

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Прва меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во
областа на правото, економијата, културата,
образованието и безбедноста во
Република Македонија“



Скопје 20-21 декември 2013

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ: Прва меѓународна научна конференција
„Влијанието на научно – технолошкиот развој во областа на правото, економијата,
културата, образованието и безбедноста во Република Македонија“

Организатор: Институт за дигитална форензика
Универзитет „Евро-Балкан“ - Скопје

Уредник: Проф.д-р Сашо Гелев

Издавач: Универзитет „ЕВРО-БАЛКАН“ Скопје
Република Македонија
www.euba.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје
001.3:330/378(497.7)(063)

МЕЃУНАРОДНА научна конференција (1 ; 2013 ; Скопје)
Влијанието на научно-технолошкиот развој во областа на правото,
економијата, културата, образованието и безбедноста во Република
Македонија : зборник на трудови / Прва меѓународна научна
конференција, Скопје 20-21 декември, 2013 ; [уредник Сашо Гелев]. -
Скопје : Универзитет "Евро-Балкан", 2014. - 706 стр. : граф. прикази
; 24 см

Дел од текстот на англиски јазик. - Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-4714-05-7

а) Научен развој - Општествени науки - Македонија - Излагања на
конференции
COBISS.MK-ID 95578634

Сите права ги задржува издавачот и авторите

Програмски одбор

- Проф. д-р Павлина Витанова, ЕВРО-БАЛКАН, копретседател;
- Проф. д-р Сашо Гелев – Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
копретседател
- Проф. Влатко Чингоски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. д-р Лада Садиковиќ, Факултет за криминалистика,
криминологија и безбедност, Универзитет во Сараево;
- Проф. д-р Здравко Скакавац, Факултет за правне и пословне студии,
Универзитет УССЕ, Нови Сад;
- Проф. Д-р Божо Крстајиќ, Електротехнички факултет - Подгорица,
Црна Гора
- Доц. д-р Марјан Николовски, Факултет за безбедност, Универзитет
Св. Климент Охридски, Битола, Република Македонија
- Доц. д-р Ненад Танески, Војна академија, Скопје, Република
Македонија
- Проф. д-р Гордан Калаџиџиев, Правен факултет, Универзитет Св. Кирил
и Методиј – Скопје, Република Македонија
- Доц. д-р Митко Богданоски, Војна академија Скопје, Република
Македонија
- Доц. д-р Роман Голубовски, Електротехнички факултет Радовиш
Универзитет Гоце Делчев Штип, Република Македонија
- Проф. Д-р Драган Михајлов, УКИМ; Република Македонија
- Д-р Никола Протрка, Полициска академија, Загреб, Република
Хрватска
- Проф. Д-р Тони Стојановски, Австралија
- Д-р Зоран Нарашанов, Винер осигурување, Скопје, Република
Македонија
- Проф. Д-р Стефан Сименов, Академија за внатрешни работи на
Република Бугарија

Организациски одбор

- Проф. д-р Сашо Гелев, претседател;
- Проф. д-р Павлина Стојанова, член;
- Проф. д-р Александар Даштевски, член;
- Доц. д-р Вангел Ноневски, член
- Доц. д-р Јорданка Галева
- М-р Славко Гавриловски, секретар;
- Валентина Гоцевска, член;
- Игор Панев, член;
- Ивана Крајчиновиќ, член
- Драгана Каровска, член

Доц. д-р Роман Голубовски
Електротехнички факултет - Радовиш
Универзитет "Гоце Делчев" - Штип

Авто-тракинг решение за фотоволтаични панели

Резиме: Фотоволтаичната конверзија е една од најважните апликации на обновливи извори на енергија поради директната конверзија на соларната енергија во електрична. Иако фотоволтајците се поскапи споредени со други видови на конвертори, тие имаат предности како малата маса и физибилноста за мали изведби. Ефикасноста на овие конвертори зависи од степенот на апсорпција на соларната радијација. Типичните ефикасности се 14%-17% за силиконските монокристали, 13%-15% за силиконските поликристали и 5%-7% за аморфниот силикон. Поради дневното движење на сонцето, како и поради разликите во сезонските траектории сончевата светлина паѓа под различни агли или индиректно на соларните панели. Наведените околности резултираат во парцијална апсорпција на радијацијата. Еден начин за зголемување на ефикасноста е соларниот тракинг под оптимален агол. Тоа се реализира со имплементација на технологии за континуирано подвижно следење на сонцето од страна на панелите под оптимален агол заради максимизирање на производството. Компаративна студија ги дискутира типичните зголемувања на ефикасноста помеѓу фиксни и променливи позиционирања со тракингот, врз основа на која трудот предлага ефтино, а сепак ефикасно биаксијално решение за постигнувања на истите. Техничкото решение е PIC базирано (вградлив систем), кое ја пресметува оптималната позиција преку 4-кратен LDR (фото отпорнички) сензорски систем, реализирајќи го движењето на панелите со степенски погон во два степена на слобода.

