

# NF zosilňovač s tranzistormi ThermalTrak

Publikované: 11.11.2006, Kategória: Audio technika

[www.svetelektro.com](http://www.svetelektro.com)

## Úvod:

Na jar roku 2005 sa v sortimente známej polovodičovej firmy ON Semiconductor objavili nové NF výkonové tranzistory nazvané **ThermalTrak**. Sú to tranzistory veľmi vhodné pre NF aplikácie, doplnené priamo v systéme diódou určenú k snímaniu teploty pre hľadanie kludového prúdu koncového stupňa. Dióda má zhodnú teplotnú charakteristiku ako systém tranzistorov a je umiestnená priamo v systéme čo má hneď niekoľko výhod. Teplotná väzba medzi má malú časovú konštantu, kludový prúd je stabilný a nemení sa s časom a teplotou ako pri doteraz klasickej väzbe snímanej súčiastky cez chladič.

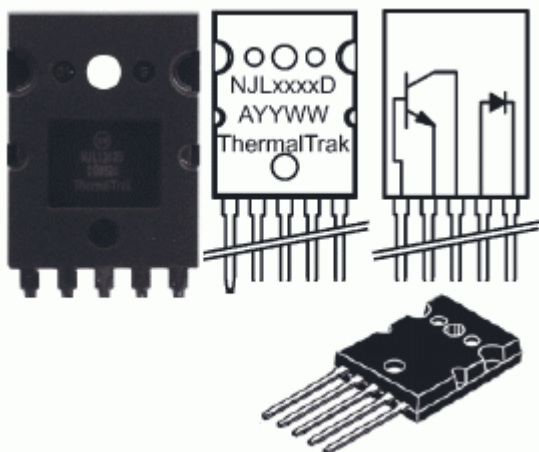
Redukuje sa počet súčiastok koncového zosilňovača a uľahčí sa konštrukcia - nie sú za potreby prívody k snímacej dióde, jeho elektrická izolácia od chladiča atď. Zlepšuje sa reprodukovateľnosť zapojenia. Tranzistory rady **ThermalTrak** sú určené hlavne pre NF použitie, ako sú High- End domáce koncové zosilňovače, profesionálne zosilňovače pre ozvučenie štadiónov, divadla a kina...

