

СОЛАРНА СТАНИЦА СА МОГУЋНОШЋУ БЕЛЕЖЕЊА И ПРИКАЗИВАЊА ПОДАТАКА

SOLAR STATION WITH THE ABILITY TO RECORD AND DISPLAY DATA

Константин Савић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У овом раду дизајнирана је, произведена и оспособљена макета уређаја за даљински надзор рада соларног панела и временских услова у којима се уређај налази. Целокупан систем је тестиран и пуштен у рад, на основу чега су изведени закључци о функционалности уређаја.

Кључне речи: Соларна станица, визуализација, даљинско надгледање и управљање, самоодрживост.

Abstract – In this work a model of a device for remote monitoring of a solar panel's performance and the surrounding weather conditions was designed, developed and brought to full functionality. The entire system was tested and successfully implemented, leading to conclusions about devices's overall functionality.

Keywords: Solar station, visualization, remote monitoring and control, self-sustainability.

1. Увод

Модерно доба дефинисано је брзим технолошким развојем и константним порастом енергетских потреба. Велике количине фосилних горива се и даље сагоревају како би се остварила производња довољно електричне енергије за све већи број електричних система и уређаја. Развој чистијих и обновљивих извора енергије је у великом замаху и све више техничке мисли се окреће у смеру истраживања и развоја на том пољу.

У Републици Србији је удео обновљивих извора енергије око 30% укупне годишње производње од чега највећи део потиче из система хидроелектрана које производе 26% док ветроелектране, соларне фарме и други обновљиви извори заједно остварују скромних 4% према званичним подацима Електропривреде Србије за 2023. годину [1].

Овај рад се односи на макету уређаја који потенцијално може помоћи корисницима заинтересованим за уградњу соларних панела. Дизајниран је са идејом постављања на локацију која је у разматрању за инсталацију соларног система где ће прикупљати податке о временским условима и дневној производњи

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Гордана Остојић, редовна професорка. на свом панелу. На основу добијених података може се извести едукована процена количине енергије која се

може произвести на датој локацији одакле се могу извести закључци о исплативости инвестиције.

2. Функционалност система

Уређај поседује могућност даљинског читавања прикупљених података као и активирања уграђених актуатора преко мобилне апликације. Као такав се уклапа у концепт под називом Интернет ствари (Internet of Things – IoT) који подразумева повезивање из свакодневне употребе на интернет омогућавајући им међусобну комуникацију и размену података. Тиме се може повећати ефикасност у раду, уштеда енергије и значајно побољшати корисничко искуство.

Специјално дизајнирана апликација путем WiFi мреже прима делимично обрађене податке са соларне станице и приказује их у форми бројевних вредности као и кроз креирани график. Додатна функционалност макете се огледа у систему брисача који се активирају у случају детектованих падавина или ручно путем апликације како би се обезбедила чиста површина соларног панела.

Соларна станица има могућност мерења напона на панелу што представља врло битну информацију у праћењу перформанси. Затим се врши мерење температуре и влажности како би се приказао утицај тих величина на производњу електричне енергије. Детектор падавина својим одзивом уноси још један фактор у разматрање и у исто време покреће секвенцу рада брисача. Брисачи су распоређени тако да покривају максималну могућу површину соларног панела. Покрећу се помоћу два серво мотора како би се омогућило адекватно управљање и позиционирање брисачких метлица. На слици 1 је приказана макета.



Слика 1. Приказ макете

3. Компоненте система

Систем је дизајниран тако да се већина његових саставних елемената састоји из готових електронских и електромеханичких модула како би се убрзао рад и поједноставила израда. Поред стандардних компонената коришћена је метода 3D штампе за

израду специфичних механичких делова и везивних елемената.

3.1 Микроконтролер

Коришћен је микроконтролер XIAO ESP32S3 који се одликује одличним софтверским могућностима упркос димензијама од само 21x17,5 mm. Поседује уграђене Bluetooth и WiFi модуле што значајно олакшава остваривање бежичне комуникације. Компактан дизајн и мале димензије уз могућност екстерног напајања преко литијумске батерије за коју има имплементиран систем управљања чини га одличним за пројекте овог типа. Снажан процесор Xtensa 32-bit LX7 са два језгра и фреквенције 240 Hz омогућава контролеру брзо извршавање више задатака одједном. Аналогно дигитални конвертор је дванаестобитан што даје резолуцију од 4095 која је погодна за прецизно читавање аналогне вредности напона са сензора [2]. На слици 2 приказан је изглед микроконтролера.