Клучни зборови: соларна енергија, фотоволтаец, тракер, фото-отпорник, вградлив систем

1. Вовед

Соларната енергија е вид обновлив извор кој може релативно лесно и директно да се претвори во електрична со употреба на фотофолтаични конвертори. Фотоволтаичниот феномен на таа конверзија се случува во соларните ќелии кои го вршат претворањето со ефикасност од 5%-25% (без употреба на термодинамички циклус или активен флуид) [1]. Соларните ќелии како колектори се користат со директна експозиција или во конфигурација со светлосни концентратори (огледала, конвексни леќи).

Предности на фотоволтаичните конвертори се: прилично едноставниот дизајн и инсталација, тивката (безшумна) конверзија на енергијата, долгиот животен век со релативно мал обем на одржување,

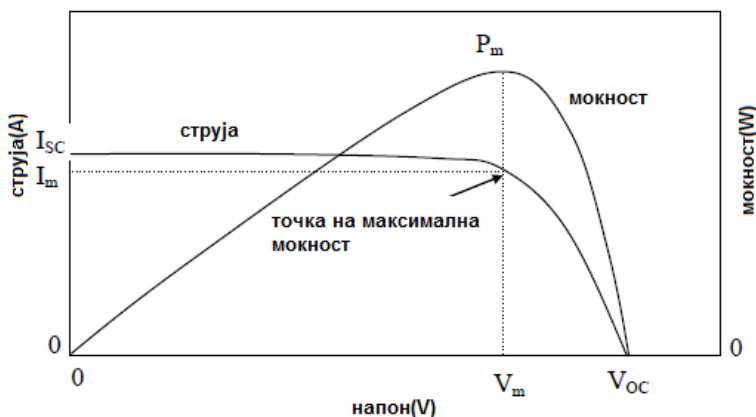
едноставниот транспорт и малата тежина. Но, во споредба со други типови енергетски конвертори (како дизел агрегатите на пример) фотоволтаичната конверзија е поскапа!

Цената на ваквите инвестиции природно во прв план како фактор за исплатливост го исфрла степенот на енергетска абсорпција на соларните ќелии [1, 2]. Ефикасноста кај соларните ќелии е ниска наспроти повисоката цена во однос на другите типови конвертори. Поради тоа, цената на *фотоволтаичните (PV) полиња* (од панели) директно имплицира максимизирана соларна абсорпција, а што се постигнува преку оптимирање на аголот под кој соларната радијација паѓа на колекторската површина. Единствен начин за оптимирање на аголот на експозиција е со употреба на *подвижни PV полиња* кои го следат сонцето во текот на денот (со помош на *тракери*), обезбедувајќи притоа услови за соларната радијација да паѓа *директно* и (колку е можно) *нормално* на панелите и со тоа да ја максимира енергетската конверзија. Треба да се напомене дека покрај *дневниот тракинг* потребно е и *сезонско* нагодување поради осцилациите на сончевата траекторија помеѓу зимскиот и летниот период.

2. Зависност на моќноста од нападниот агол на соларната радијација

PV конвертерот ги абсорбира фотоните на соларната радијација чиј нападен агол влијае на количината конвертирана енергија. Електричните карактеристики на PV ќелиите варираат со интензитетот на радијацијата. На слика 1 дадена е типична таква I-V-P (струја-напон-моќност) карактеристика.

