ŠOLSKI CENTER KRŠKO-SEVNICA

in

BORZEN

Organizator trga z električno energijo, d.o.o.

TRAJNOSTNAENERGIJA

V projektu

Solarno vozilo v učnem procesu

Eksperimentalne vaje

(ver. 1.)

Krško, november 2016

Avtor: Jože Požun, mag. inž. en

Vaja I – Vpliv usmeritve sončnih celic na izplen energije

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti ugotavljamo kakšna je optimalna postavitev sončnih celic.

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci opazujejo fotonapetostni efekt in proizvodnjo energije s pomočjo naravne in umetne svetlobe.
- Udeleženci se naučijo kako postavitev sončnih celic vpliva na količino proizvedene energije.

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazano, kako je orientacija postavitve celic pomembna za proizvodnjo električne energije.

Udeleženci razumejo:

1. Da sončne celice morajo biti postavljene v pravo smer in pod ustreznim kotom, da dosežemo optimalni izplen električne energije.
2. Da je orientacija fiksnih sončnih elektrarn taka, da je dosežen optimalni izkoristek v vseh letnih časih.
3. Da so najboljši sledilni sistemi, ki skrbijo, da so celice ves dan optimalno postavljene in ti sistemi proizvedejo več energije od fiksno postavljenih sistemov.
4. Da vse površine solarnih vozil niso optimalno prekrite s sončnimi celicami.

Aktivnosti dijakov oziroma učencev:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo.

Varnostna navodila

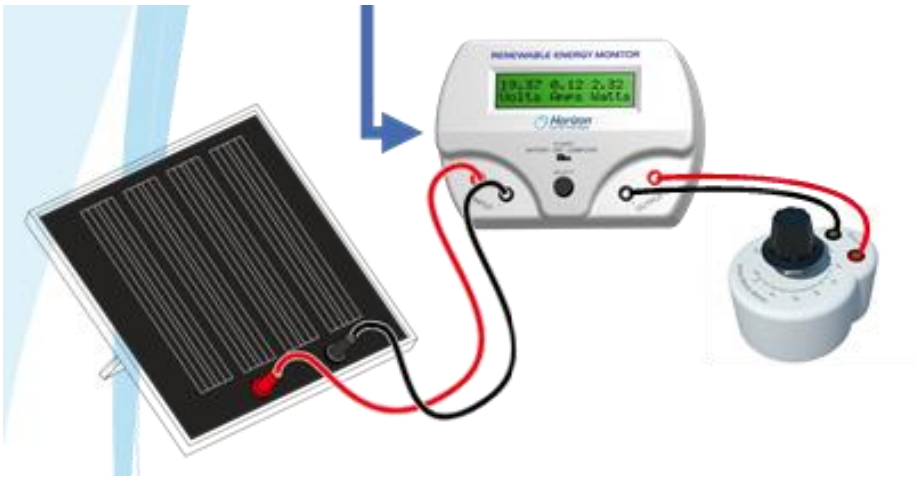
- Pri vaji je potrebno paziti, da se ne opečemo na izvor svetlobe.
- Skrbno ravnamo z opremo.

Navodila za izvedbo vaje

Uporabljena oprema

- 1 kos – Izvor svetlobe (namizna luč ali reflektor)
- 1 komplet – Sončnih celic
- 1 kos – Potenciometer 100Ω
- 2 kosa – Povezovalna vodnika rdeče barve
- 2 kosa – Povezovalna vodnika črne barve
- 1 kos – Multimeter
- 1 kos – Kotomer

Ožičenje



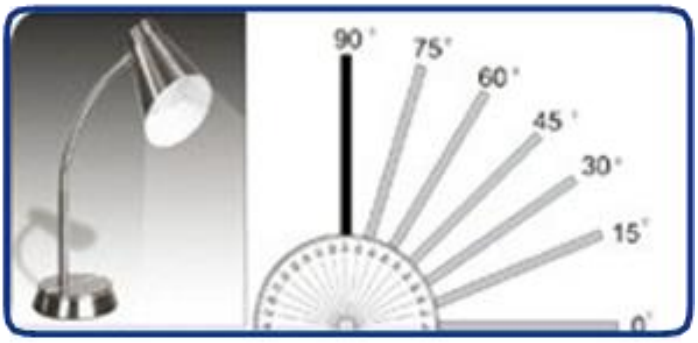
Navodila vaje

Po zgornji shemi ožičite elemente in sledite navodilom v nadaljevanju.

