



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

JEDNOKANÁLOVÝ NASTAVITELNÝ LABORATORNÍ ZDROJ

Michal Šimánek

Střední průmyslová škola, Česká Lípa, Havlíčkova 426, příspěvková organizace

Havlíčkova 426, Česká Lípa

Anotace

Ve své práci jsem se zabýval návrhem a realizací jednokanálového nastavitelného laboratorního zdroje.

Hlavním cílem bylo ověření, zda je možné tímto způsobem vyrobit nastavitelný laboratorní zdroj za nižší pořizovací cenu, než je cena komerčně vyráběných nastavitelných laboratorních zdrojů, se srovnatelnými parametry.

Dílním cílem bylo vytvoření pomůcky pro výuku v oboru elektrotechniky, která by umožnila studentům lépe pochopit funkci celého zařízení, aniž by byly neúměrně navyšovány náklady potřebné na zajištění této výuky.

Klíčová slova

laboratorní zdroj; spínaný zdroj; měnič napětí; ampérmetr; voltmetr; potenciometr; konektor; ocelová skříň

Obsah

1 Úvod	5
2 Teoretická část	6
2.1 Nastavitelný laboratorní zdroj	6
2.2 Princip stejnosměrného měniče napětí	6
2.3 Popis funkce elektrického obvodu konstruovaného laboratorního zdroje	6
2.4 Komerčně vyráběné laboratorní zdroje	7
2.4.1 Porovnání parametrů vlastního a zvoleného komerčního zdroje.....	8
2.4.2 Vyhodnocení získaných informací z porovnání.....	9
3 Praktická část	10
3.1 Součástky a vybavení ke konstrukci laboratorního zdroje	10
3.2 Výroba nastavitelného laboratorního zdroje	10
3.2.1 Sestavení obvodu nastavitelného laboratorního zdroje.....	10
3.2.2 Zkompletování nastavitelného laboratorního zdroje.....	11
4. Závěr	13
Seznam použitých informačních zdrojů	14
Literatura.....	14
Hypertextové odkazy.....	14
Seznam obrázků a tabulek	15
Přílohy	16

Použité zkratky, značky a symboly

I – elektrický proud,	$[I] = A$
m – hmotnost,	$[m] = kg$
P – výkon,	$[P] = W$
R – elektrický odpor,	$[R] = \Omega$
U – elektrické napětí,	$[U] = V$

1 ÚVOD

Při realizaci svých projektů z oboru elektrotechniky jsem často narážel na potřebu mít k dispozici nastavitelný laboratorní zdroj. Mohl jsem sice využít vybavení školní laboratoře, ale to bylo pro průběh realizace mých projektů nepraktické, protože jsem se této činnosti věnoval doma, v době mimo výuku. Dále pak by bylo využívání školního přístroje pro vlastní projekty a experimenty rizikové vzhledem k možnosti, že tento přístroj mohl být v průběhu práce poškozen. Další možností bylo zakoupení laboratorního zdroje pro domácí využití. To však bylo finančně náročné. Proto jsem začal přemýšlet, zda by bylo možné vyrobit laboratorní zdroj, sestavený z běžně dostupných součástek.

Současně mě zajímalo, zda dokážu tento nastavitelný zdroj sestrojít a zda bude plně funkční, i když jsem k tomu neměl z dosavadní výuky potřebné vědomosti a dovednosti. Také jsem si potřeboval ověřit, zda jako necertifikovaný pracovník v oboru elektro mohu získat potřebné součástky a jak to bude finančně a časově náročné.

2 Teoretická část

2.1 Nastavitelný laboratorní zdroj

Spínaný zdroj (pulzní zdroj) je v elektrotechnice typ elektrického zdroje, který je na rozdíl od klasických transformátorových zdrojů mnohem účinnější a lehčí. Najdeme je například v nabíječkách mobilních telefonů nebo jako zdroje pro osobní počítače a notebooky (Krejčířík, 1996).

Jedná se o přístroj, který se dle Krásenského (2018) hodí všude tam, kde je potřeba bezpečné stabilní a především stejnosměrné napětí. Většinou jde o napájení elektrických obvodů při vývoji, konstrukci a testech nejrůznější elektroniky. Jednodušší zdroje jsou určeny pro kutily, modeláře, dílny a školy, kdežto špičkové přístroje najdou uplatnění ve vědeckých a průmyslových laboratořích.

Souhlasím s názorem Půhoného (2009) že napájecí regulovatelný zdroj chybět v dílně žádného elektrotechnika.

2.2 Princip stejnosměrného měniče napětí

Pojmem stejnosměrný měnič se označuje elektronický měnič napětí určený pro změnu velikosti stejnosměrného napětí nebo proudu. Pro spínání se používají tranzistory a diody. Cívky a kondenzátory se používají jako zásobníky energie. A pro galvanické oddělení se používají pulsní transformátory (Krejčířík, 2002).