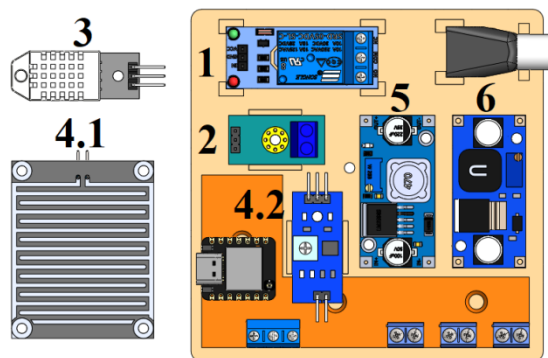
Слика 2. Микроконтролер XIAO ESP32S3

3.2 Соларни панел

Основа система јесте монокристални соларни панел снаге 30 W и номиналног напона од 24 V. Мерење напона са панела представља основни податак у праћењу рада станице јер представља директан показатељ количине енергије која се може произвести на локацији на којој је уређај постављен. Енергија која се производи за време рада станице тј. довољне осветљености панела чува се у батеријском паковању и користи за напајање контролних јединица уређаја као и свих уграђених сензора и актуатора чиме се остварује потпуна самоодрживост система.

3.3 Сензори

Као што је већ напоменуто, један од најважнијих података од интереса јесте напон на панелу. Сензор напона изведен је као напонски разделник са прецизним отпорницима. Очитавање аналогне вредности напона на пину контролера на који је повезан и израчунавање на основу једначине напонског разделника дају бројевну вредност која се приказује на екрану за читавање и на временском графику [3]. Пре узимања вредности напона на панелу, применом релејног модула врши се одвајање панела од батеријског система како променљиво оптерећење приликом пуњења не би утицало на мерења. На слици 3 и позицији 1 налази се релејни модул док се на позицији 2 налази модел напонског сензора.



Слика 3. Електронски модули

За мерење температуре и влажности ваздуха користи се сензор ознаке DHT22. Као сензорски елемент за мерење температуре користи се термистор тј. отпорник чија се отпорност мења са температуром. Отпорност се потом конвертује у степене Целзијуса и шаље на контролер. Капацитивни сензор се користи за мерење влажности, променљива капацитивност се читава, конвертује у проценти и као таква користи за читавање. Сензорски модул поседује аналогно дигитални конвертор као и комуникациони интерфејс преко кога остварује комуникацију са контролером. Заштитно кућиште омогућава адекватан проток ваздуха за мерење док истовремено чува компоненте од оштећења [4]. Сензор је уграђен иза соларног панела како би био заштићен од директне сунчеве светлости. На слици 3 се може видети изглед сензорског модула на позицији 3.

Присуство падавина се детектује помоћу сензорске плочице и модула за конверзију и компарацију. Сензорска плочица пресвучена је слојем никла у форми две електроде изведене као одвојени водови (слика 3, позиција 4.1). Модул читава отпорност са плочице и пореди га са унапред подешеном вредношћу (слика 3, позиција 4.2). У случају падавина отпорност на плочици се значајно смањује што изазива наглу промену вредности на компаратору који на контролер шаље одговарајући сигнал [3]. Присуство падавина је поред податка који се читава важно и као управљачки сигнал за укључивање секвенце брисања површине панела. Сензорска плочица монтирана је изнад соларног панела паралелно са његовом површином како би била изложена истим временским утицајима као и он.

3.4 Актуатори

Обзиром да је уређај предвиђен за рад на отвореном простору неминовно је да се површина соларног панела задрља честицама прашине и других нечистоћа из околине. Због тога је систем опремљен брисачима који имају улогу да периодично очисте што већи део површине панела како би услови за читавања били што сличнији. За покретање система брисача користе се два серво мотора TD-8120MG који се одликују добром прецизношћу, једноставним управљањем, одличним односом снаге и димензија као и приступачном ценом. Мотори су водоотпорни што их чини адекватним за употребу у систему изложеном променљивим временским приликама [5]. На слици 4

приказан је серво мотор са брисачем уграђен на конструкцију уређаја.

