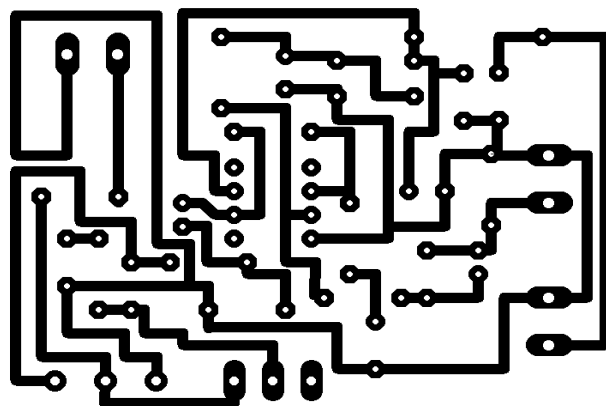




Index	Štítková hodnota	Index	Štítková hodnota
C1	4,7 μ F/50 V, elyt	R1	10k
C2	4,7 μ F/50 V, elyt	R2	10k
C3	10 μ F/50 V, elyt	R3	100k
C4	47 μ F/50 V, elyt	R4	100k
C5	100 μ F/50 V, elyt	R5	1k
C6	100nF/50 V, keram.	R6	2k7
C7	100nF/50 V, keram.	R7	560R
C8	470pF/50 V, fóliový	R8	100k
C9	100nF/50 V, fóliový	R9	4k7
C10	1 μ F/50 V, fóliový	R10	4k7
IC1	NE5534AN	R11	2k2
IN	AK500/2	R12	47R
OUT	AK500/2	R13*	100k(50k)
VCC	AK500/2	S1**	255SB

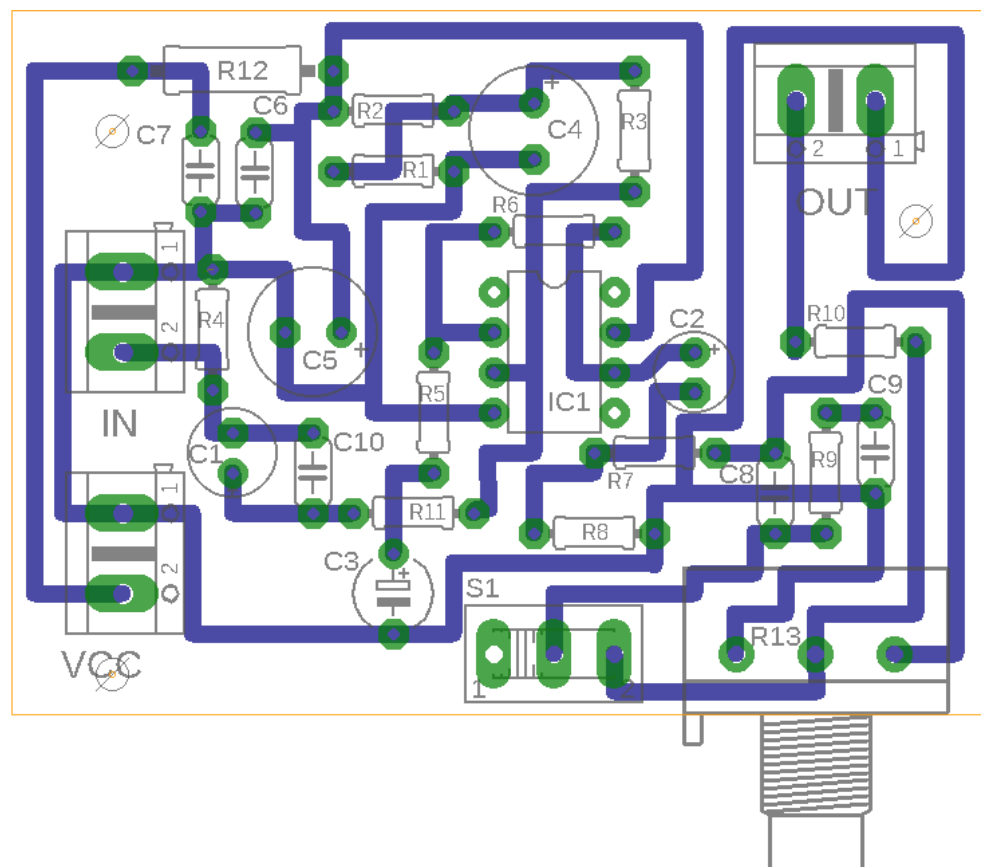


Pozn.: Rezistory metalizované nebo uhlíkové se ztrátovým výkonem do 0,65 W THT. Kondenzátory viz tabulka, na min. napětí 50 V.

* Výrazně doporučuji použít tandemový (stereofonní), LOGARITMICKÝ, Potenciometr R13 100 kA, (50 kA) A=logaritmický, výjimečně můžeš použít jednoduché potenciometry pro přímé zapájení do DPS, tato varianta regulace hlasitosti pro každý kanál zvlášť není praktická a běžně se nepoužívá.

** S1 je dvou-pólový přepínač DPST SWITCH

Osazovací plán DPS



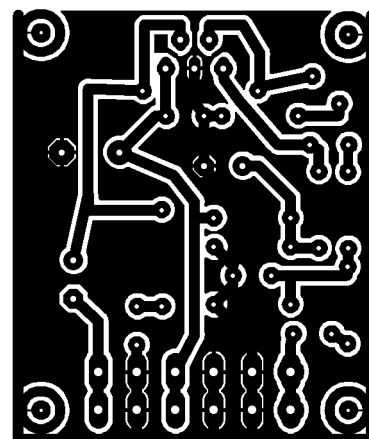
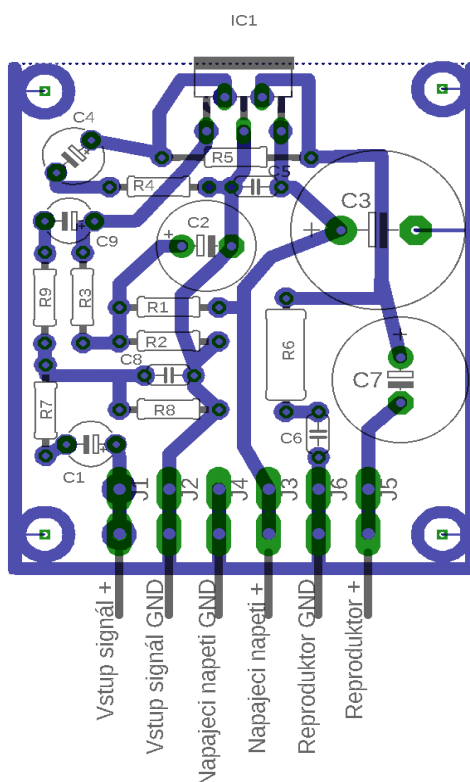