2.3 Popis funkce elektrického obvodu konstruovaného laboratorního zdroje

Elektrický obvod, který jsem použil, se skládá ze šesti hlavních částí. V této kapitole postupně popíši jejich funkci a jejich zapojení v obvodu.

- **Spínaný zdroj:** mění 230V z elektrické sítě na stejnosměrných 12V a napájí většinu ostatních součástí laboratorního zdroje.
- **DC-DC měnič:** jeho funkcí je změna vstupního napětí 12V na libovolné výstupní napětí nastavené potenciometrem. Nabízí také funkci limitace proudu, která je také nastavitelná.
- **Chladicí větráček:** slouží k chlazení DC-DC měniče. Větráček je napájený ze spínaného zdroje a má nastavitelnou rychlost díky potenciometru.
- **Digitální voltmetr:** je také napájen ze spínaného zdroje a jeho žlutý drát je připojen na kladný výstup DC-DC měniče. Jeho funkcí je měření napětí a jeho zobrazení na displeji.

- **Analogový voltmetr a ampérmetr:** z důvodů pomalého obnovování digitálního displeje voltmetru jsem zvolil také měření analogovými měřiči, a to analogovým voltmetrem a ampérmetrem. Jejich výhodou je rychlé změření hodnot, ale nevýhodou malá přesnost v měření. Ampérmetr je připojen sériově na výstup a voltmetr je připojen paralelně na výstup.

2.4 Komerčně vyráběné laboratorní zdroje

Nabídka komerčně vyráběných laboratorních zdrojů je velmi obsáhlá. Cenově se pohybují od ceny 1.500,-Kč (s DPH) po 220.000,-Kč (s DPH). Pro potřeby této práce je však nutné upřesnit parametry výběru nejen dle ceny, ale především dle jeho funkcí tak, aby odpovídal mnou zkonstruovanému přístroji.

Tyto parametry jsem specifikoval takto:

- výkon 100W
- rozsah napětí 0 – 30V
- max. proud 10A
- počet kanálů: 1
- nastavitelnost napětí a limitace proudu

Dle výše uváděných parametrů se tyto přístroje pohybují v cenové relaci od 2.700Kč,- (s DPH) do 4.700,-Kč (s DPH).

2.4.1 Porovnání parametrů vlastního a zvoleného komerčního zdroje

Pro porovnání jsem zvolil přístroj, kde je nejlepší poměr cena/výkon, přičemž jsou současně dodrženy mnou nastavené parametry (viz výše). Jedná se o jednokanálový přístroj: Spínaný laboratorní zdroj Gophert CPS-3205 za 2700,-Kč s DPH. Viz obr. č. 1.



Obr. 1: Gophert CPS - 3205

Protože jedním z porovnávaných parametrů je i způsob zpracování, tedy včetně vizuální podoby zdroje, tak je nutné uvést i foto mnou vytvořeného laboratorního zdroje. Ten označuji názvem: Vlastní nastavitelný laboratorní zdroj. Viz obr. č. 2.



Obr. 2: Vlastní nastavitelný laboratorní zdroj

Východiskem pro porovnání obou přístrojů je zadání parametrů do níže vložené tabulky č.1.

Tabulka č.1 : Porovnání spínaných laboratorních zdrojů

Název	Výkon	Rozsah napětí	Max. proud	Počet kanálů	Cena s DPH
Vlastní NLZ	100W	0-30V	10A	1	1.500,-Kč
Gophert NLZ	160W	0-32V	5A	1	2.700,-Kč

Pozn. k tabulce č.1: svůj zdroj uvádím pod zkratkou Vlastní NLZ a komerčně vyrobený jako Gophert NLZ.

Na základě porovnání obou přístrojů je možné konstatovat, že komerčně vyrobený laboratorní zdroj Gophert CPS-3205 je, ve srovnání se zdrojem, který jsem vyrobil já, lépe zpracovaný, má větší rozsah napětí, je výkonnější, nabízí plně digitální ovládání a funkci konstantní napětí a proud. Naopak má ve srovnání s mým přístrojem menší maximální proud a vyšší cenu.

2.4.2 Vyhodnocení získaných informací z porovnávání

Po důkladném porovnání všech parametrů obou přístrojů jsem došel k závěru, ze kterého vyplývá, že mnou navržený a postavený přístroj lépe vyhovuje zvoleným požadavkům a je pro potřeby domácí nebo školní laboratoře, z hlediska funkce, dostačující a z hlediska ceny jednoznačně výhodnější.

Při realizaci mého projektu jsem ještě objevil další výhodu a tou je snadná opravitelnost většiny závad díky možnosti jednoduše vyměnit poškozenou součástku za novou.