1. Z gumbom (power) prižgite multimeter.
2. Z gumbom za izbiro (select) nastavite prikaz upornosti.

3. Nastavite potenciometer na 10 Ω.

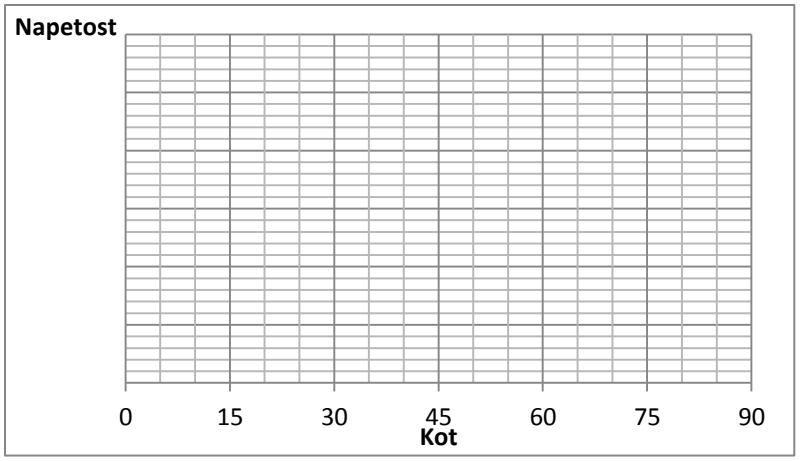
4. Z gumbom za izbiro (select) ponovno nastavite prikaz moči (mW).
5. Postavite izvor svetlobe tako, da bo snop žarkov sijal na površino mize pod kotom 45°. Izvora svetlobe ne premikajte, naj ostane tako, do konca vaje.
6. Postavite sončne celice vodoravno na mizo v središče osvetljenosti (0°)



7. Iz multimetra odčitajte podatke o napetosti, toku in moči in jih zapišite v tabelo.
8. S pomočjo kotomera spreminjajte kot sončnih celic po 15° in beležite rezultate v tabelo.
9. V grafu ustrezno dodajte skalo za napetost in izrišite graf napetosti.
10. Podajte ugotovitve.

Rezultati meritev

Kot	Napetost	Tok	Moč
90			
75			
60			
45			
30			
15			
0			



Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____

Vaja II – Vpliv segrevanja sončnih celic na izplen energije

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti ugotavljamo kakšen je vpliv temperature (segrevanje sončnih celic) na izplen električne energije.

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci opazujejo fotonapetostni efekt in proizvodnjo energije s pomočjo umetne svetlobe.
- Udeleženci se naučijo kako segrevanje sončnih celic vpliva na količino proizvedene energije.

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazano, kako je temperatura celic pomembna za optimalno proizvodnjo električne energije.

Udeleženci razumejo:

1. Da sončne celice morajo biti postavljene v pravo smer in pod ustreznim kotom, da dosežemo optimalni izplen električne energije.
2. Da morajo biti sončne celice ustrezno nameščene, da se ne pregrevajo.
3. Da namestitve fotonapetostnih sistemov v področjih z visoko dnevno temperaturo niso ekonomične.
4. Da se sončne celice na solarnih vozilih med vožnjo tudi naravno hladijo.

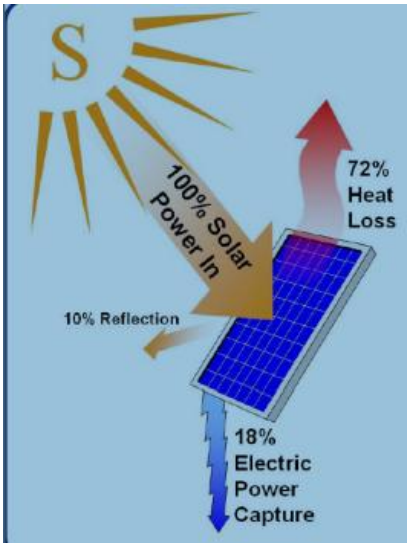
Aktivnosti dijakov oziroma učencev:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo.

