

# ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ

Ногай А.С.<sup>1</sup>, Ящук В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ногай Адольф Сергеевич - доктор физико-математических наук;

<sup>2</sup>Ящук Валерий Валерьевич – магистрант,

кафедра радиотехники, электроники и телекоммуникации, энергетический факультет,

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,

г. Астана, Республика Казахстан

**Аннотация:** в данной статье рассмотрена возможность использования повышения КПД солнечных фотоэлементов за счет усовершенствования системы слежения за солнцем. В работе предлагается более эффективная автоматическая система слежения за солнцем, чем используемые в данный момент автоматические установки.

**Ключевые слова:** солнечная батарея, солнечные фотоэлементы питания, система слежения, одноосевая панель фотоэлементов, двухосевая панель фотоэлементов.

УДК 654.1

## Введение

В Казахстане уделяется большое внимание использованию возобновляемых источников энергии. Последние достижения в этой области были продемонстрированы на выставке “EXPO-2017” в Астане. К наиболее перспективному и чисто экологическому источнику энергии следует отнести источник солнечной энергии, так как имеется возможность обеспечить электроэнергией в Казахстане отдаленные и труднодоступные районы, что весьма важно для развития экономики этих районов, а также обеспечить, существенное снижение выбросов золы, оксидов серы и азота в атмосферу больших городов, имеющих мощные электростанции. Поэтому модернизация существующих солнечных станций является важной и необходимой задачей в скорейшем росте их использовании. Солнечная энергетика позволит обеспечить электроэнергией многие производства Казахстана и частично удовлетворить спрос населения на электроэнергию. Одним из основных элементов солнечной фотоэлектрической станции является фотоэлектрический модуль, который производится ТОО «Astana Solar» - дочернее предприятие «Национальной атомной компании «Казатомпром» - мирового лидера по добыче урана, реализующего проект «Создание производства фотоэлектрических модулей на основе казахстанского кремния «KazPV». Важным элементом солнечной фотоэлектрической станции является автоматическая система слежения.

Система слежения солнечной фотоэлектрической панели - это потребитель электроэнергии. Вопрос повышения коэффициента полезного действия автоматической системы слежения, а также уменьшения потерь при преобразовании энергии более чем актуален. Решение этой проблемы заключается в снижении потерь в звене следящего электропривода, а также точном наведении фотоэлектрической панели с целью обеспечения полного приема энергии солнца. Достижение точности наведения фотоэлектрической панели следящим электроприводом на прямые лучи солнца осуществляется системой автоматического управления электропривода. Для снижения потерь системы слежения фотоэлектрической панели эта система управления должна обеспечить малую чувствительность электропривода к внешним воздействиям. В связи с этим разработка более усовершенствованной системы управления автоматического слежения солнечной фотоэлектрической панели является актуальной.

## Солнечные панели питания

Солнечные фото-преобразовательные панели на основе кремния составляют на сегодняшний день порядка 85% всех выпускаемых солнечных панелей. Мы будем использовать Казахстанский кремний высокого качества. Сертификат соответствия нормам: IEC61215, IEC61730-1, IEC61730-2 от сертифицирующей европейской организации "Certisolis". В результате, коэффициент фотоэлектрического преобразования данных панелей будет составлять 15-20%.

Различают два основных типа кремниевых солнечных панелей:

– на основе монокристаллического кремния (crystalline-Si, c-Si);

– на основе мульти-кристаллического (multicrystalline-Si, mc-Si) или поликристаллического.

В случае монокристаллического кремния используется высококачественный кремний, выращенный по методу Я. Чохральского, который является стандартным методом для получения кремниевых пластин-заготовок для производства микропроцессоров и микросхем. Эффективность солнечных панелей питания, изготовленных из монокристаллического кремния, составляет обычно 15-20%.

Для производства солнечных фотоэлементов используется более доступный кремний – мульти-кристаллический, произведенный по методу направленной кристаллизации. Получаемые в результате

кремниевые пластины состоят из множества мелких разнонаправленных кристаллитов (типичные размеры 1-10 мм), разделенных границами зерен. Подобные неидеальности кристаллической структуры (дефекты) приводят к снижению эффективности фотоэлементов.

#### Фотоэлектрический датчик

В системе автоматического слежения использованы фоторезисторы - полупроводниковый элемент, изменяющий величину своего сопротивления при облучении светом.