V té souvislosti jsem si dále ověřil, že jsou jednotlivé součástky běžně dostupné. Pokud je nákup realizován prostřednictvím e-shopu, pohybují se dodací lhůty od 3 dnů do max. dvou týdnů. Je však nutné preferovat české obchody. Neosvědčilo se mi objednávat součástky z e-shopů v zahraničí, např. v Číně, protože se dodací lhůty neúměrně prodloužily, a to až na 3 měsíce v případě některých součástí. Přičemž cena nebyla výrazně nižší. To je ale již spíše součástí praktické části mé práce, která je popsána v následujících kapitolách.

3 Praktická část

3.1 Součástky a vybavení

Před vlastní realizací projektu bylo nutné pořídit všechny potřebné součástky.

Jednalo se o:

- spínaný zdroj 12V
- měnič napětí 12V na 1 až 30V
- analogový voltmetr a ampérmetr
- digitální voltmetr
- potenciometry (3 ks)
- konektory pro zapojení do zásuvky a pro výstup
- kabely
- vypínač
- chladicí větráček
- ocelová skříň

K sestavení bylo dále potřebné mít běžné vybavení domácí elektrodílny, jako jsou kleště, štípačky, šroubovák, multimetr, páječka, pájka, odsávačka, třetí ruka, nůž, tavná pistole, vrtačka s nástavci, nýtovačka, přímočará pila na železo, pilník.

Za nezbytnou součást vybavení je také nutné považovat vhodné pracovní místo, včetně pracovního stolu, židle, vhodného osvětlení. S ohledem na charakter mnou realizovaného projektu bylo nezbytné zajistit i potřebné bezpečnostní vybavení, kterým je hasicí přístroj určený k hasení požárů vzniklých na elektrickém zařízení. To by však mělo být povinným vybavením každé domácí laboratoře elektrotechnika.

3.2 Výroba nastavitelného laboratorního zdroje

3.2.1 Sestavení obvodu nastavitelného laboratorního zdroje

V této části práce chci popsat průběh sestavení elektrického obvodu, který jsem použil pro vytvoření mého laboratorního zdroje. Popis funkce celého obvodu je uveden v kapitole 2.3 této práce. Fotodokumentace k jednotlivým částem výroby tohoto obvodu je součástí Přílohy této práce.

Ze součástek uvedených v předchozí kapitole jsem postupně vytvořil obvod. Jednalo se v podstatě o montáž a zapojení již hotových součástí, jako je spínaný zdroj, DC-DC měnič,

digitální voltmetr, analogové měřiče a větrák. K nim jsem připojil chybějící součásti, jako jsou potenciometry, konektory a vypínač. Pokud jsem měl v průběhu montáže možnost zvolit připojení součástek pájením nebo šroubováním, tak jsem vždy preferoval šroubování. To z toho důvodu, že šroubování je jednodušší, časově méně náročné a nabízí možnost jednoduchého odpojení. Což se hodí v případě řešení poruchy nebo možného vylepšení výměnou za jinou součástku. Pájení jsem použil např. při připojení vypínače, všech konektorů, potenciometrů a měřičů. Jednalo se tedy o součástky, které nebylo možné přišroubovat, např. kvůli jejich malým rozměrům nebo z důvodu, že cílová součástka neměla šroubovací terminál.

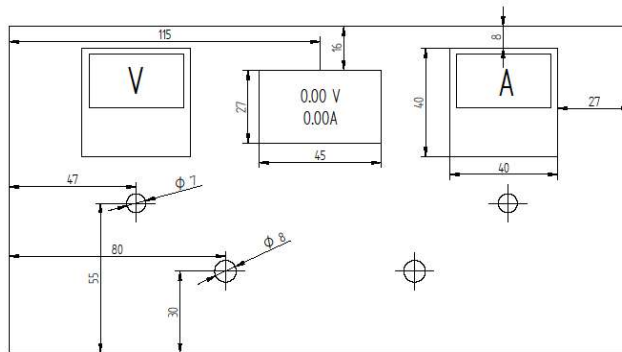
V průběhu montáže se mi několikrát stalo, že jsem narazil na nefunkční součástku a musel jsem zajistit novou. A někdy jsem nefunkčnost součástky způsobil sám nedodržením postupů pro montáž, čímž došlo k jejímu zničení. Z toho jsem se poučil a začal jsem důsledně promýšlet konstrukci nejprve v teoretické fázi, s promýšlením všech dílčích kroků. Včetně zabezpečení použitím pojistek.

3.2.2 Zkompletování nastavitelného laboratorního zdroje

Zkompletováním je pro potřeby této práce myšleno umístění laboratorního zdroje do vhodného obalu. Tím je v tomto případě ocelová skříň. Tuto skříň bylo nutné před zkompletováním upravit.

