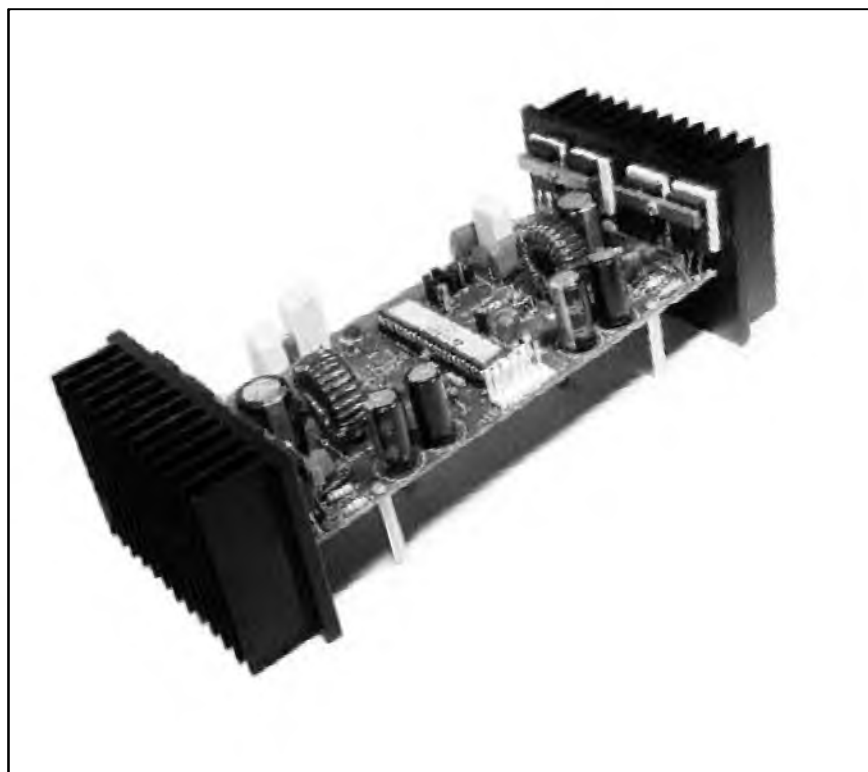


Amatérské radio**Vydavatel:** AMARO spol. s r.o.**Adresa vydavatele:** Radlická 2, 150 00 Praha 5,
tel.: 57 31 73 14**Redakce:** Alan Kraus, kraus@jmrtronic.cz**Adresa redakce:** Na Beránce 2, 160 00
Praha 6. tel.: 22 81 23 19**Ročně vychází** 6 čísel, cena výtisku 30 Kč.
Roční předplatné 156 Kč**Rozšiřuje** PNS a.s., Transpress spol. s r. o.,
Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.**Předplatné** v ČR zajišťuje Amaro spol. s r. o.
- Michaela Jiráčková, Hana Merglová (Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel./fax: (02) 57 31 73 13, 57 31 73 12). Distribuci pro předplatitele také provádí v zastoupení vydavatele společnost Předplatné tisku s. r. o., Abocentrum, Moravské náměstí 12D, P. O. BOX 351, 659 51 Brno; tel.: (05) 4123 3232; fax: (05) 4161 6160; abocentrum@pns.cz; reklamace - tel.: 0800 -171 181.**Objednávky a předplatné** v Slovenskej republike vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslova 12, P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava 3, tel./fax: 02/44 45 45 59, 44 45 06 97 - předplatné, tel./fax: 02/44 45 46 28 - administratíva
E-mail: magnet@press.sk.**Podávání novinových zásilek** povoleno Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha (č.j. nov 6280/97 ze dne 22.8.1997)**Inzerce v ČR** přijímá vydavatel, Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel./fax: (02) 57 31 73 14.**Inzerce v SR** vyřizuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel./fax: 02/44 45 06 93.**Za původnost** příspěvku odpovídá autor.Otisk povolen jen s uvedením **původu**.Za obsah **inzerátu** odpovídá inzerent.Redakce si vyhrazuje **právo neuveřejnit** inzerát, jehož obsah by mohl poškodit pověst časopisu.**Nevyžádané rukopisy** autorům nevracíme.Právní nárok na **odškodnění** v případě změn, chyb nebo vynechání je vyloučen.**Všecká práva vyhrazena.**

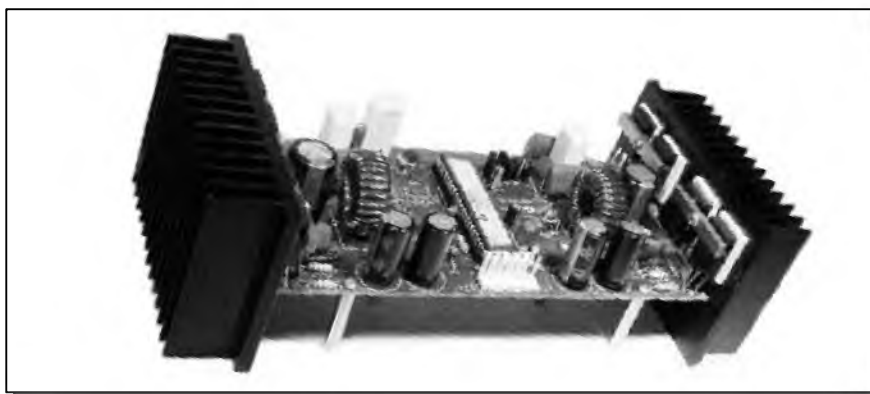
ISSN 1212-1843

© AMARO spol. s r. o.

Obsah**Obsah** 1**Stereofonní digitální zesilovač 2x 1500 W** 2- **popis obvodu TA 3020**..... 4- **TA 3020 v můstkovém zapojení**..... 10- **princip zapojení**..... 17- **popis zesilovače ZTA 3020-M-x**..... 17**STW34NB20**..... 24**Mixážní pult MCD**..... 26**Tester výstupu S/PDIF**..... 28**Nabídka stavebnic**..... 30**Objednací lístek pro předplatitele**..... 32

Digitální zesilovač s obvodem TA3020

Koncem loňského roku jsme v Amatérském radiu uveřejnili první informace o zcela nové koncepci digitálních (spínaných) zesilovačů, pracujících ve třídě T. S touto technologií přišla na trh americká firma Tripath. Během velmi krátké doby uvedla několik řad integrovaných obvodů pro zesilovače třídy T. Tyto obvody jsou určeny pro velmi široké spektrum výstupních výkonů. Nejmenší, v provedení pro SMD montáž, mají výstupní výkon 2x 10 W bez nutnosti použít externí chladič. Střední kategorie pracuje s výstupním výkonem až 2x 100 W, přičemž obvod obsahuje i výkonové spínací tranzistory MOSFET. Pro vyšší výkony existují integrované budiče,



obsahující veškeré obvody zesilovače, které se doplní pouze externími spínacími tranzistory MOSFET. Tyto budiče existují ve dvou řadách. První jsou hybridní obvody ve speciálních čtvercových pouzdrech s výkonem až

2x 500 W. Jejich cena je sice poněkud vyšší, jsou však vybaveny některými doplňkovými obvody, jako je například výstup indikující přebuzení vstupu, který lze přímo použít k indikaci, případně k řízení vstupního

Koncové zesilovače ve třídě T s obvodem TA3020 firmy Tripath					
stavebnice (sypané součástky + DPS)			osazené a oživené moduly (včetně chladiče)		
typ	popis	cena	typ	popis	cena
ZTA3020-M-x KIT	sada součástek včetně DPS na jeden kanál koncového zesilovače 1500 W (bez chladiče)	3890,-	ZTA3020-M-x MODUL	osazený a oživený modul jednoho kanálu koncového zesilovače 1500 W s chladičem o rozměrech 216 x 160 x 80 mm	5890,-
ZTA3020-S-x KIT	sada součástek včetně DPS na dva kanály koncového zesilovače 2x 1500 W (bez chladiče)	6980,-	ZTA3020-S-x MODUL	osazený a oživený modul stereofonního koncového zesilovače 2x 1500 W s chladičem o rozměrech 216 x 320 x 80 mm	9980,-

Tab. 1. Koncové zesilovače třídy T

Výkonové řady koncových zesilovačů ZTA3020-M / ZTA3020-S		
typ	rozsah napájecích napětí	výstupní výkon THD+N = 0,1 % (4 ohmy)
ZTA3020-M-1	±23 V až ±36 V	300 W @ ±30 V
ZTA3020-M-2	±30 V až ±48 V	600 W @ ±43 V
ZTA3020-M-3	±40 V až ±64 V	1200 W @ ±60 V
ZTA3020-S-1	±23 V až ±36 V	2x 300 W @ ±30 V
ZTA3020-S-2	±30 V až ±48 V	2x 600 W @ ±43 V
ZTA3020-S-3	±40 V až ±64 V	2x 1200 W @ ±60 V

Tab. 2. Výkonové řady koncových zesilovačů ZTA

limiteru. Druhý typ budiče je v běžném pouzdru DIL se 48 vývody. Ve stereofonním provedení je obvod použitelný pro výstupní výkony do 2x 300 W. V můstkovém zapojení s paralelně řazenými spínacími tranzistory na výstupu je však schopen dodat výstupní výkon až 1500 W (při vyšším zkreslení 10 % až 1850 W). Zesilovač je přitom schopen spolehlivě pracovat i do zátěže 2 ohmy (přičemž výrobce garantuje činnost i při zátěži 1 ohm (!), samozřejmě s přihlédnutím k maximálnímu výstupnímu výkonu a sníženému napájecímu napětí), což je dnes častým požadavkem při paralelním řazení reproduktorových

SYMBOL	PARAMETER	Value	UNITS
VPP, VNN	Supply Voltage	+/- 70	V
V5	Positive 5 V Bias Supply Voltage at Input Pins (pins 12-16, 18, 19-26, 29-33, 37)	6 -0.3V to (V5+0.3V)	V
VN10	Voltage for FET drive	VNN+13	V
T _{STORE}	Storage Temperature Range	-55° to 150°	C
T _A	Operating Free-air Temperature Range (Note 2)	-40° to 85°	C
T _J	Junction Temperature	150°	C
ESD _{HB}	ESD Susceptibility – Human Body Model (Note 3) All pins	TBD	V
ESD _{MM}	ESD Susceptibility – Machine Model (Note 4) All pins	TBD	V

Tab. 3. Mezní parametry obvodu TA3020

soustav. Obrovskou výhodou zesilovačů ve třídě T je vysoká účinnost, která se zejména při vyšších výkonech pohybuje mezi 80 až 90 %. Tím značně klesají nároky na chlazení koncových tranzistorů. Při malých a středních výkonech (asi do 70 % maximálního dosažitelného výkonu) jsou přitom vlastnosti zesilovače na úrovni kvalitních hifi zařízení (což mimo jiné dokumentuje i první místo zesilovače osazeného obvodem Tripath v anketě jednoho amerického časopisu pro audiofilie). O kvalitě obvodů Tripath v neposlední řadě svědčí i to, že velmi krátce po uvedení na trh tuto technologii začali používat i tak renomovaní výrobci, jako je Sony, Marantz, Apple (zvukové karty) a řada dalších.

Já osobně vidím hlavní přínos obvodů Tripath při konstrukci zesilovačů vyšších výkonů, kde se výrazně uplatní výhody této technologie (redukce ceny díky nízkému počtu koncových tranzistorů - navíc za poměrně příznivou cenu), nižší náklady na menší chladič, vyšší účinnost umožňuje použít síťový transformátor s menším VA výkonem. Vzhledem k relativně vysokým spínacím kmitočtům v porovnání

s klasickou třídou D jsou také kladeny nižší nároky na výstupní filtry zesilovače. Typicky vystačíme s jednoduchým LC filtrem, tvořeným jedním fóliovým kondenzátorem a toroidní tlumivkou (s několika desítkami závitů drátu) na jádru Amidon T-106 nebo T-157. Jistou komplikací je potřeba dvou samostatných pomocných napájecích napětí (+5 V a +10 V).

Pro dnešní konstrukci jsem vybral můstkové zapojení s obvodem Tripath TA3020 a paralelně řazenými spínacími tranzistory. Celý zesilovač je navržen jako jednokanálový na desce s plošnými spoji o rozměrech 140 x 160 mm. Modul je určen pro montáž na chladicím profilu ZH-1929 o rozměrech (š x v x d) 216 x 40 x 160 mm. Při délce profilu 320 mm tak lze na jeden chladič umístit dva moduly, čímž dostaneme blok koncového zesilovače s výstupním výkonem až 2x 1500 W. Tento profil lze pohodlně vestavět do mechaniky pro standardní rack 19" s výškou jen 2 HE/HU (90 mm). Hlavním rozměrovým omezením jsou v tomto případě toroidní transformátory, potřebné pro tento výkon. Pokud ale předpokládáme, že výstupní výkon v reálném

provozu je vždy menší než maximální trvalý sinusový výkon, můžeme síťové transformátory mírně poddimenzovat (toroidní jádra snesou špičkově i vyšší zatížení) a při vhodné konstrukci (poměru výška/průměr) lze dva transformátory do skříně s výškou 90 mm dostat. Uvedené moduly budou jistě pro řadu zájemců velmi atraktivní i z finančních důvodů, neboť umožní konstrukci výkonového zesilovače za cenu, která je klasickou analogovou technikou při dodržení korektního návrhu (zejména s ohledem na dostatečný počet koncových tranzistorů včetně chlazení) prakticky nedosažitelná. Pro orientaci uvádím ceny stavebnic (sypané součástky včetně DPS bez chladiče) a osazených a oživených modulů (včetně chladiče).

Zesilovače jsou dodávány ve třech výkonových skupinách, které se liší použitelným rozsahem napájecích napětí a tím i výstupním výkonem. Protože jsou pro jednotlivé řady upraveny pouze hodnoty některých odporů, je cena všech tří řad shodná. Výkonové parametry a napájecí napětí pro jednotlivé skupiny jsou uvedeny v tabulce č. 2.

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
VPP, VNN	Supply Voltage	+/- 15	+/-45	+/- 65	V
V5	Positive 5 V Bias Supply	4.5	5	5.5	V
VN10	Voltage for FET drive (Volts above VNN)	9	10	12	V

Tab. 4. Doporučené provozní podmínky obvodu TA3020

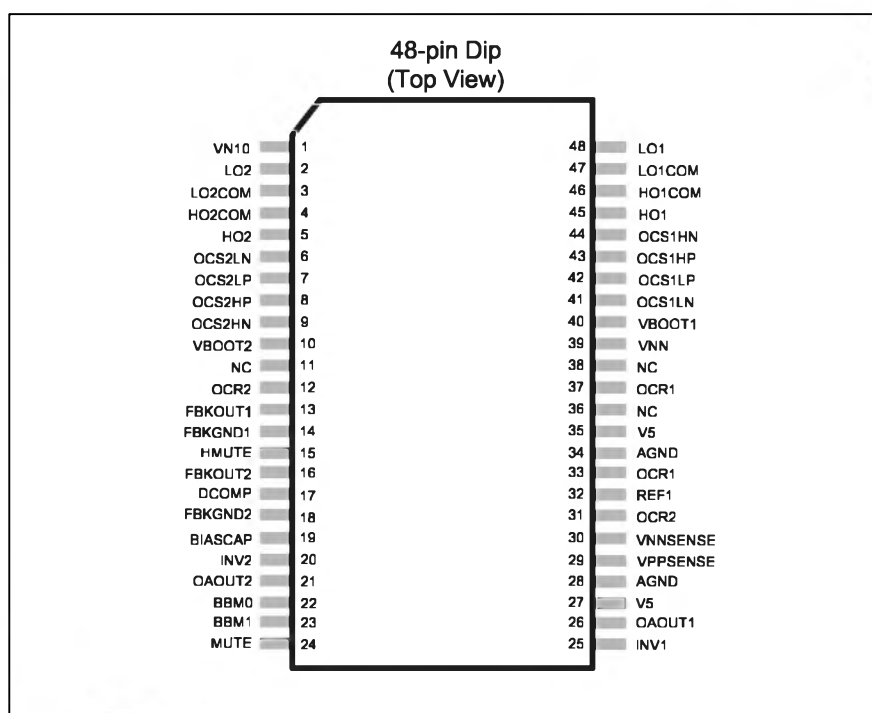
Popis obvodu TA3020

TA3020 je dvoukanálový budič výkonového zesilovače pracujícího ve třídě T. Obvod se vyznačuje vynikajícími zvukovými vlastnostmi v oblasti středních výkonů (THD + N = 0,02 % při Pout 50 W) a vysokou účinností při vyšších výstupních výkonech (95 % při 150 W/8 ohmů a 90 % při 275 W/4 ohmy). Obvod je schopen dodávat výstupní výkon 2x 300 W při stereo-fonním provozu a až 1850 W v můstkovém zapojení.

Mezní parametry obvodu jsou uvedeny v tab. 3

Doporučení provozní podmínky obvodu TA3020 jsou v tab. 4.

Obr. 1. Rozložení vývodů obvodu TA3020



SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
I_q	Quiescent Current (No load, BBM0=1, BBM1=0, Mute = 0V)	VPP = +45V VNN = -45V V5 = 5V VN10 = 10V		90 90 45 200		mA mA mA mA
I_{MUTE}	Mute Supply Current (No load, Mute = 5V)	VPP = +45V VNN = -45V V5 = 5V VN10 = 10V		1 1 20 1		mA mA mA mA
V_{IH}	High-level input voltage (MUTE)		3.5			V
V_{IL}	Low-level input voltage (MUTE)				1.0	V
V_{OH}	High-level output voltage (HMUTE)	$I_{OH} = 3mA$	4.0			V
V_{OL}	Low-level output voltage (HMUTE)	$I_{OL} = 3mA$			0.5	V
V_{OFFSET}	Output Offset Voltage	No Load, MUTE = Logic low 0.1% R_{FBA} , R_{FBB} , R_{FBC} resistors	-TBD		TBD	mV
I_{OC}	Over Current Sense Voltage Threshold	TBD	TBD	1.0	TBD	V
$I_{VPPSENSE}$	VPPSENSE Threshold Currents	Over-voltage turn on (muted) Over-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn on (muted)	TBD	162 154 79 72	TBD	μA μA μA μA
$V_{VPPSENSE}$	Threshold Voltages with $R_{VPPSENSE} = XXK\Omega$	Over-voltage turn on (muted) Over-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn on (muted)	TBD	TBD TBD TBD TBD	TBD	V V V V
$I_{VNNSENSE}$	VNNSENSE Threshold Currents	Over-voltage turn on (muted) Over-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn on (muted)	TBD	174 169 86 77	TBD	μA μA μA μA
$V_{VNNSENSE}$	Threshold Voltages with $R_{VNNSENSE} = XXK\Omega$	Over-voltage turn on (muted) Over-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn off (mute off) Under-voltage turn on (muted)	TBD	TBD TBD TBD TBD	TBD	V V V V

Tab. 5. Základní elektrické vlastnosti obvodu TA3020

Pin	Function	Description
1	VN10	"Floating" supply input for the FET drive circuitry. This voltage must be stable and referenced to VNN.
2,48	LO2, LO1	Low side gate drive output (Channel 2 & 1)
3,47	LO2COM, LO1COM	Kelvin connection to source of low-side transistor (Channel 2 & 1)
4,46	HO2COM, HO1COM	Kelvin connection to source of high-side transistor (Channel 2 & 1)
5,45	HO2, HO1	High side gate drive output (Channel 2 & 1)
6, 7	OCS2LN, OCS2LP	Over Current Sense inputs, Channel 2 low-side
8, 9	OCS2HP, OCS2HN	Over Current Sense inputs, Channel 2 high-side
10, 40	VBOOT2, VBOOT1	Bootstrapped voltage to supply drive to gate of high-side FET (Channel 2 & 1)
12, 31	OCR2	Over-current threshold adjustment (Channel 2)
13, 16	FBKOUT1, FBKOUT2	Switching feedback (Channels 1 & 2)
14, 18	FBKGND1, FBKGND2	Ground Kelvin feedback (Channels 1 & 2)
15	HMUTE	Logic Output. A logic high indicates both amplifiers are muted, due to the mute pin state, or a "fault" such as an overcurrent, undervoltage, or overvoltage condition.
17	DCOMP	Internal mode selection. This pin must be grounded for proper device operation.
19	BIASCAP	Bandgap reference times two (typically 2.5VDC). Used to set the common mode voltage for the input op amps. This pin is not capable of driving external circuitry.
20, 25	INV2, INV1	Inverting inputs of Input Stage op amps. (Channels 2 & 1)
21, 26	OAOUT2, OAOUT1	Outputs of Input Stage op amps. (Channels 2 & 1)
22, 23	BBM0, BBM1	Break-before-make timing control to prevent shoot-through in the output FETs.
24	MUTE	Logic input. A logic high puts the amplifier in mute mode. Ground pin if not used. Please refer to the section, Mute Control, in the Application Information.
27, 35	V5	5V power supply input.
28,34	AGND	Analog ground.
29	VPPSENSE	Positive supply voltage sense input. This pin is used for both over and under voltage sensing for the VPP supply.
30	VNNSENSE	Negative supply voltage sense input. This pin is used for both over and under voltage sensing for the VNN supply.
32	REF	Used to set internal bias currents. The pin voltage is typically 1.1V.
33, 37	OCR1	Over-current threshold adjustment (Channel 1)
39	VNN	Negative supply voltage.
41, 42	OCS1LN, OCS1LP	Over Current Sense inputs, Channel 1 low-side
43, 44	OCS1HP, OCS1HN	Over Current Sense inputs, Channel 1 high-side
11, 36, 38	NC	Not connected (bonded) internally. To minimize coupling between pins, tie these pins to AGND (pin34).