Фоторезисторы на основе сульфида кадмия - ФСК-Г7. Фоторезисторы ФСК-Г7 предназначены для применения в качестве приемников и датчиков оптического излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и телемеханики, счетно-измерительных и экспонетрических приборов. Могут использоваться в цепях постоянного, переменного и импульсного токов. Выпускаются в герметичном металлоглазном корпусе.

#### Автоматическая система слежения

В автоматической системе слежения использованы датчики на основе фоторезисторов с внешним фотоэффектом для более чувствительной корректировки панели относительно прямо-перпендикулярно солнечному свету. Автоматическое управление панели осуществляется за счет аппаратной платформы Arduino Mega на микроконтроллере ATmega2560 (рисунок 1).

С данным контролером управления можно с помощью программного кода прописать чувствительность датчиков, угол начала и конец поворота панели относительно Солнца с минимальными потерями энергии.

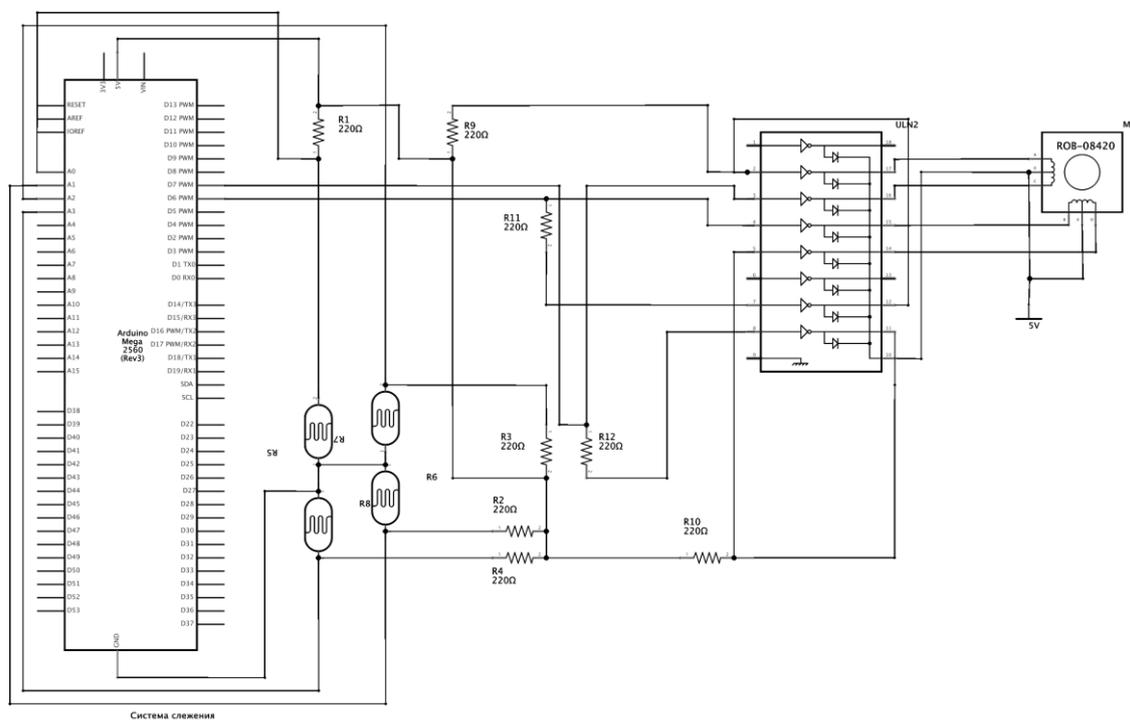


Рис. 1. Схема автоматической системы слежения

За алгоритм управления отвечает инвертор ULN2803A включения и выключения двигателей (рисунок 2).

