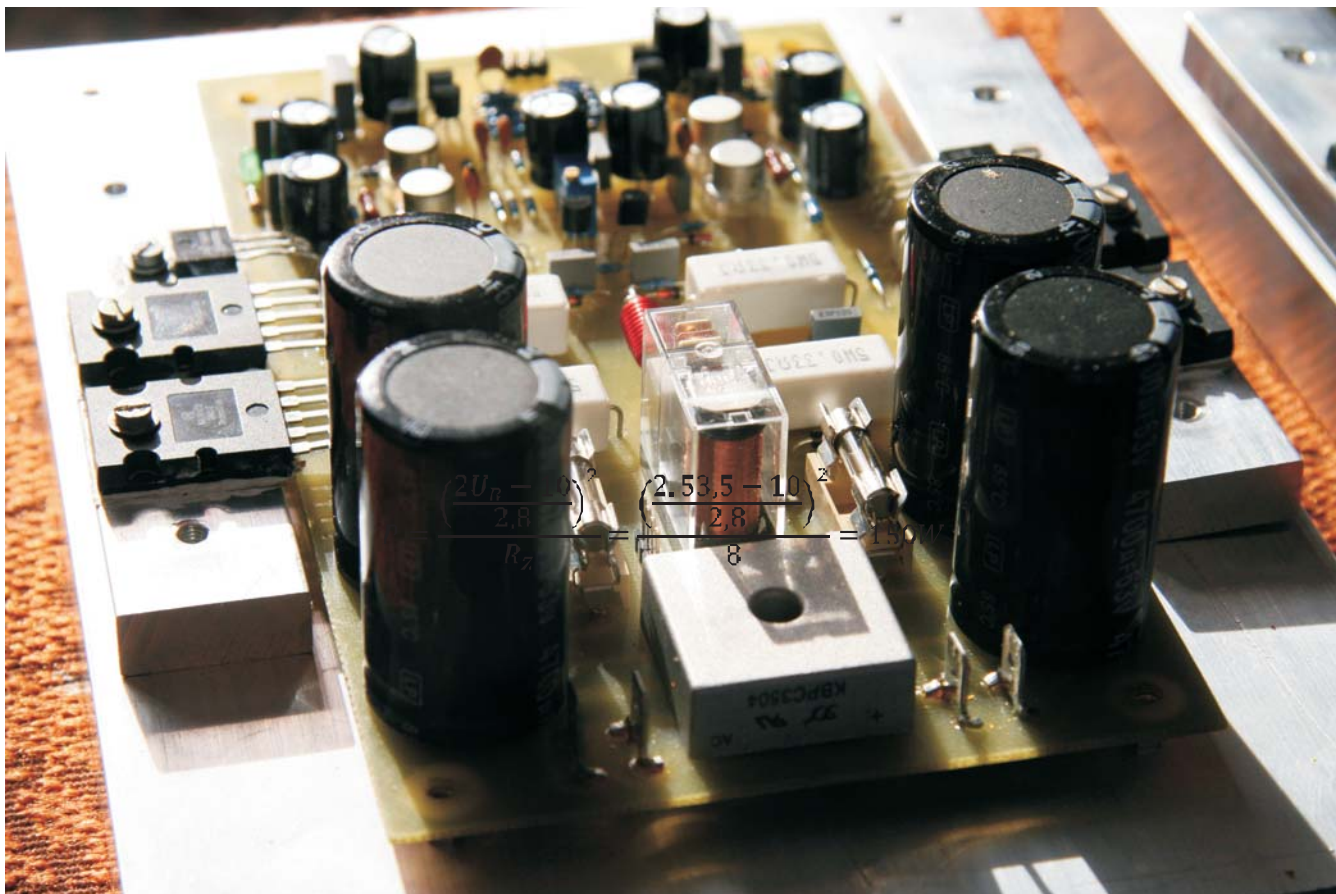
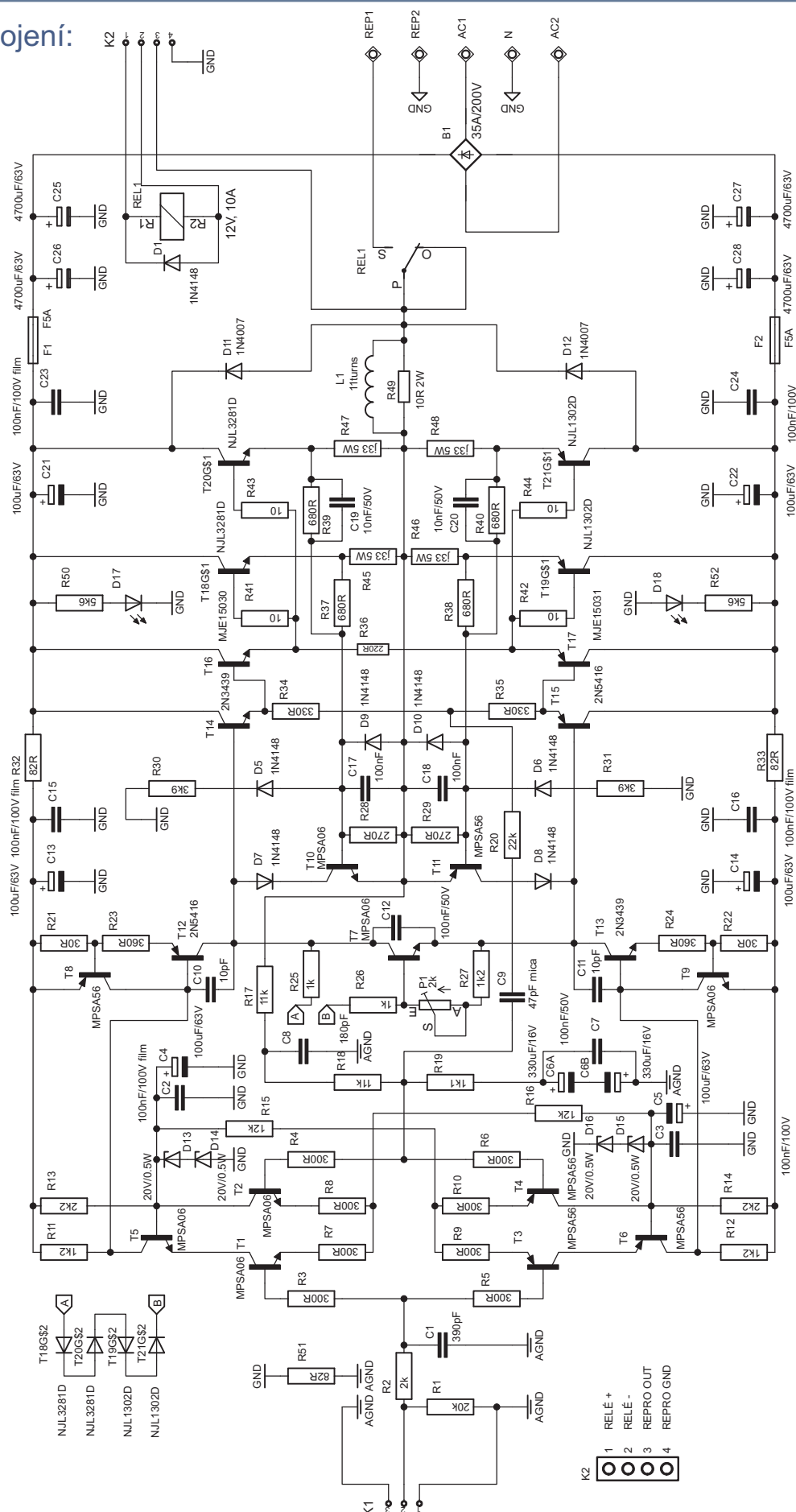


