Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

NF zesilovač 300W

Tomáš DLOUHÝ

Vyšší odborná škola a Střední škola slaboproudé elektrotechniky

Novovysočanská 48/280

190 00 Praha 9

ANOTACE

Účelem této dlouhodobé práce je vytvořit NF zesilovače. S výstupním výkonem alespoň 200W pro vybuzení subwooferu. A tedy kvalitním zesílením nízkých frekvencí přibližně od 20 do 300Hz. Pracovní třída zesilovače je AB a používá 6 párů komplementárních tranzistorů typu MOSFET IRFP260. Jsou to tranzistory s přechodem NPN. Napájení je symetrické a tranzistory jsou zapojeny proti sobě. 1/2 tranzistorů zesiluje kladnou půlvlnu signálu a 2/2 zesiluje zápornou půlvlnu signálu. Díky tomu nepotřebujeme kondenzátor mezi tranzistory a cívkou reproduktoru. Podle původního schématu zesilovače má být napájení +/- 95V, jelikož jsem nikde nesehnal toroidní transformátor s tak vysokým napájecím napětím. Koupil jsem toroidní transformátor, který je schopný dodávat 55V AC a 10A na větev. Po usměrnění a vyfiltrování je kolem 77V DC. Tímto rozdílem je způsobeno to, že zesilovač nedosáhne výkonu, který je napsaný u schématu.

ANNOTATION

The purpose of this work is to create long-term NF amplifier. With at least 200 Woutput power to excite the subwoofer. And therefore, quality amplification of lowfrequency of approximately 20 to 300Hz. Working class AB amplifier is used, and six pairs of complementary transistors IRFP260 MOSFET. They are NPN transistorswith the transition. Power is symmetric and transistors are connected to each other.1/2 transistor amplifies the positive half-cycle signal, and 2/2 amplifies the negativehalf-cycle signal. As a result we do not need a capacitor between the transistors andthe speaker coil. Under the original scheme of the power amplifier to be + / - 95V, because I did not not get toroidal transformer and high voltage. I bought a toroidaltransformer which is capable of delivering 55V AC and 10A on the branch. Afterrectification and filtering is around 77V DC. This difference is due to the fact that itreaches the amplifier output, which is written in the scheme.

Obsah

1 Rozdělení zesilovačů 4
1.1 Podle polohy klidového pracovního bodu 4
2 ZESILOVAČ - MK2 6
2.1 Schéma: 7
2.2 Návrh DPS: 8
2.3 Osazení DPS: 9
2.4 Rozpiska součástek: 10
3 SOFT START 12
3.1 Rozpiska součástek: 12
3.2 Schéma: 13
3.3 Návrh a osazení DPS: 13
4 INDIKÁTOR VYBUZENÍ 14
4.1 Rozpiska součástek: 14
4.2 Schéma zobrazovače: 15
4.3 Schéma diod: 15
4.4 Návrh a osazení DPS zobrazovač: 16
4.5 Návrh a osazení DPS diody: 16
5 SKŘÍŇ 17
5.1 Přední panel 18
5.2 Zadní panel 19
6 Závěr 20
7 Literatura 21
7.1 Odkazy na 21

1 Rozdělení zesilovačů

Zesilovače můžeme dělit podle konstrukce, pracovní třídy, podle zapojení tranzistorů nebo podle výkonnosti. Podle vazby mezi zesilovacími stupni, podle šířky pásma.

1.1 Podle polohy klidového pracovního bodu

Třída A

Třída A je nejjednodušší řešení, ve kterém výstupní tranzistory vedou (tj. nebudou zcela uzavřeny) bez ohledu na časový průběh výstupního signálu. Při tomto zapojení pak mluvíme o vysoké linearitě, ale malé účinnosti.

Třída B

U zesilovačů v pracovní třídě B, vedou výstupní tranzistory jen v jedné půlperiodě (180 °) časový průběh vstupního signálu. Jinými slovy, k zesílení celého signálu budeme potřebovat dva prvky, jeden zpracuje kladné výstupní úrovně a druhý ty zbývající – záporné. Třída B sice vykazuje ve srovnání s předchozím případem mnohem větší účinnost, trpí však zásadním přechodovým zkreslením v oblasti, kde výstupní signál prochází nulou. (Ve skutečnosti v reálném zesilovači při velmi malých signálech budou pracovat v obou půlvlnách oba tranzistory, protože klidový proud v praxi nemůže být nulový.)

Třída AB

Kompromisem mezi třídami A a B je třída AB, kterou charakterizuje větší účinnost (ve srovnání s třídou A) a menší zkreslení (srovnáme-li s třídou B). Za vše může jednoduchý posun pracovního bodu obou tranzistorů tak, aby vedly i v oblasti minimálních amplitud, kde jinak výchozí třída B vykazuje nepříjemné nelinearity. V praxi to pak znamená aktivitu obou tranzistorů i v případě malých signálů (třída A). Při větších amplitudách je jeden z tranzistorů po část periody zcela uzavřen.

Třída C

Pro nízkofrekvenční zapojení nemá význam, zato ve VF technice se dobře uplatní pro vysílače AM a FM. Tranzistor není otevřen ani polovinu periody vstupního signálu (předpětí báze). Pracovní bod C se pohybuje v aktivní oblasti po mnohem kratší dobu než je 180º a nachází se na „prodloužené“ převodní charakteristice. Vzniklé zkreslení není překážkou, jestliže je v kolektoru VF rezonanční obvod. Zesilovač vyžaduje větší budící signál, ale zároveň pracuje s nejvyšší účinností.

Třída D

Zesilovače třídy D produkují pulzně zpracovaný signál s kmitočtem, výrazně přesahujícím nejvyšší složky, které ještě potřebujeme reprodukovat. Odezva výstupního, dolno-propustného filtru pak odpovídá přivedenému vstupnímu signálu. Základní výhodou celé struktury je vysoká účinnost, která často přesáhne i 90 %, protože výstupní tranzistory jsou během své činnosti buď zcela sepnuty, nebo úplně deaktivovány. Tímto způsobem naprosto vyloučíme účast lineární oblasti daného tranzistoru, která je příčinou neúčinnosti zbylých metod. Moderní zesilovače třídy D přitom v otázce věrné reprodukce dosahují výsledků srovnatelných s třídou AB.

Třída G

Třída G se velmi podobá zesilovacím strukturám třídy AB, snad jen s tím rozdílem, že s radostí využije dvě nebo i více napájecích hladin. Pokud potřebujeme zpracovat malé signálové úrovně, zesilovač zvolí nižší napájení. Porostou – li amplitudy, pomůže si celá struktura vyšší hladinou napájecího napětí. Zesilovače třídy G tak mohou ve srovnání s třídou AB promrhat méně drahocenné energie, protože maximální velikost napájecího napětí využijí jen v případě skutečné potřeby, zatímco zesilovače třídy AB poběží z plného napájení neustále.

Třída H

Zesilovače třídy H regulují své napájecí napětí s cílem minimalizovat napěťové úbytky na koncovém stupni. Praktické provedení pak zahrnuje větší počet diskrétních úrovní nebo dokonce plynule nastavitelnou velikost napájecího napětí. Ačkoli se na první pohled může velmi podobat způsobu, kterým snižuje výkonové ztráty třída G, nebudeme v případě třídy H nutně vyžadovat více napájecích zdrojů.

