

Výzkum, vývoj a výuka fotovoltaiky

Problematika nových zdrojů elektřiny, mezi něž patří fotovoltaické panely, je trvale aktuální. Pro řešení úkolů spojených s výzkumem, vývojem a také výukou je na Fakultě aplikované informatiky v rámci laboratoří LABI Univerzity Tomáše Bati (UTB) ve Zlíně připraven rozšiřující projekt úlohy DE10 – fotovoltaický systém. Úloha nabízí studentům UTB, ale – protože do laboratoří je přístup možný i prostřednictvím internetu – také studentům jiných univerzit a škol a odborné veřejnosti možnost ověřovat a studovat specifika fotovoltaiky bez časových, finančních a jiných omezení. Systém v této fázi obsahuje panel z monokrystalického křemíku, systém měření a řízení a systém pro dálkový přenos informací. Během zkušebního provozu byla potvrzena funkčnost a získány pozitivní zkušenosti. Systém je otevřený a bude rozšiřován o nové typy fotovoltaických panelů, nové druhy snímačů a nové okruhy řízení.

Klíčová slova: fotovoltaika, fotovoltaický systém, naváděcí systém, vzdálený přístup, měření, automatické řízení.

The challenges of new energy sources, incl. photovoltaic systems, are always relevant. The project of real experiment DE10 – photovoltaic system was realized for research, development and educational purposes. Because the project is a part of system LABI with a remote access via Internet, the real experiment offers testing and studying of some specific problems of photovoltaic for students at UTB, outside from other universities and schools and all expert community without time and financial costs. At present, the DE10 uses a photovoltaic panel of monocrystalline technology, measuring, control and informatics system and communication system for connection into the Internet. The functionality and process reliability of DE10 system were confirmed during pilot operation. The DE10 system is open and it will be enlarged by new types of photovoltaic panels, new kinds of sensors, new control loops, and new functions.

Keywords: photovoltaic, photovoltaic system, remote access, track system, measurement, control, and information system.

Úvod

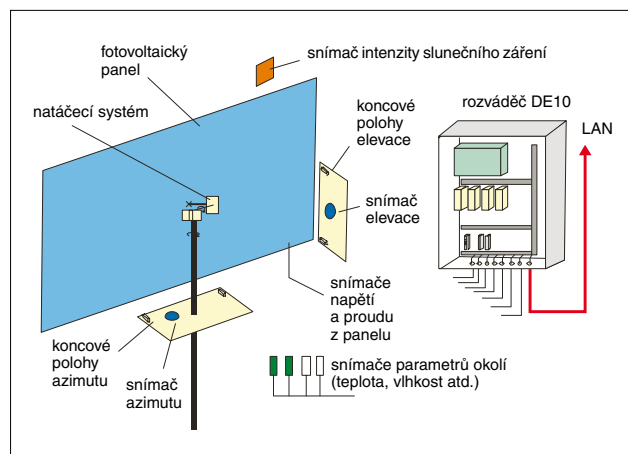
Systém laboratoří se vzdáleným přístupem LABI [1], [2] byl rozšířen o laboratorní úlohu DE10 – fotovoltaický systém [3], [4], [5]. Byly tak využity přednosti a výhody systému LABI, zejména jeho otevřenost s možností rozšiřovat výukové a vědecké experimenty a se vzdáleným přístupem.

Úloha DE10 je zaměřena na moderní a aktuální problematiku fotovoltaiky. Patří sem otázky výběru typů panelů a porovnání jejich účinností, natáčení panelů s automatickým ří-

zením polohy podle výpočtů azimutu a elevace slunce podle denní doby, popř. testování účinnosti pro pevnou polohu panelu s jejím ručním nastavováním, měření a vyhodnocování účinnosti převodu energie slunečního záření na energii elektrickou a měření dalších parametrů. Měřit a testovat lze dálkově pomocí vzdáleného přístupu za použití internetu na reálném zařízení umístěném na budově UTB ve Zlíně.

Schéma současného systému úlohy DE10 je na *obr. 1*. Základní část okolo fotovoltaického panelu obsahuje natáčecí dvouosý systém, sestavy snímačů koncových poloh pro

azimut a elevaci, potenciometrické snímače polohy panelu, snímač intenzity slunečního ozáření, snímače elektrického napětí a proudu z panelu, snímače teploty, vlhkosti a dalších parametrů okolního prostředí. Natáčecí systém a soustava snímačů jsou napojeny na rozváděč systému DE10. Zde jsou umístěny v odpovídajícím krytí všechny převodníky, napáječe a řídicí počítač. Z rozváděče je vyveden výstup na síť LAN pro napojení na internet.



