

**»Mladi za napredek Maribora 2017«
34. srečanje**

Krmiljenje položaja solarnih celic

Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika
Raziskovalna naloga

Avtor: ALEX BARON, URBAN ŠKRABL
Mentor: MILAN IVIČ
Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Maribor, februar 2017

Kazalo vsebine

Kazalo vsebine	2
1. POVZETEK	4
2. ZAHVALA	4
3. UVOD	5
4. HIPOTEZE IN CILJI.....	5
5. SONČNA ENERGIJA	6
5.1 Sončne celice	6
5.2 Solarni moduli.....	6
5.3 Solarni sistem	7
6. RAZISKOVANJE	8
6.1 Opredelitev problema	8
6.2 Načrtovanje prototipa	9
6.2.1 Arduino	10
6.2.2 Arduino Uno r3.....	10
6.3 POTEK IZDELAVE MODELA	15
6.3.1 Izdelava osnovnega nosilca.....	15
6.3.3 Tehnični del modela	17
6.3.4 Delovanje modela	22
6.4 Preizkus modela	22
7. ZAKLJUČEK.....	22
8. DRUŽBENA ODGOVORNOST	23
9. VIRI IN LITERATURA.....	24

Kazalo slik

Slika 1: Sončni modul (vir: bolha)	7
Slika 2: Solarni sistem (vir: avtor naloge)	8
Slika 3: Skica povezave elementov (vir: avtor naloge)	9
Slika 4: Arduino UNO (vir: inf-electronics)	11
Slika 5: Sensor shield v4 (vir: dx company)	11
Slika 6: Fotoupor (vir: avtor naloge).....	12
Slika 7: 10k Ω upor (vir: avtor naloge)	13
Slika 8: servomotor za izdelavo manjših projektov (vir: wikipedija).....	14
Slika 9: LED voltmeter (vir: avtor naloge)	15
Slika 10: bfu plošče (vir willhaben.at)	16
Slika 11: lesene narezljane palice (vir: avtor naloge).....	16
Slika 12: prvi poizkus priključitve elementov na krmilnik (vir: avtor naloge)	18
Slika 13: prvi del programske sheme (vir: avtor naloge)	19
Slika 14: drugi del programske sheme (vir: avtor naloge).....	20
Slika 15: tretji del programske sheme (vir: avtor naloge)	21
Slika 16: četrti del programske sheme (vir: avtor naloge).....	21

1. POVZETEK

Raziskovalna naloga prikazuje način, kako pridobiti več električne energije z manj solarnimi celicami, če krmilimo njihov položaj. Prvo poglavje opisuje splošne značilnosti izkoriščanja sončne energije s poudarkom na fotovoltaiiki. V drugem poglavju je opredelitev solarnih celic, ter njihova korist brez krmiljenja. Pri tem se pojavljajo težave na področju koristi skozi dan, do katerih pride zaradi rotacije (vrtenje Zemlje okrog svoje osi). Če postavimo solarne celice tako, da so obrnjene pravokotno na jug, bo izkoristek največji med 11 in 13 uro, ko je sonce na jugu. Kadar pa je sonce na zahodu, so celice skorajda v senci in manj izkoriščene. Sončne celice so zelo draga naložba, kar je razlog, da se ne izplača postaviti še enako količino celic, obrnjenih proti vzhodu in zahodu, kot jih je obrnjenih proti jugu. Zato bi bilo koristno, če bi celice krmilili tako, da bi ves dan bile obrnjene proti soncu. S tem bi se izkoristek bistveno povečal. Namen te raziskovalne naloge je dokazati, da je možno sestaviti solarni modul (prototip), pri katerem se sončne celice ves čas obračajo proti soncu, tako da je izkoristek kar največji. V tretjem poglavju je natančen opis sestavnih delov prototipa nakar sledita opisa izdelave in testiranja. Na koncu raziskovalne naloge so opisani problemi, ki so se pojavili in zapisane ugotovitve.

2. ZAHVALA

Za nasvete, pomoč, potrpljenje in seveda veliko zabavnih trenutkov, se zahvaljujema mentorju. Prav tako se zahvaljujema staršem za pomoč pri izdelavi motorizirane solarne celice ter pri obdelavi podatkov na področju koristi ter količini pridobivanja električne energije.

3. UVOD

Za to temo smo se odločili, ker nas je zanimalo na kakšen način bi se lahko solarna celica, ne glede na njen položaj na Zemlji, sama obrnila proti soncu. V nalogi bomo raziskovali delovanje, gradnike, varnost in možnosti izvedbe krmiljenja položaja solarnih celic. Primerjali bomo pridobitev električne energije brez in s krmiljenjem. Pri pridobivanju električne energije s solarnimi sistemi je zelo pomembna količina porabljene energije, še bolj pa je pomembna količina pridobljene energije. V Sloveniji je trenutno zelo malo elektrarn, ki pridobivajo električno energijo s solarnimi sistemi. Prav tako obstaja malo število ljudi, ki pridobivajo električno energijo iz sončne energije doma. Vzrok za tako majhno izkoriščanje solarne energije je razmerje med ceno in količino pridobljene energije solarnih celic. S časom se je cena že precej znižala, kljub temu se količina pridobljene energije ni povečala. Čas je, da se to spremeni, kar je tudi cilj raziskovalne naloge.