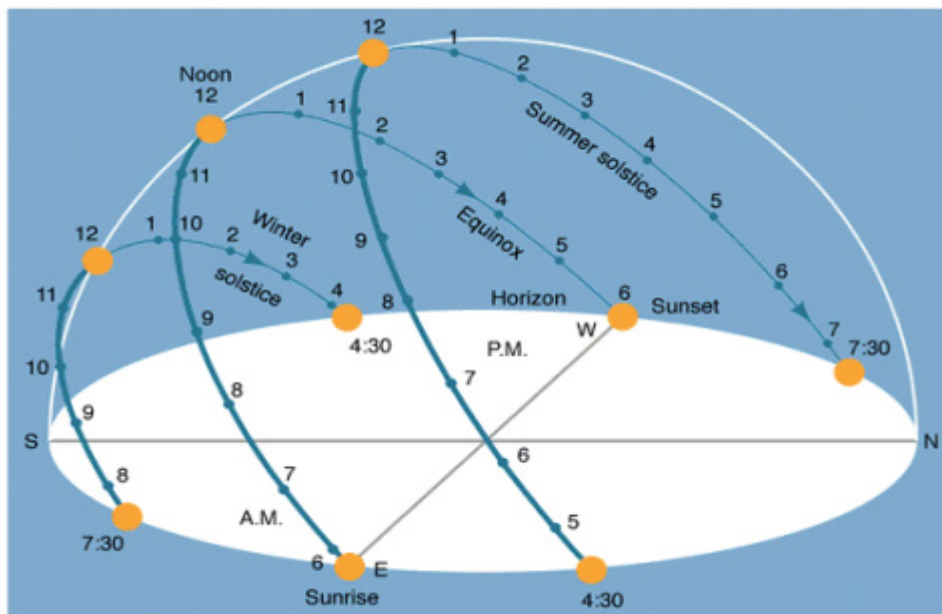
Слика 1: Типична I-V-P карактеристика на PV ќелија



Очигледно генерираната струја од PV трпи големи варијации поради дневните осцилации на радијацијата. Директна последица на истите се варијациите на излезната моќност на PV, односно намалување на номиналната моќност со намалување на радијацијата. Точката на

максимална моќност (MPP) кај фиксиран PV може да се постигне еднаш во денот, идеално при прав нападен агол. Доколку се овозможи целосна слобода на движење на PV истиот максимум може да се одржува подолг период во денот. На слика 2 е дадена соларна мапа за земјината топка.

Слика 2: Сезонска соларна мапа на земјината топка



Превземено од Интернет

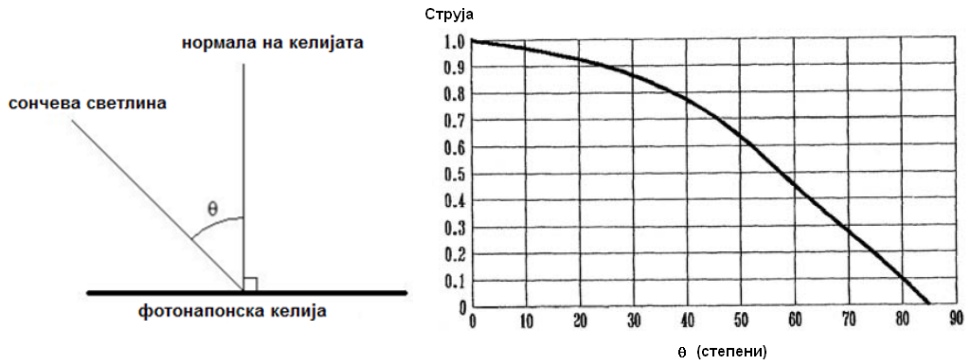
Нападниот агол се менува како во текот на денот, така и сезонски во текот на годината. Јасно е дека целосна абсорпција не е можна поради географската ширина на која е лоциран, дури и кога PV панелот би имал целосна слобода на движење и (идеално) никаква рефлексија. Проблемот со ефикасноста е потенциран поради релативно високата цена на PV модулите.

Поради тоа, традиционално PV полињата се инсталираат со слобода на наклон (tilt) од 90%-100% во насока на латитудата (кај северната хемисфера према југ). Овој принцип меѓутоа предизвикува загуби поради значителната перманентна рефлексија која резултира од континуираната експозиција на панелите под некаков агол во однос на нормалата. На сликата 3 е илустриран нападниот агол на соларната радијација во однос на нормалата и ефектот на тој агол врз излезната струја од PV модулот. Како што може да се види, конверзијата на енергијата е постојано под потенцијалниот капацитет и ефикасноста на конверторот опаѓа.

