

Sekundární zálohovaný zdroj



Ivo Stražil

V praxi se často vyskytuje situace, kdy je nutné zálohovat napájení elektrického zařízení akumulátorem. Ne vždy máme ovšem k dispozici rozvodnou síť, aby bylo možné použít běžně dostupný zálohovaný zdroj pro systémy EZS - setkáváme se s instalacemi, kde je nutné zálohovat již existující stejnosměrný rozvod, například pro napájení zabezpečovacího zařízení v automobilu nebo pro zajištění částečné funkčnosti rozsáhlých systémů domovní signalizace EZS, EPS či automatizace i při výpadku nebo přerušení některých vedení.

Popisovaný zálohovaný zdroj napájí připojené zařízení s proudovým odběrem do 4 A napětím 12 V z bezúdržbového olověného akumulátoru, který může být dobíjen vstupním stejnosměrným napětím v rozsahu 7 až 24 V.

Technické parametry

- Vstupní ss napětí: 7 až 24 V, max. 4 A
 Účinnost dobíječe: lepší než 78 %
 Dobíjecí proud: nastavitelný 0,2 až 1 A; koncové napětí 13,8 V.
 Ochrana proti nadměrnému vybití akumulátoru: ano.
 Výstupní napětí: na výstupu Z 10,5 až 13,8 V, na výstupu A - viz text.
 Výstupní proud: 4 A, omezení v režimu napájení z měniče viz text.
 Klidový odběr z vnějšího zdroje: méně než 40 mA.
 Klidový odběr z akumulátoru: 0,3 mA.
 Rozměry: 85 x 32 x 30 mm.
 Provozní teplota: -25 až +55 °C.
 Hmotnost: 85 g.

Zálohovaný zdroj užívá bezúdržbový olověný akumulátor o kapacitě 1,2 až 20 Ah, který je dobíjen nastavitelným konstantním proudem na udržovací napětí 13,8 V. Zálohované zařízení je možné napájet buď přímo z akumulátoru přes obvod, odpínající zátěž při úplném vybití akumulátoru, nebo z diodového přepínače mezi akumulátorovým a vnějším napájecím.

Popis zapojení

Vstupní obvody

Vnější napájecí napětí v rozsahu 7 až 24 V je přivedeno na svorky P a K svorkovnice X1 (viz schéma na obr. 1). Zařízení je chráněno před přepětím kombinací varistoru R3 a tranzistoru D6, při přepólování se otevře tranzistor D6 a rozpne vratná pojistka Polyfuse F1.

Měnič napětí a nabíječ

Vzhledem k požadovanému širokému rozsahu vstupních napětí popisovaného zálohovaného zdroje, bylo

nutné užít spínaný nabíječ, umožňující provoz v režimu step-up i step-down. Logicky se nabízí užít měniče s topologií SEPIC nebo klasického flyback měniče s transformátorem.

Z cenových důvodů byl zvolen jednoduchý flyback měnič s transformátorem, řízený integrovaným obvodem LM2588 (IC1) z řady Simple Switcher firmy National Semiconductor. Tento obvod je vybaven vnitřní teplotní a nadproudovou ochranou.

