

Stabilizovaný zdroj 30 až 300 V/100 mA

Ing. Oldřich Novák

Při vývoji a konstrukci elektronických zařízení zpravidla vystačíme s napájecími zdroji stejnosměrného napětí od nuly do několika desítek voltů. Jen zřídka se objeví potřeba napětí proměnného až do několika stovek voltů. Tento případ řeší popsaný tyristorový stabilizátor, který si neklade vysoké nároky na dosažené parametry.

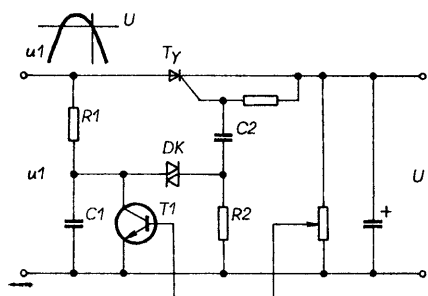
Technické údaje

Výstupní napětí: 30 až 300 V plynule proměnné.

Výstupní proud: max. 100 mA (podle použitého transformátoru)

Zvlnění: rozkmit 1 V/100 Hz při proudu 100 mA.

Vliv zátěže: V rozsahu 50 až 300 V nastavené napětí klesne o méně než 6 % zatížením z nuly na 100 mA.



Obr. 1. Základní zapojení tyristorového stabilizátoru

Popis funkce

Základem napájecího zdroje je tyristorový stabilizátor [1], uplatňující se mj. v některých starších TV přijímačích. Princip je zřejmý z obr. 1, kde jedno — či dvoucestné usměrněné napětí u_1 spíná tyristor T_y na vstup filtru, když okamžitá velikost u_1 odpovídá požadovanému stejnosměrnému napětí U . To ovšem může nastat pouze v oblasti klesajícího pulsusového napětí u_1 , aby se tyristor při $u_1 < U$ opět automaticky vypnul. Okamžik zapálení tyristoru řídí časový člen $R_1 C_1$: Nabije-li se C_1 na úroveň spínacího napětí diaku DK , diak se sepne

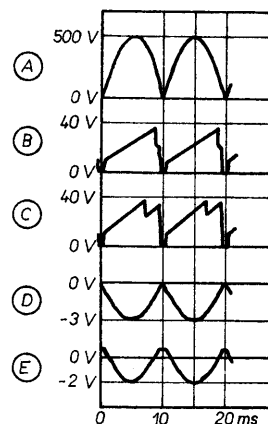
a vybije C_1 přes rezistor R_2 . Vzniklý kladný impuls přenesou kondenzátor C_2 na řídící elektrodu tyristoru, jenž sepne. Abychom mohli výstupní napětí regulovat, případně stabilizovat, je paralelně k C_1 tranzistor T_1 řízený zpětnou vazbou z výstupu. Uplatňuje se jako proměnný odpor více či méně zpozdující nabíjení C_1 a tak časově posouvá okamžik zapálení.

Toto základní zapojení pracuje dobře v oblasti „středních“ napětí. Požadujeme-li malé výstupní napětí, musí se C_1 nabít na průrazné napětí diaku s velkým zpožděním — téměř 10 m/s (měřeno od počátku síťové půlperrody). To je však vzhledem k pulsusovému průběhu nabíjecího napětí problematické — v praxi zjišťujeme, že se C_1 nestačí nabít v každé síťové půlperiodě, nýbrž až v každé druhé, třetí atd. Tím ovšem prudce roste amplituda zvlnění a klesá jeho kmitočet ze 100 na 50, 33 Hz atd.