4. HIPOTEZE IN CILJI

Pred začetkom raziskovalne naloge smo si zadali hipoteze, ki smo jih med izdelavo naloge potrdili ali zavrgli:

- 1) Količina pridobljene električne energije s krmiljenimi solarnimi celicam je 3 krat večja kot brez krmiljenja.

To hipotezo smo ovrgli, saj po izmerjenih količinah krmiljene celice pridobijo le 2 do 2,5 krat toliko električne energije.

- 2) Najbolje je uporabiti eno razvojno ploščico, izmed Arduino Nano, Uno, Mega.

To hipotezo smo delno potrdili. Pri enem izdelku je dovolj uporabiti eno razvojno ploščo. Kakor hitro pa želimo krmiliti več sistemov, pa potrebujemo več analognih vhodov in posledično več Arduino ploščic.

- 3) Solarne celice ter krmiljenje solarnih celic ni samo ekološki način pridobivanja energije ampak tudi varen način.

To hipotezo smo zavrgli, saj lahko zaradi solarnih celic pride do večjih požarov, katere je zaradi električne energije težko pogasiti.

- 4) Pri izdelavi modela je možno uporabiti samo odprtokodne programe. To hipotezo smo potrdili, saj smo pri izdelavi uporabili samo odprtokodne programe.

5. SONČNA ENERGIJA

Sončna energija je skupen izraz za vrsto postopkov pridobivanja energije iz sončne svetlobe. Iz sončne energije lahko pridobimo električno energijo. Zaradi krčenja zalog drugih energentov (nafta, zemeljski plin... – fosilna goriva) in vedno bolj onesnaženega okolja, se pretvarjanje sončne energije čedalje bolj uveljavlja predvsem v razvitih državah, čeprav je njeno izkoriščanje še vedno sorazmerno majhno. Sončno energijo lahko izkoriščamo na več načinov:

- Pridobivanje električne energije s pomočjo sončnih celic (fotovoltaika).
- Ogrevanje sanitarne vode s pomočjo sončnih kolektorjev.
- Sončni sistemi za proizvodnjo elektrike preko toplotne energije. Pri tem sonce segreva in uparja vodo, voda poganja turbino, ki je povezana z generatorjem, ta pa proizvaja električno energijo.

5.1 Sončne celice

Sončne celice proizvajajo električno energijo iz sončne energije. Sončna celica deluje tudi v slabem vremenu in pozimi, le da je takrat pridobljena elektrika iz sonca skromnejša, kot v lepem vremenu. Sončne celice povezujemo med seboj v solarne module, te pa dalje za nemoteno uporabo v solarne sisteme.

5.2 Solarni moduli

Sončna celica proizvede 0,5 V enosmerne napetosti, zato so sončne celice med seboj povezane v solarne module. V solarnem panelu je navadno med seboj povezanih 36 ali 72 sončnih celic. Napetost solarnih modulov je 12 V ali 24 V.

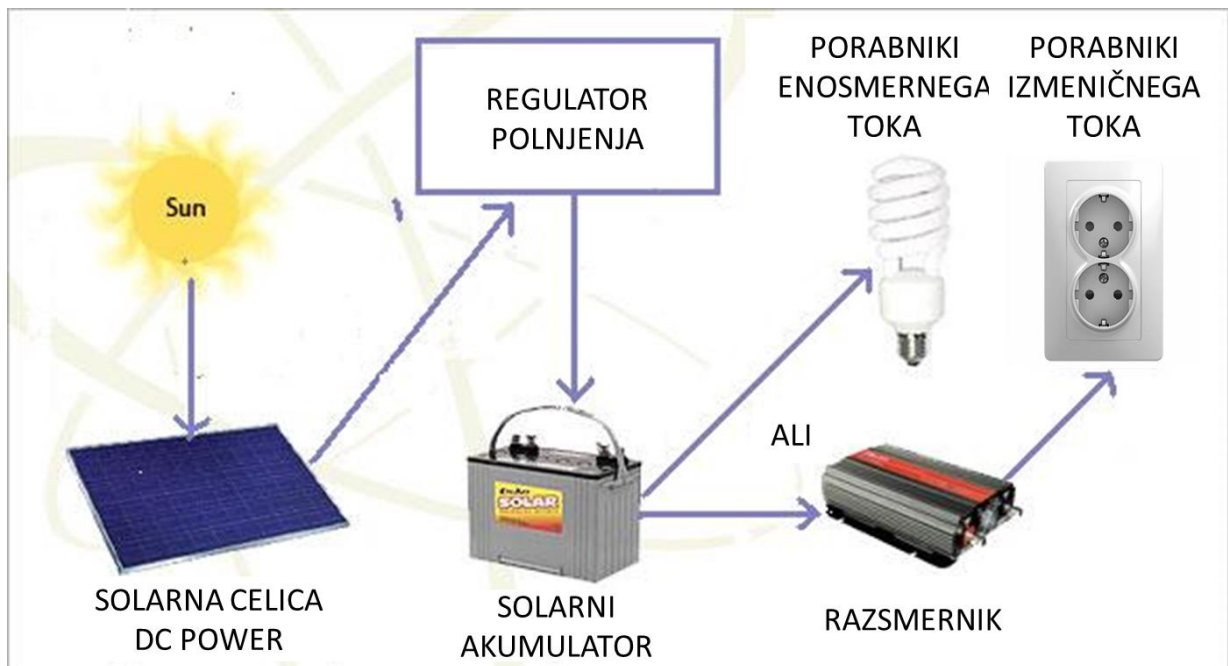
Napetost solarnih modulov je dovolj velika tudi za porabnike večjih moči ter napetosti. Solarni moduli so zaradi trdnosti v aluminijastih okvirih in na sprednji strani zaščiteni s posebno vrsto stekla, ki zagotavlja zaščito pred atmosferskimi vplivi. Solarni moduli proizvajajo enosmeren tok. Solarni moduli se lahko med seboj vežejo. Na ta način lahko povečujemo napetost ali moč solarnih modulov.