## Úvod:

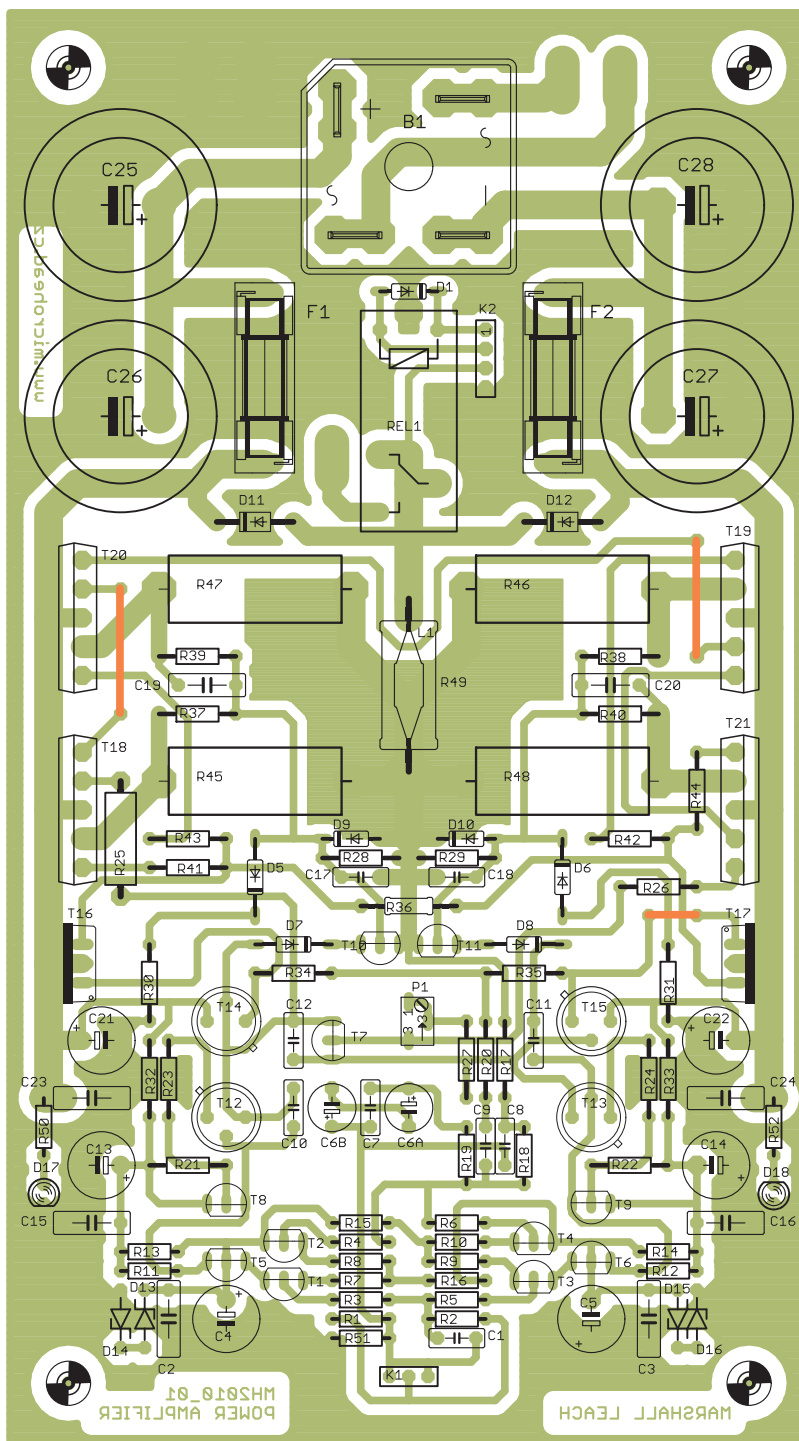
Autorem zesilovače je profesor Marshall Leach a zapojení vzniklo již v roce 1976. Od té doby se prakticky nezměnilo. Výhodou oproti zesilovačům DPA je snazší zprovoznění a také nižší náklady na celou stavbu. Nejdražší součástky tvoří koncové tranzistory, transformátor a filtrační kondenzátory. Schéma zapojení je původní, ale plošný spoj a mechanické řešení je vlastním návrhem. Chtěl jsem minimalizovat množství drátů a hlavně zkrátit napájecí cesty, a tak jsem umístil filtrační kondenzátory a usměrňovací můstek přímo na desku zesilovače. Bylo však třeba i jinak rozmístit koncový stupeň a vše připravit pro vhodný chladič. Na desce plošných spojů je i výstupní relé, které je ovládáno deskou ochran.



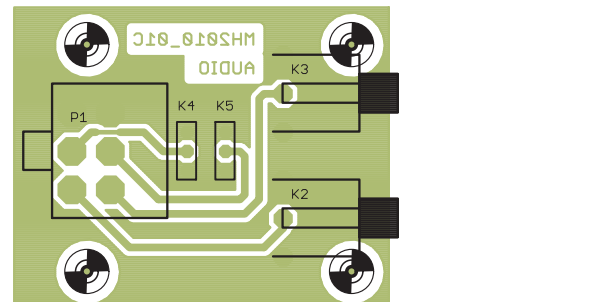
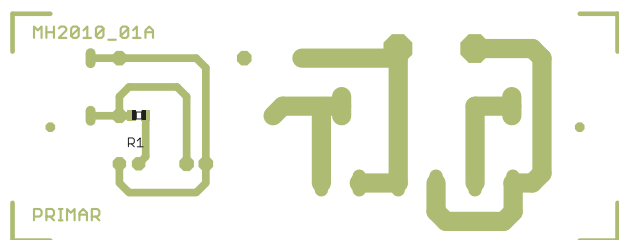
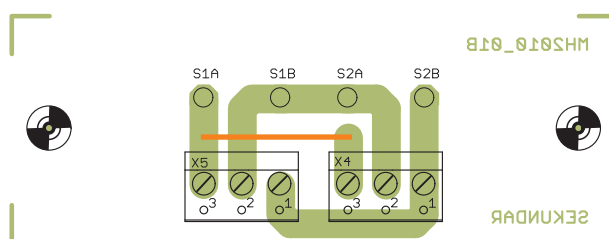
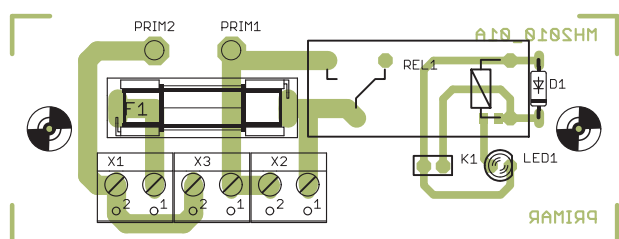
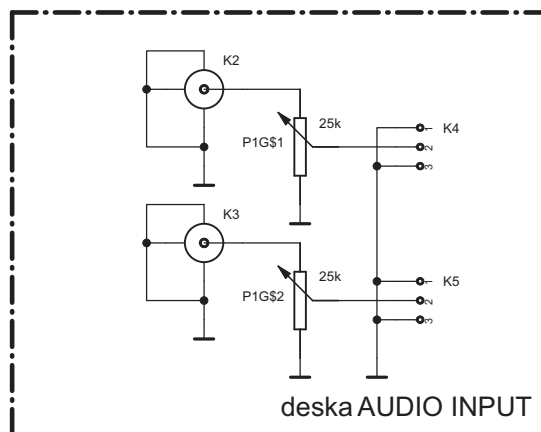
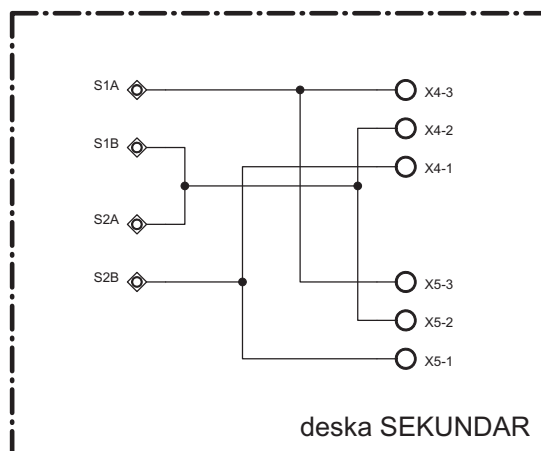
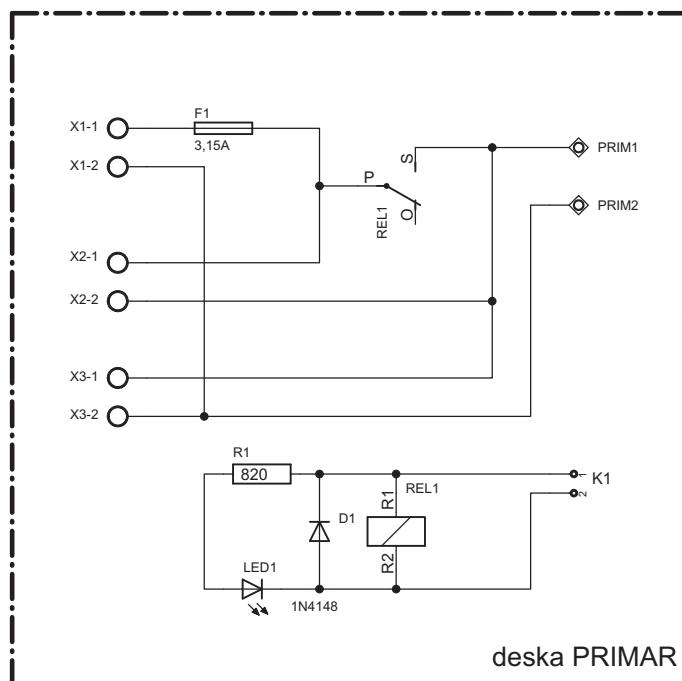
### Schéma zapojení:



## Osazovací plán:



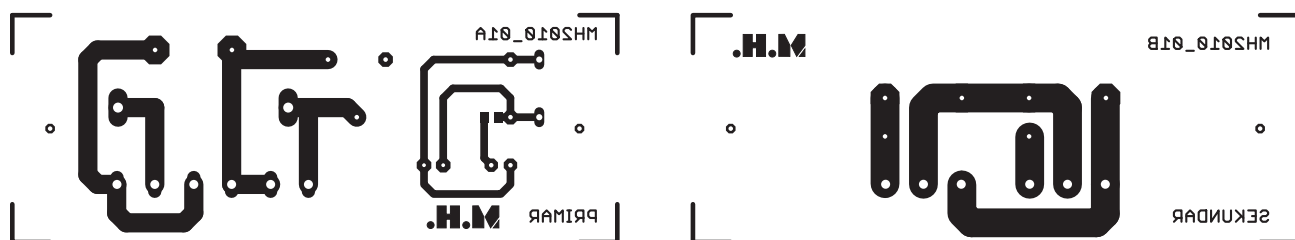
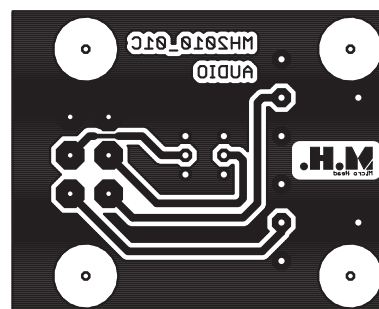
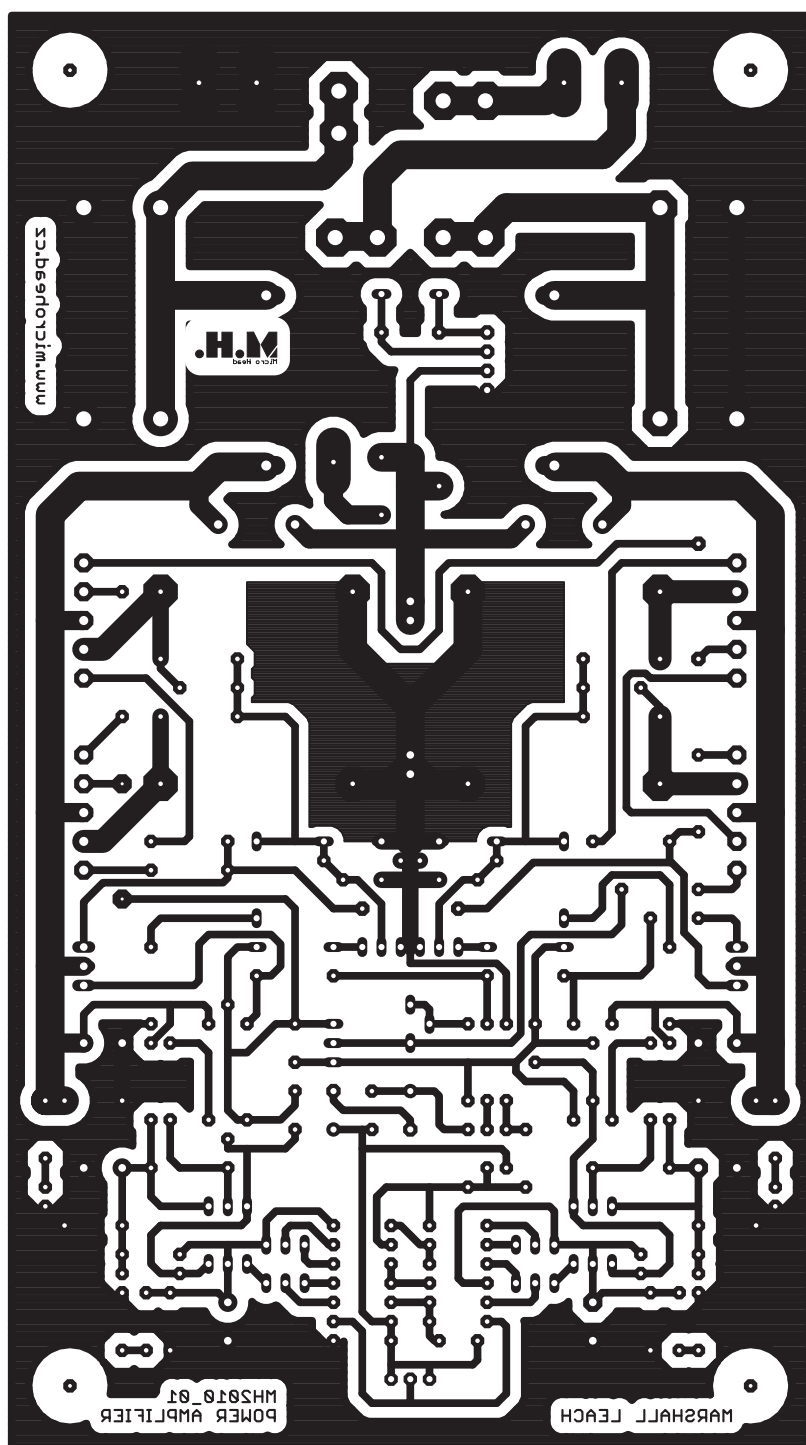
## Pomocné obvody:



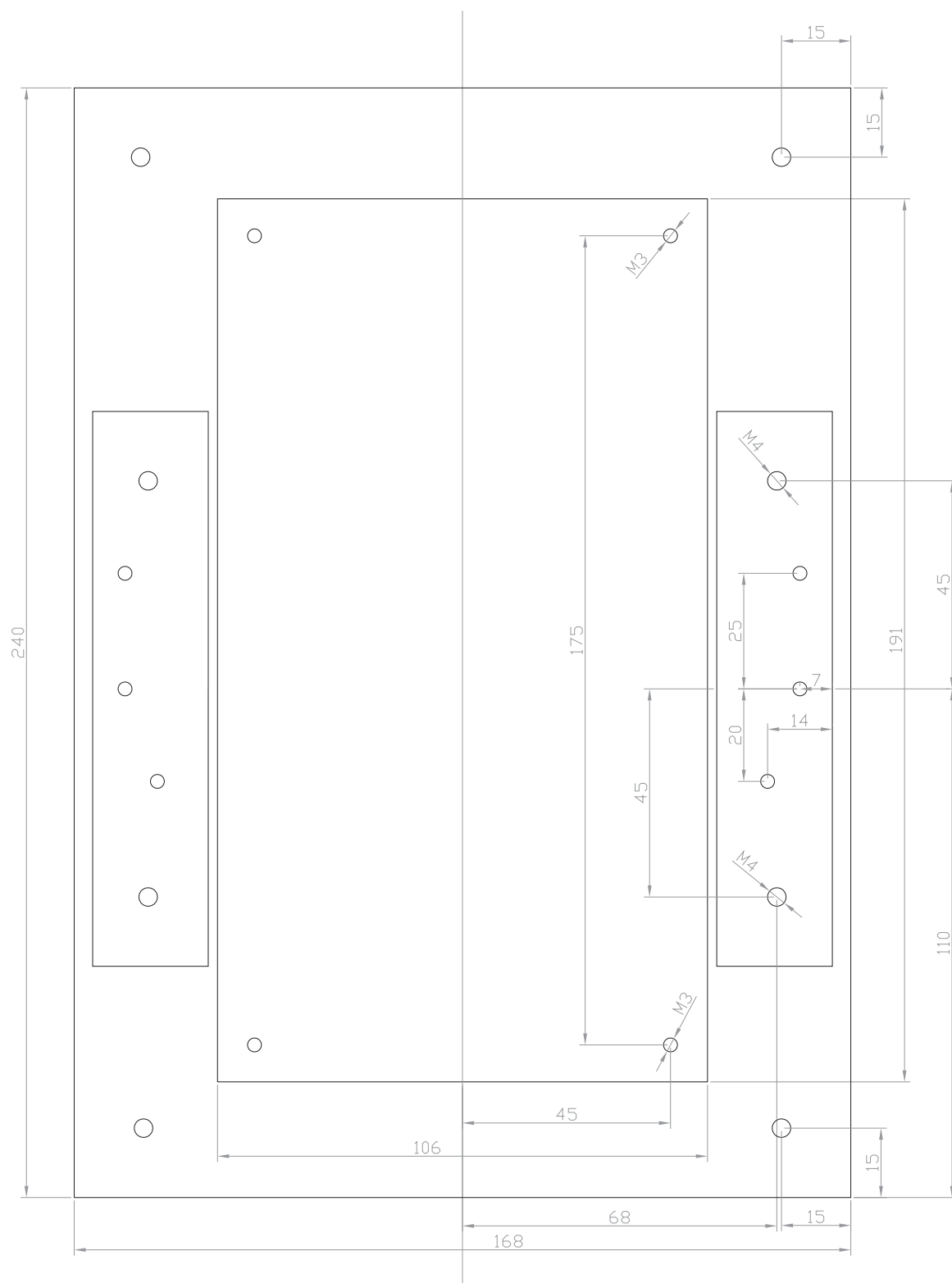
## Rozpis materiálu:

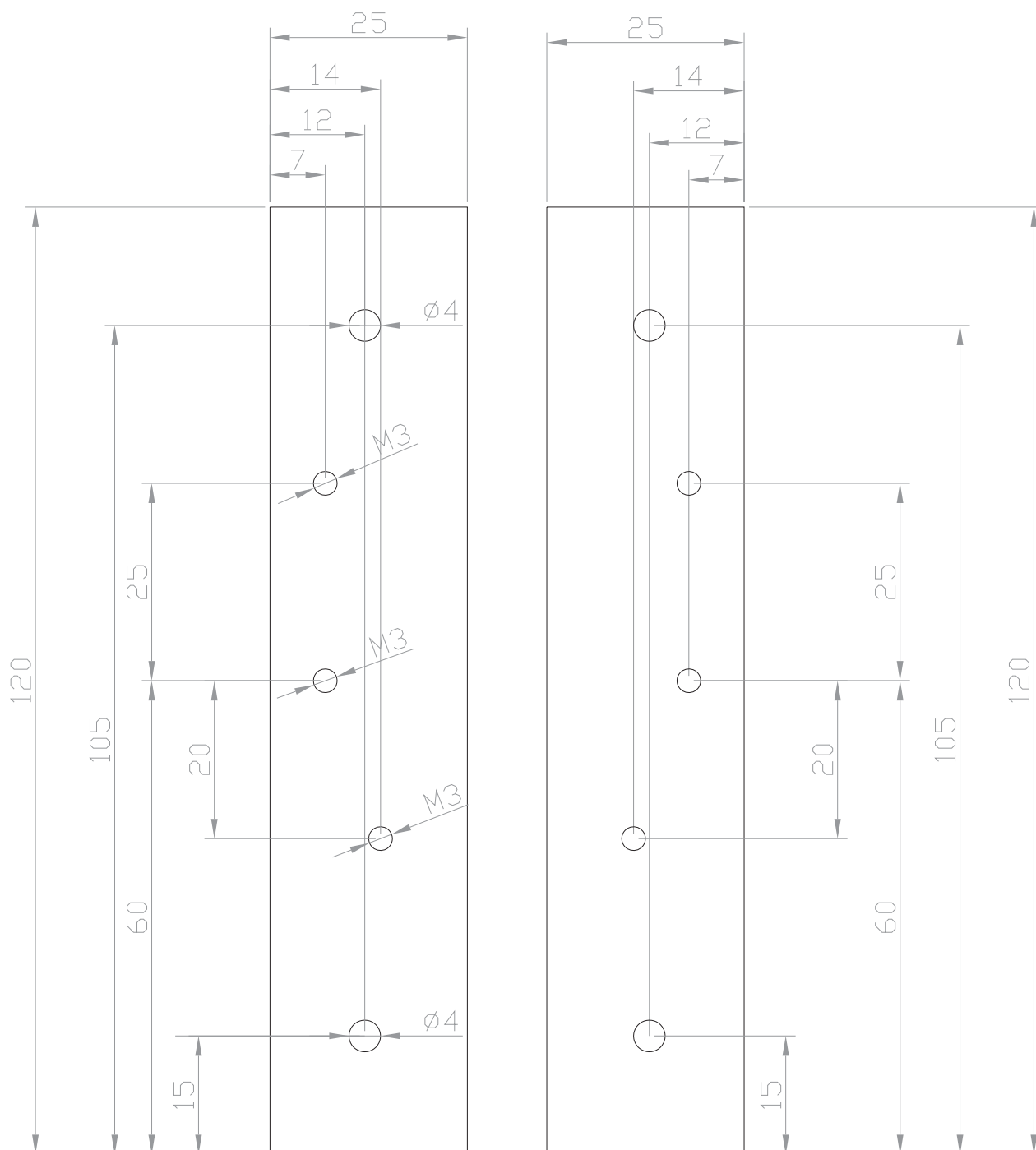
počet	označení	hodnota	cena / kus	cena 2 kanály
<b>Tranzistory</b>				
12	T1, T2, T5, T7, T9, T10	MPSA 06	2,0	24,0
10	T3, T4, T6, T8, T11	MPSA 56	2,0	20,0
4	T13, T14	2N 3439	25,0	100,0
4	T12, T15	2N 5416	21,0	84,0
2	T16	MJE 15030	28,0	56,0
2	T17	MJE 15031	29,0	58,0
4	T18, T20	NJL3281D	129,0	516,0
4	T19, T21	NJL1302D	129,0	516,0
<b>Diody</b>				
4	D11, D12	1N4007	1,0	4,0
14	D1, D5, D6, D7, D8, D9, D10	1N4148	1,0	14,0
20	D13, D14, D15, D16	BZX83V020, 20 V Zenerova +5% tolerance, 0.5W	1,0	20,0
2	D17, D18	LED 3mm, zelená	2,0	4,0
<b>Kondenzátory</b>				
2	C1	390 pF slída	1,6	3,2
14	C2, C3, C15, C16, C23, C24	100nF/100V film	3,0	42,0
8	C7, C12, C17, C18	100nF/50V film	1,5	12,0
12	C4, C5, C13, C14, C21, C22	100uF/63V radial electrolytic	2,5	30,0
4	C6a, C6b	330uF/16V	2,0	8,0
2	C8	180pF slída	1,7	3,4
2	C9	47pF slída	1,5	3,0
4	C10, C11	10pF slída	1,5	6,0
4	C19, C20	10nF/50V film	1,5	6,0
8	C25, C26, C27, C28	4700uF/63V (6x 6800uF/63V, 4x 10000uF/63V)	65,0	520,0
<b>Rezistory, metalizované 0,5W</b>				
2	R1	20 kohm	1,0	2,0
2	R2	2 kohm	1,0	2,0
16	R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	300 ohm	1,0	16,0
6	R11, R12, R27	1.2 kohm	1,0	6,0
4	R13, R14	2.2 kohm	1,0	4,0
4	R15, R16	12 kohm	1,0	4,0
4	R17, R18	11 kohm	1,0	4,0
2	R19	1.1 kohm	1,0	2,0
2	R20	22 kohm	1,0	2,0
4	R21, R22	30 ohm	1,0	4,0
4	R23, R24	360 ohm	1,0	4,0
4	R25, R26	1 kohm	1,0	4,0
4	R28, R29	270 ohm	1,0	4,0
4	R30, R31	3.9 kohm 1/2 W	1,0	4,0
6	R32, R33, R51	82 ohm	1,0	6,0
4	R34, R35	330 ohm	1,0	4,0
2	R36	220 ohm	1,0	2,0
8	R37, R38, R39, R40	680 ohm	1,0	8,0
8	R41, R42, R43, R44	10 ohm 1/2 W	1,0	8,0
8	R45, R46, R47, R48	0.33 ohm 5 W drátový	12,0	96,0
4	R49	10 ohm, 2 W	2,0	8,0
2	R50, R52	5k6, 1/2W	1,0	2,0
2	P1	2 kohm trimr cermetový víceotáčkový, 64 Y 2K	27,0	54,0
<b>Ostatní</b>				
1	T1	Transformátor toroidní SEC 2x40V AC 300W	585,0	585,0
2	REL1	Relé 12V, 10A, RELEG2R1-12	40,0	80,0
2	C3P	100nF/200V	2,0	4,0
2	B1	Můstkový usměrňovač 35A/200V, B200C35000	30,0	60,0
4	F3	Pojistka 3.15A T, FST03.15	3,0	12,0
10	F1, F2	Pojistka trubičková 20mm, 5A F, FSF05	2,7	27,0
5		Pojistkové pouzdro	5,2	26,0
20		fastony do PCB 6.3mm, FS25001-BL	1,0	20,0
20		faston na kabel 6.3mm, FH63X1,5	1,5	30,0
2		svorka na repro, K207023	55,0	110,0
2		KONPC-SPK-3	1,0	2,0
2		KONPC-SPK-4	1,5	3,0
20		KONPC-SPK-PI	0,5	10,0
2		kuprextid 160x200mm	132,0	264,0
<b>cena celkem:</b>				<b>3 533 Kč</b>