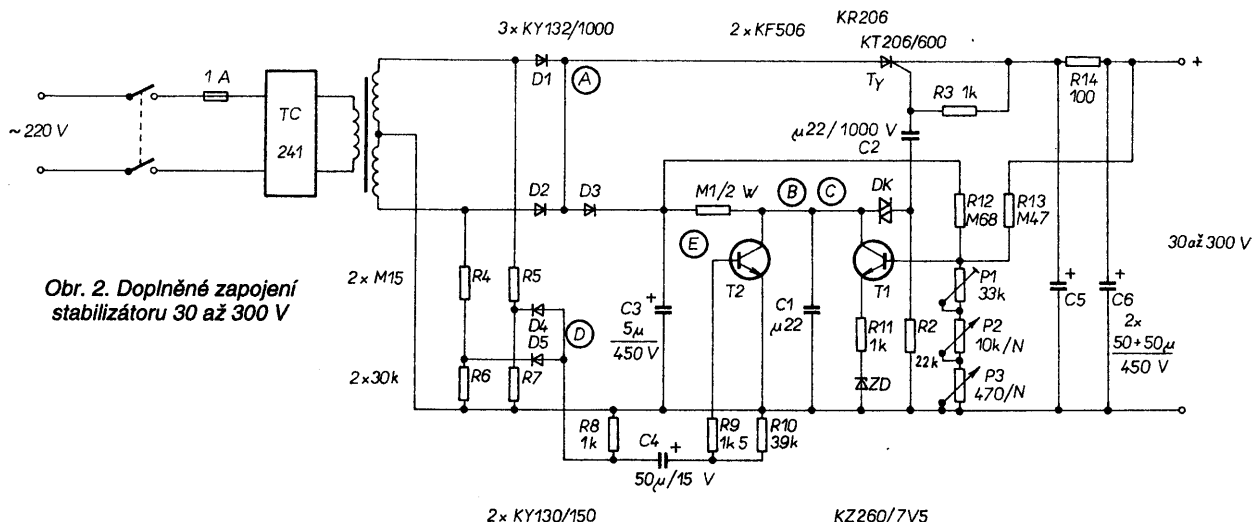
Navržená úprava napájecího zdroje řeší tento nedostatek podle podrobného zapojení na obr. 2. Na rozdíl od obr. 1 není C_1 nabíjen pulsusovým napětím, nýbrž stejnosměrným napětím z pomocného usměrňovače D_3 , filtrovaným C_3 . Navíc musíme v každé půlperiodě zabezpečit reprodukovatelné nabíjení C_1 od nulového napětí. K tomu slouží tranzistor T_2 , který je otvírán vrcholy záporného dvoucestné usměrněného napětí a tím na konci každé půlperrody dokonale vybije C_1 na nulu. Na obr. 3 jsou znázorněny typické časové průběhy: A — dvoucestné usměrněné napětí transformátoru, B — průběh napětí na kondenzátoru C_1 — výstupní napětí 30 V, C — průběh napětí na kondenzátoru C_1 — výstupní napětí 300 V, D — průběh pomocného napětí pro spínání T_2 , E — průběh napětí na bázi T_2 .

Je zřejmé, že pro dosažení vysokého výstupního napětí (300 V) se C_1 nabíjí rychleji větším proudem, diak a tyristor sepne relativně brzy po dosažení maxima usměrněného napětí (průběh C). Poté se C_1 opět nabíjí a diak se může opakovaně sepnout, nicméně tyristor již nezapálí, neboť jeho $u_A < u_K$. V druhém mezním případě (průběh B) se sepne vzhledem k malému nabíjecímu proudu až téměř na konci půlperrody a C_1 se bezprostředně vybije na nulu tranzistorem T_2 .