## K zapojeniu:

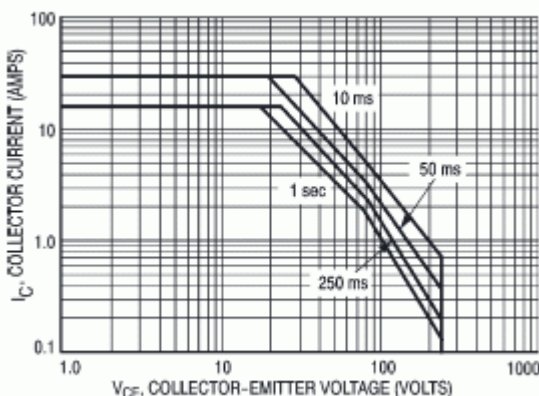
Je to takmer ideálny súčasný výkonový stavebný diel - sú veľmi rýchle ( 30MHz ), dostatočne výkonové, typy NJL 3281 D a NJL 1302 D majú povolený trvalý prúd 15A, napätie 260V, kolektorovú stratu 200W a sú veľmi dobre aplikovateľné vďaka puzdru TO-264 s 5 vývodmi ( viac obr. 1, 2 a tab. 1 ). Dióda je vyvedená samostatne na 2 vývody puzdra, v schéme zosilňovača sú tieto integrované diódy označené ako T 16 A až T 19 A. ON je veľký výrobca tranzistorov rady NJL a je tu predpoklad ľahkej dostupnosti a nízkej ceny týchto tranzistorov, pretože sa vyrábajú v ČR. V dokumentácii výrobcu je uvedená možná aplikácia týchto tranzistorov - schéma je na obrázku 4. Ten však vyžaduje pre dobrú funkciu dve symetrické napájacie napätia rôznej veľkosti čo komplikuje stavbu zdroja. Nie je ale zaručené jeho chovanie v prechodových javoch pri zapnutí zosilňovača a pri výpadku niektorej vetvy napájania. Preto je zapojenie upravené veľmi dobrého a osvedčeného zosilňovača LEACH AMP, uverejneného s rôznymi obmenami i v PE a KE. Tento zosilňovač má niekoľko výhod - je veľmi dobre reprodukovateľný, kmitočtovo naprosto stabilný, pomerne jednoduchý, rýchly - má pomerne veľkú výkonovú šírku pásma, má veľmi malé všetky druhy skreslenia atď. Zapojenie bolo upravené a nakreslila sa doska DPS na 2 páry komplementárnych tranzistorov **ThermalTrak** s 5 vývodmi. Vznikol tak malý a kompaktný ľahko aplikovaný modul o rozmeroch DPS 102x88 mm s tranzistormi priamo na DPS. Tento modul dá pri dobrom chladení a napájaní 2x63V NF výkon okolo 200W/ 80hm alebo min. 300W/ 40hm o kmitočtovej charakteristike a skreslení nemá cenu vôbec hovoriť. Podľa grafu ( obr. 3 ) v dokumentácii výrobcu by zosilňovač s týmito tranzistormi mal mať skreslenie okolo 0,0008% pri 1kHz. Zostavený modul je určený k montáži na chladič a celok sa potom namontuje napr.: do reproduktorovej sústavy... Výroba modulu trvá pár hodín a nastavenie spočíva iba v nastavení kludového prúdu. Zapojenie zosilňovača je na obrázku 5. Zosilňovač je zapojený prísne symetricky v komplementárnom zapojení, s diferenciálnym vstupným zosilňovačom. Snímacie diódy, ktoré sú integrované v puzdre ( označené v schéme ako T 16 A až T 19 A ) sú zapojené do série, vysokofrekvenčne sú oddelené od zvyšku zapojenia rezistorami R 25 a R26. Modul zosilňovača je umiestnený na DPS ( obr. 6 ). Po vyvrtaní, ... skontrolujte spoje, prečítajte si tento článok, vrátane poznámok o výbere súčiastok a potom osadte súčiastky, vrátane chladičov pre T14 a T15, takisto aj na koncové tranzistory T16 až T19. Pod tranzistory T9, T11, T12 a T13 dajte plastové podložky. Skontrolujte spájkovanie. Koncové tranzistory najskôr umiestnite izolovane na chladič, a až potom ich zaspájajte do DPS, kvôli tomu aby tranzistory neboli teplotne namáhané. Tranzistory v puzdre TO-264 sa ľahko upevňujú, diera je izolovaná, takže stačí použiť iba izolačnú podložku. Pamätajte na dostatočne veľký chladič pre koncové tranzistory, hlavne vtedy ak budete využívať ( čo je aj veľká pravdepodobnosť ) max. napájacieho napätia +/-63V. Pri záťaži iba 80hm až 16 Ohm je možné pripustiť aj vyššie napájacie napätie, ale musia sa použiť príslušné filtračné kondenzátory na DPS na napätie minimálne 100V. Malá veľkosť modulu zvädza k použitiu aj malého chladiča, ale skutočnosť je taká, že pre spoľahlivú činnosť modulu je za potreby použitie rebrový chladič s tepelným odporom min. 1,5 °C/ W pre zaťaženie zosilňovača hudobným signálom. Pre použitie menšieho chladiča je nutné použiť nútené chladenie napr.: ventilátor z PC. Napäťové zosilnenie modulu je asi 20, takže pre výstupný výkon 200W/ 40hm ( výstupné napätie 28,3V ) ja za potreby vstupne napätie asi 1,42V. Napäťové zosilnenie je možné zvýšiť úmerným zmenšením odporu rezistora R19, napríklad pre vybudenie záťaže s impedanciou 80hm. Pokiaľ použijete modul ako súčasť koncového zosilňovača ( PA ) v hudobnej alebo v štúdiovej praxi, nezabudnite mu priradiť stupeň zaisťujúci možnosť budenia symetrickým signálom. Vývody napájania, zeme a výstupu sú na konektoroch FASTON 4,8 mm, vstup zosilňovača je na konektore ( jumper ) 2,5 mm, ktorý sa používa v PC. Zosilňovač má dve zeme, jednu silovú a druhú vstupnú. Stred symetrického napájacieho napätia a výstupná zem pre reproduktor sa privádza na silovú zem, na vstupnú zem je privedená zem vstupného signálu. Obidve zeme sú na DPS prepojené rezistorom. Vylúči sa tak vplyv zemných smyčiek pri nesprávnom prepojení predzosilňovača a koncového stupňa. Zeme sú spolu so signálom vyvedené na vstupnom konektore, s predzosilňovačom sa modul prepojí dvojžilovým stieneným káblom ( symetrickou linkou ). Pre prepojenie