3. Одржување на оптимален нападен агол со тракинг

За разлика од фиксираните PV колектори, *подвижните* кои го следат сонцето можат да добијат максимирана радијација под прав агол, и така оптимално да генерираат енергија.

Слика 3: Нападен агол во однос на нормалата и зависност на струјата од него



Подвижните PV полиња (слика 4) може ефикасно да се реализираат со структури од два степена на слобода кои ги движат панелите следејќи го сонцето за време на денот преку сензори за детекција на светлина кои ја квантифицираат сончевата радијација и компјутер кој ги пресметува наредните оптимални позиционирања.

Индивидуални решенија различно ги реализираат логичките врски на структурите на двете оски со соодветните сензори, а важен параметар за оптимирање на ефикасноста на ваквите системи е секако и *сопствената потрошувачка* (на тракерот) која се минимизира со рационализирање на бројот на корекции на позицијата во текот на денот.

Слика 4: Подвижно PV поле со тракери со два степена на слобода



Превземено од Интернет

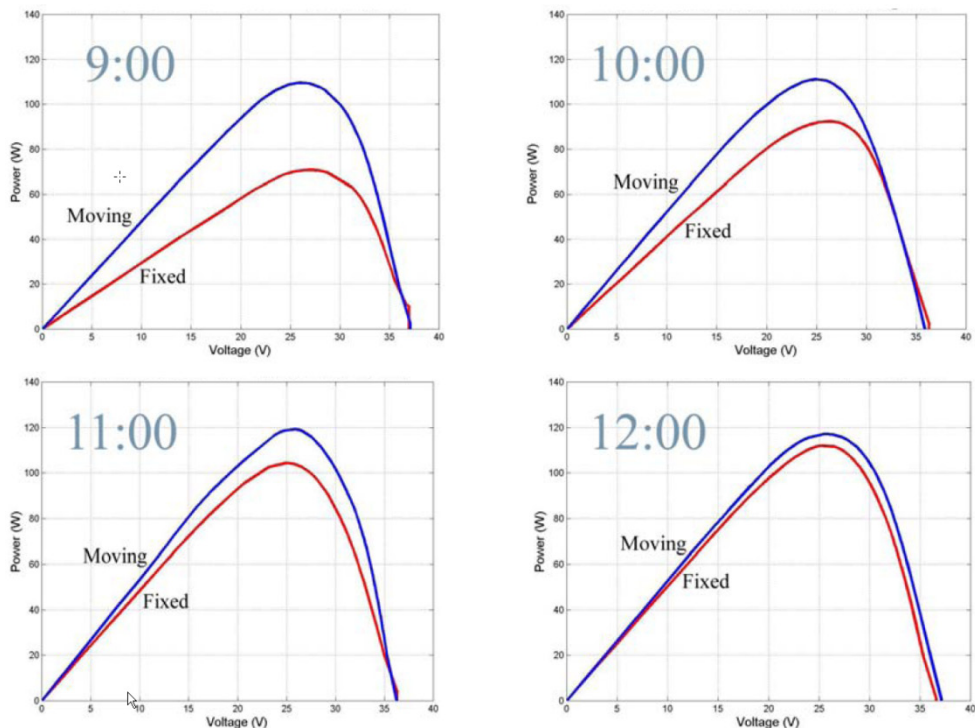
Значи PV системите изградени како управувани објекти кои ја следат позицијата на сонцето постигнуваат максимално искористување на енергијата сочевата радијација. Утврдено е дека системите за следење на позицијата на сонцето по една оска можат да го зголемат искористувањет за 20%, додека системите кои користат две оски за следење можат постигнат и до 40% зголемено искористувањето на истиот фотонапонски систем. Во секој случај, при проектирање на истите неопходно е да се направат соларни мапи (како на слика 2) за локациите на инсталација кои ја покажуваат позицијата на сонцето во прецизност од месец, ден и час во годината.