2 ZESILOVAČ - MK2

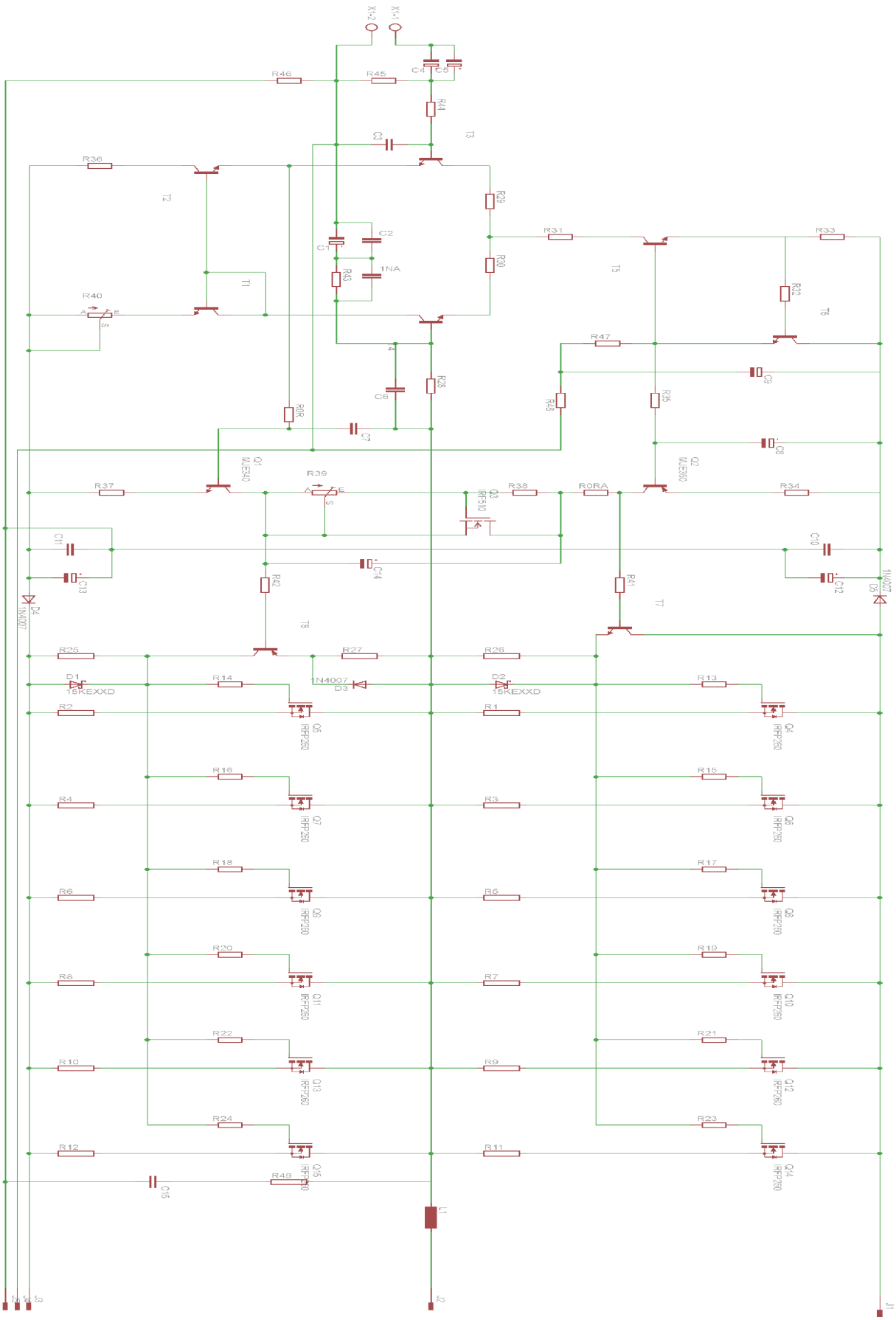
Účelem této dlouhodobé práce je vytvořit NF zesilovače. S výstupním výkonem alespoň 200W pro vybuzení subwooferu. A tedy kvalitním zesílením nízkých frekvencí přibližně od 20 do 300Hz.

NF zesilovač pracuje ve třídě AB, tedy s komplementární dvojicí tranzistorů. Zesilovač má 6 párů tranzistorů a tedy 12 koncových tranzistorů typu MOSFET IRFP260. Schéma je osazené kvalitními