

# BEZPEČNÝ NAPÁJEČ PRO SYSTÉM iDŮM

Michal JAHELKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra telekomunikační techniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

michal.jahelka@vsb.cz

**Abstrakt.** Bezpečný napáječ lze použít pro napájení senzorů, řídicích a informačních prvků inteligentních domů nebo systému domácích telefonů. Běžné zdroje mohou při zkratu či přetížení způsobit poškození připojeného zařízení. V článku popsany napáječ při zkratu odpojí výstup a testuje malým proudem, byl-li odstraněn zkrat. Poté obnoví napájení systému. Současně se stará o zálohování systému akumulátorem, dobíjení akumulátoru, informuje o zkratu či výpadku hlavního napájení řídicí systém, nebo na příkaz může provést softwarové vypnutí výstupu. Napáječ je primárně určen pro systém iDům, ale lze použít i v jiných aplikacích. Napáječ je řízen mikroprocesorem, monitoruje odebíraný proud, během desítek mikrosekund reaguje na zkrat nebo výpadek hlavního napájení, měří napětí na akumulátoru a jeho nabíjecí proud.

## Klíčová slova

*Napájení, zdroj, ochrana, akumulátor, zálohování, inteligentní dům, iDům.*

## 1. Úvod

Pokud je použit standardní zdroj bez ochrany proti zkratu a přetížení a došlo by k určité poruše jednoho se zařízeními, mohl by jím protékat zkratový proud, což by mohlo mít za následek přerušení pojistky ve zdroji, další poškození napájeného zařízení, nebo v horším případě požár zařízení či napájecího zdroje. Běžně používané zdroje mají monolitický stabilizátor s proudovým i tepelným omezením.

Lepší spínané zdroje se v případě zkratu odpojí a poté se znovu na okamžik zapnou na provozní stav a měří zkratový proud (hiccup mode). To je dobré, pokud jsou v systému zařízení s vyšším proudovým odběrem při malém napětí (například se spínanými stabilizátory). Nevýhodou je, že v případě poruchy protékají obvodem vysoké proudové impulsy.

Jiné řešení je použití zdroje s fold-back charakteristikou. To umožňuje při odstranění zkratu

přibližně lineární návrat napětí do původní hodnoty. Avšak pokud dojde ke krátkodobému zkratu (nebo přetížení) a v systému jsou zařízení, s vyšším proudovým odběrem při malém napětí, zdroj může zůstat ve stavu proudového omezení. Výhodou je, že některá zařízení, která si vystačí s malým napětím se při krátkodobém, přetížení nevypnou.

## 2. Požadavky na napáječ

Systém senzorů, řídicích a informačních prvků inteligentního domu a domácích telefonů musí mít napájení zálohované pomocí olověného akumulátoru. Napáječ se musí postarat o rychlé dobíjení akumulátoru i o jeho udržování. V případě přílišného vybití akumulátoru se má vypnout napájení. Napáječ musí přepínat mezi napájením ze sítě a akumulátorem bez přerušení dodávky proudu do napájeného systému. V případě zkratu musí napáječ ihned přerušit napájení a v okamžiku ukončení zkratu zase obnovit napájení. Rovněž i v případě přetížení se musí odpojit napájení. Po uvolnění zkratu se musí obnovit napájení systému.

Napáječ musí být kompatibilní se systémem iDům, monitoruje odebíraný proud i napětí akumulátoru. Tyto informace je možno přečíst pomocí nadřazené jednotky. Nadřazená jednotka je rovněž informována o výpadku či obnově síťového napájení. Nadřazená jednotka je napájena z tohoto napáječe, ale má i možnost vlastního odpojení od napájecího zdroje.

Elektrické parametry:

- výstupní napětí 15 V,
- výstupní proud 3 A,
- zálohování 12 V olověným akumulátorem.

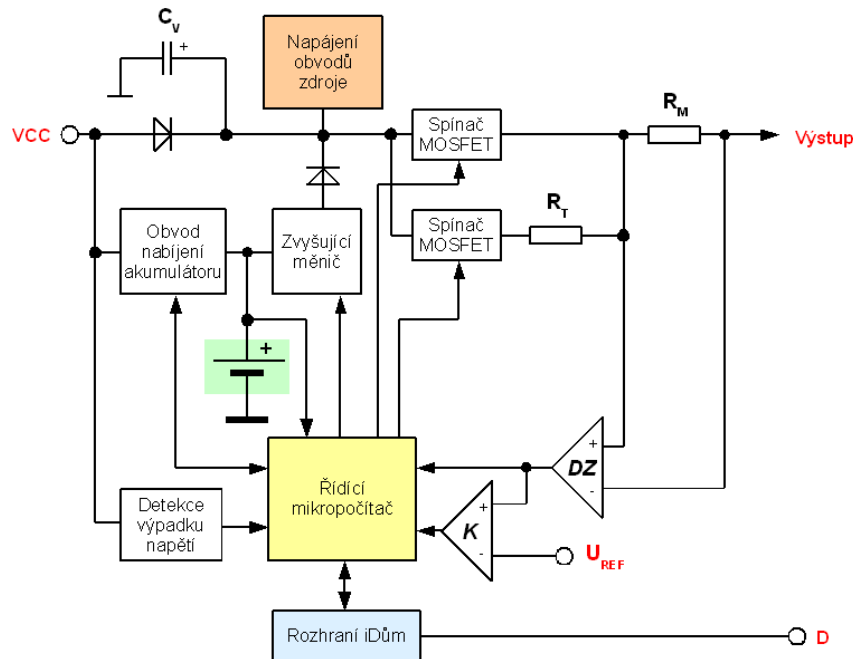
## 3. Použití napáječe v systému iDům

Primární nasazení napáječe je určeno pro systém iDům (inteligentní domy a domácí telefony). Jednotlivá zařízení mají v klidu nízký odběr (typicky pod 100  $\mu$ A, složitější

prvky až jednotky miliampér). Zařízení s nejvyšším proudovým odběrem, řídicí počítač, je spínáno zvlášť až poté co napětí na jeho vstupu je stabilní déle než 5 sekund.