Slika 1: Sončni modul (vir: bolha)

5.3 Solarni sistem

Za nemoteno pridobivanje elektrike iz sončne energije potrebujemo poleg solarnih modulov še vrsto drugih elementov, ki skupaj sestavljajo solarne sisteme za elektriko. Solarni sistem je lahko povezan z javnim omrežjem. Takšnim solarnim sistemom pravimo sončne elektrarne. V času, ko sončne celice proizvajajo višek elektrike, elektriko oddajajo v omrežje in ga po potrebi od tam tudi jemljejo.



Slika 2: Solarni sistem (vir: avtor naloge)

6. RAZISKOVANJE

6.1 Opredelitev problema

V mnogih državah je velik poudarek na ekologiji, saj je treba okolje v katerem živimo varovati in ohraniti. Okolje je treba varovati na različnih področjih. Eno področje je vsekakor pridobivanje električne energije. Večina načinov pridobivanja električne energije ni okolju prijazna, npr. jedrske in termoelektrarne uničujejo zrak, hidroelektrarne zaustavljajo rečni pretok, itd. Na koncu ugotovimo, da je eden izmed najbolj ekoloških načinov pridobivanja energije izkoriščanje sončne energije. Zato jo je potrebno čim bolj izkoristiti. Za še bolj ekološko uporabo pa bi morala vsaka solarna celica biti izkoriščena na najvišjem nivoju. Zaradi rotacije Zemlje je največji izkoristek sončne energije samo takrat, ko sončni žarki vpadajo pravokotno na celice. Zato bi morali sončni žarki dalj časa padati na sončne celice pravokotno. To lahko dosežemo le, če se celice obračajo. Usmerjanje oz. krmiljenje celic glede na čas bi bilo nespametno, saj Sonce ni vedno ob istem času na enakem mestu, zato je najbolj idealno, da bi se celice krmilile glede na položaj sonca. S takšnim krmiljenjem bi pridobljeno količino zelo povečali. Na tem načinu temelji naše raziskovanje in naš izdelek.

6.2 Načrtovanje prototipa

Pred izdelavo prototipa smo se odločili za dele oziroma za elemente, ki jih bo prototip vseboval. Njihova okvirna cena znaša okoli 150 €. V prvi fazi je bil izdelan načrt s programom Multisim. Po izdelavi načrta smo sestavili prototip. Pri tem smo uporabili naslednje elemente:

