

Popis čtyřpásmového parametrického stereofonního korektoru.

(Upravený korektor UREI model 546.)

Verze tohoto textu: 25. listopadu 2025

Výroba korektoru: duben – srpen 2025

Luděk Ruffer

lruffer@volny.cz

Specifikace:

Vstup:	vstupní odpor 100 k Ω , odporově vázaný vstupní zesilovač								
Maximální vstupní úroveň:	4,0 Vrms, tj. +14,2 dB při referenčním napětí 0,775 Vrms								
Zisk vstupní části (společný):	plynule nastavitelný v rozsahu -10 až +20 dB								
Frekvenční charakteristika:	± 1 dB, vše zapnuto, 20 Hz – 20 kHz								
Výstup:	výstupní impedance <12 Ω při 1 kHz, kapacitně vázaný výstupní zesilovač								
Zátěž výstupu:	$\geq 150 \Omega$, pro max. výstupní napětí 4,0 Vrms/1 kHz, tj. +14,2 dB do 150 Ω při referenci 0,775 Vrms								
Harmonické zkreslení:	Menší než 0,4 % THD, 20 Hz – 20 kHz								
Parametrické filtry:	<u>Šířka pásma</u> plynule nastavitelná v rozsahu od 1/4 oktávy do 3 oktáv. (Platí při zisku filtru nastaveném na maximum.) <u>Zisk filtrů</u> plynule nastavitelný v rozsahu -14 do +14 dB. <u>Spínače vyřazující každý filtr samostatně.</u> <u>Frekvenční rozsahy:</u> <table><tr><td>1 Nízké pásmo:</td><td>30 Hz – 330 Hz</td></tr><tr><td>2 Nízko – střední pásmo:</td><td>110 Hz – 1.2 kHz</td></tr><tr><td>3 Středně – vysoké pásmo:</td><td>390 Hz – 4,2 kHz</td></tr><tr><td>4 Vysoké pásmo:</td><td>1,4 kHz – 15 kHz</td></tr></table>	1 Nízké pásmo:	30 Hz – 330 Hz	2 Nízko – střední pásmo:	110 Hz – 1.2 kHz	3 Středně – vysoké pásmo:	390 Hz – 4,2 kHz	4 Vysoké pásmo:	1,4 kHz – 15 kHz
1 Nízké pásmo:	30 Hz – 330 Hz								
2 Nízko – střední pásmo:	110 Hz – 1.2 kHz								
3 Středně – vysoké pásmo:	390 Hz – 4,2 kHz								
4 Vysoké pásmo:	1,4 kHz – 15 kHz								
Omezovací filtry:	<u>Omezení hloubek:</u> 16 Hz až 800 Hz v bodě -3 dB, plynule přestavitelné <u>Omezení výšek:</u> 500 Hz až 25 kHz v bodě -3 dB, plynule přestavitelné								
Typ omezovacích filtrů:	horní a dolní propust typu Butterworth, útlum 12 dB/oktávu před/za bodem -3 dB.								

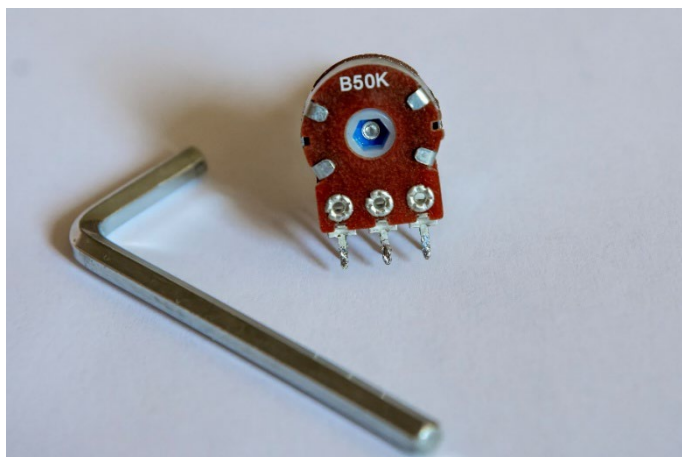
Úvod:

V časopise Amatérské Rádio 4/2025 (ono se teď jmenuje Praktická elektronika) se mě na stranách 10 až 13 zalíbil článek pana Ing. Jiřího Štefana „Stereofonní třípásmový parametrický ekvalizér“. Popisuje ekvalizér, který podle mých zjištění vychází z filtrů ekvalizéru firmy UREI model 545, ovšem je dost předělaný. Ekvalizér pana Štefana má jinak udělány vstupní a výstupní zesilovače, má vynechán Low-cut filtr a je jen třípásmový, zatímco ekvalizér 545 byl čtyřpásmový.

Co mě v článku pana Štefana zaujalo je, že jeho ekvalizér je stereofonní s ovládáním funkcí pro oba kanály jen jedním knoflíkem, zatímco i pozdější stereofonní ekvalizér UREI model 546 byly do jedné krabice vloženy dva monofonní ekvalizéry a každý kanál se ovládal zvlášť (toto provedení má ale i výhody, např. oba ekvalizéry se daly přepínačem zapojit za sebe, čímž z toho byl sice monofonní ekvalizér, ale např. s dvojnásobným ziskem), UREI model 545 byl jen monofonní.

U tohoto typu ekvalizéru se v pásmových filtrech pro řízení kmitočtu používají tandemové (dvojitě) potenciometry, takže pokud by se měly kmitočty ovládat jedním knoflíkem pro stereofonní provedení byly by potřeba čtyřnásobné potenciometry. Pan Štefan to vyřešil celkem elegantně: prodávají se tandemové potenciometry, které mají v zadní straně otvor a v něm je přístupná šestihránná dutina (imbus) o rozteči stran 4 mm spojená s hřídelí potenciometru. Já jsem použil 50 k Ω tandemový lineární potenciometr z GM electronic, odkaz na něj je:

<https://www.gme.cz/v/1494588/pc1622nk050-potenciometr> (uvidí se, jak tam dlouho bude), ovšem u GM není potenciometr zobrazen zezadu, takže tam otvor pro imbus není vidět. A tak sem dávám fotky použitého potenciometru zezadu a z boku (z boku je fotka z GMe):