Sběrnice iDům má 4 vodiče, napájení, zem, digitální signalizaci a audio. Oddělení napájení od signalizace umožňuje napájet i zařízení s vyšší proudovým odběrem bez vztahu k omezení provozu na digitální části.

Samostatný přenos hovoru (pomocí vodiče audio) umožňuje nasazení levnějších mikro počítačů, které se nemusí starat o vyhodnocování přenosu hovoru (např. vypínač nebo relé iDům nepoužívají audio vodič). Hovor je možno přenášet digitálně nebo analogově. Protokol iDům, napětíové úrovně, zapojení a prvky jsou popsány ve [4].



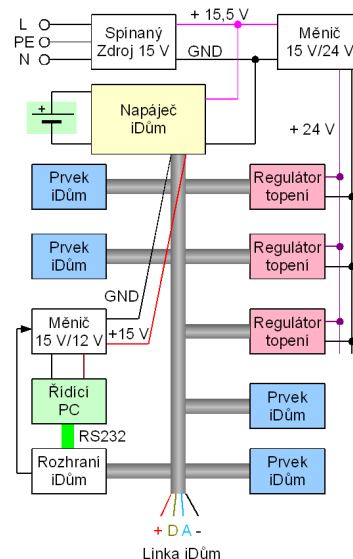
Obr. 1: Blokové schéma napáječe iDům.

Napájení není jednotné především z důvodů ceny. Termoregulační ventily potřebují k činnosti 24 V (pokud budou dostupné ventily na nižší napětí, nebude použit měnič na 24 V). Systém regulátoru topení není zálohovaný, protože když dojde k výpadku síťového napájení, přestane fungovat i kotel a regulace tedy nemá smysl. iDům potřebuje k činnosti napětí přibližně 15 V, některým prvkům stačí napětí 6 V, ale jiné prvky vyžadují alespoň 12 V. Při propojení je nutno počítat s úbytkem napětí na kabelech. Vyšší napětí by způsobovalo zbytečné výkonové ztráty na prvcích iDům s lineárními stabilizátory. Řídicí PC ALIX 1C vyžaduje napájení 12 V. Použití jiného modernějšího řídicího PC bylo zvažováno, ale jeho cena byla příliš vysoká. Výhodou by byl vyšší výkon při prakticky stejné spotřebě a nebyla by nutnost použití měniče. Měnič má přímé propojení na napáječ iDům z důvodů poměrně vysokého proudového odběru, aby nezatěžoval linku iDům.

#### 4. Funkce napáječe

Napáječ jsem se rozhodl složit ze dvou částí. První část je komerční spínaný zdroj S-60 s certifikací a výstupním napětím 15 V (nastavitelný trimrem) a proudem do 4 A,

ochranou proti přetížení pomocí krátkodobého odpojení (hiccup). Tento zdroj je dostupný za nízkou cenu a vývoj (a zejména certifikace) by byl neefektivní. V případě nedostupnosti lze přejít prakticky na libovolný podobný komerční produkt.



Obr. 2: Umístění napáječe v systému iDům.

Avšak tento zdroj postrádá požadované bezpečnostní prvky i možnost zálohování. Tento zdroj je zatím používán v systému domácích telefonů iDům. Při opravách a montážích (kdy technik zapomněl odpojit zdroj) však došlo několikrát ke zkratu, který měl za následek poškození zařízení.

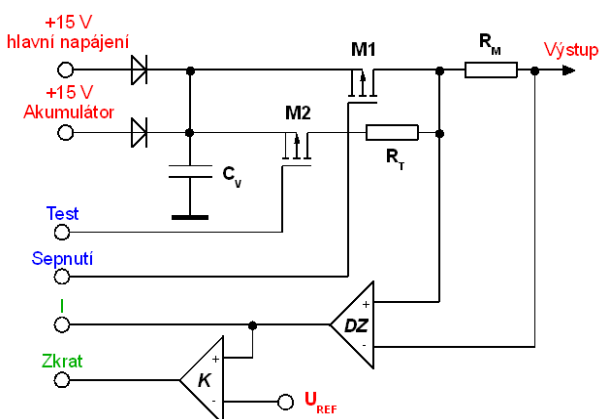
Druhá část se stará o bezpečnost, zálohování a měření elektrických parametrů.

#### 4.1 Odpojování výstupu

Odebíraný proud je měřen rezistorem  $R_M$  a je převáděn na napětí pomocí diferenčního zesilovače **DZ**. Rezistor  $R_M$  má odpor  $0,22 \Omega$ , který je srovnatelný s odporem vedení v systému a při proudu 3 A na něm vzniká napěťový úbytek  $0,66 \text{ V}$ . V případě problémů s úbytkem by bylo možno použít odpor  $0,1 \Omega$ .

Pokud dojde ke zkratu, dojde skokově ke zvýšení proudu tekoucího přes měřicí rezistor  $R_M$ . Zvýší se úroveň napětí na výstupu diferenčního zesilovače. Samostatné měření odebíraného proudu je však omezeno rychlostí měření, a proto vyhodnocování tohoto proudu není z hlediska rychlosti ideální. Proto je použit komparátor **K**. Signál z tohoto komparátoru je přiveden na přerušovací vstup mikroprocesoru, čímž je dosaženo vysoké rychlosti odpojení výstupu napáječe během  $20 \mu\text{s}$ .

Bylo by samozřejmě možno použít obvod s hradly, který by byl ještě rychlejší, ale výkonové tranzistory MOSFET i měřicí rezistor toto chvilkové přetížení vydrží. Řídicí mikroprocesor odpojí tranzistor **M1**, čímž přeruší obvod. Výhodou tohoto zapojení je rychlost reakce, ale nelze softwarově nastavit velikost vypínacího proudu.



Obr. 3: Obvod pro odpojování napájení.

V případě, že dojde k překročení odebíraného proudu nad nastavený limit, který je však menší než limit zkratu, dojde rovněž k odpojení tranzistoru **M1**. Řídicí mikroprocesor však musí monitorovat nejen velikost tohoto proudu, ale i napětí akumulátoru a vyhodnocovat příkazy z linky iDům, takže celková doba mezi měřeními je  $10 \text{ ms}$ .

V okamžiku odpojení vyše napáječ varovné hlášení systému iDům o nuceném odpojení. Řídicí počítač systému iDům má filtrační kondenzátor, který na okamžik udrží napětí a tak se stihne uložit informace o tom, co mohlo způsobit problém. Při vypnutí napájení dojde i k vypnutí všech prvků iDům a při následném zapnutí se dostanou do výchozího stavu s minimem odebíraného proudu.

Po odpojení napájení se rozsvítí červená LED dioda a napáječ čeká nastavený čas (typicky 1 sekundu). Poté je sepnut tranzistor **M2**. Po uplynutí nastaveného času (typicky 100 ms) se změří proud rezistorem  $R_M$ . Pokud je tento proud vyšší než nastavená hranice (typicky 600 mA), dojde opět k odpojení napájení.

Pokud je proud menší, pravděpodobně byl odstraněn zkrat (nebo bylo zařízení, které způsobilo zvýšený odběr vypnuto). Nyní se sepnou tranzistor **M1**. Protože se prudce zvýšilo napětí, v systému zpravidla vznikne napěťová špička, protože mnoho připojených zařízení má filtrační kondenzátory. Aby tato špička nezpůsobila okamžité odpojení, je po nastavenou dobu (typicky 5 ms) ignorován signál z komparátoru. Pokud je i po této době vyhodnocen zkrat, napáječ opět odpojí napájení. V opačném případě se vypne **M2** a napáječ přejde do provozního režimu, který signalizuje rozsvícením zelené LED.

Místo nabíjecího rezistoru  $R_T$  by bylo možno použít zdroj proudu. Ale kvůli návrhu musí být většina součástek SMD a rovněž je zde i prostorové omezení. Výkonový tranzistor s chladičem zabere moc místa a vyžaduje práci při montáži, nehledě na to, že vydrží nižší teploty než výkonový rezistor. Výhodou by byl garantovaný proud přes zařízení, konstantní přes celý napěťový rozsah.

Spínání po omezenou dobu přes rezistor  $R_T$  umožňuje dosáhnout vyššího spínacího proudu při použití rezistoru s nižší výkonovou ztrátou 
$$P = \frac{U^2}{R} \cdot \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}}$$
.

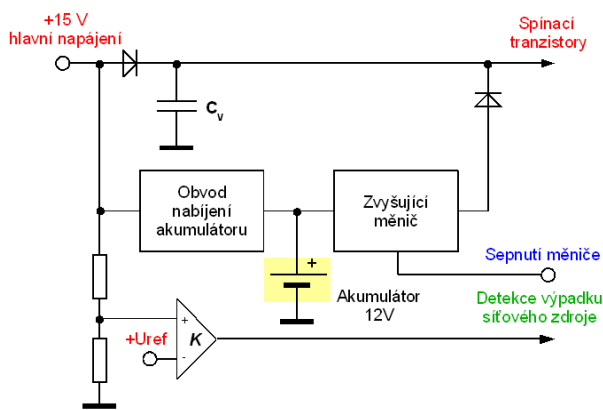
Pokud je povolena výkonová ztráta  $1,5 \text{ W}$ , napájecí napětí je  $15 \text{ V}$ ,  $t_{ON}$  je  $100 \text{ ms}$  a  $t_{OFF}$  je  $900 \text{ ms}$ , výkon na rezistoru při zkratu je krátkodobě  $15 \text{ W}$ , ale v dlouhodobě  $1,5 \text{ W}$ . Je vhodné použít rezistor s hodnotou  $15 \Omega$ , který vydrží krátkodobé přetížení. Při trvalém sepnutí by byl nutný rezistor  $150 \Omega$ .