Arduino Uno R3

Foto upor

Sončne celice

Led voltmeter

Servo motorja

Inštalacijske spojke

Bfu ploščo

Ohmske upore 10 k Ω

Sensor Shield v4

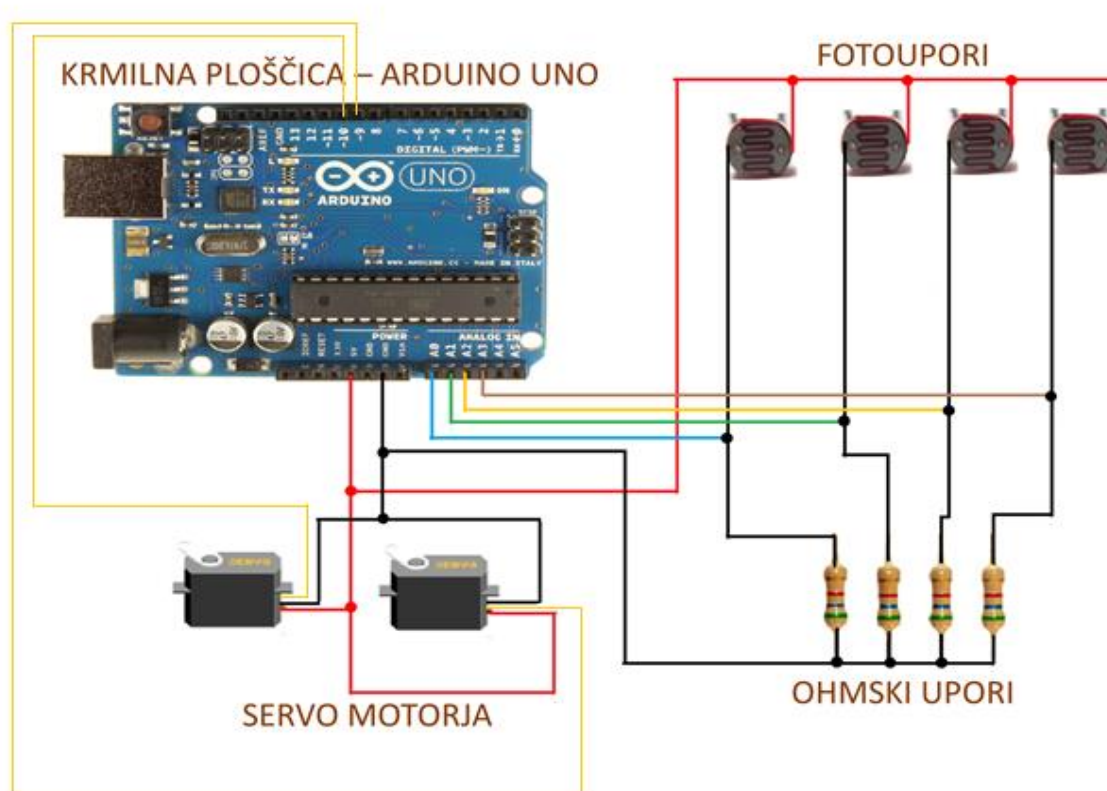
Jst vtičnica

Vezice

Testna plošča

Navojne vijake z maticami

Narezljano leseno palico



Slika 3: Skica povezave elementov (vir: avtor naloge)

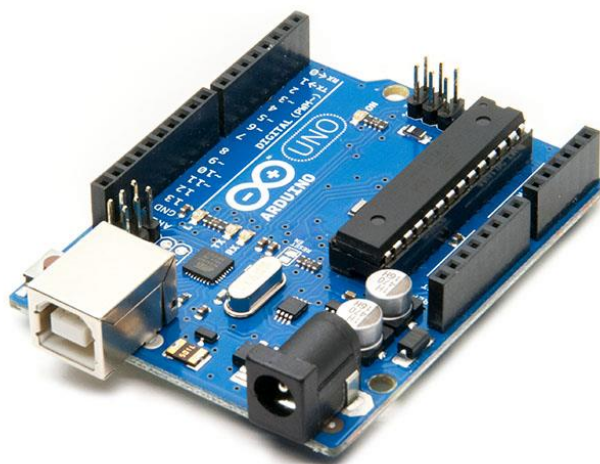
6.2.1 Arduino

Za osnovni del izdelka smo uporabili Arduino Uno ploščico in ploščico Sensor shield v4. To je eksperimentalna ploščica oz. razvojna ploščica, ki je namenjena za razvoj nekega vezja, iz katerega lahko kasneje nastane nek nov produkt. Arduino nam ponuja veliko število razvojnih ploščic (Nano, Uno, Mega). V bistvu so Arduino ploščice mikrokontrolerji. Mikrokontroler Arduino je sestavljen iz glavnega čipa, ki je Atmelov mikrokrmilnik. Arduino za razliko od samega mikrokontrolerja vsebuje vso strojno opremo na ploščici (16 MHz quartz, napetostne stabilizatorje, vmesnik za programiranje, itd.) in ima že v glavnem konfigurirane vhodne in izhodne enote (analogni vhodi, digitalni vhodi in izhodi). Ima zelo veliko funkcij, podpira in zmore veliko stvari, na primer povezovanje z internetom, bluetooth-om, telefonijo, ... Programira se ga v programskem okolju Arduino.

Celotni koncept Arduina temelji na odprtokodni programski in strojni opremi. Program Arduino je prilagojen ljudem brez izkušenj oz. začetnikom in omogoča enostavno kot tudi zahtevnejšo uporabo. Programiranje v programu Arduino temelji na C ali C++ jeziku.

6.2.2 Arduino Uno r3

Arduino Uno je mikrokontroler, ki temelji na ATmega328P (Data sheet). Ima 14 digitalnih vhodnih/izhodnih priključkov, 6 analognih vhodov, 16 MHz kristal, USB povezavo, AC/DC jack napajalni vhod, ICSP header in ponastavitveno, reset tipko. Lahko ga priključimo na računalnik z USB kablom ali pa ga zaženemo z AC/DC napajalnikom.



Slika 4: Arduino UNO (vir: inf-electronics)

6.2.3 Arduino Sensor shield v4

Je namenjen enostavni povezavi vhodnih in izhodnih elementov v Arduino. Omogoča lahko priključevanje elementov, saj ima več vrst jst konektorjev. Sensor shield ni aktivna naprava.

Jst konektor – priključek za lažji priklop katerega uporablja več naprav.

V naši vezavi nam Sensor shield v4 prihrani veliko količino vodnikov.

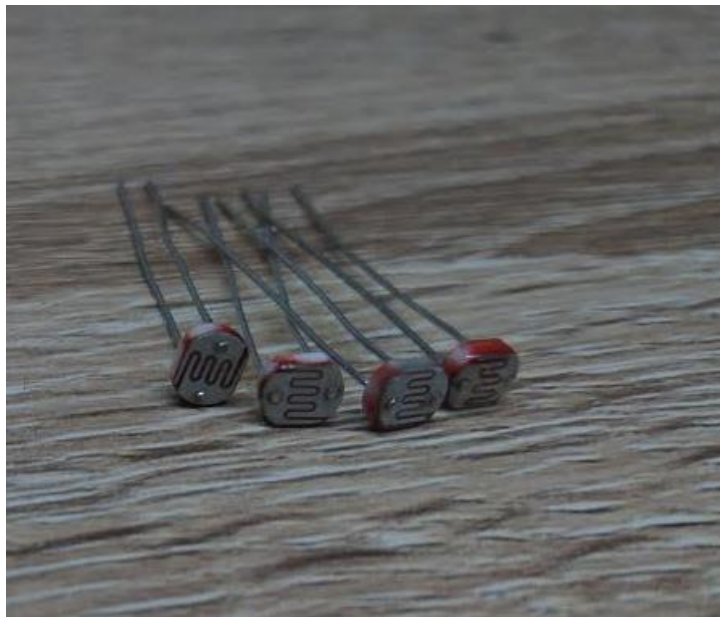


Slika 5: Sensor shield v4 (vir: dx company)