s predzosilňovačom je možné využiť napr.: káblík s konektormi určené k analógovému prepojeniu výstupu CD Rom. Tienenie káblíka sa prepojí na silovú zem na jednom konci, zem ( spätný vodič ) na signálovú zem a signál na vstup. Boucherotov člen RC sa zapojí priamo na svorky určené pre reproduktor. Pozor na montáž rezistoru R42. Pri rozkmitaní zosilňovača napr.: po pripojení netieneného vstupného káblíka a jeho väzbe s výstupom sa môže R42 prehriať a zhorieť. Skontrolujte ešte raz osadenie DPS. Vytočte trimer P1 na najväčší odpor. Napájanie pripojte cez poistky F1A a pomocné rezistory asi 330hm/ 10W zaradené do série v napájaní. Záťaž a zdroj signálu zatiaľ nepripájajte. Pripojte napájanie, najprv asi 2x40V. Zmerajte výstupne jednosmerné napätie, nemalo by byť väčšie ako 20mV, typicky bude okolo 5mV a menej. Jeho polarita a veľkosť závisí na tolerancii rezistorov a párovania tranzistorov v napäťovej časti, mení sa i s kľudovým prúdom. Občas sa podarí trafiť súčiastky tak, že je toto napätie takmer nulové. Preto sú v týchto pozíciách predpísané hodnoty súčiastok z rady E24, aby to nezávadalo k použitiu rezistorov s veľkou toleranciou. Je vhodné vybrať dvojice rezistorov v symetrických polovinách zosilňovača na čo najmenšiu vzájomnú odchýlku. Na absolútnej hodnote nezáleží, ale poloviny musia byť pokiaľ možno symetrické. Kontrolujte symetriu limitácie a chovanie zosilňovača najprv bez záťaže. Pokiaľ je všetko poriadku ( nie je dôvod, aby nebolo, pracovali ste pri osadzovaní precízne a použili dobré súčiastky ), vyradte pomocné rezistory v napájaní a poistky vymeňte za F5A. Pripojte záťaž 80hm/ 200W. Kontrolujte chovanie zosilňovača a oteplenie tranzistorov. Zatiaľ je kľudový prúd minimálny ( P1 je predsa na maxime ), môže sa prejaviť malé prechodové skreslenie pri malých signáloch a prechodu výstupného signálu nulou. Zvýšte napájacie napätie na plnú hodnotu, max. +/-65V. Nastavte výstupné napätie zosilňovača asi na 100mV, 10kHz. Trimrom P1 nastavte kľudový prúd tak, až zanikne prípadné prechodové skreslenie. Kľudový prúd je prekvapivo malý, rozhodne nebude nutné nastavovať stovky mA, jak je doporučené u niektorých konštrukcií. Rozumný kľudový prúd celého zosilňovača bude tak 50mA. Potom už môžete zosilňovač vyskúšať už pri plnej záťaži 40hm, kontrolovať kľudový prúd po ohriatí chladiča a radovať sa z jeho stability dosiahnutej použitím tranzistorov **ThermalTrak**.

( obr. 1 ):