Při polovině napájecího napětí na výstupu by bylo možno odebírat při rezistoru  $150 \Omega$  proud  $50 \text{ mA}$ . Při rezistoru  $15 \Omega$  je to však  $500 \text{ mA}$ . Zařízení iDům jsou po vypnutí napájení uvedena do klidového stavu s minimálním odběrem proudu, ale  $50 \text{ mA}$  by přesto nemuselo stačit. Proud, při kterém, je vyhodnocen zkrat je softwarově nastaven na  $600 \text{ mA}$ , čemuž odpovídá napětí na výstupu  $U_O = U - R \cdot I_K = 15 - 15 \cdot 0,6 = 6 \text{ V}$ . Systém tohoto spínání má však i nevýhody. Při velké kapacitní zátěži dojde k několika cyklům testování/vypnutí, než dojde k úplnému sepnutí. Ideálním řešením by bylo použití

spínaného zdroje, který by dodával konstantní proud v režimu nabíjení a konstantní napětí v provozním režimu. Na druhou stranu toto řešení přináší problém s rychlostí regulace, pokud by při vzestupu napětí nad určitou úroveň došlo k prudkému odběru proudu.

## 4.2 Přepínání na záložní akumulátor

Vstupní napětí je neustále monitorováno a porovnáváno s referenčním napětím. Pokud toto napětí poklesne pod 14 V, sepne se výstup komparátoru připojený na přerušovací vstup mikropočítače a dojde k sepnutí měniče akumulátoru. Přepnutí je velmi rychlé díky použití přerušování s vysokou prioritou. Současně skončí nabíjení akumulátoru, pokud probíhá. Když poslední měření prokázalo vybitý akumulátor, dojde k vypnutí napáječe, aby se chránil akumulátor před úplným vybitím. Při provozu na akumulátor zhasne zelená LED a bliká jen žlutá LED v poměru 1:3.



Obr. 4: Obvod pro přepínání na akumulátor.

Používá-li systém akumulátor a dojde-li k obnovení napájecího napětí, řídicí mikropočítač vypne měnič akumulátoru a zahájí nabíjení.

Pokud je akumulátor vybitý (napáječ je vypnutý) a dojde k obnovení hlavního napájení, nebo připojení nabitého akumulátoru, napáječ se zapíná stejným způsobem jako při odstranění zkratu.

Pokud systém používá akumulátor a napětí poklesne pod stanovenou hodnotu, napáječ vypne výstup, aby se zabránilo úplnému vybití akumulátoru a případně i jeho poškození.

Jako zvyšující měnič jsem použil katalogové zapojení s obvodem LM3478 s malými změnami součástek. Spínaný zdroj pracuje na kmitočtu 500 kHz, a proto bylo nutno dbát na správný návrh plošného spoje. Při realizaci

jsem se setkal s problémy, pokud byly některé zpětnovazební vodiče v blízkosti spínací cívky. Jako spínací tranzistor byl použit IRF7821. Ostatní méně kritické součástky byly použity většinou podle katalogových údajů. Návrh měniče je dostatečně popsán ve [2] a je zde možno provést přes webové rozhraní kompletní návrh a simulaci zdroje podle zadaných parametrů. Proto tuto část napáječe nemá význam více popisovat.

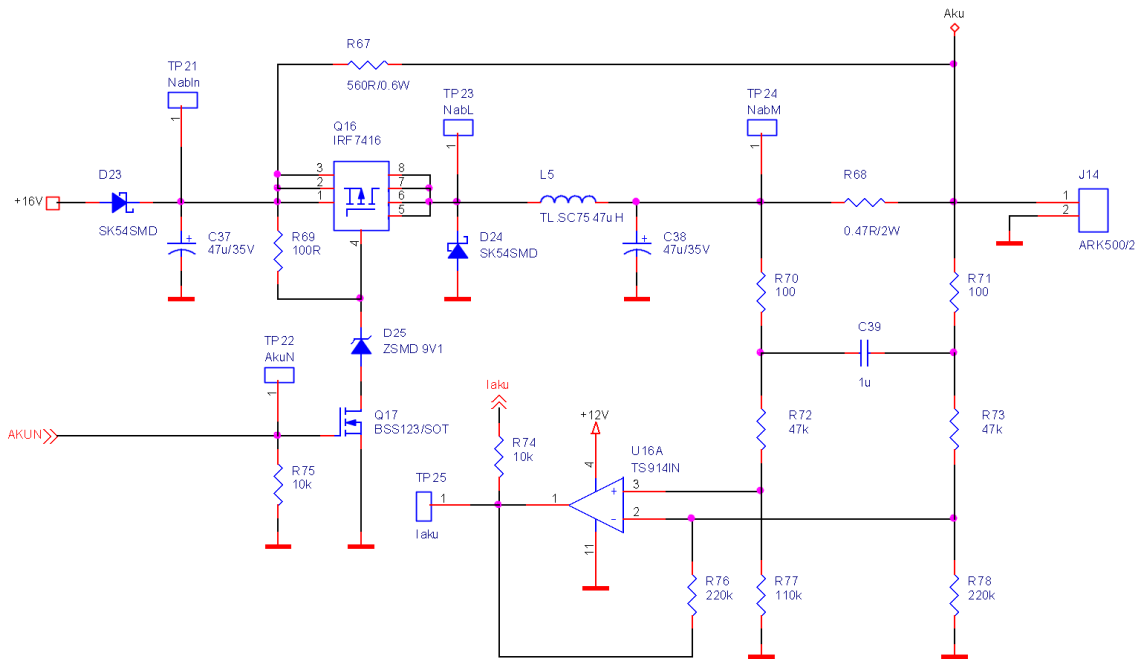
## 4.3 Nabíjení akumulátoru

O nabíjení se stará snižující měnič řízený přímo mikropočítačem. Vstup je oddělen diodou, aby napětí z akumulátoru neovlivňovalo detekci výpadku síťového zdroje. Výkonový tranzistor je řízen pomocí pulsně šířkové modulace, aby dobíjecí proud akumulátoru byl vždy stejný (softwarově nastaven na 1 A). Nabíjecí proud se měří jako napěťový úbytek na rezistoru R68. Tento úbytek je však zvlněný a je nutný vyhladit. K tomu slouží rezistory R70 a R71 spolu s kondenzátorem C39. Vložení kondenzátoru do záporné zpětné vazby (paralelně k R76) přineslo v praxi problémy s měřením a toto řešení se ukázalo být výhodnější. Nabíjecímu proudu 1 A odpovídá výstupní napětí 2,2 V podle vzorce (1).