6.2.4 Fotoupor

Fotoupor je električni element, ki je občutljiv na svetlobo. Več svetlobe pada nanj, manjši je njegov električni upor. Vzrok te funkcije je notranji fotoelektrični efekt, ki se nahaja v plasti amornega polprevodnika. V primerjavi z drugimi svetlobnimi senzorji se fotoupori odzivajo zelo počasi. Fotoupor je izdelan tako, da na neprevodno podlago, navadno keramiko, nanesejo tanko plast svetlobno občutljivega polprevodnega materiala. Električna priključka sta dve kovinski žici. Fotoupori so iz plasti kadmijevega sulfida ali kadmijevega selenida, ker imata približno enako barvno občutljivost kot človeško oko ali film za fotoaparat. Največja občutljivost se kaže pri valovni dolžini 520 nm pri kadmijevem sulfidu in pri 730 nm pri kadmijevem selenidu.

V vezavi nam pomagajo s svojo upornostjo določati lego, v katero se morata servomotorja obračati.



Slika 6: Fotoupor (vir: avtor naloge)

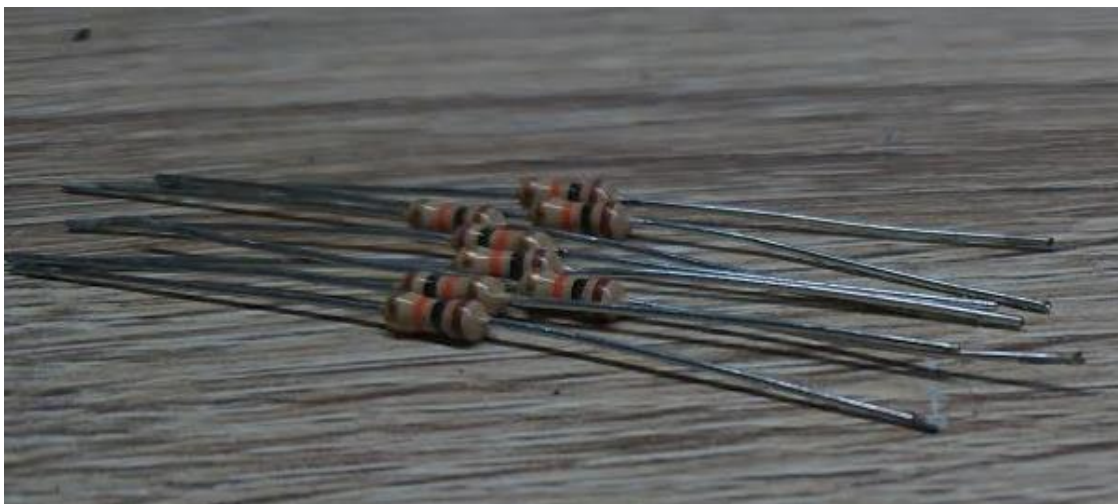
6.2.5 Ohmski upor

Upor je elektronski element, katerega osnovna lastnost je upornost. To je osnovna geometrijska lastnost, kar zapišemo z naslednjo enačbo $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$. Po Ohmovem

zakonu je upornost podana z razmerjem napetosti na upor in toka skozi upor: $R = \frac{U}{I}$. Zaradi upiranja upora pride do segrevanja upora, kar se pozna tudi na njegovi upornosti. Pri tem se lahko njegova upornost poveča ali zmanjša. Upor je linearen elektronski element, saj velja med napetostjo in tokom na uporu linearna zveza kar izhaja iz Ohmovega zakona.

Mejni premici v karakteristiki sta pri vrednostih $R = 0 \Omega$ in $R = \infty \Omega$. $R = 0 \Omega$ predstavlja kratek stik, pri priključeni napetosti bi stekel teoretično neskončno velik tok. $R = \infty \Omega$ pa predstavlja odprte sponke, ko tok ne more teči.

V našem primeru ohmski upori v kombinaciji s fotoupori poskrbijo za pravilno upornost.



Slika 7: 10kΩ upor (vir: avtor naloge)

6.2.6 Servomotor

Servomotor povezuje krmiljenje in pogon. Klasični servo motorji imajo na dveh straneh možnosti za pritrditev na podlago. Servomotorji imajo tri vodnike: plus, masa ter signalni vodnik (PWM).

PWM (pulse width modulacion) ali pulzno širinska modulacija je način moduliranja signala tako, da frekvenca impulzov ostaja nespremenjena, spreminja pa se odnos

impulz/pavza. Frekvenca impulzov ni pomembna, pomemben je odnos med impulzom in pavzo. Ta se lahko spreminja v območju od 0 do 100 %.