tranzistory, typu MJE…; 2N5…; MPSA… a IRFP… A proto jsem při stavbě použil odpory o přesnosti 0,1% abych dosáhl co nejlepších parametrů zesilovače.

Zesilovač je na DPS o rozměrech 100x320mm.

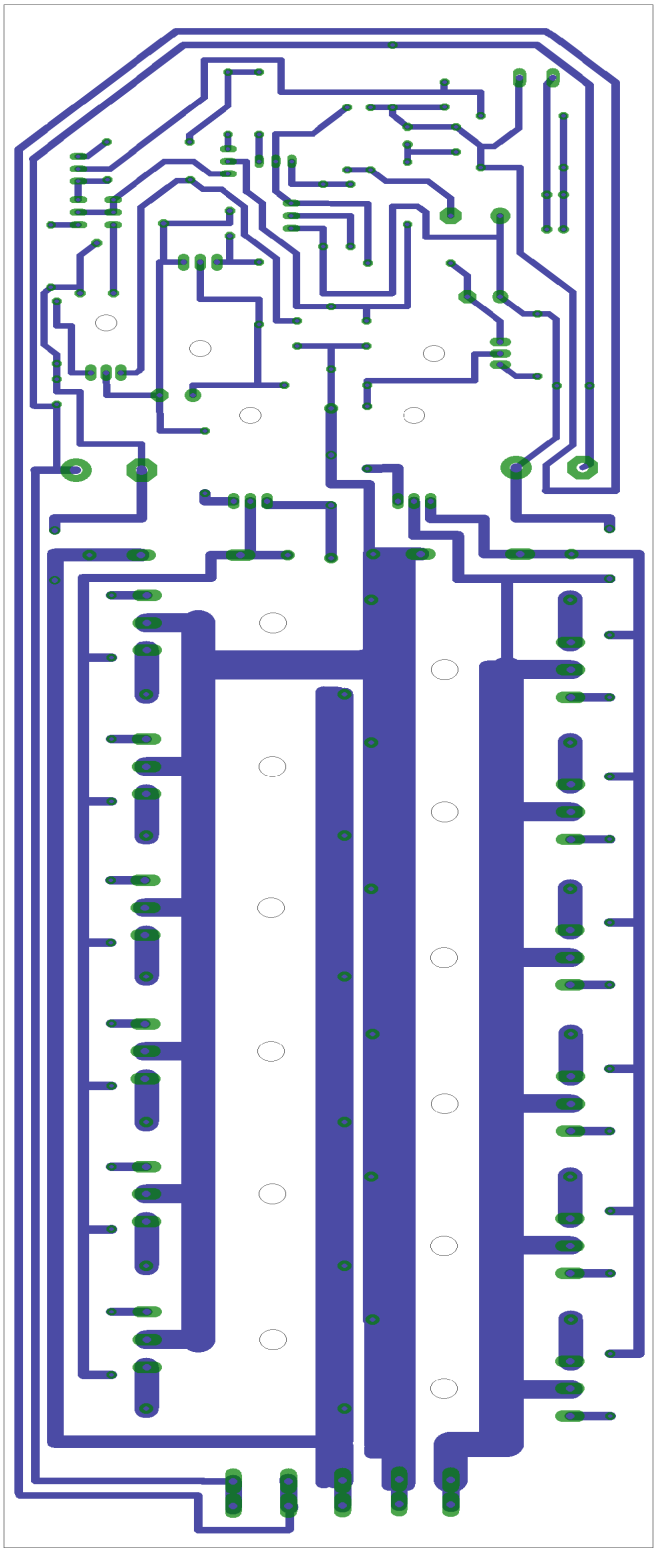
Zesilovač je napájen toroidním transformátorem o výkonu 1000VA. Transformátor je natolik tvrdý že elektrolytické filtrační kondenzátory mají hodnotu pouze 6800uF/100V. zesilovač je aktivně chlazený 4 ventilátory.