Koncový stupeň s TDA 2050 (LM1875T)

Seznam součástek koncového stupně

Deska plošných spojů

Index	Štítková hodnota
C1	4,7 μ F/50 V, elyt
C2	100 μ F/50 V, elyt
C3	1000 μ F/50 V, elyt
C4	22 μ F/50 V, elyt
C5	100nF/50 V, keram.
C6	470 nF/50 V, fóliový
C7	2200 μ F/25 V, elyt *
C8	220 pF/50 V, fóliový
C9	4,7 μ F/50 V, elyt
IC1	TDA2050 (LM1875T)
R1	22 k Ω
R2	22 k Ω
R3	22 k Ω
R4	680 Ω
R5	22 k Ω
R6	2,2 Ω /1 W
R7	2,2 k Ω
R8	22 k Ω
R9	2,2 k Ω

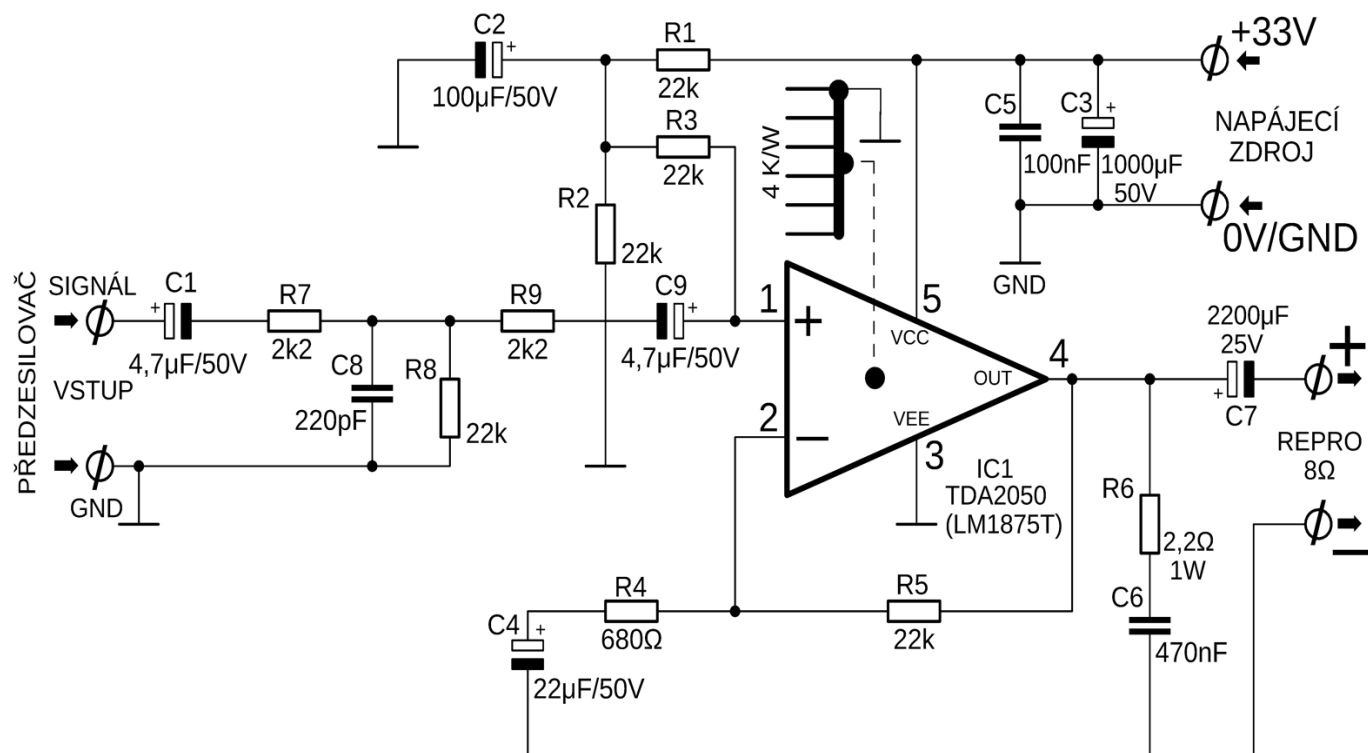


Pozn.: Veškeré rezistory (kromě R6) jsou metalizované nebo uhlíkové se ztrátovým výkonem do 0,65 W THT. Napětí 50 V u kondenzátorů je minimální hodnota, *C7 vzhledem k velikosti musí být na 25 V!

Ø13mm; RM=5 mm

CHLADIČ: Koncové stupně v zařízení musí mít společný chladič alespoň 2 K/W.

Schéma zapojení koncového stupně





Postup práce

Osazené DPS zkontroluješ a oživiš podle technického postupu uvedeného níže. Doporučuji všechny oživené moduly propojit a otestovat volně na stole jako celek, jakmile se ujistíš, že je vše v pořádku a zařízení funguje správně, namontuješ je do plastové krabičky **KRADEX** přibližně podle obrázku v dokumentaci níže. Vhodné, i když ne nezbytné, je umístit jednotlivé moduly na desku – šasi o něco menší, než je vnitřní rozměr krabice, a pod moduly v desce vyříznout otvory, aby byly přístupné z obou stran, čímž se výrazně usnadní případné opravy a pozdější vylepšování. S celým produktem se ti pak bude mnohem lépe pracovat a vše bude mnohem lépe přístupné. Vypínač, spínač, LED, potenciometry, konektory RCA i reproduktorové terminály propojíš příslušnou kabeláží do příslušných šroubových svorek AK 502 na modulech.

První připojení k napájení, diagnostika a postup při ožívování

Napájecí zdroj – první připojení a oživení

Napájecí zdroj, který jsi vyrobil/a, připoj k laboratornímu zdroji nastavenému na **35 V** s proudovým omezením **100 mA**. Pokud laboratorní zdroj nemá proudové omezení, zapoj do série rezistor s hodnotou **47 až 100 Ω**. Kladný pól laboratorního zdroje připoj k pólu, který je spojený s pojistkou **F501**, jinak nebude svítit **LED501**. Do svorky **CN502** určené pro vypínač dej během ožívování a testování pouze drátovou propojku, nikoli vypínač.