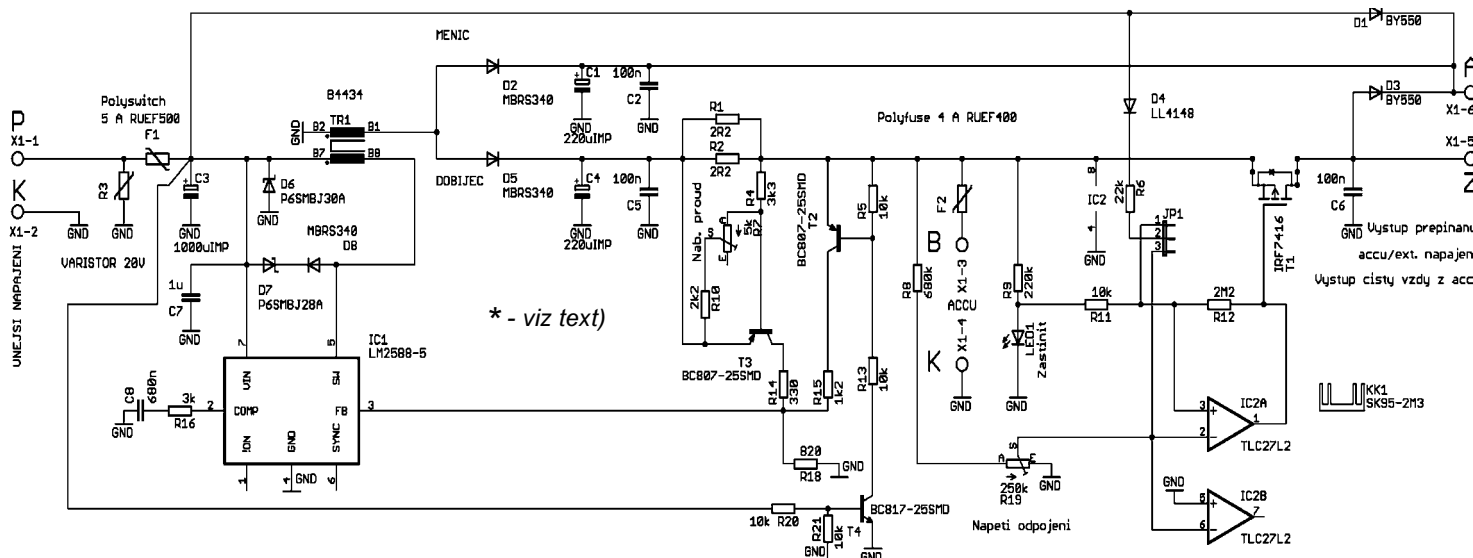
Transformátorek TR1 typu B4434 od firmy Coilcraft je buzen přímo obvodem IC1. Na jeho jediné sekundární vinutí jsou připojeny dva usměrňovače: nyní popíšeme jedním z nich napájený obvod dobíječe.

Dobíječ pracuje jako zdroj konstantního proudu, dokud není dosaženo napětí akumulátoru 13,8 V, kdy obvod přechází do režimu zdroje konstantního napětí.

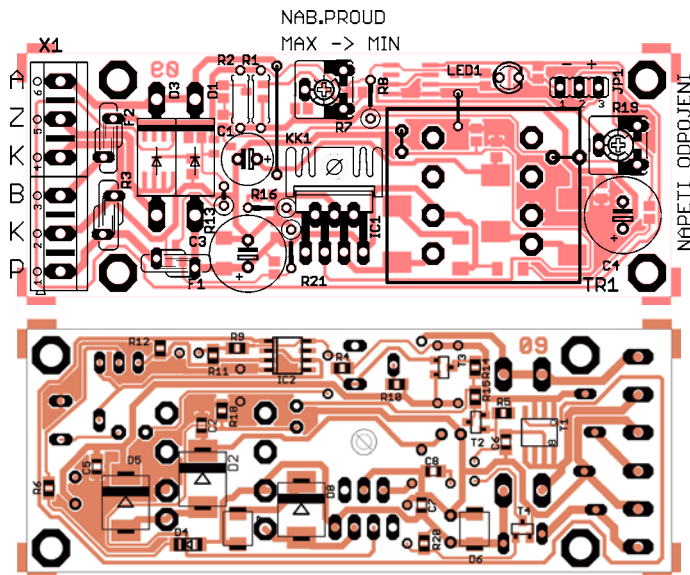
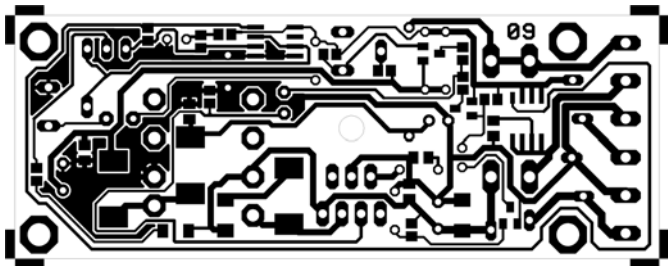
Nabíjecí proud, odebíraný z usměrňovače D5/C4, je nejprve měřen bočníkem tvořeným dvojicí paralelně spojených rezistorů R1, R2, a následně zaveden přes vratnou pojistku F2 svorkou B na kladný pól akumulátoru.

