SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**

ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ÚŽITKOVÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

9167

(21) Číslo prihlášky: **44-2020**
(22) Dátum podania prihlášky: **1. 4. 2020**
(31) Číslo prioritnej prihlášky:
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky:
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority:
(43) Dátum zverejnenia prihlášky: **13. 1. 2021**
Vestník ÚPV SR č.: **01/2021**
(45) Dátum oznámenia o zápise úžitkového vzoru: **26. 5. 2021**
Vestník ÚPV SR č.: **10/2021**
(47) Dátum zápisu a sprístupnenia úžitkového vzoru verejnosti: **5. 5. 2021**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej patentovej prihlášky v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(13) Druh dokumentu: **Y1**

(51) Int. Cl. (2021.01):

G01W 1/00

(73) Majiteľ: **Žilinská univerzita v Žiline, Žilina, SK;**

(72) Pôvodca: **Hudec Róbert, prof. Ing., PhD., Žilina, SK;**
Matúška Slavomír, Ing., PhD., Žilina, SK;
Radilová Martina, Ing., PhD., Žilina, SK;
Šinko Martin, Ing., Žilina, SK;
Sýkora Peter, Ing., PhD., Kysucké Nové Mesto, SK;
Kamencay Patrik, Ing., PhD., Žilina, SK;
Benčo Miroslav, Ing., PhD., Vyšný Žipov, SK;

(54) Názov: **Pokročilá IoT meteostanica**

(57) Anotácia:
Pokročilá IoT meteostanica využívajúca koncept Internet of things na krátkodobú predpoveď výkonu fotovoltickej elektrárne pozostáva z piatich subsystémov, a to z jadra, senzorového subsystému, komunikačného subsystému, podporného subsystému a napájacieho subsystému. Opísaná pokročilá IoT meteostanica je špecifická možnosťou poskytnutia dostatočnej rezervy na budúce rozširovanie pokročilej IoT meteostanice o ďalšie senzory, prípadne subsystémy, a tým zabezpečenie znalosti vývoja výroby elektrickej energie v lokálnych zdrojoch, a teda aj vo fotovoltických elektrárňach, čo môže výrazným spôsobom pomôcť pri riadení spotreby elektrickej energie.

SK 9167 Y1

Oblasť techniky

Technické riešenie sa týka návrhu pokročilej Internet of things (IoT) meteostanice na krátkodobú predpoveď výkonu fotovoltickej elektrárne (FVE). Technické riešenie patrí do oblasti elektrotechnika, meteorológia.

Doterajší stav techniky

V posledných rokoch sa s rastúcim rozvojom fotovoltiky zvyšuje potreba presnej predpovede počasia s cieľom efektívne využiť solárnu energiu na výrobu elektriny vo fotovoltických elektrárňach (FVE) bez ohrozenia stability elektrizačnej sústavy. Kľúčovým faktorom výroby elektrickej energie pomocou FVE je slnečné žiarenie. Slnečné žiarenie prijaté pomocou FVE je závislé od aktuálneho počasia, najmä od množstva a typu mračien. Ďalšími dôležitými faktormi výroby elektrickej energie pomocou FVE sú poveternostné podmienky a predovšetkým teplota.

Pri zamračenej oblohe výrazne klesá presnosť predpovede počasia v dôsledku fluktuácie slnečného žiarenia spôsobeného pohybom mračien. V posledných rokoch sa viacero výskumných kolektívov zameralo na výskum veľmi krátkodobej predikcie počasia na základe analýzy pohybu mračien. Väčšina týchto prognostických teórií je založená na predpoklade, že pohyb všetkých mračien je v priebehu časového horizontu predpovede počasia lineárny. Ale pohyb a evolúcia mračien je veľmi zložitý a premenlivý proces, na ktorý vplýva mnoho faktorov. Aby bolo možné dosiahnuť zlepšenie presnosti predpovede počasia, je potrebné lepšie rozpoznávať jeho aktuálny stav a efektívne analyzovať typ mračien a ich pohyb či evolúciu. Na väčšie využitie a začlenenie FVE do elektrizačnej sústavy, či už v podobe samostatne stojacich elektrární, alebo ako súčasť veľkých administratívnych, resp. novovznikajúcich inteligentných budov, je dôležité vyriešiť otázku predpovedania výkonu týchto zdrojov pre rôzne dlhé časové horizonty. Predovšetkým krátke časové intervaly predikcie výkonu vyrábaného vo FVE sa ukazujú ako kritické z hľadiska efektívneho a najmä bezpečného riadenia prepojenej Európskej elektrizačnej sústavy. Dôvodom je neustále narastajúci a v súčasnosti už aj tak vysoký podiel FVE na pokrývaní denného diagramu zaťaženia. FVE totiž patria medzi zdroje s vysokou volatilitou výroby, čo začína mať nepriaznivý dopad na schopnosť elektrizačnej sústavy poskytovať regulačnú elektrinu na zabezpečenie normou definovanej hodnoty frekvencie (znižuje sa počet klasických rotačných zdrojov poskytujúcich prirodzenú zotrvačnosť elektroenergetického systému).