Odběr samotného napájecího zdroje je v řádu nižších desítek miliampérů. Než se nabijí vyprázdněné a hladové kondenzátory, je krátkodobý odběr vyšší (i několik A) než klidový odběr po ustálení, tak nezmatkuj. Pokud je klidový odběr trvale vyšší než **100 mA**, zkontroluj správnou polaritu elektrolytů a hledej zkrat.

Při připojování může při napětí **35 V** a vybitých kondenzátorech přeskočit jiskra a ozvat se rána. Pokud se toho obáváš, připojuj zdroj při vypnutém laboratorním zdroji, nebo nastav nejprve nízké napětí, například **1 V**, a postupně ho zvyšuj až na **35 V**.

Na svorce **CN504** určené pro napájení koncových stupňů musíš naměřit přibližně **33 V** a na svorce pro předzesilovače okolo **24 V**.

Jakmile by chybělo napětí **33 V**, hledej špatné nebo přerušené spoje v okolí **CN501**, **CN502**, **F501**, **D501 až D505** a **CN504**. Ověř také správné zapojení usměrňovače.

Napětí pro koncové stupně je zásadní, protože z něj je také napájen stabilizovaný zdroj **24 V** pro napájení předzesilovačů.

Pokud napětí **24 V** na svorce **CN505** nemaměříš, nejprve zkontroluj správnost zapojení, polaritu a správnost použitých součástek. Na kolektoru tranzistoru **T501** musí být přibližně **33 V**. Pokud tam napětí není, zkontroluj pojistkový rezistor **R502**, protože přerušeno znamená zkrat ve zdroji **24 V** nebo v jeho spotřebičích. Pokud je na kolektoru správné napětí, změř napětí na bázi **T501**. Správná hodnota je přibližně **25 V**, což potvrzuje správnou činnost zenerovy diody **D507** a diody **D508**. Pokud je tam pouze **0,7 V**, je zenerka **D507** ve zkratu a musí se vyměnit.

Jakmile je na svorce **CN505** přítomné napětí **24 V**, zátěž ho sériově zapojenou **LED** a rezistorem **1 kΩ**. Testovací proud bude okolo **20 mA** a zároveň získáš optickou kontrolu, že zdroj pracuje správně. Reálná spotřeba obou předzesilovačů je přibližně **10 až 20 mA**.

Jak bude zdroj otestován, můžeš ho připojit k bezpečnostnímu transformátoru **24 V 48VA**. Nyní již můžeš bezpečně zapojit do svorky **CN502** vypínač.

Když nesvítí **LED 501** signalizující PROVOZ, proved' kontrolu správně zvolených součástek **LED**, **R501A-C**, **D506**, **C502** a jejich okolí, správnost zapojení včetně polarity. Nezapomeň, že v případě testování na DC laboratorním zdroji svítí LED pouze v situaci, kdy je na pojistce **F501** kladný pól.



Předzesilovač s tónovou clonou – první připojení a oživení

Osazenou DPS pečlivě zkontroluj a ujisti se, že všechny součástky mají správné hodnoty a jsou na správných místech. Zvláštní pozornost věnuj rezistorům podobných hodnot, například **10 k Ω** a **100 k Ω** jsou snadno zaměnitelné stejně jako 4,7 μ F a 47 μ F.

Pomocí lupy zkontroluj pájení, případně studené spoje nebo špatně zapájené vývody prohřej a v případě prasklého plošného spoje proved' opravu.

Na laboratorním zdroji nastav napětí **5 V** a připoj ho k napájecím svorkám předzesilovače přes ochranný rezistor **RX** o hodnotě **100 Ω** . Na tomto rezistoru měř voltmetrem úbytek napětí a nepřímou metodou tak určuj odebíraný proud. Postupně zvyšuj napětí zdroje až na **24 V**. Správný odběr předzesilovače je přibližně **3–10 mA**, což odpovídá napětí **0,3–1 V** na rezistoru **RX 100 Ω** .

Pokud je napětí na rezistoru **RX** vyšší, tedy proudový odběr příliš velký, zkontroluj polaritu elektrolytických kondenzátorů a správné zapojení obvodu **IC1**. V případě podezření na závadu **OZ** můžeš **IC1** dočasně odpojit, protože vadný obvod může nadměrně zatěžovat napájení.

Jakmile je proudový odběr v pořádku, připoj předzesilovač přímo k laboratornímu zdroji **24 V** nebo k vlastnímu již oživenému napájecímu zdroji. Voltmetrem změř napětí na neinvertujícím vstupu **OZ (IC1, pin 3)** a na výstupu **OZ (IC1, pin 6)**. V obou případech musí být naměřené napětí **12 V $\pm$ 20 %**. Při správném osazení a použití bezvadných součástek předzesilovač funguje na první zapojení a není nutné ho oživovat ani nějak nastavovat. Důležité je pouze ověřit odběr a uvedená napětí. Akustická zkouška a důkladné měření se provede až po kompletním složení celého zesilovače.

Koncový stupeň – první připojení a oživení

Osazený modul koncového stupně opět řádně vizuálně zkontroluj. Výkonový **IC101** se musí přišroubovat k chladiči, k testování postačí kousek hliníkového plechu alespoň o velikosti krabičky od zápalek. **Nikdy nezapojuj modul koncového stupně bez chladiče, i samotný klidový proud může vyvolat destruktivní ztrátový výkon – teplo.**

Na laboratorním zdroji nastav **5 V** a proudově ho omez na **100 mA**. Připoj modul koncového stupně a pomalu přidávej napětí až k hodnotě **33 V**. Neustále kontroluj odebíraný proud, nesmí přesáhnout **50 mA**. Pozor při skokovém prudkém nárůstu napětí se může odebíraný proud krátkodobě dostat přes **100 mA** díky kondenzátoru **C3** který má vysokou kapacitu.

Jakmile bude napětí **33 V**, klidový proud včetně celého obvodu by neměl být vyšší jak **30 mA**. Změř napětí na pinu **1 IC1** a pinu **4 IC1**, na těchto pinech musí být shodně **16,5V $\pm$ 15 %** jedná se o tzv virtuální **0** - pracovní bod zesilovače (naprosto totožné jak u předzesilovače s **OZ**).

Pokud by byl odběr proudu vyšší jak **30 mA**, je nutné opět řádně zkontrolovat polaritu elektrolytických kondenzátorů a správnost zapojení. V případě že bude vše v pořádku, na výstup připoj osciloskop a ujisti se, že koncový stupeň nekmitá, na vyšších frekvencích, pokud kmitá, je nutné zkusit jiný zdroj napájení, popřípadě vlastní již hotový napájecí zdroj s transformátorem.