Tab. 6. Popis funkce vývodů obvodu TA3020

Typické vlastnosti obvodu TA3020 jsou shrnuty v tab. 5.

Obvod TA3020 je v pouzdru DIL se 48 vývody. Rozložení vývodů je na obr. 1.

Popis funkce jednotlivých vývodů je v tab. 6. Na obr. 2. je základní výrobcem doporučené zapojení obvodu TA3020. Na obr. 3 je zjednodušené zapojení jednoho kanálu obvodu TA3020. Na obr. 4. je zapojení vstupních obvodů TA3020. Vstupní kondenzátor CI a Odpor RI tvoří

horní propust (vstupní filtr), jehož kmitočet by měl být asi 10 Hz. CI spočítáme podle vztahu:

$$C_I = 1/(2 \cdot 3,14 \cdot F_p \cdot R_I)$$

kde F_p je dolní mezní kmitočet (10 Hz)

Zisk zesilovače je dán odporovou sítí podle obr. 6. Odpory určíme následujícím způsobem:

$$R_{FBA} = \text{volíme, např. 1 kohm.}$$

$$R_{FBB} = (R_{FBA} \cdot VPP)/(VPP-4)$$

kde VPP = napájecí napětí

$$R_{FBC} = (R_{FBA} \cdot VPP)/4$$

$$A_{VMOD} = (R_{FBC} \cdot (R_{FBA} + R_{FBB}) / (R_{FBA} \cdot R_{FBB})) + 1$$

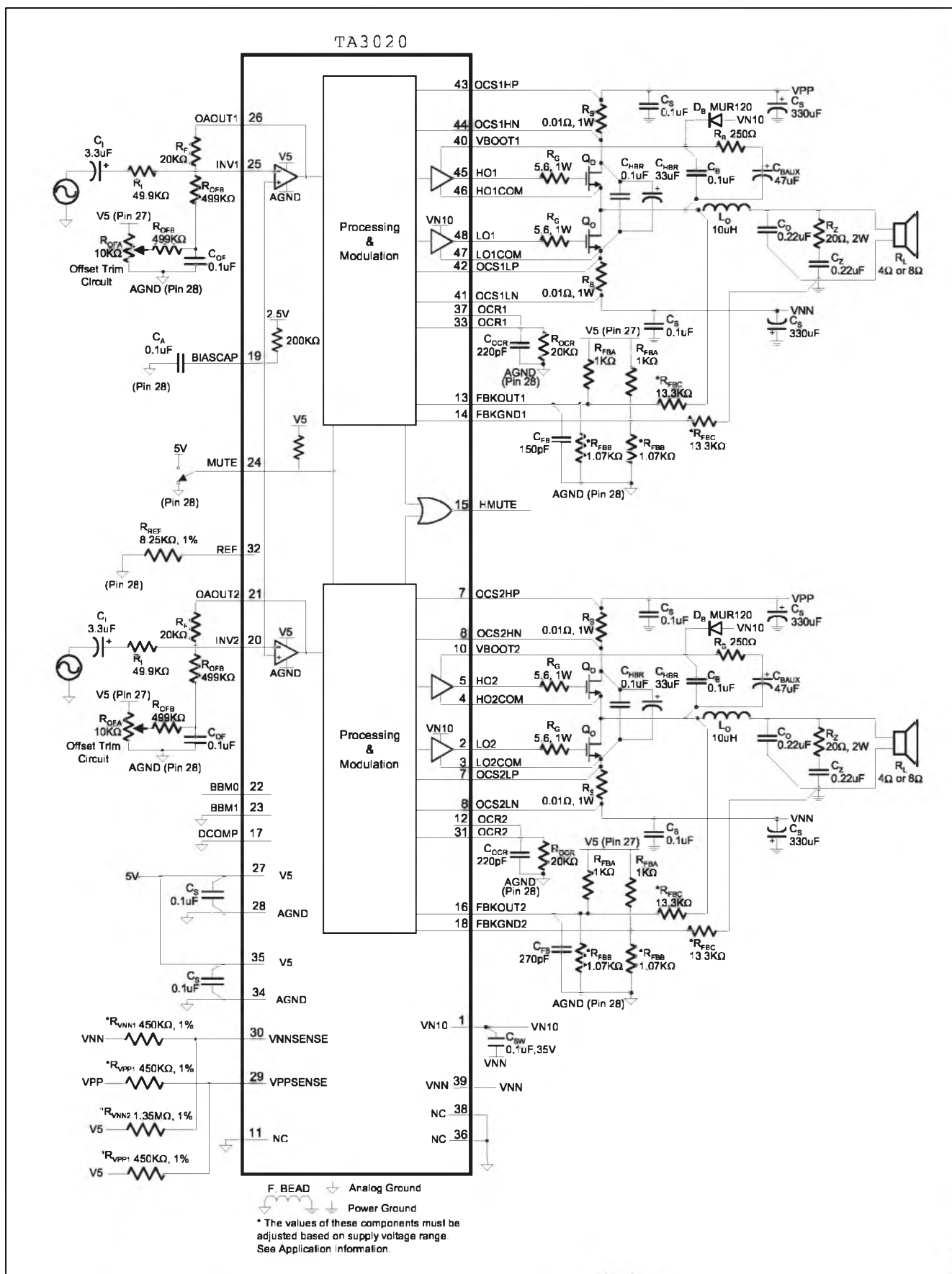
Pro systém s napájením ± 52 V vychází:

$$R_{FBA} = 1 \text{ kohm}$$

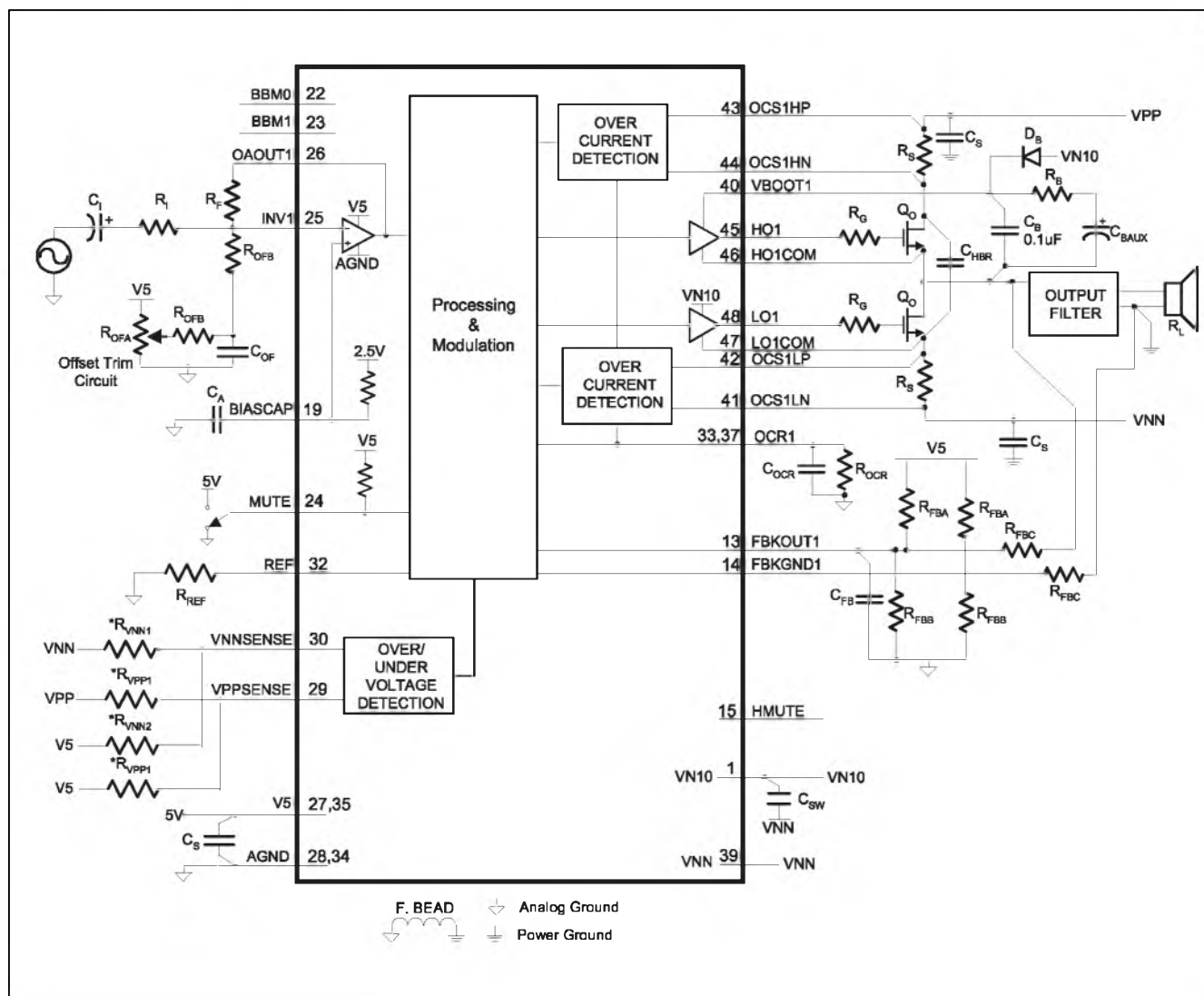
$$R_{FBB} = 1,07 \text{ kohmu}$$

$$R_{FBC} = 13,3 \text{ kohmu}$$

a A_{VMOD} (napěťové zesílení modulatoru) 26,73 V/V.



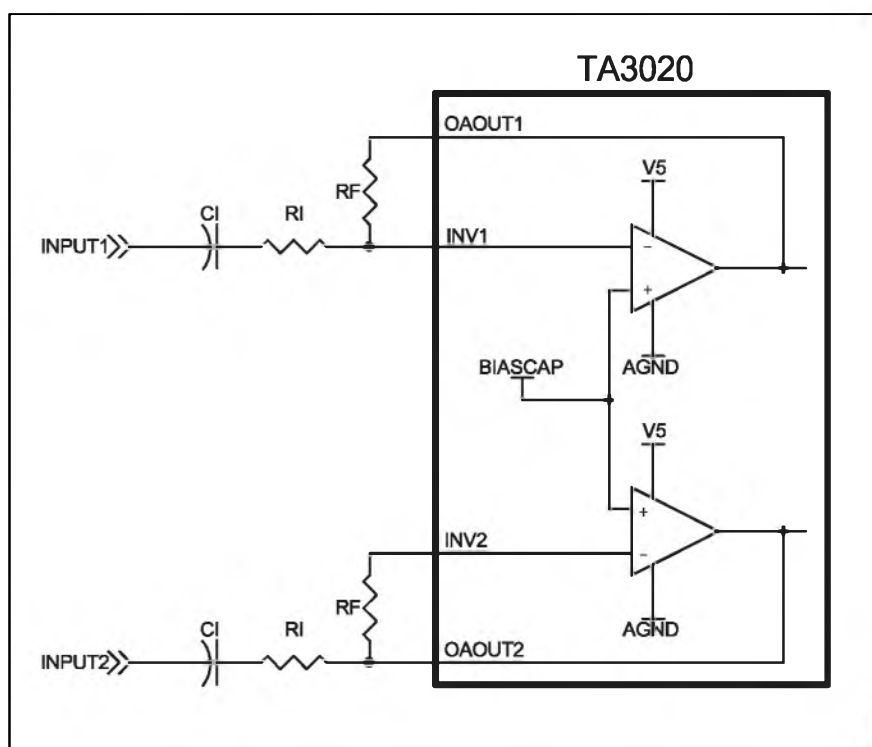
Obr. 2. Základní doporučené zapojení obvodu TA3020

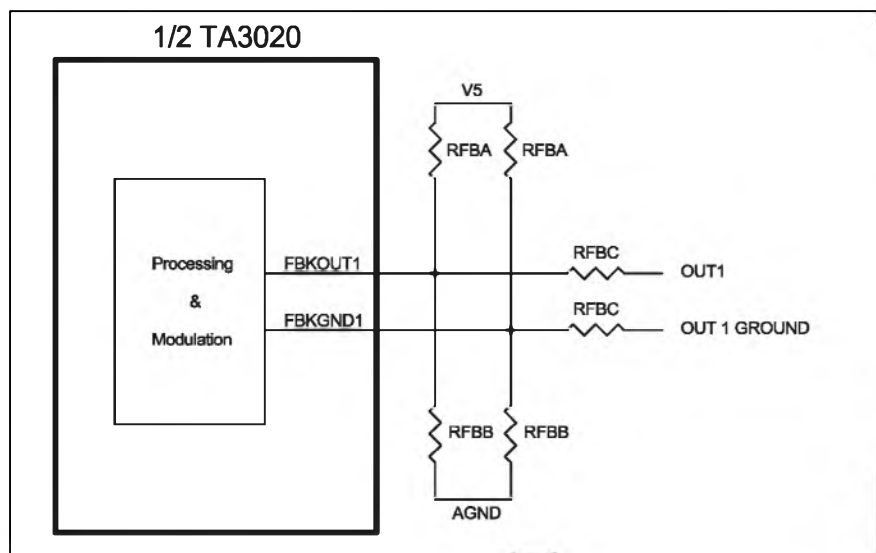


**Obr. 3. Zjednodušené zapojení
jedného kanálu obvodu TA3020**

Pro korektní funkci obvodu musí být napájecí napětí v určitých mezích. Při poklesu napájecího napětí pod nebo nad stanovené meze dojde k aktivaci funkce MUTE a buzení zesilovače bude přerušeno. Obvod hlídá obě poloviny napájecího napětí (VPP - kladné) i VNN (záporné). Po návratu napájecího napětí zpět do povolených mezí dojde k automatickému obnovení činnosti zesilovače. Aktivace má vestavěno interní zpoždění asi 200 ms. Horní a dolní mez napájení se nastavuje odpory RVNN1 a RVNN2 pro záporné napětí a RVPP a RVPP2

Obr. 4. Zapojení vstupních obvodů



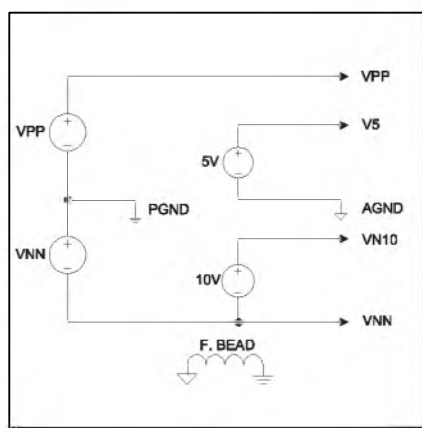


Obr. 6. Obvod zpětné vazby

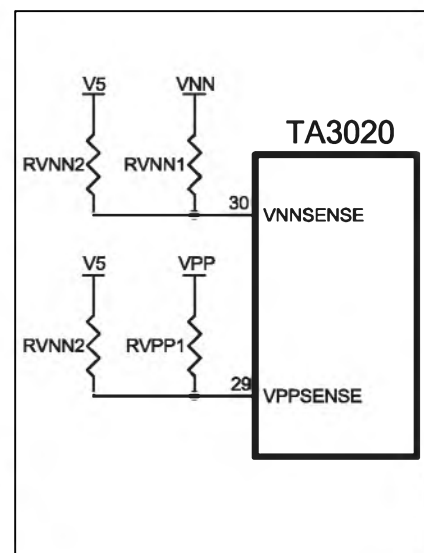
pro kladné napětí. Zapojení odporů je na obr. 7. Hodnoty odporů se určí podle charakteristických napětí a proudů vstupů VNSENSE a VPPSENSE v tabulce charakteristických vlastností obvodu (tab. 5).

Malým záporem obvodu TA3020 je nutnost použít kromě hlavního symetrického napájecího napětí (VPP a VNN) také dvě pomocná napětí +5 V a +10 V. Tato napětí musí mít samostatný zdroj (odbočku síťového transformátoru), nelze je tedy jednoduše odvodit z hlavního napájecího napětí. Způsob zapojení obou pomocných zdrojů je na obr. 8.

Protože obvod pracuje s extrémně vysokými spínacími kmitočty (až 1,6 MHz), je volba koncových tranzistorů klíčová. Mimo velmi krátkých spínacích časů se vyžaduje také malý náboj na řídicí elektrodu, neboť budiče mají pouze omezenou kapacitu



(asi do 150 nanoCoulombů). Samozřejmě se předpokládá i velmi malý odpor kanálu v otevřeném stavu. Ze současné světové produkce výrobce doporučuje pouze několik typů, které jsou uvedeny v tab. 7. S ohledem na dostupnost byl pro naši konstrukci vybrán typ STW34NB20, jehož katalogový list je uveden na závěr této kon-



Obr. 7. Obvod pro nastavení podpětíové a přepětíové ochrany

Obr. 8. Způsob propojení pomocného napětí +5 V a +10 V s hlavním symetrickým napájením. Analógová (AGND) a výkonová zem (PGND) musí být vzájemně propojeny pouze na jednom místě (otázka návrhu DPS), případně se doporučuje použít ještě filtr (F.BEAD)

strukce. Tento typ je současně vhodný i pro paralelní řazení. V koncovém stupni mohou být použity pouze dva paralelně řazené tranzistory, neboť budič je schopen dodat maximální náboj 150 nanoCoulombů a použitý typ STW34NB20 má typicky 60 nanoCoulombů. Stejný typ STW34NB20 použila i firma Tripath

Manufacturer	Manufacturer's Part Number	BVdss	Qg (nanoCoulombs)	R _{DS(ON)} (Max) (Ohms)
ST Microelectronics	STW34NB20	200	60	0.075
ST Microelectronics	STP19NB20	200	29	0.18
International Rectifier	IRFB41N15D	150	67	0.045
International Rectifier	IRFB31N20D	200	70	0.082
Fairchild	FQA34N20	200	60	0.075

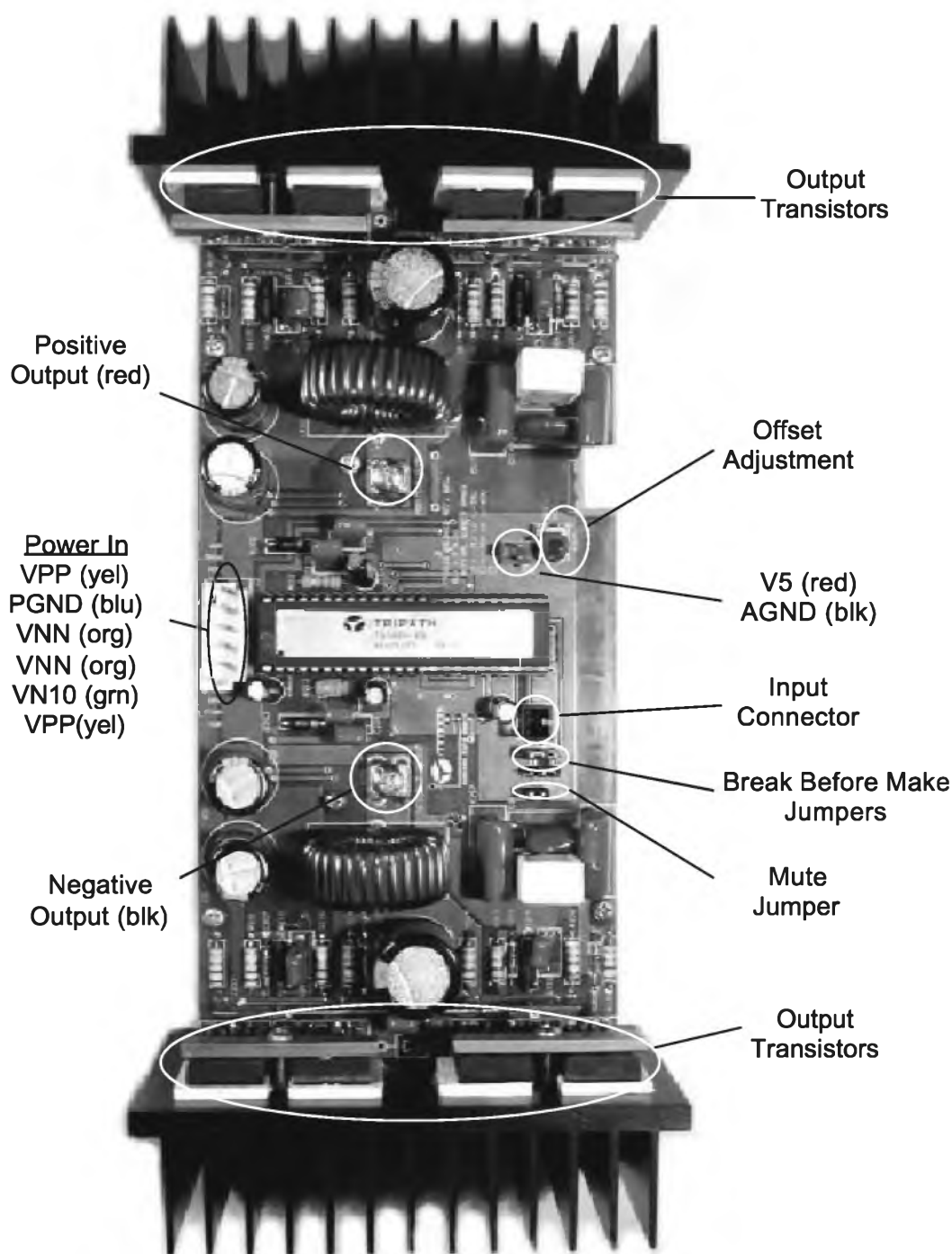
Tab. 7. Přehled použitelných tranzistorů pro koncový stupeň obvodu TA3020

ve svém vývojovém modulu, podle kterého byla navržena i tato konstrukce.