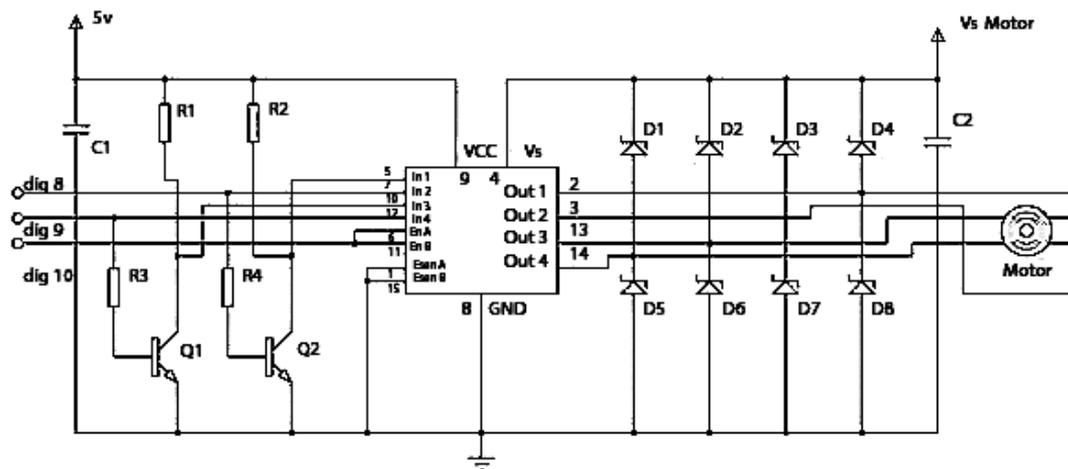


Рис. 2. Схема с использованием инвертора ULN2803A

Двигатель вращается под управлением Arduino mega 2650 и получаемых данных фотоэлектрических датчиков только в том случае, если разность света больше определенного порогового значения [2], и он будет останавливаться только в том случае, если разница в освещенности ниже определенного значения.

Шаговые двигатели - эффективный режим удержания поворотной оси, когда вал фиксируется в положении совершенно неподвижно, высокой скорости не требуется. Сервопривод в таких условиях будет совершать микроколебания, что нежелательно. Аналогично, если двигатель планируется к установке на поворотную ось, где требуется медленное вращение, и после каждого углового шага следует серия движений шпинделя вдоль заготовки - шаговый двигатель лучше справится с удержанием.

Расширенные возможности открытого программного кода Arduino mega 2650 позволяет добавить корректировки в коде слежение за положением солнца с помощью GPS, даже в пасмурную погоду. Использование различных сенсоров таких как анемометр – для измерения скорости ветра, барометр - определять атмосферное давление и температуру, гироскоп - определение собственной угловой скорости, датчик влажности и т.д для эффективной работы данной установки. Все возможные корректировки изменения можно разместить на заменяемое флеш устройство. Использование Arduino Mega на микроконтроллере ATmega2560 возможно использовать даже на пробных стендах в университетах или лабораториях.

#### Заключение

Рассмотрены и разработаны методы повышения коэффициента полезного действия солнечных фотоэлементов за счет систем слежения и использования более точных датчиков и сенсоров. Применение исходного кода для корректировки оборудования на этапе исследования с последующим применением готового продукта для установки системы слежения за солнцем.

Повышение коэффициента полезного действия солнечных фотоэлементов с помощью систем слежения достигнуто с использованием:

- солнечных панелей поликристаллические типов фотоэлектрических ячеек;
- фотоэлектрических датчиков высокой чувствительности;
- автоматической системы слежения за счет программируемого микроконтроллера;
- уменьшение потери энергии за счет использования анодированного алюминиевого сплава состоящего в материале рамок фотоэлектрической панели.

#### Список литературы

1. *Кашикаров А.П.* Фото- и термодатчики в электронных схемах. Альтекс, 2004. 220 стр.
2. *Мухамедьяров Р.Д., Стук В.И., Блинов О.Ю., Жуков В.Н., Китаев Г.А.* Установка для измерения пороговых параметров фотоприемников. Приборы и техника эксперимента, 1976. № 6. С. 234.
3. *Monk Simon.* Programming Arduino Next Steps: Going Further with Sketches, 2017. 272 с.
4. *Харченко Н.В.* «Индивидуальные солнечные установки». Изд. Энергоатомиздат. Москва, 1991. 208 с.
5. *Глиберман А.Я., Зайцева А.К.* Кремниевые солнечные батареи. Государственное энергетическое издательство. Москва-Ленинград, 1961. 72 с.
6. *Volker Quaschnig.* «Understanding Renewable Energy Systems». Изд. Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2005, 406 с.
7. *Gevorkian P.* Alternative Energy Systems in Building Design. McGraw-Hill, 2010. 545 с.