Obr. 1. Schéma systému DE10 – fotovoltaický systém

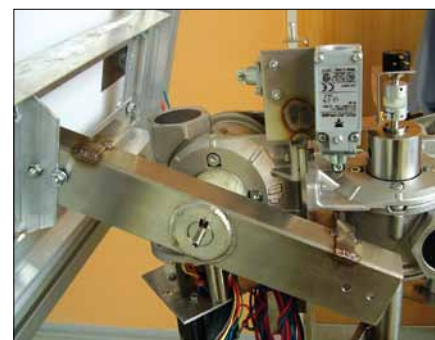
Systém DE10 je zprovozněn a jeho ověřování je skončeno. Je umístěn na střeše budovy areálu FAI UTB ve Zlíně. Pohled na instalaci je na *obr. 2*. Rozváděč systému je napojen na síť napájení 230 V AC v přízemí budovy a na síť LAN UTB.

Specifické prvky konstrukce

V rámci vývoje a projektování úlohy DE10 bylo nutné vyřešit několik specifických úkolů. Předně to byla otázka natáčecí soustavy. Literární rešerše sice nabídla informace o tom, jak je tato úloha řešena ve světě, analýza řešení však poukázala na někte-



Obr. 2. Systém DE10 na střeše budovy



Obr. 3. Naváděcí systém DE10

rá omezení, v praxi nutná z finančních důvodů. Pro řešení DE10 byl zvolen technicky čistý systém s velkou přesností a citlivostí nastavování, který využívá krokové motory s velkým počtem kroků na jedno otočení. V kombinaci s robustními převodovkami je realizován elektromechanický natáčecí systém s velmi kvalitní mechanickou a kybernetickou soustavou. Pohled na naváděcí zařízení je na *obr. 3*.

Systém automatického řízení a informatiky je projektován tak, aby zajistil bezkonfliktní připojení k dosavadním úlohám systému LABI a současně kompatibilitu s mechanickou kon-

strukci DE10. Jádrem systému je průmyslový počítač typu PC, soustava řízení krokových motorů a měření všech fyzikálních parametrů.

Významnou částí systému DE10 a jeho automatického řízení je programové vybavení úlohy DE10. Pro průmyslové provedení centrální jednotky je použito softwarové prostředí Control Web. Aplikace realizovaná na tomto základě zajišťuje sběr dat z míst měření, jejich vyhodnocování, řízení polohy podle vypočtených hodnot azimutu a elevace, archivaci dat a komunikaci server-klient prostřednictvím internetu.

Výsledky zkušebního provozu

Od září 2010 do dubna 2011 probíhal zkušební provoz. Všechny získané poznatky a výsledky jsou pozitivní. Mechanická část je vyhovující pro stránce pevnostní i odolnosti proti povětrnostním vlivům, provozuschopnost je i při $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (nebezpečí zatuhnutí oleje v převodovkách) bezproblémová, krytí proti dešti a vlhkosti je dostatečné. Také krokové motory pracují bez problému. Původní koncové spínače musely být již na počátku testovacího provozu vyměněny za jiné, protože se do nich z neznámých důvodů dostávala voda, ačkoliv by tomu tak podle stupně krytí být nemělo. Nové spínače už pracují bez závad. Centrální jednotka nevykázala ani jednu kolizi nebo zastavení během standardního provozu; určitým problémem jsou náhodné výpadky sítě, které někdy vyžadují restart jednotky. Snímače vykazují plnou funkčnost z hlediska provozu i přesnosti. Lokální aplikační programy i aplikační program na serveru LABI byly od počátku plně funkční a nevyžadovaly žádné úpravy, kromě nastavení některých parametrů (např. rozsahu potenciometrů). Uživatelská část aplikace byla naprogramována po intenzivní diskusi a analýzách zadání. Byly zde uplatněny zkušenosti s provozem starších úloh LABI. Velmi se osvědčuje automatický režim, který běží trvale a jehož data se archivují. Tento režim je proto základní a současně je to vlastně i záznam intenzity slunečního záření.