Varnostna navodila

- Pri vaji je potrebno paziti, da se ne opečemo na izvor svetlobe.
- Pazimo, da preveč ne segrejemo sončne celic, ker se lahko stopi ohišje.
- Skrbno ravnamo z opremo.

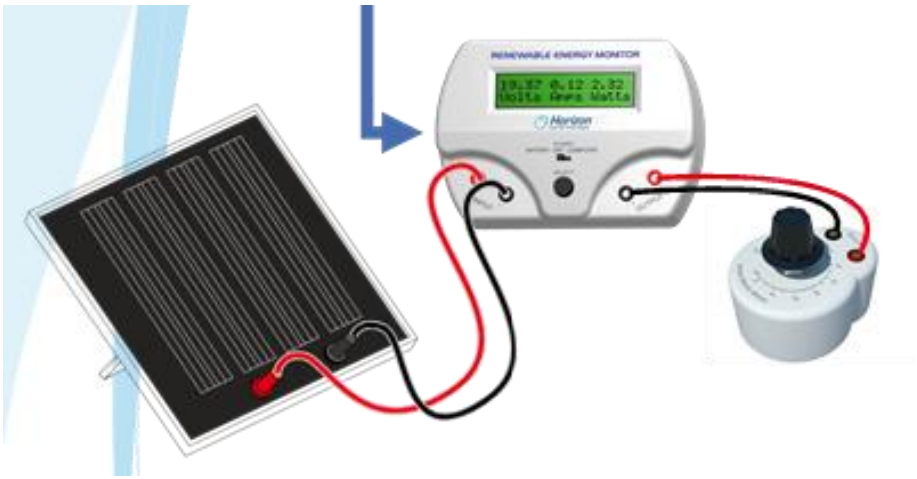
Navodila za izvedbo vaje



Uporabljena oprema

- 1 kos – Izvor svetlobe (namizna luč ali reflektor)
- 1 komplet – Sončnih celic
- 1 kos – Potenciometer 100 Ω
- 2 kosa – Povezovalna vodnika rdeče barve
- 2 kosa – Povezovalna vodnika črne barve
- 1 kos – Multimeter
- 1 kos – Grelnik
- 1kos– Štoparica

Ožičenje



Navodila vaje

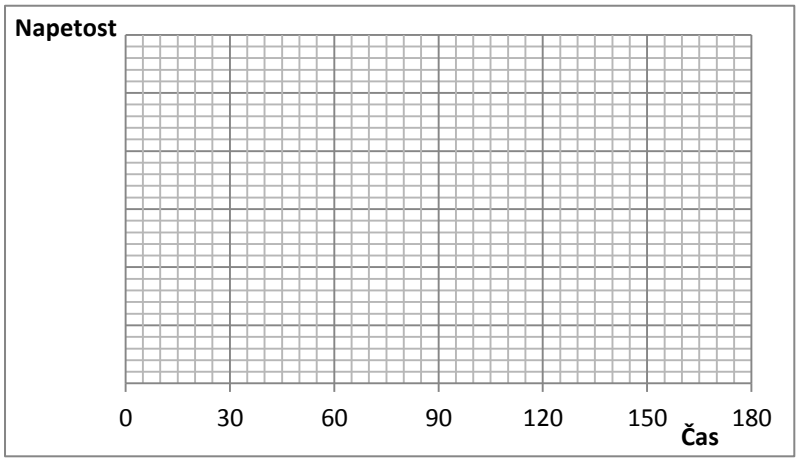
Po zgornji shemi ožičite elemente in sledite navodilom v nadaljevanju.