PWM – V primeru krmiljenja servomotorja določa položaj ter smer vrtenja motorja.

V našem primeru potrebujemo dva servomotorja in sicer enega za premikanje modela gor in dol ter drugega za premikanje modela levo in desno.



Slika 8: servomotor za izdelavo manjših projektov (vir: wikipedia)

6.2.7 LED voltmeter

Je digitalni merilni instrument, s katerim merimo električno napetost. Digitalni pomeni, da je prikazovalni del tega merilnika zaslon, ki omogoča odčitavanje merjene količine v številski obliki s pomočjo 7 segmentnega prikaza.

Voltmeter je merilna priprava za merjenje električne napetosti. V električni krog ga vežemo vzporedno k izvoru napetosti. Idealen bi bil v primeru, da bi njegova notranja upornost bila neskončna.

Voltmeter nam pomaga ugotoviti kolikšna je napetost na sončni celici. Z njim lahko po odčitanju vrednosti ugotovimo, kolikšen je izkoristek s krmiljenjem oz. brez krmiljenja.



Slika 9: LED voltmeter (vir: avtor naloge)

6.3 POTEK IZDELAVE MODELA

6.3.1 Izdelava osnovnega nosilca

Po končanem načrtu smo pričeli z delom in sicer smo najprej izdelali osnovo, ki bo držala celotno konstrukcijo. Za osnovo smo uporabili dve leseni palici ter eno bfu leseno ploščo velikosti 80 cm x 80 cm. Bfu ploščo smo narezali na več kosov. Te kose smo med seboj zalepili z lepilom za les ter privili z navojnimi vijaki ter maticami. Potem je nastopil problem, ki se je pojavil zaradi trenja. Rešili smo ga tako, da smo postavili spodnjo ploščo (ki je do sedaj ležala na drugi plošči) na tri kolesa. S tem smo zmanjšali trenje in s tem zagotovili obračanje plošče kljub šibkim motorjem. Z vrtljivimi osmi smo povezali naše motorje. Po končanem osnovnem nosilcu smo se lotili zgornje plošče.



Slika 10: bfu plošče (vir willhaben.at)



Slika 11: lesene narezljane palice (vir: avtor naloge)

6.3.2 Zgornja plošča

Vsak od štirih fotouporov mora določiti eno lego. Ko sonce sije na sredino vseh štirih fotouporov, je na vseh enaka upornost. Da smo dosegli pogoj, da vsak od njih določa eno lego, smo jih skušali postaviti na različne konce na plošči. Prvega smo namestili zgoraj levo, drugega spodaj levo tretjega zgoraj desno in četrtega spodaj desno.

Zaradi prekratkih razdalj med zgornjimi in spodnjimi fotoupori smo to taktiko ovrgli, ter pričeli na novi razporeditvi. Pri novi razporeditvi smo fotoupore postavili v

kvadrat in sicer skoraj enega zraven drugega. Med njimi smo pustili toliko prostora, kot je debelina dveh bfu plošč. Nato smo izrezali 3 majhne kose iz bfu plošče in jih prilepili tako, da so ločile fotoupore med seboj. Na koncu smo na zgornjo ploščo prilepili še naš vir energije - sončno celico.