Výkres plošných spojů:



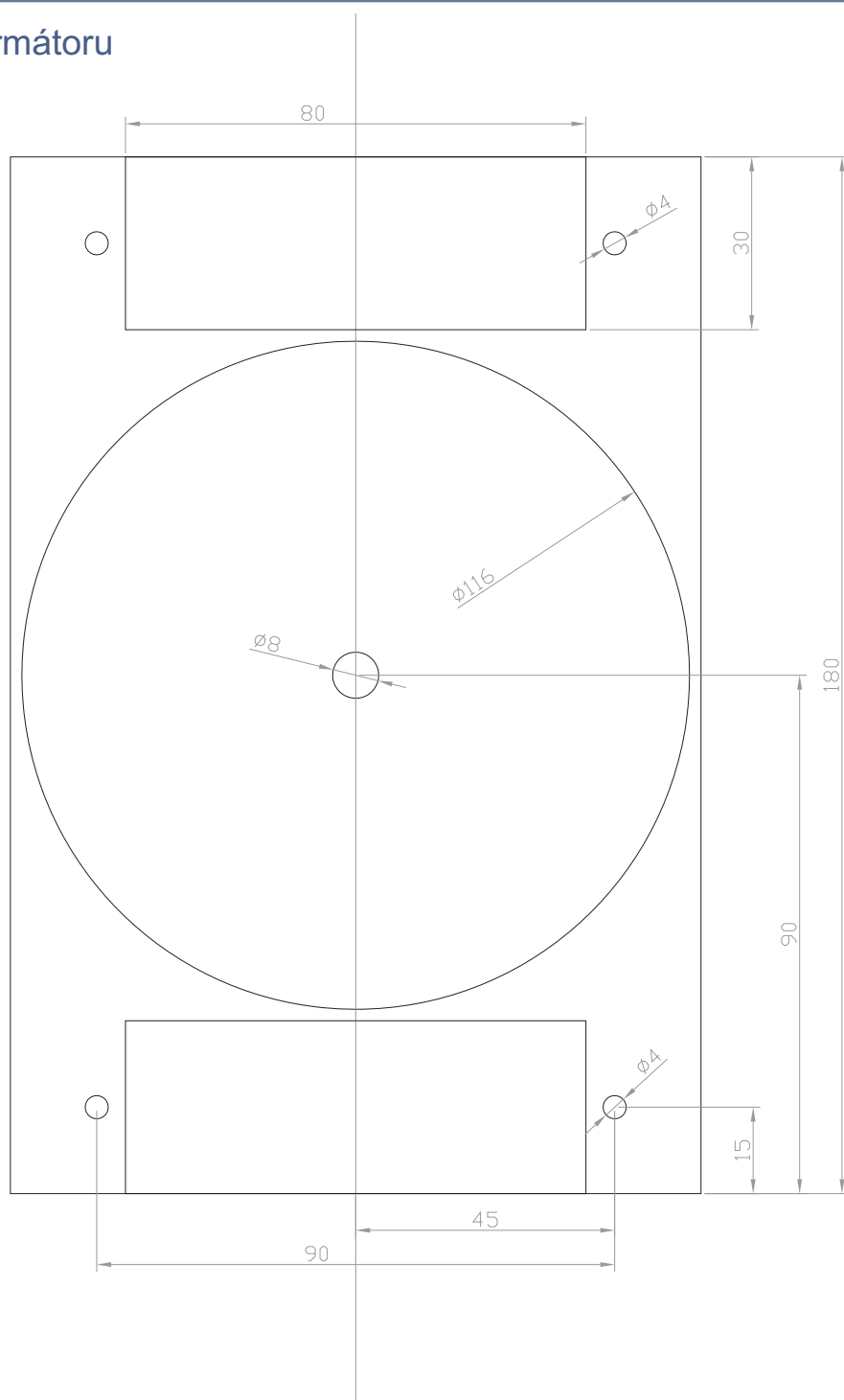
## Mechanická konstrukce - chladič:



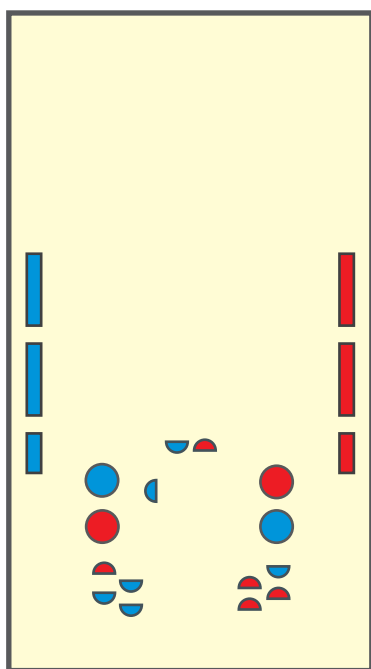




## Chassis transformátoru



## Osazovací plán tranzistorů:



NJL 3281D

NJL 1302D

MJE15030

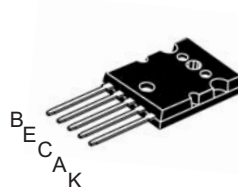
MJE15031

2N3439

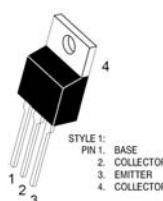
2N5416

MPSA 06

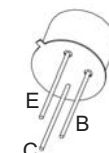
MPSA 56



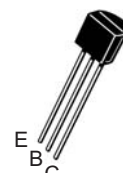
NJL 3281D  
NJL 1302D



MJE15030  
MJE15031



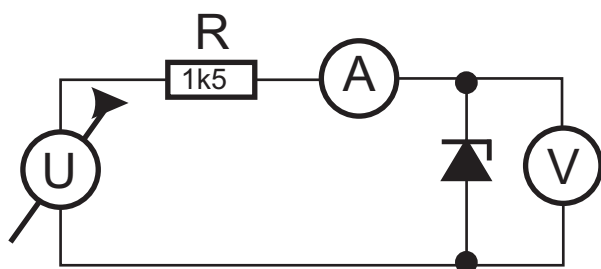
2N5416  
2N3439



MPSA06  
MPSA56

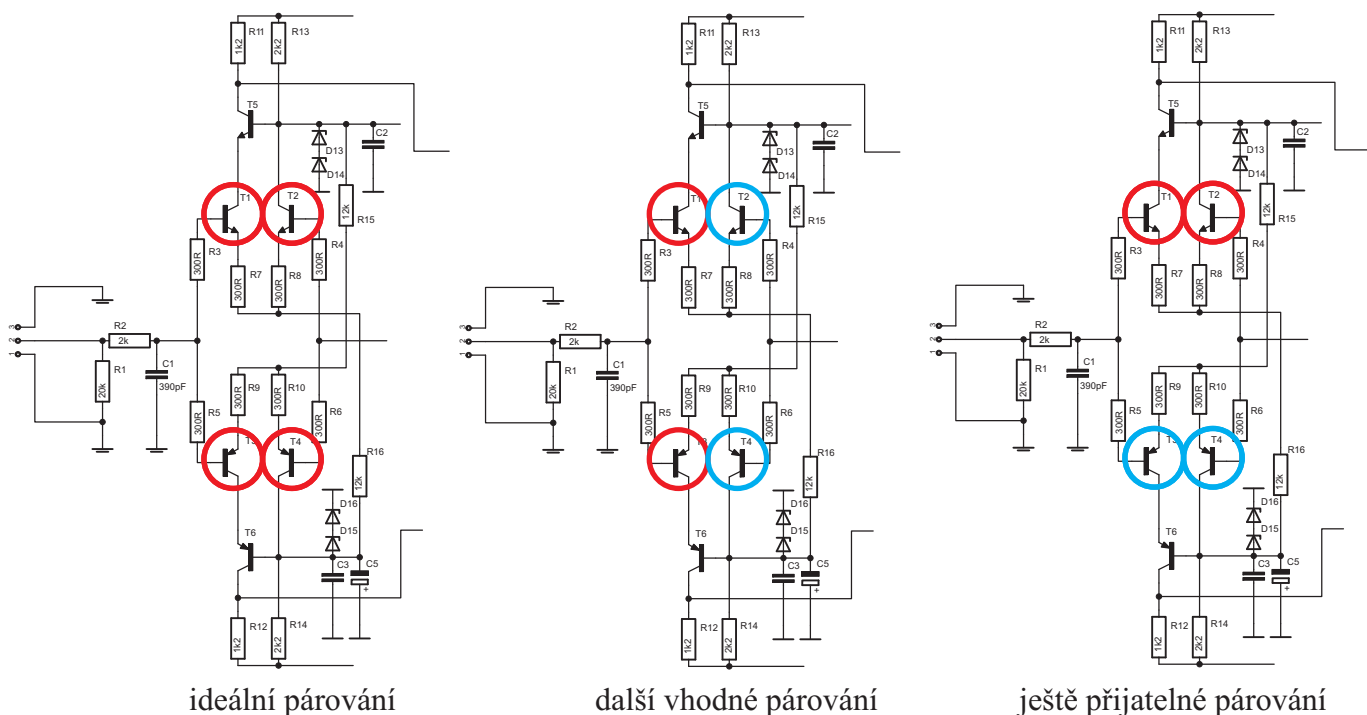
Jeden kanál zesilovače je tedy osazen 21 bipolárními tranzistory.