1. Z gumbom (power) prižgite multimeter.
2. Z gumbom za izbiro (select) nastavite prikaz upornosti.

3. Nastavite potenciometer na 10 Ω.
4. Z gumbom za izbiro (select) ponovno nastavite prikaz moči (mW).
5. Postavite izvor svetlobe (izvor naj bo ugasnjen) tako, da bo snop žarkov sijal na površino mize pod kotom 45°. Izvora svetlobe ne premikajte, naj ostane tako, do konca vaje.
6. Postavite sončne celice na mizo v središče osvetljenosti pod kotom 45°.
7. Prižgite izvor svetlobe in v tabelo zabeležite vrednosti napetosti, toka in moči. Začnite z gretjem celic in istočasno zaženite štoparico, odčitajte podatke vsakih 30 sekund in zapišite vrednosti v tabelo.
8. V grafu ustrezno dodajte skalo za napetost in izrišite graf napetosti.
9. Podajte ugotovitve.

Rezultati meritev

Čas [s]	Napetost	Tok	Moč
0			
30			
60			
90			
120			
150			
180			



Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Vaja III– Vpliv senčenja sončnih celic na izplen energije

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti ugotavljamo kakšen je vpliv senčenja sončnih celic.

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci opazujejo fotonapetostni efekt in proizvodnjo energije s pomočjo umetne svetlobe.
- Udeleženci spoznajo kakšen je vpliv zakritja dela sončnih celic na količino proizvedene energije.

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazano, kako je pravilna postavitev (brez senčenja) sončnih celic pomembna za proizvodnjo električne energije.

Udeleženci razumejo:

1. Da sončne celice morajo biti postavljene v pravo smer in pod ustreznim kotom, da dosežemo optimalni izplen električne energije.
2. Da prekritost posameznega dela sončnih celic povzroča velik izpad proizvodnje.
3. Da se sončne celice lahko zaradi prekritosti poškodujejo, če nimajo vgrajene notranje zaščite.
4. Da je pomembna povezava različno postavljenih sončnih celic na solarnem vozilu- da so celice v eni zaporedni veji enako osvetljene.

Aktivnosti dijakov:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo.

Varnostna navodila

- Pri vaji je potrebno paziti, da se ne opečemo na izvor svetlobe.
- Skrbno ravnamo z opremo.

Navodila za izvedbo vaje

Uporabljena oprema

- 1 kos – Izvor svetlobe (namizna luč ali reflektor)
- 1 komplet – Sončnih celic
- 1 kos – Potenciometer 100Ω
- 2 kosa – Povezovalna vodnika rdeče barve
- 2 kosa – Povezovalna vodnika črne barve
- 1 kos – Bel list papirja
- 1 komplet – Osebni računalnik

Ožičenje

Navodila vaje

Po zgornji shemi ožičite elemente in sledite navodilom v nadaljevanju.

1. Z gumbom (power) prižgite multimeter.
2. Z gumbom za izbiro (select) nastavite prikaz upornosti.

3. Nastavite potenciometer na 10 Ω.
4. Z gumbom za izbiro (select) ponovno nastavite prikaz moči (mW).

5. Postavite izvor svetlobe tako, da bo snop žarkov sijal na površino mize pod kotom 45°. Izvora svetlobe ne premikajte, naj ostane tako, do konca vaje.

6. Postavite sončne celice na mizo v središče osvetljenosti pod kotom 45°.

7. Prižgite izvor svetlobe in v tabelo zabeležite vrednosti napetosti, toka in moči.

8. Postavite list papirja med svetlobo in sončno celico (simulacija oblačnega vremena) in ponovno odčitajte vrednosti na merilniku in jih vpišite v tabelo.