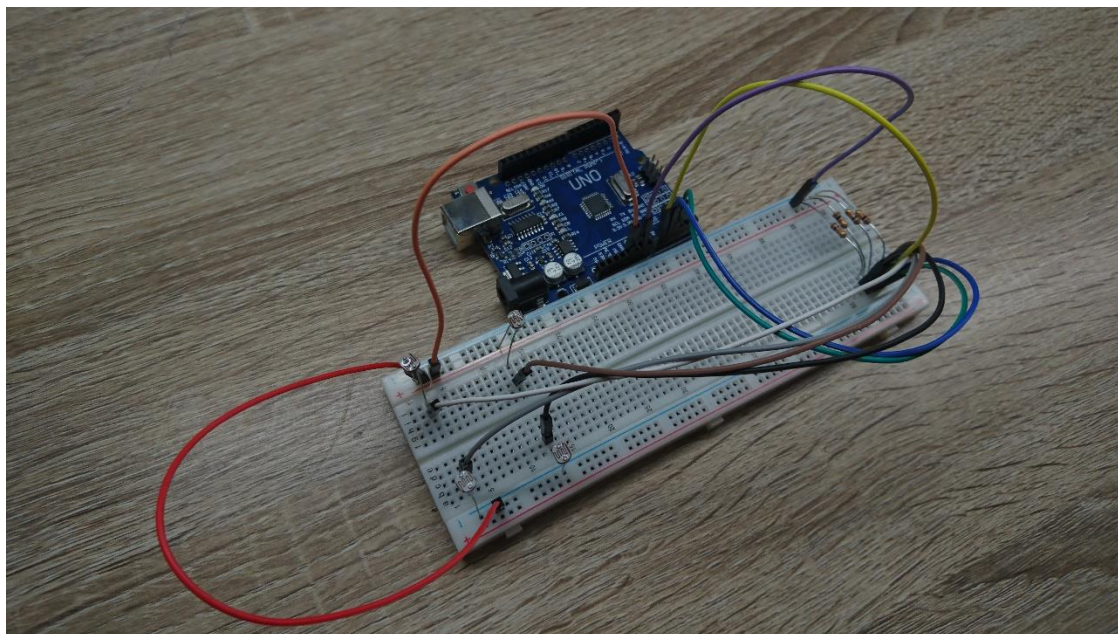
6.3.3 Tehnični del modela

Najprej smo na priključke fotouporov namestili jst vtičnice, katerim smo pred tem pritrdili kable dolžine cca. 20 cm. Nato smo na solarno celico prispajkali dva vodnika. Na ploščico Arduino Uno smo namestili ploščico Sensor Shield v4 s katero smo povezali naša dva motorja. Vse pozitivne vodnike (uporabili smo rdečo barvo vodnikov), priključene na fotoupore smo povezali vzporedno, ter jih privili v prvo luknjo na inštalacijski sponki, ki smo jo že pred tem skrajšali na 5 priključkov. V preostale štiri priključke smo priključili negativne vodnike (uporabili smo črno barvo vodnikov), priključene na fotoupore. Za lažjo določitev kateri vodnik je kateri, smo negativne priključke priključili po naslednjem vrstnem redu: na prvi priključek smo priključili vodnik od fotoupora zgoraj levo, na drugega spodaj levo na tretjega zgoraj desno in na četrtega spodaj desno. Na drugi strani smo negativnim vodnikom priključili še upore, vrednosti 10 k Ω . Te smo na drugem priključku med seboj povezali. Vzporedno k ohmskim uporom smo pri negativnih priključkih priključili še vsakemu svoj vodnik, ter ga kasneje priključili na Sensor Shield v4 oziroma na Arduino Uno. Vsak od teh vodnikov smo za boljši pregled povezali z vezico druge barve. Na koncu smo še povezali vodnika solarne celice s priključkoma LED voltmetra.

6.3.3.1 Priključitev na krmilnik (Arduino Uno)

Pozitivne vodnike, ki so povezani s fotoupori, smo priključili na napetostni priključek 5 V na Arduinu. Negativne oziroma drugo stran ohmskih uporov pa na maso (GND) Arduina. Nato smo priključili vsakega posebej od negativnih vodnikov fotoupora na analogne vhode Arduino Uno in sicer: Fotoupor spodaj levo smo priključili na priključek A0, fotoupor spodaj desno pa na priključek A1, zgornjega levo smo priključili na priključek A2, zgornjega desno pa na A3. Na koncu smo še

priključili oba servo motorja in to tako, da smo obe pozitivni žici motorja povezali z napetostnim priključkom 5 V, obe negativni pa z maso. Signalno žico servo motorja za horizontalno smer smo povezali z digitalnim priključkom številka 9, signalno žico vertikalnega motorja pa na digitalni priključek 10.



Slika 12: prvi poizkus priključitve elementov na krmilnik (vir: avtor naloge)

6.3.3.2 Zapis v program

Na koncu smo v programskem okolju Arduino zapisali še naloge, katere mora opravljati naš krmilnik. Te naloge smo zapisali v mikrokontroler preko USB priključka.

Programski zapis:

```
#include <Servo.h> // include Servo library

// 180 stopinj MAX
Servo horizontal; // horizontal servo
int servoh = 180; // 90; // stoji horizontal servo

int servohLimitHigh = 180;
int servohLimitLow = 65;

// 65 stopinj MAX
Servo vertical; // vertical servo
int servov = 45; // 90; // stoji vertical servo

int servovLimitHigh = 80;
int servovLimitLow = 15;

// LDR pin povezave
// ime = analogpin;
int ldrlt = 0; //LDR zgoraj levo - BOTTOM LEFT <--- BDG
int ldrtr = 1; //LDR zgoraj desno - BOTTOM RIGHT
int ldrlr = 2; //LDR spodaj levo - TOP LEFT
int ldrtrd = 3; //LDR spodaj desno - TOP RIGHT

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    // servo prikljucki
    // ime.prikljucek (pin);
    horizontal.attach(9);
    vertical.attach(10);
    horizontal.write(180);
    vertical.write(45);
    delay(3000);
}
```

Slika 13: prvi del programske sheme (vir: avtor naloge)

```

void loop()
{
    int zl = analogRead(ldr1t); // zgoraj levo
    int zd = analogRead(ldr1r); // zgoraj desno
    int sl = analogRead(ldr2l); // spodaj levo
    int sd = analogRead(ldr2r); // spodaj desno

    // int dcas = analogRead(4)/20; // read potenciometer
    // int toleranca = analogRead(5)/4;
    int dtime = 10;
    int tol = 50;

    int avt = (zl + zd) / 2; // povprečna vrednost zgoraj
    int avd = (sl + sd) / 2; // povprečna vrednost spodaj
    int avl = (zl + sl) / 2; // povprečna vrednost levo
    int avr = (zd + sd) / 2; // povprečna vrednost desno

    int dvert = avt - avd; // preveri razliko - zgoraj spodaj
    int dhoriz = avl - avr; // preveri razliko - levo in desno

    Serial.print(avt);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(avd);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(avl);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(avr);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(dtime);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(tol);
    Serial.println(" ");
}

