

Управление на двуосна соларна следяща система

Пламен Минков, Димо Димов

Abstract: Electricity produced by direct conversion of solar energy is one of the alternatives to energy produced by burning fossil fuels. Energy efficiency of photovoltaic converters is currently relatively low, which leads to high cost of produced electricity by them. The use of solar tracking systems, which maintain optimal conditions for the conversion of solar energy into electrical energy, increases their efficiency, but produces a rise in photovoltaic generator price and draws on its energy. A system for autonomous control of a solar tracking system on a working model is described in this article. DC motors –reducers, used in the System make it cheaper and reduce energy consumption.

Key words: Solar tracking systems, photovoltaic

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на възобновяеми източници на електрическа енергия е алтернатива на произвежданата от изкопаеми горива и е в унисон с политиката на Европейския съюз.

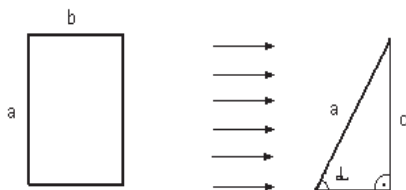
Независимо от огромното разнообразие от възобновяеми източници на енергия, основния източник е слънчевата енергия. Нейното директно преобразуване в електроенергия е най – перспективния метод за оползотворяване. Този метод се осъществява с помощта на фотоволтаични генератори.

Електрическата енергия получена чрез директно преобразуване на слънчевата енергия е една от алтернативите на енергията получавана от изгарянето на изкопаемите горива. Енергийната ефективност на фотоволтаичните преобразуватели в момента е сравнително ниска, което води до висока цена на произвежданата от тях електрическа енергия. Използването на соларни следящи системи, които поддържат оптимални условия за преобразуването на слънчевата енергия в електрическа, повишава ефективността им, но оскъпява фотоволтаичния генератор и консумира част от произвежданата от него енергия. В доклада е описана система за автономно управление на соларна следяща система с действащ прототип. Използваните двигатели – редутори за постоянен ток имат ниска стойност и консумират малко енергия.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Ефективността на фотоволтаичните генератори се определя от ъгъла, под който пада слънчевият поток върху повърхността на фотоволтаичните панели, по две причини [1], [4]:

- при ъгли близки до 90° коефициентът на преобразуване е максимален и намалява при ъгли по-малки от 90° , в различна степен за различните типове фотоволтаични преобразуватели;
- ефективната площ на слънчевия поток намалява при ъгли по-малки от 90° (фиг.1).



фиг.1. Намаляване на ефективната площ

Ефективната площ S_{ef} на фотоволтаичен панел с размери a и b , върху който слънчевият поток, пада под ъгъл $90^\circ \pm \alpha$

$$S_{ef} = a.b.\cos(90^\circ \pm \alpha)$$

(1)

Съотношението на ефективната площ S_{ef} и действителната площ на панела S показва намаляването на генерираната енергията, когато слънчевият поток пада върху панела под ъгъл различен от 90° (таблица 1).

Таблица 1

α , градус	0	15	30	45	60	75	90
S_{ef}/S	1	0,96	0,87	0,71	0,50	0,26	0

Съществуват три основни технически решения в зависимост от ориентация на панелите към слънцето [4].

- без насочване (статични системи);
- с едноосово насочване (само по азимут);
- с двусово насочване (по азимут и деклинация).

Системите с едноосово и двусово насочване са кинематични системи задвижвани от електродвигатели захранвани от електрическата енергия, произвеждана от самите фотоволтаични панели.

При системите с двусово насочване ефективността на фотоволтаичните панели нараства до 30%.

В следствие завъртането на Земята следящата система трябва да се завърта на ъгъл от 1° по азимут за 4 минути [1], [4], [5]. Ъгълът на завъртане по деклинация се определя от наклона на оста на Земята и географската ширина на региона, в който е разположена следящата система. За България максималната височина на слънцето е до 75° през месец юни. В този случай, завъртане на системата с ъгъл 1° по деклинация, се извършва за 4.8 минути.