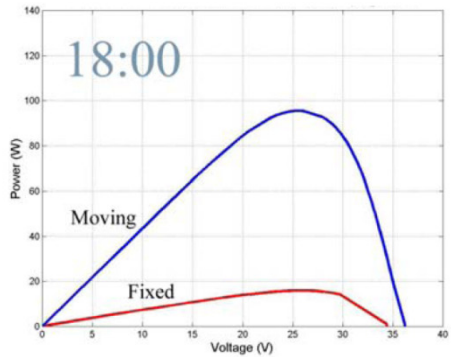
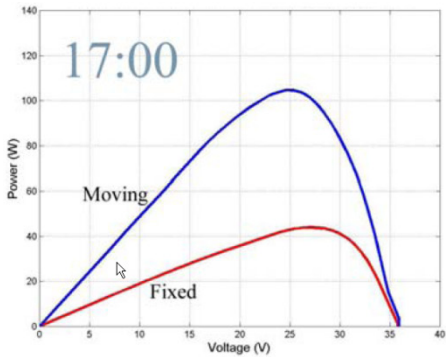
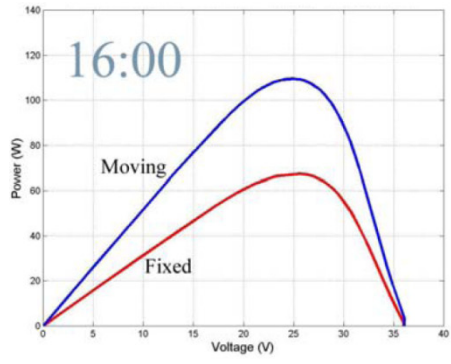
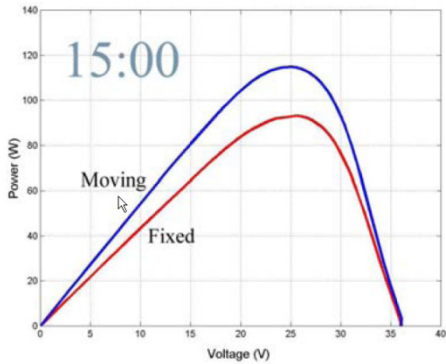
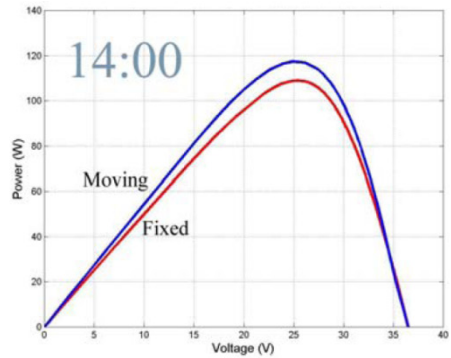
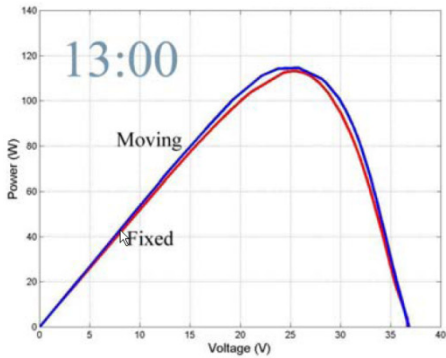
4. Компаративна енергетска анализа на подвижен и фиксиран PV

Следи компаративна студија [3] (слики 5 и 6) за P-V карактеристиката на подвижен PV панел во однос на истиот фиксиран во оптимална позиција, за време на летен јулски ден. Анализата јасно ја отсликува потребата од подвижност на PV панелите заради максимизирање на ефикасноста.

Покриен е дневниот период помеѓу 0900h и 1800h со фреквенција на ажурирање позиција и мерења на секој час. Стратегијата на тракерот е барање на MPP точката.