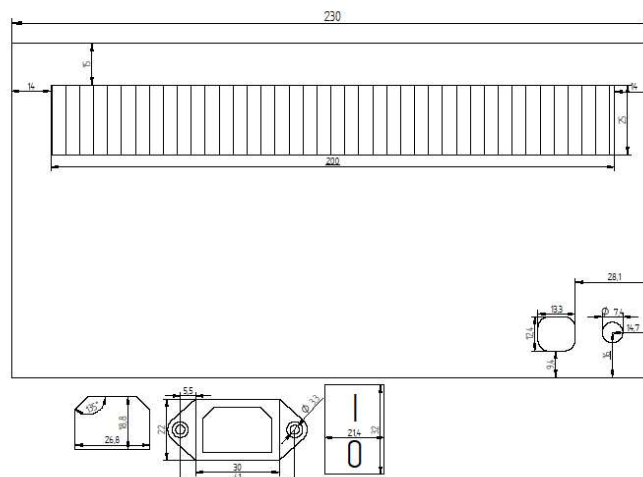
Úpravami mám na mysli vyvrtání potřebného počtu otvorů pro konektory, potenciometry, měřiče a vypínač. Otvory pro chlazení již byly součástí zakoupené skříně.

Před vyvrtáním otvorů bylo potřeba si vrtaná místa označit. To jsem provedl za pomoci technického výkresu pro přední a zadní stranu laboratorního zdroje. Tyto výkresy jsem vytvořil v programu Solid Edge Student ST10, který používáme při výuce ve škole. Oba výkresy uvádím dále – viz Obr. č. 3 a č. 4.



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Obr. 3.: Výkres přední strany laboratorního zdroje



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Obr. 4.: Výkres zadní strany laboratorního zdroje

Výše uváděné výkresy jsem vytiskl na samolepící papír. Ten jsem následně nalepil na požadovanou stranu zdroje. Otvory jsem postupně vrtal podle výkresu. Tímto způsobem jsem docílil vysoké přesnosti v realizaci naplánovaných otvorů. Postupoval jsem rychleji ve srovnání s postupem, kdy bych každý otvor před vyvrtáním nejprve přeměřil podle výkresu, následně označil na povrchu skříně a teprve po té vyvrtal. Také jsem použitím samolepícího papíru snížil riziko poškození povrchové úpravy ocelové skříně při vrtání. Drobné oděrky laku, které se i

přesto objevily, jsem odstranil nastříkáním černé barvy určené k povrchové úpravě kovů. Jednalo se o malý rozsah tohoto druhu oprav.

Po úpravě ocelové skříně jsem dovnitř umístil veškeré elektronické součástky, konektory, potenciometry a měřiče. Je nutné poznamenat, že v této fázi montáže bylo potřeba původně sestavený obvod – viz předcházející kapitola 3.2.1 - nejprve rozpojit a po částech umístit do ocelové skříně. Jednotlivé části byly spájeny, sešroubovány a upevněny ke stěnám skříně, aby nedocházelo k jejich pohybu při manipulaci s přístrojem.

Po tomto zkompletování jsem ověřil funkci přístroje zapojením do elektrické sítě, zapnutím přístroje a připojením LED pásku na výstup přístroje. Po tomto zatížení jsem nastavil rychlost chladicího větráčku. Přístroj fungoval dle mých předpokladů.

4 Závěr

Navrhl jsem a postavil funkční jednokanálový nastavitelný laboratorní zdroj za podstatně nižší cenu, než je tomu v případě většiny komerčně vyráběných nastavitelných zdrojů. I v případě porovnání s cenově dostupnějšími zdroji, je výhodou mého zařízení nižší hmotnost a vyšší výkon. Cíl práce se mi povedl naplnit.

V průběhu realizace jsem si v praxi ověřil, že pro pochopení funkce tohoto zařízení je důležité zdroj sestavit, protože jen teoretická znalost nestačí. Ověřil jsem si význam zručnosti a trpělivosti při výrobě. A v neposlední řadě i význam logické posloupnosti zapojování jednotlivých součástí, včetně nezbytnosti použití pojistek, které chrání použité elektronické součástky před poškozením nadměrným elektrickým proudem.

I proto se mi podařilo naplnit i dílčí cíl, kterým bylo vytvoření pomůcky pro výuku v oboru elektrotechniky. V průběhu sestavování tohoto zařízení mohou studenti lépe pochopit funkci celého zařízení. Vyrobené zařízení může být navíc dále využito pro realizaci výuky a různých projektů ve školách poskytujících vzdělání v oboru elektrotechniky, aniž by byly neúměrně navyšovány náklady potřebné na zajištění této výuky. Využitím levnější varianty tohoto zdroje je pro studenty vytvořena možnost experimentovat v rámci svých vlastních projektů – aniž by museli v rámci realizace těchto experimentů zohledňovat vznik případné škody, při poškození drahých, komerčně vyráběných zdrojů. Případným zničením mnou navrženého zdroje by škole nevznikla příliš vysoká škoda a zničený zdroj by bylo možné se studenty v rámci výuky svépomocí nahradit.

Seznam použitých informačních zdrojů

Literatura:

KREJČIŘÍK, A. *Napájecí zdroje I. - základní zapojení analogových a spínaných napájecích zdrojů*. 2. vydání, BEN - technická literatura, 1996. ISBN 80-86056-02-3.