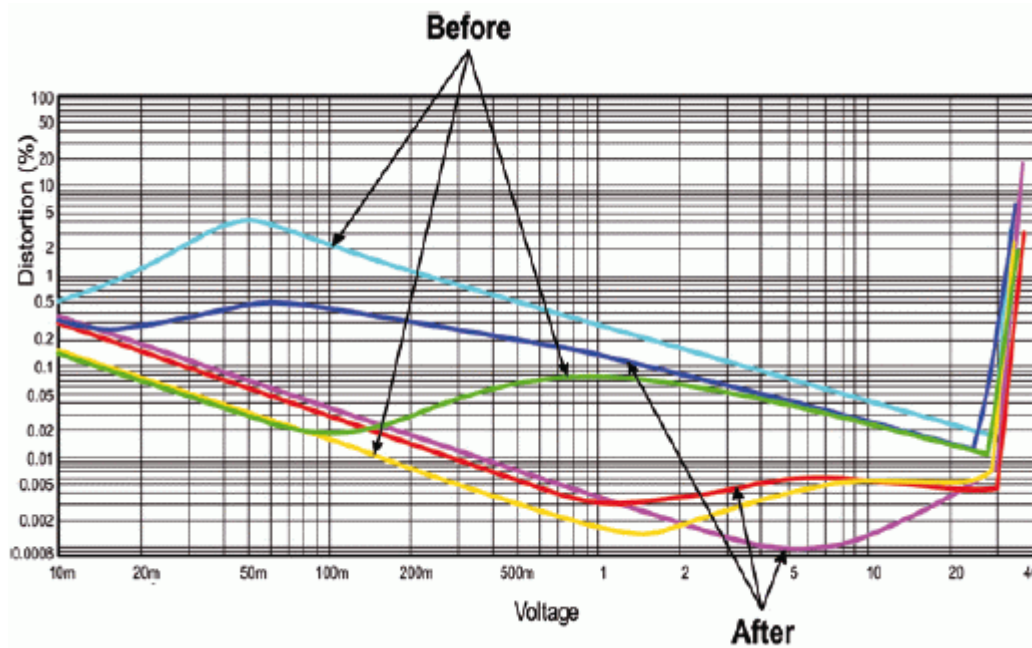
( obr. 2 ):



( tab. 1 ):

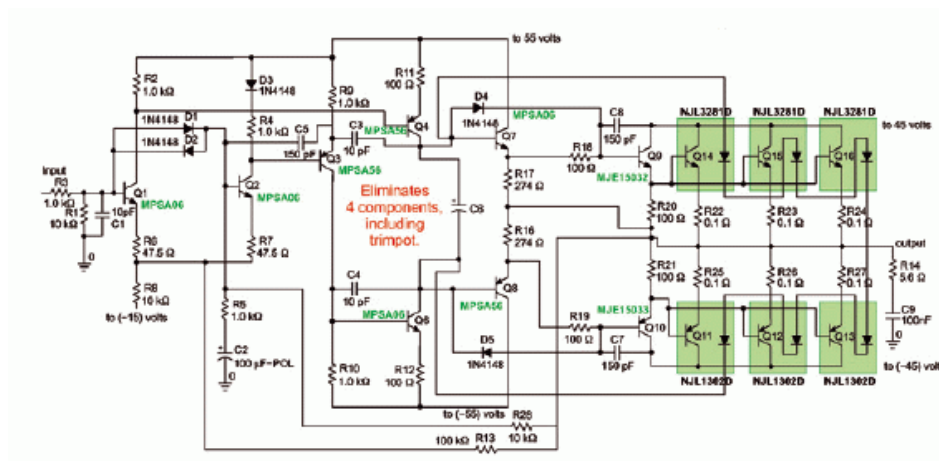
Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	260	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CB0}$	260	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EB0}$	5	Vdc
Collector-Emitter Voltage - 1.5 V	$V_{CEX}$	260	Vdc
Collector Current	$I_C$	15 - Continuous - Peak (Note 1)	Adc
Base Current - Continuous	$I_B$	1.5	Adc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate Above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	200 1.43	W W/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	- 65 to +150	°C
DC Blocking Voltage	$V_R$	200	V
Average Rectified Forward Current	$I_{F(AV)}$	1.0	A

( obr. 3 ):

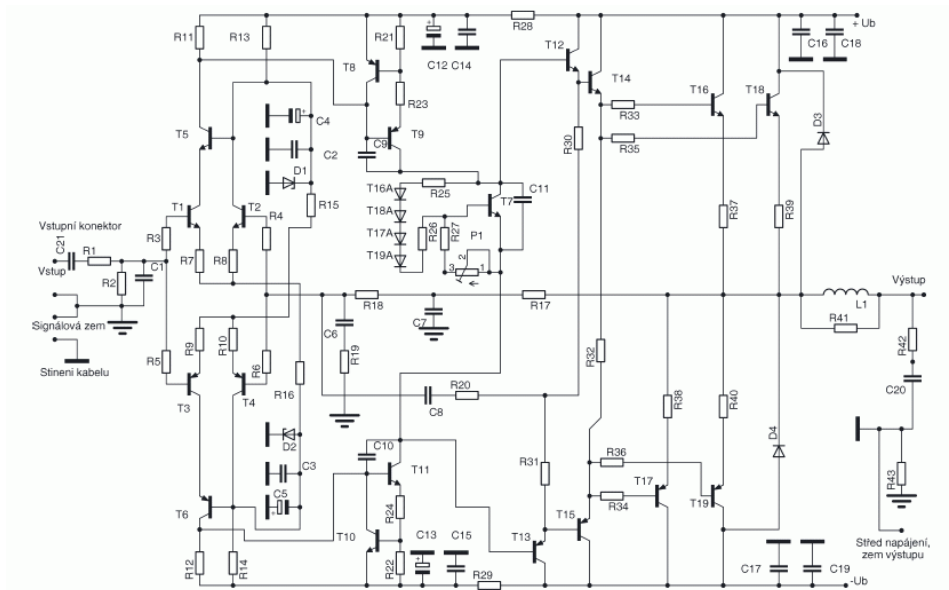


Color	Data	Comment
Cyan	Anlr. THD+N Ratio	10 kHz@4 ohms Tr. bias
Purple	Anlr. THD+N Ratio	10 kHz@4 ohms diode bias
Green	Anlr. THD+N Ratio	10 kHz no load Tr. bias
Red	Anlr. THD+N Ratio	10 kHz no load diode bias
Yellow	Anlr. THD+N Ratio	1 kHz no load Tr. bias
Magenta	Anlr. THD+N Ratio	1 kHz no load diode bias

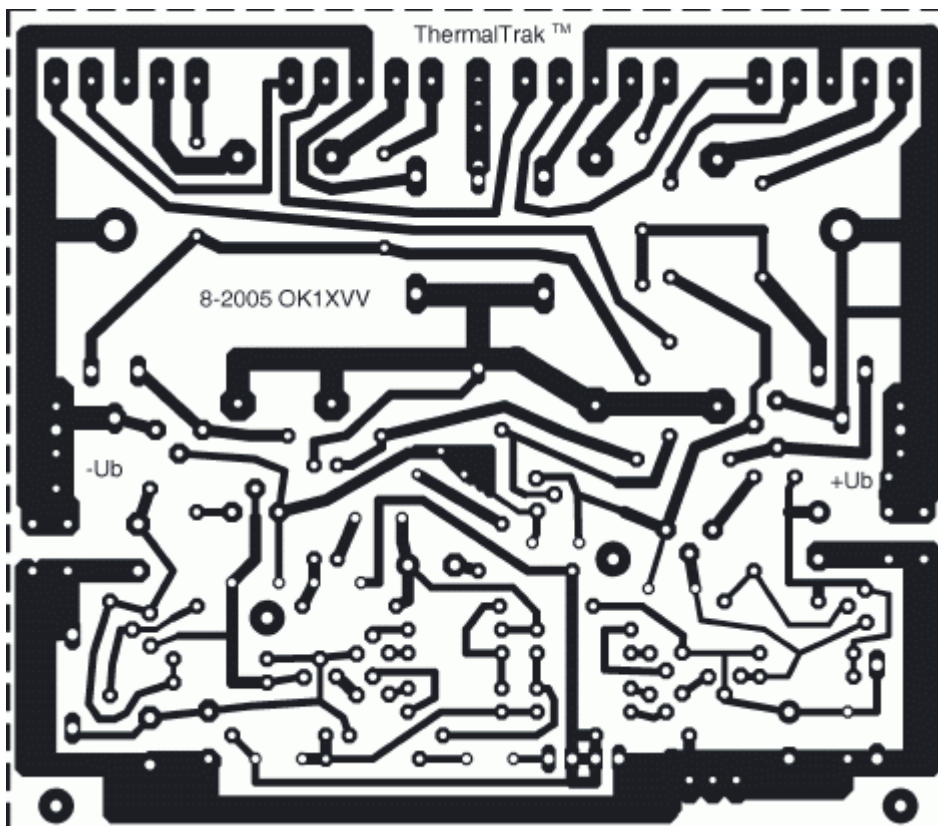
( obr. 4 ):

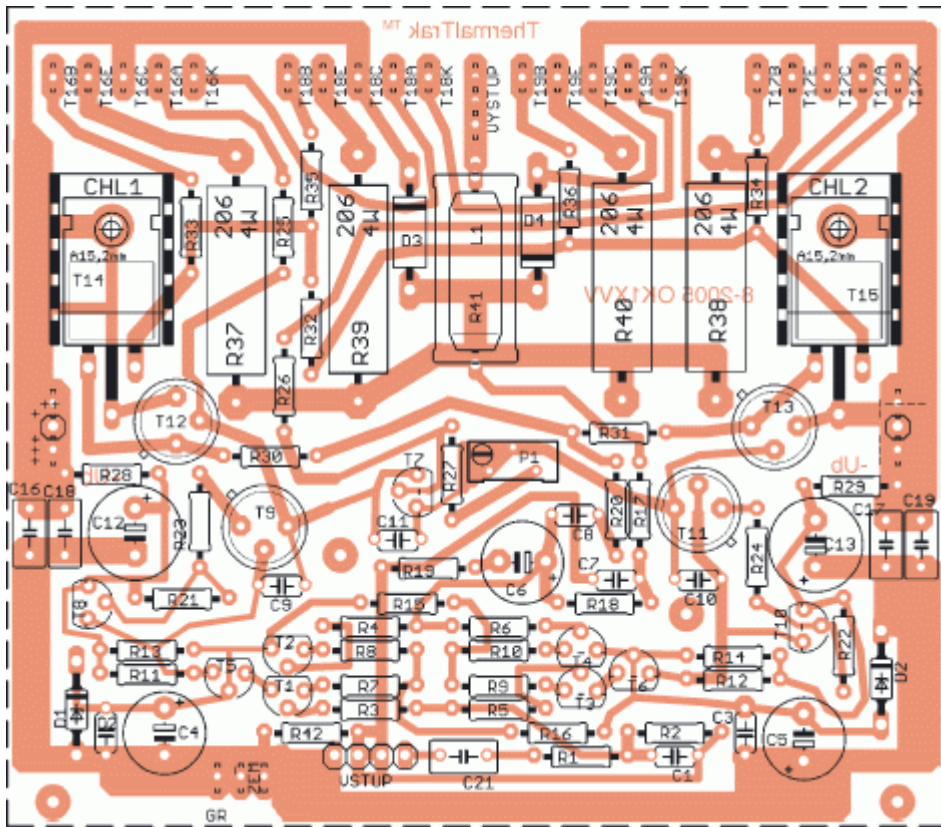


( obr. 5 ):

