

THE DEVELOPMENT OF THE MODEL OF PV SYSTEM FOR ELECTRIC WATER HEATING

Tomas Sochor

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsocho13@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Ptacek

E-mail: ptacekm@feec.vutbr.cz

Abstract: Generally, this paper informs about a concepts of the system for electric water heating which contains photovoltaic (PV) panels. Furthermore, the paper describes chosen concept in detail and it shows proposed model in software PSCAD. Finally, it brings and discusses first acheived results of the simulation of PV subsystem for different operational conditions.

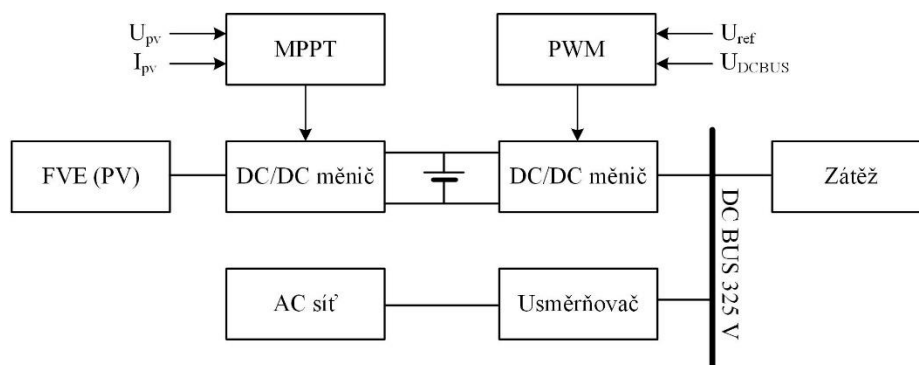
Keywords: PSCAD, PV, water heating, MPPT

1 ÚVOD

V rámci elektrizační soustavy České republiky a států Evropské Unie (EU) se v blízké budoucnosti očekává nárůst instalací fotovoltaických elektráren (FVE) připojených do hladiny nízkého napětí. Obecně se předpokládá nárůst celkového instalovaného výkonu FVE umístěných na střeších jednotlivých objektů, což má přispět zejména ke zvýšení jejich energetické soběstačnosti. Pro zvýšení energetické soběstačnosti byl v České republice vyhlášen program Nová zelená úsporám, který mimo jiné poskytuje dotace právě na fotovoltaické systémy [1]. Jsou to hlavně systémy pro přípravu teplé vody a pro systémy s akumulací elektrické energie. Na druhou stranu je dobré mít v povědomí, že zvýšení celkového podílu rozptýlené výroby s sebou pravděpodobně přinese i řadu problému v souvislosti s řízením elektrizační soustavy. Článek se proto zabývá poměrně aktuální problematikou a snaží se demonstrovat prvotní výsledky simulací navrženého konceptu implementující fotovoltaické panely pro ohřev užitkové vody.

2 KONCEPCE FVE A OHŘEVU UŽITKOVÉ VODY

Existuje řada konceptů, kdy je využíváno FVE pro ohřev užitkové vody. V praxi jsou k nalezení jednoduchá řešení, kdy je FVE přímo připojena na topnou spirálu v zásobníku užitkové vody nebo i ta více sofistikovaná, kdy jde o komplexní hybridní systém připojený/nepřipojený k distribuční síti. Následující Obrázek 1 ukazuje zvolený koncept zapojení FVE pro ohřev užitkové vody.

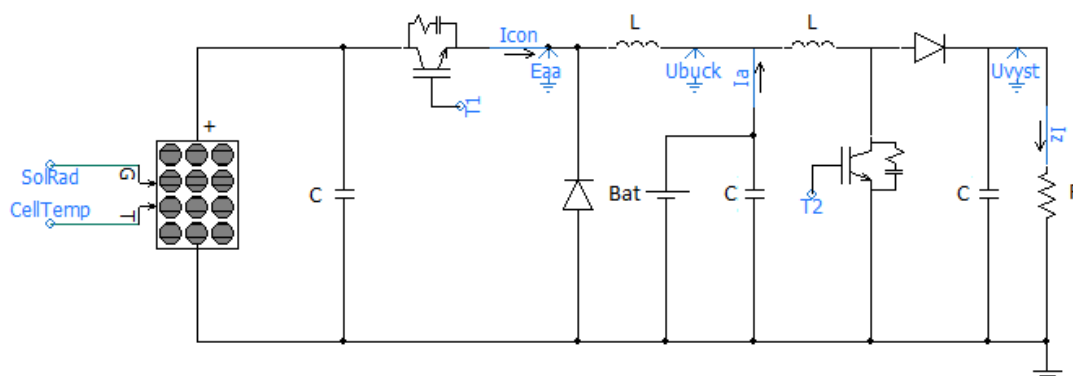


Obrázek 1: Blokové schéma konceptu systému ohřevu užitkové vody využívající fotovoltaické panely a připojení do distribuční sítě

Tento koncept vychází z obecného zapojení fotovoltaického systému s akumulací energie bez bližší specifikace zátěže [2]. Blokové schéma konceptu poukazuje na využití maximum power point tracker (MPPT), který představuje část/komponentu využívanou v systémech s fotovoltaickými panely [3]. Tato část představuje algoritmus, který prostřednictvím DC/DC konvertoru impedančně přizpůsobuje zátěž tak, aby se pracovní bod fotovoltaického panelu nacházel v bodě maximálního výkonu. Navržený model tento konvertor uvažuje a realizuje tzv. snižujícím (buck) měničem. Následně se v obvodu nachází baterie, která slouží ke stabilizaci napětí, ale také zaručuje dodávku energie v době, kdy FVE nevyrobí. Napětí na baterii je poté pomocí zvyšujícího (boost) měniče navýšeno na hodnotu 325 V. Tato hodnota byla zvolena z důvodu velikosti usměrněného napětí ze sítě. Řízení systému je uvažováno tak, že pokud není dostatek výkonu dodávaného z fotovoltaických panelů ani z baterie, zátěž se automaticky přepojí na distribuční síť. Distribuční síť v aktuálně nastaveném schématu řízení slouží jako záloha a výkon ze sítě je do topného tělesa dodáván pouze tehdy, pokud je fotovoltaická část odpojena. Nejedná se o hybridní fotovoltaický systém, nýbrž jde o tzv. stand alone systém.

