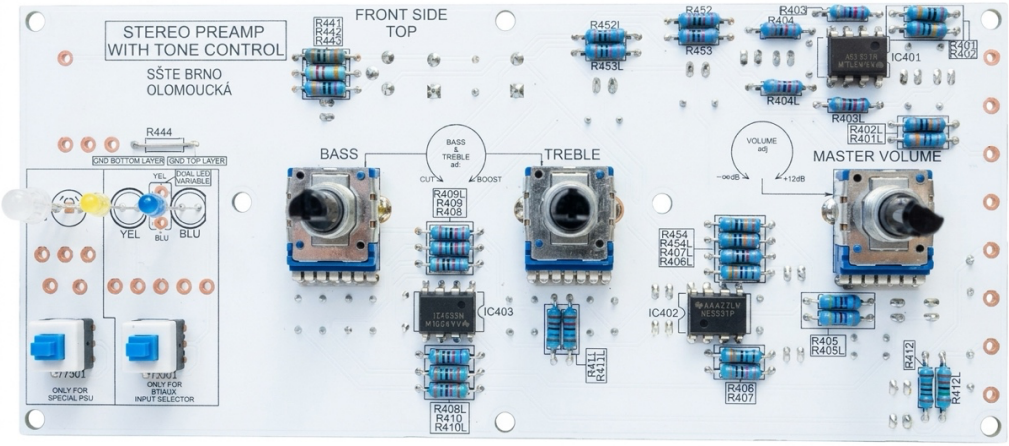
STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ BRNO, OLOMOUCKÁ

rozvrh.dilny.eu

KONSTRUKČNÍ MANUÁL

KOREKČNÍ PŘEDZESILOVAČ Hi-Fi STEREO



Publikováno 1226
Tento manuál je volně šiřitelný. Slouží jako výrobní dokumentace pro stavbu modulu, který je vhodný k realizaci v rámci ročníkové práce na SŠTE Brno.

© SŠTE BRNO, Pavel Vlach

JLCPCB
GM ELECTRONIC
MOUSER ELECTRONICS
Autodesk Fusion 360

■TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Napájecí napětí: 24 V DC, nesymetrické, stabilizované
Proudový odběr: cca 25 mA (při použití OZ NE5532)
Vstupní impedance: 50 kΩ
Jmenovitá vstupní úroveň: 0,2–2 V RMS
Maximální vstupní úroveň (přebuditelnost): 4 V RMS
Minimální zatěžovací impedance: ≥ 10 kΩ
Rozsah regulace nízkých kmitočtů (BASS): ±14 dB @ 40 Hz
Rozsah regulace vysokých kmitočtů (TREBLE): ±14 dB @ 15 kHz
Maximální napěťový zisk (GAIN): +12 dB @ 1 kHz
Rozsah regulace úrovně (ATTENUATOR): +12 dB - –∞ dB @ 1 kHz
Celkové harmonické zkreslení (THD+N): < 0,08 % @ 1 kHz
Odstup signál/šum (S/N Ratio): > 78 dB (A) @ ref. 1 V RMS
Přeslech mezi kanály (Crosstalk): –45 dB @ 10 kHz

⚠ DŮLEŽITÉ POKYNY PRO REALIZACI:

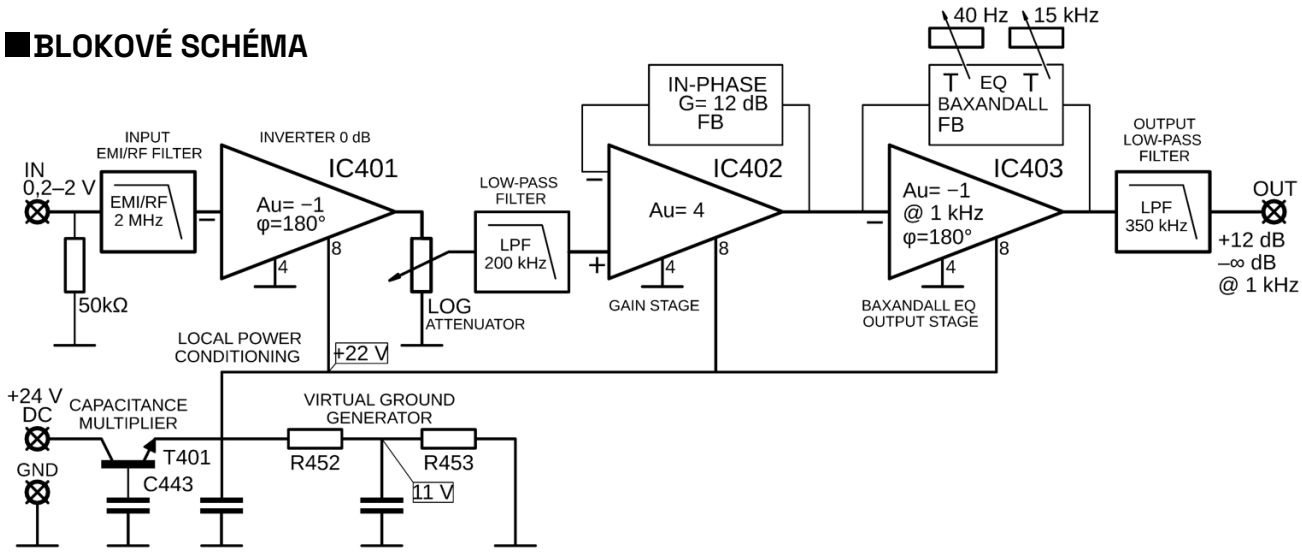
Při výrobě tohoto produktu dodržujte pravidla BOZP pro práci s pájecí technikou a elektrickým zařízením. Základem úspěšné stavby je vysoká kvalita pájení, absolutní preciznost a opatrnost při manipulaci se součástkami. Osazujte vždy správné součástky na správná místa a dbejte na to, aby nedocházelo k jejich záměně. Zvýšenou pozornost věnujte dodržení správné polarity u integrovaných obvodů a elektrolytických kondenzátorů. Teprve po důkladné kontrole celé desky a ověření, že na plošném spoji nevznikly žádné zkraty, lze modul poprvé připojit k napájecímu napětí 24 V DC. Jakákoliv chyba v orientaci součástek nebo polaritě zdroje může způsobit okamžité a trvalé poškození celého zařízení. Pečlivě si prostudujte tento manuál.

REV 1.0 12/2026

⚠ UPOZORNĚNÍ PRO KONSTRUKTÉRY

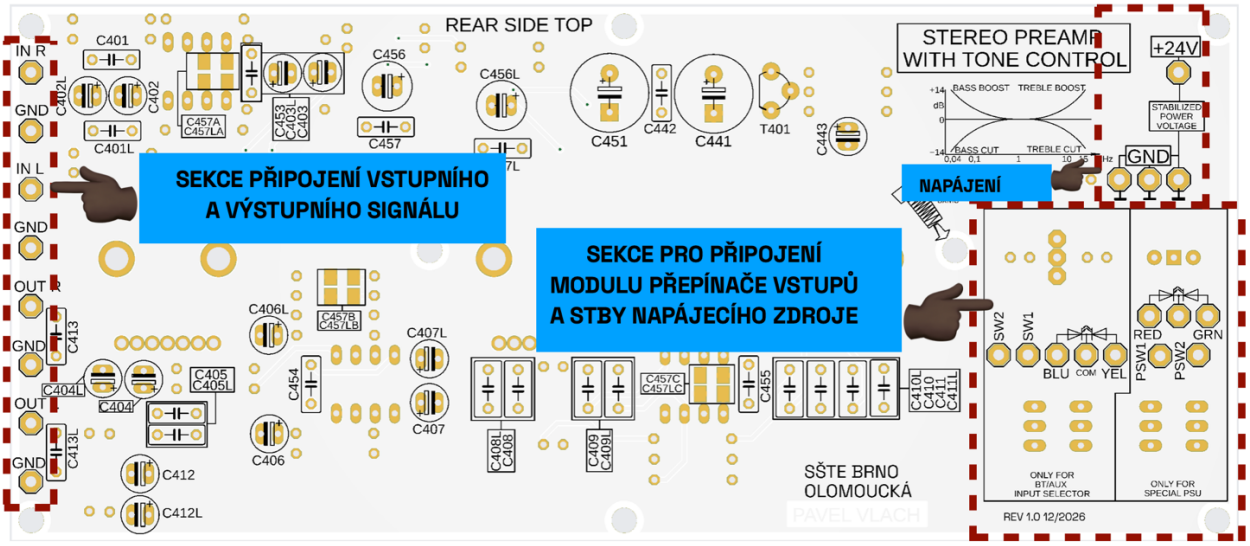
Tento dokument je určen výhradně pro odborníky se znalostí elektrotechniky. Neobsahuje obecné bezpečnostní pokyny pro laiky. Stavba, oživování a montáž zařízení napájených elektrickým proudem vyžadují odbornou praxi. Neodborná manipulace může způsobit vážné zranění či smrt.

■BLOKOVÉ SCHÉMA



Blokové schéma znázorňuje celkovou koncepci předzesilovače a cestu signálu od vstupu až po výstup v přehledné, zjednodušené podobě. Místo jednotlivých součástek rozděluje obvod do logických funkčních celků a ukazuje jejich vzájemné propojení, zesílení i fázové poměry. Součástí schématu je také blok lokálního napájecího zdroje, který zajišťuje filtraci napětí a vytváří virtuální zem pro nesymetrické napájení. Z důvodu přehlednosti je signálová cesta zakreslena pouze pro jeden kanál, přičemž druhý kanál stereofonního předzesilovače je zapojen zcela totožně. Schéma tak slouží k rychlému pochopení architektury celého zařízení ještě před studiem podrobného schématu zapojení.

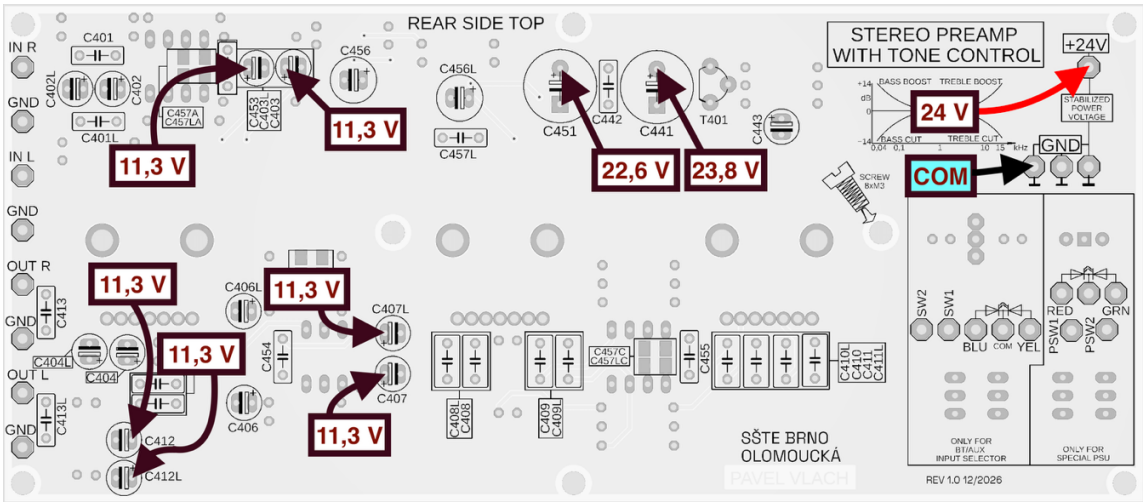
■ROZMÍSTĚNÍ PŘIPOJOVACÍCH ROZHRANÍ



■PŘED PRVNÍM ZAPNUTÍM:

Před prvním připojením napájecího napětí pečlivě zkontrolujte osazení desky plošných spojů (PCB), zejména polaritu elektrolytických kondenzátorů a správnou orientaci integrovaných obvodů (IC401–IC403) a tranzistoru v násobiči kapacity (T401).
První zapnutí: V režimu BEZ SIGNÁLU (svorky pro vstupní signál u obou kanálů spojte s GND). Připojte regulovatelný laboratorní zdroj nastavený na +24 V DC s proudovým omezením na cca 100 mA.
Kontrola napájecích větví: Změřte stejnosměrné napětí proti zemi (GND). Na výstupu násobiče kapacity (piny 8 integrovaných obvodů) musí být cca +22,6 V ± 0,5 V. Na uzlu virtuální země (dělič R452/R453 a R452L/R453L) musí být přesně polovina napájecího napětí, tedy +11,3 V ± 0,3 V.
Klidový odběr proudu by se měl pohybovat v rozmezí 15 mA až 35 mA (s použitím IO NE5532).
V ideálním případě lze proud vypočítat nepřímou metodou pomocí R441.
Stejnosměrný offset na výstupech OZ (IC401–IC403) musí být +11,3 V ± 0,3 V, jsou to piny 1 a 7.
Zkontrolujte osciloskopem, že se na výstupu nenachází žádné střídavé napětí a to ve všech polohách vytočení potrenciometrů hlasitosti i korekcí.

■MĚŘÍCÍ BODY



■KONTROLA FUNKCE A MĚŘENÍ

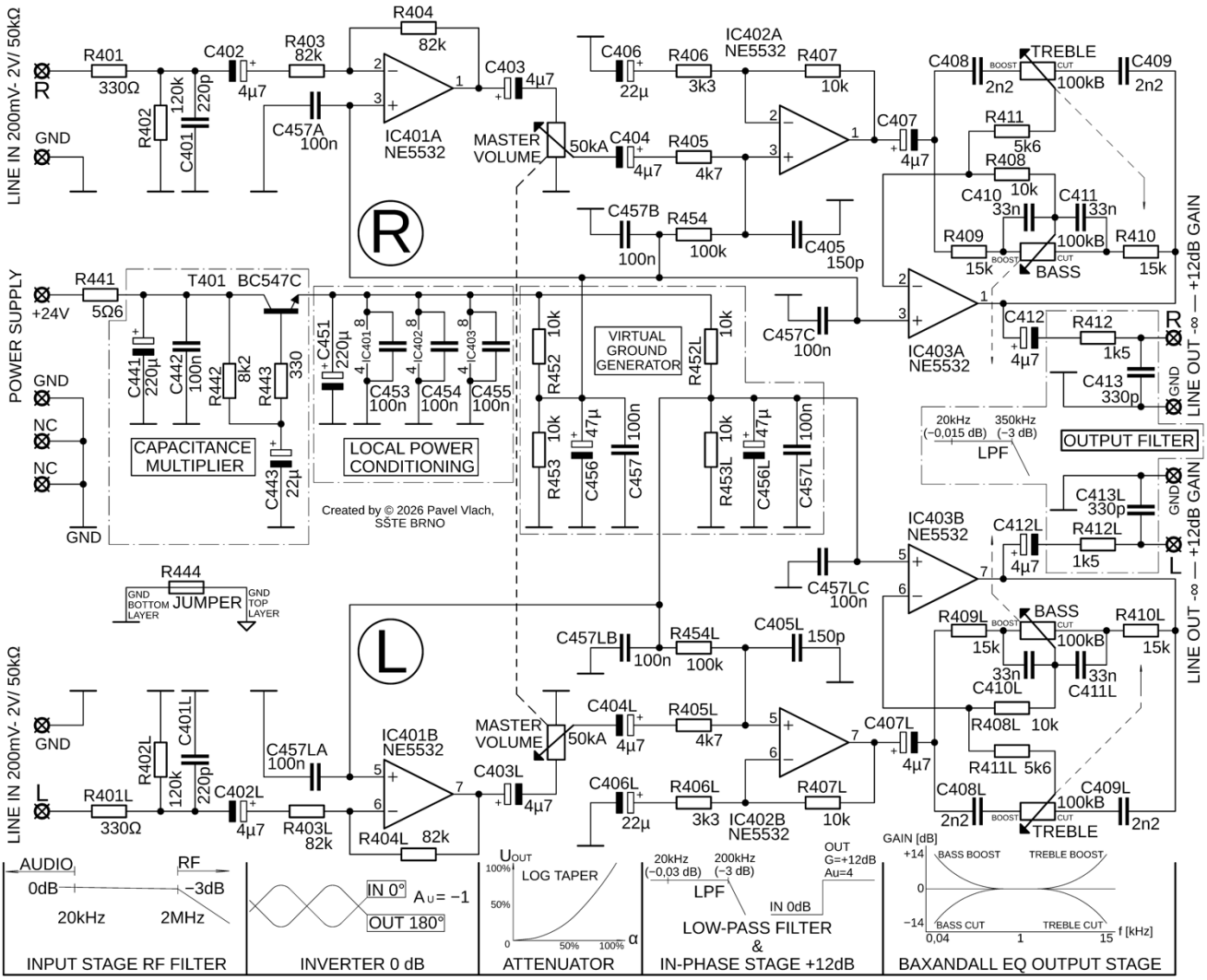
Pro ověření správné funkce připojte na vstup generátor sinusového signálu, nastavte 100 mV RMS a na výstup osciloskop. Korekce (basy, výšky) nastavte do střední polohy. Nejprve ověřte maximální zisk na 1 kHz s hlasitostí na MAX. Poté hlasitostí nastavte na výstupu přesně 100 mV RMS (referenční úroveň 0 dB, Au = 1 @ 1 kHz) a pro další měření s ní již nehýbejte:

Kontrolovaný parametr	Vstupní signál	Nastavení ovládacích prvků	Očekávaný výsledek na výstupu
Maximální zisk (Max Gain)	1 kHz / 100 mV	Hlasitost: MAX, Basy: střed, Výšky: střed	**cca 400 mV RMS** (+12 dB)
Referenční úroveň (Flat)	1 kHz / 100 mV	Hlasitost: ref. úroveň (0 dB), Basy: střed, Výšky: střed	**100 mV RMS** (0 dB), signál je ve fázi (in-phase)
Zdvih basů (Bass Boost)	40 Hz / 100 mV	Hlasitost: ref. úroveň, Basy: MAX, Výšky: střed	**cca 500 mV RMS** (+14 dB)
Útlum basů (Bass Cut)	40 Hz / 100 mV	Hlasitost: ref. úroveň, Basy: MIN, Výšky: střed	**cca 20 mV RMS** (−14 dB)
Zdvih výšek (Treble Boost)	15 kHz / 100 mV	Hlasitost: ref. úroveň, Basy: střed, Výšky: MAX	**cca 500 mV RMS** (+14 dB)
Útlum výšek (Treble Cut)	15 kHz / 100 mV	Hlasitost: ref. úroveň, Basy: střed, Výšky: MIN	**cca 20 mV RMS** (−14 dB)
Útlum hlasitosti (Mute)	1 kHz / 100 mV	Hlasitost: MIN, Basy: střed, Výšky: střed	**< 1 mV RMS** (−∞ dB)

■POZNÁMKY K MĚŘENÍ:

1. Všechna měření se provádějí při jmenovitém napájecím napětí +24 V DC po ustálení tepelného režimu (cca 5 minut po zapnutí).
2. Vstupní i výstupní úroveň se měří efektivní hodnotou (RMS) proti signálové zemi, přičemž výstup předzesilovače je zatížen standardní impedancí 47 kΩ.
3. Tolerance naměřených hodnot zisku a zdvihu korekcí je ±3 dB v závislosti na výrobní toleranci použitých potenciometrů a součástek v korekční síti.
4. Průběh výstupního signálu na osciloskopu musí být po celou dobu měření přesný, čistý, symetrický a bez známek limitace (ořezání špiček) či vysokofrekvenčního zakmitávání.

■SCHÉMA ZAPOJENÍ



■POPIS ZAPOJENÍ

■Celková koncepce zapojení

Stereofonní korekční předzesilovač je navržen pro linkové signály o nominální úrovni 200 mV až 2 V RMS se vstupní impedancí přibližně 50 kΩ. Celý obvod využívá jednopólové (nesymetrické) napájení +24 V DC s interně generovanou virtuální zemí. Signálová cesta je pro pravý (R) a levý (L) kanál řešena zcela symetricky pomocí nízkošumových dvojitých operačních zesilovačů typu NE5532 (IC401 až IC403), přičemž každé pouzdro obsluhuje oba kanály příslušného stupně.

Z důvodu přehlednosti je následující popis vztažen k pravému kanálu (R); levý kanál (L), označený indexem L u součástek je zapojen identicky. Napájecí část zajišťuje důkladnou filtraci napájecího napětí i vytvoření stabilního pracovního bodu pro všechny operační zesilovače.

■Vstupní filtrace a násobič kapacity (Capacitance Multiplier)

Vstupní napájecí napětí +24 V DC je přivedeno přes ochranný předřadný rezistor R441 (5,6 Ω) do filtrační větve tvořené kondenzátory C441 (220 µF) a C442 (100 nF). Následuje aktivní násobič kapacity osazený tranzistorem T401 (BC547C). Bázový dělič tvořený rezistory R442 (8,2 kΩ) a R443 (330 Ω) spolu s filtračním kondenzátorem C443 (22 µF) nastavuje napětí na bázi tranzistoru. Na emitoru T401 tak vzniká vysoce čisté, zvlnění zbavené napájecí napětí přibližně +22 V DC (po odečtení úbytku na předřadném rezistoru a přechodu báze–emitor). Výstup násobiče je dále blokován kondenzátorem C451 (220 µF) a lokálními keramickými kondenzátory C453, C454 a C455 (100 nF), umístěnými v bezprostřední blízkosti napájecích vývodů (pin 8) jednotlivých integrovaných obvodů.

☝Násobič kapacity v napájecí sekci předzesilovače využívá tranzistor v zapojení emitorového sledovače, který násobí efektivní kapacitu bázového filtračního kondenzátoru svým proudovým zesilovacím činitelem. Díky tomuto principu dokáže i relativně malý kondenzátor v bázi tranzistoru účinně potlačit síťové zvlnění a vysokofrekvenční rušení ze vstupního zdroje DC. Na emitoru tranzistoru tak vzniká mimořádně čisté napájecí napětí (snížené o úbytek na přechodu báze–emitor a ochranném rezistoru), které zabraňuje pronikání brumu do citlivých stupňů operačních zesilovačů.

■Generátor virtuální země (Virtual Ground Generator)

Protože jsou operační zesilovače napájeny nesymetrickým napájecím napětím, je pracovní bod nastaven na polovinu vnitřního napájecího napětí, tedy přibližně na +11 V DC. Napětí virtuální země je pro každý kanál generováno samostatným odporovým děličem (R452 / R453 o hodnotách 10 kΩ pro pravý kanál a R452L / R453L pro levý kanál), což zajišťuje dokonalé oddělení obou kanálů a minimalizuje přeslechy přes napájecí větev. Každý uzel virtuální země je tvrdě filtrován elektrolytickým kondenzátorem (C456, 47 µF) a „vysokofrekvenčním“ kondenzátorem (C457, 100 nF). U jednotlivých vstupů operačních zesilovačů je pak toto referenční napětí ještě dodatečně blokováno kondenzátory těsně u jejich pouzdra (C457A, C457B, C457C).

■Vstupní EMI/RF filtr a oddělení stejnosměrné složky

Vstupní signál ze svorkovnice LINE IN prochází dolní propustí prvního řádu tvořenou sériovým rezistorem R401 (330 Ω) a paralelním kondenzátorem C401 (220 pF). Mezní frekvence tohoto filtru leží na hodnotě přibližně 2,2 MHz. Filtr spolehlivě potlačuje vysokofrekvenční rušení (EMI/RF) ještě před vstupem do aktivních obvodů, čímž brání jeho demodulaci na vstupních přechodech operačního zesilovače, aniž by jakkoliv ovlivnil slyšitelné akustické pásmo (do 40 kHz). Rezistor R402 (120 kΩ) společně s R403 (82kΩ) definuje vstupní impedanci obvodu. Vazební kondenzátor C402 (4,7 µF) následně odděluje případnou stejnosměrnou složku ze zdroje signálu a zabraňuje rozhození stejnosměrného pracovního bodu následujícího stupně.

■Vstupní invertující stupeň (Au = − 1)

První aktivní stupeň je realizován operačním zesilovačem IC401A zapojeným jako invertující zesilovač s jednotkovým zesílením (0 dB). Poměr vstupního rezistoru R403 (82 kΩ) a zpětnovazebního rezistoru R404 (82 kΩ) přesně definuje napěťové zesílení (Au = -1). Stupeň slouží jako vysokoimpedanční oddělovací buffer a zároveň obrací fázi signálu o 180° (invertuje jej), aby byla na výstupu celého předzesilovače zachována správná absolutní fáze (in-phase) po průchodu dalším invertujícím stupněm, který je součástí výstupní sekce tónového korektoru. Stejnosměrný offset je na výstupu tohoto stupně oddělen vazebním kondenzátorem C403 (4,7 µF).

■Regulace hlasitosti a mezistupňová dolní propust (LPF 200 kHz)

Za oddělovacím kondenzátorem C403 je zařazen logaritmický potenciometr MASTER VOLUME s odporem 50 kΩ, který plynule reguluje úroveň signálu od plného útlumu (−∞ dB) až po plnou propustnost (0 dB). Signál z běžce potenciometru je přes další vazební kondenzátor C404 (4,7 µF) veden na dolní propust tvořenou rezistorem R405 (4,7 kΩ) a kondenzátorem C406 (150 pF). Mezní frekvence tohoto filtru je přibližně 200 kHz. Tento filtr omezuje šířku pásma před zesilovacím stupněm a chrání jej před přebuzením vysokofrekvenčními složkami.

■Neinvertující zesilovací stupeň (+12 dB)
Zesílení užitečného signálu zajišťuje operační zesilovač IC402A v neinvertujícím zapojení. Zesílení stupně je určeno děličem ve zpětné vazbě tvořeným rezistory R407 (10 kΩ) a R406 (3,3 kΩ). Kondenzátor C406 (22 µF) nám uzavírá zpětnou vazbu k zemi a zajišťuje, aby obvod nezesiloval DC složku.
$Au = 1 + \frac{R407}{R406} = \mathbf{4}$, G= 20 log Au =**12 dB**
Napěťové zesílení tohoto stupně Au= 4, což odpovídá zisku G= 12 dB v celém přenášeném pásmu. Toto zesílení je nutné pro zajištění plného vybuzení koncového zesilovače v případě slabšího vstupního linkového signálu. Protože je zesilovač zapojen jako neinvertující, zachovává fázi signálu (posun 0°).

■Aktivní tónové korekce Baxandall (±14 dB)
Výstup ze zesilovacího stupně IC402A je přes vazební kondenzátor C407 (4,7 µF) přiveden do aktivního korekčního stupně s operačním zesilovačem IC403A. Korekční síť je zapojena v invertující zpětné vazbě (topologie překlenutých T-článků typu Baxandall) a umožňuje nezávislou regulaci hloubek a výšek v rozsahu ±14 dB:

▪Regulace hloubek (BASS): Tvořena lineárním potenciometrem 100 kB, omezovacími rezistory R409 a R410 (15 kΩ), středovým rezistorem R408 (10 kΩ) a dvojicí kondenzátorů C410 a C411 (33 nF). Zlomový kmitočet regulace hloubek je nastaven na 40 Hz.

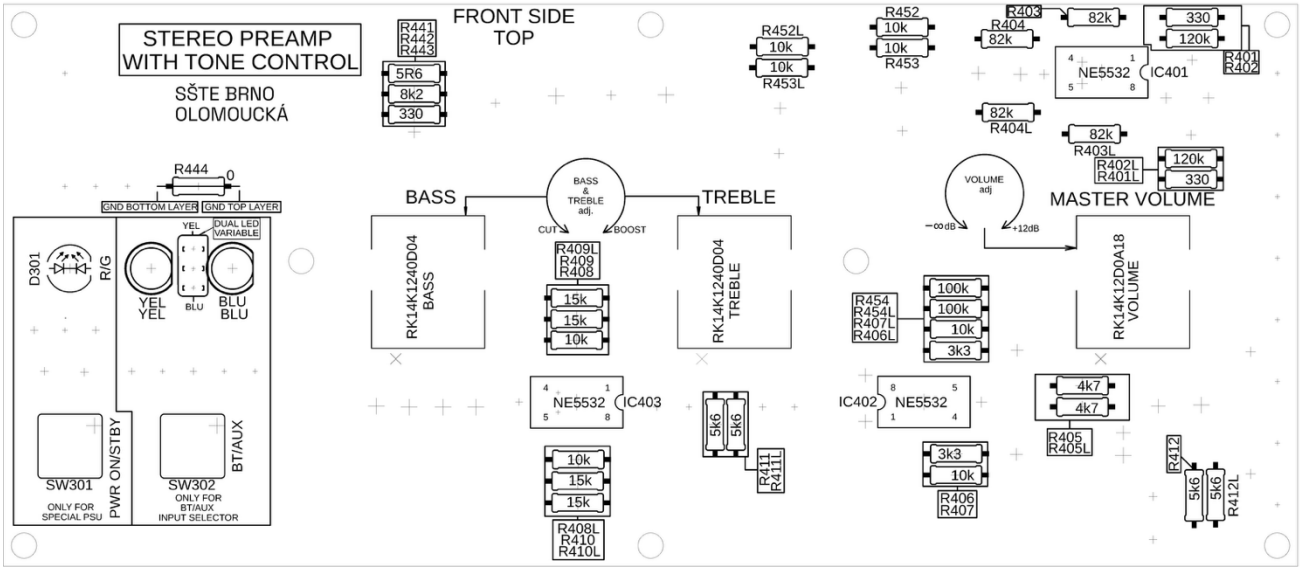
▪Regulace výšek (TREBLE): Tvořena lineárním potenciometrem 100 kB, omezovacím rezistorem R411 (5,6 kΩ) a vazebními kondenzátory C408 a C409 (2,2 nF). Zlomový kmitočet regulace výšek leží na 15 kHz.
Kromě kmitočtové úpravy tento stupeň podruhé obrací fázi signálu o 180°, čímž se celková fáze na výstupu předzesilovače vrací do shody se vstupním signálem (0° / in-phase).

■Výstupní oddělení a výstupní dolní propust (LPF 350 kHz)
Výstup operačního zesilovače IC403A je zbaven stejnosměrné složky (+11 V) pomocí výstupního vazebního kondenzátoru C412 (4,7 µF). Následuje výstupní dolní propust tvořená sériovým rezistorem R412 (1,5 kΩ) a kondenzátorem C413 (330 pF) s mezní frekvencí přibližně 350 kHz. Sériový rezistor R412 zároveň plní funkci ochranného a oddělovacího prvku, který stabilizuje operační zesilovač při připojení kapacitní zátěže (dlouhých propojovacích kabelů) a omezuje proud při případném zkratu na výstupních svorkách LINE OUT.

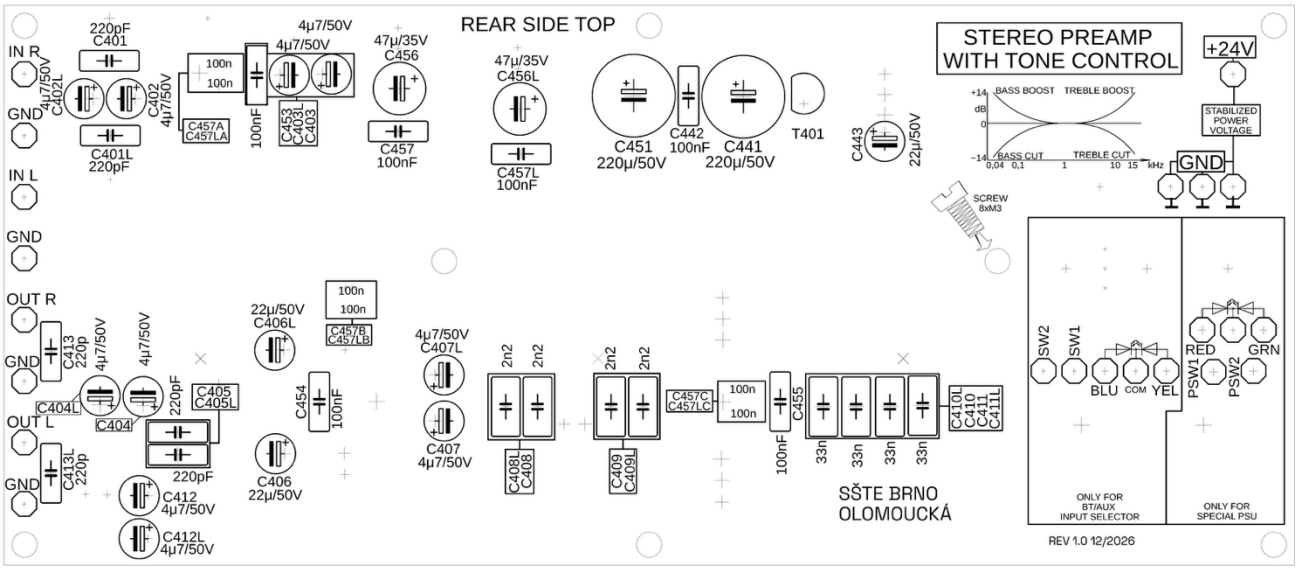
■KONSTRUKČNÍ ČÁST

Pozn.: Hotovou DPS si vyžádejte u svého UOV

■OSAZOVACÍ PLÁN, PŘEDNÍ STRANA



■OSAZOVACÍ PLÁN, VNITŘNÍ STRANA



■ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ DO ŠKOLNÍHO ZESILOVAČE

Korekční předzesilovač se zapojí přímo na vstupní terminály RCA (CINCH), na které se přivede linkový signál AUX. Vhodný je jakýkoliv zdroj linkového signálu, například mobilní telefon, notebook, CD přehrávač, televizor nebo multimediální centrum. Velmi vhodnou variantou je rovněž zařazení modulu přepínače vstupů (INPUT SELECTOR), který si lze postavit podle samostatného manuálu (viz QR kód). Výstup z korekčního předzesilovače se následně připojí na stereofonní koncový výkonový zesilovač nebo na dva koncové monobloky. K napájení celé sestavy poslouží školní napájecí zdroj (AC 24 V → DC 33 V / 24 V), jehož podklady najdete stejně jako dokumentaci ke koncovým monoblokům v Technické dokumentaci pro 3. ročník.

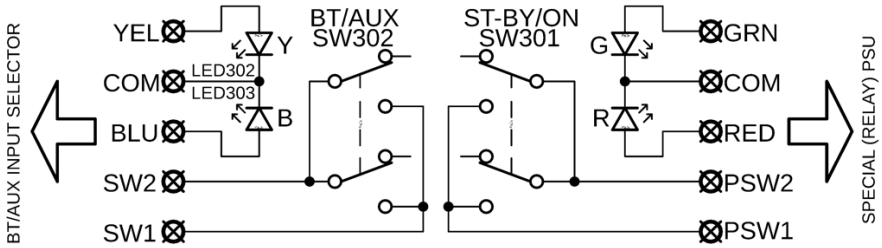
INPUT SELECTOR

■MECHANICKÁ MONTÁŽ DO ŠKOLNÍHO ZESILOVAČE

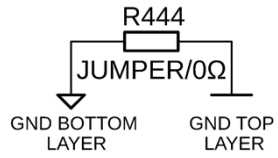
Modul korekčního předzesilovače se připevní pomocí 8 distančních sloupků o délce 13 mm přímo na vnitřní stranu čelního panelu integrovaného zesilovače. Pro osy potenciometrů se do čelního panelu vyvrtají otvory o průměru 7 mm. Na osy potenciometrů lze vytisknout knoflíky dle fantazie. V případě použití modulu INPUT SELECTOR lze na desku modulu předzesilovače osadit také přepínač pro volbu vstupu BT/AUX a dvojici stavových diod LED (modrá/žlutá) signalizujících aktuálně zvolený vstup. Stejným způsobem lze využít i zelenou LED diodu indikující zapnutí přístroje.
K modulu je možné připojit rovněž speciální napájecí zdroj s reléovým spínáním. Přístroj pak lze pohodlně zapínat mikrovypínačem, přičemž aktuální provozní stav (Stand-by / ON) indikuje dvoubarevná R/G LED dioda.

■DOPLŇUJÍCÍ SCHÉMA OBVODŮ NA MODULU KOREKČNÍHO PŘEDZESILOVAČE

Modul korekčního předzesilovače obsahuje obvody pro ovládání, spouštění a indikaci rozšiřujícího modulu přepínače vstupů BT/AUX, popřípadě i modulu reléového napájecího zdroje. Hlavní výhodou tohoto řešení je, že veškeré indikační LED diody a spínače jsou z konstrukčního i logického hlediska umístěny přímo za předním panelem skříně, což zajišťuje jejich pevné mechanické uchycení a přesnou polohu.
Pro potlačení elektromagnetického rušení je deska plošných spojů navržena technologií rozlité země (GROUND PLANE). Spodní vrstva slouží jako hlavní zemnicí plocha, která galvanicky propojuje všechny příslušné obvody. Horní rozlitá vrstva plní pouze funkci stínění a je k hlavní zemi připojena v jediném bodě prostřednictvím nulového rezistoru R444 (0 Ω), který lze v případě potřeby nahradit drátovou propojkou.

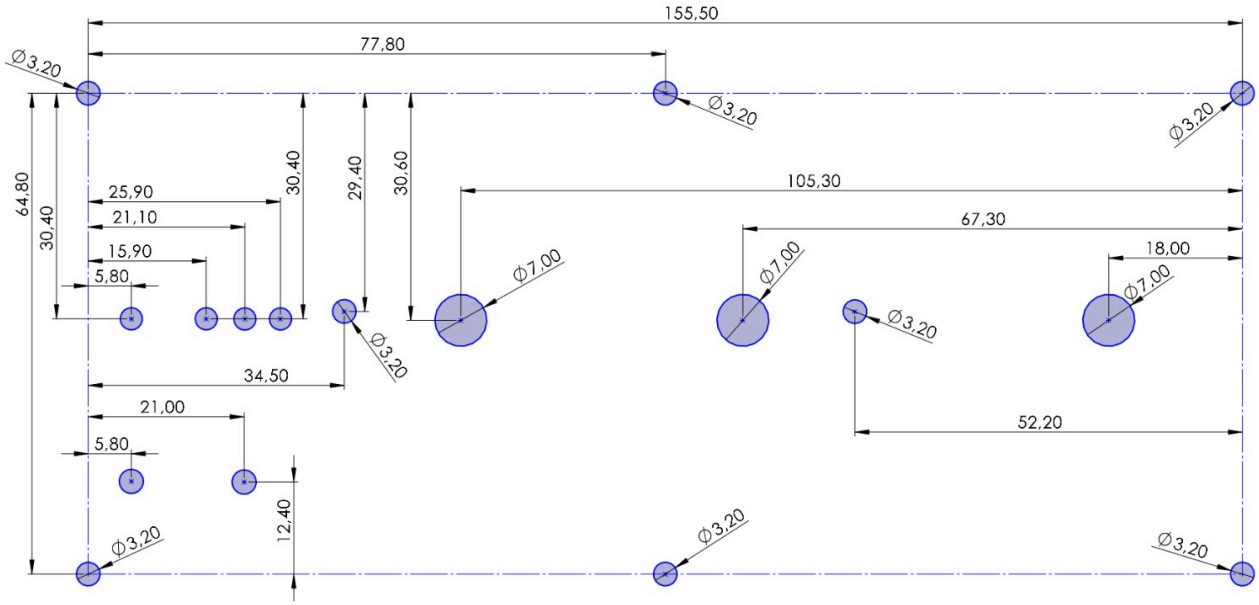


Obvody pro ovládání, spouštění a indikaci



Propojení vrstev stínění

■POZICE DĚR PRO VRTÁNÍ DO PANELU



■SEZNAM SOUČÁSTEK

POZIČNÍ ČÍSLO	NÁZEV DÍLU	HODNOTA / TYP	OBJEDNACÍ ČÍSLO	DODAVATEL
POTENCIOMETRY				
MASTER VOLUME	POTENCIOMETR RK 14K	688-RK14K12D0A18	RK14K12D0A18	MOUSER
BASS	POTENCIOMETR RK 14K	688-RK14K1240D04	RK14K1240D04	MOUSER
TREBLE	POTENCIOMETR RK 14K	688-RK14K1240D04	RK14K1240D04	MOUSER
POLOVODIČE				
IC401	OPERATION AMPLIFIER	NE5532	310-024	GME
IC402	OPERATION AMPLIFIER	NE5532	310-024	GME
IC403	OPERATION AMPLIFIER	NE5532	310-024	GME
T401	TRANZISTOR	BC547C	210-027	GME
REZISTORY				
R401	REZISTOR 0207	330Ω	110-061	GME
R401L	REZISTOR 0207	330Ω	110-061	GME
R402	REZISTOR 0207	120k	110-123	GME
R402L	REZISTOR 0207	120k	110-123	GME

R403	REZISTOR 0207	82k	110-119	GME
R403L	REZISTOR 0207	82k	110-119	GME
R404	REZISTOR 0207	82k	110-119	GME
R404L	REZISTOR 0207	82k	110-119	GME
R405	REZISTOR 0207	4k7	110-089	GME
R405L	REZISTOR 0207	4k7	110-089	GME
R406	REZISTOR 0207	3k3	110-085	GME
R406L	REZISTOR 0207	3k3	110-085	GME
R407	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R407L	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R408	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R408L	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R409	REZISTOR 0207	15k	110-101	GME
R409L	REZISTOR 0207	15k	110-101	GME
R410	REZISTOR 0207	15k	110-101	GME
R410L	REZISTOR 0207	15k	110-101	GME
R411	REZISTOR 0207	5k6	110-091	GME
R411L	REZISTOR 0207	5k6	110-091	GME
R412	REZISTOR 0207	1k5	110-077	GME
R412L	REZISTOR 0207	1k5	110-077	GME
R441	REZISTOR 0207	5Ω6	110-019	GME
R442	REZISTOR 0207	8k2	114-473	GME
R443	REZISTOR 0207	330Ω	110-061	GME
R452	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R452L	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R453	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R453L	REZISTOR 0207	10k	110-097	GME
R454	REZISTOR 0207	100k	110-121	GME
R454L	REZISTOR 0207	100k	110-121	GME
R444	JUMPER	0	—	—
KONDENZÁTORY				
C401	CK Y5P	220p/50V	120-123	GME
C401L	CK Y5P	220p/50V	120-123	GME
C402	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C402L	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C403	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C403L	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C404	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C404L	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C405	CK P350 - N1000	150p/50V	120-112	GME
C405L	CK P350 - N1000	150p/50V	120-112	GME
C406	CE	22µ/50V	127-268	GME
C406L	CE	22µ/50V	127-268	GME
C407	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C407L	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C408	CF CL23B	2n2/100V	121-411	GME
C408L	CF CL23B	2n2/100V	121-411	GME
C409	CF CL23B	2n2/100V	121-411	GME
C409L	CF CL23B	2n2/100V	121-411	GME
C410	CF CL23B	33n/100V	121-351	GME
C410L	CF CL23B	33n/100V	121-351	GME
C411	CF CL23B	33n/100V	121-351	GME

C411L	CF CL23B	33n/100V	121-351	GME
C412	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C412L	CE	4µ7/50V	127-049	GME
C413	CK Y5P	330p/50V	120-132	GME
C413L	CK Y5P	330p/50V	120-132	GME
C441	CE	220µ/50V	123-975	GME
C442	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C443	CE	22µ/50V	127-268	GME
C451	CE	220µ/50V	123-975	GME
C453	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C454	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C455	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C456	CE	47µ/50V	123-717	GME
C456L	CE	47µ/50V	123-717	GME
C457	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C457L	CK X7R	100n/50V	120-105	GME
C457A	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
C457LA	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
C457B	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
C457LB	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
C457C	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
C457LC	CKS1206	100n/50V	905-081	GME
VARIABILNÍ				
SW301	PŘEPÍNAČ	KLS 7-P8.0x8.0-1	631-613	GME
SW302	PŘEPÍNAČ	KLS 7-P8.0x8.0-1	631-613	GME
LED YEL	VIZ MANUÁL			
LED BLU	VIZ MANUÁL			
LED RED	VIZ MANUÁL			
LED GRN	VIZ MANUÁL			

■POZNÁMKY: