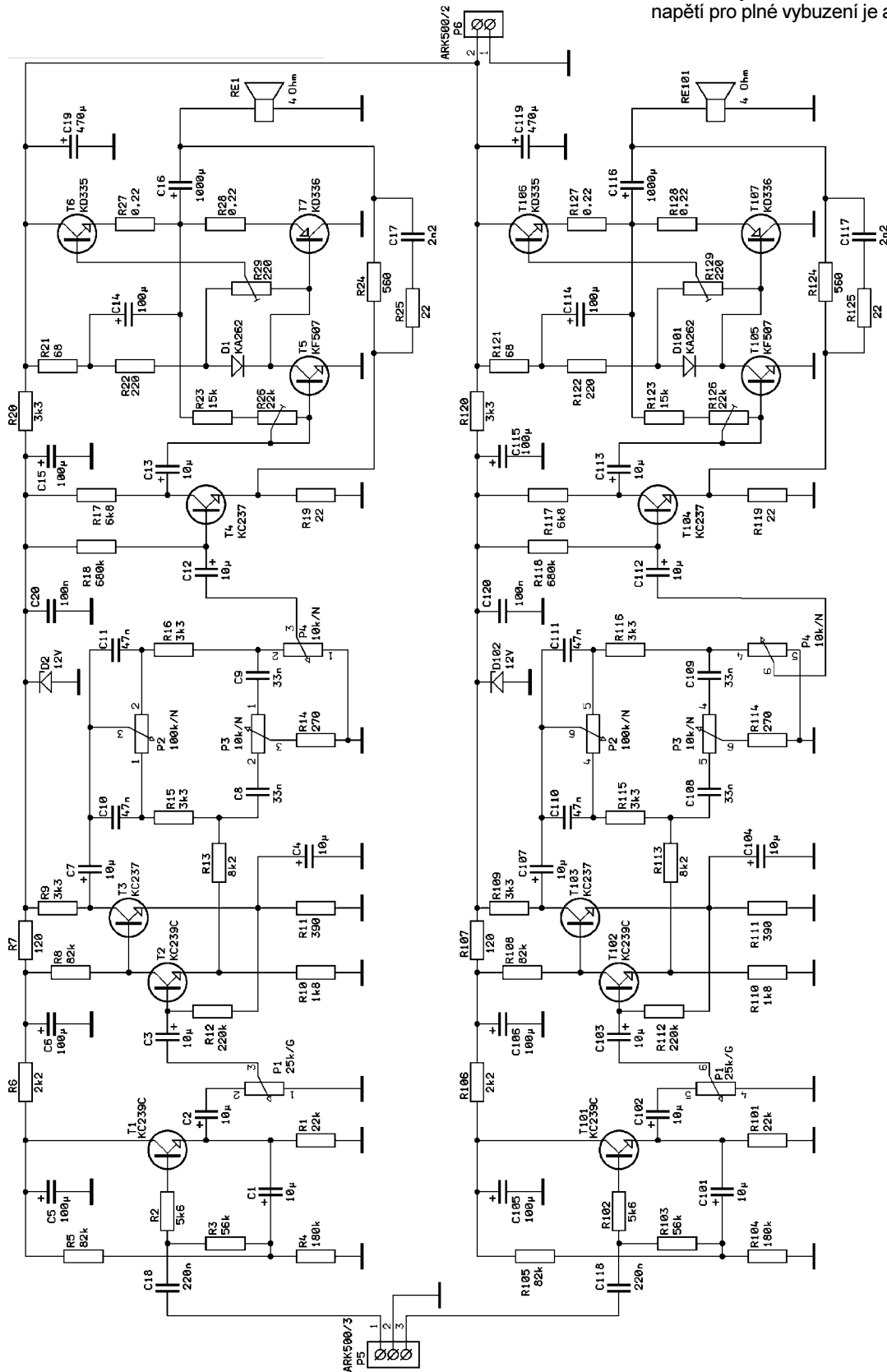


# Stereofonní zesilovač 2x 15 W s tranzistory

K mým velice oblíbeným konstrukcím stereofonního zesilovače v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století patřila konstrukce s křemíkovými tranzistory a výkonovými doplňkovými germaniovými tranzistory řady GD607/GD617, kterou po mo-

dernizaci před deseti lety mám dodnes a slouží k naprosté spokojenosti jako zesilovač k rádiu v mé dílně.