Při konstrukci spínaného koncového stupně je třeba zajistit, aby vzhledem k určitému zpoždění při sepnutí/rozepnutí koncových tranzistorů nenastal případ, že by byly

současné otevřeny tranzistory v kladné i záporné napájecí větvi. To by způsobilo zkrat v napájení a výrazně zhoršilo účinnost zesilovače. Proto se po uzavření jedné poloviny můstku vkládá určitá časová prodleva před otevřením opačné polarity. Ta se nastavuje zkratovacími propojkami

BBM0 a BBM1. V našem případě je BBM0 i BBM1 nastaveny na "0", tedy 120 ns. Pokud by v případě požadavku nižšího výstupního výkonu byl použit pouze jeden pár koncových tranzistorů (nikoliv paralelní řazení), přepne se BBM0 na "1", tedy zpoždění bude 80 ns. Větší zpoždění, než je nutné,



Modul můstkového zesilovače s TA3020 firmy Tripath

zvyšuje harmonické zkreslení výstupního signálu. Nastavení BBM0 a BBM1 a odpovídající časy zpoždění jsou v tab. 8.

BBM1	BBM0	Delay
0	0	120 ns
0	1	80 ns
1	0	40 ns
1	1	0 ns

Tab. 8. Zpoždění v ms pro různá nastavení BBM0 a BBM1

TA3020 v můstkovém zapojení

Jak jsem uvedl na začátku, vzhledem k dosažitelným výstupním výkonům je velmi zajímavé především můstkové zapojení obvodu TA3020. Proto i firma Tripath vyvinula a dodává hotový modul zesilovače v tomto provedení. I když je doporučován pro přímou aplikaci do finálních zařízení,

mechanické řešení (viz ilustrační obrázek) s dvojicí protilehlých chladičů, ale především cena modulu zejména v našich podmínkách není příliš atraktivní. Na druhou stranu výrobce poskytuje kompletní dokumentaci k deskám s plošnými spoji a doporučuje držet se v případě vlastního návrhu DPS maximálně zásad, popsaných v katalogových listech a uvedené dokumentaci (zejména rozložení součástek a vedení některých kritických spojů).

V úvodním popisu konstrukce jsem uvedl, že budou dodávány tři výkonové varianty. To je dáno relativně menším rozpětím napájecích napětí, při kterém je schopen zesilovač pracovat, než u analogových koncových stupňů. Jednotlivé výkonové varianty se liší pouze hodnotou některých odporů (jejichž výpočet se odvozuje právě od napájecího napětí). Také moduly firmy Tripath jsou dodávány ve třech výkonových variantách. Jejich parametry jsou uspořádány v následujících tabulkách tab. 9 až tab. 11.

Typické závislosti celkového harmonického zkreslení a šumu

THD+N na výstupním výkonu a na kmitočtu pro zatěžovací impedanci 4 a 2 ohmy jsou na obr. 9 a 10. Současně můžeme porovnat účinnost výkonového zesilovače v závislosti na výstupním výkonu při zatěžovací impedanci 4 a 2 ohmy.

Bezpečná pracovní oblast

Všechny varianty zesilovače ZTA3020 jsou určeny pro provoz do zátěže 2 až 4 ohmy. I když je zesilovač stabilní ještě při zátěži 1 ohm, v tomto režimu není schopen dosáhnout maximálního výstupního výkonu, neboť dojde k omezení výstupního proudu proudovou pojistkou. Tu nelze nastavit na vyšší proud, protože by byla překročena povolená bezpečná pracovní oblast (SOA) použitých koncových tranzistorů.

Maximální výstupní výkon pro jednotlivé varianty a zatěžovací impedance je uveden v tabulkách tab. 9 až 11.

Pro určení vhodného chladiče musíme vycházet z účinnosti koncového

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR BRIDGED RB-TA3020-1

Unless otherwise specified, $f = 1\text{kHz}$, Measurement Bandwidth = 22kHz, $R_L = 4\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$. All of the measurements are typical value.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE
P_o	Output Power (Continuous Average/bridged load) Bridged RB-TA3020-1 +/-30V power supplies	THD+N = 0.1% $R_L = 4\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 2\Omega$	350W 600W 500W 850W
+Freq _{sw}	Switching Frequency of the Positive Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	650kHz
-Freq _{sw}	Switching Frequency of the Negative Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	620kHz
V_{N10I_q}	Quiescent Current of VN10 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	180mA
V_{5I_q}	Quiescent Current of V5 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	45mA
V_{PPI_q}	Quiescent Current of VPP supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	100mA
V_{NNI_q}	Quiescent Current of VNN supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	100mA
η	Power Efficiency	+/- 30V, $P_{OUT} = 500\text{W}$, $R_L = 4\Omega$	89%
η	Power Efficiency	+/- 30V, $P_{OUT} = 850\text{W}$, $R_L = 2\Omega$	83%
e_{OUT}	Output Noise Voltage	A-Weighted, input AC grounded	215uV

Tab. 9. Elektrické vlastnosti modulu BG-RB-TA3020-1 (obdoba ZTA3020-M-1)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR BRIDGED RB-TA3020-2

Unless otherwise specified, $f = 1\text{kHz}$, Measurement Bandwidth = 22kHz, $R_L = 4\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$. All of the measurements are typical value.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE
P_o	Output Power (Continuous Average/bridged load) Bridged RB-TA3020-2 +/-43V power supplies	THD+N = 0.1% $R_L = 4\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 2\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 4\Omega$	710W 950W 1000W
P_o	Output Power (Continuous Average/bridged load) Bridged RB-TA3020-2 +/-33V power supplies	THD+N = 0.1% $R_L = 2\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 2\Omega$	650W 900W
+Freq _{sw}	Switching Frequency of the Positive Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	640kHz
-Freq _{sw}	Switching Frequency of the Negative Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	605kHz
VN10 _q	Quiescent Current of VN10 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	270mA
V5I _q	Quiescent Current of V5 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	45mA
VPPI _q	Quiescent Current of VPP supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$ VPP = +43V VNN = -43V	110mA
VNN _q	Quiescent Current of VNN supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$ VPP = +43V VNN = -43V	110mA
η	Power Efficiency	+/- 43V, $P_{OUT} = 1000\text{W}$, $R_L = 4\Omega$	88%
η	Power Efficiency	+/- 33V, $P_{OUT} = 900\text{W}$, $R_L = 2\Omega$	83%
e _{OUT}	Output Noise Voltage	A-Weighted, input AC grounded	300uV

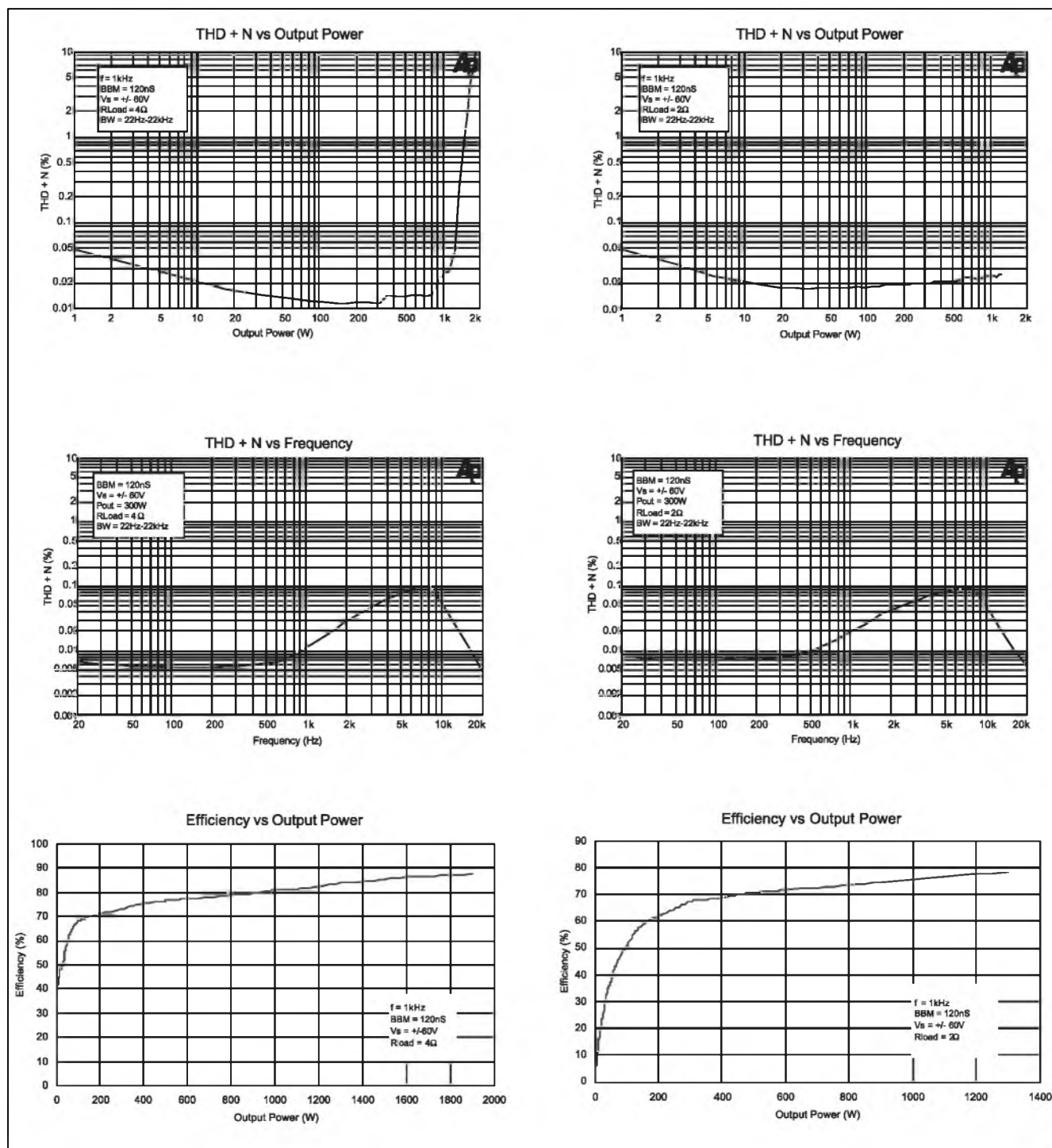
Tab. 10. Elektrické vlastnosti modulu BG-RB-TA3020-2 (obdoba ZTA3020-M-2)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR BRIDGED RB-TA3020-3

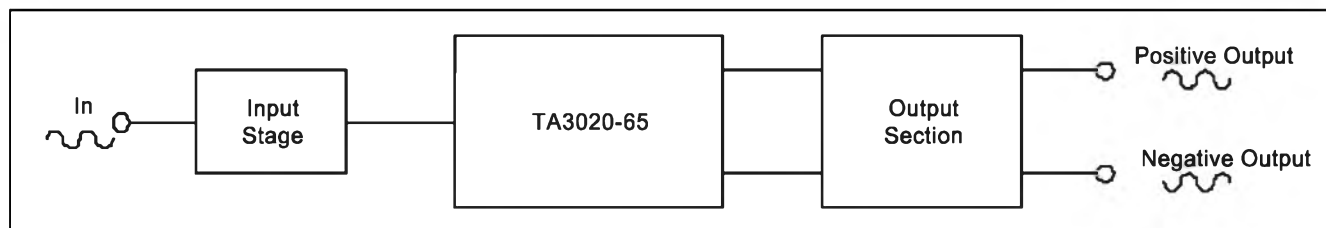
Unless otherwise specified, $f = 1\text{kHz}$, Measurement Bandwidth = 22kHz, $R_L = 4\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$. All of the measurements are typical value.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE
P_o	Output Power (Continuous Average/bridged load) Bridged RB-TA3020-3 +/-60V power supplies	THD+N = 0.1% $R_L = 4\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 4\Omega$	1350W 1800W
P_o	Output Power (Continuous Average/bridged load) Bridged RB-TA3020-3 +/-43V power supplies	THD+N = 0.1% $R_L = 2\Omega$ THD+N = 10% $R_L = 2\Omega$	1350W 1500W
+Freq _{sw}	Switching Frequency of the Positive Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	630kHz
-Freq _{sw}	Switching Frequency of the Negative Output	$V_{IN} = 0\text{ V}$	600kHz
VN10 _q	Quiescent Current of VN10 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	290mA
V5I _q	Quiescent Current of V5 supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$	45mA
VPPI _q	Quiescent Current of VPP supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$ VPP = +60V VNN = -60V	130mA
VNN _q	Quiescent Current of VNN supply	$V_{IN} = 0\text{ V}$ VPP = +60V VNN = -60V	140mA
η	Power Efficiency	+/- 60V, $P_{OUT} = 1800\text{W}$, $R_L = 4\Omega$	87%
η	Power Efficiency	+/- 43V, $P_{OUT} = 1200\text{W}$, $R_L = 2\Omega$	84%
e _{OUT}	Output Noise Voltage	A-Weighted, input AC grounded	400uV

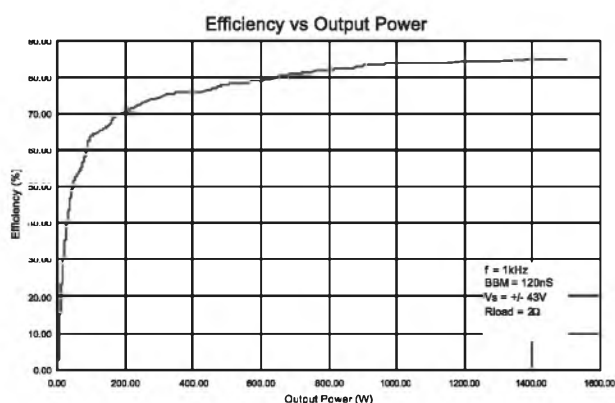
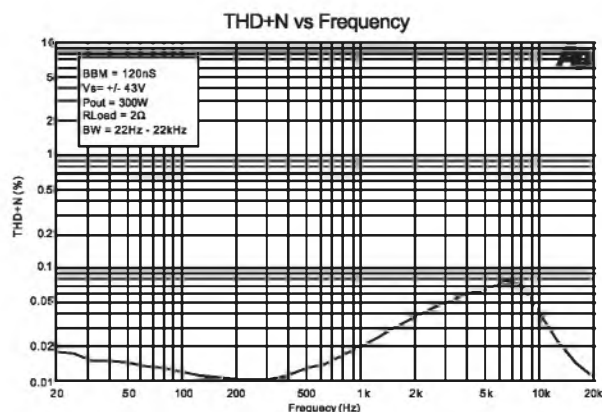
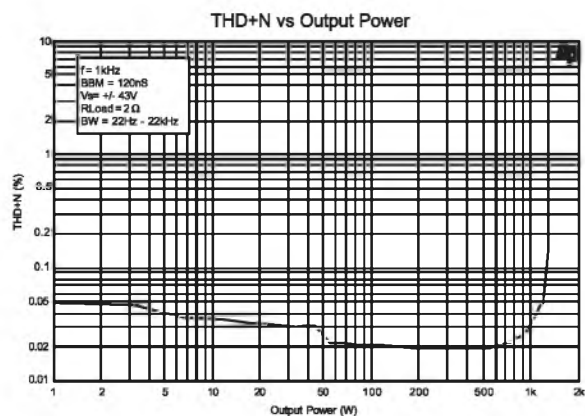
Tab. 11. Elektrické vlastnosti modulu BG-RB-TA3020-3 (obdoba ZTA3020-M-3)



Obr. 9. Závislosti zkreslení THD + N na výstupním výkonu a kmitočtu, účinnost koncového stupně



Obr. 11. Blokové schéma zapojení zesilovače s obvodem TA3020

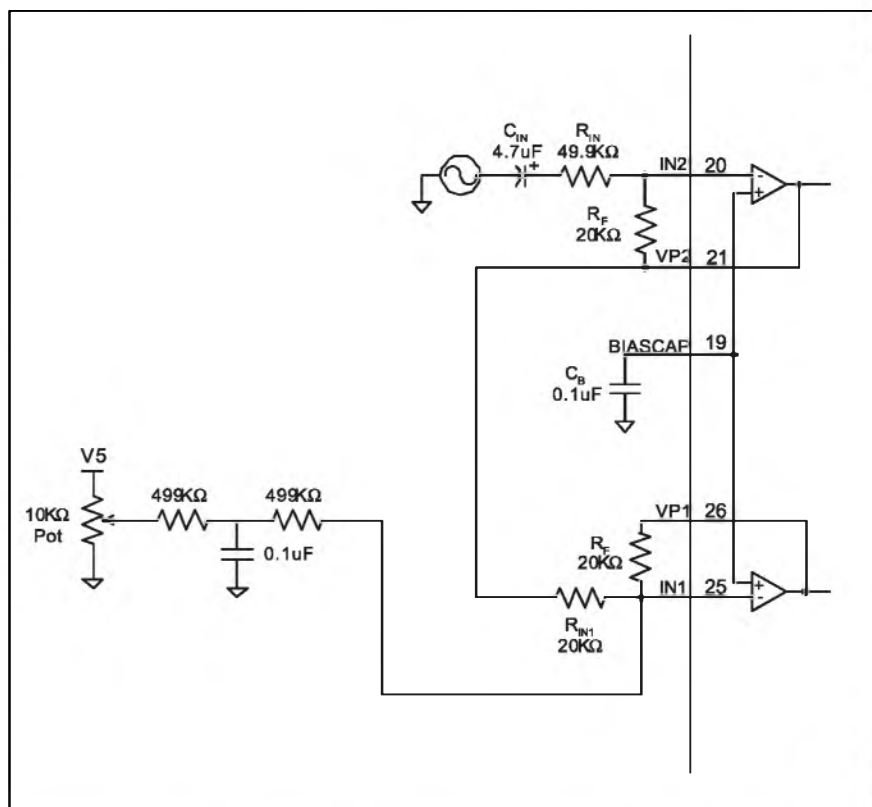


Obr. 10. Závislosti zkreslení THD+N na výstupním výkonu a kmitočtu, účinnost koncového stupně

