

Jednoduchý stabilizovaný zdroj 0 - 30 V, 0 - 3 A

Pavel Hořínek, Jan Sixta

Na internetu se vyskytuje spousta schémat na stabilizované zdroje i s proudovým omezením. Každé z těchto schémat má nějaké výhody i nevýhody. Když jsem se rozhodl si taky postavit nějaký stabilizovaný zdroj, žádná z konstrukcí nesplňovala moje očekávání. Ve většině případů to byla buď nespolehlivost, zbytečná složitost, nebo tendence ke kmitání. To mě dovedlo k tomu, že jsem si navrhnul zapojení zdroje vlastní. Toto zapojení je dostatečně spolehlivé a relativně jednoduché.

Základní parametry

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

Vlastnosti

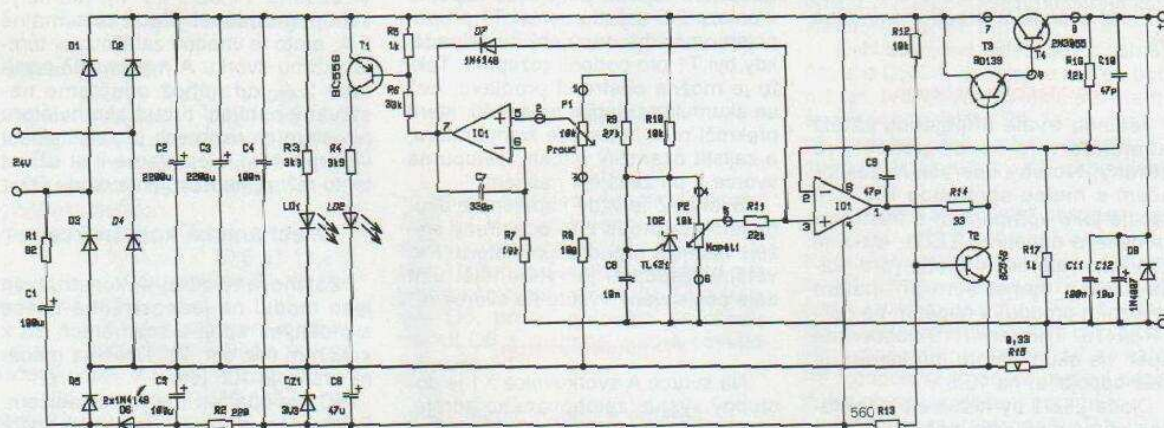
Velmi malé rozměry, jednoduché ovládání, signalizace proudového omezení pomocí LED. Zdroj je plně zkratu-

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. Stejněsměrné 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 napětové reference IO2 TL431. Stabilita této reference je mnohem lepší než běžné používaných Zenerových diod. 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 neinvertní 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 podpětové 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 Polyswitch 5 A RUEF500
F2 Polyfuse 4 A RUEF400
IC1 LM2588-5
IC2 TLC27L2
JP1 3 kolíky + jumper
KK1 Fischer SK95
LED1 LED, červená, 3 mm
T1 IRF7416
T2, T3 BC807-25
T4 BC807-25
Tr1 Coilcraft B4434, vyhoví libovolný transformátorek pro spínané zdroje

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

Závěr

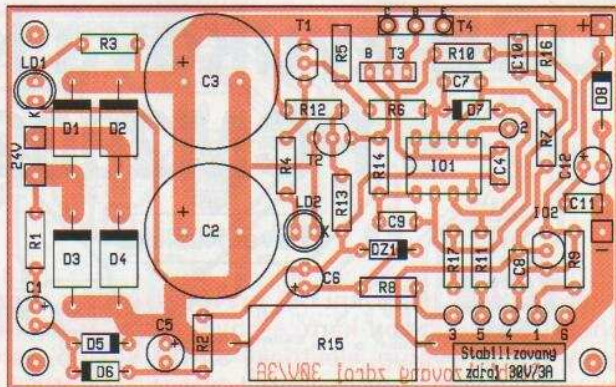
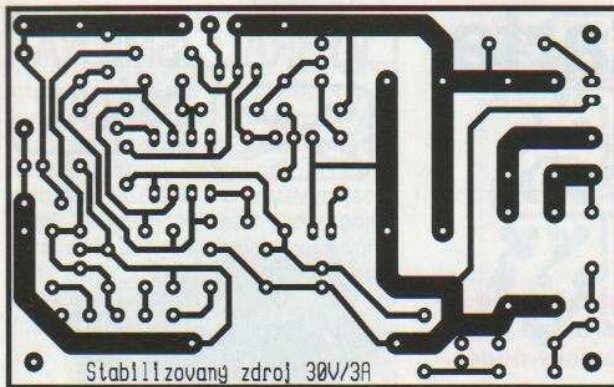
Popisovaný modul umožňuje s poměrně nízkými náklady zajistit zálohované napájecí napětí 12 V v systémech, kde je k dispozici jen zdroj ss napětí v rozsahu 7 až 24 V, tedy například v automobilu nebo v některých automatizačních systémech.

Pokud máte jakékoliv 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. BEN, Praha, 2002. 352 s.
- [2] Horowitz, P.; Hill, W.: The Art of Electronics. Cambridge University Press, 1989. 1125 s.



