

STEMKIT
4SCHOOLS

ŚLEDZENIE PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO PRZY UŻYCIU OBLICZEŃ FIZYCZNYCH

PLAN LEKCJI 2



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

Projekt ten został sfinansowany przy wsparciu Komisji Europejskiej.

Niniejszy komunikat odzwierciedla jedynie poglądy autora, a Komisja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w nim zawartych.

Spis treści

1.	Śledzenie promieniowania słonecznego przy użyciu obliczeń fizycznych.....	2
1.1	Wprowadzenie.....	2
1.1.1	Ogólny opis.....	2
1.1.2	Cele nauczania	3
1.1.3	Odniesienia do programu nauczania.....	4
1.1.4	Spis niezbędnych materiałów	4
1.1.5	Czas trwania	7
1.2	Plan lekcji	7
1.3	Bibliografia i dodatkowe zasoby.....	9



1. Śledzenie promieniowania słonecznego przy użyciu obliczeń fizycznych

1.1 Wprowadzenie

1.1.1 Ogólny opis

ŚLEDZENIE SŁONECZNE (pozycja słońca, śledzenie słońca, podążanie za słońcem)

Systemy śledzenia słońca są projektowane i rozwijane w celu zwiększenia ilości promieniowania słonecznego odbieranego przez urządzenia fotowoltaiczne. Proces ten jest osiągany poprzez utrzymanie optymalnego kąta nachylenia panela słonecznego w celu wytworzenia najlepszej mocy wyjściowej (Bernardi et al. 2012; Shafie et al. 2011). Systemy śledzenia promieniowania słonecznego są stosowane w wielu miejscach na świecie. Wiele z nich zostało zbudowanych i zaprojektowanych w celu osiągnięcia optymalnej ilości energii słonecznej oraz w celu zwiększenia korzyści płynących z używania paneli słonecznych. W wielu badaniach skupiono się na projektowaniu i wdrażaniu systemów podążających za słońcem dla różnych regionów geograficznych. Na powyższym rysunku przedstawiono różnicę pomiędzy zastosowaniem fotowoltaicznego systemu solarnego o stałym kącie nachylenia a prostym systemem śledzenia (Assaf 2014; Deb i Roy 2012; Hines i Gross 2008; Huang et al. 2009; Juang i Radharamanan 2014; Lakeou et al. 2006; AL-Rousan et al. 2012; Rahman et al. 2013; Schumacher 2000; Tudorache i Kreindler 2010).

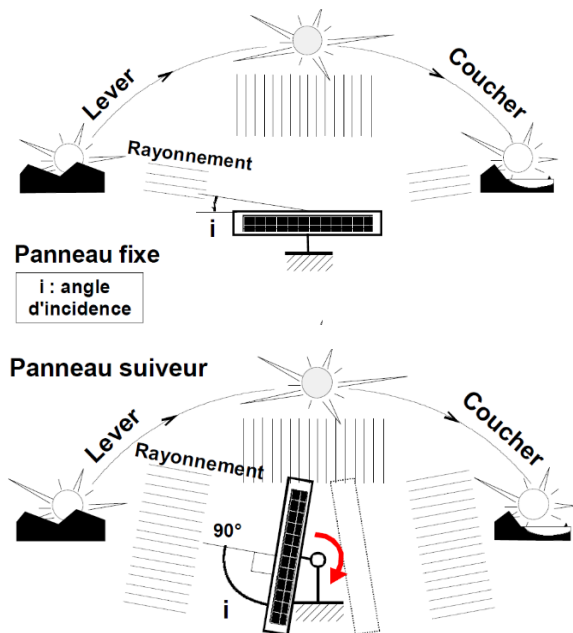
Wśród wszystkich technologii, które można wykorzystać, aby sprostać temu wyzwaniu, konkurują ze sobą dwie rodziny rozwiązań:

- Zaplanowane trackery (wymagające obliczeń w celu przewidzenia trajektorii słonecznej);
- Śledzenie czujników (wymagające wykrywania w czasie rzeczywistym pozycji słonecznej).
- Funkcjonowanie pierwszej rodziny obserwujących, która (nas interesuje) wymaga:
 - obliczania programu i trajektorii
 - danych komputerowych
 - połączenia z komputerem zużywającym mało energii do zbierania danych;



Druga rodzina obejmuje wszystkie elementy pierwszej, ale wymaga panelu kąтового potencjometru i systemu zacięniającego zawierającego czujniki fotowoltaiczne.

W niniejszym opracowaniu przedstawiamy implementację dwuosioowego (azymut i wysokość słońca) systemu śledzenia słońca sterowanego płytką Arduino z pomiarami natężenia i napięć prądu oraz porównaniem mocy z mocami stałego panelu fotowoltaicznego.



1.1.2 Cele nauczania

Główne cele nauczania tego planu lekcji to:

- zrozumienie koncepcji i treści zestawów elektronicznych, aby zainspirować uczniów do tematów związanych z elektroniką i kodowaniem
- zaprojektowanie i wykonanie eksperymentu lub badania naukowego wraz z gromadzeniem danych, analizą i prezentacją wyników, dostarczanie narzędzi do rozwiązywania problemów technologicznych jutra
- zapoznanie się z obwodami i programami do interakcji z pinami GPIO Raspberry Pi, aby inspirować i angażować uczniów w tematy kodowania, myślenia projektowego i inżynierii
- rozumienie podstawowych struktur programowania, wykorzystanie Learning electronics



1.1.3 Odniesienia do programu nauczania

Domeny, subdomeny, przedmioty/tematy, z którymi można powiązać ten plan lekcji, to:

- Fizyka: ruch, drgania, fale, rodzaje fal, charakterystyka fal, propagacja fal, dźwięk, prędkość fal dźwiękowych, widmo fal dźwiękowych
- Nauka (fizyka/chemia/biologia/geologia): metoda naukowa, badania, eksperymenty, analiza i interpretacja wyników
- Informatyka: jednostki przetwarzające i urządzenia peryferyjne, interfejsy, język programowania i główne struktury, kodowanie
- Technologia: elektronika, sprzęt i oprogramowanie typu open source, czujniki, sygnał cyfrowy, obwody, komputery jednopłytkowe
- Matematyka/statystyka: arkusze kalkulacyjne i podstawowe statystyki

1.1.4 Spis niezbędnych materiałów

Cylinder (numer 2)

Cylinder jest silnikiem, który będzie wytwarzał przesunięcie, które następnie przekształcone zostanie w obrót dzięki pewnym elementom mechanicznym.

Zasada działania silnika prądu stałego może być łatwo wyjaśniona. Silnik prądu stałego składa się z dwóch części: części nieruchomej, która wytwarza pole magnetyczne (stojan) i części obracającej się (wirnik). Silnik prądu stałego składa się z dwóch części elektrycznych: stojana i wirnika. Kiedy silnik jest zasilany, powstaje oddziaływanie magnetyczne, które wprawia silnik w ruch. Po odwróceniu kierunku napięcia zasilającego silnik, obraca się on w przeciwną stronę.

Stojan silnika prądu stałego jest stałą częścią silnika (statyczna, tzn. taka, która się nie porusza). Stojan nazywany jest również cewką indukcyjną lub wzbudzeniem: w uzwojeniu stojana przepływa prąd i to on wytwarza (indukuje) pole magnetyczne. W ten sposób tworzy scenę dla wirnika, który jest zanurzony w tym polu magnetycznym. Stojan wytwarza pole magnetyczne zwane polem indukcyjnym.