Automatické prístroje na určovanie miery oblačnosti už existujú, ale nie sú ešte bežne rozšírené. Údaje, ktoré poskytujú meteorologické stanice, napríklad na mapách s aktuálnym stavom počasia, sú zväčša určené priamo meteorológmi na meteorologických staniciach. Miera oblačnosti sa udáva v desatinách (prípadne osminách) pokrytia oblohy, kde 0/10 alebo 0/8 vyjadruje bezoblačnú oblohu a 10/10, prípadne 8/8 úplne zamračenú oblohu. Táto hodnota sa určuje odhadom a nemusí byť presná. Presnosť odhadu skúseného meteorológa na praktické účely postačuje.

Jedným zo základných pilierov efektívnej a systematickej veľmi krátkodobej predpovede počasia je klasifikácia jednotlivých typov mračien. Svetová meteorologická organizácia (World Meteorological Organization – WMO) rozdeľuje jednotlivé typy mračien do troch úrovní a desiatich tried podľa tvaru, objemu, hrúbky a výšky mračien. Najpoužívanejším spôsobom určovania miery oblačnosti je použitie satelitných snímok z meteorologických vesmírnych družíc. Napríklad družica Landsat-7 agentúry NASA využíva algoritmus Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA). Tento spôsob však nie je aplikovateľný pre potreby meteorologických staníc, keďže tie potrebujú informácie pre rozličné miesta aktualizovať mnohokrát denne. Obežné dráhy satelitov však poskytovanie informácií v takých častých časových intervaloch neumožňujú.

Miera oblačnosti je meteorologická veličina, ktorá sa, ako jedna z mála, ešte aj v súčasnosti zvyčajne určuje ľudským pozorovaním. Ale, existujú už prístroje, ktoré ju dokážu určiť autonómne. Príkladom je Total Sky Imager od spoločnosti Yankee environmental systems. Pozostáva z hemisférického zrkadla ošetreného vrstvou blokujúcou priame slnečné svetlo a kamery, ktorá je namierená smerom na toto zrkadlo. Kamera sníma 360° obraz oblohy odrazený od zrkadla. Prístroj je plne automatický a obsahuje implementáciu algoritmu na odlíšenie mrakov od oblohy, vďaka ktorému dokáže presne vypočítať mieru oblačnosti na danom mieste. Tento algoritmus je založený na prahovaní pomeru červenej a modrej farby každého pixelu – pixel s hodnotou tohto pomeru nižšou, než je prah, je označený za oblohu a naopak, pixel s hodnotou vyššou ako prah, je označený ako mrak. Prah je dynamický a závisí od relatívnej polohy aktuálne skúmaného pixelu a slnka.

Ale tieto komerčné riešenia, ktorých výstupom je miera oblačnosti, neposkytujú dostatočné informácie na presnú veľmi krátkodobú predpoveď počasia.

