (de obicei, est-vest), urmând astfel mișcarea soarelui pe parcursul zilei. Panoul se rotește pentru a se alinia cu unghiul optim al luminii.
- Sunt mai simple și mai ieftine decât sistemele pe două axe, însă nu captează energia solară la fel de eficient pe toată durata zilei.
- <https://www.youtube.com/watch?v=KfKrNlxBLZI>

### 2. Sisteme de urmărire pe două axe:

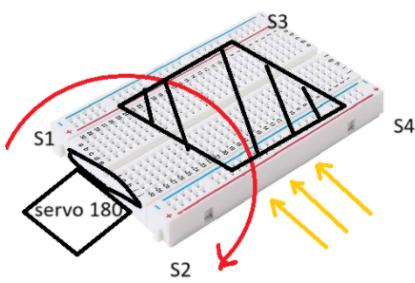
- Aceste sisteme permit panourilor solare să se miște atât pe axa est-vest, cât și pe axa nord-sud, ceea ce le permite să urmărească mișcarea soarelui pe întreaga trajectorie, atât pe parcursul zilei, cât și pe parcursul anului. Acestea sunt mult mai precise și pot captura o cantitate semnificativ mai mare de energie solară.
- Sunt mai complexe și mai costisitoare, dar aduc beneficii semnificative în ceea ce privește eficiența energetică.
- <https://www.youtube.com/shorts/C7cEoI0MMGU>

## 3. Descrierea soluției propuse cu prezentarea funcționalităților aferente soluției

### Descrierea soluției implementate în cod

#### Soluția pentru servoul 180°:

Elica motorului 180 este lipită pe lățimea breadboardului pe care se află panoul.



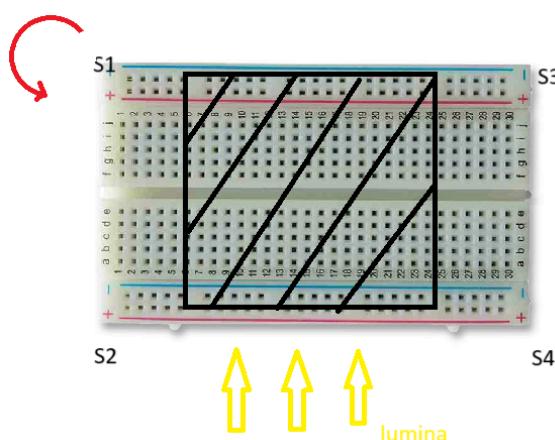
Dorim să rotim panoul spre latura cu suma mai mare a valorilor de pe senzori (în cazul din imagine  $S_2 + S_4 > S_1 + S_3$ , deci rotim în sens ceasornic). Atunci când funcția write are ca argument 90, servoul rămâne pe loc.

La fiecare 50 ms (din cauza delay(50)) se verifică valorile senzorilor și modificăm cu  $2^\circ$  de fiecare dată pentru a ajunge cât mai aproape de cazul când cele două laturi au sume egale.

### Soluția pentru servoul 360°:

Panoul fotovoltaic se află pe breadboardul cu cei 4 senzori: S1,S2,S3,S4 și dorim ca breadboardul să fie orientat cu lungimea spre soare astfel încât lumina să cadă perpendicular pe aceasta.

Verificăm mai întâi prin condiția `max(val1, val3) > max(val2, val4)` pe care dintre laturi ne aflăm încât să nu fie nevoie se ne întoarcem spre cealaltă latură, deci verificăm dacă suntem mai aproape de latura S1S3 sau S2S4



Apoi verificăm care dintre perechile de valori (S1 S3), respectiv (S2 și S4) este mai mare, cu scopul de a aduce și celalalt senzor la o valoare apropiată, dată de threshold. Servoul 360 se poate rota în două direcții folosind `myServo.write()`.

În figura alăturată este prezentat rezultatul la care vrem să ajungem cu ajutorul servoului 360 (figura rotită până când lumina

cade perpendicular)

Funcția write poate avea ca argument 90(la 90 servoul stă pe loc) sau valori sub sau peste acesta care dau rotire în sens trigonometric sau ceasornic în funcție de cum scad sub 90. Cu cât se depărtează mai mult de valoarea de 90, cu atât servoul se deplasează mai repede.