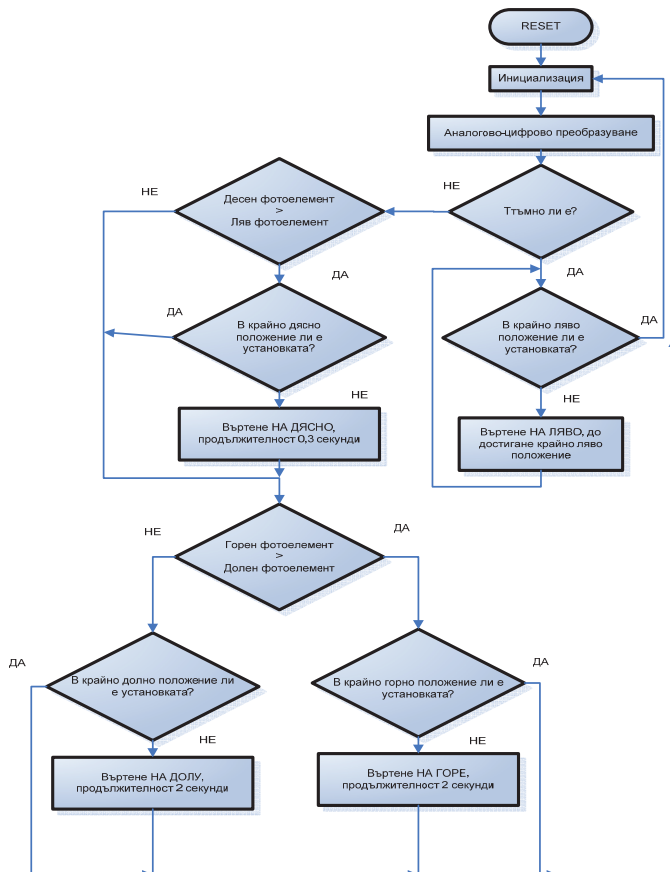
Алгоритъм на управление

Блок – схемата на алгоритъма на управление на системата е отразен на фиг. 2. При всяко включване на захранването се извършва стартиране на програмата, което я прави независима от присъствие на оператора и не е необходимо постоянно наблюдение. Поради същата причина при всеки цикъл се извършва инициализация на микроконтролера, така се избягва натрупването на грешки.

Генерирането на интервали от време е организирано като подпрограми, което разрешава лесна промяна и адаптиране на програмното управление към конкретна соларна следяща система. Заложените интервали от време в алгоритъма осигуряват едноминутен цикъл на управление и завъртане на следящата система на ъгъл от 1° по азимут и деклинация.

Електрическа схема

Схемата за управление (фиг.3) е предназначена за соларна следяща система задвижвана от два двигател – редуктора за постоянен ток с номинални напрежения $U_n \leq 24V$ и номинални мощности $P_n \leq 150W$. Предавателното число на използваните редуктори осигурява честота на въртене $0,1 \text{ min}^{-1}$. Поради голямото предавателно число, въртящият момент е значителен дори при малка мощност на двигателя. Управлението на двигателите е по време. За едно денонощие те работят по – малко