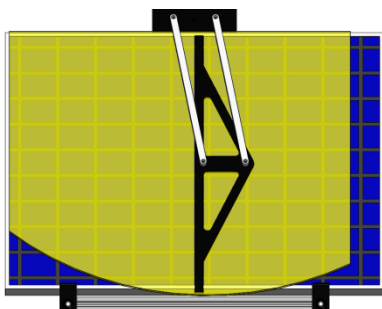


Слика 4. Серво мотор на конструкцији

3.5 Брисачи

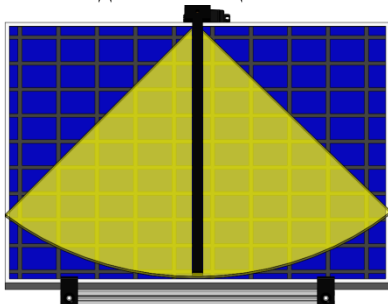
Систем брисача се састоји од две брисачке метлице који се покрећу поменутиим серво моторима. Разматрано је неколико варијанти и механизма како би се постигли оптимални резултати.

Прво је разматран систем пантографа који се често користи за брисање већих правоугаоних површина као што су ветробрани камиона, аутобуса и слично. Одбачен је као механички комплексан и услед немогућности потпуног уклањања метлице са површине панела што како би се постигла максимална отвореност. На слици 5 приказан је модел овог система (жутом бојом је означена површина коју захвата метлица при брисању).



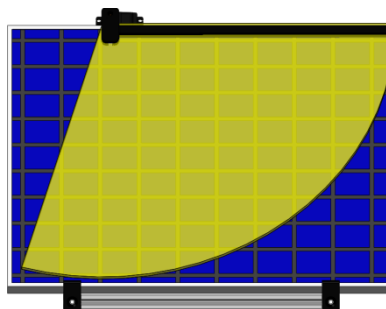
Слика 5. Систем пантографа, 3D модел

Затим су разматрани једноставни механизми са једном метлицом на средини и благо померен у страну панела. Метлица на средини је најједноставнија и најлакше изводљива али је површина брисања најмања што се може видети на слици 6.



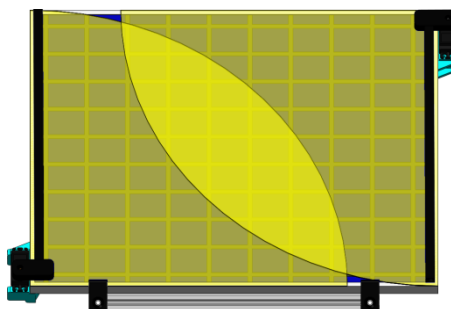
Слика 6. Систем са једном метлицом, 3D модел

Позиција метлице померена према једној бочној страни панела даје нешто боље али и даље недовољно добре резултате. На слици 7 приказан је и тај систем.



Слика 7. Систем са помереном метлицом, 3D модел

Две брисачке метлице су, и поред неопходности два мотора за реализацију, најбоље решење у погледу поузданости механизма и покривености површине панела, што је приказано на слици 8.



Слика 8. Систем са две метлице, 3D модел

3.5 Систем за напајање

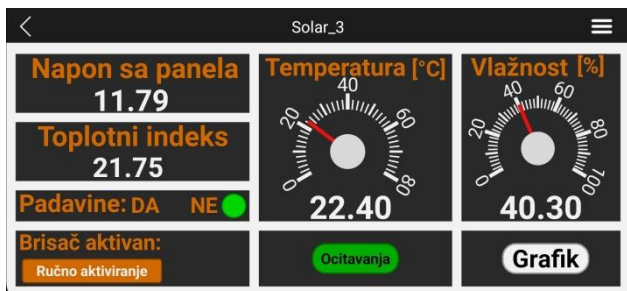
Енергија коју панел производи чува се у батеријском паковању и користи за напајање система током рада и у условима слабе осветљености. Основу батеријског паковања чине четири литијумске батерије 18650 повезане на ред како би се обезбедио довољан радни напон. Систем за контролу (BMS) обезбеђује правилно пуњење и пражњење батеријских ћелија чиме продужава њихов животни век. Још једна битна особина система за контролу јесте заштита од кратког споја и термалног оптерећења које би довело до нестабилности батеријских ћелија и представљало опасност од пожара. У уређају се налази и један подизач напона (CN6009) чија је улога да напон са панела одржава на 15 V како би се остварило допуњавање батерија, приказан је на слици 3, позиција 6. Спуштач напона (LM2596) повезан је на батеријско паковање чији напон спушта на 5 V који је неопходан за рад контролера и сензора. На слици 9 приказано је батеријско паковање.