Wirnik jest obracającą się częścią silnika. Składa się z indukowanego uzwojenia. Cewka ta musi być zasilana, aby przekształcić ją w elektromagnes, który będzie oddziaływał ze stojanem. Gdyby wirnik nie był napędzany, nie działałby na niego żadna siła i nie obracałby się. Do napędzania wirnika wykorzystywany jest specjalny system cierny: szczotki (lub węgle zamontowane na sprężynach) ocierają się o styki obrotowe: kolektor.



Transformator

W większości zasilaczy podłączonych do sieci występuje transformator. Jego rolą jest zapewnienie izolacji elektrycznej podczas przesyłania energii. Dla większości zespołów obniża on napięcie sieciowe 230V do wartości zgodnej z obwodami (12V, 24V itp.).

Transformator składa się z zamkniętego rdzenia ferromagnetycznego wykonanego z żelaza lub ferrytu. Uzwojenie, które służy jako wejście, nazywa się pierwotnym, drugie uzwojenie (wyjście) nazywa się wtórnym. Pierwotny jest zasilany napięciem zmiennym (w większości przypadków z sieci), na wtórnym pojawia się wtedy z kolei napięcie zmienne (indukowana siła elektromotoryczna).

Jeśli obciążenie (rezystor, który wytwarza prąd wyjściowy) jest podłączony do wtórnego, pojawia się prąd wywołany przez pierwotny, który jest proporcjonalny do prądu wtórnego. W ten sposób energia elektryczna jest przenoszona z części pierwotnej na wtórną, z zachowaniem izolacji. Transformator jest więc odwracalny.

Nasz transformator ma wejście 230V w prądzie zmiennym i wyjście 50V w prądzie stałym.

Przełącznik (5V, do 10 A, numer 8)

Przełącznik to przełącznik, który jest sterowany napięciem stałym o małej mocy. Część "przełącznikowa" służy do sterowania obciążeniami sieciowymi dużej mocy.

Przełącznik elektroniczny posiada uzwojenie jako urządzenie sterujące. Napięcie przyłożone do tej cewki wytworzy prąd, który z kolei stworzy pole elektromagnetyczne na końcu cewki (czyli elektromagnes). To pole magnetyczne będzie w stanie poruszyć metalowy element mechaniczny zamontowany na ruchomej osi, który następnie poruszy styki mechaniczne. W naszym przypadku użyjemy przełączników 5V zdolnych doysterowania do 10A, a cewka będzie wzbudzana dzięki naszej płytce Arduino.

Czujniki fotowoltaiczne (numer 4)

Czujniki fotowoltaiczne są zamocowane na tej samej płaszczyźnie co panel fotowoltaiczny, mierzą promieniowanie i wysyłają informacje do Arduino (ponieważ są połączone).

Mostek H (struktura elektryczna wynikająca z każdego silnika)

Mostek H to struktura elektroniczna używana do kontrolowania polaryzacji w poprzek dipola. Składa się z czterech elementów przełączających ułożonych ogólnie schematycznie w kształcie litery H, stąd też jego nazwa. Przełącznikami mogą być



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT
4SCHOOLS

przełączniki, tranzystory lub inne elementy przełączające w zależności od zamierzonego zastosowania.

Mostek H umożliwia realizację 2 funkcji, którymi jest odwrócenie kierunku obrotów silnika poprzez odwrócenie prądu na jego zaciskach oraz zmianę prędkości silnika poprzez modulację napięcia na jego zaciskach.

Dodatkowo mostek H umożliwia hamowanie magnetyczne, jeśli jest w stanie rozproszyć generowaną moc. Operacja ta jest wykonywana poprzez jednoczesne uruchomienie dwóch górnych lub dolnych przełączników, co powoduje zwarcie zacisków silnika, a w konsekwencji jego hamowanie. Co więcej, przy niewielkiej ilości elektroniki i ulepszonym sterowniku możliwe jest hamowanie odzyskowe. W przypadku zasilania z baterii, energia jest zwracana do baterii, a nie rozpraszana w przełącznikach mostka.