Zesilovač má při napájecím napětí 30 V sinusový výkon 2x 15 W do zátěže 4 Ω. V celém akustickém pásmu je činitel harmonického zkreslení 0,2 %, zdvih korekce hloubek je ±15 dB na kmitočtu 20 Hz, zdvih korekce výšek je ±15 dB na 20 kHz. Vyvážení kanálů je +6 až -60 dB, zvlnění výkonové kmitočtové charakteristiky v pásmu 20 Hz až 20 kHz je menší než 0,5 dB. Vstupní napětí pro plné vybuzení je asi 130 mV.



Obr. 5. Stereofonní zesilovač 2x 15 W s tranzistory

## Popis funkce

Schéma zesilovače je na obr. 5. Dále si popíšeme levý kanál, pravý kanál je zapojen shodně, pouze odpovídající součástky mají číslo větší o stovku.

Nízkofrekvenční signál je přiváděn přes vstupní svorkovnici P5 a vazební svitkový kondenzátor C18 na vstup oddělovacího stupně, který je tvořen emitorovým sledovačem s tranzistorem T1. Vstupní impedance tohoto stupně je velmi velká a jeho napětové zesílení je přibližně rovno jedné. Na tento vstup lze bez velkých obtíží připojit jak krystalovou přenosku, tak tuner, přehrávač CD nebo i kazetový přehrávač.

Je samozřejmě na libovůli konstruktéra, jaké typy vstupních konektorů zvolí (DIN nebo CINCH apod.) a jak odporo-

vými děliči upraví sílu vstupního signálu, aby odpovídala požadované velikosti na vstupu oddělovacího stupně.

Pracovní bod tranzistoru T1 je nastaven rezistorem R3 tak, aby na emitoru T1 bylo napětí rovné polovině napětí napájecího.

Přes oddělovací kondenzátor C2 je nízkofrekvenční signál přiváděn na regulátor hlasitosti - na potenciometr P1 s logaritmickým průběhem odporové dráhy.

Za regulátorem hlasitosti následuje ovládací zesilovač s tranzistory T2 a T3, který je zapojen jako Williamsonův korektor. Korekce hloubek se ovládá potenciometrem P2 s lineárním průběhem odporové dráhy, korekce výšek se ovládá potenciometrem P3 rovněž s lineárním průběhem odporové dráhy.

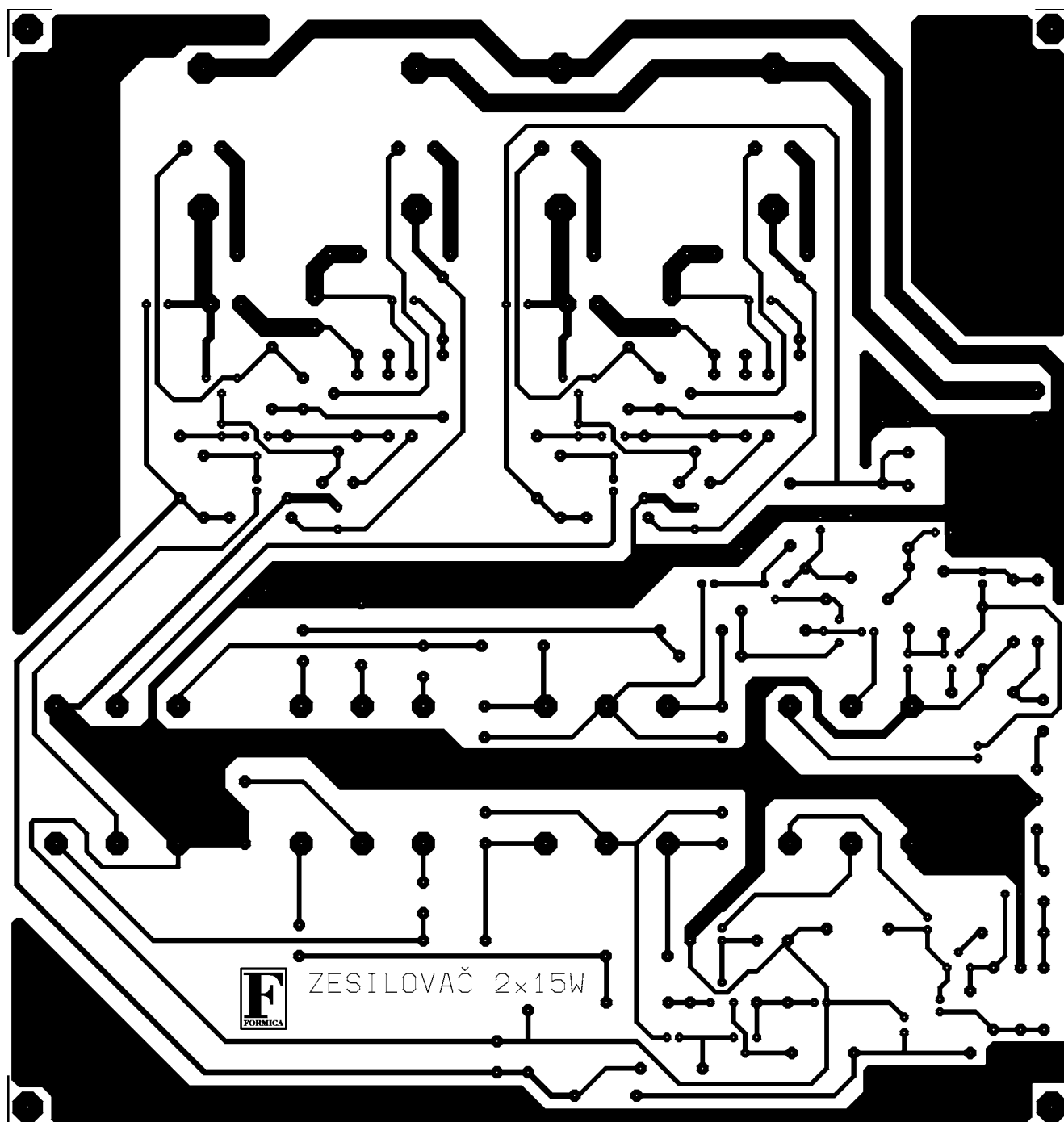
Velkou předností tohoto aktivního korektoru je, že kromě tónových korekcí také napětově zesiluje.

Napětové zesílení ovládacího zesilovače je při rovném kmitočtovém průběhu určeno poměrem odporů rezistorů R13 a R10 a polohou regulátoru stereofonního vyvážení P4. Ve střední poloze P4 je napětové zesílení rovno číslu 2,5.

Regulátorem vyvážení P4 se mění zesílení obou kanálů zesilovače ve vzájemně opačném smyslu od nuly do maxima.

Výkonový zesilovač je osazen čtyřmi křemíkovými tranzistory a je zapojen klasicky s koncovým stupněm s doplňkovými tranzistory T6 a T7.

Rozkmitový stupeň s tranzistorem T5 pracuje ve třídě A, což přispívá



Obr. 6. Obrazec spojů stereofonního zesilovače 2x 15 W (měř.: 1 : 1)

k ochraně koncových tranzistorů při jejich případném přetížení. Rozkmitový stupeň je stejnosměrně oddělen kondenzátorem C13 od budiče osazeného tranzistorem T4. Napěťové zesílení výkonového zesilovače je určeno poměrem odporů zpětnovazebních rezistorů R24 a R19 a je asi 25. Článek R25, C17 v obvodu zpětné vazby zajišťuje stabilitu zesilovače a zabráňuje rušivému kmitání v nadakustickém pásmu.

Koncové výkonové tranzistory jsou linearizovány a chráněny výkonovými rezistory R27 a R28, které jsou zapojeny do jejich emitorů.

Z koncového stupně je nf signál veden přes oddělovací kondenzátor C16 na výstupní svorkovnici RE1 a odtud do reproduktorové soustavy o jmenovité impedanci 4 Ω.

Vstupní oddělovací stupeň a korektor jsou napájeny stabilizovaným napětím, které je odvozeno ze silového napájecího napětí koncového stupně. Napájecí napětí pro oddělovací stupeň a korektor je stabilizováno Zenerovou diodou D2 s rezistorem R20 a filtrováno řetězcem rezistorů R7, R6 a kondenzátorů C5, C6, C20 a C15.

Silové napětí pro koncové stupně o jmenovité velikosti 30 V/2 A je do zesilovače přiváděno přes svorkovnici P6 a je blokováno kondenzátorem C19.

### Konstrukce

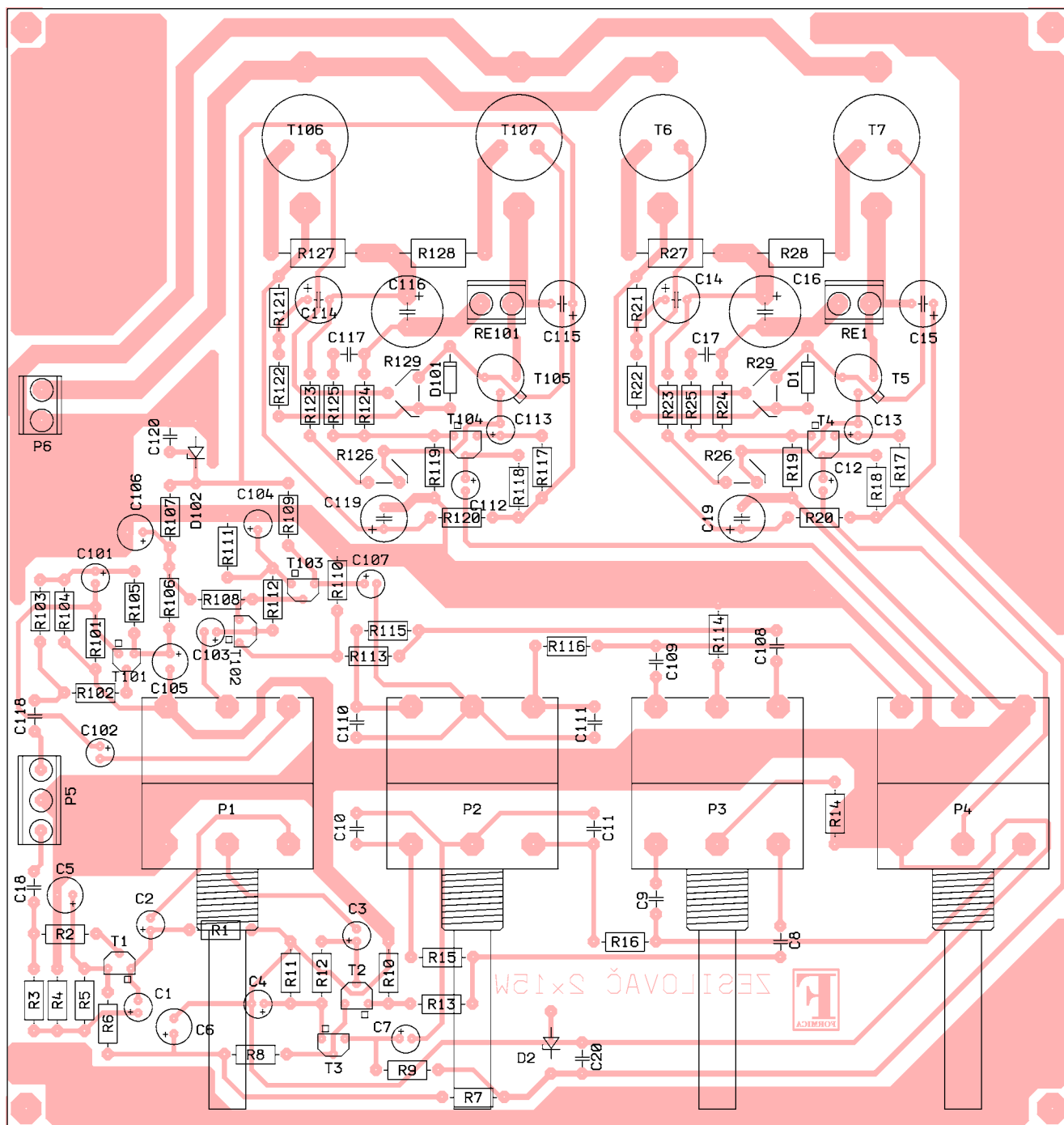
Zesilovač je zkonstruován z klasických vývodových součástek, které jsou připájeny na desce s jednostrannými plošnými spoji. Obrázec spoju je na

obr. 6, rozmístění součástek na desce je na obr. 7.