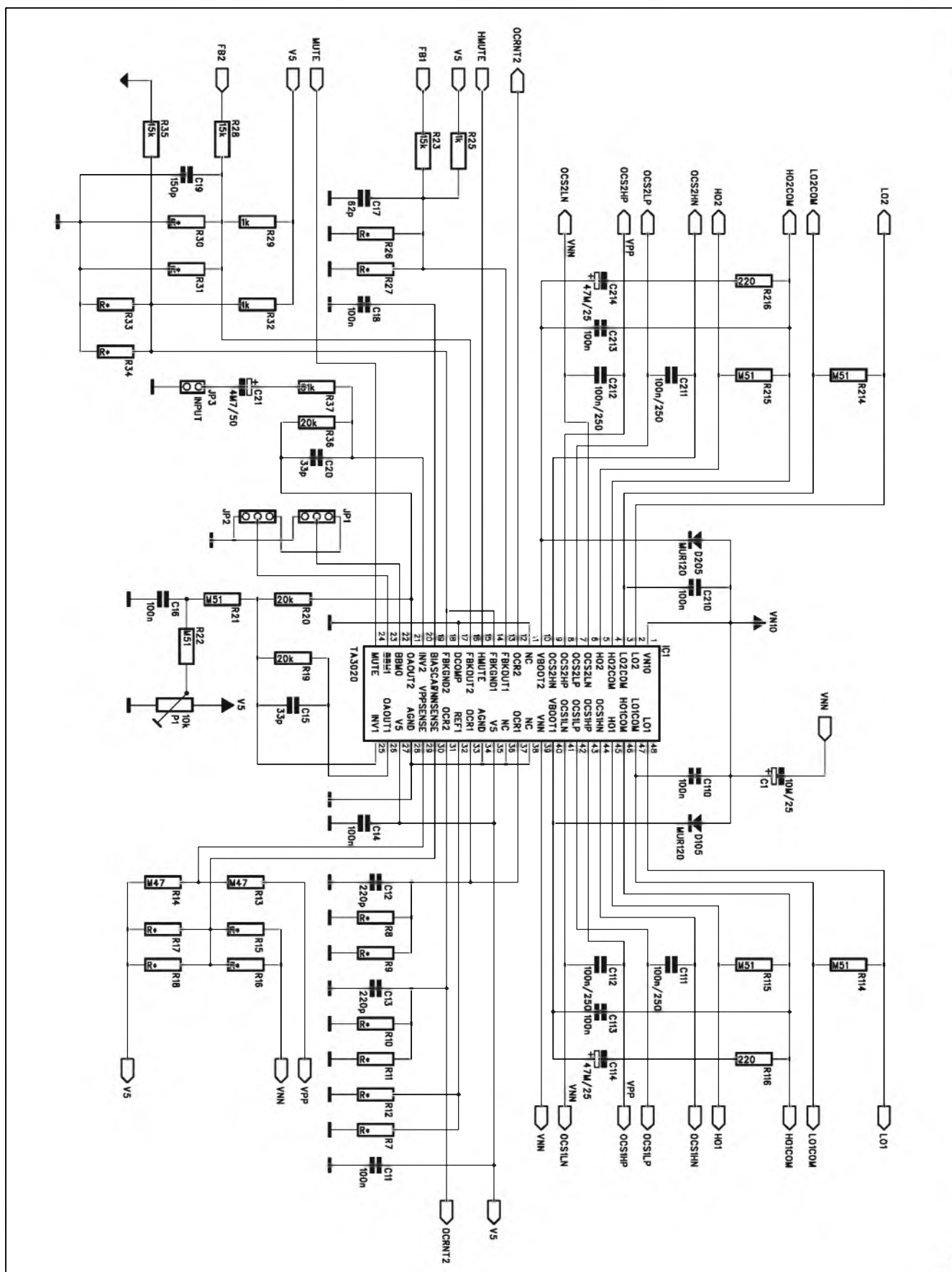
stupně a předpokládané okolní teploty. Například model ZTA3020-M-3 při napájecím napětí ± 60 V a zatěžovací impedanci 2 ohmy a výstupním výkonu 400 W má účinnost asi 68 %. Tomu odpovídá výkonová ztráta na osmici spínacích tranzistorů MOSFET 133 W, tedy 17 W na každém. Při okolní teplotě 20 °C a povolené teplotě přechodu 150 °C (při ztrátě 17 W) musí být tepelný odpor chladiče

$$150\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C} = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$$
$$130\text{ }^{\circ}\text{C} / 133\text{ W} = 0,98\text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

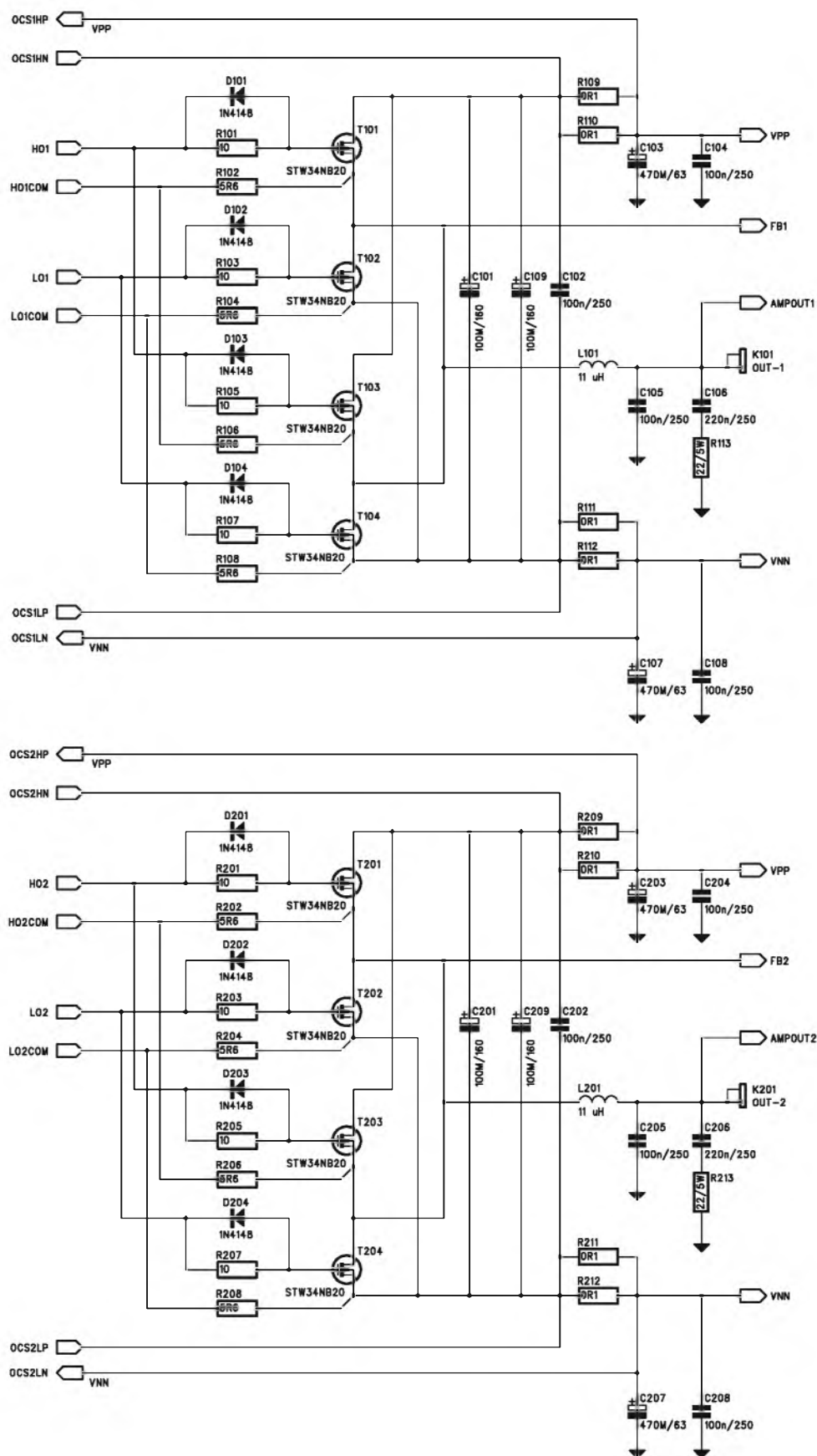
Námi použitý chladič ZH-1929 má udávaný tepelný odpor $0,5\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ pro 100 mm délky. Při délce 160 mm je tedy více než dostačující. Musíme ale počítat s tím, že při provozu může v uzavřeném prostoru dosáhnout teplota okolí i $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, což by při stejných podmínkách představovalo



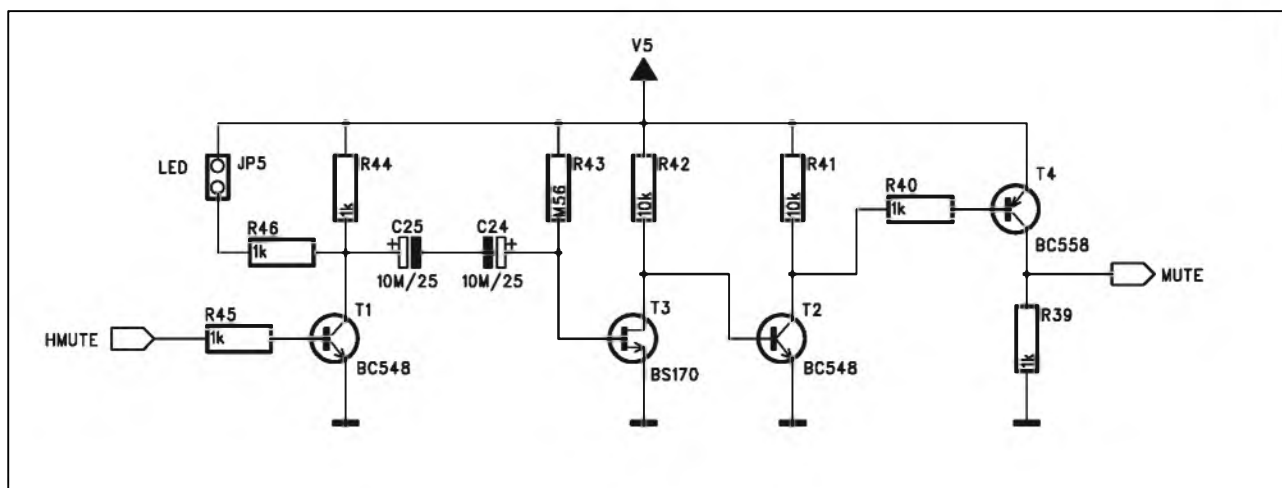
Obr. 12. Principiální zapojení vstupních obvodů pro můstkový režim



Obr. 13. Schéma zapojení procesorové části zesilovače ZTA3020-M-x



Obr. 14. Schéma zapojení výkonové části zesilovače ZTA3020-M



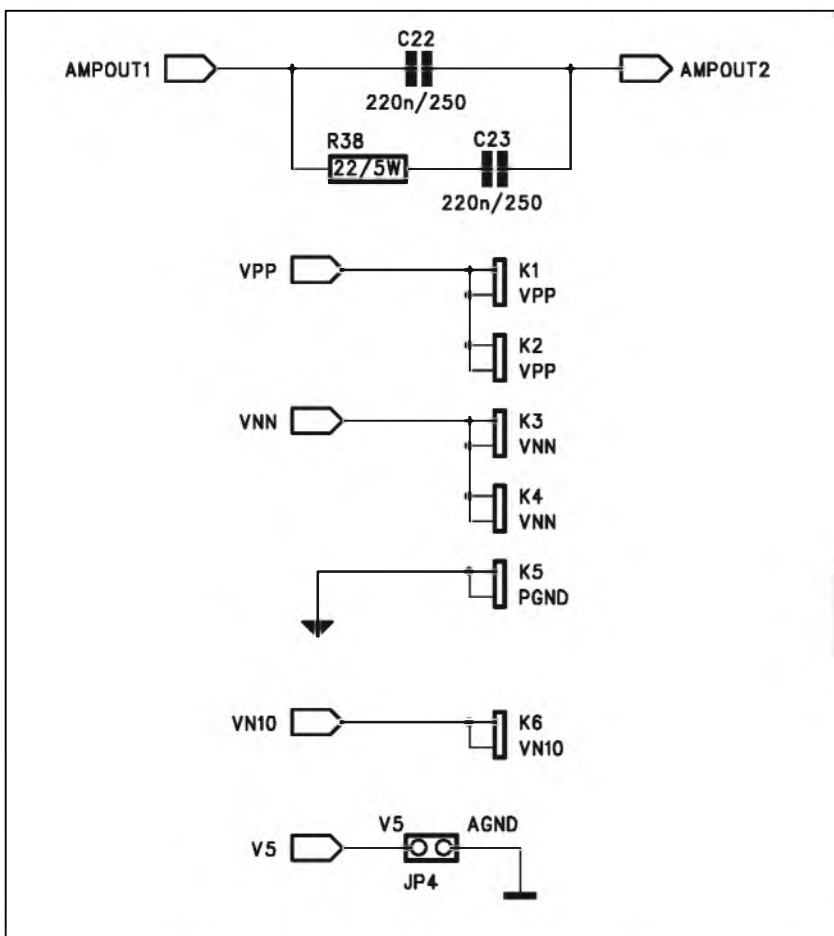
Obr. 15. Schéma zapojení obvodu pro automatický restart

chladič s odporem $0,49\text{ }^{\circ}\text{C}$ (což náš chladič splňuje také). Pokud bude chlazení aktivní (ventilátor), budou tepelné poměry zesilovače ještě podstatně lepší.

Princip zapojení

V případě zapojení obou kanálů obvodu TA3020 do můstku použijeme blokové schéma podle obr. 11. Vstupní

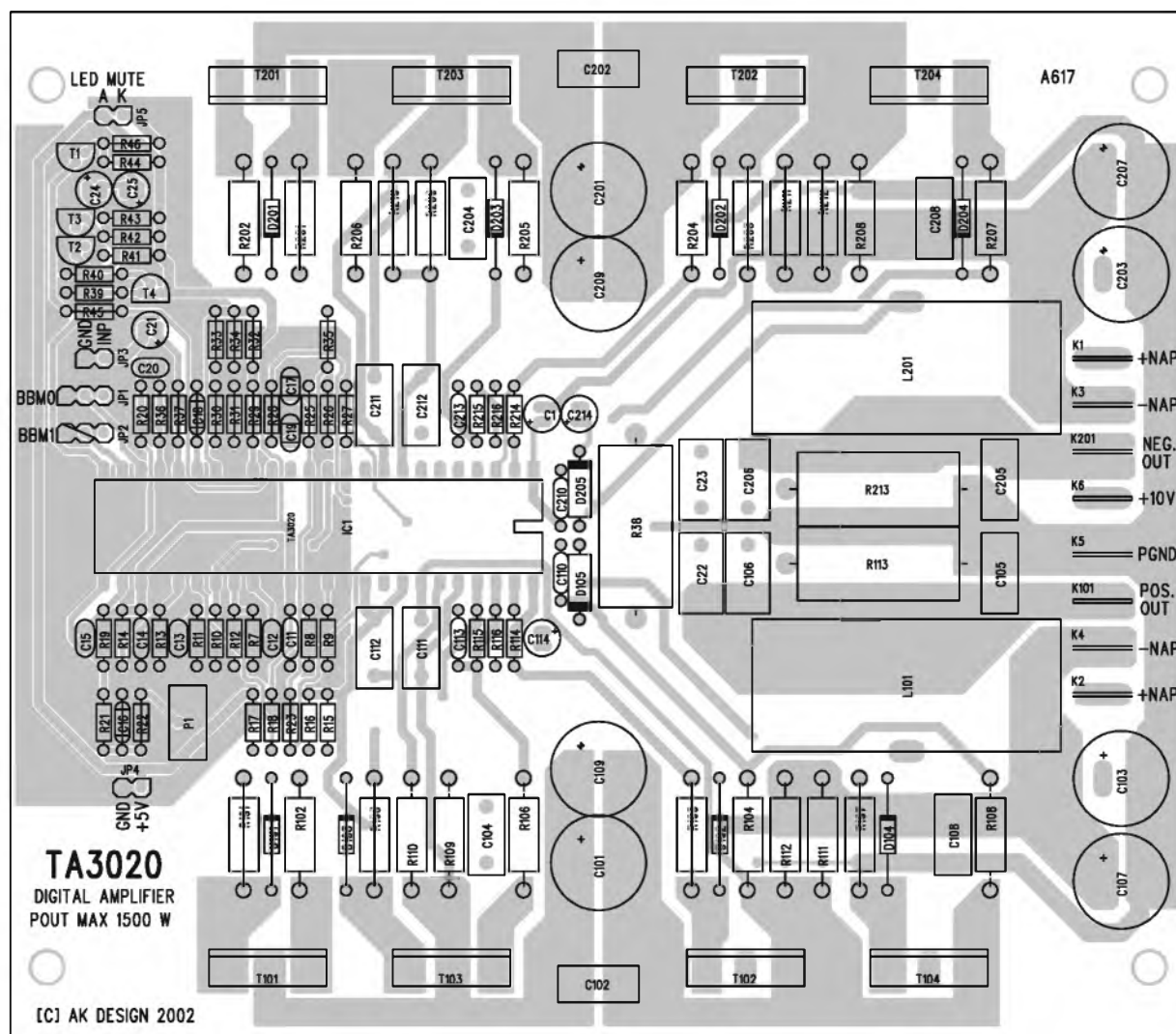
signál je v jednom kanále invertován již na vstupu a zátěž (reproduktory) pak zapojujeme mezi výstupy obou kanálů. Toto zapojení má v případě obvodu TA3020 jednu velkou výhodu. Při stereofonním zapojení je jednou z možných potíží při aplikaci spínaného zesilovače kolísání napájecího napětí vůči referenčnímu potenciálu (zemi) při značném proudovém odběru během sepnutí spínacích tranzistorů, které může způsobit aktivaci podpěťové ochrany. Pokud jsou ale oba výstupy v protifázi (při můstkovém zapojení), je okamžitý proudový odběr z nulového potenciálu minimální (proud teče z napájecího napětí jedné polarity přes zátěž do napájecího napětí opačné polarity). Pro invertování jednoho kanálu koncového zesilovače je pak použito zapojení podle obr. 12.



Obr. 16. Schéma výstupního filtru pro můstkové zapojení a konektorů faston

Popis zesilovače ZTA3020-M-x

Při návrhu koncového zesilovače jsem se snažil co nejvíce držet doporučeného zapojení výrobce a jeho vývojového modulu. Při extrémně vysokém pracovním kmitočtu (až $1,6\text{ MHz}$) a spínaných proudech v řádech desítek A je korektní návrh topologie desky s plošnými spoji alfa i omegou fungujícího zapojení. Pokud jde o schéma zapojení, je převzato ze zapojení modulu BR-TA-3020-3, doplněného o výrobcem doporučený



Obr. 17. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji zesilovače ZTA3020-M

inzerce



VLK electronic s.r.o.
 Tel./fax: +420(0)67/30883
 po přechsl. 067/7430883
 od 22.9.02 577 430 883
 Mobil: 0603 78 73 15
 www.vlk-electronic.cz
 e-mail: vlk@zl.inext.cz

VELKOOBCHOD-MALOOBCHOD
 Provozovna: nám. T.G.M. 1280, Zlín
 8-16 hodin

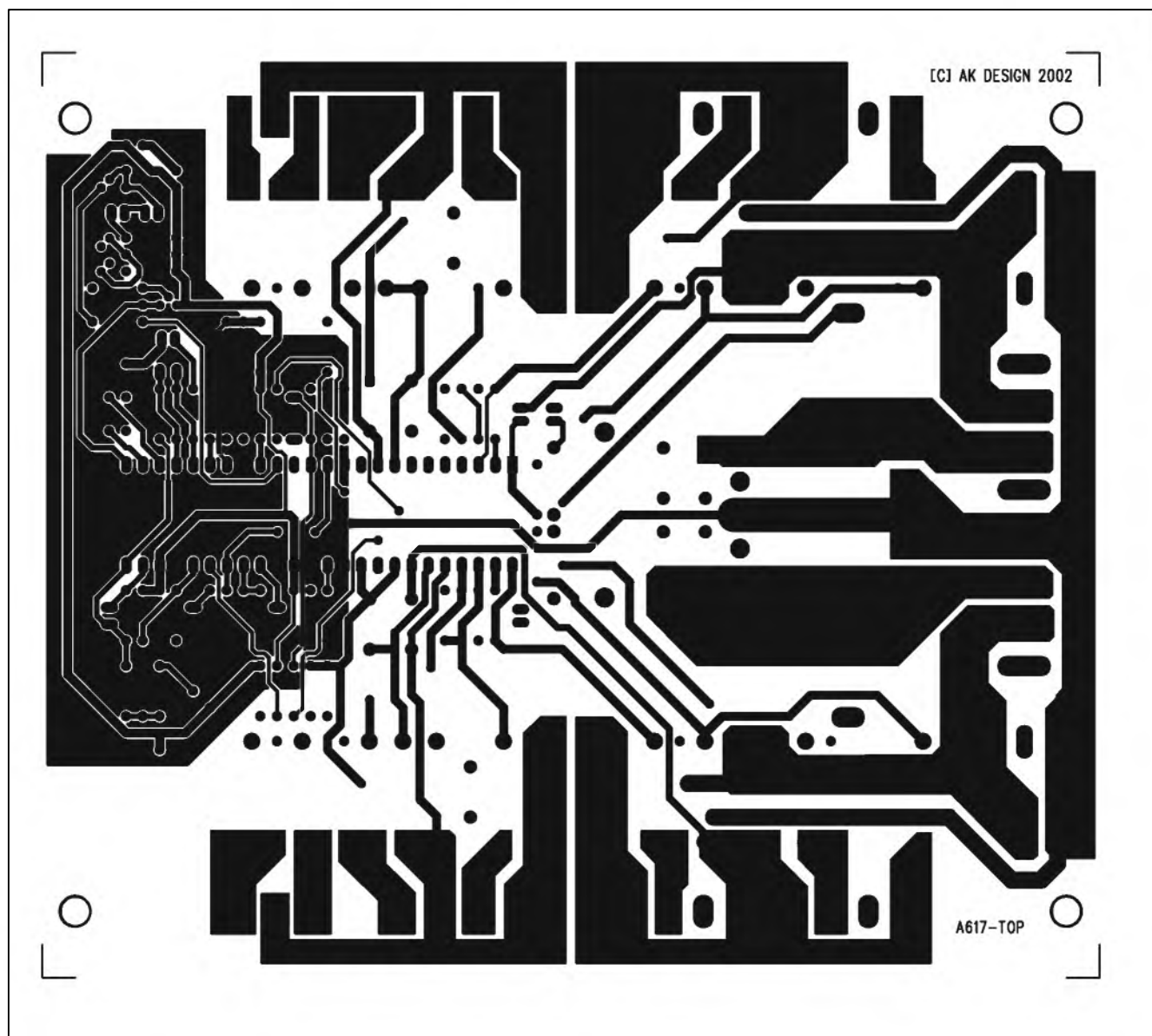
Kingbright
 LED, DISPLAY

OEHLBACH
 THE PURE SOUND

KABELY, KONEKTORY

obvod pro automatický restart zesilovače po aktivaci funkce MUTE (například po odpojení výstupu při překročení max. proudu do zátěže).