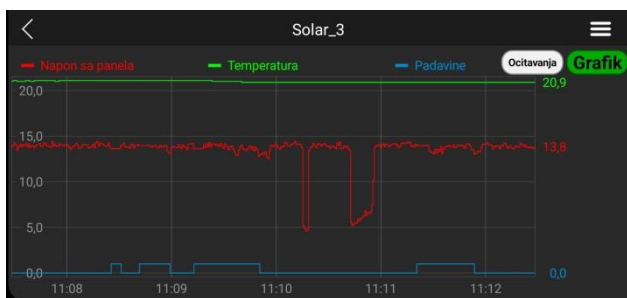
Слика 9. Батеријско паковање

4. Мобилна апликација

Интерфејс за даљинско надгледање и управљање реализован је коришћењем софтверског алата RemoteXY. Креирана су два екрана од којих први приказује вредности свих мерених величина, омогућава ручно активирање секвенце брисања панела и приказује статус активности брисача. Други екран садржи график који приказује промену напона са панела и температуре као и присуство падавина у изабраном временском интервалу. Оба екрана су дизајнирана према стандардним димензијама мобилних уређаја (9x20) у две оријентације, вертикалној и хоризонталној како би се омогућила што боља прегледност. Динамичке компоненте на екранима, мерни инструменти, бројевне вредности и светлосни индикатори софтверски су повезани са одговарајућим сензорима и актуаторима како би приказивали вредности у реалном времену. Оба екрана опремљена су виртуелним тастерима којима се омогућава прелазак са једног на други и обрнуто. На сликама 10 и 11 приказани су екрани у хоризонталној оријентацији приликом тестирања у реалним условима.



Слика 10. Екран са очитавањима



Слика 11. Екран са графиком

5. Закључак и правци даљег истраживања

Током тестирања уређаја у реалним условима утврђена је исправност алгоритама аквизиције и обраде података, њихово слање бежичним путем и приказ на предвиђени начин. Брисачки систем ефективно извршава своју функцију у случају детекције падавина или ручног активирања из апликације. WiFi мрежа је стабилна и преноси податке како је планирано. График правилно приказује вредности променљивих од интереса у изабраним временским интервалима.

Даље истраживање и развој се може наставити у два смера, хардверском и софтверском.

Софтверски се систем може унапредити реконфигурацијом програмског кода тако да се прикупљени подаци шаљу и чувају у бази података. База се може релативно лако креирати употребом неког од познатих алата као што су MySQL, PostgreSQL, Caspio и слично. Ова промена би унапредила систем могућношћу повезивања и очитавања података са било које локације на којој је доступна интернет мрежа.

Хардверска измена система би се огледала у замени релејног модула неком другом врстом прекидачког елемента без покретних делова као што је транзистор или мосфет. Релејни модул представља компоненту најподложнију отказу услед постојања покретног прекидачког елемента са релативно великом учестаношћу рада. Даљи развој хардвера био би у смеру дизајнирања и производње штампане плочице која би објединила микроконтролер, стабилизаторе напона и остале компоненте које су сада искоришћене као готови модули. Тренутна носећа конструкција дизајнирана је и израђена за макету уређаја, у случају реалне примене било би неопходно извршити измене у погледу носивости и водоотпорности кутије за електронске компоненте.

6. Литература

- [1] Е. Србије. [На мрежи]. Available: <https://www.eps.rs/lat/Poslovanje-EE/Stranice/Proizvodnja-elen.aspx>. [Последњи приступ 20 8 2024].
- [2] „Seed Studio,“ [На мрежи]. Available: https://wiki.seeedstudio.com/xiao_esp32s3_getting_started/. [Последњи приступ 15 08 2024].
- [3] L. M. Engineers. [На мрежи]. Available: https://lastminuteengineers.com/rain-sensor-arduino-tutorial/?utm_content=cmp-true. [Последњи приступ 28 07 2024].
- [4] Waveshare. [На мрежи]. Available: https://www.waveshare.com/wiki/DHT22_Temperature-Humidity_Sensor. [Последњи приступ 29 07 2024].
- [5] S. Founder. [На мрежи]. Available: https://cnc1.lv/PDF%20FILES/TD-8120MG_Digital_Servo.pdf. [Последњи приступ 08 09 2024].

Кратка биографија



Константин Савић рођен је у Пожеги 2000. год. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области роботике и аутоматизације – Примена алгорита за оптимално слагање кутија роботском руком на регалној дизалици одбранио је 2023. год.

Контакт: kostasavic00@gmail.com