Podstata technického riešenia

Uvedené nedostatky odstraňuje predkladané technické riešenie, ktoré nahrádza a doplňuje existujúce meteostanice o systém na krátkodobú predpoveď výkonu fotovoltickej elektrárne, ktorá je založená na využívaní údajov a dát získavaných v mieste inštalácie elektrárne a v rámci systému je doplnená sémantická analýza oblohy, ktorá zahŕňa sledovanie pohybu a evolúcie mračien, klasifikáciu typu mračien, lokálny odhad tranzmisivity slnečného žiarenia a pod. Taktiež sa analyzujú ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú výslednú intenzitu dopadajúceho slnečného žiarenia, akými sú napríklad prízemná hmla a mestský smog. Navrhnutý systém sa skladá z 5 subsystémov, a to z jadra, senzorového subsystému, komunikačného subsystému, podporného subsystému a napájacieho subsystému. Navrhované zariadenie je špecifické možnosťou poskytnutia dostatočnej rezervy na budúce rozširovanie pokročilej IoT meteostanice o ďalšie senzory, prípadne subsystémy.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Na obrázku 1 je zobrazený schematický nákres riešenia pokročilej IoT meteostanice s umiestnením jadra, senzorového subsystému, komunikačného subsystému, podporného subsystému a napájacieho subsystému. Tiež je zobrazený smer vzájomnej komunikácie jednotlivých častí v pokročilej IoT meteostanici.

Príklady uskutočnenia

Celý koncept pokročilej IoT meteostanice (obrázok 1) je rozdelený na 5 subsystémov. Jadro je tvorené modulom 11 Arduino MEGA 2560 obsahujúcim mikrokontrolér ATmega2560, na ktorý je pripojený napájací zdroj 12 so stabilizátorom napätia, ktorý umožňuje poskytovanie rôznych napäťových úrovní ostatným súčastiam zariadenia. Zvolený modul 11 Arduino MEGA2560 umožňuje pripojiť všetky ostatné subsystémy tvorené perifernými obvodmi a zároveň poskytuje dostatočnú rezervu na budúce rozširovanie pokročilej IoT meteostanice o ďalšie senzory, prípadne subsystémy. V tomto konkrétnom vyhotovení pokročilej IoT meteostanice sú k modulu 11 Arduino MEGA2560 pripojené štandardné senzory, ako sú senzor 1 rýchlosti a smeru vetra, senzor 2 množstva dažďovej vody, senzor 5 relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu typ Si7021 I2CADDR = 0 x 40, senzor 6 barometrického tlaku vzduchu typ MPL3115A2 I2CADDR = 0 x C0, ktoré sú mechanickými senzormi založenými na kontaktoch jazýčkových relé. K modulu 11 Arduino MEGA2560 sú ďalej pripojené senzor 3 viditeľného svetla typu AS7262 I2CADDR = 0 x 49 na meranie spektrálnej hustoty výkonu svetelného žiarenia dopadajúceho v mieste inštalácie vo viditeľnom spektre, senzor 4 NIR svetla typu AS7263 I2CADDR = 0 x 49. Ďalším pripojeným senzorom je senzor 17 merania V0 & ISC na meranie napätia naprázdno a prúdu nakrátko použitého solárneho panela 16, ktorý je súčasťou napájacieho subsystému.

Po obvodovej stránke sú senzorové obvody prepojené s mikrokontrolérom dvomi zbernicami I2C. Prvá zbernica 8 HW I2C využíva hardvérovú podporu mikrokontroléra ATmega2560 a sú na ňu pripojené obvody senzora 5 relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu, senzora 6 barometrického tlaku vzduchu, senzora 4 NIR svetla a obvod 10 reálneho času typu DS3231 I2CADDR = 0 x 34, pričom nadradenú stanicu na zbernici predstavuje mikrokontrolér ATmega2560. Obvod senzora 3 viditeľného svetla má hardvérovo danú rovnakú adresu ako obvod senzora 4 NIR svetla, a preto sa umiestnil na fyzicky oddelenú zbernicu 9 SW I2C, realizovanú všeobecnými vstupno-výstupnými portmi mikrokontroléra so softvérovou implementáciou nadradeného uzla.

Komunikačný subsystém pokročilej IoT meteostanice s okolitým svetom je po hardvérovej stránke zabezpečený pomocou Wi-Fi modulu 19 typu ESP8266, ktorý zabezpečuje komunikáciu podľa štandardov 802.11 a TCP/IP až po aplikačnú vrstvu a s mikrokontrolérom je prepojený pomocou rozhrania 22 UART0. Na komunikáciu s nadradeným serverom je použitý proprietárny aplikačný protokol. Ako nízkoenergetická alternatíva je súčasťou komunikačného subsystému aj prijímač-vysielač 20 pracujúci vo frekvenčnom pásme 433 MHz používajúci princíp AOOK, ktorý je s mikrokontrolérom prepojený pomocou rozhrania 21 UART1. Na komunikáciu s nadradeným uzlom je použitý rovnaký proprietárny aplikačný protokol ako v prípade komunikácie cez „Wi-Fi“.

