

# CONTROL SYSTEM USED IN AUTONOMOUS SOLAR SYSTEM

**Pavel Slezák**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT  
E-mail: xsleza09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Vaněk

E-mail: vanekji@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

Main task of this work is describe function of solar regulators and in practical purposes propose make one by using microprocesor ATMEGA8. If we use advanced control of charging mechanism we can raise effectivity of autonomic solar system and make them more reliable.

## 1. ÚVOD

Solární energetika v posledních letech zaznamenala prudký vývoj. To ovšem zdaleka neznamená, že by vývoj byl u konce. Naopak je jisté, že počet nových aplikací bude rychle růst zejména u přenosných elektronických systémů (GPS, PDA, ...) a v zařízeních automobilů, u kterých bude potřeba inteligentně řídit spotřebu a řešit nezávislost na zdrojích energie. Úkolem této práce je vylepšit stávající aplikace solárních systémů a hledat nové způsoby jejich možných využití. Ve své práci sem se zaměřil na vytvoření mikroprocesorově řízeného regulátoru autonomního solárního systému s pokročilými parametry.

## 2. TEORIE O REGULÁTORECH V AUTONOMNÍCH SOLÁRNÍCH SYSTÉMECH

Regulátory slouží pro řízené dobíjení a ochranu akumulátorů proti přebíjení proudem z FV solárních systémů a optimalizují činnost FV systému. Umožňují řízenou akumulaci elektřiny pro použití v noci nebo v době s nepříznivým osvětlením solárních panelů. Vhodný regulátor se volí podle pracovního (nominálního) napětí v systému, podle typu akumulátoru, proměnlivosti teploty v okolí akumulátoru, podle proudového výkonu panelů, celkového příkonu elektrospotřebičů a podle nároku na automatizaci obsluhy a sledování funkce FV systému. V neposlední řadě optimalizují činnost FV systému a snaží se o dosažení co nejvyšší účinnosti při řízení toku energie a co nejdělsí životnosti akumulátorů.

Dále mohou zajišťovat řadu funkcí, které ochraňují akumulátory:

- ochrana proti přebíjení, ochrana před hlubokým vybitím připojenými elektrospotřebiči, nadproudová ochrana, ochrana před trvalým přetížením výstupním proudem ochrana před přepólováním akumulátoru, ochrana proti vybíjení akumulátoru přes solární panel za nepříznivých světelných podmínek, hlídání nabíjecích cyklů pro delší životnost akumulátorů, kontrola rezistivity akumulátorů a tedy jejich životnost.

### 3. PRAKTICKÁ ČÁST

#### 3.1. VOLBA VÝVOJOVÉHO PROSTŘEDÍ

Mnou vybrané prostředí BASCOM vychází z programovacího jazyka BASIC, který je překládán do strojového kódu a může být i programově simulován v grafickém prostředí aplikace BASCOM. Zkompilovaný kód je nahrán do procesoru pomocí LPT programátoru využívajícího ISP. BASCOM podporuje celou řadu aplikací jako je: časovač, UART, PWM, I2C sběrnici, alfanumerické i grafické LCD. Tyto funkce budou při návrhu využity

#### 3.2. PROVEDENÍ REGULÁTORU

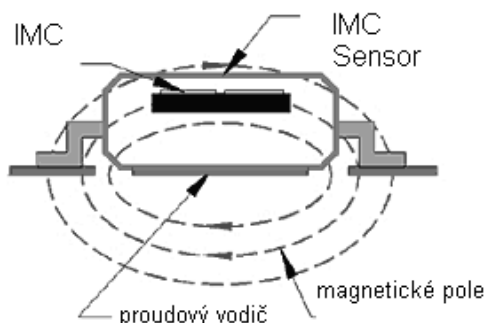
Řídicím prvkem celého regulátoru je ATMEL ATMEGA8, která poskytuje optimální funkce pro tento typ zařízení. Převodníky ADC3, ADC4 měří napětí na FV panelech a bateriích. Převodníky ADC1, ADC2 obstarává měření proudu z výstupu senzoru IMC (viz. kap. 3.3). Zařízení je navrhováno na maximální proud do zátěže 20 A. Měření velikosti a směru proudu umožňuje optimalizovat řízení - můžeme měnit hodnotu napětí, při kterém dojde k odpojení zátěže a můžeme počítat celkový náboj dodaný baterií do obvodu a náboj dodaný do baterie od FV panelů. Tento měřicí algoritmus je však velmi složitý a s výhodou lze využít některý z obvodů typu „Battery Fuel Gauges“, které za nás hlídají počet nabíjecích cyklů, snaží se o cyklování baterie (zvyšuje životnost), umožňují změnu typu akumulátoru a provádějí kompenzaci samovybití pomocí vestavěného teplotního senzoru. Mezi nejvýznamnější dodavatele těchto obvodů patří TI (BQ20xx) a MAXIM (MAX1781). S procesorem komunikují pomocí sériové sběrnice I2C (popřípadě SMBus, HDQ) po které předávají informace ze svých registrů. Načtením hodnot z registrů získáme informace, které popisují všechny důležité parametry a ty jsou porovnávány s nakonfigurovanými daty. Nastavovat můžeme například minimální hladinu vybití akumulátoru před opětovným dobíjením, hodnotu samovybití pro námi použitý akumulátor, pokles kapacity s počtem nabití, nominální kapacitu akumulátorů. Naměřené hodnoty mají přínos zejména pro okamžik odpojení zátěže od akumulátorů v případě jejich nízké kapacity. Odpojení je nutno optimalizovat vzhledem k co nejdelšímu provozu připojených zařízení a zároveň k co nejvyšší životnosti baterií.

