

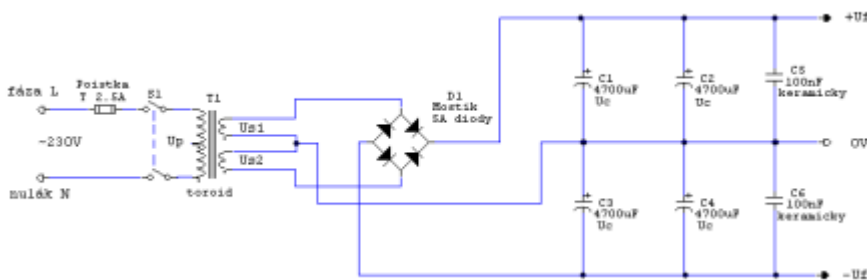
# Univerzálny symetrický stabilizovaný zdroj pre NF koncové zosilňovače

Publikované: 28.01.2007, Kategória: Audio technika

www.svetelektro.com

Keďže sa veľa ľudí zaujíma o NF zosilňovače a všetko okolo nich, tak som sa rozhodol uverejniť článok o jednoduchom symetrickom stabilizovanom zdroji s ochranou proti skratu pre typy zosilňovačov, ktoré ho potrebujú. Väčšina kvalitných. K tomu opisujem ako treba vypočítať efektívne napätie naprázdno na sekundáre toroidného transformátora. Je to okrem výkonu transformátora ďalší dôležitý parameter, ktorý musí výrobca toroidného transformátora vedieť, aby vedel, koľko závitov musí mať sekundárne vinutie.

Schéma usmerňovacej a filtračnej časti je na tomto obrázku:



Keďže schéma je jednoduchá, plošný spoj nechávam na Vás. Poďme si to dopodrobna rozobrať.

Nejaký zosilňovač čo staviame potrebuje symetrický zdroj napr. +30V 0V -30V. Takže v našej schéme je  $-U_f = 30V$  a rovnako  $U_f = 30V$ . Ak by neplatilo  $U_f = -U_f$ , tak by to nebol symetrický zdroj, ale voľajaký asymetrický. Napätia sa vzťahujú na nulový potenciál teda taký, ktorý sa bežne v zosilňovačoch označuje 0V. Preto má zdroj tri vodiče. Ak budete potrebovať stabilizátor napätia s ochranou proti skratu, dočítate sa o ňom nižšie. Teraz si rozoberieme postup návrhu obyčajného nestabilizovaného symetrického zdroja bez ochrany proti skratu. Ako ochranu proti skratu tu môžete použiť trubičkové poistky na prúd F6,3A. No ak chcete mať sofistikovanejšiu ochranu proti skratu bez trubičkových poistiek, tak si prečítajte celý článok. Nižšie sa o takomto stabilizovanom zdroji s ochranou proti skratu, dozviete viac!

$U_f = 30V$  ku 0V a  $-U_f = 30V$  taktiež ku 0V.

## Filtračné elektrolytické kondenzátory

Po usmernení napätia treba toto napätie patrične vyfiltrovať. Všeobecne platí, že čím má filtračný kondenzátor väčšiu kapacitu, tým má zdroj väčší odstup od brumu hlavne pri zaťažení, nielen na prázdno. Ale zase na druhej strane sú veľmi zaťažované diódy mostíka, ktoré dodávajú prúd nielen do zosilňovača, ale aj na nabitie kondenzátorov. Takže nemôžeme zvyšovať kapacitu do nekonečna. Rozumný kompromis cena/kvalita/spoľahlivosť je 10 000uF na jednu vetvu symetrického napájacieho napätia. Lepšie výsledky sa dosiahnu, ak sa použijú dve elektrolytické kondenzátory 4700uF, ktoré tým, že sú zapojené paralelne, sa javia tak, ako jeden elektrolytický kondenzátor 10 000uF ale s nižším ekvivalentným sériovým odporom ESR.

Čo sa týka maximálneho napätia kondenzátora v schéme označené ako  $U_c$ , platí to, že  $U_c$  musí byť v každom prípade väčšie ako  $U_f$ . A to aspoň o 5V. Nie je dobré aby sa  $U_c = U_f$ , takto sa totiž skraca životnosť elektrolytickému kondenzátoru.

Napríklad pre náš príklad, kde  $U_f$  je 30V vyhovie kondenzátor s  $U_c = 35V$ .

Keramické kondenzátory sa tam dajú na to, aby zdroj mal nízky vnútorný odpor aj pre vyššie frekvencie. Pretože vinutie toroidného transformátora predstavuje indukčnosť a ako všetci dobre vieme, indukčnosť kladie vyššej frekvencii odpor. Tak tento keramický kondenzátor zabezpečí jeho zníženie. To sa hodí napríklad pre zosilňovače so šírkou pásma nad 20kHz. Jeho maximálne napätie by malo byť ako pri elektrolytoch  $U_c$ . Bežne sa však predávajú miniatúrne na napätia od 63V a viac.

## Usmerňovač

Ako usmerňovač striedavého prúdu sa tu použil Gretzov mostík. Diódy alebo mostík by mali mať záverné napätie aspoň 100V. No najdôležitejším parametrom je prúd, ktorý diódy znesú. Vhodné typy sú z radu 1N54xx, a ešte vhodnejšie Teslácke celokovové typy KY7xx. Prečo sú výhodnejšie kovové prevedenia diód ako nekovové? Pretože dovoľujú diódy pripevniť na chladič. Diódy môžete vyberať aj podľa plánovaného využitia zosilňovača. To znamená, ak si robím zosilňovač do bytu, kde viem že jeho výkon budem využívať iba na 30%, tak môžem s čistým svedomím dať do mostíka diódy z radu 1N540x. Pretože prúdový odber neprekročí 3A. A ak aj náhodou, tak tieto diódy sú schopné krátkodobo zvládnuť aj vyššie prúdy.

Ale ak viem, že zosilňovač bude pre hudobnú skupinu a viem, že bude stále zaťažovaný výkonom nad 60% a chcem aby bol ten zosilňovač spoľahlivý. Teda napríklad na koncerty aj za 30°C horúčavy. Tak musím zvoliť taký usmerňovač, ktorý sa dá pripievať na chladič. Aby bol chladený a aby nedošlo k tepelnému prerazu a následnému zničeniu zosilňovača striedavým prúdom. Teda preto píšem, že staré dobré Teslácké kovové diódy sa na to výborne hodia a dajú sa kúpiť za pár korún.

## Transformátor

Najlepšie sa na to hodí toroidný transformátor pre svoje výhodné vlastnosti. No môžete zohnať aj nejaký typu EI alebo M. Prečo toroid? Toroidné transformátory sa hodia najlepšie preto, lebo zo všetkých výkonových transformátorov majú najmenší vonkajší magnetický tok. Teda magnetický tok mimo jadra transformátora. Tento magnetický tok pri transformátoroch všeobecne pôsobí v obvode a skrinke zosilňovača nepriaznivo. Indukuje sa do káblov a vzniká potom ťažko odstraniteľné brumenie. Toroidy keďže majú prstencovité jadro a žiadne vzduchové medzery ako pri type EI alebo M, majú vonkajší magnetický tok takmer nulový. Toroidy sa bežne využívajú v špičkových audio zariadeniach. Kde sú prísne požiadavky na odstup brumu od užitočného signálu.

### Aký toroid potrebujeme a kde ho zoženieme?

Zoženieme ho u firmy, ktorá toroidy navija. Napríklad táto:

[SLOVMET - toroidné transformátory](#)

(pozor tá stránka je ladená na Internet Explorer :)

Táto firma vám navinie toroid na mieru. Najprv nás zaujíma aký výkon musí preniesť toroidný transformátor. Ak staviame napríklad 2x 100W stereo zosilňovač, tak je vhodný toroid 250VA - 300VA v závislosti od použitia. Zase sa treba zamyslieť nad tým, kde sa bude zosilňovač používať. Ak v byte a pôjde na 30%, tak tam stačí 250VA toroid. Ak staviame zosilňovač pre hudobnú skupinu, tak tam je potrebný 300VA toroid. Aby sa zbytočne 250VA nepreťažoval a aby sa to neprejavilo na potom kvalite zvuku. Zhruba možno povedať, že výkon transformátora pre zosilňovač pre bytové podmienky by mal byť 1,25 násobkom výkonu zosilňovača. Ak staviame robustnejší zosilňovač pre hudobne skupiny, tak sa na toroide neoplatí šetriť a platí zhruba 1,5 až 1,8 násobok výkonu zosilňovača pre výkon toroidu.

Ďalej je dobré vedieť, že výkon transformátora sa udáva vo VA (volt-ampér) je to takzvaný zdanlivý výkon. Nemôžeme písať výkon vo wattoch, pretože transformátor pracuje so striedavým napätím. Pre výpočet zdanlivého výkonu platia vzťahy:  $P = U \cdot I$ , kde P je zdanlivý výkon, U je efektívne napätie na svorkách transformátora a I je efektívny prúd prechádzajúci vinutím transformátora. Potom je jednotka zdanlivého výkonu VA. To sme si vysvetlili preto, aby nás výrobca správne pochopil. Pretože toto je prvý dôležitý údaj, ktorý potrebujeme do objednávky napísať po slovách toroidný transformátor. Takže napríklad robíme zosilňovač pre bytové podmienky 2x 100W. Po hore uvedených úvahach nám vyšiel výkon zdroja 250W a teda toroidný transformátor musí preniesť zdanlivý výkon taktiež 250VA. Tieto hodnoty sa približne rovnajú. Takže do objednávky by sme napísali zatiaľ 250VA toroidný transformátor.

A ako vieme transformátor je zložený s primárneho a sekundárneho vinutia.

### Primárne vinutie

Keďže zosilňovač budeme napájať zo siete s napätím 230V, tak aj primárne vinutie treba navinúť na 230V. V schéme je to označené značkou  $U_p$ .

Teda  $U_p = 230V$

### Sekundárne vinutie

Toto vinutie je už špecifické pre dané použitie. Keďže výrobca potrebuje vedieť striedavé efektívne napätie na svorkách sekundárneho vinutia, tak si to musíme nejako vypočítať.

Tu je na to vzorec:

$$U_{s1} = U_{s2} = \frac{U_f}{\sqrt{2}} + 1.2$$

Ide vlastne o prevod jednosmerného vyfiltrovaného napätia na svorkách zdroja na efektívne striedavé napätie na svorkách transformátora.

$U_f$  je požadované jednosmerné vyfiltrované napätie na svorkách zdroja na prázdno.

$U_s$  je striedavé efektívne napätie na svorkách transformátora naprázdno. Hodnota  $U_s$  je pre výrobcu dôležitá. Podľa nej vie navinúť sekundárne vinutie toroidu. Čiže pre náš zosilňovač potrebujeme zdroj jednosmerného napätia 30V. Po výpočte zistíme, že efektívne striedavé napätie tomu zodpovedajúce je 21,21V. Ale keďže používame mostíkový usmerňovač, úbytok na ňom bude 1,2V, lebo úbytok na jednej dióde je zhruba 0,6V a prúd prechádza dvomi diódami naraz. Takže preto je úbytok 1,2V. O toto napätie teda prídeme, preto je vo vzorci plus 1,2V.

Teda  $21,21 + 1,2 = 22,41V$ . Takto sme teda vypočítali svorkové efektívne striedavé napätie toroidného transformátora pre jedno vinutie. Keďže robíme symetrický zdroj, tak aj druhé vinutie musí byť logicky rovnaké.  $U_{s1} = U_{s2} = 22V$

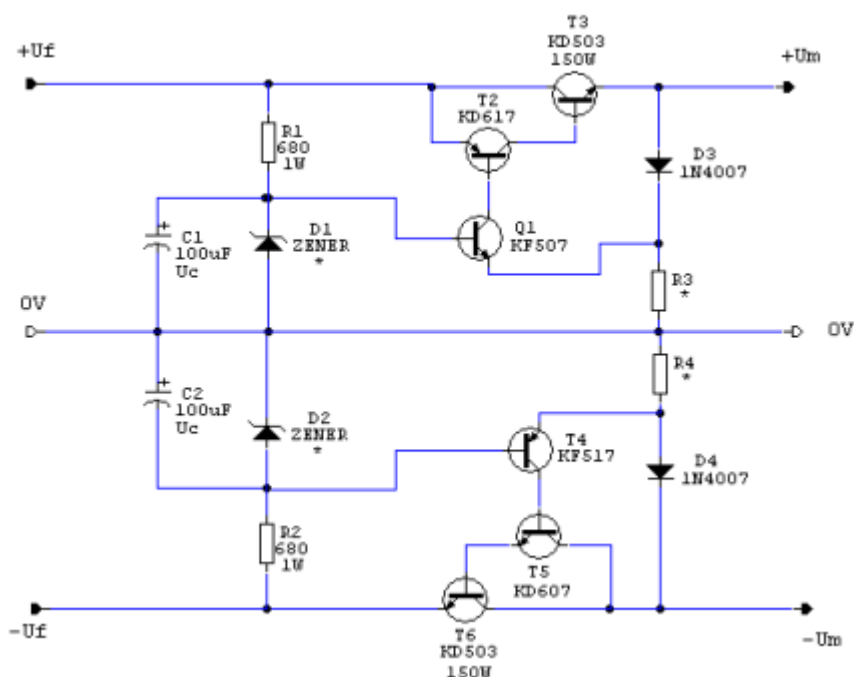
Takže výrobcovy môžeme napísať pre sekundárne vinutie 2 krát 22V.

## Vzorová objednávka pre toroidný transformátor

štandardný toroidný transformátor  
výkon 250VA  
Primárne vinutie: 230V  
Sekundárne vinutie: 2x 22V

### Stabilizovaný zdroj s ochranou proti skratu - obmedzením prúdu - bipolárna verzia

Nájdu sa ľudia, ktorým vyššie uvedený zdroj nestačí a pre svoj zosilňovač chcú to najlepšie. Nie je sa čomu čudovať. Veď ak treba kvalitný zosilňovač pre hudobnú skupinu do každých podmienok, tak treba navrhnuť také riešenie, ktoré v praxi prežije. Tento stabilizátor napätia využíva ako vykonový člen bipolárny tranzistor, teda to sú T3 a T6 v schéme, čo sú vysoko výkonné tranzistory NPN typu KD503. Ak zoženiete lepšie ako tieto Teslácke, tak len treba dodať, že musia mať stratový výkon 150W. Pri konštrukcii tohto stabilizátora a ochrany proti skratu si treba uvedomiť, že ak staviam zosilňovač pre bytové podmienky, tak chladič na tieto tranzistory T3 a T6 nemusí byť veľký, ale mal by byť veľký aspoň 10 cm štvorcových. Ak robím zosilňovač pre hudobnú skupinu, tak tam sa oplatí dať na tieto tranzistory väčší chladič aj s ventilátorom. Tento stabilizátor zvládne max 200W aj to iba v prípade dobrého chladenia tranzistorov T3 a T6. Tu je schéma zapojenia bipolárneho stabilizátora s ochranou proti skratu:



V schéme nie je hodnota zenerových diód **D1** a **D2**.

Ich výpočet je jednoduchý. Zenerové napätie volíme také, aké napätie chceme mať na výstupných svorkách stabilizátora napätia. Keďže mi chceme +30V a -30V, tak

zenerové napätie **D1 = 30V** a **D2 = 30V**. Stratový výkon zeneriek by mal byť max 1W. Čiže zoženieme nejaký typ na 1,3W.

**Pri stavbe stabilizátora si treba uvedomiť jednu vec. Ak staviam zdroj bez stabilizátora, ako je to znázornené hore v prvej schéme, tak nám víde iný sekundár toroidného transformátora, čo sa týka sekundárných efektívnych napätí. Ako keď budeme staviať zdroj so stabilizátorom napätia a ochranou. Vychádza to s princípom stabilizátora napätia, ktorý slúži ako ventil. Čiže musí mať určitú rezervu napätia aby ho dobre stabilizoval.**

Pre výpočet efektívneho napätia sekundárneho vinutia toroidného transformátora pre symetrický stabilizovaný zdroj platí tento upravený výpočet:

$$U_{s1} = U_{s2} = \frac{U_f}{\sqrt{2}} + 1.2 + 5$$

Pri prvej schéme nám stačilo  $U_s = 22V$  na sekundáre toroidu. Tu budeme potrebovať vyššie napätie. Stačí ak bude vyššie o 5V. To znamená, že hore si podľa vzorca vypočítam sekundárne vinutie toroidného trafo a pripočítam k nemu 5V. Čiže pri stavbe zdroja so stabilizátorom platí toto:

$U_s = U_s(\text{bez stabilizátora}) + 5V$ . Nám teda vyšlo  $U_s(\text{bez stabilizátora}) = 22V$  a teda so stabilizátorom bude  $U_s = 22 + 5 =$

27V. Takže výrobcovy napíšeme na onjednávku, nie 2krát 22V ale 2krát 27V. Samozrejme ak chceme toroid pre stabilizovaný zdroj, ináč nám stačí 2krát 22V. Pozor na filtračné kondenzátory, ich maximálne napätie treba tiež zvýšiť aspoň o 5V!

**Ako treba nastaviť správny skratový prúd**