Schéma zapojení procesorové části (s obvodem TA3020) je na obr. 13. Jádrem obvodu je budič TA3020 (IC1). Jeho zapojení je viditelně rozděleno na dvě části. Horní polovina (vývody 1 až 10 a 39 až 48) patří výkonové části (budiče tranzistorů MOSFET, snímání výstupního napětí a proudu), dolní polovina jsou vstupní a řídicí obvody. Několik odporů je v dolní polovině zapojeno paralelně a označeno hvězdičkou. Tyto odpory jsou odlišné pro jednotlivé výkonové varianty a navíc



Obr. 18. Obrazec desky s plošnými spoji ze strany součástek (TOP) M 1:1

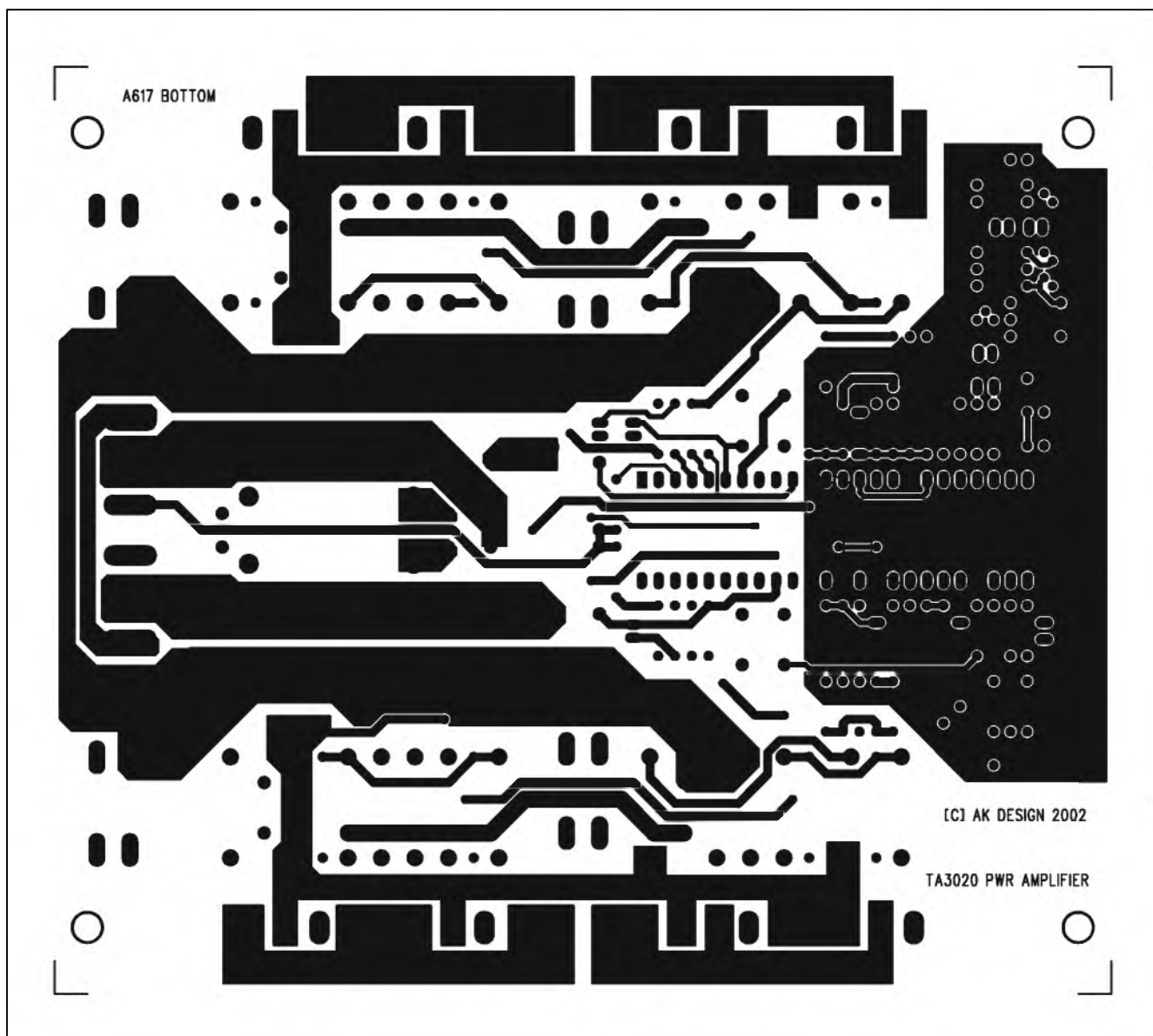
musí být relativně přesné (1 %). Protože výběr z běžně dostupné řady E12 nebo E24 je nedostatečný, je jednodušší požadovanou hodnotu složit z paralelní kombinace. Doporučené hodnoty pro jednotlivé varianty jsou uvedeny v tabulce u seznamu součástek. Trimrem P1 se nastavuje nulové výstupní napětí. Pokud je jednou nastaveno, již se v průběhu času nemění. Na místě P1 je použit kvalitní víceotáčkový cermetový trimr.

Zapojení výkonové části zesilovače ZTA3020-M je na obr. 14. Oba kanály jsou shodné. Koncové tranzistory STW34NB20 jsou zapojeny vždy dva paralelně (což je také povolené

maximum). Při návrhu této části desky s plošnými spoji je třeba dodržet několik zásad. Kondenzátory C101, C109 a hlavně C102 by měly být co nejblíže koncových tranzistorů. Totéž platí i pro blokování obou větví napájecího napětí VPP a VNN. Napětí na snímacích odporech R109 až R112 (OCS1HN, HP, LN a LP) musí být vedeno přímo z vývodů odporů na příslušné vstupy TA3020. Odpory R109 až R112 slouží pro kontrolu výstupního proudu. Protože ještě relativně snadno dostupná hodnota je 0,1 ohmu, jsou zařazeny dva paralelně, takže výsledný odpor je 50 mohmů. Signál pro zpětnou vazbu (FB1, FB2)

je nutno odebrat přímo na vstupu tlumivky L101, výstup pro reproduktory by měl být co nejblíže druhému (výstupnímu) konci tlumivky L101. Mimo výstupní filtr v každém kanále (L101/C105) je mezi oba výstupy zařazen ještě jeden filtrační člen (Zobel), složený z odporu R38 a kondenzátorů C22 a C23 (viz obr. 16).

V případě aktivace funkce MUTE (např. po zkratu na výstupu) zůstává zesilovač trvale odpojen, dokud není shozen a opět nahozen vstup MUTE nebo není odpojeno napájecí napětí. Pro automatické "nahození" zesilovače firma Tripath doporučuje zapojení podle obr. 15. Tento obvod není



Obr. 19. Obrazec desky s plošnými spoji ze strany spojů (BOTTOM) M 1:1

součástí modulu dodávaného firmou Tripath, my jsme ho však do našeho zapojení implementovali. Po aktivaci funkce MUTE a odpojení buzení zesilovače se aktivuje výstup HMUTE. Ten může přímo ovládat indikační LED, signalizující stav MUTE. Zapojení podle obr. 15 však po uplynutí asi 2,5 s zajistí shození a opětovné nahození vstupu MUTE. Pokud příčina odpojení zesilovače již pominula, uvede se zesilovač do normálního provozu. Pokud trvá, zesilovač je opět odpojen.

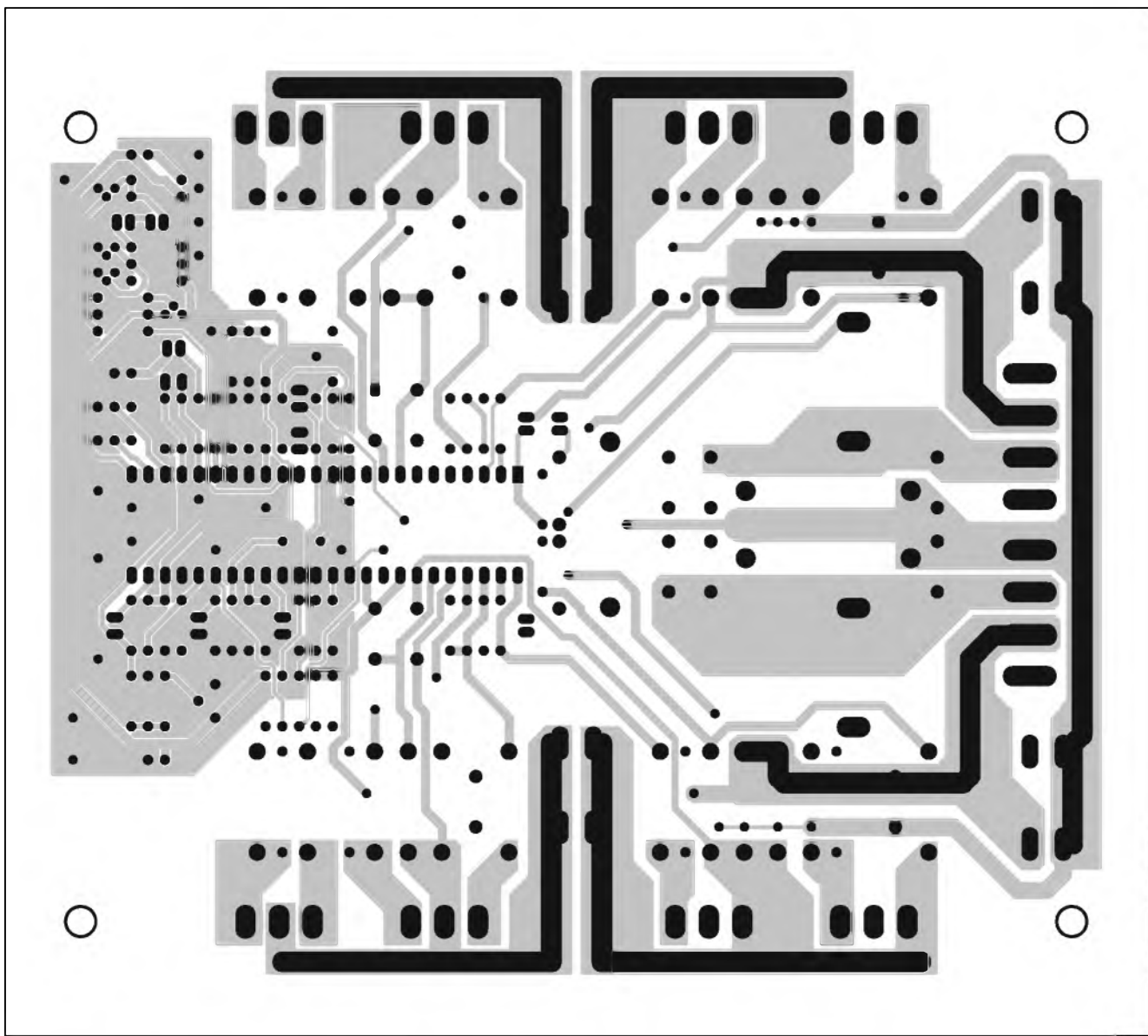
Na posledním obr. 16 je schéma zapojení článku Zobel, zapojeného mezi výstupy zesilovače a výkonové

terminály (+NAP, -NAP, výkonová zem a napájení +10 V) s konektory faston s vývody do DPS.

Konstrukce

Všechny součástky koncového stupně jsou umístěny na jediné dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 140 x 160 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 17, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 18, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 19. Všechny součástky s výjimkou koncových tranzistorů se osazují

běžným způsobem, tj. od nejnižších po nejvyšší. Jediný háček je v montáži koncových tranzistorů. Ty jsou přišroubovány přes izolační podložky k chladiči, vývody ven (od sebe) a ohnutými o 90° směrem vzhůru. Při prvním ožívování ale doporučuji tranzistory MOSFET pouze lehce přichytit na okraji pájecích plošek (dosud nenamontované na chladič), aby bylo možné snadno odstranit případné závady. Po přišroubování tranzistorů na chladič a jejich zapájení by bylo nutné v případě úprav všech tranzistorů odpájet. I když jsou pro tento případ v DPS ponechány trochu větší otvory pro vývody tranzistorů,



Obr. 20. Vedení zesílených spojů (licny) na desce s plošnými spoji. Strana součástek (TOP)

aby je bylo možné pomocí odsávačky snadno vypájet, časté ohřívání desky s plošnými spoji může vést až k odlepení a utržení měděné pájecí plošky od laminátu. Pokud budeme oživovat desku s odpojenou zátěží, nehrozí tranzistorům bez chladiče žádná nebezpečí z přehřátí. Když zesilovač korektně funguje bez zátěže, je reálný předpoklad, že se při připojení zátěže již jiné zásadní problémy nevyskytnou a můžeme tedy celý zesilovač namontovat na chladič.

Výkonovou částí zapojení tečou zejména při provozu do zátěže 2 ohmy poměrně značné proudy. I když byla při návrhu desky s plošnými spoji

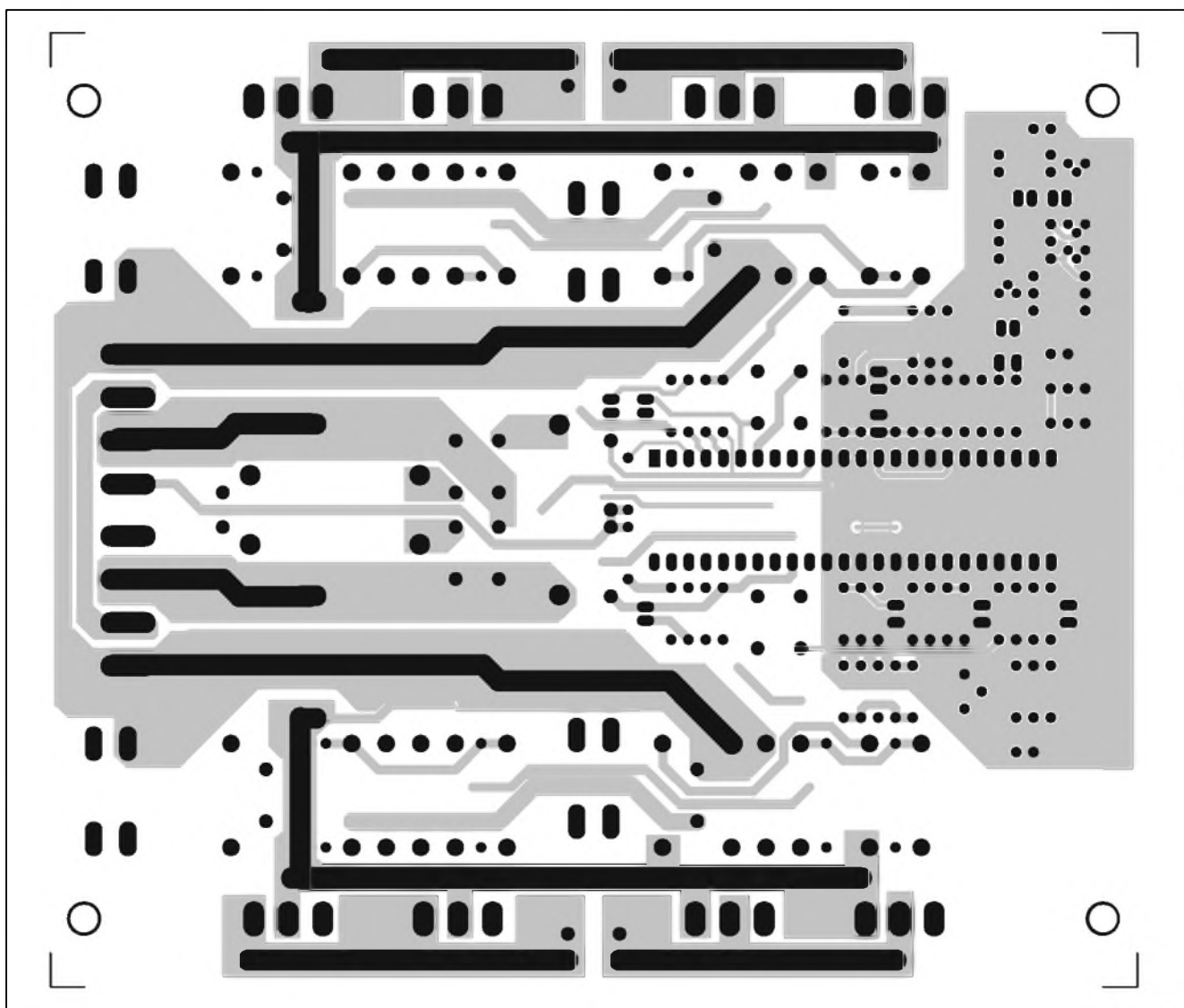
využita maximální možná šíře spoje (daná volným prostorem na desce), jsou hlavní proudové spoje ještě dodatečně posíleny měděnou licnou o průřezu 2,5 až 4 mm², která je zformována podle směru spoje a po celé délce připájena na měď. Protože je celá deska normálně kryta nepájivou maskou, je v místech pomocného vodiče nepájivá maska vynechána. Vedení zesílených spojů na straně součástek (TOP) je na obr. 20, na straně spojů (BOTTOM) je na obr. 21.

Protože některé parametry a nastavení obvodu jsou citlivé na napájecí napětí, musí být hodnoty uvedených odporů upraveny podle konkrétní

výkonové varianty. Ve schématu jsou označeny hvězdičkou. V některých případech, pokud je požadovaná hodnota použitelná z řady E24, je paralelní kombinace nahrazena pouze jedním odporem. Hodnoty vybraných odporů jsou uvedeny v tab. 12.

Závěr

Popsaná konstrukce otevírá zcela nové možnosti při realizaci spínaných výkonových zesilovačů i v amatérských podmínkách. Díky vysoké integraci řídicích a budicích obvodů na čipu umožňuje obvod TA3020



Obr. 21. Vedení zesílených spojů (licny) na desce s plošnými spoji. Strana spojů (BOTTOM)

Seznam součástek

R112, R109-110,
R209-212, R111..... 0,1 Ω
R105, R205, R207, R201,
R107, R101, R203, R103... 10 Ω
R41-42..... 10 k Ω
R23, R28, R35..... 15 k Ω
R29, R32, R25,
R39-40, R44-46..... 1 k Ω
R20, R36, R19..... 20 k Ω
R38, R113, R213..... 22 Ω /5 W
R116, R216..... 220 Ω
R37..... 51 k Ω
R104, R106, R108, R202,
R204, R206, R208, R102... 5,6 Ω
R14, R13..... 470 k Ω
R22, R114-115, R21,

R214-215..... 510 k Ω
R43..... 560 k Ω
R7-12, R15-18, R26-27,
R30-31, R33-34..... R*
C101, C109, C201,
C209..... 100 μ F/160 V
C11, C14, C16, C18,
C110, C113, C210, C213 . 100 nF
C105, C102, C108,
C111-112, C202,
C204-205, C104 C208,
C211-212..... 100 nF/250 V
C1, C24-25..... 10 μ F/25 V
C19..... 150 pF
C22-23, C106,
C206..... 220 nF/250 V
C13, C12..... 220 pF
C20, C15..... 33 pF

C203, C207, C10,3
C107..... 470 μ F /63 V
C114, C214..... 47 μ F /25 V
C21..... 4,7 μ F/50 V
C17..... 62 pF
D101-104, D201-204.... 1N4148
D105, D205..... MUR120
L101, L201..... 11 μ H
T1-2..... BC548
T4..... BC558
T3..... BS170
T101-104, T201-204. STW34NB20
IC1..... TA3020
P1..... PT-10k
K1-2,K3-4,K5,K6
K101,K201..... FASTON
JP3-5..... JUMP2
JP1-2..... JUMP3

Hodnoty složených odporů pro různé výkonové varianty

	ZTA3020-M-1		ZTA3020-M-1		ZTA3020-M-1	
R4	270 k		360 k		470 k	
R5	270 k		360 k		470 k	
R7+R12	8,2 k		8,2 k		8,2 k	
R8+R9	2,2 k		2 k		1,8 k	
R10+R11	2,2 k		2k		1,8 k	
R15+R16	330 k	820 k	470 k	1 M	560 k	1,8 M
R17+R18	1,2 M	1,8 M	1,8 M	2 M	2,4 M	2,7 M
R26+R27	1,2 k	27 k	1,1 k		1,2 k	10 k
R30+R31	1,2 k	27 k	1,1 k		1,2 k	10 k
R33+R34	1,2k	27 k	1,1 k		1,2 k	10 k

Tab. 12. Hodnoty složených odporů pro jednotlivé výkonové varianty. Všechny použité odpory jsou typu 0204, kovové, 1%

skutečně jednoduchou konstrukci zesilovačů s výkonem až 2x 1500 W. V případě zájmu čtenářů uvažujeme o použití výkonového modulu ZTA3020-S-3 ve stavebnici komplet-

ního zesilovače v běžném racku 19". Odhadovaná cena (zatím pouze orientační) by pro model 2x 1500 W sinus mohla ležet pod hranicí 20 000,- Kč.