Слика 5: P-V карактеристики снимени во периодот 0900h-1800h





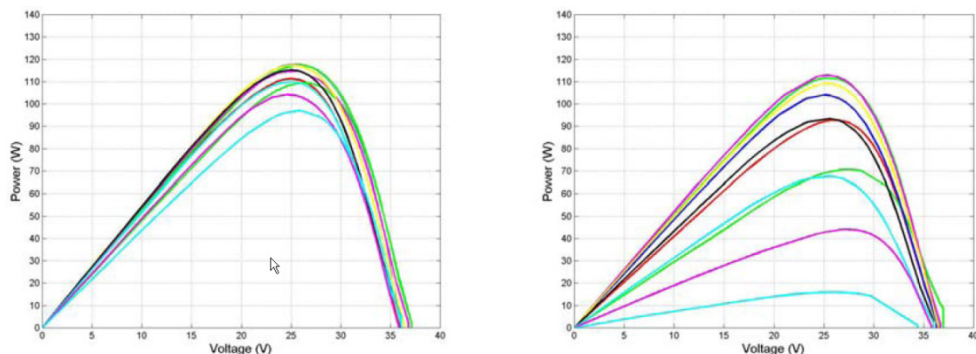
Графикот од 0900h укажува на 55.2% зголемување во моќноста кај подвижниот PV панел во однос на фиксираниот. Во 1000h моќноста кај фиксираниот PV панел значајно расте во споредба со незначителното нараснување кај подвижниот, кој сепак е за 19.5% поефикасен. Од 1100h до 1400h моќноста на фиксираниот PV панел се долижува до онаа на подвижниот. Сонцето се движи према југ и обете изведби имаат иста ориентација према југ. Подвижниот сеуште има поголема ефикасност за 4% до 13%.

По 1400h сонцето почнува да ја губи висината и моќноста на фиксираниот PV генератор почнува рапидно да опаѓа со пораст на отклонот

на нападниот агол од нормалата. И кај подвижниот PV генератор се јавува пад на излезната моќност но благ. Со движење кон самракот (1500h и 1600h) излезната моќност се редуира кај обата, но подвижниот PV е сеуште поефикасен. Со приближување кон самракот во 1700h подвижниот PV е 2.4 пати поефикасен (236%), а во 1800h односот расте на 6.1 пати (605%).

Компаративната анализа покажува дека подвижните PV полиња со сончеви тракери значително ја зголемуваат абсорбираната сончева енергија, а со тоа и генерираната електрична енергија. На слика 6 се групирани снимените P-V криви од подвижниот систем (лево) и фиксираниот (десно).

Слика 6: Споредба на сите *подвижни* и *фиксирани* P-V криви



Очигледно е дека подвижниот систем има помали варијации во споредба со фиксираниот за време на целиот ден. Следствено може да се заклучи дека со користење на подвижни PV полиња квалитетот на генерираната електрична енергија се максимизира (согласно околностите).

5. Ефикасен авто-тракинг систем по две оски

Целта на тракингот е максимирање на абсорбираната соларна радијација преку директна изложеност на PV панелите и преку одржување минимален напад агол со сонцето. Објективен проблем се географската ширина на локацијата која влијае на нападниот агол, како и бројот на сончеви денови во текот на годината. Параметар кој мора да се земе предвид при конципирање на системот е секако и сопствената потрошувачка на погонот и контролерот наспроти генерираната електрична енергија. Секако, значајна вредност при одлуката дали да се напушти фиксната варијанта има и цената на проценетото оптимално решение, односно исплатливоста во разумен рок. Наведените фактори (со импликации наспроти конвертираната енергија) влијаат на изборот на системот за следење.

Генерално системите се *фиксирани* (најчесто со слобода за рачно механичко репозиционирање) или *подвижни*. Подвижните според природата на погонот се делат на *пасивни* (на хемиско-механички погон) и *активни* (на електро-механички погон).

Активните некаде задоволуваат со *еден степен на слобода* (движење само по хоризонтална/вертикална оска, или по поларна аголна координата), а некаде ефикасноста дозволува исплатливост во изведба со *два степена на слобода*. Вообичаено погонот овозможува ротации по обете оски, а разликите се јавуваат во изведбата на сензорскиот дел и алгоритмот кој врз основа на сензориката го пресметува нападниот агол во однос на нормалата према сонцето. Ефикасноста на системот и потрошувачката на погонот и компјутерот влијаат и на фреквенцијата на корекции на позицијата во текот на денот - вообичаено на 1h.

Предложениот ефикасен биаксијален авто-тракер се состои од:

- ефтин LDR базиран сензорски систем
- ефтин PIC базиран вградлив микроконтролер
- погон изведен со два степ-мотори и соодветен драјвер за истите

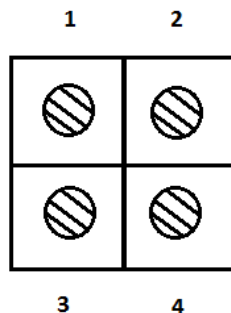
Погонскиот систем за прототипот не е дел од анализата, бидејќи скалиран за реални апликации станува сериозна енергетска ставка со што директно влијае на математиката за ефикасноста и следствено за фреквенцијата на ажурирањето на оптималната позиција.

