

BENCH POWER SUPPLY

Tomáš Matějka

Secondary (4), Secondary School of Industrial Jihlava

E-mail: tom.matejka@seznam.cz

Supervised by: Michal Kubíček

E-mail: kubicek@feec.vutbr.cz

Abstract: The thesis deals with design and construction of a two channel linear bench power supply. Microcontroller has been chosen as a brain of the entire supply. Voltage and current levels are set by the microcontroller but output voltage and current are controlled by linear regulators to ensure low output noise and fast load response. Microcontroller is also responsible for the control of output switching elements and user interface, including an LCD display.

Keywords: Bench power supply, Voltage source, Linear regulator

1. ÚVOD

Laboratorní zdroj se skládá ze dvou kanálů. Každý kanál lze regulovat v rozmezí $0\div 30$ V a $0\div 3$ A. Kanály lze mezi sebou propojit a dosáhnout tak paralelního režimu pro dvojnásobný výstupní proud nebo sériového režimu pro dvojnásobné výstupní napětí. O snadné ovládání se stará osmice tlačítek. Plynulou regulaci výstupních napětí a proudů zajišťuje čtveřice enkodérů. Aktuální informace zobrazuje čtyřřádkový alfanumerický LCD displej s vlastním podsvícením. Mezi další funkce patří zvuková nebo vizuální signalizace proudového omezení a ochrana proti tepelnému přetížení automatickým odpojením zátěže.

2. PROVEDENÍ LABORATORNÍHO ZDROJE

2.1. VLASTNOSTI

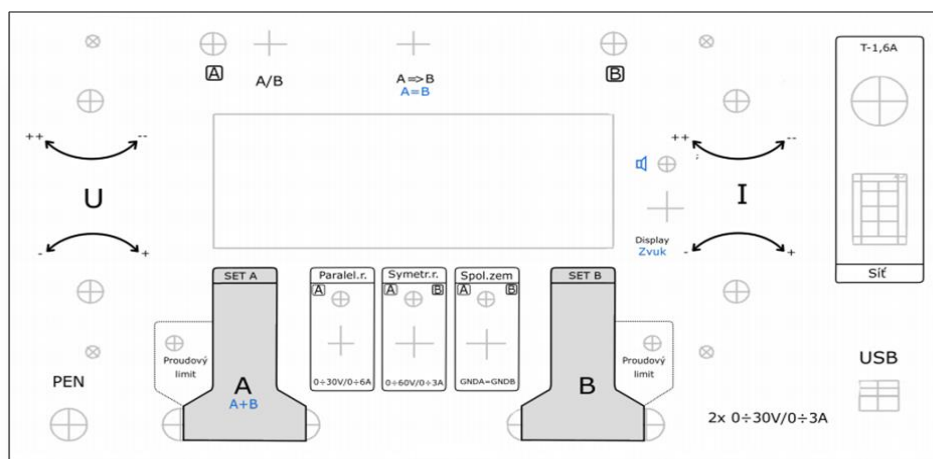
O chod celého zdroje se stará mikrokontrolér. Na mikrokontrolér jsou vázány veškeré bloky zdroje. Dle potřeb uživatele mikrokontrolér určuje referenční hodnoty lineárním regulátorům a přímo tak ovlivní výstupní hodnoty napětí nebo proudu. Stará se o měření výstupních napětí a proudů a zobrazuje je na displeji. Cílem tohoto provedení je především zvýšit komfort obsluhy zdroje. Laboratorní zdroj může pracovat ve čtyřech základních režimech:

- **Výchozí režim:** Dva nezávislé nebo společně ovládané, galvanicky oddělené zdroje napětí nebo proudu. S regulovatelným rozsahem hodnot každého kanálu $0\div 30$ V a $0\div 3$ A.
- **Režim společné nulové svorky:** Tento režim se od výchozího režimu liší tím, že jsou vnitřně spojeny nulové svorky a oba kanály tak sdílí společný nulový potenciál.
- **Symetrický (sériový) režim:** V tomto režimu jsou vnitřně spojeny středové svorky, kladná svorka prvního kanálu s nulovou svorkou druhého kanálu. Uživatel může funkci využít jako symetrický zdroj napětí nebo proudu s rozsahem hodnot proti středovým svorkám $\pm 0\div 30$ V při proudu každé větve $0\div 3$ A. Nebo jako jeden zdroj s rozsahem hodnot $0\div 60$ V a $0\div 3$ A.
- **Paralelní režim:** Tento režim paralelně spojí oba kanály a lze ho využít jako jeden zdroj napětí nebo proudu s rozsahem hodnot $0\div 30$ V a $0\div 6$ A.

Kromě čtveřice výstupních svorek je na čelním panelu také umístěna svorka PEN, která umožňuje snadné propojení s kostrou zdroje, tedy s okolní zemí. Oba kanály jsou ovšem od sítě galvanicky izolovány a vnitřně nelze dosáhnout propojení s okolní zemí ani s nulovým síťovým vodičem.

