

SOLAR SYSTEM PUMP DRIVER

Zbyněk Pazour

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpazou01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl and Bohdan Růžička

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz, ruzicka@isibrno.cz

ABSTRACT

This project deals with design of regulation of a circulating pump in a solar system for heating of supply water and design of the regulator for this system. It describes a fundamental principle and layout of a regulated circuit of a heating system.

1. ÚVOD

Solární systémy ohřevu vody jsou složeny z technických zařízení, které sluneční záření převádí na teplo. Hlavními částmi solárního systému jsou solární kolektor, zásobník teplé vody a čerpadlo [1]. Regulaci čerpadla lze docílit maximálního využití slunečního záření a právě regulátor je klíčovým prvkem při optimalizaci systému.

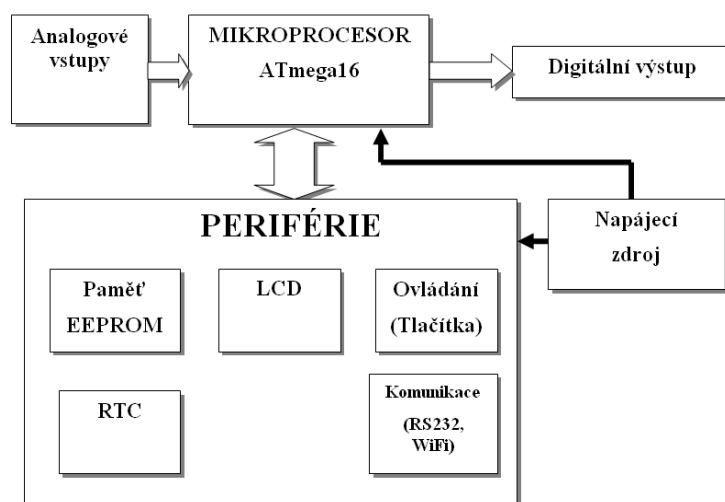
2. NÁVRH REGULÁTORU

Cílem práce je návrh víceparametrového diskrétního regulátoru a řídicího algoritmu, který bude využívat maximální potenciál solárních panelů pro ohřev vody, snadno se ovládat, pomocí technologie WiFi komunikovat s uživatelem a jeho cena bude dostupná pro běžného uživatele.

2.1. KONSTRUKCE REGULÁTORU

Pro splnění všech podmínek návrhu byl z celé řady typů regulátoru vybrán regulátor diskrétního typu PSD [2]. Jeho výhoda spočívá především v tom, že pomocí změny konstant lze docílit dalších čtyř známých typů diskrétních regulátorů (P, PS, PD, PSD).

Hlavním jádrem regulátoru je mikroprocesor. Ten pomocí implementovaného algoritmu pracuje jako PSD regulátor. To znamená, že v sobě sdružuje ústřední a měřicí člen, vypočítává regulační odchylku a nastavuje akční člen na patřičnou velikost regulačního zásahu. Mikroprocesor také komunikuje s ostatními perifériemi, jako jsou displej a obvod reálného času (RTC). Stará se o komunikaci regulátoru s uživatelem přes PC pomocí bezdrátové technologie WiFi a ukládá naměřená data regulované a žádané hodnoty (teplota na solárních panelech a v zásobníku TUV) do externí paměti EEPROM. Pro měření teplot má uživatel možnost si vybrat mezi dvěma typy teplotních čidel. Dražší a přesnější jsou platinová teplotní čidla PT 100 nebo je možné použít levnější polovodičová čidla KTY81/210. Blokové schéma zapojení regulátoru je uvedeno na obrázku 1.



Obrázek 1: Blokové schéma regulátoru pro řízení čerpadla.