Stavbu zahájíme párováním součástek. Je třeba spárovat Zenerovy diody a tranzistory ve vstupním můstku. Sestavíme následující obvod s regulovatelným napájecím zdrojem. Na zdroji nastavujeme napětí tak, aby diodou protékal proud 3,3mA a odečítáme napětí na diodě. Toto napětí si zapíšeme a z diod sestavíme dvě dvojice, které mají v součtu shodné napětí, například 20,1 + 20,16 a 20,05 + 20,21V. Napájecí zdroj musí mít na výstupních svorkách napětí v rozmezí 20 až 30V a plynule regulovatelné. Diody jsou teplotně závislé součástky, během připojování se jich prsty nedotýkáme, ale uchopíme je kleštěmi. Pak je měření poměrně seriózní.



Tranzistory párujeme multimetrem, který je vybaven funkcí měření tranzistorů. Proudový zesilovací činitel je rovněž závislý na teplotě, proto i s tranzistory manipulujeme stejně jako s diodami, používáme kleště. Bohužel rozptyl hodnot je příliš velký a najít čtveřici se shodným zesílením není snadné. Proto lze použít následující scénář:

- 1) Tranzistory T1, T2, T3, T4 musí mít shodné zesílení, pokud nemají pokračujeme v následujícím kroku
- 2) Vybereme tranzistory tak, aby zesílení bylo shodné pro pár T1 a T3 a pro pár T2 a T4. Pokud nelze splnit ani tuto podmínku, pokračujeme dále
- 3) Hledáme tranzistory tak, aby zesílení bylo shodné pro T1 a T2 a pro pár T3 a T4.