Když to nepomůže, připájej keramický kondenzátor **100nF X7R** mezi napájení a zem – piny **3 IC1** a **5 IC1** přímo ze strany spojů. Zkus změnit hodnotu kondenzátoru v Boucherotové buňce **C6** na **1 μ F**. Zvyš hodnotu **C8** na **330pF** ve vstupním filtru dolní propusti. Pokud nic z toho nepomůže, kontaktuj UOV.

Moduly koncových stupňů nijak zvlášť netestujeme, vzhledem k jednoduchosti není třeba žádné nastavování ani oživování, vše je dáno vlastním čipem, ve kterém je prakticky celý koncový zesilovač. Musíme věnovat velkou pozornost především na dobrém spojení IO k chladiči při finální montáži do krabice.

Veškeré případné vzniklé potíže jsou většinou spojené se špatně navrženou DPS, nevhodným připojením do přístroje, jako jsou zemní smyčky, dlouhé kabely, špatné impedanční přizpůsobení, zlé pájení, montáž apod. Problémy mohou také nastat v případě levného neznačkového výrobce integrovaného obvodu.

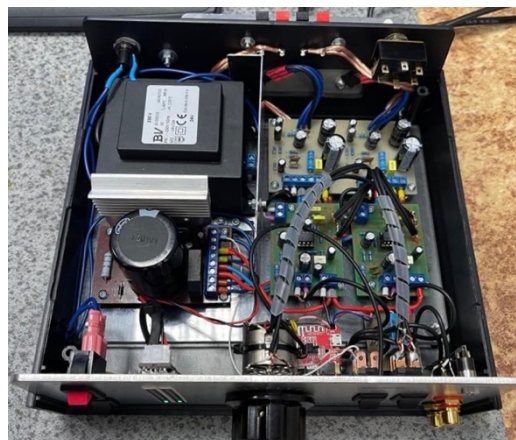


Montáž do krabice

Příklad RP (vylepšené)

DOPORUČENÉ ROZMÍSTĚNÍ KOMPONENTŮ, OVLÁDACÍCH PRVKŮ
A PŘIPOJOVACÍCH TERMINÁLŮ V KRABICI

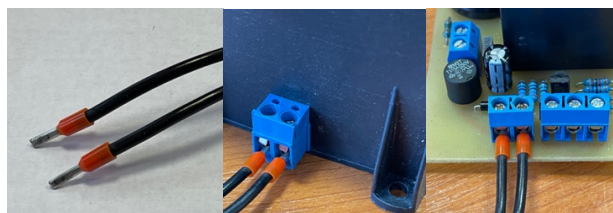
PŘÍVODNÍ KABEL	REPROTERMINÁLY	VSTUP RCA(CINCH)
BEZPEČNOSTNÍ TRANSFORMÁTOR 230V/24V 48VA	CHLADIČE	
	MODULY KONCOVÝCH STUPŇŮ	
NAPÁJECÍ ZDROJ	MODULY PŘEDZESILOVAČŮ	
VYPÍNAČ, LED	SPÍNAČ TÓNOVÉ CLONY A POTENCIOMETR	



Jednotlivé moduly mezi sebou propojuj kabele k tomu určenou. K propojení **transformátoru s napájecím zdrojem**, napájení **koncových stupňů** a výstupy k **repro terminálům** se z důvodu vyšších proudů doporučuje použít vodič **CYA** o průřezu alespoň **0,5 mm²**. K propojování předzesilovačů a ostatních komponentů stačí tenké vodiče. Vždy použij lanko (licnu) nikoli drát! Pro **kladné** napájecí větve a + REPRO používej výhradně **červenou** barvu. Pro záporné napájení GND u nesymetrického zapojení a – REPRO je vhodná barva modrá. Pro **střídavé rozvody** od transformátoru k napájecímu zdroji je ideální barva bílá, šedá nebo černá. **Lanka vždy zakončuj dutinkou** vhodného rozměru. Vodič odizoluj v délce přibližně **1 cm**, nasad dutinku a jemně ji zmáčkni plochými kleštěmi, případně konec vodiče zaštipni podle potřeby. Není vhodné připojovat do šroubovací svorkovnice pouze holá nebo pocínovaná lanka, hrozí nebezpečí vypadnutí, přechodového odporu nebo zkratu.

LANKO

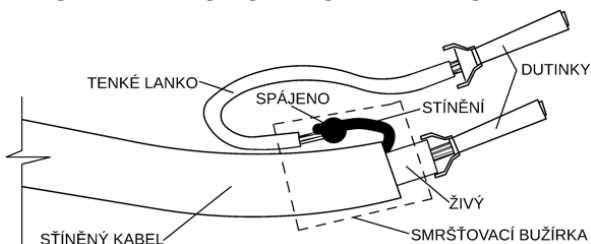
DUTINKA



Signálové rozvody ved' **stíněným kabelem**. Jedná se o vedení signálu od RCA/CINCH k předzesilovačům, dále potom od předzesilovačů ke koncovým stupňům.