Možnosti rozšiřování a zlepšování funkce

Přes pozitivní výsledky zkušebního provozu DE10 byly získány zkušenosti, které inspirují k rozšiřování experimentálního zařízení. Konstrukce DE10 je již od počátku připravena na rozšíření druhu a ploch panelů. Jsou analyzovány možnosti rozšiřování o další fotovoltaické panely jiných typů, např. o panel z polymerních materiálů a panel s koncentrátory slunečního záření. Vedle doplnění mechanických částí bude toto rozšíření vyžadovat i doplnění aplikačního softwaru pro lokální i serverovou část.

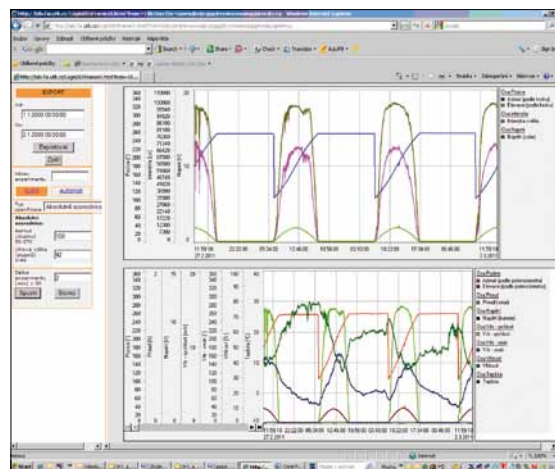
Pro doplnění informací o kvalitě životního prostředí je projektováno přidání snímačů v systému DE10. Půjde o snímače koncentrace CO_2 , NO_x , CO , popř. těkavých uhlovodíků VOC (*Volatile Organic Compounds*), v okolí budovy fakulty na sídlišti Jižní sva-



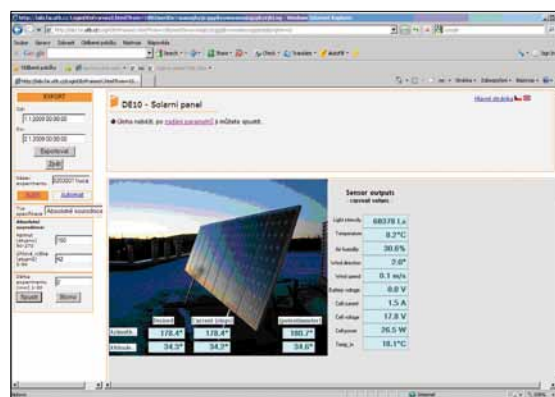
Obr. 4. Obrazovka úlohy DE10 – fotovoltaický systém



Obr. 5. Obrazovka úlohy DE10 – prohlížení údajů v tabulce



Obr. 6. Obrazovka úlohy DE10 – prohlížení údajů v grafech



Obr. 7. Obrazovka úlohy DE10 – zadávání manuálního režimu

hy ve Zlíně.

Nárůst používání nových mobilních telefonů a bezdrátových sítí vyžaduje vyvinout paralelní aplikační programy kompatibilní s operačními systémy tzv. chytrých telefonů a komunikátorů (např. Windows Mobile, Windows Phone 7 atd.). Cílem je umožnit připojení na DE10 i mimo kancelář.

Ukázky používání úlohy DE10

Přístup k experimentům DE10 v systému LABI na UTB ve Zlíně je volný a bezplatný. Aplikace se volá prostřednictvím URL labi.fai.utb.cz (pozn.: nutno napsat bez www). Po otevření úvodní stránky je možné nastudovat popis systému LABI i dílčích úloh. Po zvolení úlohy DE10 se zobrazí obr. 4, kde je možné zjistit stav úlohy, prohlédnout si naměřené údaje a přihlásit se k provádění vlastního experimentu. Údaje lze zobrazit v tabulce (obr. 5) nebo v datech (obr. 6). Každý účastník se při prvním vstupu registruje svým zvoleným jménem a heslem. Dále si zvolí dva z nabízených režimů: režim „exportovat“ mu umožní stáhnout si naměřené hodnoty za určené období ve formátu csv a v režimu „ruční měření“ může navrhnout vlastní experiment (např. na obr. 7 je to experiment hru02032011ruca s nastavením azimutu 150° , elevace 42° a dobou trvání 2 min). V režimu „Automat měření“ se zadává pouze časový úsek měření, nikoliv elevace a azimut.

