

REALIZATION OF POWER MODULES FOR AUTONOMOUS PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Martin Pšenička

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xpсени01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Bača

E-mail: baca@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The project considers design of power modules which will allow us to test different operational modes of lead-acid accumulator powered by solar cells. The power modules have to allow us to measure charging and discharging current and other values helping us to control the state of accumulator and the rate of its overall load.

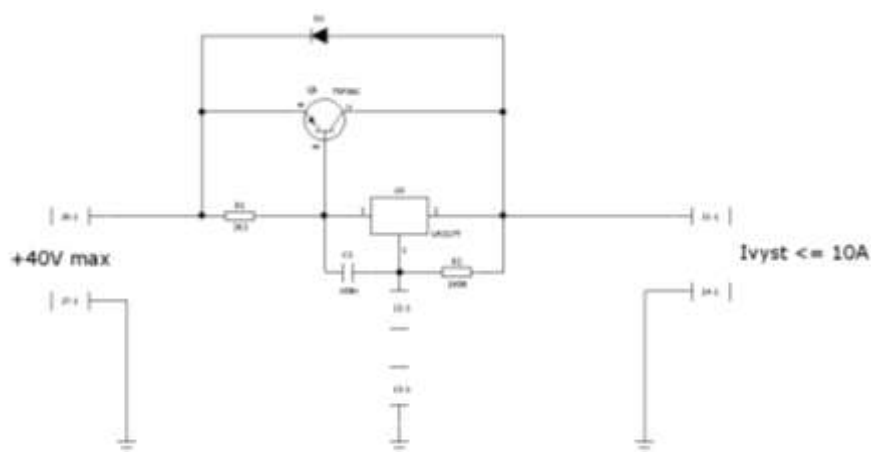
1. ÚVOD

Cílem projektu je návrh a realizace zařízení, určeného k testování různých provozních režimů olověných akumulátorů nabíjených ze solárních panelů. Zařízení bude sestávat ze dvou hlavních částí – nabíječe a vybíječe. Požadavky na nabíječ jsou dány vlastnostmi solárních panelů. Úkolem vybíječe je udržovat konstantní vybíjecí proud akumulátorem, umožnit jeho snadné měření, to vše s ohledem na nutnost rozptýlit ztrátový výkon, který při vybíjení akumulátoru vzniká.

2. ROZBOR

2.1. NABÍJEČ

Navržený nabíječ olověných akumulátorů je v podstatě regulovaným zdrojem konstantního napětí. Jeho základ je tvořen integrovaným regulátorem napětí LM317T. Ten je konstruován na výstupní proudy do 1,5 A. Jeho základní zapojení převzaté z katalogového listu výrobce [1] jsme modifikovali na zapojení uvedené v **obrázku 1**.



Obrázek 1: Schéma zapojení nabíječe akumulátoru

Na vstup nabíječe je přivedeno přes rezistor R1 napětí ze solárních panelů. Výstupní napětí je řízeno zpětnou vazbou z výstupní svorky na řídicí svorku přes rezistor R2, přesná velikost tohoto napětí se nastavuje potenciometrem zapojeným mezi řídicí svorku a zem.

Proud procházející regulátorem má za následek úbytek napětí na rezistoru R1. Tento úbytek způsobí otevření tranzistoru Q1, který tím přebírá většinu zátěže U1. Celý tento systém by mohl mít za určitých podmínek sklon ke kmitání, proto byl mezi vstupní a řídicí svorky U1 přidán kondenzátor C1.

Protože výstupní napětí nesmí být větší než vstupní, je regulátor překlenut diodou D1 v závěrném směru, která v případě náhlé poruchy, například při výpadku vstupního napětí, tento nebezpečný stav eliminuje.

Tranzistor Q1 jsme zvolili model TIP36C, výrobce v jeho katalogovém listu [2] uvádí nejvyšší přípustný kolektorový proud 25A, nejvyšší přípustné napětí kolektor-emitor 100V a nejvyšší přípustné napětí kolektor-báze 100 V, což plně vyhovuje požadavkům kladeným v zapojení.

Na ochranu diodu nejsou kladeny žádné speciální požadavky, plně vyhoví běžný typ P600A, výrobce pro něj v katalogovém listu [3] uvádí nejvyšší proud v propustném směru 6 A a nejvyšší závěrné napětí 50 V. Běžně na ní totiž bude závěrné napětí dané rozdílem napětí solárního panelu a olovněného akumulátoru, což je v nejhorším případě 18 V.