ARDUINO (Mega 2560)

Moduł Arduino jest zbudowany wokół mikrokontrolera i komponentów uzupełniających, które ułatwiają programowanie i łączenie z innymi obwodami. Każdy moduł posiada co najmniej jeden regulator liniowy 5 V i jeden oscylator kwarcowy 16 MHz.

Karta jest programowana za pomocą oprogramowania o tej samej nazwie w języku C i dostępna bezpłatnie. Program można pobrać jednym kliknięciem!

Mikrokontroler jest wstępnie zaprogramowany za pomocą programu ładującego, dzięki czemu nie jest potrzebny dedykowany programator. Innymi słowy, jest gotowy do ponownego wykonania ostatniego programu używanego przy ostatnim połączeniu z komputerem. Arduino wykorzystuje większość wejść/wyjść mikrokontrolera do współpracy z innymi układami.

Płytką Arduino Mega 2560 zawiera wszystko, co niezbędne do działania mikrokontrolera

Komponenty Arduino

Na Arduino można podłączyć i zaimplementować kilka komponentów, takich jak czujniki prądu i natężenia niezbędne do wykonywania pomiarów. Elementy te są łatwe do zaprogramowania i zintegrowania z systemami, ale nie są niezbędne do śledzenia słońca. Służą one do celów porównawczych. Dodaj kable i rezystancje.

Panel słoneczny (numer 2)

Ogniwa fotowoltaiczne wykonane są z jednego lub więcej materiałów półprzewodnikowych i służą do bezpośredniej konwersji energii słonecznej w energię elektryczną. Aby wywołać ten efekt, zwany efektem fotoelektrycznym, materiał



półprzewodnikowy musi być "domieszkowany". W wyniku dodania pierwiastków chemicznych uzyskuje się dwie warstwy: warstwę przewodzącą p z nadmiarem nośników ładunku dodatniego i warstwę przewodzącą n z nadmiarem nośników ładunku ujemnego. Ten brak równowagi skutkuje powstaniem wewnętrznego pola elektrycznego w złączu, które powoduje separację ładunków po wystawieniu na działanie światła. Uwolnione w ten sposób nośniki ładunku mogą być odprowadzane przez metalowe styki i wykorzystywane bezpośrednio jako prąd stały (DC), a interkalowana przetwornica przekształca je w prąd zmienny, który pozwala na wprowadzenie do sieci.

1.1.5 Czas trwania

Czas trwania tego planu lekcji szacuje się na około cztery godziny lekcyjne.

1.2 Plan lekcji

Śledzenie słoneczne panelu fotowoltaicznego będzie realizowane przez gniazdo z silnikiem prądu stałego. Transformator zarządza przejściem z prądu zmiennego na prąd stały. Aby zrobić to automatycznie, umieścimy silnik w mostku H za pomocą przekaźników. Płytką Arduino zajmie się załączaniem cewek przekaźników do sterowania silnikiem. Program obliczy azymut i wysokość słońca i będzie je monitorował.

Strona pomiarowa zostanie umieszczona w celu pobrania mocy generowanych z panelu śledzącego, a druga ustalona w celu porównania wyników eksperymentalnych. Pomiar ten zostanie wykonany za pomocą adaptowalnych i programowalnych czujników prądu i napięcia z płytką Arduino. Wymagane są inne elementy takie jak kable, rezystory i żarówki dostosowane do mocy zastosowanych paneli fotowoltaicznych.

Widać to lepiej na diagramie. Jeżeli przekaźniki 1 i 3 są zasilane w tym samym czasie bez zasilania pozostałych dwóch, silnik uruchomi się w jednym kierunku. Jeśli zrobisz odwrotnie, silnik będzie działał w przeciwnym kierunku.



Erasmus+

2019-1-FR01-KA201-062281



STEMKIT
4SCHOOLS

Kroki

Montaż:

Dostarcz schematy i poproś o montaż: podłącz przełączniki (przełączniki, RLi) do silnika. W momencie dostarczenia im 5 V, przepuszczą prąd i uruchomi się silnik.