Funcția delay(50) se folosește pentru a efectua măsurători ale senzorilor la fiecare 50 ms și în fiecare din acest interval se reglează poziția breadboardului pe care se află panoul.

## Componentele principale ale proiectului

### 4 senzori lumina



### Fire tată-tată



### Fire mamă-tată



### LED



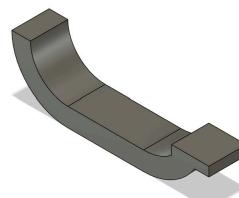
**Rezistență 1k pentru limitarea  
curentului ce trece prin LED(pentru  
că are rezistență foarte mică)**



### **Arduino Uno**



**Piesa imprimata 3D pentru susținerea  
panoului**



### **Motor Servo 180°**

-pentru acționarea părții  
superioare(atunci când sursa de lumina  
se deplasează fie mai jos, fie mai sus)



### **Motor Servo 360°**

-pentru acționarea întregului sistem din  
partea superioară(atunci când sursa lumină  
se deplasează în jurul sistemului pe un cerc)



### **Display LCD**

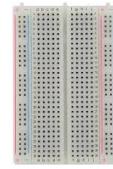


### **Baterie 9V**

-pentru folosirea fără conectare la priza



## Breadboard



## Mini panou fotovoltaic



Componenta ce permite susținerea părții de sus ce va fi acționată de motorul 360°-aceasta se află lipită pe elicea motorului 360°



## Stabilizator de tensiune

### Sursă de tensiune reglabilă

-Pentru a nu suprasolicita placa Arduino și a asigura o distribuție corectă a tensiunii între cele două servomotoare, am folosit o sursă de alimentare externă stabilizată la 5V cu ajutorul unui regulator de tensiune.



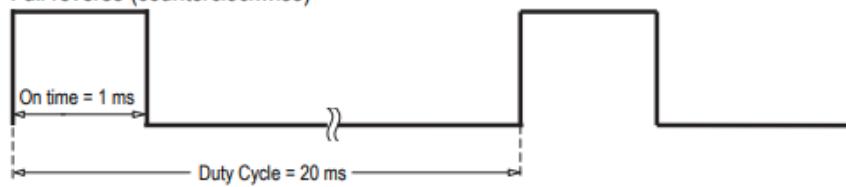
# Partea Hardware

Informații despre:

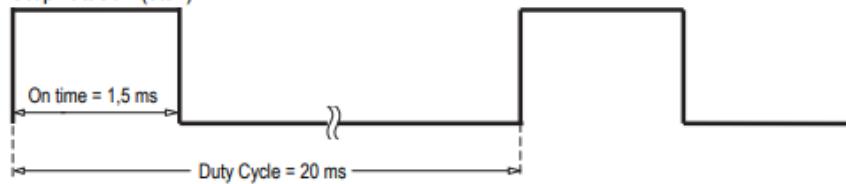
**Servo 360:**

### 360° servo PWM signal timings

Full reverse (counterclockwise)



Stop rotation (stall)



Full forward (clockwise)



**Semnal PWM**

**Acțiune**

1.5 ms (centrat) STOP (nu se rotește)

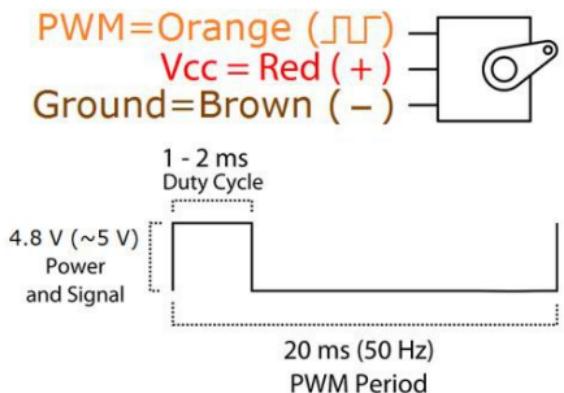
< 1.5 ms Rotație sens  
trigonometric

> 1.5 ms Rotație sens ceasornic

1.0 ms Viteză maximă  
în sens trigonometric

2.0 ms Viteză maximă în sens  
ceasornic

**Servo 180:**



### Ce face servo-ul cu acest semnal?

Servo-ul are un mic **circuit intern** și un **feedback de poziție**:

- Măsoară semnalul PWM primit.
- Compară poziția curentă cu poziția cerută.
- Mișcă motorul intern pentru a ajunge la unghiul dorit.

