

## Stavba laboratorního zdroje II -

---

Podle Praktické elektroniky 12/2014.

Napsal/a: Žirafka

Datum zveřejnění: : 15. 02. 2015 v 10:10

Většina článků zabývajících se napájecími zdroji začíná větou „Napájecí zdroj je jedna z nejdůležitějších věcí v dílně amatéra“ a nebo podobně. Věty se občas trochu liší, někdo používá zdroj napájecí, někdo laboratorní, někdo dílenský, někdo jen zdroj, ale smysl je pokaždé stejný.

Musím přiznat, že mají pravdu a tak jsem také po takovém zdroji toužila. Dříve mne ke stavbě nic nenutilo, měla jsem přístup ke krásnému zdroji Metex ze soupravy MS 9140 a později i k MS 9160. Na doma mi stačil sovětský stroj Sura a několik baterií.

Jenže čas trhnul oponou a všechno bylo rázem jinak. Metexy zůstali v dálce a mne na doma zůstala Sura a baterie. Takže stavba zdroje byla zase na pořadu dne, ale pořád se mi nedařilo najít něco dobrého, přitom ne moc složitého a takového, co nebude monstrem s nuceným chlazením a nebo zase subtilní přístroj, který shoří jen při špatném pohledu na něj. Do toho přišlo stěhování a různé jiné aktivity, takže stavba zdroje se pořád posouvala dál a dál do budoucnosti.

Pak jsem v Praktické elektronice 12/2014 narazila na konstrukci zdroje, který mne nadchnul a proto jsem se do něj pustila během vánoční dovolené. Všechno sice nešlo tak rychle, jak jsem si třeba i přála, ale nakonec se všechno povedlo k mé spokojenosti. Získala jsem fajn zdroj a navíc i nějaké zkušenosti, které se budou do budoucna určitě hodit. Navíc se mi podařilo zužitkovat i nějaké součástky ze zásob, takže cena se nevyšplhala tak vysoko. A nebyť mé nešikovnosti, a zničených pár součástek, tak to tak i zůstalo. Ale o tom až dále.

### Obr. 1 - zátíží se zdrojem

Výhody zdroje:

- relativně jednoduchá konstrukce
- malé chladiče, malé zahřívání
- zkratuvzdornost zdroje
- velmi dobrá stabilita napětí
- regulace proudu

Nevýhody zdroje:

- přeci jenom trochu náročnější stavba, je to měnič
- na výstup proniká rušení od měniče, ale jen trochu (jednotky až desítky mV)
- regulace proudu je pojistka, není to plnohodnotný proudový zdroj, regulace proudu nasazuje postupně
- regulaci napětí řídí „třísvorkový“ stabilizátor, takže výstupní poněkud klesá se zatížením (viz dále)
- pokud dojde k poruše potenciometru řídicího napětí, dostane se na výstup plné napětí z usměrňovače.

Takže to by byla plus a mínus zdroje. Sice to tak nevypadá, ale plus jednoznačně převažují. Ještě

se zastavím u regulace proudu a napětí. Jak již zaznělo, regulace proudu je pojistka, nasazuje postupně a slouží jako ochrana připojeného zařízení. Kdo potřebuje říditelný zdroj proudu, třeba pro pokusy s výkonovými LED, měl by volit jinou konstrukci. Co se týče poklesů napětí při zatížení, tak to je tím, že regulátor porovnává referenční napětí s napětím na svém výstupu, ale od toho vedou ještě vodiče k výstupním svorkám a, hlavně, v zpětné větvi jsou zapojené další odpory (omezovač proudu a bočník ampérmetru), na kterých vznikají úbytky napětí, které stabilizátor nemůže brát v potaz, vůbec o nich neví, takže proto napětí se zatížením poněkud klesá. Voltmetr totiž měří na svorkách, na rozdíl od stabilizátoru. Pokud by tato vlastnost zdroje vadila, je potřeba se poohlédnout po jiném přístroji, případně pozměnit lineární část zdroje. Bylo by potřeba použít stabilizátor se samostatným měřicím vstupem a měřit napětí přímo na výstupních svorkách.