9. Z listom prekrijte ¼ sončnih celic in ponovno zabeležite rezultate.

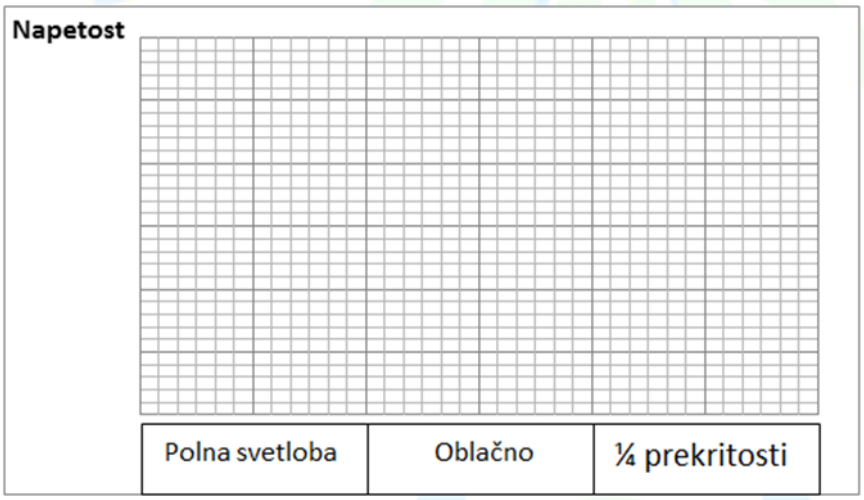
10. V grafu ustrezno dodajte skalo za napetost in izrišite graf napetosti.

11. Ponovite točko 8 in 9 s tem, da priključite računalnik se povežite z merilnikom in v programu opazujte spremembe napetosti.

12. Podajte ugotovitve.

Rezultati meritev

Prekritost	Napetost	Tok	Moč
Polna svetloba			
Oblačno			
¼ prekritosti			



Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Vaja IV– Ožičenje fotonapetostnih modulov solarnega vozila

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti ugotavljamo kako so povezani fotonapetostni moduli na solarnem vozilu.

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci spoznajo zaporedno in vzporedno vezavo izvorov.

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazano kakšna je vezava fotonapetostnih modulov za optimalno proizvodnjo električne energije vozila.

Udeleženci razumejo:

1. Da fotonapetostni moduli morajo biti ustrezno povezani za optimalni izplen električne energije.
2. Da prekritost posameznega dela sončnih celic povzroča velik izpad proizvodnje.
3. Da se sončne celice lahko zaradi prekritosti poškodujejo, če nimajo vgrajene notranje zaščite.
4. Da je pomembna povezava različno postavljenih sončnih celic na solarnem vozilu- da so celice v eni zaporedni veji enako osvetljene.

Aktivnosti dijakov:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo.

Varnostna navodila

- Pri vaji je potrebno paziti, da se ne opečemo na izvor svetlobe.

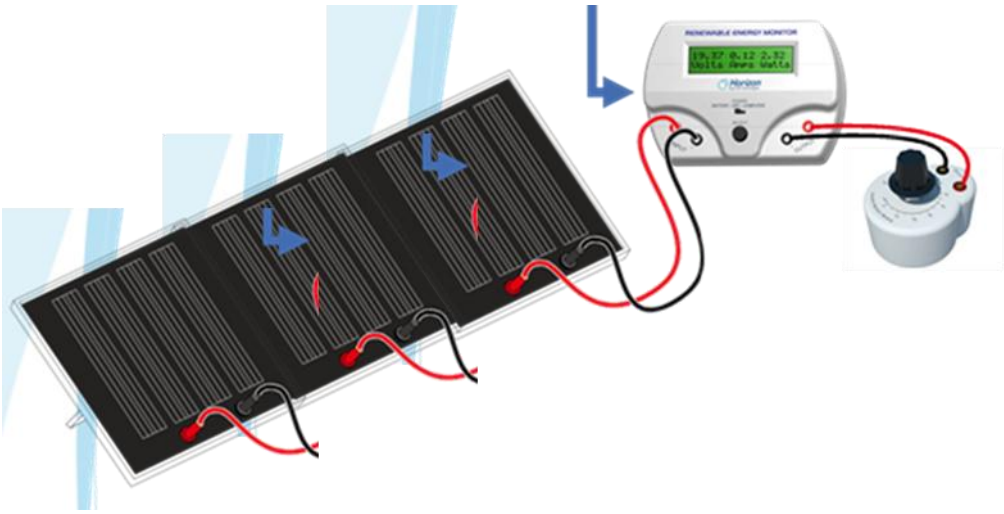
Skrbno ravnamo z opremo

Navodila za izvedbo vaje

Uporabljena oprema

- 1 kos – Izvor svetlobe (namizna luč ali reflektor)
- 3 komplet – Sončnih celic
- 1 kos – Potenciometer 100 Ω
- 4 kosa – Povezovalna vodnika rdeče barve
- 4 kosa – Povezovalna vodnika črne barve
- 1 kos – Multimeter