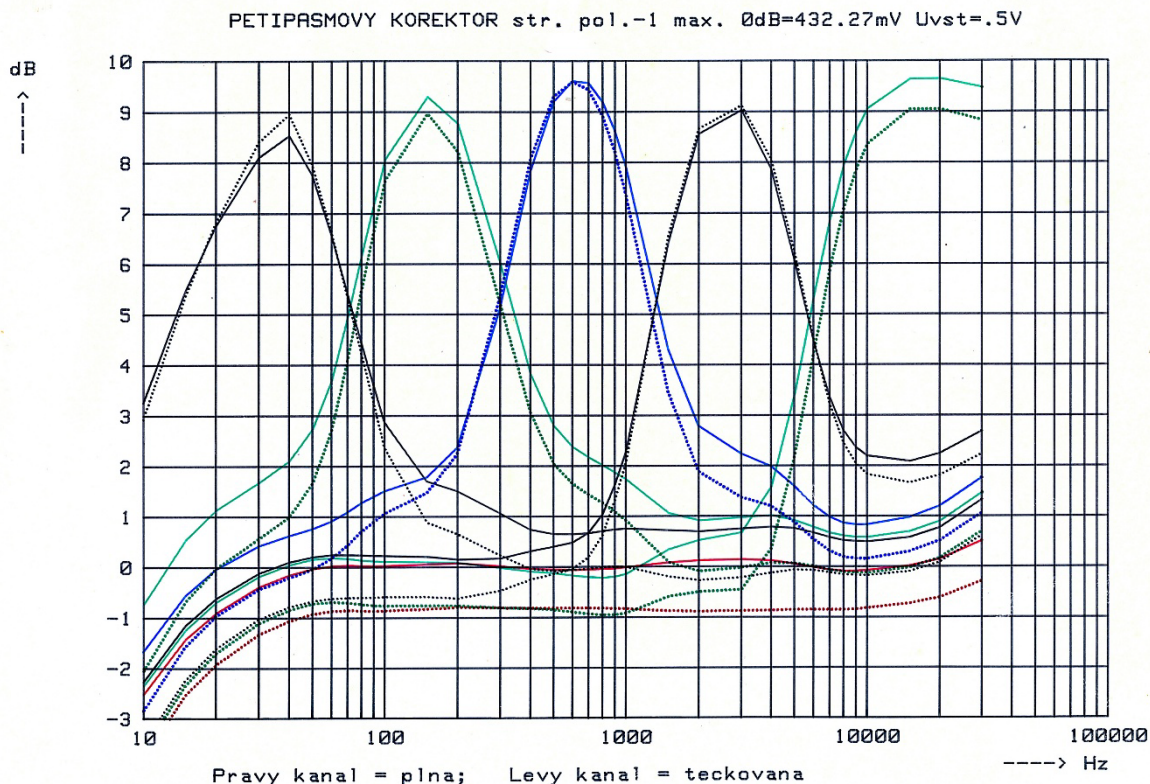


Na fotce potenciometru zezadu je i imbusový klíč 4 mm (běžně se prodává), který (kousek z něj uříznutý) je použitý na spojení dvou těchto potenciometrů zády k sobě, čímž vznikne potenciometr čtyřnásobný. U lineárních potenciometrů to takto jde udělat, logaritmické by takto spojit nešly, protože by oba potenciometry měly nestejný (opačný) průběh.

Vždycky jsem chtěl mít u svého (možná) Hifi zesilovače vícepásmový korektor a klasické zapojení regulace hloubek a výšek např. korektorem typu Baxandall se mě zdálo málo. V roce 1974 v tehdejší Radiovém konstruktéru číslo 5 vyšel na stranách 17 – 19 korektor pětípásmový s pevně danými kmitočty a šířkou regulovaných pásem, a (hlavně) bez cívek. Měl regulaci tehdy běžně dostupnými otočnými tandemovými potenciometry, ovšem já jsem si představoval regulaci potenciometry tahovými, aby byl přibližně vidět nastavený průběh. V té době jsem tandemové tahové potenciometry nesehnal, takže udělaný korektor s osazenými deskami a otočnými potenciometry připojenými stylem vrabčí hnízdo jsem jen vyzkoušel a změřil (i kmitočtový průběh), a uložil do tzv. šuplíku.

A když jsem v té době dával svůj zesilovač narychlo do pevné skřínky osadil jsem ho jen běžným regulátorem hloubek a výšek typu Baxandall a takto zůstal dodnes.

Potom, v roce 1983 jsem měl možnost provést mj. měření frekvenční charakteristiky, a tak sem pro zajímavost dávám v té době změřený průběh zmíněného korektoru z RK 5/1974. Byla měřena jen maxima nastavení jednotlivých kanálů, jsou kresleny černě, zeleně a modře. Při měření jednotlivých kanálů byl vždy měřený kanál nastaven na maximum a ostatní potenciometry byly nastaveny na střed. Kmitočet byl nastavován ručně po krocích v grafu viditelných. Červeně jsou kresleny průběhy při nastavení všech potenciometrů na střed, tedy rovný průběh:



Měřeno bylo ústřednou HP skládající se z digitálního voltmetru s RMS konvertorem HP 3455 A, přepínače kanálů HP 3495 A a z plotteru HP 9872 A, řízeno to bylo počítačem HP 9845 B. Měřené střídavé napětí byla pravá RMS (efektivní) hodnota. Zdroj signálu byl nějaký ručně řízený generátor Tesla (asi BM 492 nebo BM 534, dnes už přesně nevím).

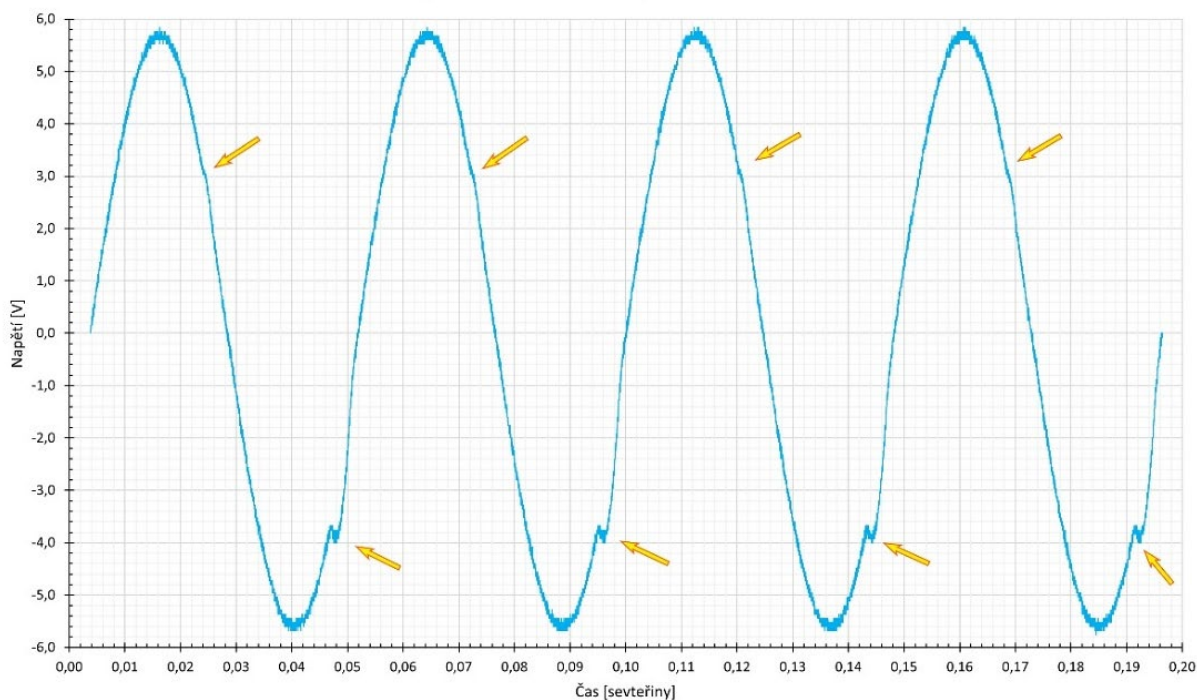
A teď, když jsem prohlížel korektor v AR 4/2025 rozhodl jsem se, že ho vyzkouším, i když má zase ovládání otočnými potenciometry, ovšem ovládá se jimi víc parametrů. U korektoru v AR 4/2025 se mě ale nelíbilo, že je jen třípásmový, a tak jsem na internetu hledal a našel zapojení jak modelu UREI 545 ze kterého pan Štefan v AR vychází, tak novějšího (cca rok 1980) modelu 546. Model 546 mě zaujal, jednak je čtyřpásmový, a druhak má tzv. omezovací filtry pro hloubky i výšky, když model 545 měl omezovací filtr jen pro hloubky.

Nejprve jsem podle modelu 546 udělal na vyzkoušení filtr sekce 1 pro hluboké kmitočty jako tzv. vrabčí hnízdo, a i s dnešními součástkami (např. dvojitý OZ NJM4580D místo původního čtyřnásobného HA-4741) to chodilo jedle. Tak jsem navrhl plošné spoje a korektor udělal tzv. na hotovo, ovšem s následujícími změnami proti modelu 546:

- 1) Na vstupní desce jsem sice udělal regulátor celkového zisku (původní IC50-A) a omezovací filtry (původní IC50-B), ale vstupní a výstupní zesilovače jsem udělal podle článku v AR 4/2025, tedy jen jednoduchý zesilovač.
- 2) Protože jsem neměl odvahu napájet IO mezním napětím ± 18 V jako firma UREI a ± 12 V z AR 4/2025 se mě zase zdálo zbytečně málo, zvolil jsem napájecí napětí ± 15 V, s ním ovšem filtry nemají regulaci zisku ± 15 dB jako UREI, ale „jen“ ± 14 dB což jsem akceptoval a ověřil měřením.

- 3) Korektory UREI i v AR 4/2025 používají jednu společnou indikaci špiček pro každý kanál, a to se mně také zdálo málo, protože je teoreticky možné, že přebuzení vznikne za některým filtrem, ale jedna indikace neukáže za kterým. Tak jsem udělal indikátory špiček zvlášť pro každý filtr i pro vstupní desku, ale vždy společné pro oba kanály, protože se kanály stejně regulují společně. Na indikátor je na každé desce použita jen polovina IO a druhá je nezapojená. Toto řešení jsem zvolil proto, že se mě jednak nelíbilo přetahovat zbytečné drátové propojky mezi deskami, a druhak jsem na indikátory špiček použil staré „šuplíkové“ Tesla MA1458.
- 4) Poslední změna vyplynula ze zkoušek celé sestavy, kdy pro nízké kmitočty (asi 20 – 80 Hz) od určité úrovně napětí a při nastavení na velkou šířku pásma začínal korektor zkreslovat. Toto zkreslování se nevyskytovalo při měření samotného filtru hloubek, ale začalo se vyskytovat až po připojení filtru sekce 2 na výstup filtru hloubek (sekce 1). Nepodařilo se mě zjistit, čím je zkreslení způsobeno, možná nějakou vazbou mezi filtry nebo jejich spojením (jsou spojeny stejnosměrně), ale to jsou jen dohady, teď nevím. Zkreslení mě překvapilo, u korektorů UREI jsem o tom nikde nic nenašel a divil bych se, kdyby to nedělaly (rád bych to vyzkoušel, ale korektor UREI kvůli tomu v nějakém bazaru kupovat nebudu), ani v AR o tom zmínka není, ovšem tam jsou filtry jednak trochu jinak zapojené (vychází z modelu UREI 545) a druhak mají jiné kmitočty. Nicméně a navíc z toho vyplynulo jednak omezení maximální šířky pásem filtrů ze čtyř oktáv na tři oktávy a druhak omezení max. velikosti vstupního napětí (UREI 546 má dopočtem z dokumentace max. vstupní napětí 15,47 Vrms, tento korektor jen 4,0 Vrms) a ještě jsem musel upravit zisky vstupního a výstupního zesilovače tak, že vstupní zesilovač signál zeslabuje na 1/3 a výstupní to zase dorovná. Je v tom samozřejmě větší hrozba infiltrace rušivých napětí do filtrů, ale z poslechu i z orientačních měření se mě zdá (ale nespím), že je to v pořádku a na jinou možnost, jak zkreslení potlačit jsem zatím nepřišel. Záznam začínajícího zkreslení z osciloskopu je na následujícím obrázku:

Sinusovka 20 Hz z generátoru TESLA BM 534 přes parametrický korektor UREI - NUF začínající zkreslení. Osciloskop Hantek DSO4102C.



Fotografie vyrobeného korektoru a potisk předního panelu:

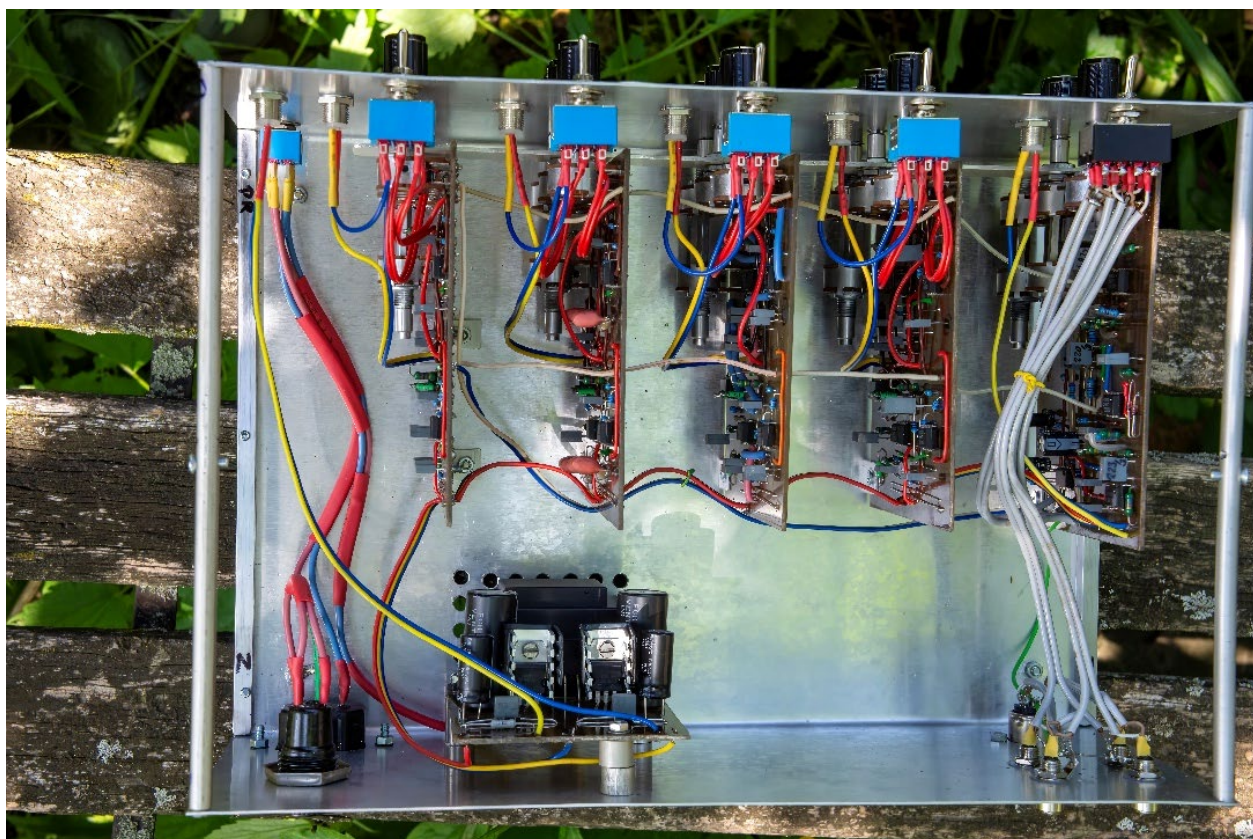
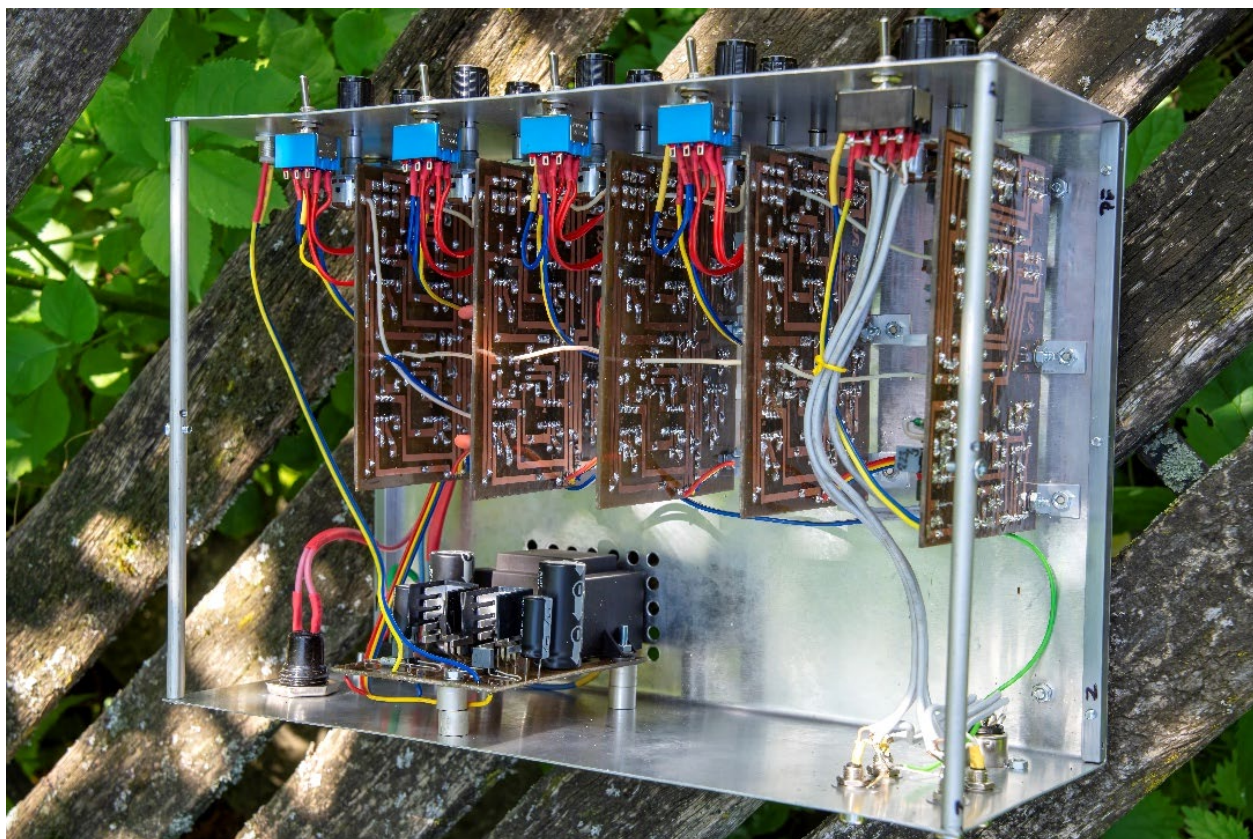
Hotový korektor zepředu vypadá takto:



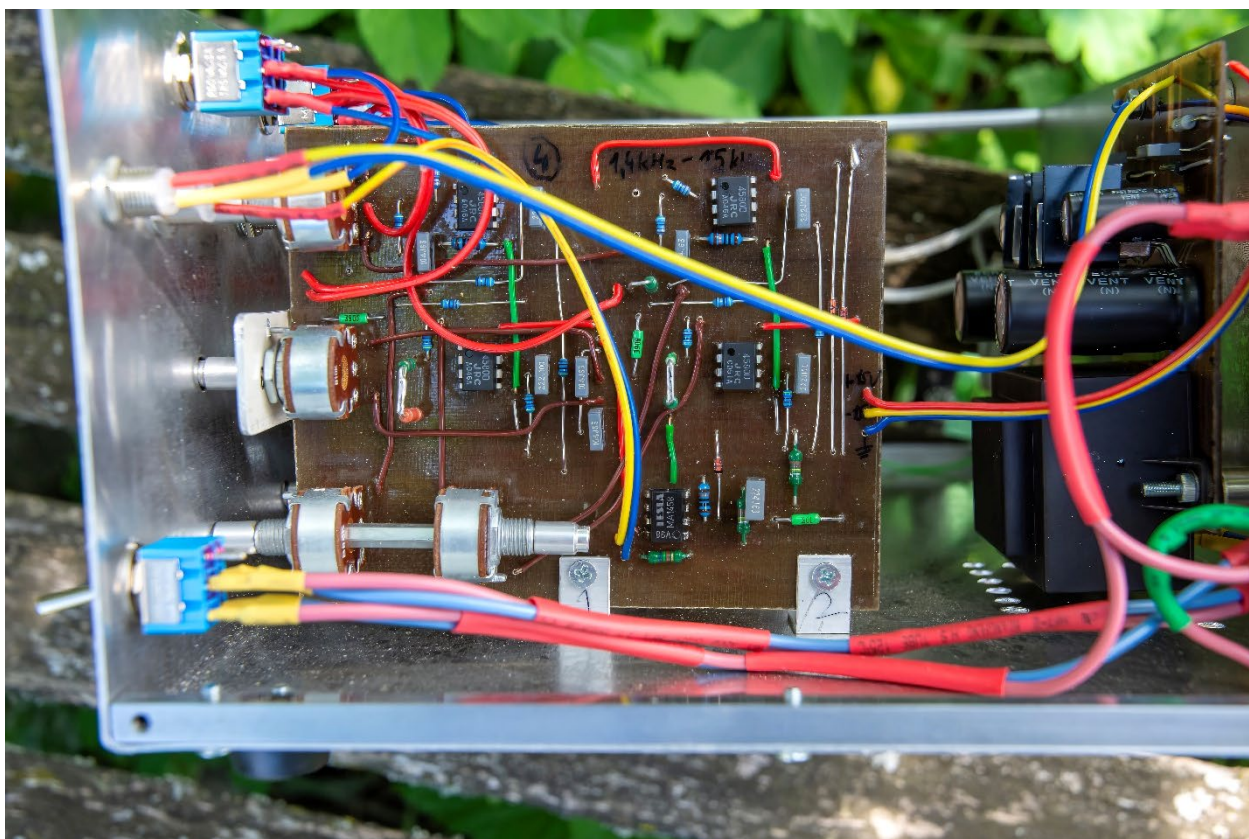
A zezadu:



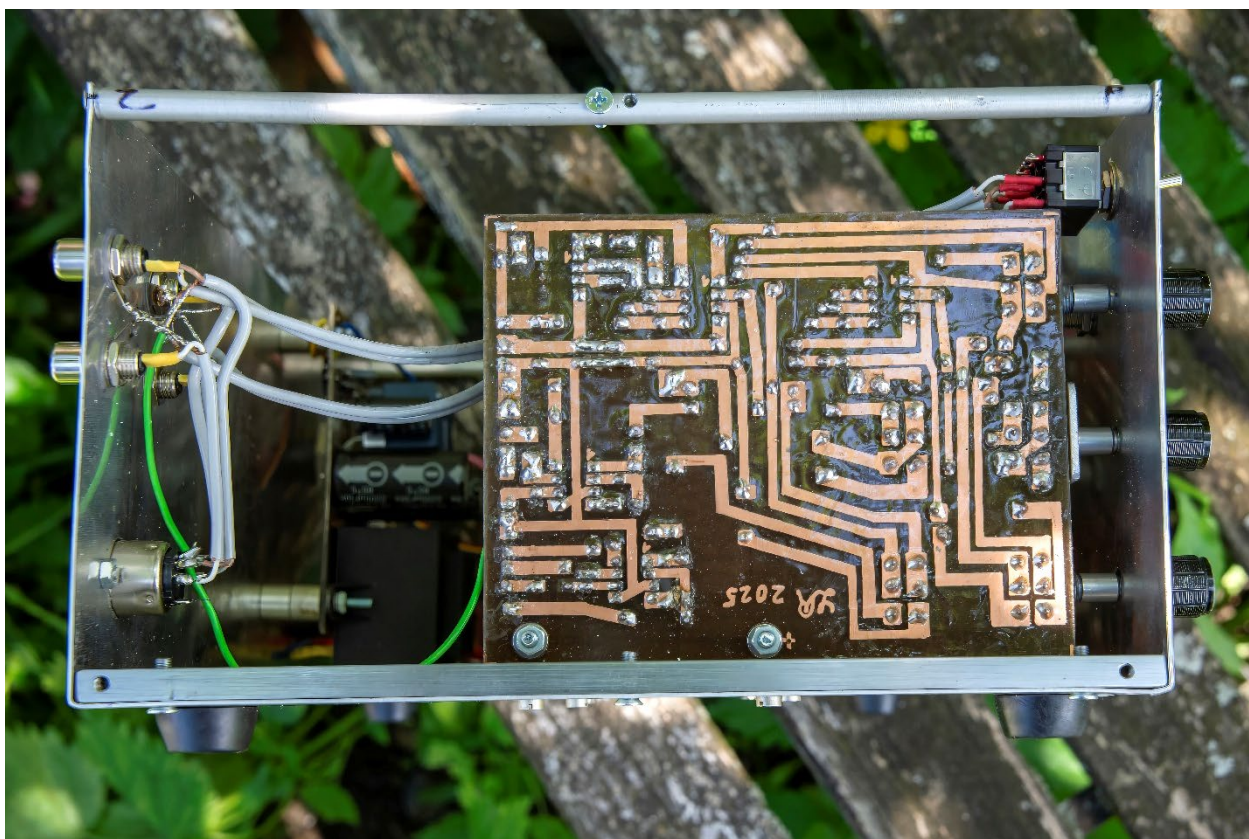
Několik pohledů do vnitř:



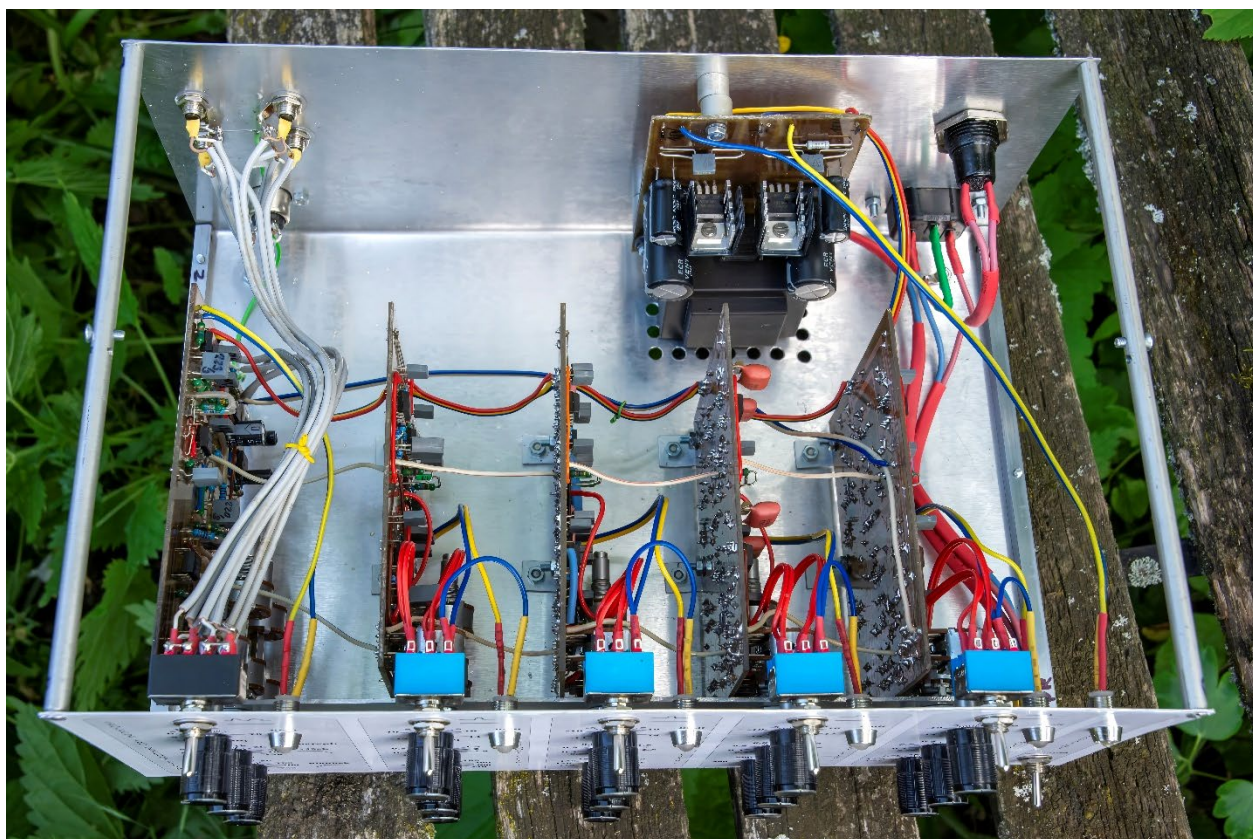
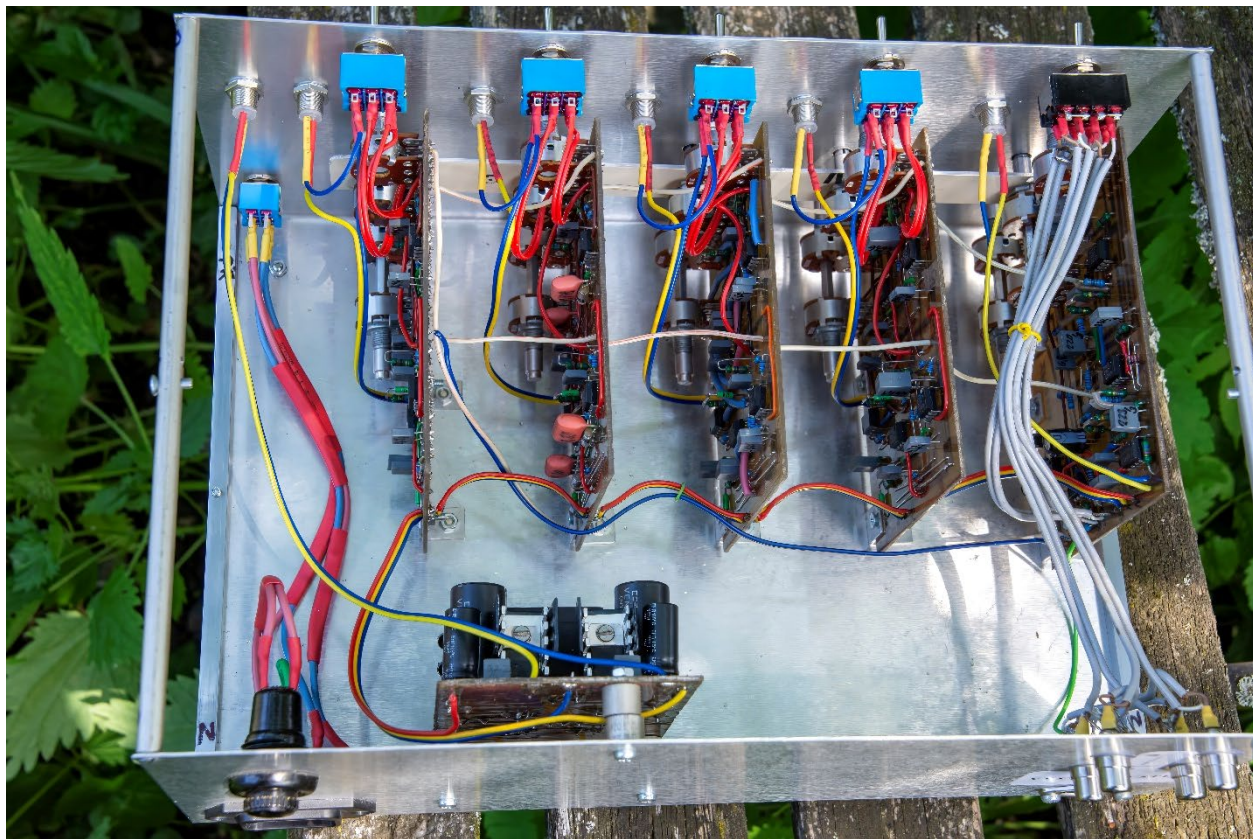
Pohled na filtr 4 (výšky) se spojením potenciometrů imbusem a síťový zdroj:



Pohled na plošný spoj vstupně-výstupní desky a zapojení vstupních konektorů:



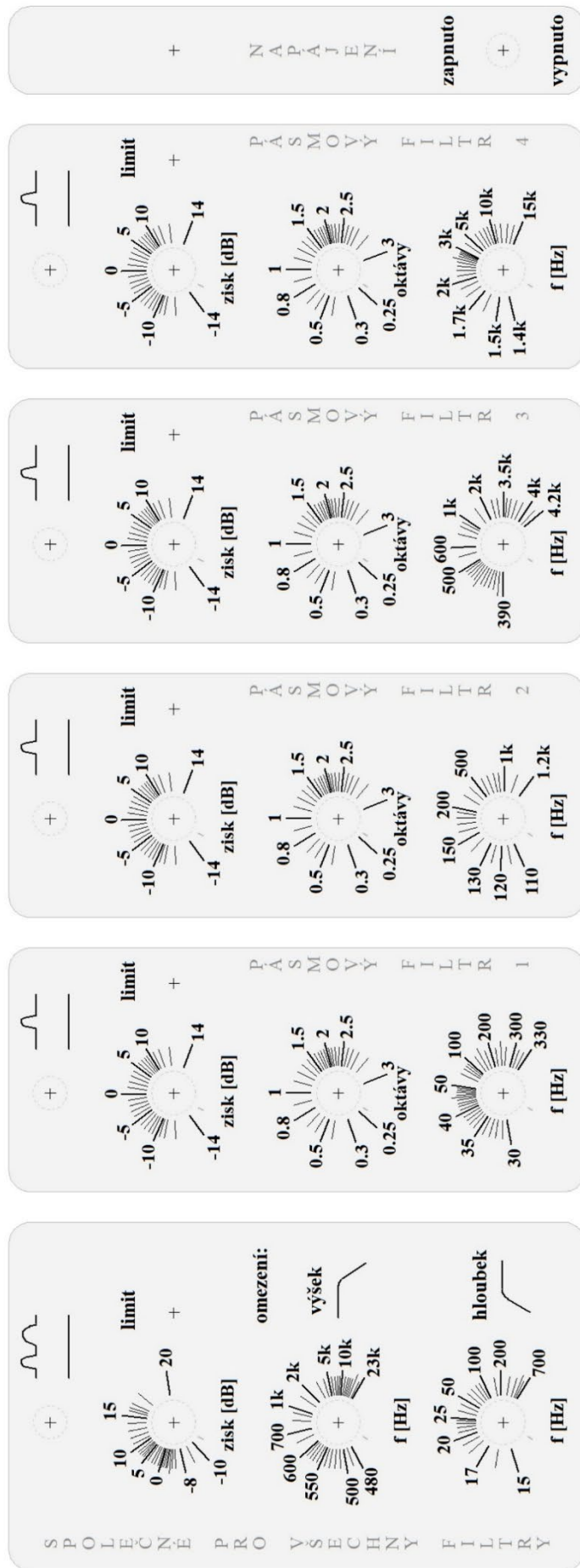
Další pohledy do vnitř:



Potisk předního panelu. Byl udělán v programu Galva verze 3.22 který je ze září 2020, ale zato je neplacený. V době psaní tohoto byl ke stažení na: <https://www.f5bu.fr/galva-download/> a příklady na <https://www.f5bu.fr/galva-about/>. Je to jakýsi speciální programovací jazyk, ale až na to, že francouzsky nějak neumím ani slovo a příkazy jsou francouzské, je celkem lehce pochopitelný. Jediný trochu problém jsem měl s tím, že u tisku se sice dá volit tiskárna, ale nemá žádnou ukázkou před tiskem, takže je to metoda zkusmá, a taky se mě stalo, že třeba při tisku do jakéholiv pdf tiskárny to prošlo, ale uložený pdf soubor jsem nikde nenašel...

Panel jsem vytiskl na samolepící lesklý papír pro laserové tiskárny (běžně se prodává), a potisk má rozměr 300 x 115 mm (označení rohu na tisku). Tiskl jsem ho na formát A4, ale ten má jen 297 mm, takže kousek scházel, já jsem výtisk trochu oříznul a scházející jsem dolepil. Díry jsem nevystříhoval předem protože moje výrobní tolerance děr v předním panelu se ukázaly dost velké a s tiskem se nějak nekryly, ale vyřezal jsem je ostrým vyřezávačem až po nalepení papíru na panel podle v něm vyrobených děr. Z toho důvodu jsou také dílky stupnic nakresleny až do dost malého průměru a bez kruhových výsečí, protože by měly zasahovat pod knoflíky čímž se nerovnoměrnosti opticky trochu odstraní. Panel je navržen na knoflíky o průměru 13 mm.

Poznámka: popis regulátorů šířky pásma v oktávách platí pro maximální zisk filtrů.

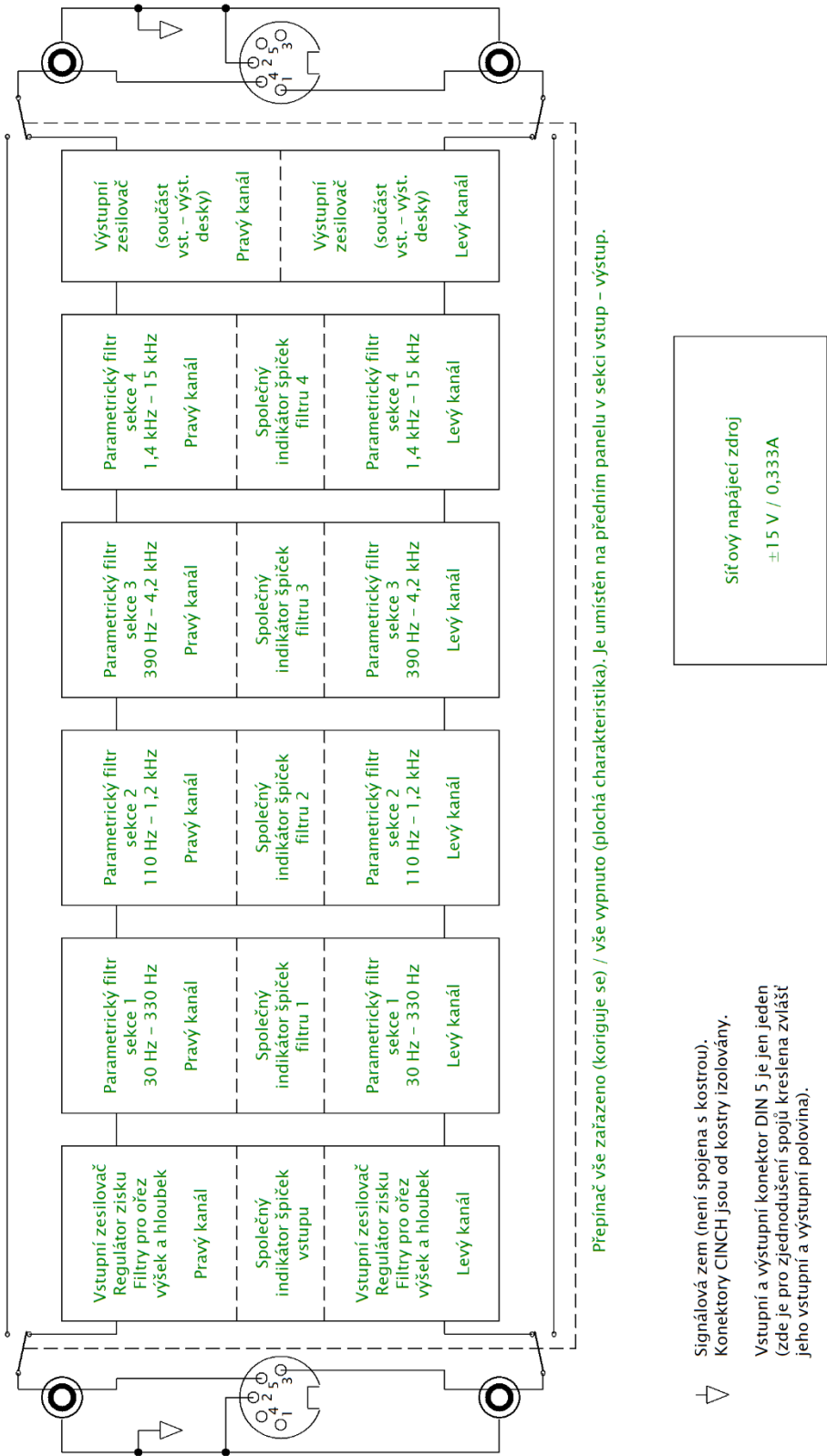


Stereo čtyřpásmový parametrický korektor (podle UREI model 546, upraveno)

Schéma zapojení a plošné spoje:

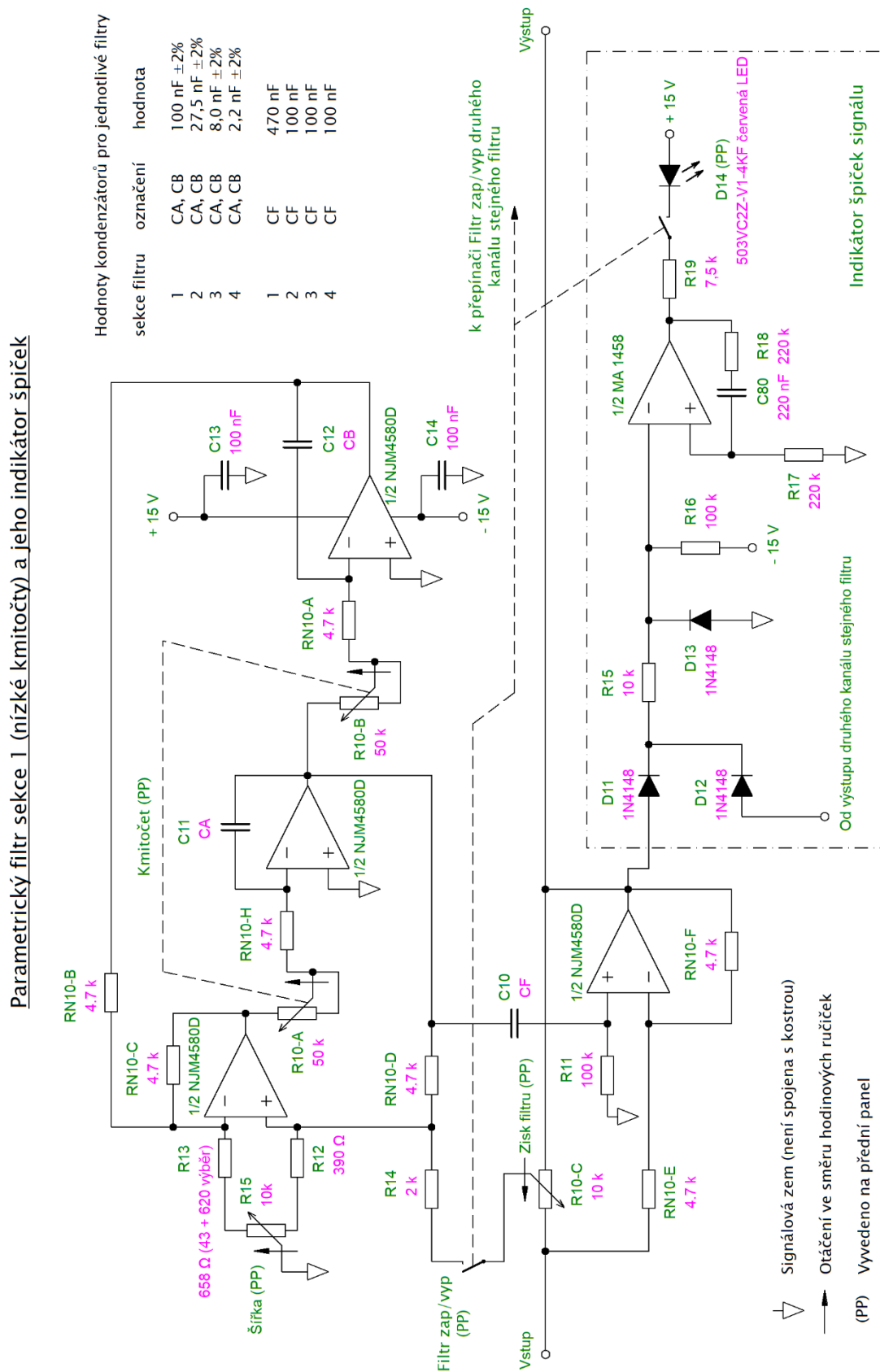
Blokové schéma:

Blokové schéma čtyřpásmového parametrického stereofoního korektoru, upraveno z UREI model 546.



Jeden parametrický filtr:

Desky jsou čtyři, zde je kreslen jen jeden filtr, filtry pro jiné kmitočty se liší jen kondenzátory uvedenými v tabulce u schématu. Na jedné desce jsou vždy dva stejné filtry pro oba kanály (tandemové potenciometry pro kmitočet jsou spojeny imbusem 4 mm) a jeden indikátor špiček společný pro oba kanály.



Vstupní – výstupní deska

Deska je jedna, jsou na ní dva celky vstupního zesilovače s řízením zisku a s omezovacími filtry hloubek a výšek pro každý kanál (tandemové potenciometry pro omezení hloubek a výšek jsou pro oba kanály spojeny imbusem 4 mm), dva výstupní zesilovače a jeden indikátor špiček společný pro oba kanály.

Vstupně – výstupní deska