V druhé polovině března mohou začít dodávky všech verzí stavebnic i oživených modulů řady ZTA3020-M/S-x.

inzerce

Ceník jednostranných zakázkových plošných spojů

Jaromír Buček - elektronické součástky, Vranovská 14, 614 00 Brno

Tel/Fax : (05) 45 21 54 33 e-mail : bucek@clavis.cz <http://www.clavis.cz/bucek>

Plocha dm ²	Nevrtané desky			Potisk		Vrtané		Vrtané s nep.maskou	
	Lak	Pasivace	Cín	jednostr.	oboustr.	Pasivace	Cín	Pasivace	Cín
do 1	65,00	---	---	---	---	---	---	---	---
od 1	60,00	90,00	110,00	23,10	46,20	120,00	137,00	149,00	162,00
od 2	55,00	80,00	98,00	21,30	42,90	108,00	125,00	137,00	150,00
od 3	50,00	70,00	88,00	17,60	33,00	93,00	102,00	113,00	125,00
od 4	45,00	61,00	83,00	15,40	23,10	89,00	96,00	107,00	121,00
od 5	43,00	52,00	77,00	14,30	20,40	84,00	89,00	102,00	117,00
od 6	41,00	48,00	73,00	14,30	17,60	79,00	85,00	98,00	111,00
od 7	40,00	45,00	69,00	13,20	16,50	74,00	82,00	94,00	105,00
od 8	39,00	45,00	67,00	12,10	14,30	71,00	80,00	92,00	102,00
od 9	39,00	45,00	65,00	12,00	13,20	68,00	77,00	89,00	99,00
od 10	38,00	44,00	63,00	11,90	12,00	65,00	75,00	87,00	96,00
od 13	38,00	43,00	58,00	11,80	11,80	61,00	70,00	79,00	86,00
od 15	37,00	42,40	54,00	11,70	11,70	58,00	64,00	72,00	78,00
od 18	37,00	42,10	52,00	11,60	11,60	53,00	61,00	66,00	70,00
od 20	37,00	42,00	50,00	11,50	11,50	51,00	57,00	60,00	66,00
od 30	37,00	41,60	46,00	10,70	10,70	48,00	53,00	57,00	61,00
od 40	37,00	41,10	44,00	9,90	9,40	47,00	51,00	56,00	60,00
od 50	37,00	40,70	42,00	9,10	9,10	45,00	50,00	55,00	58,00
od 75	35,00	39,20	41,00	8,60	8,60	44,00	48,00	53,00	55,00
od 100	34,40	37,70	39,00	8,20	8,20	43,00	46,00	51,00	53,00

Ceny na zakázky nad 100dm²a ceny oboustranných zakázkových DPS naleznete na našich WWW stránkách. Uvedené ceny bez DPH.

N - CHANNEL ENHANCEMENT MODE PowerMESH™ MOSFET

TYPE	V _{DSS}	R _{DS(on)}	I _D
STW34NB20	200 V	< 0.075 Ω	34 A

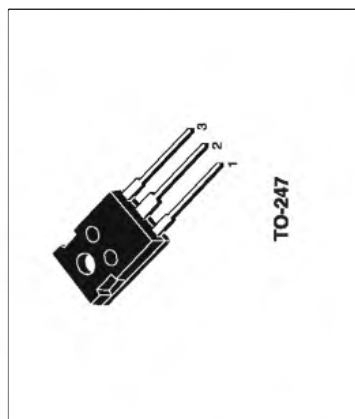
- TYPICAL R_{DS(on)} = 0.062 Ω
- EXTREMELY HIGH dv/dt CAPABILITY
- 100% AVALANCHE TESTED
- VERY LOW INTRINSIC CAPACITANCES
- GATE CHARGE MINIMIZED

DESCRIPTION

Using the latest high voltage MESH OVERLAY™ process, SGS-Thomson has designed an advanced family of power MOSFETs with outstanding performances. The new patent pending strip layout coupled with the Company's proprietary edge termination structure, gives the lowest R_{DS(on)} per area, exceptional avalanche and dv/dt capabilities and unrivalled gate charge and switching characteristics.

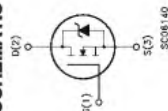
APPLICATIONS

- SWITCH MODE POWER SUPPLIES (SMPS)
- DC-AC CONVERTERS FOR WELDING EQUIPMENT AND UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES AND MOTOR DRIVE
- HIGH CURRENT, HIGH SPEED SWITCHING



TO-247

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DS}	Drain-source Voltage (V _{GS} = 0)	200	V
V _{DSR}	Drain- gate Voltage (R _{GS} = 20 kΩ)	200	V
V _{GS}	Gate-source Voltage	± 30	V
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 25 °C	34	A
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 100 °C	21	A
I _{DM} (*)	Drain Current (pulsed)	136	A
P _{TOT}	Total Dissipation at T _c = 25 °C	180	W
	Derating Factor	1.44	W/°C
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	°C
T _J	Max. Operating Junction Temperature	150	°C

(*) Pulse width limited by safe operating area

(†) I_{AP} ≤ 34 A, dI/dt ≤ 200 A/μs, V_{DS} ≤ V_{DSR}, T_J ≤ T_{max}

January 1998

1/8

STW34NB20

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	Max	Unit
R _{thj-case}	Thermal Resistance Junction-case	0.69	°C/W
R _{thj-amb}	Thermal Resistance Junction-ambient	30	°C/W
R _{thc-sink}	Thermal Resistance Case-sink	0.1	°C/W
T _J	Maximum Lead Temperature For Soldering Purpose	300	°C

AVALANCHE CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Max	Unit
I _{AR}	Avalanche Current, Repetitive or Not-Replicative (pulse width limited by T _J max, δ < 1%)	34	A
E _{AS}	Single Pulse Avalanche Energy (starting T _J = 25 °C, I _D = I _{AS} , V _{DS} = 50 V)	650	mJ

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{case} = 25 °C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _{DS(BOSS)}	Drain-source Breakdown Voltage	I _D = 250 μA V _{GS} = 0	200			V
I _{SS}	Zero Gate Voltage Drain Current (V _{GS} = 0)	V _{DS} = Max Rating T _c = 125 °C			1	μA
I _{SS}	Gate-body Leakage Current (V _{GS} = 0)	V _{DS} = Max Rating V _{GS} = ± 30 V			10	μA
					± 100	nA

ON (*)

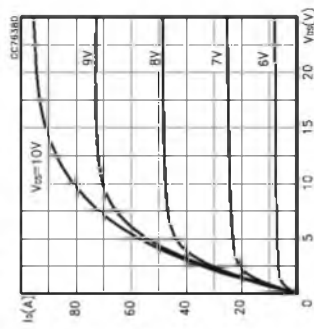
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _{GS(th)}	Gate Threshold Voltage	V _{DS} = V _{GS} I _D = 250 μA	3	4	5	V
R _{DS(on)}	Static Drain-source On Resistance	V _{GS} = 10V I _D = 17 A		0.062	0.075	Ω
I _{D(on)}	On State Drain Current	V _{DS} > I _{D(on)} x R _{DS(on)max} V _{GS} = 10 V	34			A

DYNAMIC

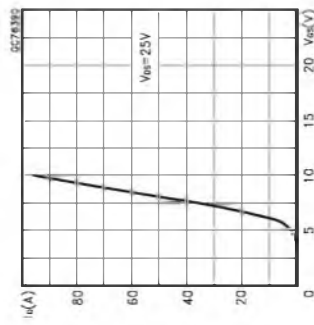
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
g _{fs} (*)	Forward Transconductance	V _{DS} > I _{D(on)} x R _{DS(on)max} I _D = 17 A	8	17		S
C _{iss}	Input Capacitance	V _{DS} = 25 V f = 1 MHz V _{GS} = 0		2400	3300	pF
C _{oss}	Output Capacitance			650	900	pF
C _{rss}	Reverse Transfer Capacitance			90	130	pF

STW34NB20

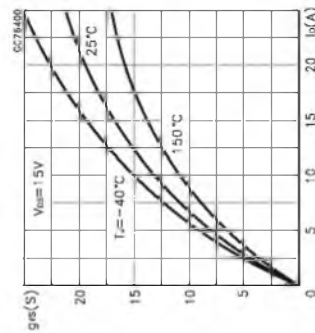
Output Characteristics



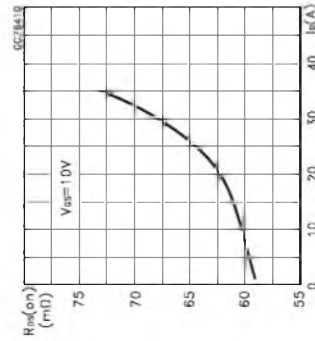
Transfer Characteristics



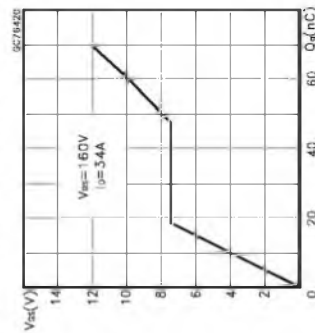
Transconductance



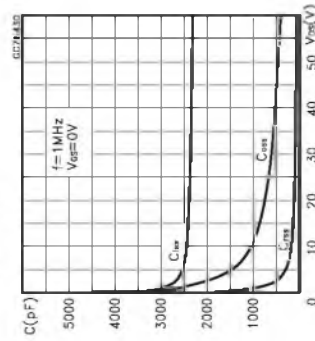
Static Drain-source On Resistance



Gate Charge vs Gate-source Voltage



Capacitance Variations



4/8

SGS-THOMSON
MICROELECTRONICS

STW34NB20

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)
SWITCHING ON

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{d(on)}$	Turn-on Time	$V_{DD} = 100\text{ V}$, $I_D = 17\text{ A}$		30	40	ns
t_r	Rise Time	$R_G = 4.7\ \Omega$, $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 3)		40	55	ns
Q_g	Total Gate Charge	$V_{DD} = 160\text{ V}$, $I_D = 34\text{ A}$, $V_{GS} = 10\text{ V}$		60	80	nC
Q_{gs}	Gate-Source Charge			19	nC	
Q_{gd}	Gate-Drain Charge			29	nC	

SWITCHING OFF

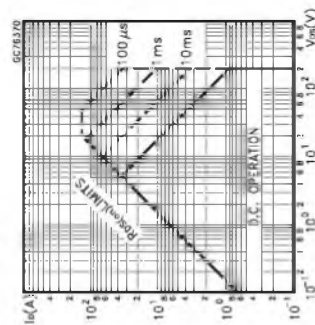
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{f(off)}$	Off-voltage Rise Time	$V_{DD} = 160\text{ V}$, $I_D = 34\text{ A}$		17	23	ns
t_f	Fall Time	$R_G = 4.7\ \Omega$, $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 5)		18	24	ns
t_c	Cross-over Time			35	47	ns

SOURCE DRAIN DIODE

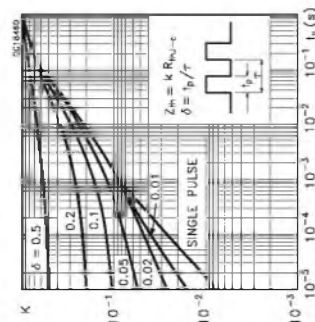
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{SD}	Source-drain Current				34	A
$I_{SDM}^{(*)}$	Source-drain Current (pulsed)				136	A
$V_{SD}^{(*)}$	Forward On Voltage	$I_{SD} = 34\text{ A}$, $V_{GS} = 0$			1.5	V
t_{rr}	Reverse Recovery Time	$I_{SD} = 34\text{ A}$, $dI/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}$ $V_{DD} = 50\text{ V}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$ (see test circuit, figure 5)			290	ns
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge				2.7	μC
I_{RRM}	Reverse Recovery Current				18.5	A

(*) Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %
 (*) Pulse width limited by safe operating area

Safe Operating Area



Thermal Impedance



3/8

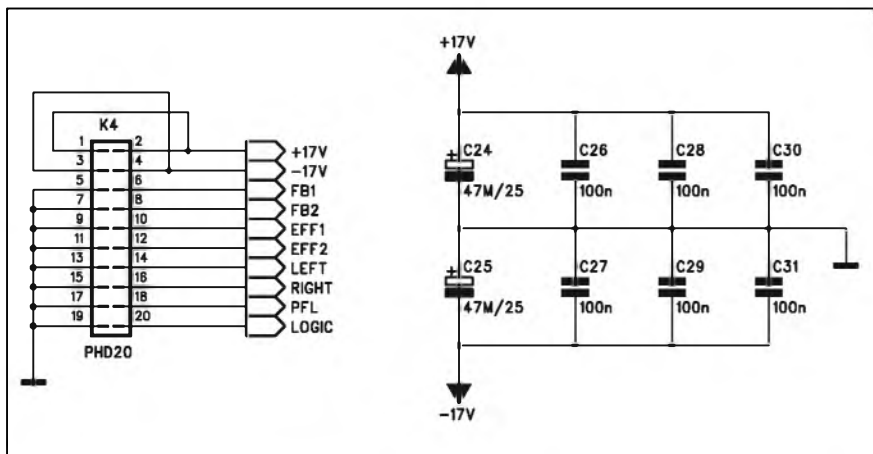
SGS-THOMSON
MICROELECTRONICS

Mixážní pult MCD 1600/2 aneb za málo peněz hodně muziky

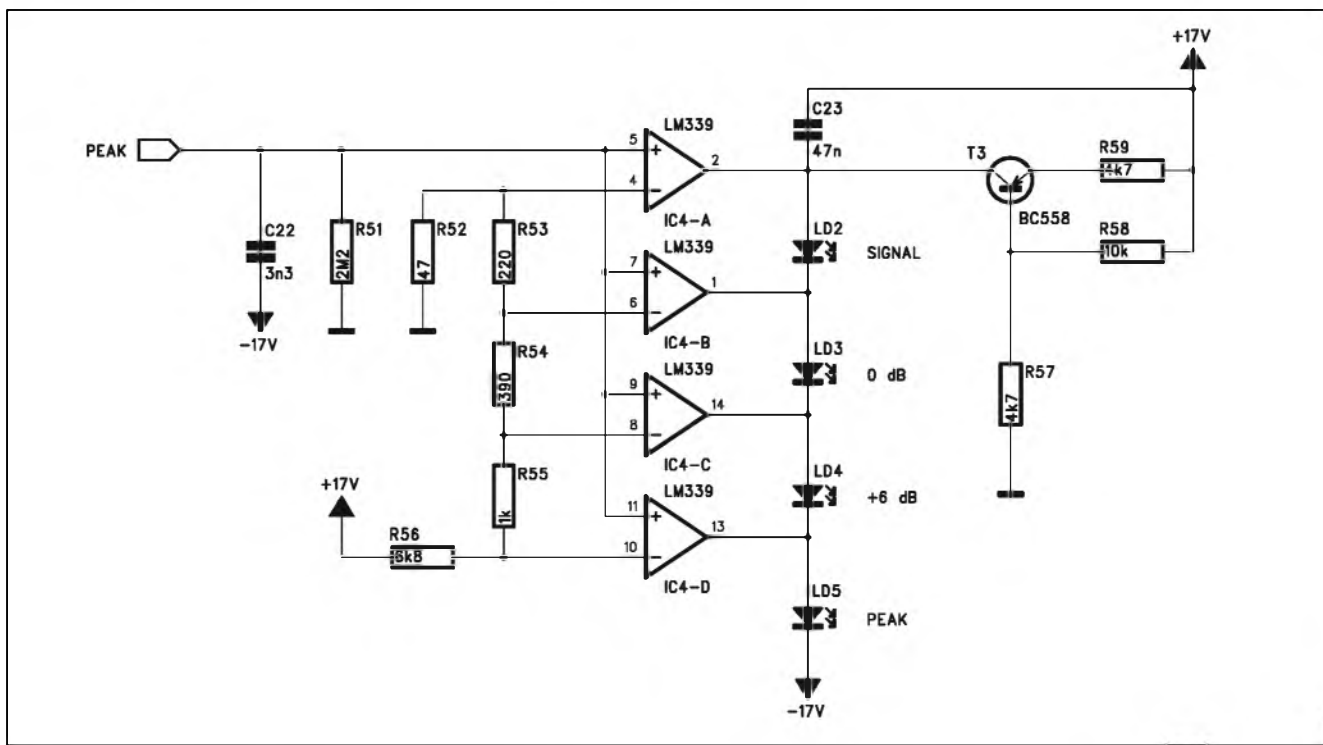
V poslední době se na mě obrátilo několik čtenářů s prosbou o uveřejnění konstrukce mixážního pultu, který by umožňoval seriózní práci zvukaře (tj. měl dostatečný komfort ovládání, zejména pokud jde o korekce, minimálně dvě odposlechové a dvě efektové sběr-

nice a 16 až 24 vstupních jednotek). V protikladu však byl požadavek na "lidovou cenu". Dosud uveřejněné pulty byly většinou řešeny s ohledem na dosažení co nejlepších parametrů, i za cenu vyšších materiálových nákladů. I když jsem se původně nechtěl

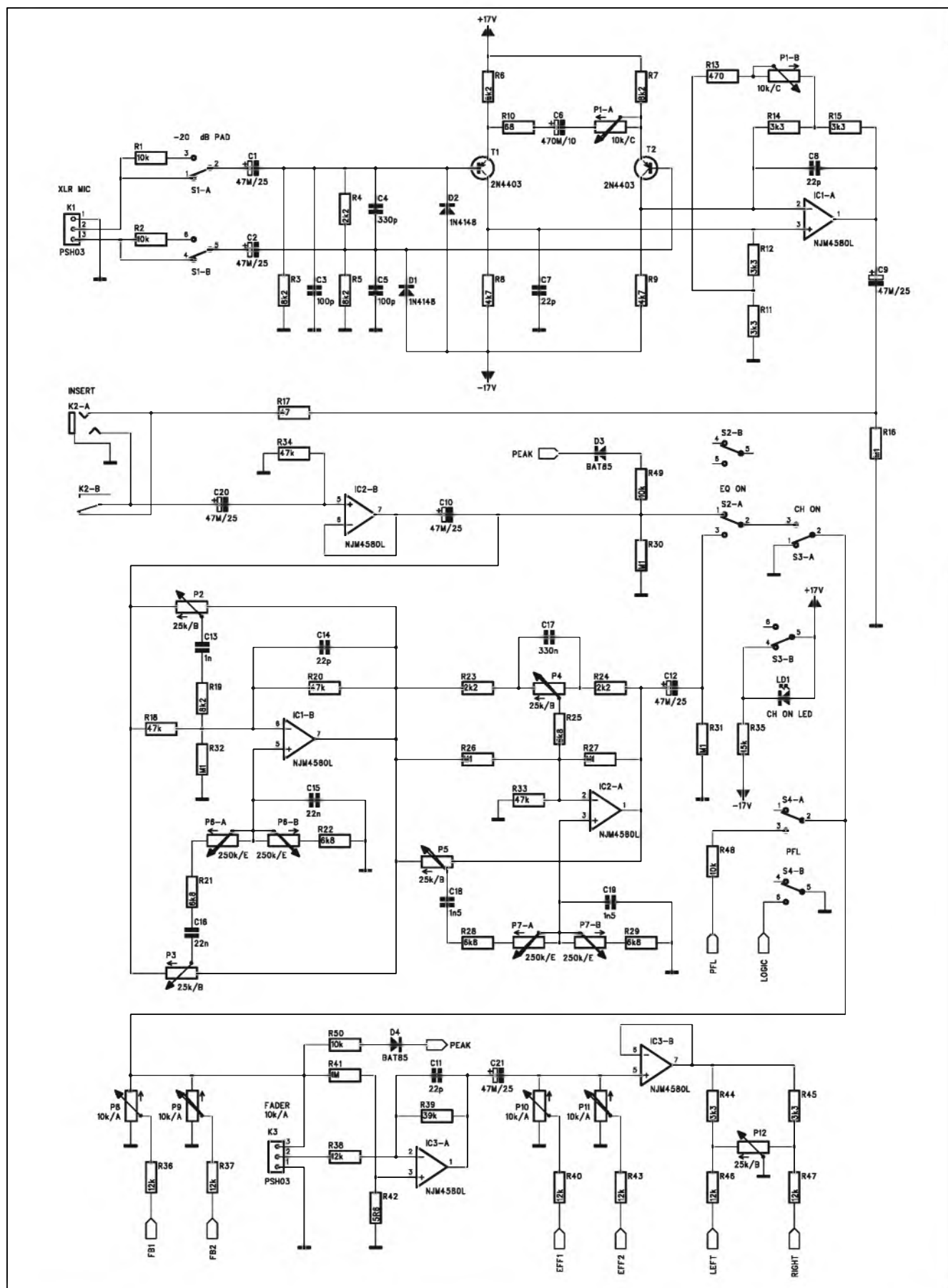
pouštět do konkurenčního boje s levnými asijskými výrobci, kdy je často zdánlivě příznivá cena zaplacená velmi "úsporným" obvodovým a součástkovým řešením, nakonec jsem se rozhodl takový "lidový" mixážní pult realizovat. Pro vstupní obvody (samozřejmě symetrické, jinak si to již ani nedovedu představit) jsem opustil kvalitní, ale drahé (a momentálně dokonce nedostupné) obvody typu SSM2017 či THAT1510 a pokorně jsem se vrátil ke starému dobrému tranzistorovému vstupu s rozdílovým zesilovačem. Pravda, je trochu vylepšený dvojitým potenciometrem pro řízení zisku, který jak při simulaci, tak i v reálu vykazuje široký rozsah nastavení vstupní citlivosti a ucházející šumové vlastnosti. Takže na vstupu je přepínač mikrofon/linka (-20 dB PAD) a potenciometr zisku. Následuje vstup/výstup INSERT. Přeci jen možnost individuální korekce nebo dynamické úpravy vstupního



Obr. 3. Schéma konektoru sběrnic



Obr. 2. Schéma VU-metru



Obr. 1. Schéma vstupní jednotky

Tester výstupu S/PDIF

V poslední době je stále více přístrojů spotřební elektroniky vybaveno digitálními vstupy či výstupy s normou S/PDIF. Na rozdíl od analogových vstupů a výstupů, k jejichž kontrole v nejhorším případě stačil i prst (a trochu síťového brumu), je u digitálních technologií situace poněkud složitější. Firma Philips dodává na trh zajímavý obvod UDA1351, který lze velmi jednoduše použít na tester signálu S/PDIF.

Popis

Schéma zapojení testeru je na obr. 1. UDA1351 je velmi komplexní obvod, který obsahuje vstupní zesilovač a tvarovač signálu S/PDIF, dekodér IEC958, audio procesor s L3 interfejsem a dva D/A převodníky, které umožňují připojení běžného analogového zařízení. I když je obvod určen především k řízení sběrnice L3, kterou lze ovládat hlasitost, korekce hloubek a výšek, různé nf. filtry

a další funkce, zablokováním vstupu SELSTATIC (připojením na + napájení) je obvod použitelný jako převodník z S/PDIF signálu na stereofonní analogový. S minimem externích součástek tedy můžeme realizovat monitor signálu S/PDIF.

Podle schématu zapojení na obr. 1 je vidět, že kromě vstupního a výstupních vazebních kondenzátorů jsou ještě použity filtrace jednotlivých napájecích napětí. Obvod je určen pro napájecí napětí 3 V, k čemuž poslouží například dvě tužkové baterie 1,5 V. Příkon obvodu je 80 mW při vzorkovacím kmitočtu 48 kHz a 110 mW při kmitočtu 96 kHz. Výrobce udává odstup s/s typicky 100 dB a přeslech mezi kanály 96 dB. Výstupní úroveň je 900 mV.

Stavba

Obvod UDA1351TS je dodáván v pouzdru pro povrchovou montáž SSOP s 28 vývody. Proto byla deska

s plošnými spoji navržena jako dvoustranná s rozlitou stínicí a zemnicí plochou. Pájení pouzdra SSOP sice vyžaduje mikropájkou se slabým hrotem, ale ještě je to zvládnutelné. Ostatní součástky jsou klasické s drátovými vývody. Zapojení je natolik jednoduché, že by při pečlivé práci mělo fungovat na první pokus.

Seznam součástek

R1	75 Ω
R2	680 Ω
R3-4	10 kΩ
R5-6	100 Ω
R7-10	10 Ω
C3, C17	10 μF/ 25 V
C6, C8-11, C5	47 μF/ 25V
C1	100 pF
C2, C7, C12-16	100 nF
C4	10 nF
LD1	LED
IC1	UDA1351TS

signálu by měla být zachována. Následují čtyřpásmové korekce se zdvihem ± 15 dB a přeladitelnými středy, opět nastavitelné v poměrně širokých mezích (HI-MID 500 Hz až 15 kHz, LO-MID 35 Hz až 1 kHz, tedy více dostatečné). Korekce je možné vyřadit (EQ ON/OFF), i když použití potenciometrů zdvihu s centrálním klikem také zaručuje poměrně rovný průběh. Za vypínačem korekcí následuje vypínač kanálu (CH ON) s indikací zapnutí LED. Sběrnice jsou také standardní - 2x odposlech (FB1, FB2) před tahem, 2x efekt (EFF1, EFF2) za tahem. Tahový potenciometr je 100 mm s jemným chodem a dlouhou životností (300 000 přejezdů). Za tahem je ještě úrovnňový zesilovač +10 dB (nahrazuje úbytek signálu na tahu v nominální poloze -10 dB). Zbývající operační zesilovač je použit jako sledovač před potenciometrem panoramy. Výstup je přímo na master

(sběrnice L a R). Podskupiny jsem z cenových důvodů vypustil. Zachoval jsem ale možnost kontroly signálu na vstupní jednotce tlačítkem PFL. To umožňuje poslech samotného vstupu ve sluchátkách a přesné nastavení vstupní citlivosti VU metrem na jednotce TB. Trochu luxusu jsem si přeci jen dovolil v osazení každého vstupu víceúrovnňovým indikátorem vybuzení (signál, 0 dB, +6 dB a PEAK). Rychlá orientace, co se kde děje, je někdy k nezaplacení. Pár odporů, LED a jedna LM339 zase rozpočet tolik nezatíží. Schéma popsané vstupní jednotky je na obr. 1, zapojení jednoduchého LED VU-metru je na obr. 2 a osazení konektoru sběrnice na konektoru K4 je na obr. 3. Pokračování příště, více se toho zatím stihnout nedalo.

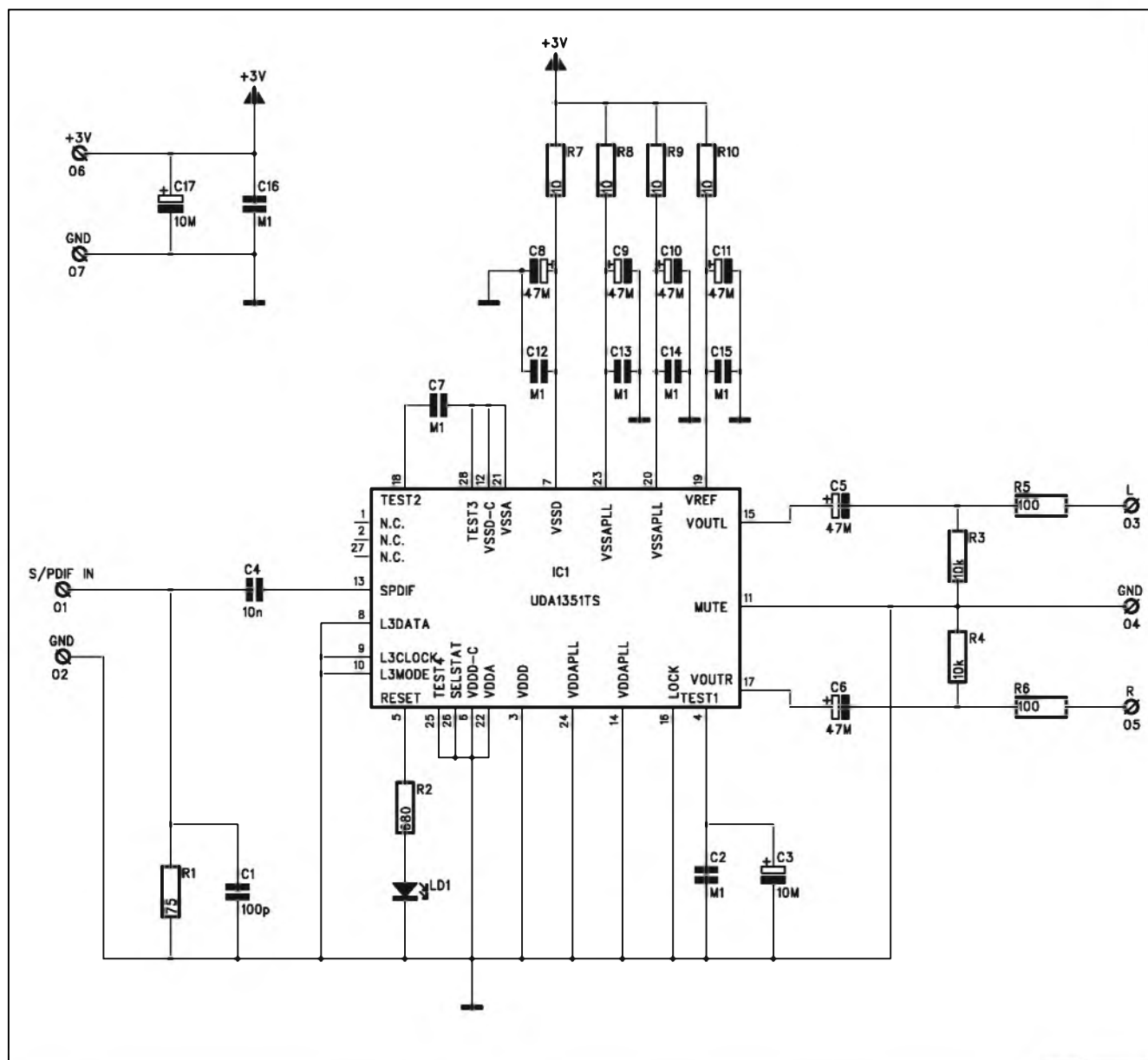
Kromě 16 nebo 24 vstupů bude pult obsahovat ještě 2 monitorové (FB1, FB2) a 2 výstupní jednotky (L a R). Poslední "klika" obsahuje

vstup pro TB mikrofon, sluchátkový zesilovač a samozřejmě napájecí zdroj.

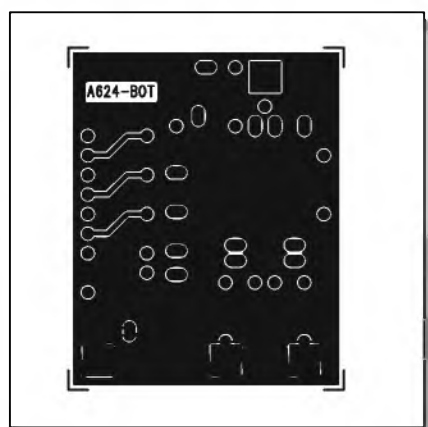
Cena ještě není definitivně stanovena, ale podle předběžných kalkulací vychází provedení 16/2 - 16 vstupů, 2x FB, 2x výstup, 1x TB + zdroj (stavebnice - všechny součástky, DPS, konektory, potenciometry, knoflíky) v sypaném stavu bez mechaniky do 20.000,- Kč, což by mohlo být pro řadu "garážových" kapel ještě únosné.

Současně bych se chtěl omluvit čtenářům, kteří sledují popis profesionálního mixážního pultu MCX, že pokračování bude až v čísle 3, protože jsme stěhovali vývoj a kompletaci stavebnice do nových prostor mimo Prahu (vlastními silami v rámci redakce to již bylo nezvládnutelné), takže po zabydlení (a zapracování posil) by se měla celá agenda stavebnice výrazně zpružnit.

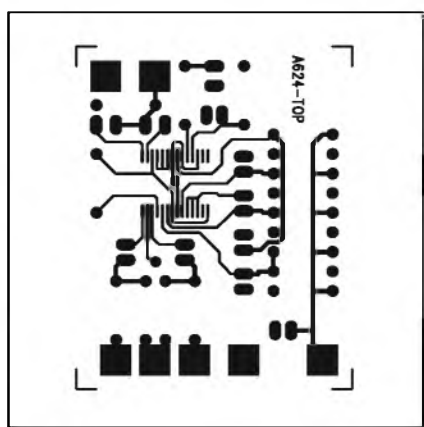
Pokračování příště



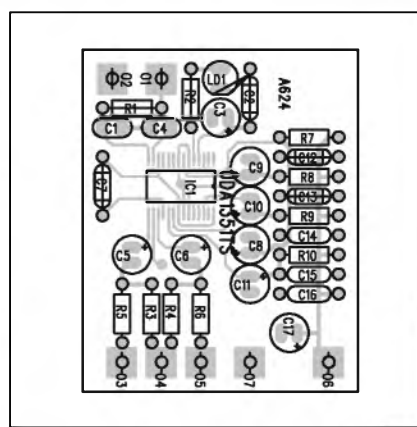
Obr. 1. Schéma zapojení



Obr. 2. Obrazec DPS- BOTTOM



Obr. 3. Obrazec DPS- TOP



Obr. 4 . Rozložení součástí

OBJEDNÁVKY STAVEBNIC - ČR

Konstrukce uveřejněné v časopise Stavebnice a konstrukce a některé konstrukce z Amatérského radia (viz seznam) jsou dodávány též jako stavebnice. Každá stavebnice obsahuje všechny díly podle seznamu součástek (pokud není výslovně uvedeno jinak), podrobný stavební návod, vrtanou pocínovanou desku s plošnými spoji včetně nepájivé masky. Desky s plošnými spoji je možno objednat i samostatně podle ceníku.

Stavebnice a desky s plošnými spoji můžete objednat písemně na adrese redakce:

Amatérské radio, Na Beránce 2, 160 00 Praha 6

faxem na novém čísle: (02) 22 81 22 24, telefonicky na čísle: 0732 777 003

pouze v pondělí a čtvrtek od 10 do 13 hod., e-mailem: kraus@jmtronic.cz

V případě zaslání na dobírku se k ceně připočítává poštovné a balné 80,- Kč.

obj. číslo/název stavebnice	otistěno	cena St./cena DPS							
A97001 Spinač osvětlení pro automobil	PE 6/97	141,-/43,-	A98090 Zdroj záporného napětí z kladného	SaK 5/98	108,-/28,-				
A97002 Automatické "loudnes"	PE 6/97	972,-/192,-	A98093 Stereo LED VU metr - rovný	AR 11/98	599,-/188,-				
A97004 Sinusový generátor na baterie	PE 6/97	762,-/192,-	A98094 Stereo LED VU metr - oblouk	AR 11/98	599,-/188,-				
A97005 Jednoduchý autoalarm	PE 6/97	344,-/88,-	A98095 HUSH - stereo omezovač šumu	AR 11/98	1190,-/299,-				
A97008 Miliohmtr k DMM	SaK1/97	225,-/58,-	A98096 Měníč napětí z 12 V na 230 V	SaK 6/98	1499,-/450,-				
A97009 Detektor vlhkosti půdy	SaK1/97	490,-/105,-	A98097 Regulator otáček s U210B	SaK 6/98	599,-/155,-				
A97010 Teplotní senzor s LM35	SaK1/97	568,-/48,-	A98098 Tepelná pojistka	SaK 6/98	148,-/26,-				
A97011 Universální časový spínač	SaK1/97	599,-/115,-	A98099 Signalizace vybití akumulátoru	SaK 6/98	---/25,-				
A97014 Měřic fázového, posuvu stereosignálu	SaK1/97	665,-/146,-	A98100 Autozesilovač 2 x 40 W	SaK 6/98	649,-/80,-				
A97015 Korektor RIAA s HA12007	AR 9/97	560,-/82,-	A98101 Luxmetr k multimetru	SaK 6/98	799,-/90,-				
A97016 Elektronické uspávkó	AR 9/97	325,-/92,-	A98102 LED otačkoměr pro malý motocykl	SaK 6/98	725,-/140,-				
A97018 Plánič krtků	SaK 2/97	575,-/75,-	A98103 Zkratometr s LED indikací	SaK 6/98	340,-/43,-				
A97022 Autozesilovač 2x 12 W	SaK 2/97	575,-/119,-	A98104 Jednokanálový spínač pro modeláře	SaK 6/98	177,-/37,-				
A97023 Teploměr pro DMM	SaK 2/97	435,-/19,-	A98105 Hlídač vlhkosti půdy pro pok. květiny	SaK 6/98	196,-/58,-				
A97024 Měřic impedance reproduktorů	SaK 2/97	1185,-/199,-	A98106 Podpětová ochrana třířizové sítě	AR 12/98	555,-/138,-				
A97025 Aktivní filtr pro subwoofer	SaK 2/97	550,-/109,-	A98107 Malý světelný pult	AR 12/98	760,-/235,-				
A97027 MC1202-vstup. modul mix. pultu	SaK 2/97	299,-/83,-	A98108 Výkonový stmívač 4x 1 kW	AR 1/99	2990,-/360,-				
A97028 MC1202-výst. modul mix. pultu	SaK 2/97	280,-/58,-	A98109 High End mikrofonní předzesilovač	AR 12/98	2890,-/690,-				
A97029 MC1202-efekt. mod. mix. pultu	SaK 2/97	225,-/58,-	A98114 Tester sběrnice I2C	AR 1/99	270,-/53,-				
A97030 MC1202-stereo LED VU metr	SaK 2/97	465,-/99,-	A98120 Booster pro digitální železnici	SaK 2/99	---/175,-				
A97031 MC1202-napájecí zdroj	SaK 2/97	780,-/93,-	A98121 Universální korekční zesilovač	SaK 2/99	89,-/28,-				
A98036 Aktivní DI BOX	SaK 1/98	340,-/150,-	A99122 Rozbočovač pro video	SaK 2/99	165,-/20,-				
A98037 Zesilovač pro sluchátka z dig. ovl.	SaK 1/98	960,-/440,-	A99123 "Prodlužovač" pro IR ovl. - přijímač	SaK 2/99	360,-/32,-				
A98039 Kytarový harmonizér	SaK 1/98	580,-/150,-	A99124 "Prodlužovač" pro IR ovl. - vysílač	SaK 2/99	150,-/15,-				
A98040 Spínaný zesilovač	SaK 1/98	630,-/150,-	A99125 Měníč napětí z +12 V na -5 V	SaK 2/99	---/75,-				
A98041 Regulator otáček pro vrtáčku	SaK 1/98	330,-/76,-	A99126 Nabíječka akumulátorů s U2400	SaK 2/99	390,-/54,-				
A98042 Elektronická pojistka	SaK1 /98	139,-/55,-	A99127 Kempinkový měnič napětí 12 V-230 V / 40 W	SaK 2/99	320,-/45,-				
A98043 Tester tranzistorů	SaK 1/98	135,-/55,-	A99128 Zdroj 50 Hz pro kempinkový měnič napětí	SaK 2/99	140,-/20,-				
A98044 Regulator otáček DC motoru	SaK 2/98	215,-/44,-	A99129 Měníč z 12 V pro zářivku	SaK 2/99	---/56,-				
A98045 Odpojovač zátěže pro 12 V aku	AR 2/98	---/82,-	A99137 Automatika pro zadní stěrač	SaK 2/99	155,-/29,-				
A98046 Automatický stmívač pro hal. žár.	SaK 2/98	242,-/87,-	A99138 Výkonový měnič s TL497	SaK 2/99	470,-/80,-				
A98048 Tester tranzistorů JFET	SaK 2/98	199,-/65,-	A99141 Emulační adaptér pro 51	AR 3/99	890,-/36,-				
A98049 Zesilovač pro multimédia	SaK 2/98	890,-/150,-	A99144 Elektronické přednostní relé	AR 3/99	---/99,-				
A98050 Disko blikátko	SaK 2/98	399,-/60,-	A99151 Redukce pro AT89C051	AR 4/99	150,-/36,-				
A98051 Elektronický metronom	SaK 2/98	370,-/120,-	A99152 Doplnková signalizace	AR 4/99	---/49,-				
A98053 Hlídač přetečení pračky	SaK 2/98	1399,-/199,-	A99160 Stereofonní předzesilovač	SaK 3/99	540,-/50,-				
A98054 Videopřepínač s MAX455	SaK 2/98	2090,-/340,-	A99161 Detektor síťového vedení	SaK 3/99	120,-/25,-				
A98055 Domácí alarm	SaK 2/98	640,-/199,-	A99162 Spíkový indikátor pro reproboxy	SaK 3/99	99,-/20,-				
A98056 Běžící sípka	SaK 2/98	420,-/230,-	A99163 Elektronický postřeh pro osm hráčů	SaK 3/99	199,-/69,-				
A98057 Mini IR detektor	SaK 2/98	220,-/29,-	A99164 Tester baterií	SaK 3/99	150,-/35,-				
A98058 Zdvijovač napětí s TDA2004	SaK 3/98	799,-/59,-	A99165 Koncový zesilovač s BDV64/68	SaK 3/99	450,-/69,-				
A98059 Měřicí A-filtr	SaK 3/98	180,-/30,-	A99166 Zdroj pro koncový zesilovač A99165	SaK 3/99	980,-/89,-				
A98060 Tester napětí 12 V pro motoristy	SaK 3/98	380,-/29,-	A99167 Obvod pro obousměrnou komunikaci	SaK 3/99	149,-/26,-				
A98061 Miniaturní dveřní alarm	SaK 3/98	490,-/155,-	A99168 Charakterograf tranzistorů pro osciloskop	SaK 3/99	930,-/180,-				
A98062 Automatický mikrofonní směšovač	SaK 3/98	429,-/165,-	A99169 Nízkošumový předzesilovač	SaK 3/99	99,-/10,-				
A98063 Rychlonabíječka na 12 V pro mod.	SaK 3/98	559,-/54,-	A99170 Elektronický gong	SaK 3/99	420,-/25,-				
A98064 Parkovací ultrazvukový dálkoměr	SaK 3/98	1299,-/99,-	A99171 Elektronická zátěž	SaK 3/99	499,-/96,-				
A98065 MPR II/III tester	SaK 3/98	659,-/99,-	A99172 Pájeka s jednoduchým zdrojem	AR 7/99	3390,-/675,-				
A98069 Plánič myši	SaK 4/98	135,-/29,-	A99173 Displej k páječce A99172	AR 7/99	---/30,-				
A98070 Detektor "stěnic"	SaK 4/98	159,-/40,-	A99175 Experimentální deska do PC	AR 9/99	---/360,-				
A98071 VKV přijímač s TDA7000	SaK 4/98	395,-/66,-	A99176 Stmívač pro 12 V zátěž	AR 6/99	---/39,-				
A98072 Vybíječ NiCd aku čtyřnásobný	SaK 4/98	380,-/79,-	A99177 Zesilovač pro Dolby Surround	AR 6/99	3290,-/170,-				
A98073 Vybíječ NiCd aku jednoduchý	SaK 4/98	96,-/18,-	A99178 Nabíječka olověných akumulátorů	AR 7/99	250,-/35,-				
A98074 Bouřkoměr	SaK 4/98	545,-/199,-	A99180 Universální napájecí zdroj	SaK 4/99	---/70,-				
A98075 Lékařský časoměr	SaK 4/98	340,-/160,-	A99181 Dva telefony na jedné lince	SaK 4/99	---/20,-				
A98076 Jednoduchý imobilizér	SaK 4/98	220,-/48,-	A99182 Modulový čtyřmístný čítač	SaK 4/99	---/140,-				
A98077 Panoramatický regulátor	SaK 4/98	230,-/48,-	A99183 RS232 optoizolátor	AR 8/99	1190,-/230,-				
A98078 Universální teplotní hlídač	SaK 4/98	105,-/18,-	A99184 IR závara - vysílač	AR 8/99	---/20,-				
A98079 Hlídač olověných akumulátorů	SaK 4/98	690,-/50,-	A99185 IR závara - přijímač	AR 8/99	---/30,-				
A98080 Trístavový zkratometr	SaK 4/98	105,-/35,-	A99191 Spínač světél pro modelovou železnici	AR 7/99	---/79,-				
A98081 Generátor testovacího signálu	SaK 5/98	149,-/38,-	A99193 Jednoduchý generátor pulsů	SaK 4/99	---/105,-				
A98082 IR detektor přiblížení	SaK 5/98	156,-/35,-	A99194 Tranzistorový inverter napětí	SaK 4/99	---/35,-				
A98083 Jednoduchá IR závara - vysílač	SaK 5/98	198,-/46,-	A99195 Horní propust páťového řádu	SaK 4/99	---/65,-				
A98084 Jednoduchá IR závara - přijímač	SaK 5/98	270,-/64,-	A99196 Napájecí zdroj se snímáním napětí	SaK 4/99	---/49,-				
A98085 Malý DC-DC měnič	SaK 5/98	220,-/50,-	A99197 Teplotní normál	SaK 4/99	---/45,-				
A98086 Presens filtr	SaK 5/98	160,-/39,-	A99198 Hold adapter pro klasický voltmetr	SaK 4/99	---/72,-				
A98087 Měřic fáze 3-fázového napětí	SaK 5/98	229,-/76,-	A99199 Převodník absolutní hodnoty s indikací polarity	SaK 4/99	---/39,-				
A98088 Elektronický stetoskop	SaK 5/98	255,-/56,-	A99200 Jednoduchý přeladitelný oscilátor	SaK 4/99	---/46,-				
A98089 Symetrický mikrofonní předzesilovač	SaK 5/98	275,-/35,-	A99201 Precisní usměrňovač	SaK 4/99	---/39,-				
			A99202 Impulsní generátor s nastavitelnou střídou	SaK 4/99	---/109,-				