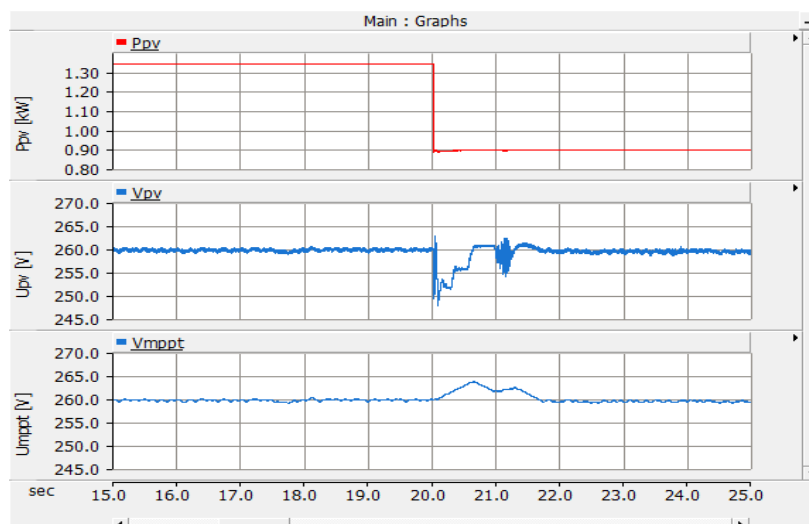
3 NÁVRH MODELU V PROGRAMU PSCAD

Samotná realizace modelu je provedena v programu PSCAD. Následující obrázek 2 demonstruje návrh fotovoltaické části systému. Parametrizování samotných součástí měničů je podrobně popsáno v odborné literatuře [2] [4] [5] [6].



Obrázek 2: Náhled na návrh fotovoltaické části systému realizované v prostředí PSCAD

Následující simulace znázorňuje funkčnost pouze části FV systému, a to funkčnost MPPT algoritmu. Metoda MPPT byla zvolena Perturb and observe (P&O). Tato metoda je ve většině fotovoltaických systémů nejpoužívanější. Simulace byla navržena tak, že v čase 20 s se řízení přenastaví hodnota intenzity slunečního záření z hodnoty 600 W/m^2 na hodnotu 400 W/m^2 . Celkový čas simulace byl 50 s. Vykreslen byl pouze interval 15 – 25 s. Krok simulace byl nastaven na $20 \mu\text{s}$. Obrázek 3 demonstruje odezvu dodávaného výkonu FVE, napětí na panelech v průběhu simulace a také napětí generované algoritmem MPPT. Algoritmus tedy při změně záření reguluje napětí na fotovoltaických panelech na hodnotu maximálního dodávaného výkonu. Překmit napětí na fotovoltaických panelech při změně intenzity záření činil 10 V.



Obrázek 3: Dodávaný výkon FV panely při různých hodnotách intenzity záření (nahore), napětí na FV panelech v průběhu změny intenzity záření (ve středu), napětí generované algoritmem MPPT (dole)

4 ZÁVĚR

Navržený model fotovoltaického systému pro ohřev vody s možností akumulace energie má řadu výhod v souvislosti se spolehlivostí. Přináší s sebou ale také značné nároky na regulaci nabíjení a vybíjení baterie, nebo vytvoření algoritmu a podmínek pro přepínání mezi fotovoltaickou částí a distribuční sítí. Tyto problémy je nezbytné ještě vyřešit a jsou předmětem související bakalářské práce, nebo budou předmětem přímo ústní obhajoby tohoto příspěvku.

REFERENCE

- [1] Podmínky oblasti podpory C. *Nová zelená úsporám* [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/podminky-oblasti-podpory-c-3-vyzva/>
- [2] GULES, R., J. DE PELLEGRIN PACHECO, H.L. HEY a J. IMHOFF. A Maximum Power Point Tracking System With Parallel Connection for PV Stand-Alone Applications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics* [online]. 2008, 55(7), 2674-2683 [cit. 2017-03-15]. DOI: 10.1109/TIE.2008.924033. ISSN 0278-0046. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4497230/>
- [3] Osisioma Ezinwanne, Fu Zhongwen, Li Zhijun, Energy Performance and Cost Comparison of MPPT Techniques for Photovoltaics and other Applications, *Energy Procedia*, Volume 107, February 2017, Pages 297-303, ISSN 1876-6102
- [4] HAUKE, Brigitte. Basic Calculation of a Boost Converter's Power Stage. In: : *Texas Instruments* [online]. 2009 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/an/slva372c/slva372c.pdf>
- [5] HAUKE, Brigett. Basic Calculation of a Buck Converter's Power Stage. In: *Texas Instruments* [online]. 2011 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/an/slva477b/slva477b.pdf>
- [6] ROSS, J.N. *The essence of power electronics*. New York: Prentice Hall, 1997, 217 s. ISBN 0-13-525643-7.