2.1 Schéma:



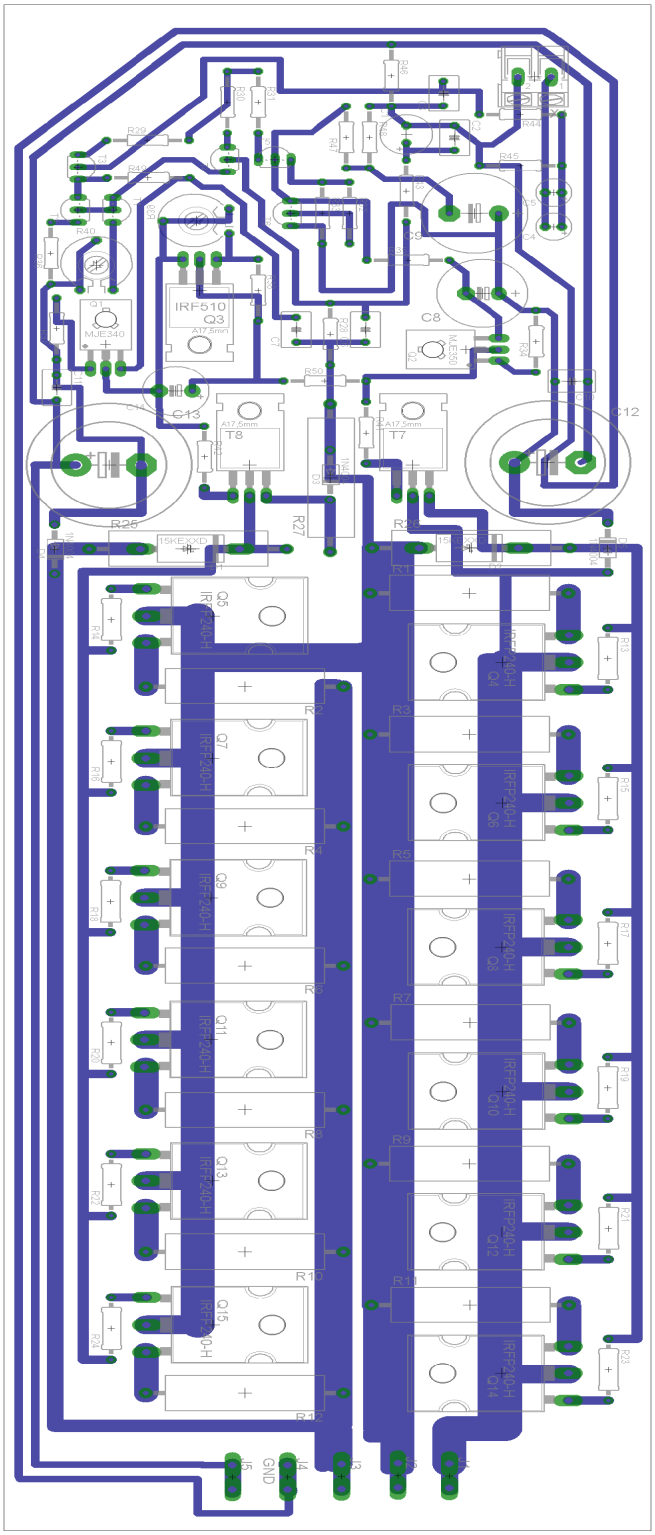
Obr. 1 – schéma zesilovače

2.2 Návrh DPS:



Obr. 2 – připravená DPS na fotocestu

2.3 Osazení DPS:



Obr. 3 – rozložení součástek u Nf zesilovače

2.4 Rozpiska součástek:

	umístění	typ / hodnota	W	napětí
Tranzistory				
	Q1	MJE340	výkonové	
	Q2	MJE350	výkonové	
	Q3	IRF510	výkonové	
	Q4-15	IRFP240	výkonové	
	T1,2	2N5551		
	T3,4	MPSA92		
	T5,6	2N5401		
Odpory				
	R1-12	0.1R	5W	
	R13-24	330R		
	R25,26	180R	5W	
	R27	220R	5W	
	R28	39K		
	R29,30	56R		
	R31,45	39K		
	R32,43	1K		
	R33	300R		
	R34,46	22R		
	R35,39,48	10K		
	R36	100R		
	R37	10R		
	R38	2K2		
	R40	200R		
	R41,42	4R7		
	R44	560R		
	R47	8K2		
	R0R..	0R		

Kondenzátory

C1	470uF	ele	25V
C2	100nF	ker	
C3	220pF	ker	
C4,5	1uF	ele	25V
C6	5,6pF	ker	
C7	47pF	ker	
C8	100uF	ele	16V
C9	22uF	ele	100V
C10,11	100nF	ker	
C12,13	1000uF	ele	100V
C14	10uF	ele	25V

