

# Sistem Auto-Orientabil de Urmărire a Sursei de Lumină (Dual-Axis Solar Tracker)

## Introducere

Prezentarea pe scurt a proiectului:

- ce face: Proiectul reprezintă un sistem mecanic inteligent (Pan/Tilt) capabil să își orienteze automat o platformă către cea mai puternică sursă de lumină din încăpere.
- scopul lui: Optimizarea unghiului de incidență a luminii pentru a simula eficientizarea panourilor solare reale.
- care a fost ideea de la care am pornit: Panourile solare statice pierd o cantitate masivă de energie pe parcursul zilei din cauza unghiului sub-optimal față de soare. O soluție dinamică, la scară mică, demonstrează conceptul de "active tracking".
- de ce cred că este util: Demonstrează concepte practice de sisteme de control în buclă închisă (feedback loop) și procesare de semnale analogice.

## Descriere generală

Sistemul este compus din 3 mari etaje:

- **Input:** 4 senzori de lumină ambientală (TEMT6000) dispuși în cruce (Sus, Jos, Stânga, Dreapta). Aceștia citesc intensitatea luminoasă și trimit semnale analogice către microcontroler.
- **Procesare:** Placa ATmega328P citește valorile prin intermediul ADC-ului. Un algoritm compară media valorilor (ex: Sus vs Jos, Stânga vs Dreapta). Dacă diferența depășește un prag de toleranță (pentru a evita "tremuratură"), microcontrolerul ajustează unghiurile țintă.
- **Aționare și Afișare (Output):** Două servomotoare SG90 sunt comandate prin semnale PWM pentru a orienta mecanismul Pan/Tilt. Simultan, datele despre unghiul curent (axa X și Y) și cantitatea de lumină maximă detectată sunt trimise prin protocolul I2C către un ecran OLED de 0.96" și prin UART către un PC pentru logare.

✘ }

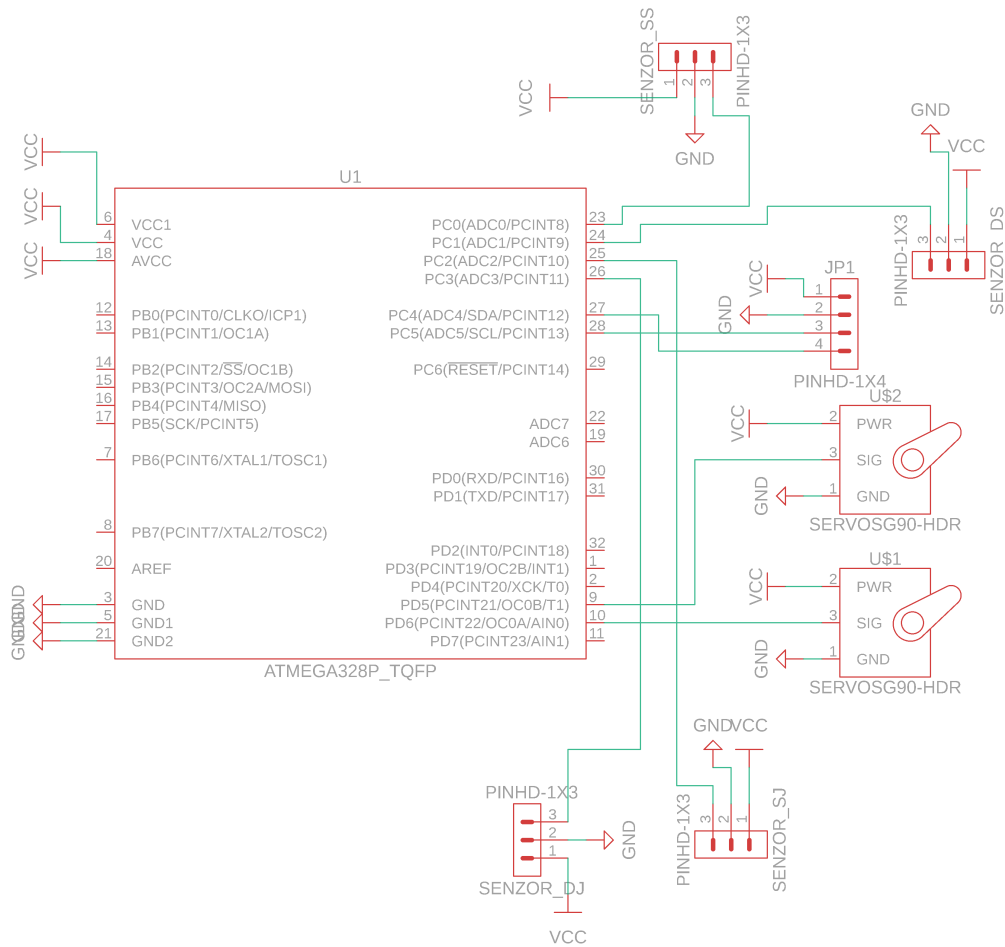
## Hardware Design

## Lista de piese:

- Placă de dezvoltare ATmega328P-XMINI
- 4 x Modul sensor de lumină ambientală (TEMT6000)
- 2 x Micro-Servomotor SG90 (unghi de lucru 180 grade)
- 1 x Display OLED 0.96 inch (Interfață I2C, rezoluție 128x64)
- 1 x Mini ansamblu de plastic Pan/Tilt pentru 2 axe
- 1 x Breadboard 400 puncte și set fire conexiune (dupont mamă-tată și tată-tată)

Proiectul îndeplinește condiția de a utiliza minim 3 componente periferice externe (OLED, senzori TEMT6000, servomotoare).