Podłącz amperomierze i woltomierze do płytki Arduino w celu pomiaru.

Programowanie:

Napisz program: Cel: wszystkie czujniki fotowoltaiczne otrzymają jednakowe natężenie światła.

Program porówna natężenia czujników północ/południe i wzbudzi (poda napięcie 5V) dwa przełączniki odpowiedzialne za ruch silnika, który będzie skanował wysokość do momentu, aż oba natężenia się zrównają.

Program porównuje natężenia czujników wschód/zachód i wzbudza dwa przełączniki odpowiedzialne za ruch silnika w celu wykonania skanowania azymutalnego, aż oba natężenia się zrównają.

W razie potrzeby powtórzyć operacje porównania i przemieszczenia po czasie Delta t (pętla).

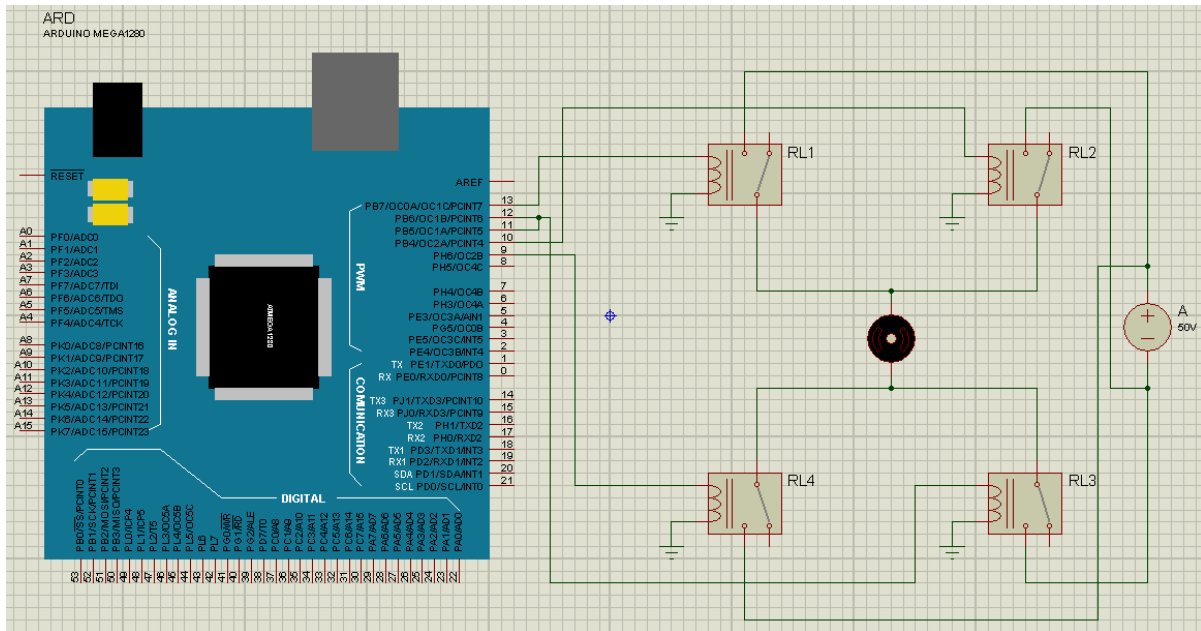
Testy:

Z lampą poprzez zmianę kąta

Przykład: otwórz przełącznik 1 i 3 do skanowania (ruch wschód-zachód wzdłuż azymutu), aż 2 czujniki fotowoltaiczne otrzymają takie samo natężenie światła. Poniższy wykres jest zgodny z azymutem.

Powtórz tę samą procedurę dla przeciągnięcia zgodnie z wysokością.

Porównaj panel stały i ruchomy oraz krzywe mocy.



1.3 Bibliografia i dodatkowe zasoby

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.