Podporný subsystém je tvorený obvodom 10 reálneho času, ktorý je napájaný záložnou batériou 7 a modulom 18 SD karty. Modul 18 SD karty je s mikrokontrolérom prepojený pomocou zbernice 23 HW SPI, nadradeným uzlom na zbernici 23 HW SPI je opäť mikrokontrolér. Obsluha súborového systému modulu 18 SD karty je realizovaná softvérovým vybavením mikrokontroléra.

Napájací subsystém dodáva napájacie napätia pre všetky ostatné subsystémy. Je tvorený batériou 14. Ďalším prvkom napájacieho subsystému je solárny panel 16, ktorý sa využíva ako zdroj energie aj ako senzor množstva dopadajúceho žiarenia. Solárny panel 16 je doplnený obvodom zberu energie tak, aby mohla byť batéria 14 dobíjaná aj za menej priaznivých podmienok. Ako alternatíva sa používa na napájanie aj externý

napájací zdroj 13. Batériový manažér 15 s funkcionalitou rekuperácie energie v napájacom subsystéme slúži na jeho manažment.

Priemyselná využiteľnosť

Fotovoltické elektrárne majú veľký potenciál ako lokálne zdroje elektrickej energie v inteligentných mestách budúcnosti. Prirodzenou dominantou týchto miest budú veľké administratívne, obytné či viacúčelové budovy, od ktorých sa bude vyžadovať inteligentné riadenie ich energetického manažmentu, s cieľom dosiahnuť rovnováhu medzi energiou v nich spotrebovávanou a vyrábanou (Nearly Zero Energy Buildings). Na dosiahnutie tohto cieľa je však kritické zvládnutie rôzne trvajúcich dynamických zmien rovnováhy medzi lokálnou spotrebou a výrobou elektrickej energie v rámci inteligentnej budovy. Každá znalosť vývoja výroby elektrickej energie v lokálnych zdrojoch, a teda aj vo FVE, môže výrazným spôsobom pomôcť pri riadení spotreby inteligentnej budovy postačujúcej na poskytovanie jej požadovanej funkcionality, na čo slúži predkladané technické riešenie pokročilej IoT meteostanice využívajúce koncept IoT.