Микроконтролерот не би трпел никакви измени поврзани со габаритот на PV панелите бидејќи за било кој обем на изведба би ги аквизирал истите сензори и би генерирал исти командни сигнали за актуатори од било кое енергетско ниво.

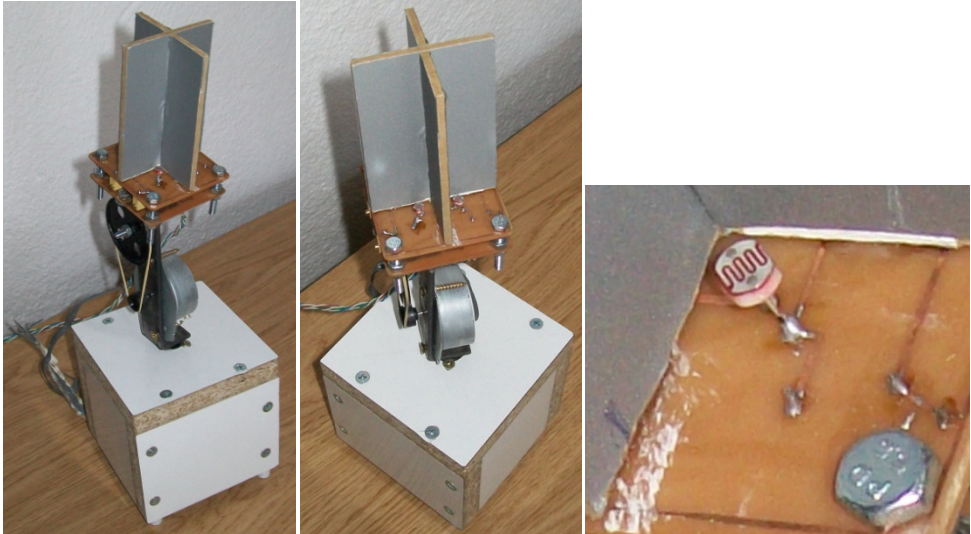
Сензорскиот систем исто така е независен од габаритот на апликацијата. Генерално сензориката може да се реализира *полупроводнички* (фото-транзистори, поскапи) или *отпорнички* (фото-отпорници) - LDR (Light Dependent Resistor).

Предложениот протип (слика 8) се состои од ефтина LDR изведба со четири фото-отпорници во концепциска конфигурација како на слика 7.

Слика 7: 4xLDR сензор (поглед од горе) со нумерирани елементи



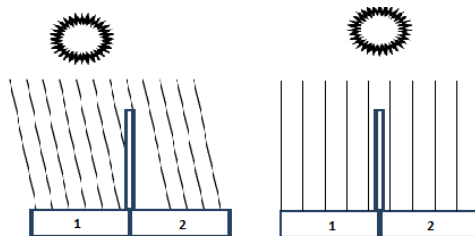
Слика 8: Прототип на сензорот со погонот



Преградите треба да обезбедат минимална побуда во системот, со минимален број побудени LDR. Конфигурацијата од четирите планарно поставени и меѓусебно засенети сензори овозможува прецизно одредување на аголот (azimuth) према хоризонтот и висината (altituda) на сонцето.

Азимутот се пресметува преку поосветлениот пар хоризонтални LDR сензори (1-2 или 3-4). На слика 9 е илустриран принципот на работа.