KREJČIŘÍK, A. *DC/DC měniče*. BEN - technická literatura, 2002. ISBN 80-7300-045-8.

Hypertextové odkazy:

HotAir.cz - vše pro pájení, dávkování, balení a servis [online]. Copyright © [cit. 11.04.2019]. Dostupné z: < https://www.hotair.cz/images/produkty/1/2030/spinany-laboratorni-zdroj-gophert-cps-3205-0-32v-5a_0.jpg >.

KRÁSENSKÝ, T. *Víte jak vybrat laboratorní zdroj? Poradíme Vám!* [online]. [cit. 13.3.2019]. Dostupné z: < <https://blog.conrad.cz/vite-jak-vybrat-laboratorni-zdroj-poradime-vam/> >.

PŮHONÝ, J. *Laboratorní zdroj – 0 až 30V 0 až 3A – konstrukce* [online]. [cit. 13.3.2019]. Dostupné z: < <https://www.puhy.cz/blog/laboratorni-regulovatelný-zdroj/> >.

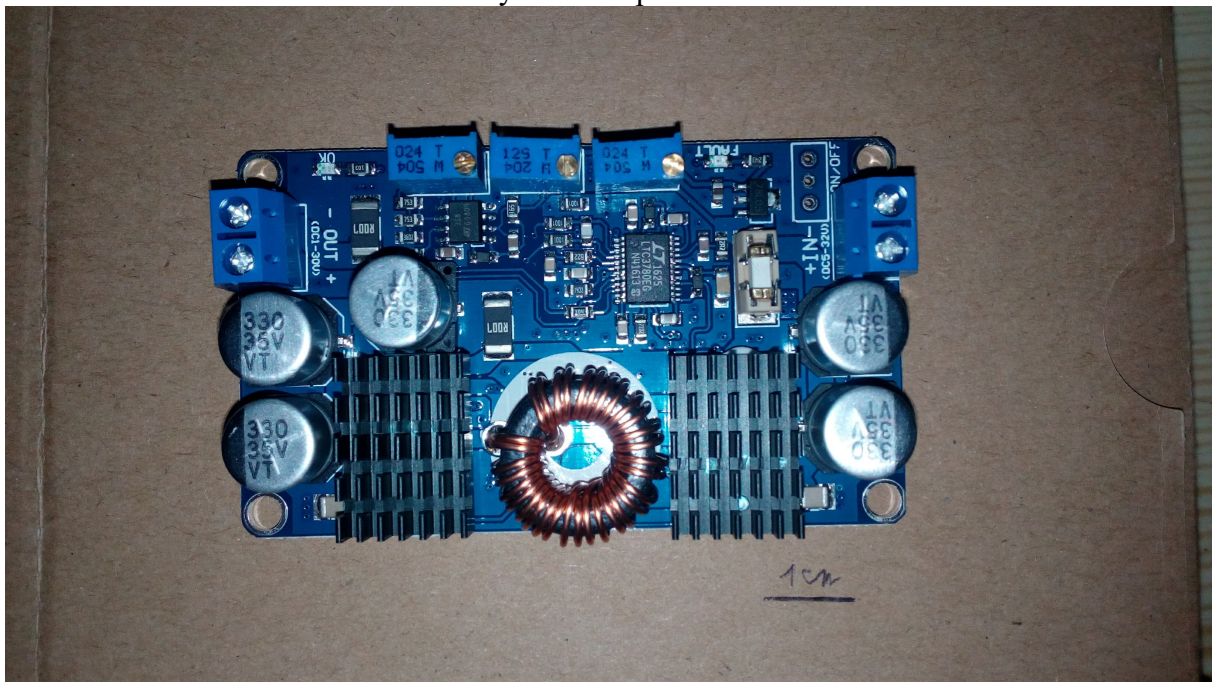
Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Gophert CPS -3205.....	8
Obr. 2: Vlastní nastavitelný laboratorní zdroj	8
Obr. 3: Výkres přední strany laboratorního zdroje.....	12
Obr. 4: Výkres zadní strany laboratorního zdroje.....	12
Tab. 1: Porovnání spínaných laboratorních zdrojů.....	9