IC1 není speciálním obvodem pro nabíječe - poměr spínání výstupního tranzistoru obvodu a tedy i výstupní napětí celého měniče je řízeno zpětnou vazbou z vývodu 3 (FB) IC1 tak, aby napětí na tomto vývodu bylo 5,0 V. Připojená zpětnovazební síť se skládá z odporového děliče měření napětí a z obvodu omezení proudu.

Děličem měření napětí R15/R18 musí vzhledem k poměrně malému vstupnímu odporu vývodu 3 IC1 procházet příčný proud v řádu miliam-



Obr. 1. Schéma zapojení (JP1 - nastavení režimu odpojení výstupu X1-5: neosazen - řízen podle napětí na akumulátoru; 2-3 - navíc sepnut vždy při přítomnosti ext. napájení; 1-2 - odpojen vždy při přítomnosti ext. napájení)



Obr. 2.
Deska
s plošnými
spoji

pér, který by při trvalém připojení tohoto obvodu k akumulátoru zapříčinil její zbytečné vybíjení. Proto je dělič připojen k akumulátoru tranzistory T2, T4 pouze v době, kdy je k dispozici vnější napájecí zdroj. Obavy o snížení přesnosti regulace napětí z důvodu úbytku napětí na T2 jsou liché: při použitých proudtech je úbytek na saturovaném moderním tranzistoru menší než 20 mV.

Omezení nabíjecího proudu zajišťuje tranzistor T3, který se při překročení úbytku napětí na bočnících R1/R2 pozvolna otevírá a přes rezistor R14 dodává proud do uzlu, připojeného k vývodu 3 IC1, čímž snižuje výstupní napětí měniče a tím i výstupní proud.

Celý měnič pracuje s frekvencí 100 kHz a dodává proud maximálně 2 A.

Podpětťová ochrana

Jedinou trvale připojenou zátěží akumulátoru je obvod podpětťové ochrany, tvořený operačním zesilovačem s malou spotřebou IC2. OZ pracuje jako komparátor s hysterezí a srovnává napětí na LED1, která je užitá jako referenční dioda (pro nízkou cenu a menší šum při nízkém provozním proudu) s napětím na děliči R8/R19. Trimrem R19 nastavíme napětí na akumulátoru, při kterém je zátěž odpojena, na 10,5 V.

Dioda LED1 by neměla být vystavena přímému světlu, nebude-li zdroj instalován v uzavřené krabici, doporučuji diodu LED zakápnout černou barvou (aby nepracovala jako fotodiody).

Výstup OZ IC2 přímo spíná tranzistor P-MOSFET IRF7416 (T1). Odpor kanálu tohoto tranzistoru v sepnutém stavu je maximálně 20 mΩ a jeho výkonová ztráta je tedy zanedbatelná.

Detekuje-li IC2 dostatečné napětí na akumulátoru, T1 spíná a připojuje akumulátor k zátěži, připojené ke svorce Z svorkovnice X1.

Propojka JP1 dovoluje úpravu chování obvodu při připojení externího

napájení k zařízení: není-li propojka osazena, je sepnutí T1 závislé pouze na napětí na akumulátoru. Je-li propojka vložena v poloze 1-2, T1 rozeptíná při připojení vnějšího napájení. Tento režim je vhodný například pro spínání nouzového osvětlení (osvětlení připojené na svorku Z zhasne po náběhu vnějšího zdroje). Propojka v poloze 2-3 zajistí sepnutí T1 při připojení vnějšího napájení i v případě, kdy byl T1 pro podpětí rozepnut. Takto je možné odstranit prodlevu, než se akumulátor dobije na napětí, které překročí mez hystereze komparátoru, a zajistit okamžitý náběh výstupu na svorce Z při zahájení nabíjení.

Svorka Z je vždy napájena z akumulátoru a proud z ní odebíraný snižuje nabíjecí proud akumulátoru. Pro většinu zapojení je výhodnější užití dále popisovaný výstup na svorce A.