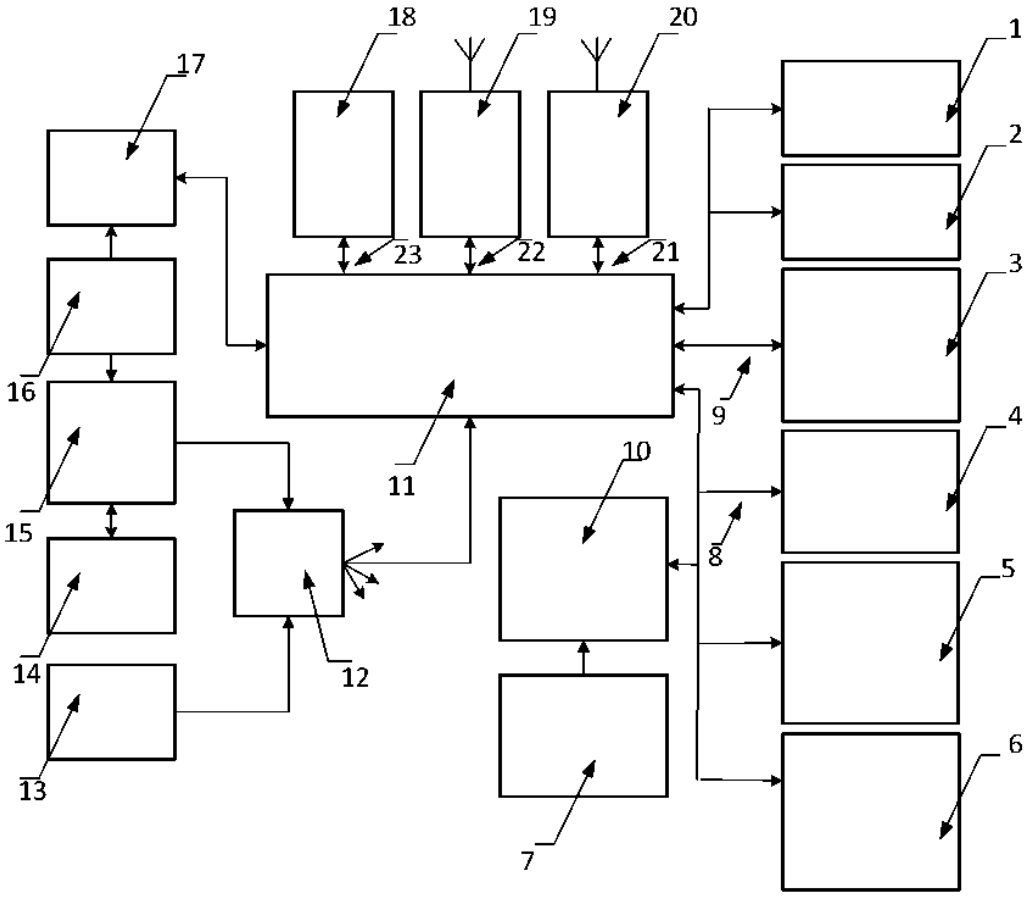
Zoznam vzťahových značiek

1 – Senzor rýchlosti a smeru vetra
2 – Senzor množstva dažďovej vody
3 – Senzor viditeľného svetla
4 – Senzor NIR svetla
5 – Senzor relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu
6 – Senzor barometrického tlaku vzduchu
7 – Záložná batéria
8 – Zbernica HW I2C
9 – Zbernica SW I2C
10 – Obvod reálneho času
11 – Modul
12 – Napájací zdroj so stabilizátorom napätia
13 – Externý napájací zdroj
14 – Batéria
15 – Batériový manažér s funkcionalitou rekuperácie energie
16 – Solárny panel
17 – Senzor merania V0 & ISC
18 – Modul SD karty
19 – Wi-Fi modul
20 – Prijímač-vysielač
21 – Rozhranie UART 1
22 – Rozhranie UART 0
23 – Zbernica HW SPI

N Á R O K Y N A O C H R A N U

Pokročilá IoT meteostanica, **v y z n a č u j ú c a s a t ý m ,** že pozostáva z piatich subsystémov, kde jadro je tvorené modulom (11) obsahujúcim mikrokontrolér, na ktorý je pripojený napájací zdroj (12) so stabilizátorom napätia na poskytovanie rôznych napäťových úrovní ostatným súčastiam zariadenia, pričom na modul (11) sú pripojené všetky ostatné subsystémy tvorené perifernymi obvodmi, kde senzorový podsystém je tvorený senzorom (1) rýchlosti a smeru vetra, senzorom (2) množstva dažďovej vody, senzorom (5) relatívnej vlhkosti a teploty vzduchu, senzorom (6) barometrického tlaku vzduchu, senzorom (3) viditeľného svetla typu na meranie spektrálnej hustoty výkonu svetelného žiarenia dopadajúceho v mieste inštalácie vo viditeľnom spektre, senzorom (4) NIR svetla a senzorom (17) merania V0 & ISC na meranie napätia naprázdno a prúdu nakrátko použitého solárneho panela (16), ktorý je súčasťou napájacieho subsystému, ďalej že komunikačný subsystém je tvorený Wi-Fi modulom (19) na zabezpečenie komunikácie podľa štandardov 802.11 a TCP/IP až po aplikačnú vrstvu prepojeným s mikrokontrolérom pomocou rozhrania (22) UART0, pričom súčasťou komunikačného subsystému je aj prijímač-vysielač (20) prepojený s mikrokontrolérom pomocou rozhrania (21) UART1 na zabezpečenie alternatívneho nízkoenergetického riešenia, ďalej že podporný subsystém je tvorený modulom (18) SD karty a obvodom (10) reálneho času napájaným záložnou batériou (7), pričom modul (18) SD karty je s mikrokontrolérom prepojený pomocou zbernice (23) HW SPI, kde nadradeným uzlom na zbernici (23) HW SPI je opäť mikrokontrolér, ďalej že napájací subsystém je tvorený batériou (14) a solárnym panelom (16) ako zdrojom energie a senzorom množstva dopadajúceho žiarenia obsahujúcim obvod zberu energie na dobíjanie batérie (14), pričom napájací subsystém obsahuje aj externý napájací zdroj (13) a batériový manažér (15) s funkcionalitou rekuperácie na riadenie napájacieho subsystému.

1 výkres



Obr. 1

Koniec dokumentu