$$U_M = \frac{I_M \cdot 0,47 \cdot 220}{47} = I_M \cdot 2,2. \quad (1)$$

Vzhledem k pomalé změně napětí na akumulátoru jsem volil proudovou regulaci pomocí zvyšování a snižování poměru PWM signálu. Tato regulace je sice pomalá, ale zato značně bezpečná. Na začátku nabíjení je PWM poměr 1/255, ale podle potřeby se zvyšuje, dokud se nedosáhne požadovaného nabíjecího proudu. Cívka musí být dimenzována na trvalý stejnosměrný proud alespoň 1 A (v případě maximálního nabíjecího proudu 1 A) a špičkový (saturační) proud 4,7 A, při účinnosti měniče 80 % (v případě zkratu akumulátoru). Protože však napětí na akumulátoru nikdy nepoklesne pod 6 V (systém je odpojen a v případě zkratu se omezí nabíjecí proud softwarově), stačí dimenzovat cívku na 2,9 A. Pokud předpokládáme napětí na cívce při spínání za neměnné (na výstupu je kondenzátor), úbytek na diodě D23 a rezistoru R68 je 1 V, pak  $U_L = 15$  V. Pro napětí na cívce platí vztah:

$$I = \frac{1}{L} \cdot \int_0^t U_L dx = \frac{U_L \cdot t}{L}. \quad (2)$$



Obr. 5: Schéma zapojení obvodu pro nabíjení akumulátoru.

Perioda PWM signálu je určena mikropočítačem a jeho softwarovým nastavením a je  $1/18000 \text{ s} = 55,5 \mu\text{s}$ . Při zkratu je průměrný proud stále 1 A, ale činitel PWM plnění je velmi malý. Aby byl dosažen proud 1 A, musí tedy špičkový proud být větší v poměru celkové periody k době sepnutí tranzistoru. Při vypnutí tranzistoru proud postupně cívku klesá.

$$I_{MAX} = I_{AVG} \cdot \frac{T}{t} \tag{3}$$

Pokud by byla účinnost stoprocentní, byl by dodaný i odevzdaný proud stejný a tedy by šlo počítat, že od času 0 do t teče proud  $I_{MAX}$ , jindy teče 0. Počítáme-li s účinností  $\eta$ , je.

$$I_{MAX} = \frac{I_{AVG} \cdot T}{\eta \cdot t} \tag{4}$$

Spojením rovnic (2) a (4) dostaneme výsledný vztah pro výpočet maximálního proudu:

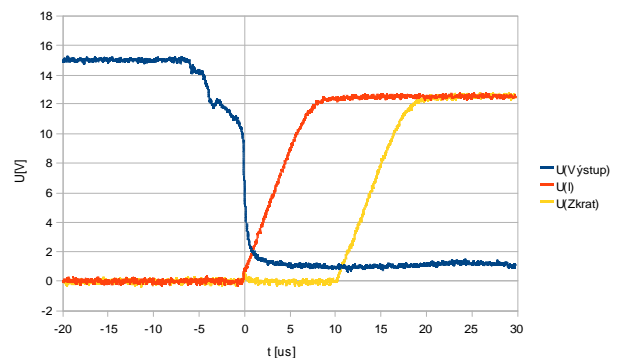
$$I_{MAX} = \sqrt{\frac{U_L \cdot I_{AVG} \cdot T}{\eta \cdot L}} \tag{5}$$

Ze vzorce (5) vyplývá, že maximální nabíjecí proud lze zkrátit snížením celkové periody  $T$  a zvýšením indukčnosti  $L$ . Zvýšením indukčnosti si nelze pomoci, protože cívky s vyšší indukčností ve stejném pouzdru mají zase nižší maximální i střední proud. Snížení  $T$  zase zmenší rozlišení v nabíjecích proudech. Při snížení 4x by kleslo rozlišení na 64 úrovní nabíjecích proudů, ale maximální proud cívku při zkratu by byl jen 2,35 A. Při překročení proudu cívku by bylo možno softwarově

omezit špičkový proud – nedovolit delší časy, což by přineslo nižší nabíjecí proud, nebo snížit rozlišení v proudu, což sice zhorší regulaci, ale umožní nabíjení vyšším proudem. Pokud cívka bude buzena vyšším než saturačním proudem, klesá účinnost měniče a cívka se ohřívá.