Diody

D1,2	zen	5W	12V
D3,4,5	1N4007		

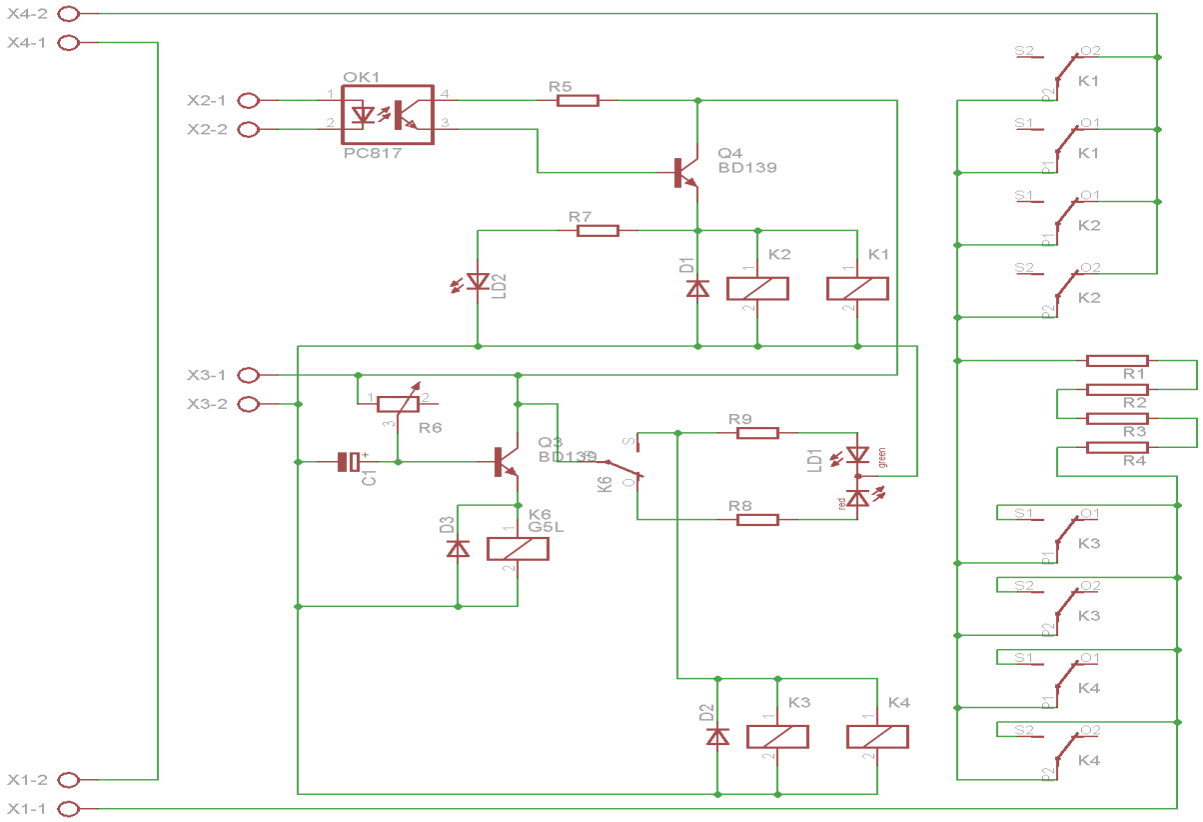
3 SOFT START

Softstart je obvod, který omezí nárazový proud při zapnutí zesilovače, tedy než se zasytí jádro toroidního transformátoru. Protože při zapnutí toroidu je nárazový proud velmi velký musí být omezen, aby nespadl jistič. Softstart funguje na principu, že při zapnutí omezí špičkový proud třeba na rezistorech a potom je zkratuje pomocí relé. Dobu, za kterou se relé sepne je určena kondenzátorem a trumfem, je to v podstatě integrační článek. A tím potom přes rezistory neteče žádný proud při používání transformátoru. Při stavbě tohoto obvodu, jsem se inspiroval na internetu viz. odkaz. Jako základ softstartu jsem použil výkonové odpory o celkové hodnotě 40Ω a integrační článek s tranzistorem. Abych věděl, zda vše v pořádku funguje, doplnil jsem obvod led diodou. A pro případ, jsem hned na vstup přidal relé, abych mohl toroid automaticky odpojit od napájecího napětí, třeba při přehřátí zesilovače.

3.1 Rozpiska součástek:

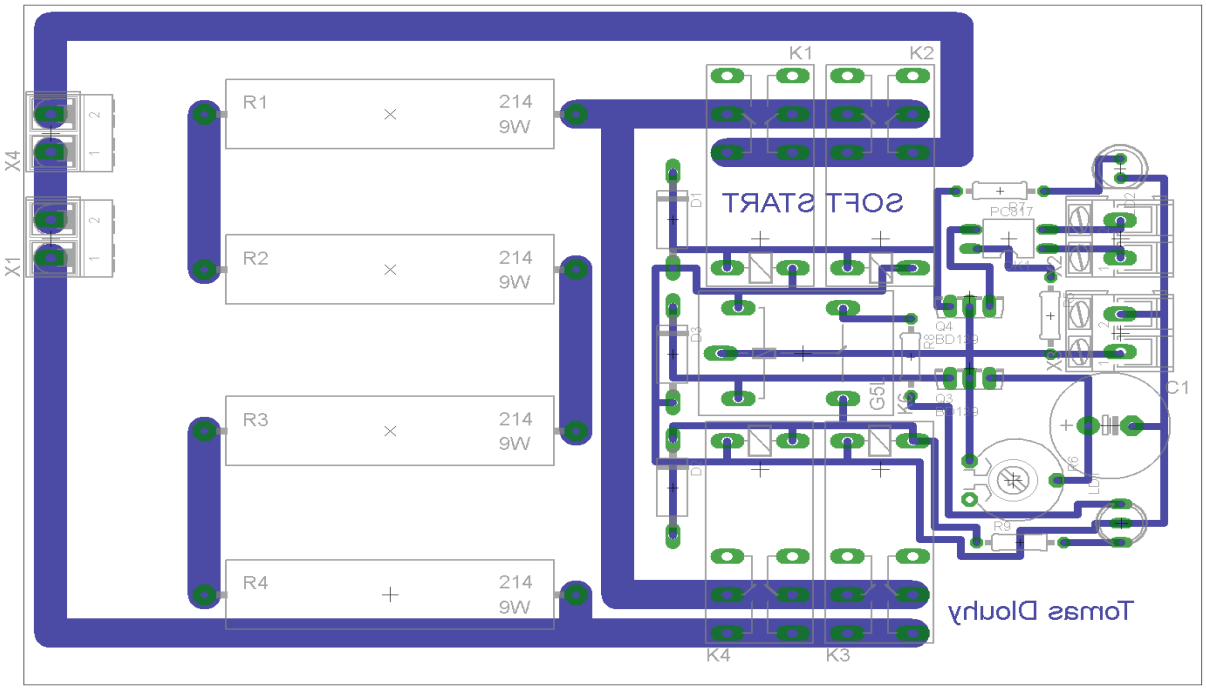
umístění		hodnota		W	napětí
OK1		817C			
R1-4		10R		10W	
R5		0R			
P6		10K	trimr ležatý		
R7,8		330R			
R9		500R			
C1	ele	470uF			25V
D1,2,3		1N4007			
K1-4		relé			12V
Q1,2		BD139			