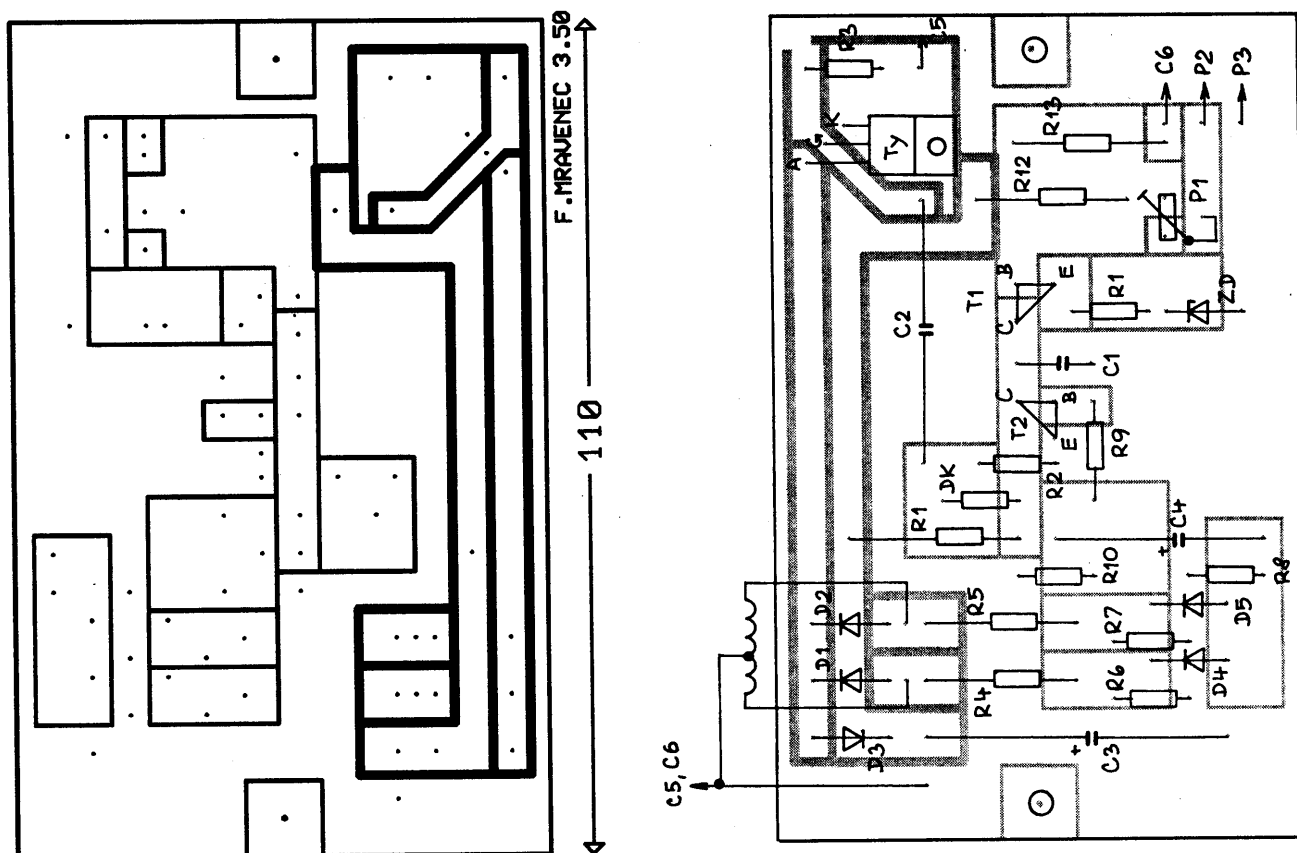
K zapojení na obr. 2 ještě několik poznámek. Obvod zpětné vazby a rezistory R_{12} , R_{13} vyrovnává závislost výstupního napětí na kolísání sítě a vlivu zátěže. Potenciometry P_2 , P_3 slouží k hrubému a jemnému nastavení výstupního napětí, trimrem P_1 omezujeme rozsah regulace shora (směrem dolů není regulace omezena). Další zpětnou vazbu vytvářejí úbytky napětí na rezistoru R_2 — jestliže např. výstupní napětí poklesne, vznikne průtokem proudu na R_2 záporné napětí a následkem toho diak i tyristor sepnou dříve, takže výstupní napětí vzroste. Je však nutné upozornit též na „plešovou vadu“ tohoto jednoduchého zapojení: následkem relativně dlouhého nabíjení kondenzátoru C po zapnutí síťového spínače se opozdí správná funkce spínacího tranzistoru T_2 a proto se přechodně zvýší původně nastavené napětí.



Obr. 3. Typické průběhy napětí v obvodu podle obr. 2



Obr. 2. Doplněné zapojení stabilizátoru 30 až 300 V



Obr. 4. Deska s plošnými spoji a rozložení součástek

Realizace

Základem zdroje je vhodný síťový transformátor - určený původně jako zdroj anodového napětí u elektronkových zařízení. Tyto transformátory se často vyskytují se sekundárním vinutím od 2 250 V výše a pro proud od asi 60 mA (tyto parametry jsou určující pro naše potřeby). Není snad třeba připomínat nebezpečí úrazu elektrickým proudem při stavbě zdroje i při práci s ním. Deska s plošnými spoji (obr. 4) nese všechny součástky kromě kondenzátorů a rezistoru filtru C5, C6, R14. Dělicí mezery ohraničující spoje s napětím stovek voltů by měly být široké 1,5 mm. Realizujeme-li zdroj s vyšším výstupním napětím, případně s větší filtrační kapacitou C5, je třeba vřadit do série s tyristorem rezistor asi 5 Ω , omezující proudové nárazy. Pozor na dovolené pracovní napětí kondenzátoru C3! Redukci zvlnění výstupního napětí dosáhneme lepší filtrací - např. použitím kondenzátorů TC 509 - 300 $\mu\text{F}/500\text{ V}$ a náhradou R 14 tlumivkou. Mechanické řešení závisí na použitém