STÍNĚNÝ KABEL

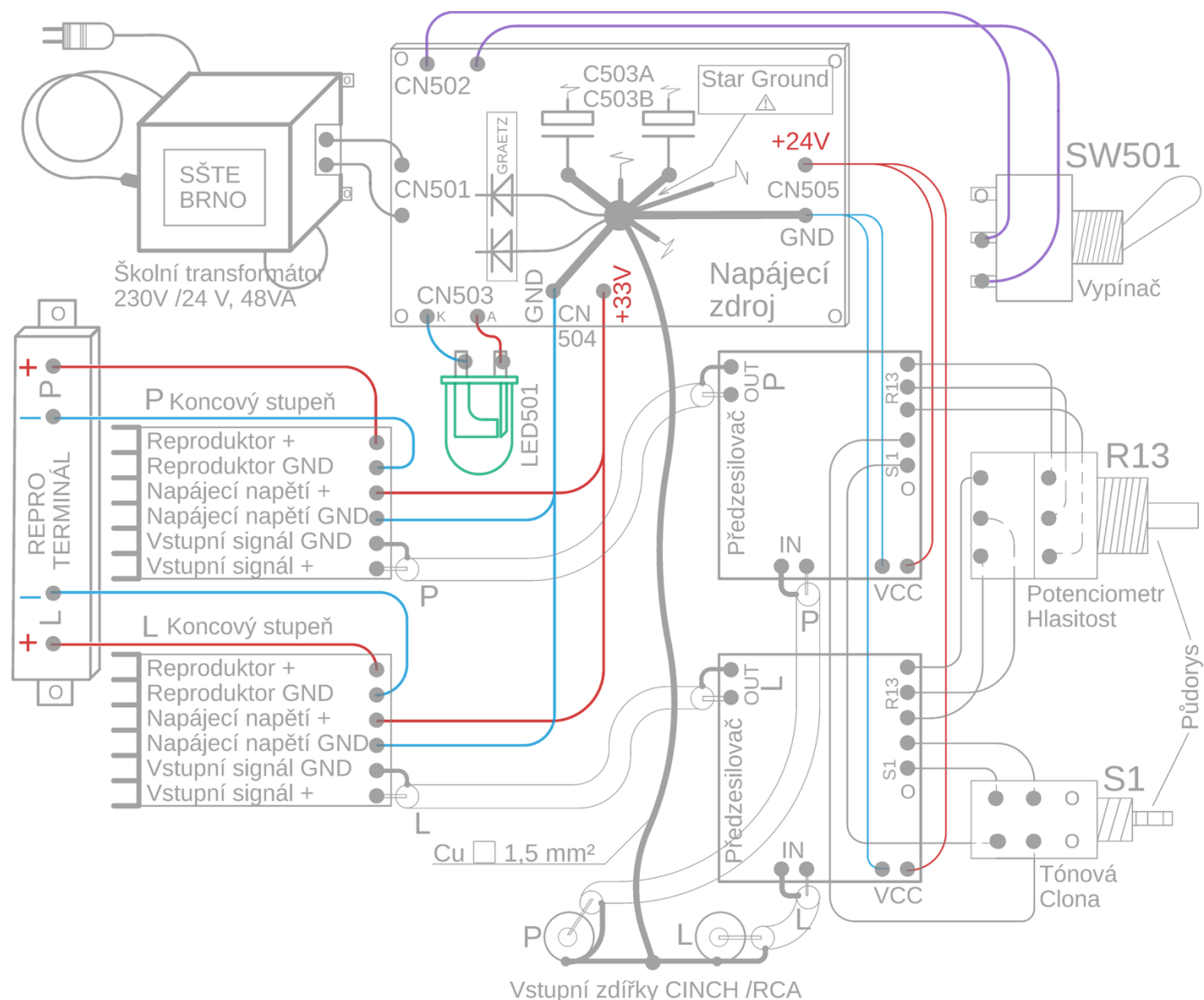
VHODNÉ ZAKONČENÍ STÍNĚNÉHO KABELU



V případě, že připojuješ stíněný kabel do šroubových svorek, zakonči ho také dutinkou **vhodného rozměru**, jak živý kabel, tak i stínění. Dutinky ti výrazně usnadní práci a vyvaruješ se mnoha problémům se špatným spojením a zkratem.

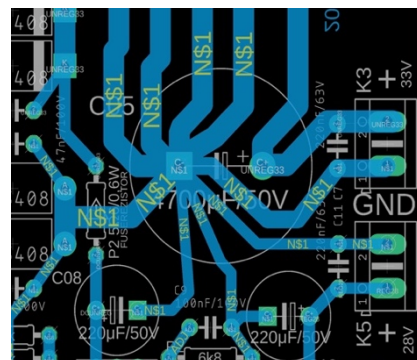


Blokové schéma propojení desek



Velice důležité je nejen správné rozmístění modulů, ale především jejich propojení mezi sebou. Zvláštní důraz je třeba klást na správné zemnění – **STAR GROUND**, je to centrální uzel, do kterého jsou vedeny všechny zemní spoje zesilovače. Tím se minimalizuje vznik rušení a brumu, protože zpětné proudy se nešíří různými cestami, ale vracejí se vždy přímo do tohoto bodu. Výsledkem je čistý signál a stabilnější provoz zesilovače. Všechny zemní vodiče se k tomuto uzlu připojují hvězdicově – tedy odděleně a bez řetězení. Správně navržená centrální zem je jedním ze základních předpokladů kvalitního elektronického zapojení. V našem zesilovači je tento bod jasně označen v blokovém zapojení. Je to spojení filtračních kondenzátorů C505A a C503B.

Zemní vodič 1,5 mm² kterým propojíme země vstupních zdírek CINCH (RCA) s modulem napájecího zdroje přímo připojíme k centrálnímu bodu.





Ukázky používaných součástek

Vstupní konektory RCA (CINCH).



Hlavní vypínače



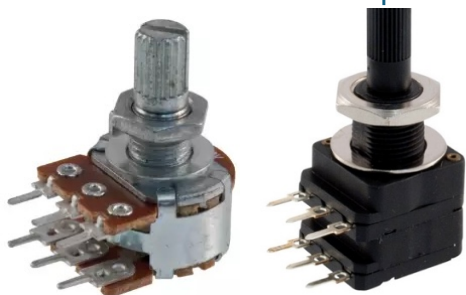
Výstupní reproduktorové terminály



Přepínače pro tónovou clonu



Tandemové stereofonní potenciometry.



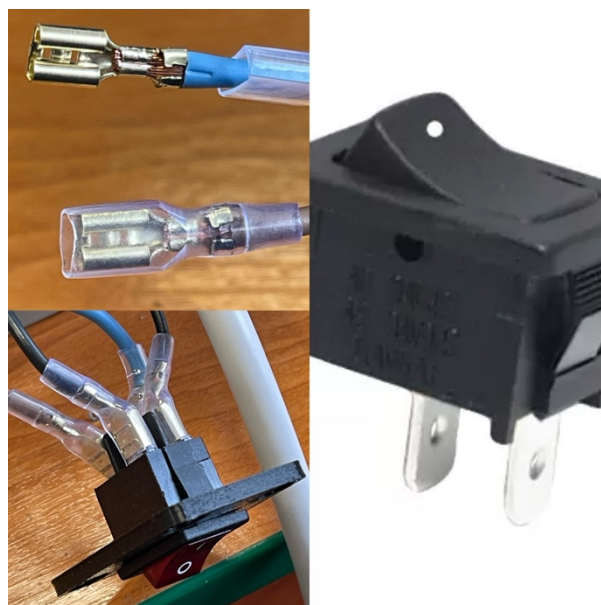
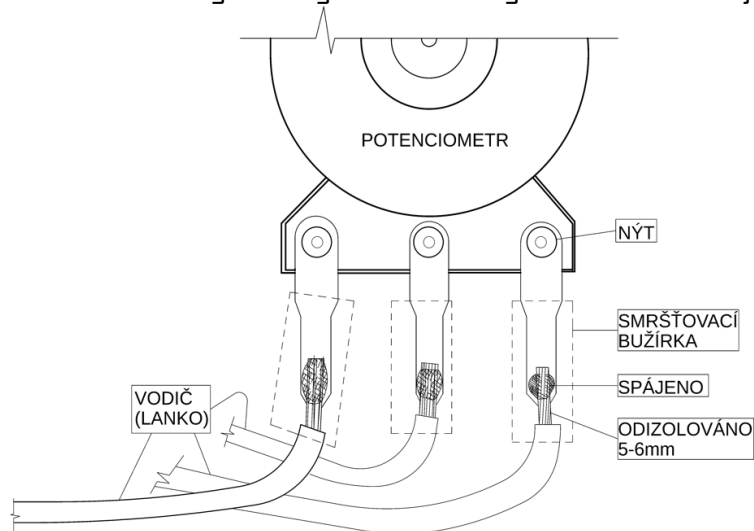
Ovládací knoflíky