2.2. VYBÍJEČ

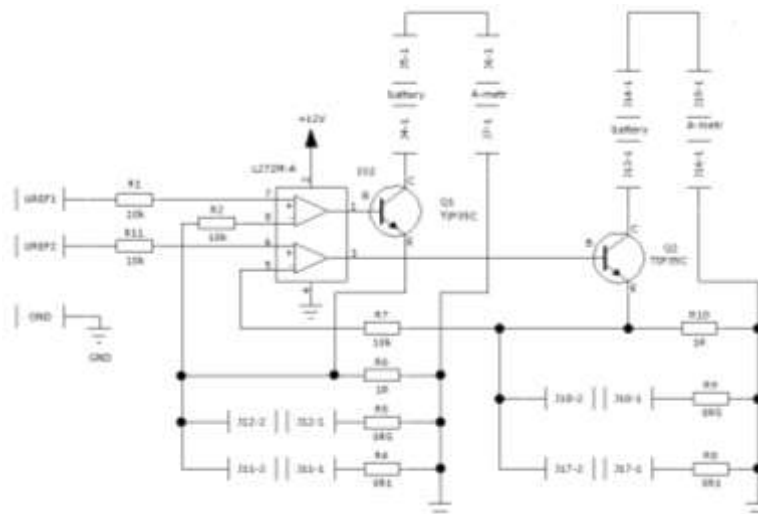
Vybíječ olovněných akumulátorů je koncipován jako zdroj konstantního proudu posílený proudovým boosterem. Skládá se ze dvou hlavních bloků. Prvním je zdroj napájecího a referenčního napětí, druhým je šestice vybíječů.

2.3. ZDROJOVÁ ČÁST

Na vstup zdrojové části je přivedeno střídavé napětí, které je přivedeno na dvoucestný diodový usměrňovač v Graetzově můstkovém zapojení. Je vyfiltrováno kondenzátorem C1. Toto napětí je použito k napájení navazujících obvodů. Je z něj také odvozeno referenční napětí jednoduchým obvodem složeným z rezistoru R3 a zenerovy diody D1.

2.4. VYBÍJECÍ ČÁST

Základ každého vybíječe je operační zesilovač LM272. Schéma zapojení je na **obrázku 2**.



Obrázek 2: Schéma zapojení dvojice vybíječů

Vybíjecí proud baterie se uzavírá přes regulační tranzistor TIP35C, který má v emitoru snímací bočník, na kterém vzniká úbytek napětí, úměrný protékajícímu proudu (při zanedbání proudu B-E).

Tento úbytek porovnáva operační zesilovač s referenčním napětím. Výstup OZ je přiveden na bázi regulačního tranzistoru, který se otevírá nebo uzavírá tak, aby úbytek na bočníku byl roven referenčnímu napětí.

Vzniká tedy smyčka záporné zpětné vazby, která udržuje proud akumulátorem konstantní. V kolektoru tranzistoru je zapojen ampérmetr, který měří skutečný vybíjecí proud. Bočník je tvořen trojicí rezistorů, připojovaných k sobě paralelně podle momentálně požadovaného vybíjecího proudu. Hodnoty těchto rezistorů jsou zvoleny 1 Ω , 0,5 Ω a 0,1 Ω .

Odečtením hodnoty z ampérmetru a dosazením do vzorce

$$Q = I \cdot t, \quad (1)$$

kde Q je náboj, který prošel akumulátorem v [Ah], I je protékající proud v [A] a t je čas v [h], dostaneme náboj, který jsme do akumulátoru dodali, resp. který jsme z akumulátoru odebrali.

Vybíječ je nutné napájet napětím vyšším než je součet napětí plně nabitého akumulátoru, úbytku napětí na plně otevřeném tranzistoru Q1 a úbytku na bočníku při maximálním proudu.

Úbytek na tranzistoru v saturaci je dle [2] 1,8 V, napětí nabitého akumulátoru je 14 V. Zvolili jsme napájecí napětí 18 V s ohledem na maximální ztrátový výkon, který jsme na jednotlivých prvcích schopni rozptýlit.

3. ZÁVĚR

Cílem projektu byla realizace výkonových modulů pro autonomní fotovoltaický systém. Podařilo se mi navrhnout zapojení nabíječe olověného akumulátoru napájeného solárním panelem, a zapojení vybíječe akumulátorů. Navrhl jsem kompletní zapojení a desky plošných spojů. V navazující bakalářské práci tyto zhotovím, a navrhnu, případně zrealizuji jejich spojení s vhodným počítačovým systémem tak, aby umožnili simulaci různých provozních režimů autonomního fotovoltaického systému.

LITERATURA

- [1] NATIONAL SEMICONDUCTOR, katalogový list LM317T. Dostupné z WWW: www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/3/1/LM317T.shtml
- [2] STMICROELECTRONICS, katalogový list TIP35C. Dostupné z WWW: www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/
- [3] VISHAY GENERAL SEMICONDUCTOR, katalogový list P600A. Dostupný z WWW: www.vishay.com/