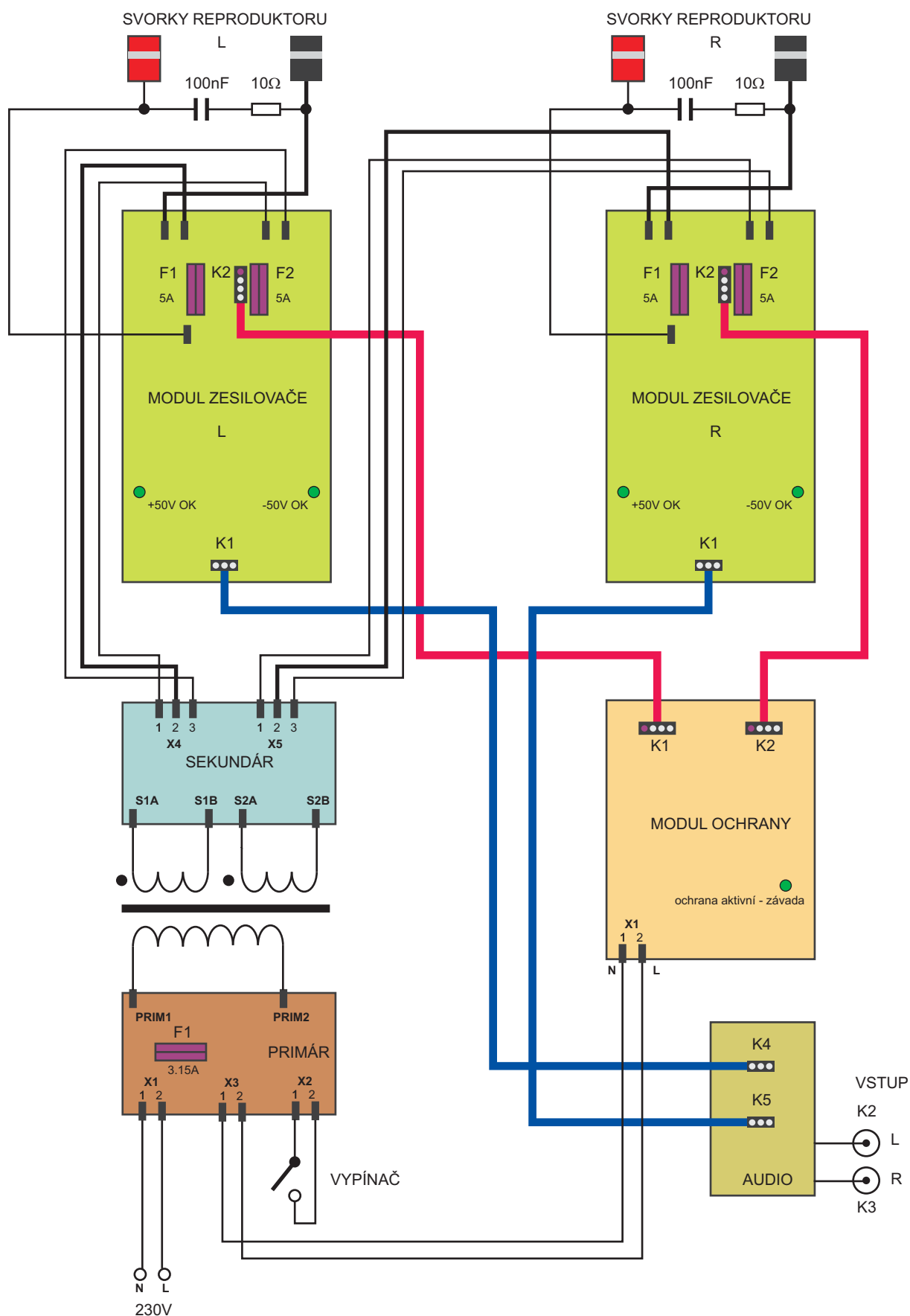


## Oživení zesilovače:

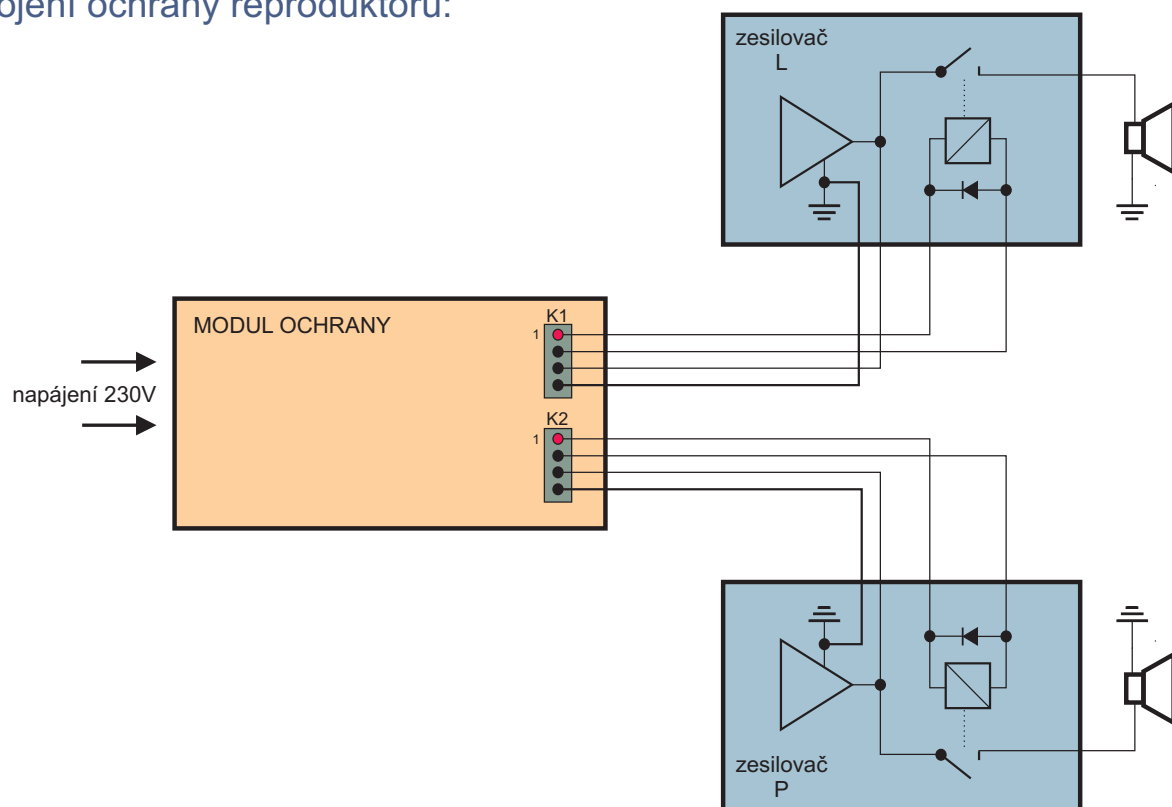
Zesilovač oživujeme tehdy, je-li plošný spoj osazen všemi součástkami, včetně koncových tranzistorů. Nejprve zkontrolujeme dokonalou izolaci podložek pod výkonovými tranzistory na chladiči. Můžeme testovat multimetrem pomocí stejnosměrného napětí, ale i neusměrněným výstupem transformátoru, který má vyšší a navíc střídavé napětí. Tento způsob měření volíme až po úspěšných testech s multimetrem. Otestujeme rovněž, že chassis není propojené (zatím) s kostrou (zemí) zesilovače. Je- vše v pořádku, oživíme transformátorový modul a ověříme výstup transformátoru. Mě-li bychom naměřit napětí 2 x 40 VAC, v součtu pak až 80VAC. Připojíme modul zesilovače a vyjmeme pojistky F1 a F2. Měříme napětí na pojistkových pouzdrech, a to jak v kladné tak i v záporné větvi. Napětí v absolutní hodnotě pro každou větev bude cca 55V. Takto zapojený zesilovač necháme běžet alespoň půl hodiny, kvůli formování elektrolytických kondenzátorů. **Pokud chceme s obvodem cokoliv dělat je třeba nejprve kondenzátory řádně vybit.** K tomu použijeme odpor 100ohm / 2W, kondenzátory v žádném případě nezkratujeme! **Pozor v zesilovači je nebezpečné napětí až 100V, dbáme maximální opatrnosti.** Pokud máme kondenzátory vybité, na místo pojistek F1 a F2 v modulu zesilovače, zapojíme rezistory 100ohm / 0,5W. Opět zapneme zesilovač a nyní se již rozsvítí kontrolní LED D17 a D18. Pokud diody svítí a odpory na pozicích pojistek se výrazně nehřejí, pak je zesilovač schopen testů s plným napětím. V opačném případě je třeba hledat zkrat a zkontrolovat správnou polaritu a pozici všech součástek. Nastavíme trimr na co největší hodnotu (točíme proti směru hodinových ručiček CCW). Hodnotu odporu lze odečíst ohmetrem na odporu levém vývodu R26 a horním vývodu R27. Vyjmeme pojistky F1 a F2, namísto nich zapojíme dva ampérmetry. Otáčení trimru P1 po směru hodinových ručiček (CW) nastavíme proud na obou ampérmetrech na hodnotu 110mA. Podle původního návodu autora, se nastavovala hodnota 100mA, v našem případě se ještě zohledňuje proud diodou LED (8-10mA). **Pozor trimr je velmi citlivý a zprvu se hodnota mění velmi pomalu!** Tranzistory T12 až T15 se postupně zahřejí a proud se ustálí, přesto výkyv cca  $\pm 5$ mA není na závadu.

*Poznámka: Nedařilo se mi nastavit klidový proud. Za studena neměl odpor P1 žádný vliv a proud byl kolem 20mA. Zesilovač nezesiloval, na výstupu sice byl signál, ale připomínal pilu. Po dotyku k pouzdru nebo bázi T1/2 se proud zvýšil a postupně narůstal na nominální hodnotu. Po dlouhé době (cca 1 hod a více) jsem dosáhl proudu 100mA, ten však hodně kolísal a někdy i prudce spadl na 20mA a pak prudce vzrostl. Po výměně tranzistoru se zesilovač choval jinak. Klidový proud za studena startoval na 40mA a plynule narůstal. Chyba byla naštěstí reprodukovatelná i v druhém kanále s tímto tranzistorem.*