A99203	Regulátor DC motorků do 10 A	AR 8/99	---/140,-	A99378	Nízkofrekvenční milivoltmetr	AR 9/00	---/47,-
A99204	Korekční předzesilovač RIAA s SSM2017	AR 8/99	990,-/200,-	A99379	Sym.mikrofon.předzes.s komplement.trans.z	AR 9/00	---/79,-
A99205	Mikrofonní předzesilovač s SSM2017 I.	AR 8/99	490,-/45,-	A99385	Zdroj konstantního proudu 1A	AR 10/00	285,-/65,-
A99206	Mikrofonní předzesilovač s SSM2017 II.	AR 8/99	560,-/80,-	A99386	Blikac s LED pro napájení 1,5V	AR 10/00	89,-/25,-
A99207	Časové relé	AR 8/99	---/115,-	A99401	Opakovací pro IR přenosovou linku	SaK 6/00	---/35,-
A99208	Bezdrátový mikrofon	AR 8/99	---/25,-	A99407	Snímač výšky hladiny kapalin	SaK 6/00	---/69,-
A99209	Bezdrátový mikrofon s předzesilovačem	AR 8/99	---/25,-	A99409	Zesilovač 2x30W - Elektronika ovládání	AR 11/00	1250,-/260,-
A99214	Subsonický indikátor	SaK 5/99	---/40,-	A99410	Zesilovač 2x30W - elektronika VU metru	AR 11/00	450,-/60,-
A99216	Elektronická 3-pásmová výhybka	SaK 5/99	---/149,-	A99415	Vst. symetrické obv. Low End zesilovače 1kW	AR 12/00	---/150,-
A99217	Běžící světlo	SaK 5/99	---/125,-	A99416	Metronom	SaK 1/01	129,-/39,-
A99218	Kmitočtový normál 19 kHz	SaK 5/99	---/52,-	A99417	Generátor růžového šumu	SaK 1/01	179,-/49,-
A99219	Jednoduchý zdroj 10 A	SaK 5/99	---/140,-	A99418	Hi-Fi předzesilovač z diskretních součástek	SaK 1/01	149,-/39,-
A99220	Zesilovač pro PIR cídlo	SaK 5/99	---/99,-	A99419	VU a PPM metr s ruckovým měřicím přístrojem	SaK 1/01	129,-/39,-
A99221	Generátor tónových bloků	SaK 5/99	---/85,-	A99420	Spíkový limitér	SaK 1/01	169,-/79,-
A99222	Hlídač napětí akumulátoru	SaK 5/99	---/20,-	A99421	Mikrofonní předzesilovač I.	SaK 1/01	219,-/69,-
A99223	Tester krystalů	SaK 5/99	---/29,-	A99422	Mikrofonní předzesilovač II.	SaK 1/01	259,-/89,-
A99224	Šumový generátor	SaK 5/99	---/40,-	A99423	Power mix AX 662 - koncový zesilovač 300W	SaK 1/01	---/730,-
A99225	Čidlo vlhkosti	SaK 5/99	---/30,-	A99424	Monitor limitace zesilovače	SaK 1/01	189,-/69,-
A99226	Tester OZ	SaK 5/99	---/129,-	A99456	Solární zahradní svítidla	AR 1/01	170,-/30,-
A99227	Síreň s tranzistorem MOS	SaK 5/99	---/35,-	A99457	Předzesilovač pro elektrickou kytaru	AR 1/01	347,-/105,-
A99228	Zdvojevací napětí	SaK 5/99	---/30,-	A99460	Tester polarity	SaK 2/01	35,-/14,-
A99229	Jednoduchý detektor kovů	SaK 5/99	---/80,-	A99461	Jednoduchý regulátor PWM pro malé motorky	SaK 2/01	107,-/24,-
A99230	Wah-Wah box pro kytaru	SaK 5/99	---/114,-	A99462	Optická indikace zvonění telefonu	SaK 2/01	215,-/40,-
A99234	Universální deska s EPP rozhraním	AR 10/99	350,-/79,-	A99464	Kytarový efekt MUFF BOOST	SaK 2/01	192,-/42,-
A99236	Indikátor výšky hladiny	SaK 6/99	175,-/25,-	A99465	Bingo na TV	SaK 2/01	---/95,-
A99237	Automat. spínač konc. zesilovače	SaK 6/99	250,-/60,-	A99466	Kytarový efekt FUZZ FACE	SaK 2/01	230,-/46,-
A99238	PWM regulátor 12V/2A	SaK 6/99	185,-/25,-	A99467	Simulátor elektronkového zvuku	SaK 2/01	198,-/74,-
A99240	Ultrazvukový spínač-vysíláč	SaK 6/99	110,-/20,-	A99468	Kytarový efekt SHAKA 5	SaK 2/01	499,-/125,-
A99241	Ultrazvukový spínač-přijímač	SaK 6/99	230,-/40,-	A99469	SaK teploměr	SaK 2/01	495,-/43,-
A99242	Generátor minutových pulsů	SaK 6/99	140,-/40,-	A99470	PC teploměr - vnější část	SaK 2/01	225,-/8,-
A99243	Předzesilovač s malým zkreslením	SaK 6/99	490,-/80,-	A99471	Převodník úrovní se symetrickým výstupem	SaK 2/01	320,-/110,-
A99244	Jednoduchý optický spínač	SaK 6/99	220,-/30,-	A99472	Parkovací dálkoměr s indikací vzdálenosti	SaK 2/01	740,-/125,-
A99245	Spínač nouzového osvětlení	SaK 6/99	550,-/80,-	A99501	Kompresor /limeter ACL202 -vstupy/výstupy	AR 4/01	1360,-/489,-
A99246	Detektor síťového vedení	SaK 6/99	120,-/20,-		oživený modul A9501 MOD		1890,-
A99247	Napěťový regulátor I	SaK 6/99	270,-/50,-	A99502	K/I ACL202 -VU metr	AR 4/01	298,-/60,-
A99248	Napěťový regulátor II	SaK 6/99	190,-/20,-		oživený modul A9502 MOD		398,-
A99250	Spínač s magnetickým kontaktem	SaK 6/99	195,-/35,-	A99503	K/I ACL202 -indikátor komprese	AR 4/01	198,-/50,-
A99253	Redukce pro 2051 - II	AR 11/99	190,-/36,-		oživený modul A9503 MOD		298,-
A99256	Párovací tranzistorů	AR 11/99	490,-/90,-	A99504	K/I ACL202 -hlavní deska	AR 4/01	3640,-/749,-
A99257	Programátor GAL	AR 11/99	1290,-/300,-		oživený modul A9504 MOD		4980,-
A99261	Páječka II - deska indikace	AR 1/00	390,-/80,-	A99505	Modem pro Packet radio IVCOM 3	AR 4/01	550,-/79,-
A99262	Páječka II - deka regulace	AR 1/00	690,-/100,-		oživený modul A9505 MOD		750,-
A99263	Studiový VU metr	AR 1/00	840,-/250,-		naprogramovaný procesor PIC16C621P-A505		350,-
A99264	Zdroj pro studiový VU metr	AR 1/00	490,-/100,-	A99506	Obvod pro řízení stejnosměrných motorků	AR 4/01	1490,-/370,-
A99273	Automatika pro záznam tel. hovorů	AR 1/00	440,-/60,-		oživený modul A9506 MOD		1980,-
A99274	Prodlužovač pro IR dálkové ovl.	AR 1/00	370,-/80,-		naprogramovaný procesor AT89C2051-A506		260,-
A99277	Tester triaků		445,-/95,-	A99507	Indikátor vlhkosti půdy	SaK 3/01	398,-/118,-
A99278	Autozesilovač ve třídě H	AR 2/00	699,-/69,-		oživený modul A9507 MOD		590,-
A99279	Monitor akumulátorů s SAA1501T	AR 2/00	449,-/39,-	A99508	Programovatelný impulsní generátor	SaK 3/01	465,-/165,-
A99280	Tester kabelů XLR a JACK	AR 2/00	239,-/89,-		oživený modul A9508 MOD		689,-
A99281	Symetrický napájecí zdroj ±15 až ±18 V	AR 2/00	990,-/290,-	A99509	Koncový zesilovač 130W s tranz. MOSFET	SaK 3/01	1985,-/279,-
A99282	Indikátor vybití	AR 2/00	139,-/39,-		oživený modul A9509 MOD		2790,-
A99283	Miniaturní HUSH omezovač šumu	AR 2/00	790,-/69,-	A99510	Optoizolátor pro nř. zařízení	SaK 3/01	675,-/139,-
A99288	Koncový zesilovač 2x 100 W	AR 4/00	490,-/229,-		oživený modul A9510 MOD		980,-
A99300	Obvod pro řízení stereofoonní báze	SaK 3/00	195,-/69,-	A99511	Barevná hudba	SaK 3/01	860,-/295,-
A99301	VU a PPM metr pro nř. zařízení	SaK 3/00	195,-/49,-		oživený modul A9511 MOD		1190,-
A99302	Místkový adaptér pro zesilovače	SaK 3/00	89,-/29,-	A99512	Měřicí oddělovač s optoclenem	SaK 3/01	860,-/149,-
A99303	Předzesilovač do automobilu	SaK 3/00	295,-/65,-		oživený modul A9512 MOD		1190,-
A99304	Pružinový hal pro kytarová komba	SaK 3/00	289,-/59,-	A99516	Převodník I2C - sériový port	AR 6/01	338,-/78,-
A99305	Controler pro subwoofer	AR 5/00	269,-/79,-	A99517	Stělný spínač	AR 6/01	259,-/99,-
A99306	Dvojité regulovatelný zdroj pro začátečníky	SaK 3/00	558,-/115,-	A99525	Tester diod a LED	AR 6/01	70,-/25,-
A99307	Indikátor limitace pro výkonový zesilovač	SaK 3/00	129,-/29,-	A99530	Obvod pro řízení krokových motorků	SaK 4/01	650,-/120,-
A99308	Symetrický zdroj z nesymetrického	AR 5/00	---/25,-	A99531	Stmivač s obvodem PIC16F873	SaK 4/01	780,-/69,-
A99310	Napájecí zdroj pro mixážní pult MCS 12/2	AR 6/00	---/200,-	A99532	Mikroprocesový blikac s LED	SaK 4/01	610,-/110,-
A99311	MXR zesilovač	SaK 4/00	---/89,-	A99533	Ultrazvukový dálkoměr	SaK 4/01	970,-/170,-
A99312	Super tone control	SaK 4/00	---/85,-	A99536	Digitální volba s rotačním kóděrem	SaK 4/01	294,-/94,-
A99313	Speaker simulátor	SaK 4/00	---/75,-	A99554	Koncový zesilovač 2x 70 W s TDA7294	AR 8/01	893,-/93,-
A99314	Rocket fuzz	SaK 4/00	---/70,-	A99558	Fotosenzor s LED	SaK 5/01	88,-/20,-
A99315	Zesilovač pro sluchátka ve třídě A	SaK 4/00	---/99,-	A99559	Řecový filtr	SaK 5/01	280,-/49,-
A99316	Valve distortion fuzz	SaK 4/00	---/50,-	A99570	Zdroj symetrického napájecího napětí	SaK 5/01	195,-/48,-
A99318	Jednoduchý měřič výkonu	SaK 4/00	230,-/29,-	A99571	Indikátor impulsů	SaK 5/01	44,-/14,-
A99319	Hyper fuzz	SaK 4/00	---/90,-	A99572	MPA4 vstup/výstup	AR 10/01	1190,-/549,-
A99320	Aktivní kytarový rozbočovač	SaK 4/00	---/119,-		oživený modul A9572 MOD		1390,-
A99322	Funkční generátor s operačním zesilovačem	SaK 4/00	---/45,-	A99573	MPA4 mikrofonní předzesilovač	AR 10/01	3980,-/630,-
A99323	Přípravek pro měření indukčnosti	SaK 4/00	169,-/60,-		oživený modul A9573 MOD		4590,-
A99324	Jednoduchý RIAA korekční předzesilovač	SaK 4/00	295,-/65,-	A99574	MPA4 napájecí zdroj	AR 10/01	590,-/180,-
A99325	Indikátor úrovně s akustickým výstupem	SaK 4/00	---/24,-		oživený modul A9574 MOD		690,-
A99327	Kompaktní zesilovač	AR 7/00	---/105,-	A99575	MPA4 vu-metr	AR 11/01	1050,-/370,-
A99328	Korektor pro subwoofer	AR 7/00	350,-/119,-		oživený modul A9575 MOD		1290,-
A99329	Komunikátor IR - vysíláč	AR 7/00	---/60,-	A99578	Jakostní symetrický vstupní zesilovač	AR 9/01	122,-/46,-
A99330	Komunikátor IR - přijímač	AR 7/00	---/60,-	A99580	Pasivní vstupní obvod zesilovače	AR 10/01	168,-/79,-
A99331	Optický oddělovač pro RS232	AR 7/00	---/80,-	A99581	Vstup s limitérem	AR 10/01	985,-/239,-
A99350	Studiový RIAA předzesilovač	AR 8/00	980,-/265,-		oživený modul A9581 MOD		1290,-
A99361	Rámová anténa pro komunikační přijímač	SaK 5/00	99,-/24,-	A99582	Limitér s VTL 5C3	AR 10/01	985,-/149,-
A99362	Milohmetr k multimetru	SaK 5/00	---/139,-		oživený modul A9582 MOD		1290,-
A99363	Síťový blikac	SaK 5/00	---/93,-	A99583	Koncový zesilovač PAF-1150	SaK 6/01	---/210,-
A99364	Symetrický napájecí zdroj	SaK 5/00	1195,-/298,-	A99584	Napájecí zdroj s regulací proudu a napětí	SaK 6/01	540,-/108,-
A99365	Akustický spínač	SaK 5/00	590,-/139,-	A99585	Mikrofonní vstup s automatickým řízením	SaK 6/01	186,-/58,-
A99366	Převodník úrovní pro NF zařízení	SaK 5/00	---/79,-	A99586	Předzesilovač pro kondenzátorový mikrofon	SaK 6/01	88,-/26,-
A99367	Symetrický mikrofonní předzesilovač	SaK 5/00	---/34,-	A99587	Teplotní snímač pro ventilátor	SaK 6/01	86,-/16,-
A99368	Symetrický vysíláč s SSM I. s konektory	AR 9/00	---/38,-	A99588	Kalibrátor kmitočtu 100 kHz	SaK 6/01	94,-/18,-
A99369	Symetrický vysíláč s SSM II. bez konektorů	AR 9/00	---/25,-	A99593		AR 11/01	
A99370	Symetrický přijímač I. s konektory	AR 9/00	---/65,-	DEP 16M-KIT			2190,-
A99371	Symetrický přijímač II. bez konektorů	AR 9/00	---/53,-	DEP 16M-MOD			2490,-
A99373	Hladinový spínač	AR 9/00	---/42,-	DPS			195,-
A99374	Logická sonda	AR 9/00	---/50,-	A99594	Stmivač s BD140	AR 11/01	84,-/29,-
A99375	Regulátor malých stejnosměrných motorků	AR 9/00	---/54,-	A99595	Stmivač s BD677	AR 11/01	94,-/29,-
A99376	Ultrazvukový detektor pohybu	AR 9/00	---/89,-				
A99377	Akustický spínač I.	AR 9/00	---/39,-				