Ožičenje



Navodila vaje

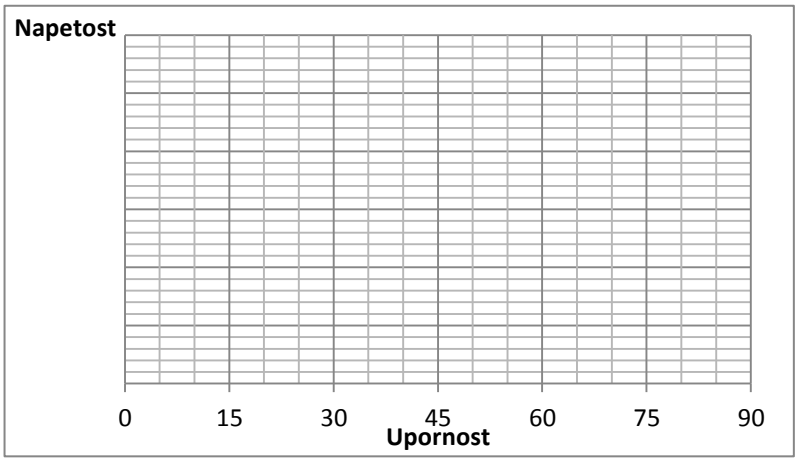
Zaporedno povežite 3 sončne celice in sledite navodilom v nadaljevanju.

1. Z gumbom (power) prižgite multimeter.
2. Z gumbom za izbiro (select) nastavite prikaz upornosti.

3. Nastavite potenciometer na 0 Ω.

4. Z gumbom za izbiro (select) ponovno nastavite prikaz moči (mW).
5. Postavite izvor svetlobe tako, da bo snop žarkov sijal na površino mize pod kotom 45°. Izvora svetlobe ne premikajte, naj ostane tako, do konca vaje.
6. Iz multimetra odčitajte podatke o napetosti, toku in moči in jih zapišite v tabelo.
7. Povečujte upornost glede na skalo za izris.
8. V grafu ustrezno dodajte skalo za napetost in izrišite graf napetosti.
9. Povežete sončne celice vzporedno in sledite navodilom v tečkah 1 do 7.
10. Podajte ugotovitve.

Zaporedno	Napetost	Tok	Moč
0 Ω			
15 Ω			
30 Ω			
45 Ω			
60 Ω			
75 Ω			
90 Ω			
Vzporedno			
0 Ω			
15 Ω			
30 Ω			
45 Ω			
60 Ω			
75 Ω			
90 Ω			



Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____

Vaja V– Izračun teoretične moči fotonapetostnih modulov solarnega vozila

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti izračunamo moč sončnih modulov solarnega vozila

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci se seznanijo z kirchoffovimi zakoni in močjo

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazana vezava fotonapetostnih modulov in njihovi tehnični podatki.

Udeleženci razumejo:

1. Da se fotonapetostni moduli vežejo zaporedno in vzporedno.
2. Da so pomembni tehnični podatki naprave.

Aktivnosti dijakov oziroma učencev:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo- preračun.

Varnostna navodila

- Skrbno ravnamo z opremo.

Navodila za izvedbo vaje

Uporabljena oprema-dejstva

- Solarno vozilo
- 1 kos – kalkulator

Navodila vaje-preračuna

1. Preštej celotno število sončnih celic vgrajenih v vozilo.
2. Prepiši tehnične podatke motorja vozila
3. Prepiši tehnične podatke fotonapetostnih modulov
4. Ugotovi kakšno vezavo bi uporabil.
5. Izračunaj teoretični tok polnjenja.
6. Podaj ugotovitve in izračune.

Število vgrajenih fotonapetostnih modulov_____.

Tehnični podatki motorja: _____

Tehnični podatki fotonapetostnih modulov:

_____
_____
_____

Skica vezave:

Enačbe:

P=U*I

Upoštevaj!