Příklad pájení potenciometru a spojování technologií FASTON

U všech externích součástek (mimo FASTON) platí stejný postup: pocínovaný vodič připoj ke špičce pinu. Spoj musí být důkladně zapájen, ale nesmí dojít k přehřátí. Tavidlo nesmí vtéct do nůtu, proto pájej opatrně a v poloze znázorněné na obrázku.

U součástek vybavených konektory FASTON dodržuj výhradně tuto technologii— nepájej!





Co to vlastně vyrábíš? Co je to ten zesilovač? Pojďme si to říct jednoduše v kostce.

Zesilovač je aktivní zařízení napájené ze sítě 230 V, jeho hlavním úkolem je zesílit slabý nízkofrekvenční signál tak, aby dokázal rozhýbat reproduktory. Ty potřebují dostatek výkonu k vytvoření akustického tlaku, který vnímáme jako zvuk. Čím více výkonu zesilovač dodá, tím hlasitější a dynamičtější je výsledný poslech. Koncové stupně proto musí umět dodat reproduktorům velký proud při jejich nízké impedanci, což vede k vysokému výkonu – bez něj by žádná pořádná muzika nevznikla.

Uvnitř zesilovače se signál nejen zesiluje, ale i upravuje. Mění se jeho frekvenční charakteristika a posluchač si může zvuk přizpůsobit pomocí ovládacích prvků, jako je regulace hlasitosti nebo tónové korekce. Výkon zesilovače závisí především na možnostech napájecího zdroje a robustnosti výkonových stupňů. Klíčové je výstupní napětí – výsledný výkon je přímo úměrný právě jemu a schopnost zesilovače předat toto napětí do nízko impedanční zátěže reproduktorů určuje, jak „silně“ bude celý přístroj hrát.

Moderní zesilovače navíc nabízejí širokou škálu funkcí. Od jednoduchého přepínání vstupů a základních korekcí až po vícepásmové ekvalizéry, VU metry, digitální indikátory, bezdrátové technologie Bluetooth či Wi-Fi, a u vícekanálových variant také podporu domácího kina.

Popis zapojení jednotlivých obvodů

Předzesilovač s tónovou clonou – popis zapojení

Jedná se o lineární předzesilovač s operačním zesilovačem (OZ) s lineárním zesílením **11 dB**, regulací hlasitosti a možností aktivace tónové clony.

Základním prvkem je precizní nízko šumový OZ **NE5534AN** zapojený jako neinvertující zesilovač. Vstupní signál je impedančně přizpůsoben rezistorem **R4**, dále veden přes oddělovací (vazební) kondenzátory **C10** a **C1**, které oddělují obvod od stejnosměrné složky ze vstupu. Hodnota kondenzátorů a jejich typy nám zajistí dokonalý přenos celého nízkofrekvenčního pásma přes rezistor **R11** do neinvertujícího vstupu **pin 3** OZ. Výstup signálu z OZ **pin 6** je veden přes vazební kondenzátor **C2** a rezistor **R7** na logaritmický potenciometr **R13** který slouží k regulaci hlasitosti. Jezdec potenciometru reguluje výstupní napětí a přes rezistor **R10** ho přivádí na výstupní svorky pro koncový stupeň. Na výstupu předzesilovače je pasivní RC článek **R9** a **C9**, který potlačuje vyšší střední frekvence; tato vlastnost vede pocitově ke zdůraznění basů. Jedná se o jednoduchou úpravu barvy zvuku a zároveň o potlačení šumu.

Rezistor **R6** a **R5** je záporná zpětná vazba, která nám určuje zesílení podle vztahu

$$A_u = \frac{R_6 + R_5}{R_5}$$

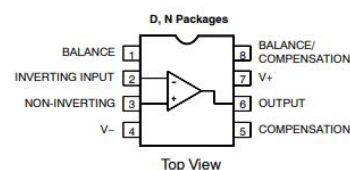
*Napěťové zesílení OZ je **A_u=3,7**.

Zisk (Gain) [dB] potom vypočítáme podle vztahu **20 log A_u.

Gain=**11 dB**.

Kondenzátor **C3** je velmi důležitý proto aby nám předzesilovač nezesiloval stejnosměrnou složku a nízké frekvence, **C3** a **R5** slouží jako horní propust (high-pass filtr),

***mezní frekvence se v tomto případě počítá dle vztahu $f_m = \frac{1}{2\pi RC} = 16 \text{ Hz } (-3 \text{ dB})$.



*Napěťové zesílení je poměr výstupního napětí k vstupnímu napětí zesilovače, který udává, kolikrát zesilovač zvětší velikost vstupního signálu.

**Decibely (dB) jsou logaritmická jednotka, která umožňuje snadno porovnávat zesílení nebo útlum signálu. Nejen napěťové zesílení převádíme na dB, protože to usnadňuje práci s velmi rozdílnými hodnotami a umožňuje jejich sčítání místo násobení.

***Mezní frekvence je takový kmitočet, při kterém dojde k poklesu zisku nebo amplitudy signálu o **3 dB**, což odpovídá snížení na přibližně **70,7 %** původní hodnoty.



Napájení předzesilovače zajišťuje napájecí zdroj s napětím **+24 V**. Hned za svorkou je kondenzátor **C7**, který potlačuje vysokofrekvenční rušení. Za ním je RC filtr tvořený **R12, C5 a C6**, který napětí stabilizuje a vyhladí pro správnou činnost operačního zesilovače (OZ). Napětí je přivedeno na **PIN 7**, záporné napájení OZ (**PIN 4**) je připojeno na **0 V (GND)**, protože máme jen nesymetrické napájení.