### 5. Změřené parametry

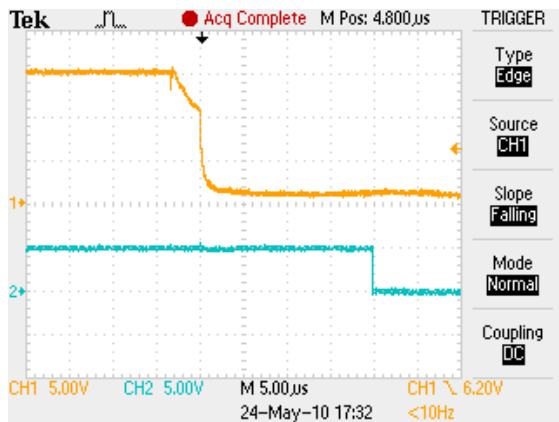
Na Obr. 4 je zachycena událost při zkratu. Bohužel je vidět i odskok na vypínači a nenulový odpor vypínače. S narůstajícím proudem se zvyšuje i napětí na rozdílovém zesilovači. Zde by měl být téměř kolmý průběh, ale vzhledem k dané rychlosti přeběhu použitého operačního zesilovače trvá přeběh z minima do maxima téměř 15  $\mu\text{s}$ . Stejný obvod je zapojen i jako komparátor a jeho zpoždění je dalších 10  $\mu\text{s}$ .



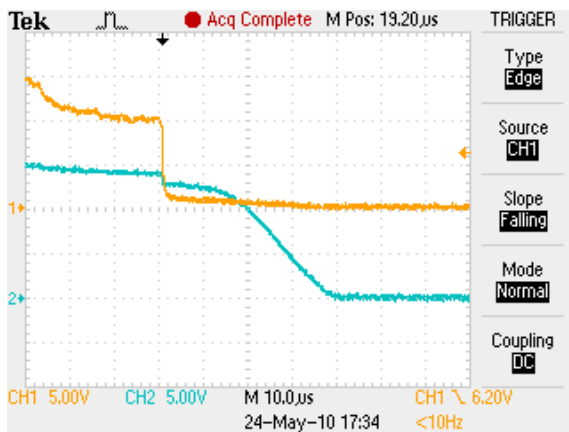
Obr. 6: Napětí na výstupu zdroje, měření proudu a indikaci zkratu.



Z Obr. 7 je vidět, že mikropočítač s připojenými obvody zareaguje se zpožděním 20  $\mu$ s od události zkratu. Dalších 20  $\mu$ s pak trvá samotné uzavření tranzistoru M1.

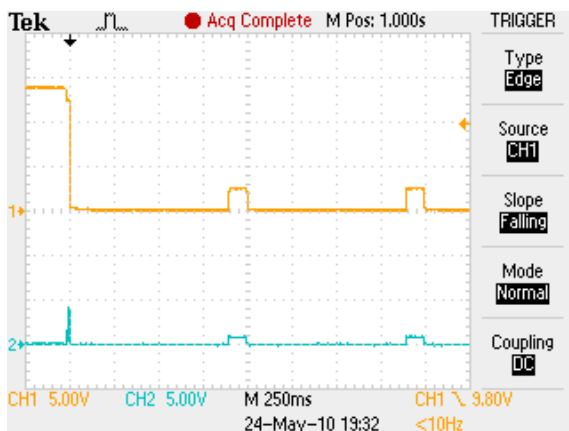


Obr. 7: Napětí na výstupu (CH1) a řízení (CH2).



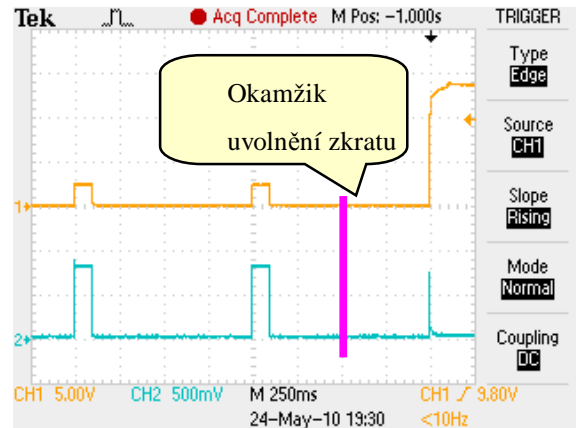
Obr. 8: Napětí na výstupu (CH1) a na tranzistoru M1 (CH2).

Pokud dojde k přetížení a nedojde ještě k vyhodnocení zkratu, trvá vyhodnocení déle (10 ms). Poté dojde k uzavření tranzistoru M1 a každou 1 s je na 100 ms pouštěn proudový impuls pomocí tranzistoru M2.



Obr. 9: Napětí na výstupu při zatížení rezistorem 3,3  $\Omega$ .

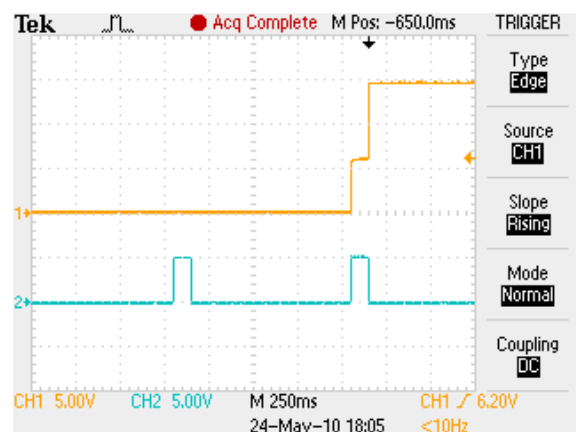
Pokud dojde k přetížení a nedojde ještě k vyhodnocení zkratu, trvá vyhodnocení déle (10 ms). Poté dojde k uzavření tranzistoru M1 a každou 1 s je na 100 ms pouštěn proudový impuls pomocí tranzistoru M2. Při uvolnění přetížení (Obr. 10), je nabit vnitřní kondenzátor (skokové zvýšení proudu CH2, pomalý náběh napětí CH1) a na konci měření již neprotéká napájecem žádný proud a napáječ je normálně zapnut.



Obr. 10: Napětí na výstupu (CH1) a měření proudu (CH2) při uvolnění přetížení.

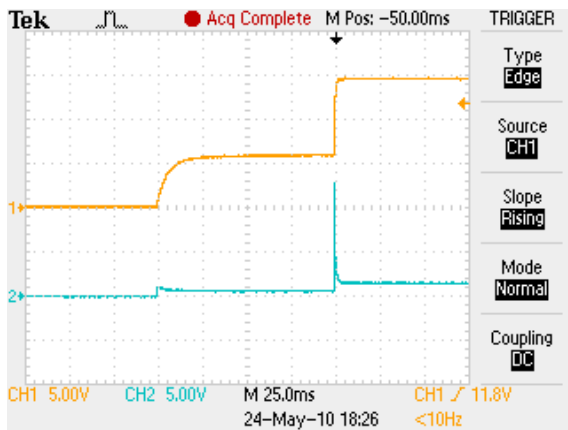
Pokud dojde ke zkratu a při uvolnění je připojena odporová zátěž (Obr. 11), není napětí na výstupu úplné, ale pokud měřený proud nepřekračuje maximum, je sepnut hlavní výkonový tranzistor M1.

Mnohem častěji nastává situace, kdy na zdroji je kapacitní a odporová zátěž. Měřil jsem s odporovou zátěží 10  $\Omega$  a kapacitní 1000  $\mu$ F. Opakování (v době zkratu) je podobné a zaměřím se na zobrazení samotného okamžiku spínání hlavní části. Nabíjení je již pomalejší (Obr. 10) a při sepnutí hlavního tranzistoru se objeví proudová špička, která způsobí zareagování proudové ochrany (Obr. 11).

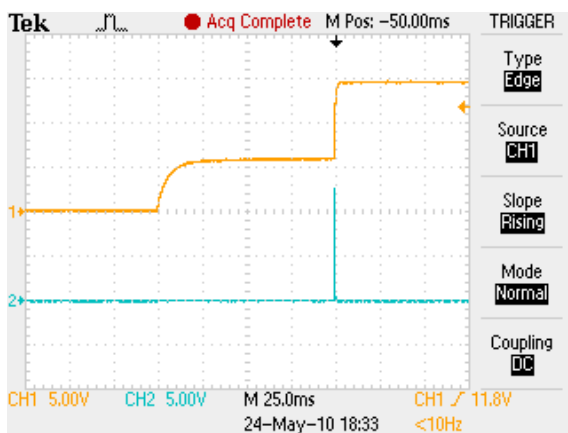


Obr. 11: Uvolnění zkratu do zátěže 10  $\Omega$ , napětí na výstupu je CH1, napětí TEST je CH2.

Mikropočítač však proudovou ochrano po krátký čas (5  $\mu$ s) ignoruje a za tuto dobu již proudová špička zanikne.

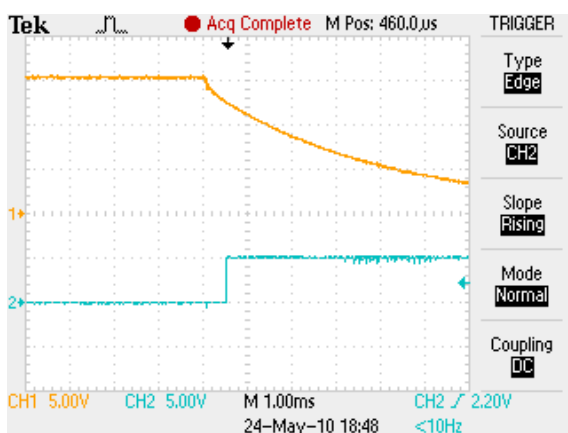


Obr. 12: Uvolnění zkratu při odporově/kapacitní zátěži. CH1 je napětí na výstupu, CH2 je výstup měřící proud.



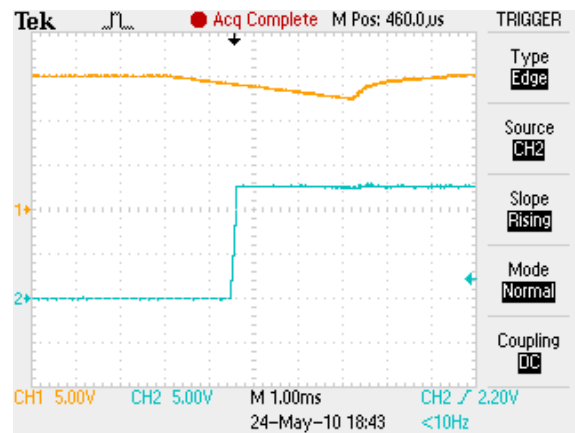
Obr. 13: Uvolnění zkratu při odporově/kapacitní zátěži. CH1 je napětí na výstupu, CH2 indikace zkratu.

Pokud dojde k poklesu napětí, zdroje se automaticky přepne na záložní akumulátor (Obr. 12). Na Obr. 12 je společné napájecí napětí za diodou, kdy dochází k dobití kondenzátoru na nominální napětí 15 V měničem z akumulátoru (Obr. 13).