transformátoru a proto se jím nebudeme zabývat. Je účelné vybavit zdroj voltmetrem, nabízí se využití dalších vinutí transformátoru pro žhavení elektronek. Závěrem se vstírá otázka, zda má uvedený příspěvek v éře dokonalých impulsních spínacích zdrojů bez síťového transformátoru opodstatnění. Odpověď ponechme čtenáři. [1] Holub, P., Zluka, J.: Praktická zapojení polovodičových diod a tyristorů, SNTL 1977, s. 202.

Seznam součástek

Rezistory (TR 191)

R1	100 k Ω /2 W, TR 224
R2	22 k Ω
R3	1 k Ω
R4, R5	150 k Ω , TR 193
R6, R7	30 k Ω
R8	1 k Ω
R9	1,5 k Ω
R10	39 k Ω
R11	1 k Ω

R12	680 k Ω , TR 193
R13	470 k Ω , TR 193
R14	100 Ω /2 W, TR 507
P1	33 k Ω , trimr TP 111
P2	10 k Ω , lin. pot. TP 195
P3	470 Ω - 1 k Ω , lin. pot. TP 195

Kondenzátory

C1	0,22 $\mu\text{F}/100\text{ V}$, TC 215
C2	0,22 $\mu\text{F}/1000\text{ V}$, TC 209
C3	5 $\mu\text{F}/450\text{ V}$, TE 993
C4	50 $\mu\text{F}/15\text{ V}$, TE 984
C5, C6	50+50 $\mu\text{F}/450/500\text{ V}$, TC 521

Polovodičové součástky

T1, T2	KF506
TY	KT206/600
DK	KR206
D1, D2, D3	KY132/1000
D4, D5	KY130/150
ZD	KZ260/7V5

Ostatní

síťový transformátor 220 V/2 300 V, 100 mA - např. PN 66134, TESLA Hloubětín
Odrušovací filtr TC 241
pojistka 1 A, síť vypínač, svorky

ČTENÁŘI NÁM PÍŠÍ



K článku „Programátor topení“

V Amatérském rádiu řady A 6/94 mě zaujala konstrukce programátoru topení pana Ing. Jiřího Dosoudila. Shodou okolností jsem podobné zařízení potřeboval a tak jsem se pustil do práce. Při realizaci se však vyskytly drobné problémy. Zřejmě nedopatřením je návrh ploš-

ného spoje C35 otištěn inverzně, což by nevedlo, pokud by otvory byly prokoveny. Jinak to, že by obě desky s plošnými spoji měly mít prokovené otvory, je téměř nutnost, o které se bohužel autor zapomněl zmínit. Stejně tak o odporu rezistoru R33 (asi 18 k Ω). Podobně i R30 a R32 by měly mít stejný odpor (asi 15 k Ω), protože jinak bude velký rozdíl natočení hřídelí potenciometrů (pouze estetické hledisko).

Větším problémem je však kmitání relé, které se bohužel u mne při realizaci této konstrukce vyskytlo, i když byly použity součástky podle otištěného seznamu. Tento stav byl způsoben špičkami dostávajícími se na bázi T2 a jeho ná-

sledným otevíráním v intervalu přibližně 10 ms. Odtud se tyto pulsy šířily do IO a přes jeho výstupy v tomto rytmu rozvažovaly termostat. Pomoc je snadná, a to náhradou Zenerovy diody D42 (původně na 10 V) diodou se Zenerovým napětím okolo 5 V. Taktéž ze stejného důvodu nedoporučuji propojovat body 10 mezi deskou termostatu a deskou řídicí jednotky. Jistě si každý dovede představit, co by pulzování relé způsobilo v kombinaci s plynovým kotlem apod. Jinak se při pečlivém zapojení celá konstrukce oživuje velmi dobře a díky jednoduchosti je i provoz po odladění drobností bezporuchový.

Ondřej Novotný