## Blokové schéma zapojení:

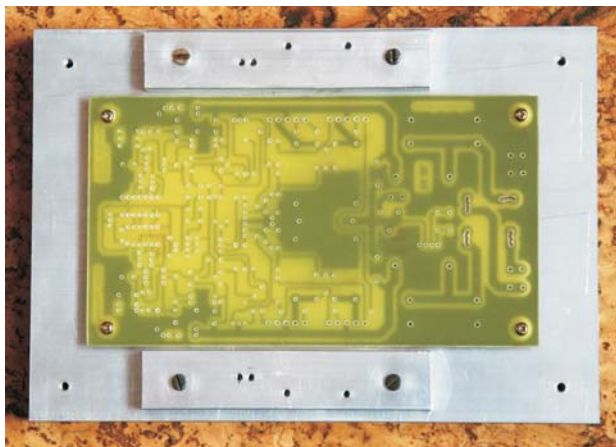


## Připojení ochrany reproduktorů:

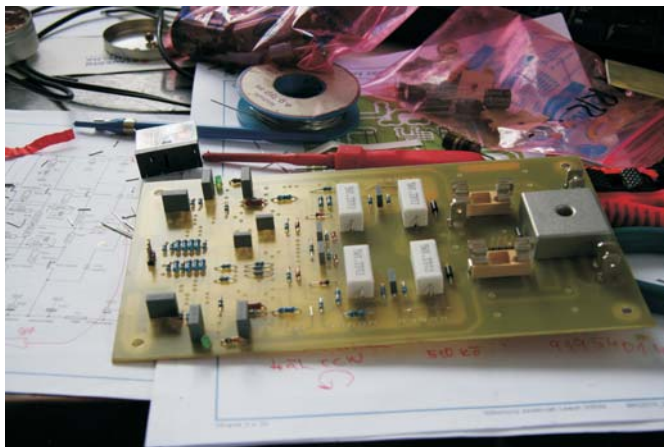




## Fotogalerie:



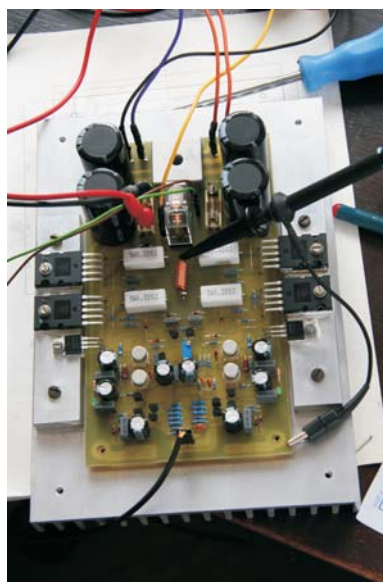
plošný spoj na chladiči



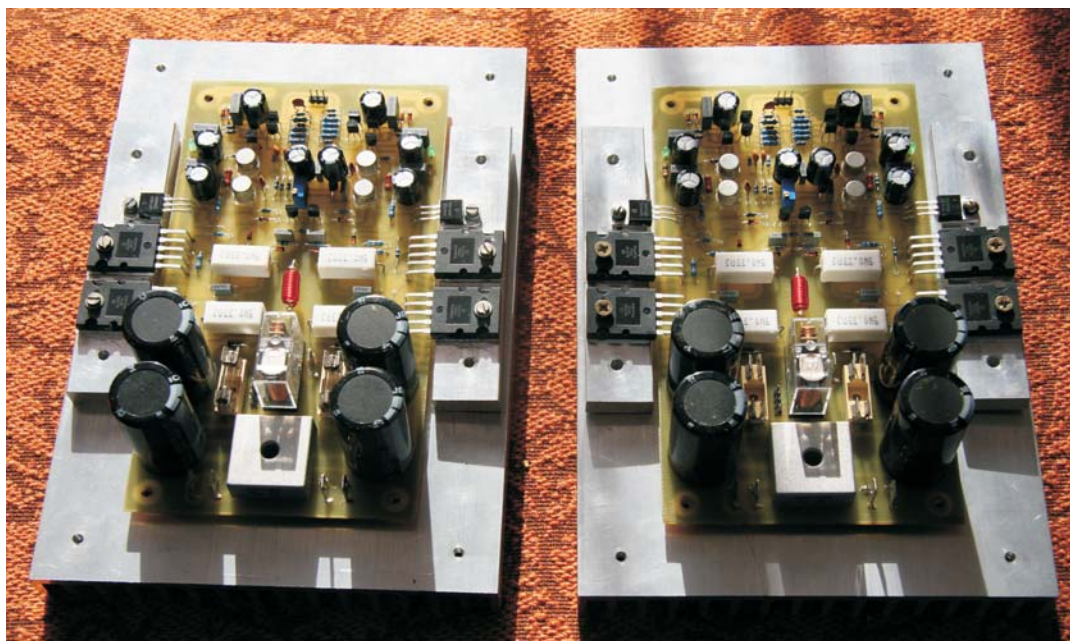
osazování desky s plošnými spoji



vodní zátěž

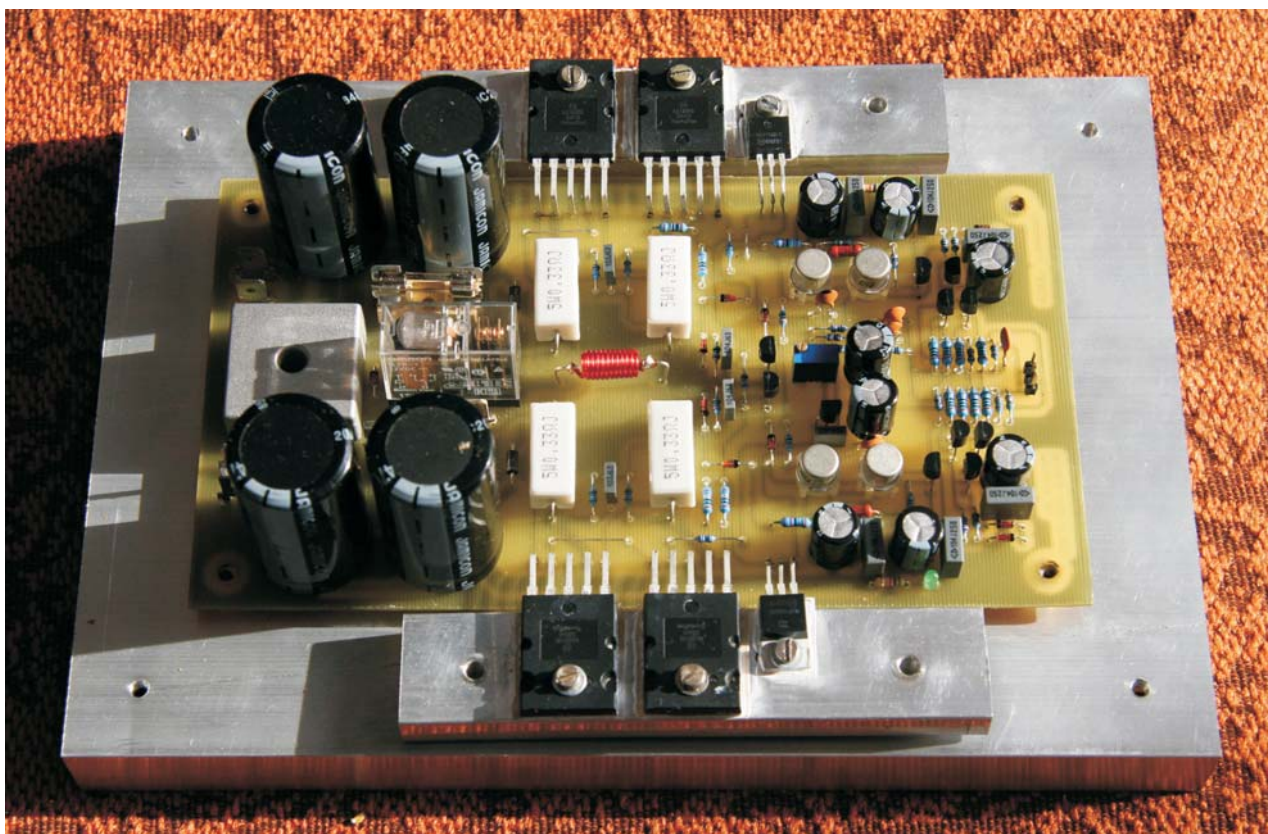


testování zesilovače

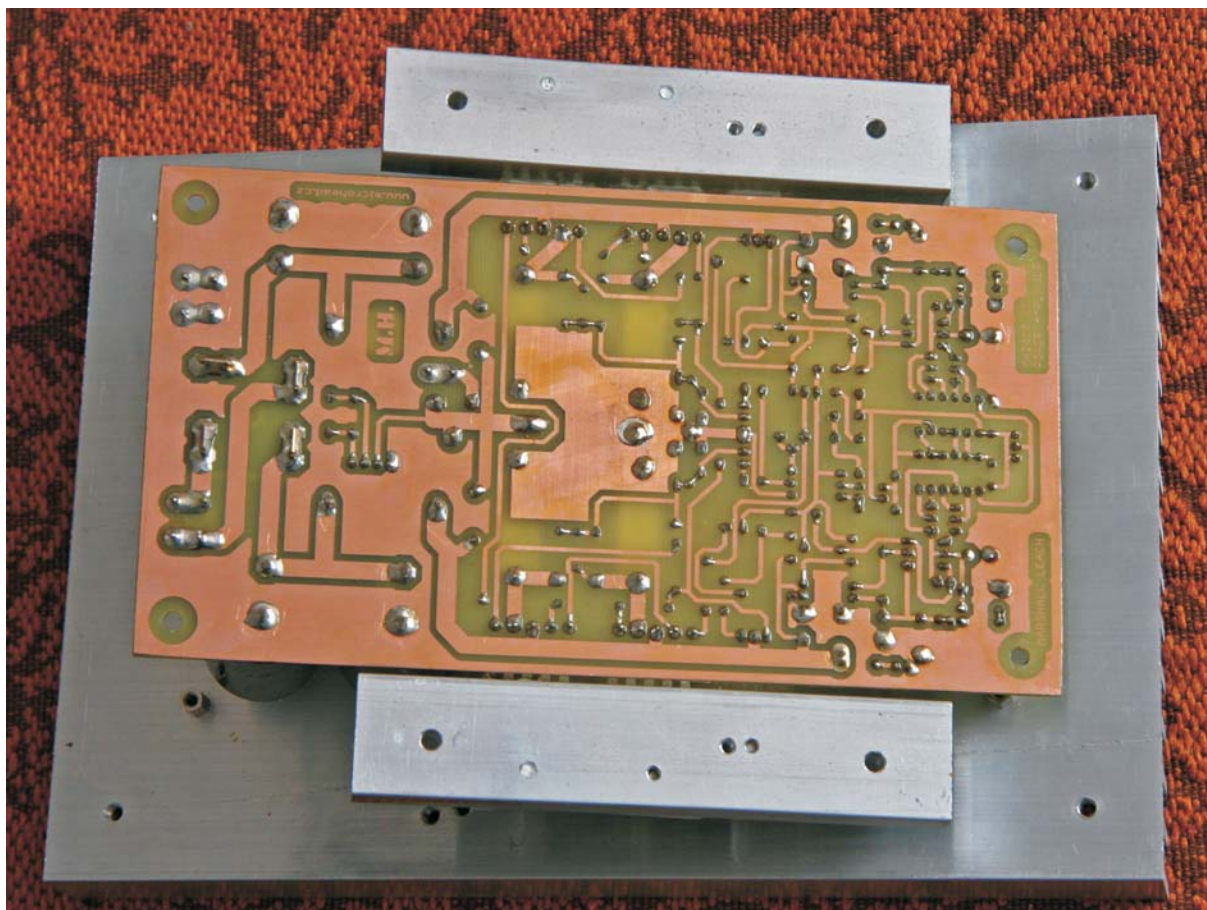


hotové moduly





hotový modul zesilovače



detail plošného spoje