Obr. 2. Deska s plošnými spoji

Obr. 3. Osazená deska

až 13,25 V = 32,5 V. Aby se operační zesilovač nerozkmital, je pro střídavé proudy blokován kondenzátorem C8 a C9. Proud protékající zátěží je snímán rezistorem R15. Úbytek napětí na tomto rezistoru je přiváděn na invertující vstup zesilovače IO1B, kde je toto napětí porovnáváno s referenčním napětím, které je regulovatelné potenciometrem P1 (proudové omezení). Pokud je napětí na bočníku vyšší než napětí referenční nastavené potenciometrem P1, na výstupu OZ IO1B se napětí zmenšuje směrem k zápornému. Tím začne protékat proud přes diodu D7. To zapříčiní snížení napětí na vstupu napětového zesilovače. Výstupní napětí zdroje se sníží na takovou úroveň, kdy je napětí na zátěži tak malé, aby přes rezistor R15 tekla požadovaný proud nastavený potenciometrem P1. Zdroj tedy pracuje v režimu konstantního proudu. Omezení výstupního proudu je indikováno rozsvícením LD2. Kondenzátor C7 zajišťuje větší stabilitu proudového komparátoru.

Na tranzistoru T4 vzniká výkonová ztráta přibližně 90 až 100 W tehdy, když nastavíme na zdroji plný výstupní proud a zkratujeme výstup zdroje. Proto je nutné tento tranzistor umístit na dostatečně dimenzovaný chladič.

Protože při vypnutí napájení zdroje zmizí jako první napětí ze záporné napájecí větve, nastává zde problém, který je u spousty jiných konstrukcí ponechán a neřešen. OZ potřebují ke své funkci malé záporné napětí, ztráta tohoto napětí po vypnutí zdroje může zapříčinit špatnou funkčnost zdroje. Konkrétně u tohoto zdroje by se to projevilo tím, že zdroj občas na výstup „pustí“ plné napájecí napětí, což je samozřejmě špatně. Tento problém velmi efektivně odstraňuje obvod s tranzistorem T4, který se při ztrátě záporného napájení otevře a výstup OZ „zkratuje“ na -. Tento chvilkový „zkrat“ nevadí, OZ má nadproudovou ochranu a navíc je na výstupu ještě rezistor R14. Když je zdroj zapnutý a je přítomno záporné

napájecí napětí, na bázi tranzistoru T2 je záporné napětí a tranzistor je uzavřen, výstup není blokován.

Nastavení a oživení

Zdroj nevyžaduje žádné nastavení, neboť neobsahuje ani žádné nastavitelné prvky, mimo potenciometr výstupního napětí a proudového omezení. Při ožívání nejprve zkontrolujte osazení desky. Zkontrolujte kvalitu spojů, správnou orientaci vývodových součástek (IO, tranzistory, diody). Zkontrolujte správnost připojení vodičů k desce (potenciometry, LED). Primární vinutí transformátoru jistě vhodnou pojistkou. Po připojení napájení z transformátoru doporučuji zkontrolovat napětí na filtračních kondenzátorech. Mělo by být okolo 35 V. Následně zkontrolujte zdroj záporného napájecího napětí - měřte na vývodech Zenerovy diody ZD1. Mělo by být kolem 3,3 V. Součet napětí na Zenerové diodě a napětí na filtračních kondenzátorech C2, C3 nesmí překročit 44 V, jinak se sníží OZ. Pokud jsou napětí v pořádku, postupíme k testu funkce zdroje. Oba potenciometry (napětí i proud) nastavíme na minimum. Změříme výstupní napětí zdroje. Mělo by být 0 V. Připojíme jako zátěž zdroje nějaký výkonový rezistor, např. 330 Ω na 5 W. Mně se osvědčila i malá žárovka 24 V. Potenciometr proudu nastavíme na maximum. Pokud svítila LED indikující omezení proudu, měla by nyní zhasnout. Napětí na výstupu je však stále 0 V. Potenciometrem napětí zkusíme přidat napětí, mělo by se regulovat až přibližně do 32 V.

Poté zkusíme funkci proudového omezení. Proud začneme pomalu zmenšovat, až v jedné chvíli by mělo začít klesat napětí výstupu zdroje (zároveň se rozsvítí indikace omezení proudu). Nyní odpojíme zátěž od zdroje a připojíme na výstup ss ampérmetr s rozsahem 10 A. Zkusíme nastavit potenciometrem proud na maximum, naměřený proud by neměl příliš přesahovat 3 A. Měření maximálního proudu do zkratu uskutečňujeme rychle, protože se silně zahřívá tranzistor T4. Pokud zdroj projde všemi těmito testy, je připraven k bez-



pečnému používání a montáži do vhodné krabičky.

Seznam součástek

R1	82 Ω
R2	220 Ω
R3, R4	3,9 kΩ
R5, R17	1 kΩ
R6	33 kΩ
R7, R10, R12	10 kΩ
R8	100 Ω
R9	27 kΩ
R11	22 kΩ
R13	560 Ω
R14	33 Ω
R15	0,33 Ω/5 W
R16	12 kΩ
P1, P2	10 kΩ/N
C1, C5	100 μF/25 V
C2, C3	2200 μF/50 V
C4, C11	100 nF/keram.
C6	47 μF/50 V
C7	330 pF/keram.
C8	10 nF/keram.
C9, C10	47 pF/keram.
C12	10 μF/50 V
D1 až D4	1N5408
D5, D6, D7	1N4148
D8	1N4007
LD1	zelená, 5 mm
LD2	červená, 5 mm
DZ1	3 V 0,5 W
IO1	TL431
IO2	NE5532
T1	BC556B
T2	BC546B
T3	BD139
T4	2N3055

Stavebnici lze objednat na adrese: Pavel Hořínek, Ronov 19, 594 52 Ořechov u Velkého Meziříčí; mobil: 776 853 843; e-mail: hobbyelektro@seznam.cz; www.hobbyelektro.webnode.cz; http://jan16.czela.net/