Zaporedna vezava: $U= U_1+U_2+U_n$ $I=I_1=I_2=I_N$

Vzporedna vezava: $I= I_1+I_2+I_n$ $U=U_1=U_2=U_N$

Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____

Vaja VI– Izračun dosega vozila

Pregled vsebine učne enote

V tej učni enoti izračunamo teoretični doseg vozila brez polnjenja.

Operativni cilji učne enote

- Udeleženci uporabijo znanstveni proces za izvedbo eksperimenta.
- Udeleženci zbirajo in analizirajo podatke.
- Udeleženci se seznanijo elektrino, močjo in kirchoffovimi zakoni.

Formativni cilji učne enote

Udeležencem je prikazana vezava akumulatorjev in njihovi tehnični podatki.

Udeleženci razumejo:

1. Da se akumulatorji lahko vežejo zaporedno ali vzporedno.
2. Da so pomembni tehnični podatki naprave.

Aktivnosti dijakov oziroma učencev:

Samostojno po navodilih izvajajo vajo- preračun.

Varnostna navodila

- Skrbno ravnamo z opremo.

Navodila za izvedbo vaje

Uporabljena oprema-dejstva

- Solarno vozilo
- 1 kos – kalkulator

Navodila vaje-preračuna

1. Preštej število akumulatorjev vgrajenih v vozilo.
2. Prepiši tehnične podatke motorja vozila.
3. Prepiši tehnične podatke akumulatorjev.
4. Ugotovi kakšna vezava je uporabljena.
5. Predpostavi določena dejstva (novi akumulatorji ……)
6. Izračunaj teoretični doseg vozila.
7. Podaj ugotovitve in izračune.

Število vgrajenih akumulatorjev_____.

Tehnični podatki motorja: _____

Tehnični podatki akumulatorjev:

_____
_____
_____

Skica vezave akumulatorjev:

Enačbe:

P=U*I Q=I*t

Upoštevaj!

Zaporedna vezava: $U= U_1+U_2+U_n$ $I=I_1=I_2=I_N$

Vzporedna vezava: $I= I_1+I_2+I_n$ $U=U_1=U_2=U_N$

Ugotovitve in zaključki

_____
_____
_____
_____

Slovar najpogostejših pojmov v fotovoltaiki

Amorfni moduli - moduli iz amorfnega silicija, večkrat jih zaradi načina izdelave imenujemo tudi tankoplastni moduli.

Amper (A) - enota za električni tok. Tok enega ampera ustreza pretoku 1 Coulomba elektrine skozi prevodnik v sekundi.

Amperura (Ah) - produkt toka in časa, ko ta tok teče. Enota za opisovanje kapacitete akumulatorjev. Množina električne energije, ki ustreza zmnožku električnega toka z jakostjo 1 A in časa 1 ure. Pojem v glavnem uporabljamo v zvezi s shranjevanjem energije v akumulatorje.

Breme - električna naprava (porabnik), ki je priključena na vir električnega toka in porablja določeno moč.

Delovna moč - porabljena moč, ki se sprošča na ohmskem bremenu in opravlja delo v W.

Delovna napetost polja - napetost, ki jo proizvaja PV polje, ko je izpostavljeno sončnemu sevanju in so nanj priključena bremena.

Difuzno sevanje neba - del sončnega sevanja, ki nastane zaradi sipanja sončnega sevanja zaradi vplivov delcev v atmosferi (zračne molekule, aerosoli, vodne kapljice v oblakih...).

Direktno sončno sevanje - sinonim "žarkovno sončno sevanje", trenutno sevanje sprejeto s sončnega diska na opazovano ploskev. Pri meritvah merimo sevanje z instrumenti v prostorskem kotu približno 15°, zato izmerjeno sevanje zajema tudi del obsončnega in razpršenega (difuznega) sevanja, enota (Wh/m2).

Električni tok - tok elektronov, ki teče med dvema točkama prevodnega materiala zaradi razlike potencialov, enota A.

Fotoefekt - direktna pretvorba sončnega sevanja v elektriko.

Fotonapetostni sistem - poslovenjen izraz za fotovoltaične sisteme.

Fotovoltaični sistem - sistemi za pretvarjanje sončne energije v elektriko.

Fotovoltaika - veda, ki preučuje pretvorbo svetlobe v elektriko.

Globalno sončno sevanje - trenutno sevanje sonca, ki ga sprejme opazovana ploskev in zajema vse oblike sončnega sevanja (direktno, difuzno, odbito in obsončno sevanje), enota (W/m2).

Inverter - v angleški literaturi se označuje tudi z izrazi *Power Conditioning Unit, PCU*, ali *Power Conditioning System, PCS*. V fotonapetostnem sistemu je to naprava, ki enosmerno napetost pretvarja v izmenično, takšne napetosti in frekvence, ki ustreza vrednostim v javnem električnem omrežju in porabnikom, ki so na to omrežje priklopljeni.

I-U karakteristika - karakteristika poteka toka v odvisnosti od napetosti za dan element. V fotovoltaiki je to najpogosteje I-U karakteristika sončne celice, fotonapetostnega modula ali polja. Tri pomembne točke I-U karakteristika so točka odprtih sponk, točka kratkega stika in točka maksimalne moči.

Kilovatna ura (kWh) - tisoč vatnih ur. Enota za energijo. Zmnožek časa in porabljene energije.

Moč (W) - pojem s katerim opisujemo električno moč, ki je produkt napetosti in toka.

Modul - element z več sončnimi celicami, ki so med seboj povezane in zavarovane pred meteorološkimi vplivi okolice. Je najmanjša še zamenljiva enota polja modulov.

Monokristalne sončne celice - sončne celice iz monokristalnega silicija.

Ohm - enota za električno upornost. Pri upornosti bremena 1 ohm in napetosti 1 V teče skozi breme tok 1 A.

Orientacija - namestitev sprejemne ploskve glede na nebesne smeri S, J, V in Z. Orientacijo opisujemo z azimutom ploskve.

Panel - opis za strukturo, ki jo dobimo če več PV modulov vgradimo v en nosilni okvir.

Polje modulov - skupek vsaj dveh, med seboj električno povezanih fotonapetostnih modulov.

Samostojni fotonapetostni sistem - fotonapetosni sistem, ki deluje samostojno in ni povezan z javnim električnim omrežjem.

Sledilni mehanizem - mehanizem, ki omogoča premikanje fotonapetostnih modulov ali sprejemnikov sončne energije tako, da je izkoristek energije vpadnega sončnega sevanja neprenehoma kar največji.

Sončni (solarni) avtomobil je vozilo, pri katerem fotovoltaične celice pretvarjajo sončno svetlobo v električno energijo. Ta energija se potem uporablja za pogon električnega motorja. V večini primerov imajo tudi baterijo za shranjevanje energije in možnost regenerativnega zaviranja

Solarni sistemi - splošno ime za sisteme, ki omogočajo izkoriščanje sončne energije; glavni sestavni deli solarnih sistemov so sprejemniki sončne energije, hranilniki toplote in prenosniki toplote.

Sonce - osrednje telo našega sončnega sistema; spada med manjše zvezde, vir sončne energije; omogoča obstoj življenja na zemlji, posledično pa vpliva na obnavljanje tudi ostalih obnovljivih virov energije (biomasa, vodna energije, energija vetra...).

Sončna celica - osnovni polprevodniški element za pretvarjanje sončne energije v elektriko.

Sončno obsevanje - vpadla energija na enoto površine v določenem časovnem intervalu (najpogosteje v eni uri ali v enem dnevu). Izražamo jo v kWh/m2.

Upornost (R) - lastnost prevodnika, ki se upira pretoku električnega toka, posledica česar je segrevanje prevodnega materiala v uporu. Enota za merjenje upornosti je Ohm.

Volt - enota za razliko potencialov ali električno napetost.

Vpadno sončno sevanje - sončno sevanje, ki vpada na dano ploskev. Običajno ga podajamo v kW/m2. Zmnožek vpadnega sončnega sevanja in časa nam da sončno obsevanje.

(Vir slovarja: Pojmi v fotovoltaiki, Denis Lenardčič).