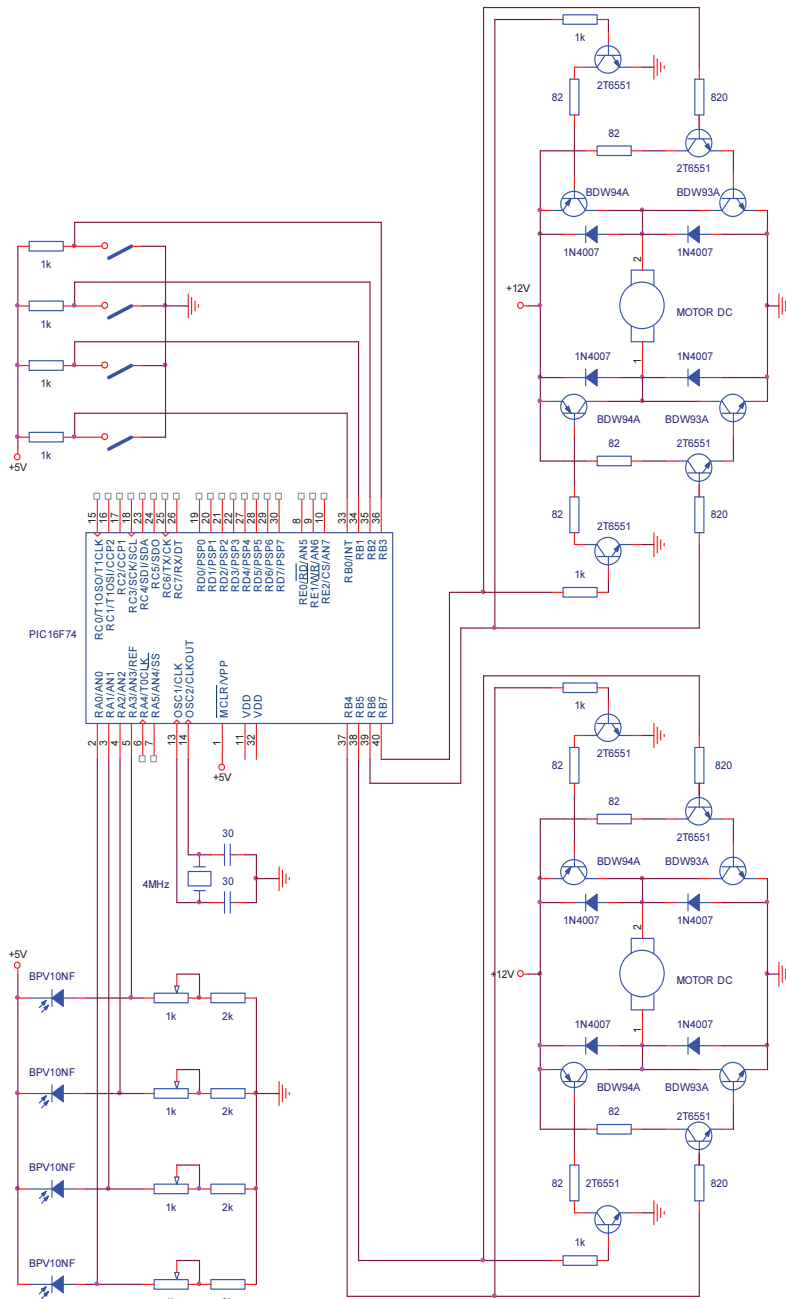


фиг. 2. Блок – схема на алгоритъма на управление

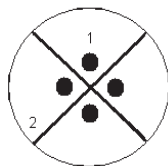
от 15 min, вследствие на което консумираната от тях електрическа енергия е малка.

За управление на задвижващите двигатели се използват 4 крайни изключватели, като 3 от тях са защитни и 1 функционален (служи за позициониране на следящата система на изток през нощта). При завъртане на следящата система и достигане на зададеното положение съответния краен изключвател генерира сигнал към микроконтролера и въртенето в тази посока се забранява.

Фотодатчикът е двукоординатен (фиг.4) и е изпълнен с фотодиоди 1. Междинните прегради 2 предизвиква засенчване на единия от двойката фотодиоди и намалява генерирания от него фототок. Направените експериментални измервания на генерираните напрежения в схемата на фотодатчика при ниска степен на осветеност (облачно небе) разликата в напреженията между двойката фотодиоди е $(0,2 \div 0,3) V$ при ъгъл 1° отклонение от перпендикуляра на слънчевия поток. При аналогово-цифровото преобразуване извършвано в микроконтролера на тези напрежения стъпката на преобразуване е $0,02 V$. Микроконтролерът реагира при отклонения по-малки от 1° . Горизонталната двойка фотодиоди отчита отклонението по азимут, а вертикалната – по деклинация.



Фиг.3. Електрическа схема на управление



фиг.4. Фотодатчик – преден панел

Въртенето на двигателите в двете посоки се осъществява от отделни еднотипни електронни комутатори (фиг.2), осъществени по мостова схема.

Програмното управление се осъществява от микроконтролер PIC 16F74. Той измерва генерираните от фотодатчика напрежения, извършва аналогово – цифрово преобразуване и сравнение. В зависимост от резултата от сравнението, микроконтролерът генерира управляващ сигнал към един от входовете на съответния електронен комутатор за коригиране на ъгъла на падане на слънчевия поток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложено в доклада схемно решение за управление на соларна следяща система е автономно и осигурява следене на слънцето с минимална грешка. То води до намаляване на консумираната от следящата система енергия и повишаване на енергийната ефективност на фотоволтаичните преобразуватели.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Алкатири Ф., Н. Михайлов, И. Евстатиев, Критерии за оценка местостоеенето на Слънцето при следяща система за фотоволтаично преобразуване. “Съвременни тенденции в развитието на компютърните и комуникационни техники и технологии“, Научна конференция с международно участие. Висше училище – Колеж „Телематика“, Стара Загора. 24-25 ноември 2007.

[2] Алкатири Ф., Н. Михайлов, Н. Евстатиева. Алгоритъм за работа на електронна система за автоматично насочване на фотоволтаичен панел. Научни трудове на Русенския университет „Ангел Кънчев“ - 2009, том 48, серия 3.1, стр.41-44.

[3] Василев, Ц., А. Смрикаров, Едночипов микроконтролер PIC 16C74. Русе: РУ “Ангел Кънчев”1997

[4] Младенчева, Райна. Фотоволтаични генератори. София: Ековат технологии, 2007

[5] Николов, Н., М. Калинкова. Астрономия. София: “Св. Климент Охридски”, 1998

[6] www.microchip.com

[7] www.ecowat.eu

За контакти:

Доц. д-р инж. Димо Н. Димов – директор на Филиала на Русенски университет “Ангел Кънчев”. тел.:0888438158, e-mail: dnd@ru.acad.bg

Гл. ас. инж. Пламен Г. Минков - Филиала на Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 0887041198, e-mail: pmg@fs.ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.