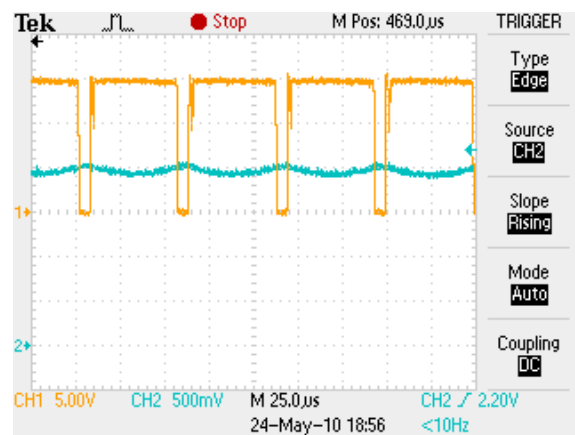


Obr. 14: Přepnutí na akumulátor, napětí hlavního zdroje je CH1, napětí pro zapnutí měniče je CH2.

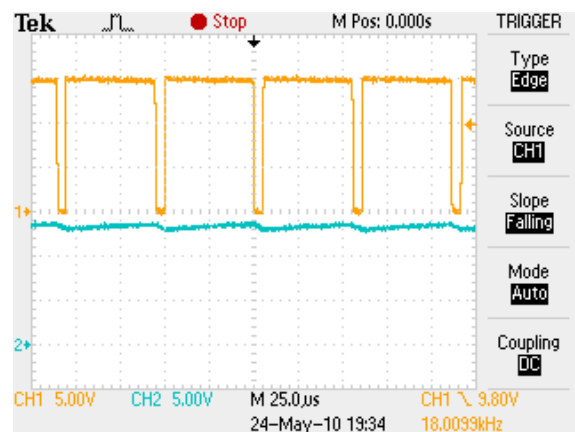
Pokud napětí na akumulátoru poklesne pod nastavenou mez, dojde k jeho nabíjení pomocí pulsně šířkové modulace. Dodržuje se nastavený proud (Obr. 14, Obr. 15).



Obr. 15: Přepnutí na akumulátor – dobití napětí 15 V (CH1) a reakce komparátoru podpětí (CH2).



Obr. 16: Průběhy napětí v testovacích bodech TP23 (CH1) a TP24 (CH2) schématu z Obr. 3.



Obr. 17: Průběhy napětí v testovacích bodech TP23 (CH1) a TP25 (CH2) schématu z Obr. 3.

## 6. Závěr

Zdroj je vyvíjen na katedře telekomunikační techniky v rámci systému inteligentního domu. Může však sloužit i mnohde jinde, kde je potřeba jistě zdroj. Byl vyroben pouze jeden funkční vzorek a ten se chystá do reálného provozu. Všechny laboratorní testy splnil výtečně zejména odolnosti na zkrat, dobíjení akumulátoru a přepínání na záložní zdroj. Samozřejmě, že při konstrukci jsem zjistil nové možnosti jak zdroj ještě vylepšit, což bude v další verzi, pokud se toho ukáže v praxi potřeba.

Testování zkratu malým proudem je záměrné, aby bylo vyhověno bezpečnosti systému (v opačném případě by bylo snadnější použít přímé připojení na profesionální spínaný zdroj). Malý proud však přináší problémy s připojením spotřebičů s nelineárním proudovým odběrem. V systému iDům (pro který je napáječ primárně určen) se však po odpojení napětí dostanou všechna zařízení do stavu s nízkým odběrem a periférie s vyšším odběrem se připojují na žádost nebo až určité době od ustálení napájecího napětí.

Rovněž pokles napětí za testovacím rezistorem systému příliš nevádí, protože je srovnatelný s úbytkem napětí na vodičích linky iDům.



Obr. 18: Funkční vzorek zdroje pro iDům.

Poděkování patří firmě Elektro Pavelek s.r.o., pro kterou je vyvíjen systém inteligentního domu a která financuje vývoj a výrobu prototypů, příspěvek vznikl za aktivní podpory GA 102/09/0550.

## Použitá literatura

- [1] *Katalogové listy mikropočítače PIC18F2420* [online]. Dostupné z WWW: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631a.pdf>>.
- [2] *Katalogové listy výkonových tranzistorů MOSFET IRF7425 a IRF7416* [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.irf.com>>.
- [3] *Obvod pro zvyšující měnič LM3478 a webové rozhraní pro jeho návrh spínaného zdroje s tímto obvodem* [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.national.com/pf/LM/LM3478.html#Overview>>.
- [4] JAHNELKA, M. Cheap solution for intelligent houses. In KOTULIAKOVÁ, K.; TRÚCHLY, P. V *RTT 2008, 9th International Conference - sborník příspěvků*. 1 st ed. Bratislava: Vydala Slovenská technická univerzita, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky, Katedra telekomunikací v Bratislavě, 2008. s. 84 - 91. ISBN 978-80-227-2939-0.
- [5] BRANDŠTETTER, P. *Elektronika*, VŠB-TU Ostrava, 1999. ISBN 80-7078-966-2.

## O autorech

**Michal JAHNELKA** se narodil v Bílovci. Na VŠB získal titul Ing. z oboru elektronika a sdělovací technika v roce 2002. Jeho výzkumné aktivity zahrnují elektroniku, mikropočítače (především microchip), programování (windows, linux, delphi - lazarus, C).

## Poděkování