Aby mohl OZ zpracovávat střídavý signál, musíme vytvořit **virtuální střed napájení – tzv virtuální nulu**. To zajišťují rezistory **R1 a R2** jako dělič napětí – na jejich spojení je přesně polovina napětí, tedy **12 V**. Toto napětí přivádíme na neinvertující vstup OZ (**PIN 3**). Rezistor **R3** brání, aby se toto stejnosměrné napětí přenášelo do vstupního signálu.

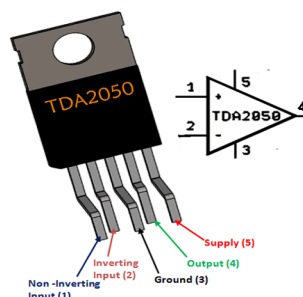
V klidu tedy naměříme na pinu **3** OZ a na výstupu **pin6** OZ cca **12 V**. Signál se pak rozkmitává kolem této hodnoty.

Koncový stupeň – popis zapojení

Srdcem koncového zesilovače je výkonový integrovaný obvod **TDA2050** v pouzdře **PENTAWATT (IC1)**. Tento obvod je prakticky operační zesilovač doplněný o komplementární dvojici výkonových tranzistorů. Obvod disponuje ochranou proti zkratu, přepětí a má vestavěnou tepelnou ochranu. Pracuje ve třídě B, má minimální zkreslení a dobrou stabilitu. **POZOR:** Na trhu se objevuje spousta levných neznámkových obvodů, pamatuj, že nízká cena nemusí vždy zaručit kvalitu.

Integrovaný obvod **TDA2050** má 5 pinů:

1. neinvertující vstup
2. invertující vstup
3. záporné napájecí napětí VEE
4. výstup – reproduktor
5. kladné napájecí napětí VCC



POZOR Pin 3 je galvanicky spojen se zadní kovovou plochou, která slouží k montáži na **chladič**. Ten je bezpodmínečně nutný pro správný provoz. Vhodný chladič s tepelným odporem min **2,5 K/W**.

Napájení výkonového koncového integrovaného obvodu je z napájecího zdroje přibližně **33 V** na **pin 5 IC1**. Toto napětí je hned na vstupní svorce blokováno keramickým kondenzátorem **C5** proti rušení, následuje dodatečné filtrování elytem **C3**, který zároveň pokrývá proudové špičky a napěťové úbytky na vedení. Vzhledem k nesymetrickému napájení je potom pin **3 IC1** vyveden na **0 V/GND**. Pro zajištění rozkmitu signálu v celém rozsahu napájecího napětí, což je nutné pro maximální možný výkon, je důležité řádné nastavení pracovního bodu. Je to polovina napájecího napětí, tedy cca **16,5 V**, tvořená děličem **R1 a R2**, dále přivedena přes rezistor **R3** na neinvertující vstup pin **1 IC1**. Zde je nutné ověřit polovinu napájecího napětí, která se promítne i na výstup **pin 4**.

Ke vstupní svorce je připojen vazební kondenzátor **C1**. Ten odfiltruje případnou stejnosměrnou složku na vstupu a projde pouze nízkofrekvenční signál. Následuje RC filtr tvořený **R7** a **C8**, který odfiltruje frekvence nad slyšitelným pásmem a zamezí zakmitávání obvodu. **R8** tvoří vstupní impedanci. Dále je signál veden přes **R9**, který zvyšuje stabilitu při vyšších frekvencích, a **C9** oddělí napětí pracovního bodu od vstupního signálového obvodu.

Zpětná vazba je tvořena rezistory **R5** a **R4**, které určují napěťové zesílení koncového stupně. Nejedná se o klasický OZ, takže není možné použít klasický vzorec pro výpočet zesílení. Základní zapojení má zesílení přibližně **30 dB**. Kondenzátor **C4** je tu opět proti zesilování stejnosměrné složky a zároveň funguje jako subsonický filtr.

Výstupní pin **4 IC1** je připojen k výstupní svorce přes kondenzátor **C7**. Ten hraje důležitou roli – na výstupu na pinu **4 IC1** je stejnosměrná složka cca **16,5 V**. **C7** zajistí, aby se toto napětí nedostalo na výstup k reproduktoru. Vzhledem k nízké impedanci zátěže, reproduktoru (**8 Ω**) – je pro řádné zajištění přenosu celého frekvenčního pásma nutné zvolit velkou kapacitu (**2200 μF**). Doporučuji osadit kondenzátor s nízkým vnitřním odporem (LOW ESR) značkového výrobce. Kapacita kondenzátoru je dostatečně dimenzovaná i pro připojení reprobeden **4 Ω**.

Velmi důležitý prvek zesilovače je na výstupu Boucherotův člen. Ten je tvořen sériovým RC článkem **R6** a **C6**. Slouží ke svodu a potlačení vysokofrekvenčních složek na výstupu, které by mohly způsobit rozkmitání zesilovače přes zápornou zpětnou vazbu. Tím by mohlo dojít k přehřívání, zkreslení, nebo totální destrukci obvodu.

Napájecí zdroj – popis zapojení

Školní bezpečnostní transformátor **230 V / 24 V, 48 VA** je připojen ke svorce **CN501**. V sérii s diodovým usměrňovacím můstkem **D501 (D502–D505)** je zapojen síťový vypínač na svorku **CN502**, který je překlenut kondenzátorem **C501**. Ten potlačuje elektrický oblouk při vypnutí. Ochranu proti zkratu zajišťuje pojistka **F501** – **POZOR!** je nutné použít přesný typ uvedený v seznamu součástek.

Napájecí zdroj dodává dvě důležitá napájecí napětí pro školní zesilovač:

- neregulované napětí **33 V** pro koncové stupně zesilovače,
- stabilizované napětí **24 V** pro předzesilovače.

Po usměrnění střídavého napětí pomocí Graetzova můstku dochází k jeho vyhlazení hlavními filtračními kondenzátory **C503A** a **C503B**, čímž se dosáhne maximální stejnosměrné hodnoty přibližně **33 V**. Toto napětí je následně vyvedeno na svorku **CN504**, určenou pro napájení koncových stupňů. Pro potlačení vysokofrekvenčního rušení je ke svorce paralelně připojen kondenzátor **C504**.