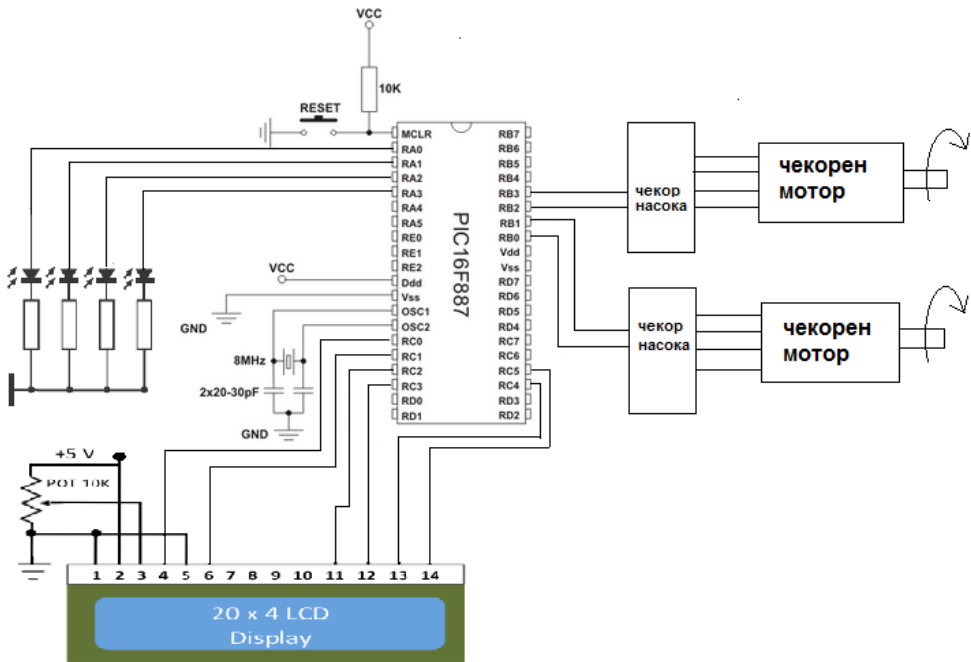
Слика 9: Концепт на движење по оска преку избран пар сензори



Најпобудениот LDR дефинира кој пар ќе биде користи за одредување на азимутот. На слика 9 тоа е парот 1-2. Контролерот треба да го вози погонот во правец на поосветлениот LDR додека побудите на обата не се изедначат. Истиот принцип важи и за одредување на алтитудата со поосветлениот вертикален пар од 1-3 и 2-4.

Алгоритмот имплементиран кај микроконтролерот симултано ги чита четирите A/D конвертори при што сите четири вредности се агрегираат во единствена која уникатно ги одредува отстапувањата по двете оски кои треба погонот да ги анулира.

Слика 10: Шема на организација на микроконтролерот



На сликата е дадена организацијата на микроконтролерот околу процесорот PIC16F887. Ефтин процесор со доволна функционалност за тракинг апликацијата. Тој ги семплира четирите LDR сензори, ги утврдува поповолните парови за пресметување на отстапувањата по хоризонталната и вертикалната оска и генерира коадни секвенци за драјверите на чекорните мотори.

Вообичаена стратегија поврзана со одржување на оптималната ефикасност која бара пофреквентни корекции на ориентацијата наспроти сопствената потрошувачка на контролерот и погонот, е повремено редовно ажурирање (на саат време или слично) согласно утврден оптимум.

Меѓутоа, занемарливата потрошувачка на вакиот едноставен контролер овозможува негов континуиран мониторинг на ситуацијата, при што активација на погонот може да се реализира при проценета корекција на ефикасноста наспроти погонската потрошувачка проценета за предвидената корекција.

6. Заклучок

Согласно прелиминарните согледувања може да се заклучи дека предложениот прототип на соларен тракинг систем има неколку предности:

- можност за одредување и одржување на оптимален однос перформанси/цена, постигнат преку едноставниот механички дизајн и интелигентната управувачка стратегија
- минимизирана сопствена потрошувачка преку брзи и краткотрајни погонски корекции, и занемарлива дисипација на едноставната електроника
- максимизирана продуктивност на PV панелите преку континуирано одржување оптимална ориентација кон сонцето со минимален нападен агол
- можност за синхронизација со други контролери за потребите на оптимално позиционирање на цели PV полиња
- можност за континуиран мониторинг на сите погонски параметри што произлегува од употребата на микропроцесорски контролер, и фина оптимизација на истите

7. Литература

1. L.D. Partain, "Solar Cells and Their Applications", *John Wiley & Sons, New York, 1995*
2. M.R. Patel, "Wind and Solar Power Systems", *CRC Press, 1995*
3. H.Moghbelli and R.Vartanian, "Implementation of the Movable Photovoltaic Array to Increase Output Power of the Solar Cells", *Proceedings of the International Conference on Renewable Energy for Developing Countries, 2006*