Doplňkovou funkcí regulátoru je posílání všech měřených dat po sériovém rozhraní RS232. Ve spojení se zařízením pro přenos dat po datové síti (např. XPort® - Embedded Ethernet Device Server) je možno naměřená data posílat kamkoliv po síti internet.

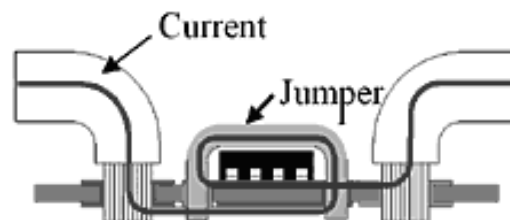
#### 3.3. MĚŘENÍ PROUDU A JEHO VYHODNOCENÍ

Měření proudu je pro tento typ aplikací nejvýhodnější řešit pomocí integrovaných obvodů s magnetickým koncentrátorem (IMC), který zvyšuje citlivost natolik, že není potřeba magnetických obvodů jako u konvenčních hallových senzorů. IMC je tvořena běžnou CMOS technologií s přidavnou feromagnetickou vrstvou. Senzory měří proud přeměnou magnetického pole generovaného proudem v procházejícím vodiči na odpovídající napětí na výstupu. Toto napětí je zpracováno AD převodníkem ADC1. Naměřené magnetické pole vznikající ve vodiči je ovlivněno vzdáleností  $r$  od senzoru. To umožňuje změřit velké proudy pouhým zvětšením vzdálenosti vodiče od senzoru a změnou vzorce v programu. Pro senzory s citlivostí 300V/T dostáváme výstupní napětí přibližně 55mV/Amp. Tuto hodnotu můžeme zvýšit použitím koncentrátorů popřípadě layoutem

proudového vodiče na PCB (viz. Obrázek 2). Po této úpravě citlivost vzroste přibližně na 120mV/A. Takto získaný signál je vhodné upravit operačním zesilovačem tak, aby při maximální hodnotě měřeného proudu odpovídala jeho hodnota plnému rozsahu měřícího AD převodníku ADC1.



Obrázek 1: Znázornění principu měření proudu



Obrázek 2: Proudový koncentrátor

### 3.4. UKÁZKY ZDROJOVÉHO KÓDU

Měření napětí na bateriích a FV panelech:

```

Start Adc          ' inicializace AD převodníku
For i = 1 to 10    ' cyklus zajišťující provedení 10 měření
  AdcinFV = Getadc(3) ' ukládá do proměnné úroveň převodníku ADC3
  AdcinBAT = Getadc(4) ' ukládá do proměnné úroveň převodníku ADC4
  SumV1 = SumV1+AdcinFV ' přičítá postupně jednotlivá měření do prom. SumV1
  SumV2 = SumV2+AdcinBAT ' přičítá postupně jednotlivá měření do prom. SumV2
Next               ' odskok z cyklu po splnění podmínky
VFV = SumV1 / 2048 ' výpočet napětí: 5V = 1024 úrovní ADC, 10 měření
VBAT = SumV2 / 2048 ' x V = SumV1 / (1024/5) * 10 → x V = SumV1 / 2048
  
```

## 4. ZÁVĚR

V současné době je ve vyvíjeném regulátoru k dispozici několik funkcí. Pochopitelně měření napětí na FV panelech a bateriích pomocí ADC převodníků procesoru. Dále měření proudu pomocí dvou senzorů, které umožňují pomocí algoritmu počítat směr a velikost proudu v systému a tím přibližně určit stav nabití baterie. Naměřené hodnoty umožňují optimalizovat hodnoty nabíjecího napětí pomocí DC-DC konvertoru pro dosažení maximální účinnosti (Maximum Power Point Tracking). Podstatné informace o stavu systému jsou zobrazovány na LCD displeji a zároveň jsou posílány na sériové rozhraní RS232. Funkční vzorek by se měl stát základním prvkem pro školní autonomní solární systém.

## LITERATURA

- [1] Internetové stránky <http://www.sensorsmag.com/>, Sensors Nov 1/2003, Measuring Current with IMC Hall Effect Technology
- [2] Datasheet bq2013H, Gas Gauge IC for Power - Assist Applications, TI
- [3] Slezák, P.: Semestrální projekt 2 – Autonomní solární systém s měřením intenzity osvětlení, Brno, 2007