Použité součástky jsou běžně dostupné na trhu. Rezistory jsou miniaturní metalizované s tolerancí 1% na zatížení 0,6 W, kondenzátory v korektoru jsou vybírány s tolerancí 5 %, potenciometry na souběh vybírány nebyly. Na tranzistor T5 nasadíte malý hliníkový chladič, zvláště je to nutné při napájecím napětí větším než 25 V.

S oživováním zesilovače a s jeho nastavením nejsou žádné obtíže a funguje na první zapojení.

Na svorkovnici P6 přiveďte stejnosměrné napětí o velikosti 25 až 35 V ze zdroje, který je schopen poskytovat proud větší než 2 A. Trimry R29 a R129 nastavte klidový proud koncových tranzistorů asi 20 mA a trimry R26 a



Obr. 7. Rozmístění součástek na desce stereofonního zesilovače 2x 15 W

R126 nastavte na kladném pólu kondenzátoru C16 a C116 polovinu napájecího napětí. Úpravou odporu rezistorů R18 a R118 je případně možné nastavit polovinu napájecího napětí na kolektoru tranzistorů T4 a T104 a změnou odporu rezistorů R12 a R112 polovinu napájecího napětí na kolektoru tranzistorů T3 a T103.

Pokud mají všechna napětí a proudy požadovanou velikost a výkonové tranzistory jsou umístěny na dostatečně dimenzovaném žebrovaném hliníkovém chladiči, můžeme přistoupit k praktické zkoušce zesilovače, tj. k poslechu hudby. Nezapomeňte výkonové tranzistory galvanicky oddělit od chladiče slídovou podložkou. Slídové podložky a chladič lehce namažte silikonovou vazelinou, aby se zlepšil přístup tepla mezi tranzistory a chladičem.

C17, C117	2,2 nF, keramický
C18, C118	220 nF, TC350
C19, C119	470 µF/35 V, radiální
C20, C120	100 nF, keramický
D1, D101	KA262
D2, D102	BZX85V012 (Zenerova dioda 12 V/1,3 W)
T1, T2,	
T101, T102	KC239C
T3, T103	KC237
T4, T104	KC237
T5, T105	KF507
T6, T106	KD335
T7, T107	KD336
RE1, RE101	ARK500/2, svorkovnice pro reproduktory o impedanci 4 Ω
P5	ARK500/3, svorkovnice
P6	ARK500/2, svorkovnice

Ing. Zdeněk Zátoupek

### Seznam součástek

R1, R101	22 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R2, R102	5,6 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R3, R103	56 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R4, R104	180 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R5, R8,	
R105, R108	82 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R6, R106	2,2 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R7, R107	120 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R9, R15,	
R16, R20,	
R109, R115,	
R116, R120	3,3 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R10, R110	1,8 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R11, R111	390 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R12, R112	220 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R13, R113	8,2 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R14, R114	270 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R17, R117	6,8 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R18, R118	680 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R19, R25,	
R119, R125	22 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R21, R121	68 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R22, R122	220 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R23, R123	15 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R24, R124	560 Ω/1 %/0,5 W, metal.
R26, R126	22 kΩ/1 %/0,5 W, metal.
R27, R28,	
R127, R128	0,22 Ω/1 W
R29, R129	220 Ω/1 %/0,5 W, metal.
P1	25 kΩ/G, tandemový log. potenciometr TP283b
P2	100 kΩ/N, tandemový lin. potenciometr TP283b
P3, P4	10 kΩ/N, tandemový lin. potenciometr TP283b
C1, C2, C3,	
C4, C7, C12,	
C13, C101,	
C102, C103,	
C104, C107,	
C112, C113	10 µF/16 V, radiální
C5, C6,	
C105, C106	100 µF/25 V, radiální
C8, C9,	
C108, C109	33 nF, TC351
C10, C11,	
C110, C111	47 nF, TC351
C14, C15,	
C114, C115	100 µF/35 V, radiální
C16, C116	1000 µF/16 V, radiální