```

Slika 14: drugi del programske sheme (vir: avtor naloge)

```

if (-1*tol > dvert || dvert > tol) // preveri ali je razlika znotraj tolerance, sicer spremeni vertikalni kot
{
if (avt > avd)
{
servov = ++servov;
if (servov > servovLimitHigh)
{
servov = servovLimitHigh;
}
}
else if (avt < avd)
{
servov = --servov;
if (servov < servovLimitLow)
{
servov = servovLimitLow;
}
}
vertical.write(servov);
}

if (-1*tol > dhoriz || dhoriz > tol) // preveri ali je razlika znotraj tolerance, sicer spremeni horizontalni kot
{
if (avl > avr)
{
servoh = --servoh;
if (servoh < servohLimitLow)
{
servoh = servohLimitLow;
}
}
else if (avl < avr)

```

Slika 15: tretji del programske sheme (vir: avtor naloge)

```

{
servoh = ++servoh;
if (servoh > servohLimitHigh)
{
servoh = servohLimitHigh;
}
}
else if (avl = avr)
{
//
}
horizontal.write(servoh);
}
delay(dtime);
}

```

Slika 16: četrti del programske sheme (vir: avtor naloge)

6.3.4 Delovanje modela

Model deluje na principu upornosti fotouporov. Upornost mora na vseh fotouporih biti enaka, le takrat je celica pravokotno obrnjena proti soncu. Arduino ne more zaznati upornosti. Zato priključimo fotoupore na Arduino potem, ko jih priključimo na napetost. Arduino Uno tako v primeru različnih upornosti prejme različne napetosti. Na podlagi teh napetosti pa lahko določi, kateri od fotouporov ima večjo upornost. Nato posreduje ukaz servomotorjema. Ukaz pove, v katero smer se morata motorja zavrteti.

6.4 Preizkus modela

Ko smo model končali, smo ga preizkusili. Ker je bilo to v večernih urah smo ga preizkusili kar v hiši in sicer z žepno svetilko. Tukaj se je pojavil majhen problem in sicer v programiranju. To napako smo hitro popravili tako, da smo Arduino še enkrat priključili na računalnik, ter popravili napako v programu.

7. ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga nam je odprla oči. Z njo smo ugotovili, da nam bi krmiljenje položaja sončnih celic prihranilo finančna sredstva, pa tudi ekološki problem. Prav tako bi s takšnim krmiljenjem lahko oskrbeli veliko več gospodinjstev, kot brez njega. Krmiljenje bi lahko ogromno pripomoglo k pridobivanju naravi prijazne električne energije. Z raziskovalno nalogo to potrjujemo. Za prihodnost pa je potreben razmislek, kako bi to prenesli v prakso – katere materiale bi uporabljali pri izdelavi. S takšnim krmiljenjem bi se lahko v praksi znebili okolju neprijaznih termoelektrarn, jedrskih elektrarn itd.

8. DRUŽBENA ODGOVORNOST

V raziskovalni nalogi je predstavljen okolju prijazen način pridobivanja električne energije, ki spada hkrati med obnovljive vire energije. Danes dajemo velik poudarek obnovljivim virom energije, saj se zadevamo, da so zaloge energentov omejene in da določeni slabo vplivajo na okolje ter povzročajo učinek tople grede. Pridobivanje elektrike preko solarnih sistemov je eden najčistejših načinov, vendar je še vedno premalo izkoriščen. Komponente izgradnje solarne elektrarne so drage in v naši raziskovalni nalogi smo predstavili način, kako z manj solarnimi moduli pridobiti več električne energije. To je predstavljeno v obliki majhnega modela sončnega modula. Naloga distributerjev električne energije pa je, da izoblikujejo načrte za postavitve realnih sončnih modulov in s tem zmanjšajo stroške, ki jih imajo danes s svojimi postavitvami.

9. VIRI IN LITERATURA

- 1) Žalar, Z. (2007). Osnove elektrotehnike 1 (3.izd.). Ljubljana: Tehniška založba Slovenije
- 2) Dostopno na: <http://www.esvet.si/drugi-viri-energije/soncna-energija> (19.1.2017)
- 3) Dostopno na: <http://www.energija-solar.si/> (19.1.2017)
- 4) Dostopno na: <http://www.bolha.com/stroji-orodja/elektro-material-elektronika/solarna-tehnika/soncna-elektrarna-soncna-celicapanel-12-24v-1280667737.html> (6.2.2017)
- 5) Dostopno na: <https://www.arduino.cc/> (28.1.2017)
- 6) Dostopno na: <http://www.dx.com/p/arduino-sensor-shield-v4-0-66849> (6.2.2017)
- 7) Dostopno na: www.wikipedia/fotowiederstand (24.1.2017)
- 8) Dostopno na: <https://de.wikipedia.org/wiki/Servo> (6.2.2017)
- 9) Dostopno na: <https://www.willhaben.at/iad/kaufen-und-verkaufen/d/birkensperrholz-sperrholz-birke-multiplex-4-mm-6-5-mm-9-mm-12-mm-15-mm-18-mm-21-mm-24-mm-27-mm-30-mm-40-mm-s-bb-bb-bb-bb-cp-2500-x-1250-mm-3000-x-1500-mm-1525-x-1525-mm-moebelbauplatte-bfu-100-wasserfest-verleimt-132021653/> (7.2.2017)