3.2 *Schéma:*



Obr. 4 – schéma SOFTSTARTU

3.3 *Návrh a osazení DPS:*



Obr. 5 – Osazení SOFTSTARTU

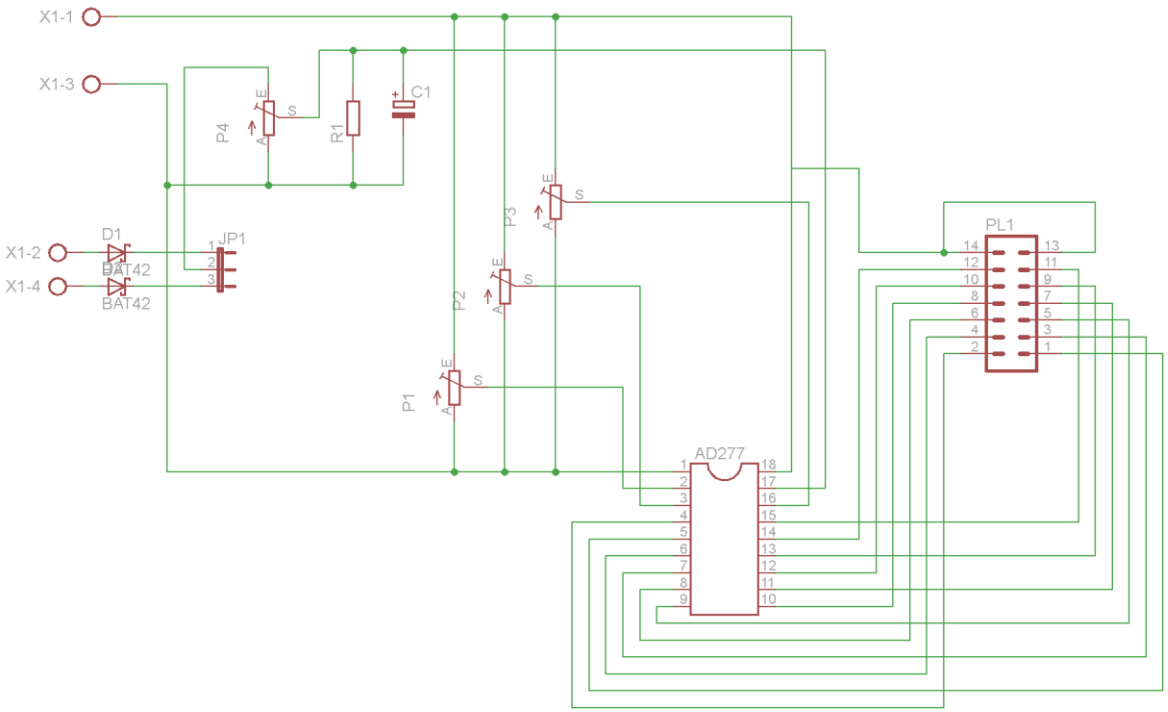
4 INDIKÁTOR VYBUZENÍ

Indikátor vybuzení jsem postavil se starším, ale zato kvalitním obvodem A277D. Obvod je od firmy Siemens. Jeho cena je v dnešní době vysoká cca 100kč a to díky tomu, že obvod umí řídit vstupní citlivost, jas 12 LED diod a posouvat začátek indikace. Indikátor funguje na principu, že dioda propustí jen kladnou část signálu. A integrovaný obvod vstupní signál zesílí a podle velikosti rozsvítí daný počet LED diod.

4.1 Rozpiska součástek:

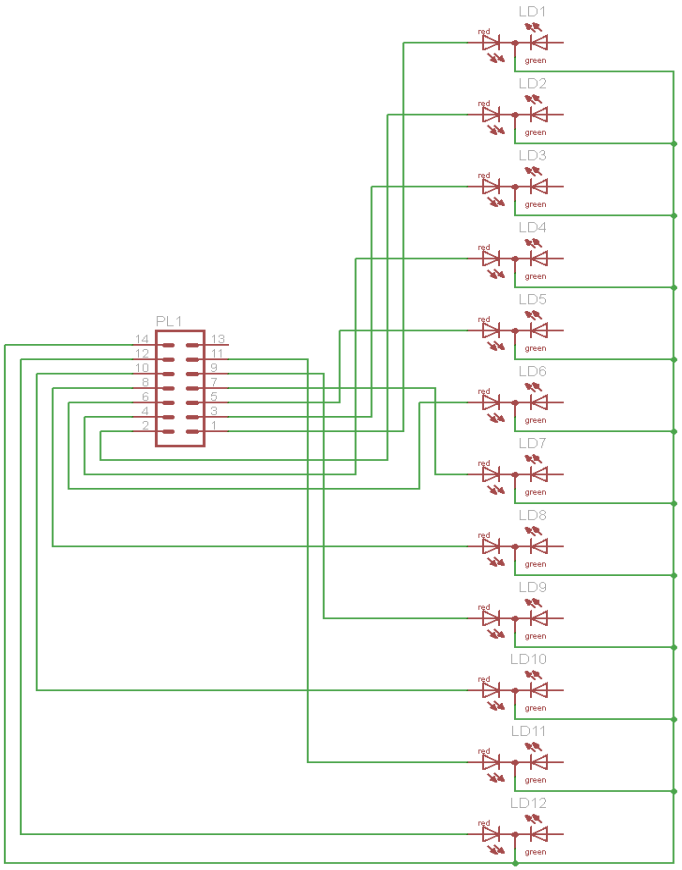
umístění	typ / hodnota
IO	AD277
D1	BAT42
R1	220KΩ
P1,2,3	10KΩ
R0R	0R
C1	1uF
LED1-9	červená
LED10-12	zelená

4.2 Schéma zobrazovače:



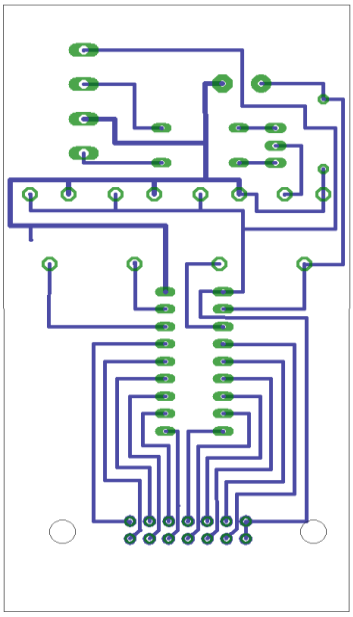
Obr. 5 – schéma zobrazovače

4.3 Schéma diod:



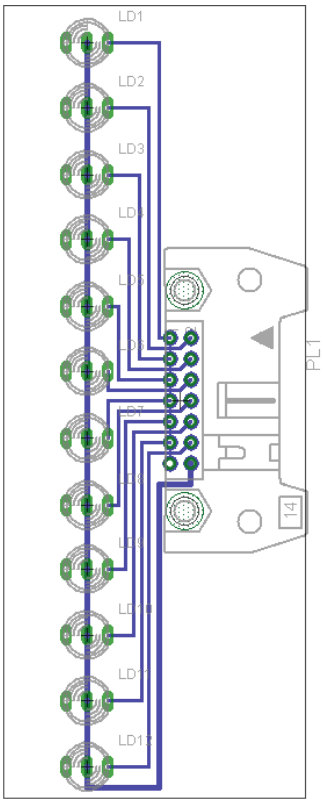
Obr. 6 – druhá polovina indikátoru

4.4 Návrh a osazení DPS zobrazovač:



Obr. 7 – DPS

4.5 Návrh a osazení DPS diody:



Obr. 8 – DPS

5 SKŘÍŇ

Zesilovač je umístěn v železném „racku 19“ a výška je U3 cca 13cm. V krabici je 6 ventilátorů 80x80. Které se postarají o kvalitní cirkulaci vzduchu. Na zadním panelu jsou umístěny 4 ventilátory, které přímo chladí zesilovač a na předním panelu jsou 2, aby velké množství vzduchu mohlo bez problému projít celou krabicí a ochladit i zbytek součástek. Ventilátory se automaticky zapínají se zapnutím zesilovače a jsou napájeny z pomocného zdroje, který je i pro softstart a zpožděné připojování reproduktoru. Přední a zadní panel je rozkreslený v příloze v programu VariCAD. Úplné provedení je vidět na přiložených fotkách, jak celá stavba probíhala a jak zesilovač vypadá ve finálním provedení.

5.1 Přední panel

5.2 Zadní panel

6 Závěr

Při postupném oživování částí zesilovače jsem zjistil, že vše fungovalo na poprvé, až na samotný zesilovač, který kmital a při měření vysokých frekvencích asi kolem 250KHz zesiloval 2x tolik než u frekvencí, které slyší lidské ucho. Bohužel zesilovač nevydržel měření a zničil se jeden z koncových tranzistorů. Po rozebrání a výměně tranzistoru zesilovač zase funguje tak, jak má. V příloze jsou schémata, DPSky, datasheety, fotodokumentace, graf i rozkreslené panely.

7 Literatura

- http://hobbyelectronicsdri.blogspot.com/2011/04/1000w-mosfet-legend-stage-master-mk2.html
- http://www.dmu-mez.ic.cz/II_Koncove_stupne.pdf
- http://electronics-diy.com/soft-start-for-power-supply.php
- http://www.schematics.wz.cz/schemata-indikator_vybuzeni_VU_metr.html

7.1 Odkazy na

- http://www.tme.eu/cz/details/55219-p1s2/toroidni-transformatory/talema/#
- http://www.gme.cz/racky-pro-19-inch-skrine/u-re4083-p622-711/
- http://www.gme.cz/dc-ventilatory-80x80-mm/ventilator-sunon-ee80251s1-a99-p625-187/#dokumentace