2.2. OVLÁDÁNÍ

Obrázek 1 znázorňuje rozložení předního panelu. Modře vyznačené popisky znázorňují akce vyvolané při dlouhém stisknutí tlačítka. Pro nastavení příslušných hodnot napětí a proudů slouží čtveřice rotačních enkodérů (inkrementačních čidel). Čtveřice řídí vždy jeden kanál zdroje, který si zvolí uživatel. Mezi kanálem, který chce uživatel ovládat lze snadno přepínat pomocí tlačítka „A/B“. Není problém také jednoduše přenést nastavení jedné větve zdroje na tu druhou pomocí tlačítka „A=>B“, nebo jeho delším přidržením aktivovat funkci regulace obou kanálů současně, to přináší výhody především v symetrickém režimu. Vnitřní provedení zdroje umožňuje **přesné nastavení proudového limitu i při odpojené zátěži**. Tlačítko „Display“ přepíná mezi různými režimy zobrazení displeje, mezi režimy bude dostupný například režim dobíjení, který zobrazí čas dobíjení a hodnotu dodané práce do zátěže. Jeho druhou funkcí je povolení nebo zakázání zvukové signalizace při proudovém omezení. Dále jsou k dispozici tlačítka pro spínání výstupů a pro přepínání mezi příslušnými režimy zdroje.



Obrázek 1 Rozložení předního panelu.

2.3. PROVEDENÍ ZDROJE

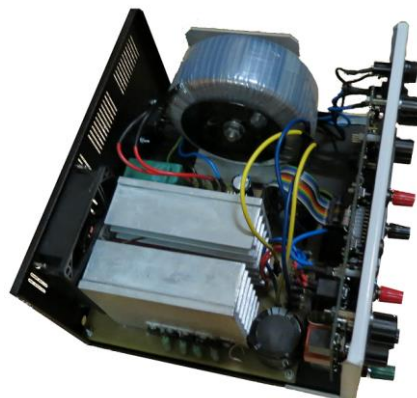
Zdroj se skládá z řídicí a výkonové části. Každá část má vlastní desku plošného spoje. Na výkonové části jsou umístěny koncové tranzistory a chlazení. Výkonová část také poskytuje veškeré napájení pro řídicí část. Řídicí část obsahuje regulační smyčky, mikrokontrolér s periferiemi, ovládací a vizualizační prvky.

Jako mikrokontrolér je zvolen osmibitový ATmega16 [1] z rodiny AVR od firmy Atmel. Pro komunikaci s periferiemi je zvoleno rozhraní I2C [2], komunikace probíhá po dvou vodičích. Tím bylo zjednodušeno galvanické oddělení jednotlivých kanálů od řídicí části, které je realizováno dvojicí obvodů ADUM1251. Mikrokontrolér po sběrnici odesílá data D/A převodníku MCP4728, který nastavuje referenční hodnoty pro regulační smyčku. Pro každý kanál jsou dány dvě napěťové reference, jedna určuje výstupní napětí a druhá maximální výstupní proud. Tyto hodnoty porovnává dvojice operačních zesilovačů [2] se skutečnými hodnotami proudu a napětí. Výstup operačních zesilovačů budí pro každý kanál čtveřici paralelně zapojených bipolárních PNP tranzistorů. Každá čtveřice tranzistorů je umístěna na samostatném chladiči. Na každém z chladičů je umístěn třívývodový teplotní senzor. Analogový výstup je přiveden na A/D převodník MCP344, převodník ještě snímá aktuální hodnoty výstupního proudu a napětí a spolu s informací o teplotě odesílá data pro mikrokontrolér. Na základě údajů o teplotě mikrokontrolér pomocí PWM reguluje otáčky chla-

díčího ventilátoru. V případě tepelného přetížení mikrokontrolér odpojí výstupy. Spínání výstupů a přepínání režimů zajišťuje pětice relátek.



Obrázek 2 Provedení desky řídicí části.



Obrázek 3 Celkové konstrukční řešení zdroje.

3. ZÁVĚR

Zdroj mám již kompletně sestaven a pracuji na ladění programu. Pokud vše půjde podle plánů, tak po přivedení programu do použitelné podoby provedu na zdroji měření. Na základě výsledků doladím regulační smyčky, plošný spoj jsem navrhl tak, aby se vlastnosti smyčky daly snadno upravovat.

Do budoucna chystám další funkci. Zdroj rozšířím o funkci nízkofrekvenčního generátoru, funkce umožní generovat sinusoidu s frekvencí 50 Hz a umožní tak simulovat síťový transformátor. Zdroj je také připraven na rozšíření o USB rozhraní. Skříň je konstrukčně připravena na modul s obvodem FTDI a USB konektorem, modul se jen propojí přes připravený konektor s řídicí deskou.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu projektu Popularizace výsledků VaV VUT v Brně a podpora systematické práce se studenty, číslo projektu CZ.1.07/2.3.00/35.0004.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

REFERENCE

- [1] Atmel Corporation: datasheet ATmega16, ATmega16L, 2010.
- [2] <http://www.root.cz/>, Komunikace po sériové sběrnici I2C, 2009.
- [3] Josef Punčochář, Operační zesilovače v elektronice. BEN – technická literatura, 2002.