Nejprve jsem postavila vlastní zdroj. Ten je zapojený prakticky přesně tak, jak je popsáný v časopisu. Jen jsem místo jednoduchého potenciometru pro nastavení napětí použila desetotáčkový. Je sice o dost dražší než normální, ale určitě se vyplatí do něj investovat. Nastavení je o dost přesnější a pohodlnější. Navíc nehrozí fatální omyl, pokud se člověk v zápalu bádání omylem dotkne knoflíku a trochu jím pootočí. Většina součástek změnu o několik desetin voltu v klidu přežije, ale změnu o několik voltů již nemusí. V zásobách však byl jen potenciometr s odporem 20 k $\Omega$  a podle návodu, i DS, má být potenciometr 5 k $\Omega$ . Je několik možností, jak z tohoto problému vybruslit:

- a) koupit nový potenciometr
- b) zapojit 20 k $\Omega$  a spokojit s tím, že se nevyužije celý jeho rozsah
- c) zapojit 20 k $\Omega$  a přepočítat odpory v děliči
- d) zapojit jen 20 k $\Omega$  a k němu spočítat paralelní odpor tak, aby hodnota byla cca 5 k $\Omega$

Ad a) toto řešení je drahé a tak trochu neuspokojivé, proto jsem jej zavrhla

Ad b) to také není fajn, využije se jen malá část dráhy potenciometru a tím vlastně jeho výhody zaniknou.

Ad c) docela dobré řešení, ale je třeba počítat s tím, že stabilizátor potřebuje určitý minimální proud pro to, aby správně fungoval. Pokud se přepočítají odpory v děliči, je potřeba zapojit ještě pomocný odpor mezi výstupní svorky. Jeho hodnota musí být taková, aby při minimálním napětí tekla nejmenší požadovaný proud. Čili při 1,5 V a 5 mA vychází odpor na 300 ohmů. Jenže když napětí zvýšíme na 25 V, vzroste proud na 83 mA a to je docela škoda. Navíc se bude odpor hřát, bude se na něm mařit výkon asi 2 watty.

Ad d) nejlepší možné řešení. Odpor se spočítá jednoduše, zapojí se přímo na svorky potenciometru a je po problému. Můžete si jej spočítat sami a když vyjde hodnota 6k8, tak to máte dobře 😊

Ještě je možnost zapojit do série potenciometry dva, zmiňuje ji i autor, ale to mi připadá takové nepohodlné. Zrovna takto to má řešené Sura a prostě mi to nesedí. Víceotáčkový potenciometr je rozhodně lepší a pohodlnější varianta.

Druhou změnou, kterou jsem udělala na zdroji, je náhrada sady přepínačů a odporů jedním potenciometrem. Použila jsem drátový potenciometr s trvalým zatížením 3 W a hodnotou 50 ohmů. Do série s ním jsem dala paralelní kombinaci odporů s takovou hodnotou, aby při potenciometru nastaveném na nulový odpor omezovač proud na hodnotu něco málo přes dva ampéry, což je maximální proud, který smí dodávat mnou použité trafo. Jinak zdroj jako takový může dodávat proud až tři ampéry, ale je lepší nejít na doraz.

Výhodou použitého řešení je plynulost regulace, snadné nastavení malých proudů a také jednoduchost. Nevýhodou je fakt, že se sice dobře nastavují malé proudy, ale ty velké již hůře. Rozdíl v nastavení 1 A a 2 A je malý. Na druhou stranu je důležitější mít možnost přesně nastavit právě malé proudy. Nic však nebrání použít původní řešení s přepínači. Možná to zkusím u druhého kusu,

na které zcela určitě také dojde. Jen nevím kdy.

Protože jsem měla problémy získat fóliový kondenzátor o kapacitě 4,7  $\mu\text{F}$  tak jsem použila kondenzátor elektrolytický na vyšší napětí. Funguje to stejně dobře, nebo se mi to tak zdálo, jako fóliový. Z dlouhodobého hlediska je ten fóliový ale lepší. Navíc není třeba řešit jeho polaritu. Když použijete kondenzátor elektrolytický, tak musíte dodržet polaritu. On by to při malém napětí asi vydržel docela dlouho, ale výstupní napětí bude pěkně cestovat a dělat neplechu. Mluvím o tom proto, že se mi to během pokusů jednou podařilo. Napětí začalo samo od sebe nepravidelně klesat. Je to proto, že obráceně zapojený kondenzátor měnil svoje vlastnosti a se zbytkem součástek vytvořil dělič napětí, který si ale dělal co chtěl.

Během zkušebního provozu, a hlavně focení, se ukázalo, že pomalá pojistka 100 mA v primárním obvodu je málo. Během provozu sice i při maximálním zatížení zdroje je proud pod touto hodnotou, ale zapínací proud toroidního trafo, navíc zatíženého baterií kondenzátorů, tuto pojistku celkem spolehlivě přepálí. Řešením je přidat v návodu zmiňovaný termistor NTC, ale já jej tam nemám. Proto jsem dočasně použila větší pojistku T 400 mA, a jen co NTC dorazí, tak jej asi do zdroje namontuji. Jinak i větší pojistka chrání trafo před hrubou chybou, jako je zkrat ve vinutí nebo zkrat v obvodech vlastního zdroje. Toroidní trafo je velmi tvrdé a do zkratu dodá veliký proud.

Tím jsou změny ve vlastním zdroji vyčerpané, zbytek pozornosti jsem věnovala měřidlu napětí a proudu. To doznalo trochu změn a také mne stálo nejvíce nervů.

#### Obr. 2 – první zkušební zapojení měřidla.

Zapojení počítá s použitím LCD modulu, který potřebuje externí napětí pro řízení kontrastu. Já jsem použila modernější LCD modul, který si napětí pro řízení kontrastu vytváří sám svým vlastním měničem a proto není potřeba osazovat součástky pro jeho externí nastavení. Je potřeba si ověřit, jaký modul máme. Jak vidíte z obrázku, lze použít jak LCD modul 2x8 znaků, tak i 1x16 znaků. Funguje to stejně dobře, protože většina jednořádkových displejů je ve skutečnosti zapojená tak, že se obsluhují jako dvouřádkové. Prvních osm znaků je první řádek, druhých osm znaků je druhý řádek.

Poté, co jsem si vlastní neopatrností krásný negativní, červeně svítí, LCD modul zničila, jsem se rozhodla použít OLED displej. Je sice docela drahý, ale svítí opravdu fajn a zařízení dostává tak trochu jiný punc. Je to jen o estetice, protože jiný důvod k tomu není. Vlastně je, OLED svítí a tak je vidět i v úplné tmě, na rozdíl od LCD, který potřebuje buď externí světlo a nebo podsvícení.

#### Obr. 3 – OLED displej měřidla

Displeje OLED také nepotřebují napětí pro řízení kontrastu, takže opět není potřeba připojovat trimr a odpor na desce. Mají ale jednu nectnost a to, že jejich odběr různě kolísá, na rozdíl od modulů LCD, kde je vlastně konstantní. Na první pohled to vypadá jako nepodstatná banalita, ale jen do okamžiku, kdy se na běžící měřící modul podíváte. Jeho poslední dvě číslice totiž budou docela dost poskakovat a dělat neplechu. Za všechno může to, že řídicí procesor s A/D převodníkem používá napájecí napětí i jako napětí referenční a pokud toto napětí trochu kolísá, v rytmu odběru OLED, tak se mění i výsledek A/D převodu a to dělá tu neplechu.

Nedá se říci, že to je chyba návrhu, není. Autor původní konstrukce počítal s LCD modulem s konstantním odběrem a tam všechno funguje perfektně, problém je jen po připojení displeje s OLED. Ale všechno je řešitelné 😊

stačí mezi stabilizátor a napájecí vývod displeje zapojit malou cívku a kondenzátor tak, aby spolu tvořili LC filtr. Použila jsem cívku s indukčností 100  $\mu\text{H}$  a kondenzátor s

kapacitou 100  $\mu\text{F}$ . Hodnoty jsem zvolila takové, které zrovna byli po ruce a ukázalo se, že přesně vyhovují, takže nebylo potřeba hledat dále. Na obrázku vidíte, že se vejdou na původní desku místo součástek pro řízení kontrastu.

Obr. 4 - měřidlo zevnitř.

Funkčnost modulu LCD se dá ověřit celkem snadno, po připojení napětí se na první řádku „rozsvítí“ čtverečky a podle toho se dá usuzovat na správně přivedené napětí a nastavený kontrast. U OLED je to jinak, po připojení napájení se nic nezobrazí a modul čeká na inicializaci, do té doby dělá mrtvého brouka. A také pozor na to, že pokud napětí nabíhá pomalu, tak nedojde k vnitřnímu resetu řadiče a displej se tváří, jako že nic. Nereaguje a nesvítí. A přivedl mne málem do hrobu. Stačilo počkat, až se vybijí kondenzátory a pak zase fungoval dobře. Poté, co jsem použila LC filtr v jeho napájení, tyto problémy zmizely. Původně jsem tam totiž měla jen kondenzátor 100  $\mu\text{F}$ , no možná 1000  $\mu\text{F}$ , už nevím, a oddělovací diodu. A to dělalo tu neplechu, protože napájecí napětí neklesalo až k nule proto se po zapnutí zdroje neprovedl ten vnitřní reset. S LC filtrem je všechno v pořádku, jelikož po vypnutí napájení se z kondenzátory chvilku napájí i vlastní procesor a tak napětí prostě sklesne až na nulu.

No a to je vlastně všechno. Zbývalo již jen stvořit štítky, přístroj kompletně smontovat a začít používat. Na štítky jsem zkusila použít novou metodu výroby, ale moc se to nepovedlo. Takže budu muset štítky někdy předělat, takto to sice nevypadá úplně nejhůř, ale rozhodně nejsem spokojená. Postupovala jsem tak, že jsem panel nastříkala na bílo a motiv štítku vytiskla laserovou tiskárnou na průsvitnou fólii tak, aby toner byl na vnitřní straně. Tiskne se negativně, takže všechno černé, to co je bílé, to se netiskne a zůstane průhledné. Po přiložení fólie na bílý panel písmo i grafika krásně vyniknou.

Obr. 5 - štítky na přední a zadní panel.

Obr. 6 - nalakovaný přední panel ještě před přilepením štítků.

Metoda je dobrá na štítky bez děr a nebo s otvory hranatými, proseknout otvory kulaté je téměř neřešitelný problém. Další podobný problém je to, jak fólii přilepit na obarvený panel přístroje tak, aby lepidlo nepoškodilo barvu. Chemopren ji totiž okamžitě zničí a Herkules nedrží tak dobře, jak by asi bylo potřeba. Inu, je potřeba ještě trochu experimentovat.

Obr. 7 - detail kabelové průchodky a odlehčení kabelu od tahu.

Obr. 8 - vnitřek zdroje.

Co říci závěrem? Že zdroj mi již pár dní pěkně slouží a jsem moc ráda, že jsem se do stavby pustila. I při plném výkonu zůstává docela chladný, nejvíce se zahřívá transformátor a odpory omezovače proudu, chladiče výkonových prvků jsou i při několikahodinové práci na plný výkon jen mírně vlažné. A pokud jsou dobře namontované, tak jsou teplejší, než vlastní součástka.

Návod je z [Praktické elektroniky](#)  
OLED displej koupíte třeba u [GM Electronics](#)  
Krabíčka je z [GES Electronics](#)  
Chladiče a integrované obvody mají třeba u [Farnellu](#).