2.2. ALGORITMUS PSD

V navrhovaném regulátoru je použit základní přírůstkový tvar algoritmu PSD regulátorů znázorněného v rovnici (1) [2]

$$u(kT) = u[(k-1)T] + q_0 e(kT) + q_1 e[(k-1)T] + q_2 e[(k-2)T]. \quad (1)$$

Pro prvotní nastavení regulátoru byly z přechodové soustavy systému pro vzorkovací periodu 10 sekund vypočteny parametry $q_0=13.05$, $q_1=-17.34$ a $q_2=5.78$. Regulátor je koncipován pro širší užití, než je jen použití v regulačním okruhu se slunečními kolektory. Tomu odpovídá i výpočet regulační odchylky podle rovnice (2) a možnost nastavení podmínky uvedené v nerovnici (3)

$$e(kT) = (w(kT) - (y(kT) + DIF)), \quad (2)$$

$$y(kT) \leq \max_{\text{tep}}, \quad (3)$$

kde DIF je volitelná velikost difference mezi žádanou hodnotou teploty $w(kT)$ a teplotou kapaliny v zásobníku $y(kT)$. Parametr \max_{tep} v rovnici (2) je volitelná maximální možná hodnota regulované veličiny (např. maximální teplota vody v zásobníku teplé užitkové vody). Pro soustavu se slunečními kolektory je obvyklé volit hodnoty $DIF = 15^\circ\text{C}$, $\max_{\text{tep}} = 55-60^\circ\text{C}$.

2.3. VÝSTUP REGULÁTORU

Jako regulační prvek je použito čerpadlo pracující na síťové střídavé napětí $U = 230V$. Regulovat množství protékané kapaliny čerpadlem lze pomocí regulace výkonu, nebo otáček. Možnost regulace otáček však většina komerčně vyráběných čerpadel nemá a tak byla jako výstup zvolena regulace výkonu. Regulátor pomocí výkonových prvků SSR spíná čerpadlo v periodických časových okamžicích na dobu vypočtenou algoritmem PSD. Výkon čerpadla je tedy roven podílu doby sepnutí a periody spínání. Délka periody spínání čerpadla je volitelný parametr, který uživatel nastavuje v závislosti na použité soustavě. Minimální doba je však softwarově omezena, z důvodu rozběhu čerpadla, na 2 sekundy. Pokud tedy zvolíme periodu spínání 100 s, bude pro 20-ti procentní výkon čerpadlo sepnuto každých sto sekund na dobu 20 sekund. Dobu sepnutí (výkon čerpadla) udává v každém kroku algoritmus regulátoru.

2.4. KOMUNIKACE

Regulátor lze jednoduše nastavit pomocí displeje a čtyř tlačítek [3]. V případě umístění regulátoru v těžko dostupném místě by však toto nastavení bylo velmi obtížné. Z tohoto důvodu byla přidána možnost regulátor nastavit z domácího počítače pomocí bezdrátové technologie WiFi. Modul WiFi regulátoru obsahuje samostatný webový server, pomocí něhož je možné regulátor ovládat. V případě použití pevné IP adresy lze tak s regulátorem komunikovat z jakéhokoliv místa s připojením na internet.

3. MODELOVÁ SOUSTAVA SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

Aby bylo možné kontrolovat chování regulátoru, správné nastavení a změřené dynamické parametry, byla vytvořena modelová soustava solárního systému, která obsahuje všechny jeho prvky uvedené v úvodu.

4. ZÁVĚR

V rámci mého projektu byla vytvořena kompletní softwarová i hardwarová realizace diskrétního regulátoru PSD a ta byla aplikována v modelové soustavě solárního systému pro ohřev vody [3]. Byl také odzkoušen modul bezdrátového připojení a jeho možnosti pro použití v regulační technice. Pro ovládání regulátoru byl vytvořen jednoduchý webový server pomocí Java skriptů. V dalších krocích vývoje optimálního regulátoru bude doplněna funkce automatického nastavení regulátoru a optimalizace použitého algoritmu. Předpokládaný termín dokončení celého regulátoru je září 2010.

LITERATURA

- [1] THEMESSL, A., WEISS, W. *Solární systémy*. 1.vyd. Praha: Grada, 2005. 120 s. ISBN 80-247-0589-3
- [2] BALÁTĚ, J. *Automatické řízení*. 1. vyd. Praha: BEN – Technická literatura, 2003. 664 s. ISBN 80-7300-020-2.
- [3] PAZOUR, Z. *Víceparametrový regulátor oběhového čerpadla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 51 s., 3 příl., Vedoucí semestrální práce Ing. Tomáš Kratochvíl, Ph.D.