Přepínání výstup

Na svorce A svorkovnice X1 je dostupný výstup zálohovaného zdroje, přepínání diodovým přepínačem D1/D2/D3 mezi napájením z akumulátoru (svorky Z), napájením z měniče a napájením přímo z vnějšího zdroje.

V době, kdy je vnější zdroj odpojen, je otevřená dioda D3 a zátěž je napájena z akumulátoru, přesněji řečeno ze svorky Z napětím menším o úbytek na diodě D3.

Je-li připojen vnější zdroj s napětím vyšším než je napětí na akumulátoru, otevře se dioda D1 a zátěž na svorce A je napájena přímo z vnějšího zdroje. Není-li vhodné přímé napájení zátěže z vnějšího zdroje (například při užití zdroje s napětím 24 V) neosazujeme diodu D1.

Při připojení zdroje s napětím nižším než je napětí na akumulátoru, případně při neosazené diodě D1, je zátěž napájena z transformátoru měniče nabíječe přes usměrňovač D2/C1 napětím, které je o několik set milivoltů vyšší než je aktuální napětí akumulátoru (výstupní napětí je tedy v rozsahu 11 až 14,5 V). Měnič je schopen dodávat proud maximálně 2 A, proto je vhodné zatěžovat v tomto režimu svorku A maximálně proudem 2 A, od něhož odečteme nastavený nabíjecí proud akumulátoru (v ostatních režimech je zatížitelnost výstupu 4 A). Nepřejeme-li si užívat tento režim, neosazujeme diodu D2.

Mechanická konstrukce

Zálohovaný zdroj je konstruován jako modul na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 85 x x 32 mm (viz obr. 2). Tloušťka měděné vrstvy je 105 μm.

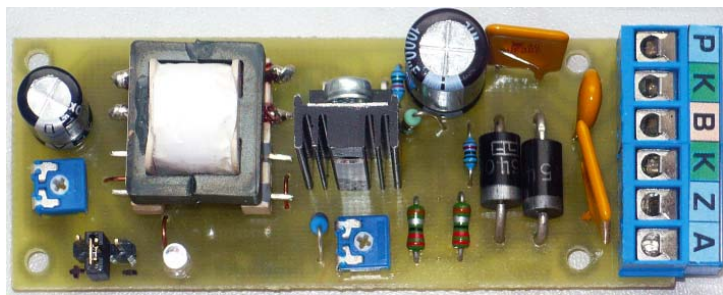
IC1 je opatřen malým chladičem. Po osazení a oživení je strana spojů desky zalita polyuretanovou izolační hmotou.

Osazení a oživení

Vlastní osazení desky nemá žádné záležitosti, pouze dejte pozor na čtyři drátové propojky.

Zapojení je relativně jednoduché a mělo by pracovat při pečlivé práci na první zapojení. Při ožívování doporučuji nepřipojovat akumulátor, ale nejprve připojit svorky P a K desky k laboratornímu zdroji 12 V/0,3 A a ověřit výstupní napětí nabíječe na

Obr. 3, 4. Fotografie desky



Vstupní st napětí: 24 až 26 V.
 Výstupní ss napětí: 0 až 30 V.
 Výstupní proud: 10 mA až 3 A.

Vlastnosti

Velmi malé rozměry, jednoduché ovládání, signalizace proudového omezení pomocí LED. Zdroj je plně zkratu

vzdorný, nemusíte se tedy obávat zničení zdroje při zkratu výstupu.

Zdroj se napájí ze síťového transformátoru s jedním sekundárním vinutím (typicky 24 V, maximálně 26 V). Sekundární vinutí je připojeno na svorky 24 V. Výběru síťového transformátoru je třeba věnovat dostatečnou pozornost, protože kvalita výstupního napětí zdroje je dost závislá na kvalitě transformátoru. Je třeba mít dosta-

tečně tvrdý transformátor. Střídavé napětí z transformátoru je usměrněno diodami D1 až D4 typu 1N5408. Stejnoseměrné napětí z můstkového usměrňovače je vyhlazeno filtračními kondenzátory C2, C3. Zapnutí zdroje je indikováno LED LD1. Malé záporné napájecí napětí je získáváno nábojovou pumpou skládající se z R1, C1, D5, D6, C5. Toto napětí je pak stabilizováno Zenerovou diodou DZ1. Napětí této diody je 3,3 V.

Zdroj funguje na principu stejnosměrného zesilovače s neměnným zesílením. Tím se tento zdroj liší od jiných zapojení. Referenční napětí je získáváno pomocí napěťové referencie IO2 TL431. Stabilita této referencie je mnohem lepší než běžně používané Zenerovy diody. Referenční napětí by mělo být okolo 2,5 V. Toto referenční napětí se přes potenciometr P2 (regulace napětí) přivádí na vstup operačního zesilovače IO1A. Ten je zapojen jako běžný neinverující zesilovač. Zesílení tohoto stupně lze snadno vyjádřit vztahem $a = 1 + (R16/R17)$. V tomto zapojení je zesílení 13. Výstupní napětí tedy může dosáhnout

svorce B, které by mělo být přibližně 13,8 V. Poté připojíme na místo akumulátoru zatěžovací rezistory tak, aby napětí mezi svorkou B a zemí bylo v rozsahu 9 až 12 V, a trimrem R7 nastavíme nabíjecí proud přibližně na desetinu číselné hodnoty kapacity připojeného akumulátoru (v případě potřeby upravíme odpor bočníku R1/R2).

Nakonec odpojíme laboratorní zdroj od svorky P, připojíme jej ke svorce B a seřídíme vypínací napětí podpěťové ochrany trimrem R19.

Seznam součástek

R1, R2 2,2 Ω
 R3 varistor 20 V
 R4 3,3 kΩ, 0805
 R5, R11, R20 10 kΩ, 0805
 R6 22 kΩ, 0805
 R7 5 kΩ, CA6V, trimr
 R8 680 kΩ
 R9 220 kΩ, 0805
 R10 2,2 kΩ, 0805
 R12 2,2 MΩ, 0805
 R13, R21 10 kΩ,

R14 330 Ω, 0805
 R15 1,2 kΩ, 0805
 R16 3 kΩ,
 R18 820 Ω, 0805
 R19 25 kΩ, CA6V trimr
 C1, C4 220 μF/16 V, impulsní
 C2, C5, C6 100 nF, X7R, 0805
 C3 1000 μF/25 V, impulsní
 C7 1 μF, 0805
 C8 680 nF, 0805
 D1, D3 BY550
 D2, D5 MBRS340
 D4 LL4148
 D6 P6SMBJ30A transil unidir
 D7 P6SMBJ28A transil unidir
 F1 Polyfuse 5 A RUEF500
 F2 Polyfuse 4 A RUEF400
 IC1 LM2588-5
 IC2 TLC27L2
 JP1 3 kolíky+ jumper
 KK1 Fischer ŠK95
 LED1 LED, červená, 3 mm
 T1 IRF7416
 T2, T3 BC807-25
 T4 BC807-25
 Tr1 Coilcraft B4434 vyhoví libovolný transformátořek pro spinané zdroje

s poměrem vinutí 1 : 1 pro DC sycení 4 A a pracovní frekvenci 100 kHz
 X 1 ARK500, 6 svorek

Závěr

Popisovaný modul umožňuje s poměrně nízkými náklady zajistit zálohované napájecí napětí 12 V v systémech, kde je k dispozici jen zdroj ss napětí v rozsahu 7 až 24 V, tedy například v automobilu nebo v některých automatizačních systémech.

Pokud máte jakékoli náměty, dotazy nebo připomínky, kontaktujte mě prosím na e-mailu: ivo@strasil.net.

Podklady pro výrobu DPS a případné doplňující informace jsou dostupné na webu <http://www.strasil.cz>

Literatura

[1] Krejčířík, A.: *Napájecí zdroje 3*. BÉN Praha, 2002. 352 s.
 [2] Horowitz, P.; Hill, W.: *The Art of Electronics*. Cambridge University Press, 1989. 1125 s.