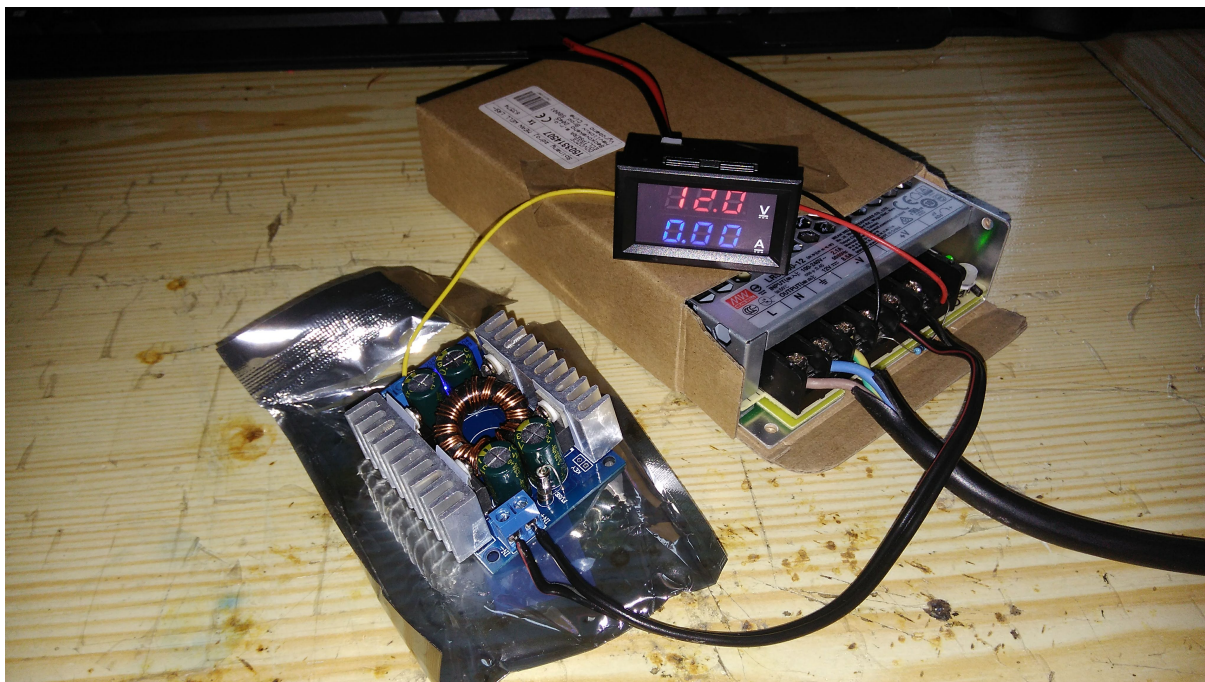
Přílohy:



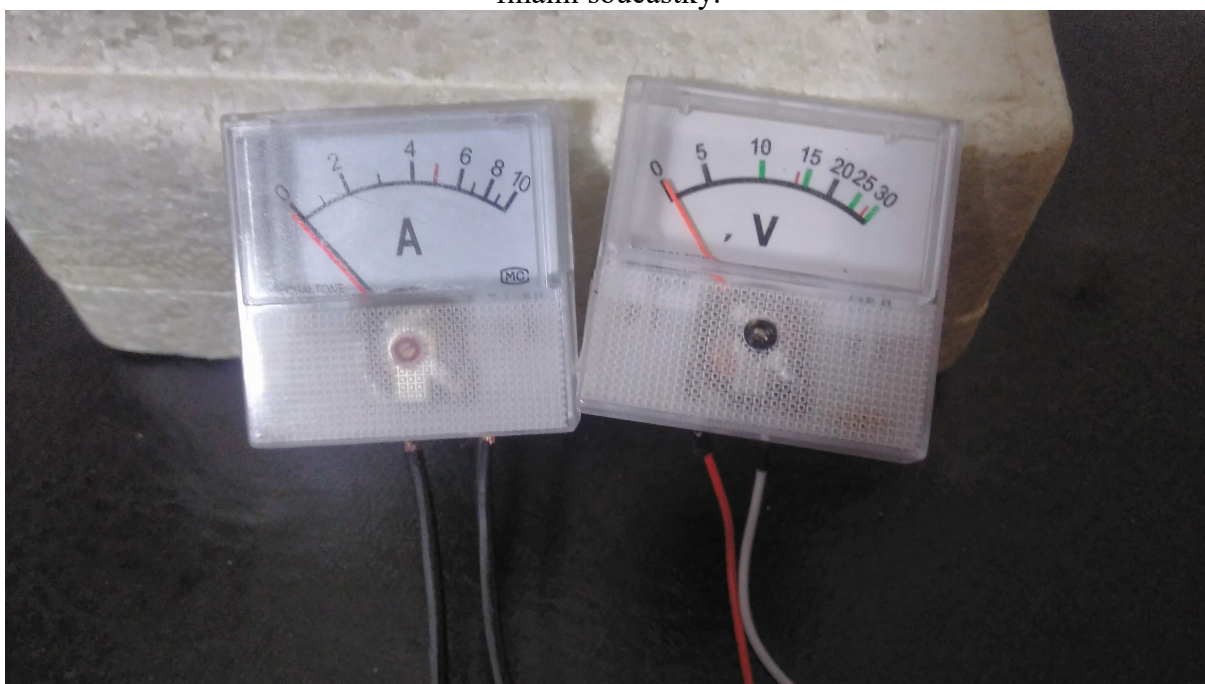
Obr. 1: První prototyp laboratorního zdroje, který jsem si vytvořil ještě před oznámením ročníkových prací vyrobený z napájecího zdroje DVD přehrávače. To mě inspirovalo k vytvoření lepší verze.



Obr. 2: První součástka laboratorního zdroje vytvořeného cíleně jako ročníková práce. DC – DC měnič, u kterého se ukázalo, že je vadný, tak jsem došel k rozhodnutí objednat a použít jiný model.



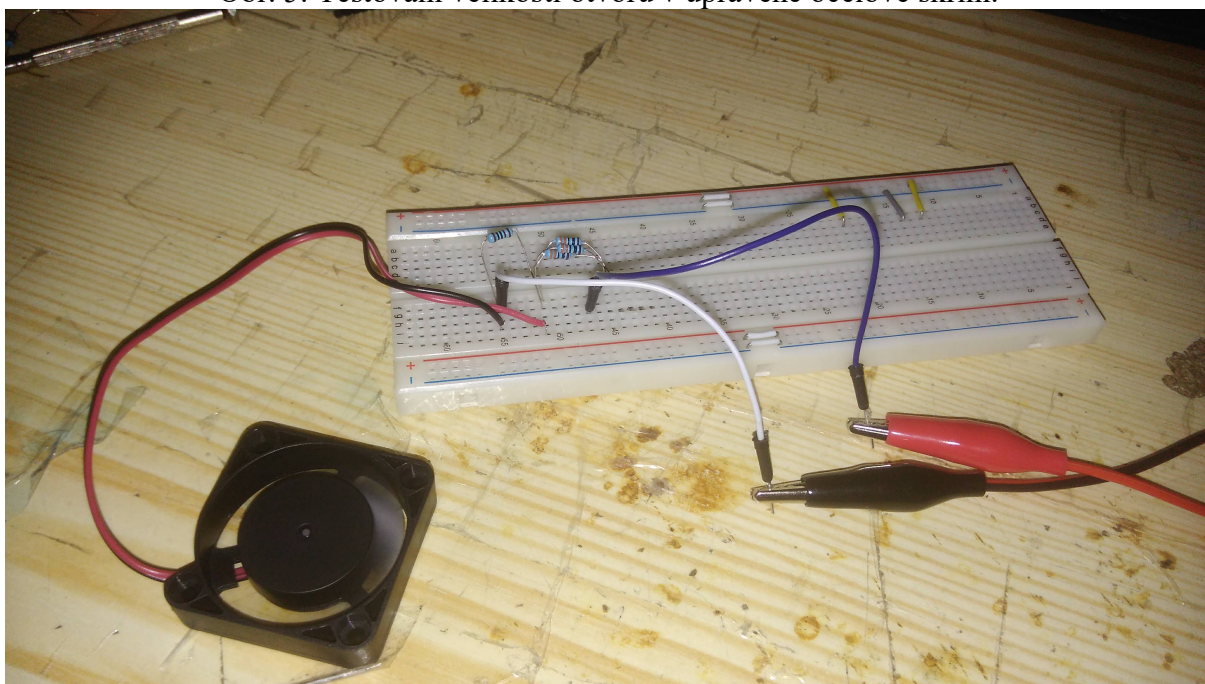
Obr. 3: První funkční prototyp laboratorního zdroje. Kromě digitálního voltmetru se jedná o finální součástky.



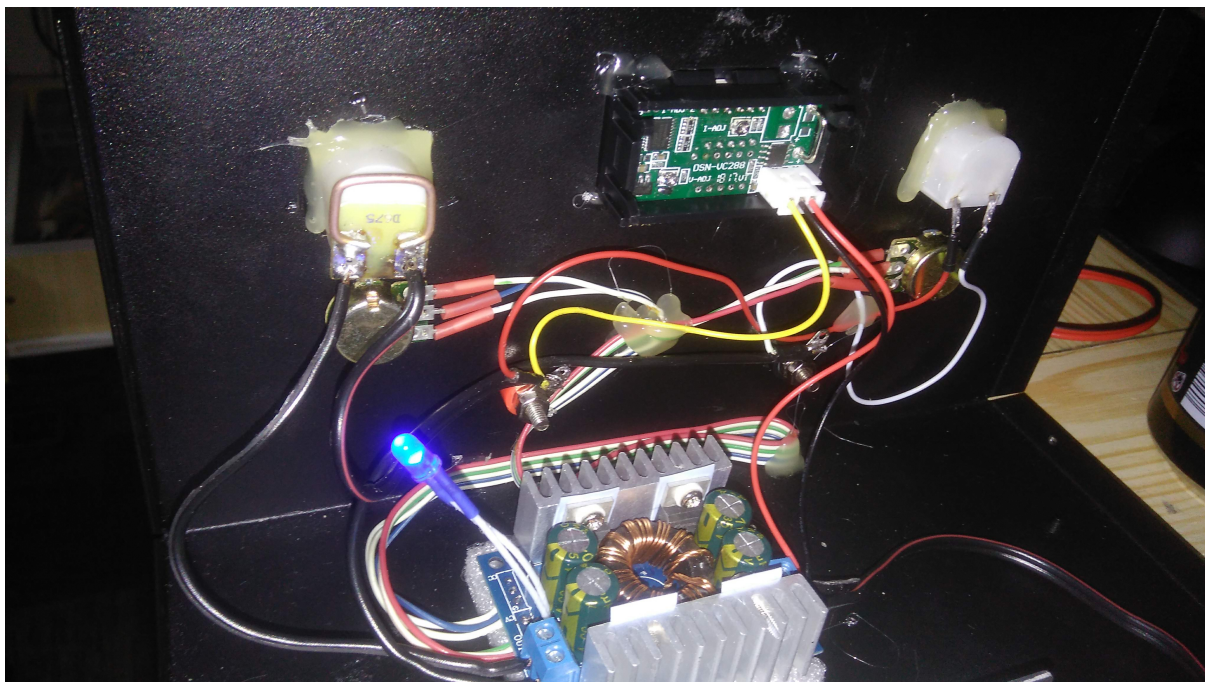
Obr. 4: Analogový voltmetr a ampérmetr. Pořízeno z důvodu pomalého obnovování digitálního voltmetru, který ale stále zůstává kvůli nepřesnosti analogových měřičů.