Závěr

Zkušenosti z provozu po dobu šesti měsíců prokázaly provozní schopnost systému DE10, jeho fungování a význam. Zařízení je ve venkovním prostředí vystaveno všem povětrnostním vlivům. Systém byl zkoušen za těžkých podmínek v zimním období, kdy byla teplota až $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$. V létě zařízení DE10 pracovalo (mimo zkušební provoz) při teplotě okolí až $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Současně byly sledovány a ověřovány i okruhy měření. Byla sledována i přesnost výpočtů polohy panelu podle data a denní doby.

Lze konstatovat, že systém DE10 je schopen pracovat v trvalém uživatelském provozu. Sou-

Tab. 1. Sestava DE10

Fotovoltaický panel	<ul style="list-style-type: none"> - výkon: 55 W - napětí naprázdno: 21,6 V - optimální napětí: 17,6 V - proud nakrátko: 3,42 A - optimální proud: 3,13 A - rozměry: 991 × 451 × 34 mm - hmotnost: 5,5 kg - typ: monokrystalický - krytí: IP54 - rozsah pracovních teplot: -35 až +85 °C - odolnost: krupobití, mrazů a sněhů
Naváděcí systém	<ul style="list-style-type: none"> - dva krokové motory s převodovkami 20 N·m - silová jednotka řídicích impulsů - rozsah nastavení polohy azimutu: 90° až 270° - rozsah nastavení polohy elevace: 0° (poloha panelu kolmá k povrchu Země) až 90° (rovnoběžně s rovinou Země)
Snímače	<ul style="list-style-type: none"> - teplota a vlhkost okolního prostředí: rozsah -25 až 50 °C, 10 až 98 % rel. vlhkosti, výstup 4 až 20 mA - ozáření: rozsah do 100 klx, výstup 4 až 20 mA - poloha azimutu a elevace: měřicí potenciometry, rozsah 270°, výstup 0 až 100 Ω, - stejnosměrné napětí a proud z panelu: měřicí soustava s děličkem a bočníkovým odporem, rozsah $U = 0$ až 25 V, $I = 0$ až 3,5 A
Rozváděčová skříň	<ul style="list-style-type: none"> - průmyslový PC DataLab/PC s rozhraním pro myš, klávesnici, USB a LAN (RJ45) - jednotky vstupů a výstupů Datalab I/O - rozvod silového napájení 230 V AC - napájecí zdroj 24 V DC

časně je vhodné plánovat rozšíření systému pro zvýšení jeho využití v souladu s rozvojem vědy a techniky.

Literatura:

- [1] HRUŠKA, F.: *Internet a laboratoře integrované automatizace*. Jemná mechanika a optika, 2007, č. 2, s. 64–66, ISSN 0447-6441.
- [2] HRUŠKA, F.: *Laboratoře integrované automatizace na UTB ve Zlíně*. Automa, 2007, roč. 51, č. 2, s. 43–46, ISSN 1210-9592.
- [3] HRUŠKA, F.: *Experimental Model of Photovoltaic Systems*. In: Proceedings of the 12th International Research/Expert Conference Trends in the Development of Machinery and Associated Technology TMT 2008. Istanbul, 2008, pp. 645–648, ISBN 978-9958-617-41-6.
- [4] HRUŠKA, F.: *Experimental Photovoltaic System*. In: Proceedings of the 20th International Symposium Intelligent Manufacturing & Automation DAAAM 2009. Viena, 2009, pp. 923–924, ISBN 978-3-901509-70-4.
- [5] HRUŠKA, F.: *Photovoltaic System in System LABI*. In: Proceedings of the 14th WSEAS International Conference on Systems Latest Trends on Systems (part of the 14th WSEAS CSCC Multiconference). Corfu, 2010, pp. 498–499.

doc. Ing. František Hruška, Ph.D.,
Fakulta aplikované informatiky,
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Technický týdeník

Pojďte s námi do světa průmyslu a nových technologií

www.techtydenik.cz

CELOSTÁTNÍ NEZÁVISLÝ LIST PRO VÝZKUM, VÝVOJ A PRŮMYŠLOVOU PRAKTIKU

Technický týdeník

Číslo 2895, vychází 2400
Březen 2011, ročník 59, 22. 3. 2011, č. 6

AKTUÁLNÍ TECHNICKÉ ZPRÁVODAJSTVÍ NA WWW.TECHTYDENIK.CZ

ENERGIE A DISTRIBUCE

PLASTY

AMPER 2011
str. 23–36

NÁPAD/VIRTUÁLNÍ REALITA/VÝROBEK

Buggya z bambusu

FESTO