### Asemănări

Între servo-ul 180° (standard) și servo-ul 360° (rotire continuă) există asemănări importante legate de controlul cu PWM, dar și diferențe cheie în interpretarea acelui semnal.

Caracteristică comună	Explicație
Frecvență PWM	Ambele folosesc semnal PWM cu frecvență de ~50 Hz (adică o perioadă de 20 ms).
Tensiune de alimentare	Ambele funcționează la ~5V (uneori 6V) și au aceleași 3 fire: GND, Vcc, PWM.
Durată impuls PWM	Ambele răspund la impulsuri PWM între 1 ms și 2 ms (cu 1.5 ms ca valoare neutră).

## Diferențe

Tip Servo	Ce face semnalul PWM
180°	Controlează poziția unghiului (0° - 180°)
360°	Controlează viteza și direcția de rotație

## Cum se realizează alimentarea motoarelor?

- sursă de tensiune
- stabilizator de tensiune pentru a aduce tensiunea la 5V, servomotoarele având intervalul de tensiune în care pot fi alimentate între 4.5 V și 6 V.

## 4. Testarea soluției

Pentru a verifica funcționarea corectă a proiectului, am realizat o serie de teste practice, în care am simulații de iluminare folosind o lanternă de telefon. Scopul principal a fost să observăm comportamentul sistemului în reacție la variații de lumină și să evaluăm fiabilitatea componentelor, atât hardware cât și software.

Prima încercare a fost realizată pe un prototip simplificat, construit din polistiren. Acesta s-a dovedit instabil din punct de vedere mecanic, întrucât nu oferea o balansare corectă a greutății. La un moment dat, din cauza dezechilibrului, una dintre piese s-a desprins, iar panoul solar — care era lipit direct de fotorezistențe — a căzut, necesitând reconfigurarea sistemului.

A doua încercare a fost realizată pe modelul actual, imprimat 3D, cu o structură mult mai stabilă și bine proporționată. Cu toate acestea, provocarea principală a fost dezvoltarea

codului care să controleze corect servomotorul de 360°, întrucât acesta nu se oprește la o poziție fixă, ci se rotește continuu, fiind mai greu de sincronizat cu restul sistemului.

În cele din urmă, ultima rundă de testare a decurs complet și corect. Sistemul a răspuns adecvat la schimbările de lumină: panoul s-a orientat automat cu ajutorul servomotorului de 180°, structura a fost rotită fluid de servomotorul de 360°, iar LED-ul s-a aprins atunci când panoul primea suficientă lumină. Am efectuat și ajustări minore pe parcurs, precum fixarea mai bună a firelor și calibrarea pragurilor de declanșare în cod. Rezultatele au confirmat funcționarea fiabilă și coerentă a soluției propuse.

## 5. Contribuțiile fiecărei persoane din proiect

**Luntraru Maria-Alexandra:** S-a ocupat de partea de programare, scriind și adaptând codul care controlează funcționarea sistemului, inclusiv logica de mișcare a servomotoarelor și reacția la variațiile de lumină.

**Sultz Roxana-Maria:** A fost responsabilă de realizarea măsurătorilor necesare pentru proiectarea pieselor componente, adaptând dimensiunile astfel încât acestea să se potrivească perfect cu componentele electronice.

**Tudor Mihaela:** A realizat conexiunile electrice pe placa de test (breadboard), asigurând corectitudinea legăturilor dintre componente și buna funcționare a circuitului.

### Împreună:

Toți membrii echipei au contribuit activ la:

- selectarea și comandarea materialelor necesare,
- perfecționarea codului prin testări succesive,
- verificarea atentă a poziționării componentelor în timpul montajului,
- propunerea de idei pentru optimizarea circuitului și a structurii (reducerea numărului de piese, fire, spațiu ocupat etc.),
- asamblarea finală, inclusiv lipirea panoului solar și a pieselor structurale.