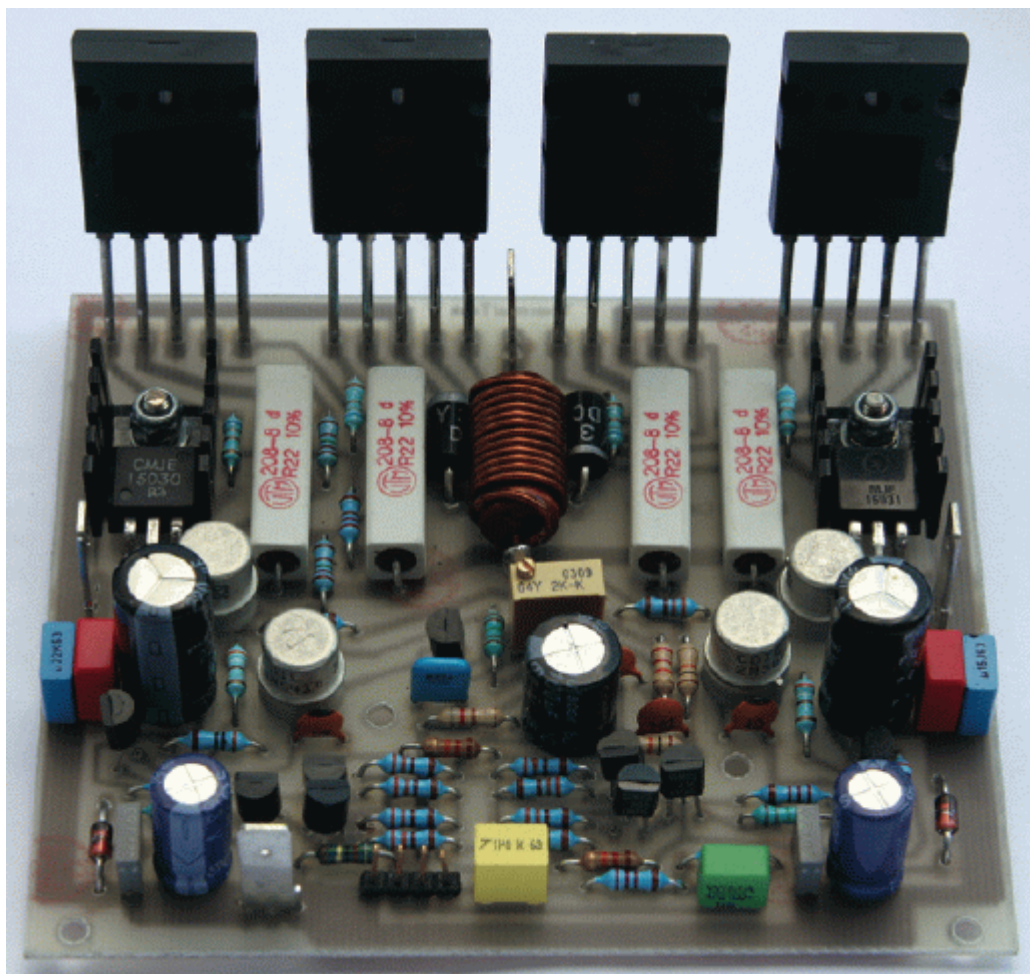


( obr. 6 ):





( Hotový modul ):



## Zoznam súčiastok:

Rezistory: ( tolerancia 5% a nižšia )

R1 - 2,2kOhm  
R2 - 20kOhm  
R3 až R10 - 300Ohm  
R11, R12 - 1,2kOhm  
R13, R14 - 2,2kOhm  
R15, R16 - 12kOhm  
R17, R18 - 10kOhm  
R19 - 1kOhm  
R20 - 22kOhm  
R21, R22 - 300Ohm  
R23, R24 - 360Ohm  
R25, R26, R277 - 1kOhm  
R28, R29 - 820Ohm  
R30, R31 - 330Ohm  
R32 - 220Ohm  
R33 až R36 - 8,2Ohm  
R37 až R40 - 0,22Ohm/ 4W, veľ. 206  
R41 - 100Ohm/ 4W, veľ. 817, rastr 22,5, na ňom navinutá cievka L1  
R42 100Ohm/ 4W, umiestnený mimo DPS na výstupných svorkách  
R43 - 820Ohm  
P1 - 2 až 2,5kOhm, trimer, viacotáčkový, rozmer napr.: 64Y

Kondenzátory:

C1 - 330pF/ ker.  
C2, C3, C11, C16, C17, C18, C19 - 100nF/ 63V, plast.  
C14, C15 - 47nF/ 63V, SMD, prispájkované k vývodom C12, C13 zo strany spojov  
C4, C5, C12, C13 - 100uF/ 63V  
C6 - 220uF/ 35V ( bipolárny )  
C7 - 150pF/ ker.  
C8 - 47pF/ ker.  
C9, C10 - 10pF/ ker.  
C20 - 100nF/ min. 160V, plast., umiestnený mimo DPS na výstupných svorkách  
C21 - 1uF/ 63V, plast.

Polovodičové súčiastky:

T1, T2, T5, T7, T10 - MPSA06 ( NPN, 80V, 500mA, 100MHz )  
T3, T4, T6, T8 - MPSA56 ( PNP )  
T9, T13 - 2N5416 ( PNP, 350V, 1A, 15MHz )  
T11, T12 - 2N3440 ( NPN )  
T14 - MJE15030, na chladiči ( NPN 150V, 8A, 30MHz )  
T15 - MJE15031, na chladiči ( PNP )  
T16, T18 - NJL3281D  
T17, T19 - NJL1302D  
D1, D2 - 39V/ min. 0,5W  
D3, D4 - BY500, BY399 rýchle diódy min. 3A, min. 200V

Ostatné súčiastky:

L1 - tlmivka navinutá na R41 asi 12 závitov drôtom o priemere 1 mm

**Použitá literatúra: P. E. 11/ 2005**