## Schema Electrica:



## Software Design

1. Mediu de dezvoltare: Aplicația a fost dezvoltată și compilată folosind (VSCoDe) împreună cu extensia PlatformIO.

2. Librării

- <avr/io.h>

- <util/delay.h>

- <avr/pgmspace.h>: Pentru stocarea fontului OLED-ului direct în memoria Flash, economisind astfel memoria RAM limitată

### 3. Algoritmi și structuri implementate:

- Algoritm de Tracking Solar: Logica principală se bazează pe citirea celor 4 senzori (TEMT6000) și calcularea mediilor pe axe: axa verticală (media de sus vs media de jos) și axa orizontală (stânga vs. dreapta). Sistemul compară aceste medii și, dacă diferența depășește o toleranță definită (pentru a preveni oscilațiile), ajustează poziția panoului.

- Controlul Actuatorilor (PWM): S-a implementat generarea de semnale Fast PWM folosind Timer0. Pozițiile servomotoarelor sunt controlate prin modificarea directă a regiștrilor de comparare OCR0A și OCR0B.

- Implementarea protocolului TWI (Two-Wire Interface) direct pe regiștri pentru a trimite comenzi și date către display-ul OLED SSD1306.

### 4. Laboratoare folosite:

Laboratorul 0: GPIO Controlul pinilor fizici ai plăcii. L-am folosit pentru a seta pinii ca intrări sau ieșiri

Laboratorul 3: Timere. PWM Am folosit generarea de semnale PWM pentru a controla cele două servomotoare

Laboratorul 4: ADC Am folosit conversia analog-digitală (ADC) pentru a citi semnalele de la cei 4 senzori de lumină

Laboratorul 6: I2C Am folosit protocolul I2C ca să pot comunica cu display-ul folosind doar două fire (SDA și SCL), trimițând datele și valorile senzorilor pentru a fi afișate în timp real

Arhiva proiectului: [stafi\\_tudor.zip](#)

## Rezultate Obținute

Proiectul a fost finalizat cu succes, obținând următoarele rezultate:

Funcționarea algoritmului de tracking: Proiectul reușește să urmărească precis o sursă de lumină (ex. o lanternă) pe ambele axe (sus-jos și stânga-dreapta). Sistemul se oprește atunci când toți cei 4 senzori primesc o cantitate egală de lumină.

Protecția mecanică: Datorită limitelor impuse din soft, brațele servomotoarelor nu depășesc cursa fizică permisă de asamblare, prevenind astfel blocarea sau arderea motoarelor.

Interfața cu utilizatorul: Ecranul OLED afișează în timp real și fără întârzieri valorile brute citite de la senzori și unghiul actual al motoarelor, fiind un instrument excelent pentru debug și demonstrație.

## Concluzii

Realizarea acestui „Tracker Solar” a fost o experiență practică buna, prima de acest gen.

Principalele concluzii:

Importanța calibrării: Am învățat că valorile pur matematice din cod trebuie mereu ajustate la realitatea fizică.

Zgomotul senzorilor: Introducerea unei variabile de „toleranță” a fost esențială. Fără ea, sistemul ar fi oscilat continuu la cele mai mici schimbări de umbră.

Avantajul lucrului la nivel de regiștri: Deși programarea directă a regiștrilor în mediul PlatformIO/AVR-GCC este mai complexă decât utilizarea librărilor predefinite Arduino, aceasta oferă un control mult mai fin și stabil asupra funcțiilor critice (precum generarea semnalului PWM).

Dezvoltări viitoare: Ca direcții de îmbunătățire pe viitor, sistemul ar putea beneficia de atașarea unui panou solar real care să încarce un acumulator în timp ce urmărește soarele.

## Bibliografie/Resurse

[Datasheet Atmega328P](#), [Senzori](#), [Ecran](#), [Servomotor](#)  
[Export to PDF](#)

From:  
<http://ocw.cs.pub.ro/courses/> - **CS Open CourseWare**

Permanent link:  
[http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/florin.stancu/tudor\\_vasile.stafi](http://ocw.cs.pub.ro/courses/pm/prj2026/florin.stancu/tudor_vasile.stafi)



Last update: **2026/05/24 01:51**