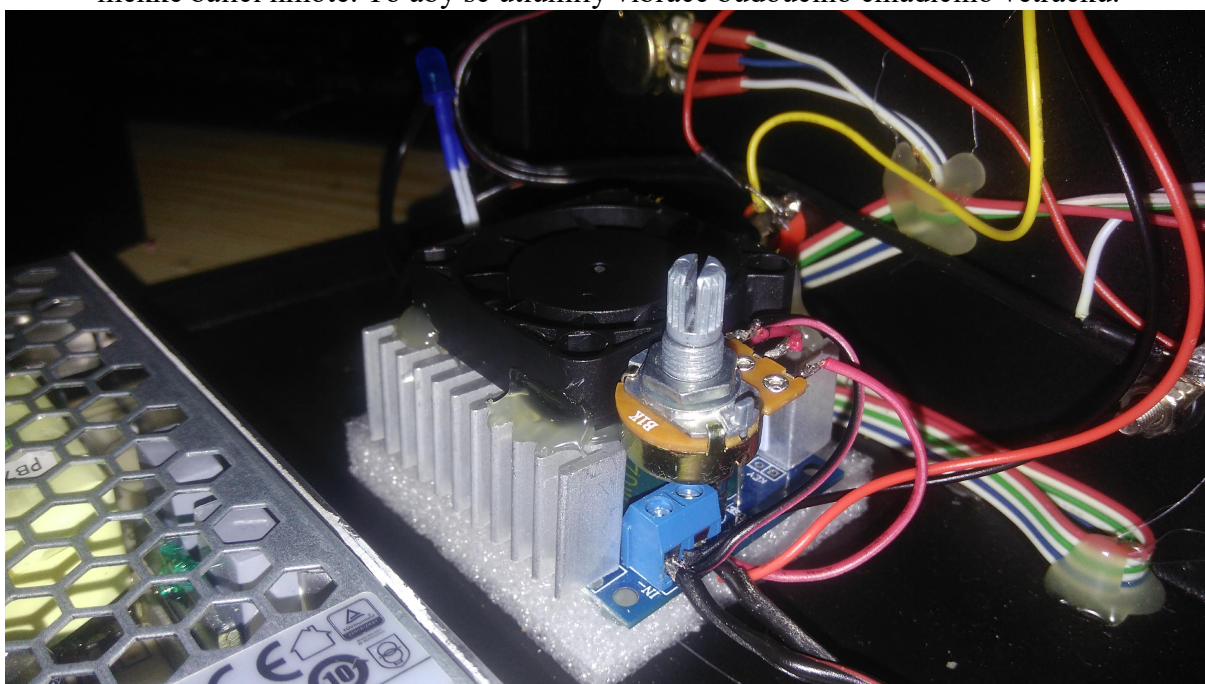
Obr. 5: Testování velikostí otvorů v upravené ocelové skříni.



Obr. 6: První test chladícího větráčku. Původně jsem chtěl použít pevný napěťový dělič pro regulaci rychlosti otáčení (na obrázku) ale nakonec jsem se rozhodl pro nastavitelný potenciometr.



Obr. 7: První test obvodu po uložení do skříně. Bohužel výsledkem jsou nepřehledné drátky, ale jiné řešení, které by bylo finančně a časově vhodné mě v ten moment nenapadlo. Vše je bodově přilepené tavnou pistolí a DC – DC modul (součástka uprostřed dole) je přilepená na měkké balící hmotě. To aby se utlumily vibrace budoucího chladičího větráčku.



Obr. 8: Detail DC – DC měniče s přimontovaným větráčkem a potenciometrem.



Obr. 9: Kompletně hotový přístroj; přední strana.



Obr. 10: Kompletně hotový přístroj; zadní strana.