Následuje obvod stabilizovaného napájení pro lineární předzesilovače. Ten je od základního napájení **33 V** oddělen rezistorem **R502**, který současně funguje jako pojistkový rezistor. Je důležité, aby byl osazen asi **10 mm** nad deskou plošných spojů (viz schéma). Stabilizaci výstupního napětí zajišťuje tranzistor **T501**, který je zapojen jako sériový napěťový regulátor v konfiguraci emitorového sledovače (buffer). Vstupní napětí je přivedeno na jeho kolektor. Výstupní napětí na emitoru kopíruje referenční napětí na bázi, snížené o úbytek napětí na přechodu báze–emitor (cca **0,7 V**). Referenční napětí vytváří Zenerova dioda **D507** v sérii s klasickou diodou **D508**. Při průchodu proudu (řádově jednotky mA) přes rezistor **R503** je na bázi tranzistoru napětí **24,7 V**. Na výstupu (emitoru **T501**) pak získáme stabilní napětí **24 V** vhodné pro napájení předzesilovačů. Kombinace Zenerovy a klasické diody zajišťuje také kompenzaci teplotního driftu. Dodatečná filtrace referenčního napětí je zajištěna kondenzátorem **C505**. Na výstupu stabilizátoru jsou osazeny kondenzátory **C506** pro dodatečné filtrování a **C507** pro potlačení vysokofrekvenčního rušení. Rezistor **R504** je minimální zátěž, která zajišťuje správnou funkci stabilizace i při nízkém odběru. Výstupní napětí **24 V** určené pro napájení předzesilovačů je vyvedeno na svorku **CN505**.

Pro signalizaci provozu je použita zelená **LED**, připojená na svorku **CN503**. Je napájena samostatně, nezávisle na ostatních napájecích větvích, takže po vypnutí zdroje okamžitě zhasne. Proud **LED** je omezen rezistory **R501A**, **R501B** a **R501C** zapojenými v sérii. Použití více rezistorů místo jednoho je zvoleno kvůli rovnoměrnému rozložení ztrátového výkonu, který je při vyšším napětí výraznější. Tyto rezistory nastavují proud **LED** přibližně na **10 mA**, což je pro běžnou zelenou diodu zcela dostačující. Usměrnění napětí zajišťuje dioda **D506** a jeho vyhlazení kondenzátor **C502**.

Závěrem:

V případě, že narazíš na nesrovnalosti, nejasnosti nebo jakékoli potíže s projektem, nezužej a neváhej se obrátit na svého UOV. Je lepší se zeptat včas, než riskovat zbytečné chyby nebo ztrátu času. Pomůžeme ti. Nenechávej práci a řešení problémů na poslední chvíli – v dubnu, těsně před odevzdáním, se nedostatky dohánějí jen velmi obtížně. Pamatuj, že cílem tohoto projektu není jen sestavit funkční stereofonní zesilovač, ale především získat cenné zkušenosti, které využiješ v praxi i v budoucím profesním životě. Přejeme ti hodně úspěchů, trpělivosti a radosti z vlastní práce.



PŘÍJMENÍ, JMÉNO:

TŘÍDA:

UVS:

ŠKOLNÍ ROK:

ODEVZDÁNO DNE:

Pomůcka pro všechna následující měření je materiál nazvaný „Měření NF zesilovačů“ a je k dispozici u UOV.

Odkazy na materiál „Měření NF zesilovačů“ jsou použity v jednotlivých bodech měření požadovaných parametrů. Předpokládaný výkon zesilovače:

Výsledky vlastních měření: (měřit v daném pořadí)

- A. I. Změřte odpor primárního a sekundárního vnutí: $S_n =$ Ω $P_n =$ Ω
 II. Změřte odpor mezi primárním a sekundárním vnutím: $P_n - S_n =$ $M\Omega$

Jmenovitý sinusový výkon pro oba kanály (po dobu 10 min.)

Zatěžovací impedance levý: $Z =$ Ω a pravý: $Z =$ Ω
 Naměřený výkon levý: $P =$ W při $U_{ef} =$ V
 pravý: $P =$ W při $U_{ef} =$ V

Změř stejnosměrné napětí zdroje při zatížení $U_{ss} =$ V

B. Rozepiš všechny použité vstupy a jejich vstupní odpory a citlivost.

Vstup číslo	Název vstupu	Vstupní odpor ($k\Omega$)	Citlivost (mV)
1			
2			

C. Odstup cizích napětí pro jeden ze vstupů

Vstup číslo:

Efektivní vypočítané napětí na zatěžovací impedanci při plném výkonu (při 1kHz): V_{ef}
 Efektivní napětí na zatěžovací impedanci při zatížení vstupu 2 náhradní impedancí: $k\Omega$
 V_{ef}

Vypočítaný odstup: dB

D. Přeslech mezi kanály. Efektivní napětí na zátěži při vybuzení na plný výkon (1kHz)

V

Efektivní napětí na zátěži při zatížení vstupu náhradní impedancí $k\Omega$
 mV

Vypočítaný přeslech: dB

E. Změř frekvenční charakteristiku celého zesilovače dle dodané tabulky pro oba kanály. Tabulka je k dispozici u třídního učitele OV po zahájení měření! Frekvenční charakteristika (pro ± 3 dB). V našem případě vyjděte z 1kHz a 1 W a potenciometry korekcí na střední hodnotě: f dolní = Hz
 f horní = kHz

F. Změř zdvih korekcí: při výstupním výkonu. 1 W $\pm$ v dB hloubky 100Hz dB
 výšky 15kHz dB

Použité měřicí přístroje (druh, výrobní číslo)

1. 2. 3.
 4. 5. 6.

Další body pro hodnocení při odevzdání práce:

1. Vodiče svazovat do svazku nebo použít ploché vodiče. Nesmí být spojeny do jednoho svazku přívodní vodiče (230V) a ostatní vodiče.
2. Prověření polaritv všech elektrolytických kondenzátorů.



Tabulka naměřených hodnot frekvenční charakteristiky zesilovače

PŘÍJMENÍ, JMÉNO:

TŘÍDA:

UVS:

ŠKOLNÍ ROK:

ODEVZDÁNO DNE:

Měření přenosové (frekvenční) charakteristiky:

Třetinooktávová tabulka měření frekvenční charakteristiky zesilovače - RP				
Kmitočet / Hz	Kanál – L (V)	dB	Kanál – R (V)	dB
20				
30				
40				
50				
63				
80				
100				
125				
160				
200				
250				
320				
400				
500				
630				
800				
1k0				
1k2				
1k6				
2k0				
2k5				
3k2				
4k0				
5k0				
6k3				
8k0				
10k				
12k				
16k				
20k				

Poznámky: