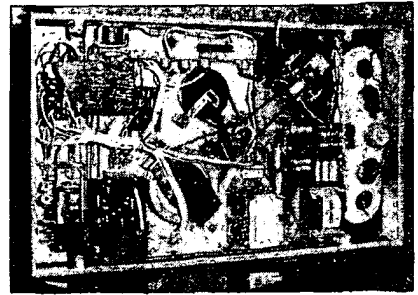


# Stereofonní magnetofon z B 90

Jaroslav Belza



Jednou z možností, jak si poměrně levně pořídit kvalitní stereofonní magnetofon, je jeho amatérská stavba. Výroba mechanické části je však velmi náročná a pro většinu amatérů nere realizovatelná, proto nejspíše nejvhodnější cestou je přestavba některého z továrních typů. Zvolil jsem magnetofon typu B 90, který jsem levně koupil ve výprodeji. Přestavba tohoto přístroje je výhodná z několika důvodů. Umožňuje snadno vestavět třetí hlavu a má uvnitř dostatek místa pro přidané elektronické obvody.



## Celková mechanická koncepce

Na magnetofonu B 90 jsou nutné následující mechanické úpravy:

- mezi obě hlavy je nutno upevnit třetí hlavu opatřenou stínícím krytem,
- indikátor vybuzení je třeba nahradit dvojitým indikátorem (nejvýhodněji polské výroby); protože se však tento indikátor nevejde na místo původního, je třeba odstranit počítadlo a indikátor upevnit ve vyříznutém otvoru na místě počítadla,
- odstraní se horní dvojitý potenciometr a dolní se nahradí potenciometrem  $2 \times 50 \text{ k}\Omega/\text{G}$  TP 601,
- otvory po původním indikátoru a po horním potenciometru se zalepí, přičemž původní masku z eloxovaného hliníku lze přelepit samolepicí tapetou.

Pro stavbu jsem zvolil stavebnicové řešení. Většina desek je opatřena dvanáctikontaktními konektory typu WK 462 05 nebo WK 462 06. Desky lze pak z přístroje snadno vyjmout při případné opravě. Výjimku tvoří pouze deska zdroje a deska s přepínači, které jsou „ušité“ přímo do B 90.

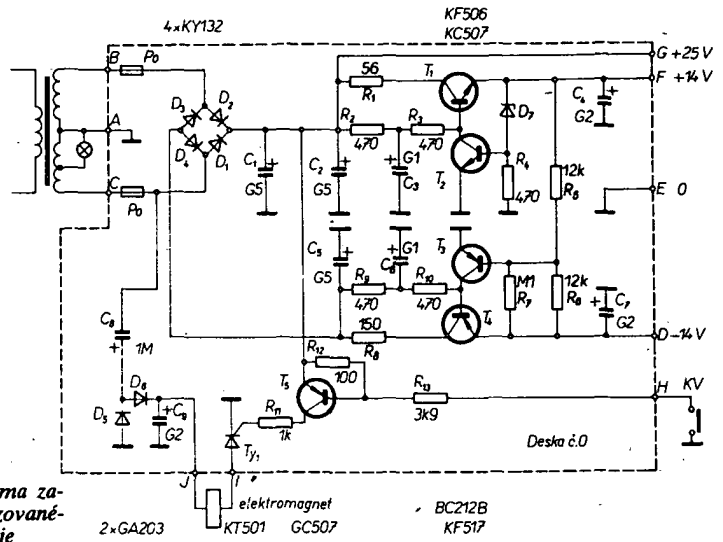
Přepínače korekcí a záznamu byly původně umístěny na desce s elektronikou. V upraveném zapojení jsou tyto přepínače na zvláštní desce, která je přibližně na stejném místě jako původní deska. Na přepínání korekcí postačí přepínač ISOSTAT v nejkratším provedení se dvěma přepínacími kontakty. Na přepínač záznamu je nutný podobný přepínač, avšak s osmi přepínacími kontakty. Je třeba vyměnit také přepínač stop. Místo čtyř přepínacích kontaktů jich je po úpravě třeba šest.

## Zdroj

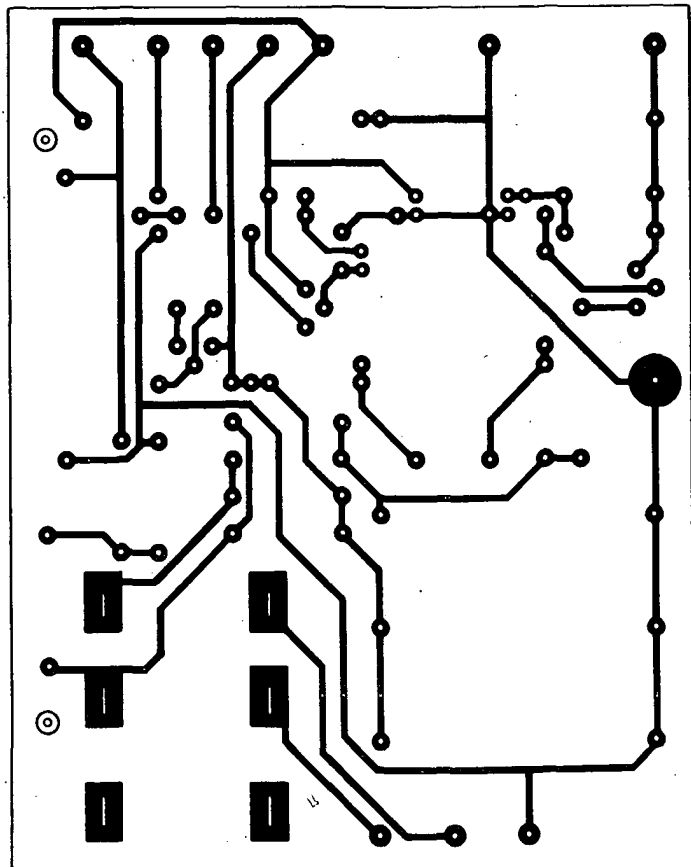
Po dokončení mechanických úprav se můžeme pustit do přestavby elektrické části. Protože jsem použil operační zesilovače (dále jen OZ), nahradil jsem původní zdroj novým, který dodává symetrické napětí vhodné pro napájení většiny obvodů. Výjimku tvoří mazací oscilátor, pro který dodává zdroj nestabilizované napětí 25 V.

Současně jsem upravil obvod pro spínání elektromagnetu. V původním zapojení byl elektromagnet napájen přímo přes vodivou fólii na konci pásku. Přechodový odpor mezi vodivými kolíky a fólií často způsobí nedokonalou funkci koncového vypínání.

Obvod pro spínání elektromagnetu a zdroj je na obr. 1. Pro spínání relé je použit tyristor, který zaručuje naprosto spolehlivé sepnutí. Tyristor je buzen tranzistorem  $T_5$ , jehož báze je přes odpor  $R_{13}$  spojena s izolovaným vodícím kolíkem. Spínač je napájen



Obr. 1. Schéma zapojení stabilizovaného zdroje



Obr. 2. Deska s plošnými spoji stabilizovaného zdroje (N23)

přes zdvojevač z diod  $D_5$  a  $D_6$ . Kondenzátor  $C_8$  je zvolen tak, aby zkratový proud usměrňovače byl jen několik miliampér a nedostačoval k udržení tyristoru v vodivém stavu.

Stabilizovaný zdroj využívá vlečné stabilizace. Kladné stabilizované napětí je odvozeno ze Zenerovy diody  $D_7$ . Výstupní napětí je pak součtem Zenerova napětí a  $U_{BE}$  tranzistoru  $T_2$  (0,6 V). Záporné stabilizované napětí je odvozeno z kladného pomocí děliče  $R_5$ ,  $R_6$  a  $R_7$ . Tranzistor  $T_3$  porovnává napětí mezi děličem a společným vodičem (zemí) a reguluje proud tekoucí odporem  $R_{10}$  tak, že na emitoru tranzistoru  $T_4$  se objeví přibližně stejné napětí jako v kladné větvi, avšak opačné polarity. Odporů  $R_1$  a  $R_8$  chrání tranzistory  $T_1$  a  $T_4$  při případném zkratu na výstupu tím, že omezí zkratový proud a také zmenšují výkonové namáhání těchto tranzistorů v běžném provozu.

### Stavba a oživení zdroje

Desku s plošnými spoji osadíme všemi součástkami kromě odporu  $R_7$  podle obr. 2a. Pouzdra na pojistky jsou z původního zdroje. Získáme je tak, že nejprve odvrátíme nýtky a pak je jednoduše vypájíme.

K sestavenému zdroji připojíme síťový transformátor a elektromagnet. Transformátor připojíme k síti a změříme napětí na výstupech zdroje. Záporné stabilizované napětí bude asi o 1 V větší než napětí kladné. Na místo odporu  $R_7$  připojíme trimr (asi 0,2 M $\Omega$ ) a nastavíme záporné napětí tak, aby bylo přibližně stejné jako kladné napětí (ovšem opačné polarity). Odpor trimru změníme a trimr nahradíme pevným odporem. Přesné nastavení není důležité, protože ze záporného napětí jsou napájeny pouze OZ. Pak připojíme voltmetr paralelně k  $C_9$ . Na tomto kondenzátoru by mělo být napětí asi 45 až 50 V. Spojíme-li vývod označený KV se zemí, měl by elektromagnet na okamžik přitáhnout a současně by se mělo napětí na  $C_9$

zmenšit až na nulu. Přerušíme-li spojení mezi KV a zemí, začne se  $C_9$  pomalu nabíjet.

Pracuje-li zdroj podle popisu, můžeme ho již využít k oživení ostatních dílů elektronické části magnetofonu.

### Snímáči zesilovač

Další částí magnetofonu je snímáči zesilovač. Zapojení jednoho kanálu je na obr. 3. Druhý kanál je zapojen stejně, jen kondenzátor  $C_{109}$  je společný.

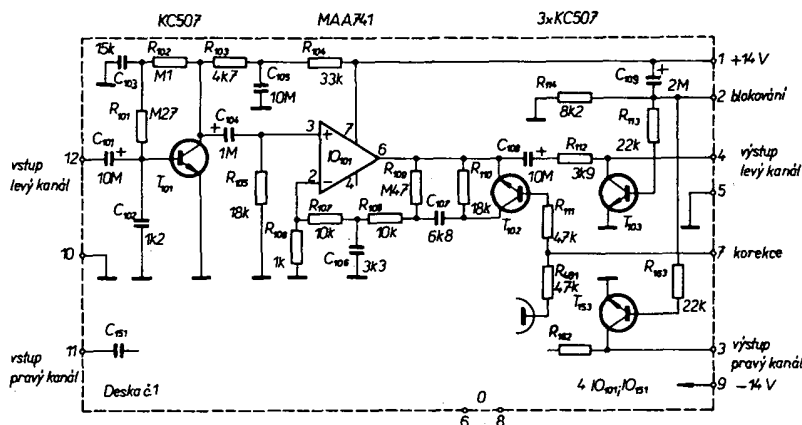
Snímáči zesilovač se skládá ze tří částí: z předzesilovače, z korekčního zesilovače a ze spínačů.

Předzesilovač je osazen tranzistorem, protože žádný dostupný OZ neměl vyhovující šumové vlastnosti. Ekvivalentní šumové napětí na vstupu bylo u všech 10 až 30  $\mu$ V. To způsobovalo, že šum na výstupu byl jen 20 až 30 dB pod úrovní užitečného signálu. Naproti tomu při použití tranzistoru ve vhodném zapojení bylo šumové napětí přepočtené na

vstup menší než 1  $\mu$ V a proto se podařilo dosáhnout u snímáčiho zesilovače odstupů cizích napětí až 54 dB. Pro optimální využití moderních záznamových materiálů by bylo třeba dosáhnout odstupů ještě asi o 3 až 6 dB lepšího.

Konstrukci snímáčiho zesilovače by usnadnilo použití nových hlav s větší impedancí, používaných v magnetofonech B 73, které dávají i větší výstupní napětí než hlavy ANP 935, použité v popisovaném zapojení. Tyto nové hlavy jsem však v době konstrukce přístroje neměl k dispozici.

Tranzistor  $T_{101}$  je v zapojení se společným emitemorem s malým napětím na kolektoru, bez emitorového odporu a bez zpětné vazby. Když jsem chtěl emitorový odpor použít, abych upravil zesílení a vstupní odpor, projevil se to vždy zvětšením šumu. Zpětná vazba je v předzesilovači zbytečná, protože tranzistor zpracovává velmi malá střídavá napětí a zakřivení jeho voltampérových charakteristik se na výsledném zkresení neprojevuje. Toto zakřivení charakteristik můžeme s vý-





# Stereofonní magnetofon z **B 90**

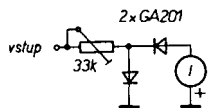
Jaroslav Belza

(Dokončení)

Protože v popisovaném přístroji nebylo z principu použito automatické řízení záznamové úrovně, bylo třeba navrhnout vhodné obvody indikátorů vybuzení. Předem je třeba říci, že indikace jedním měřidlem je u stereofonního přístroje nevyhovující, protože i když zamezíme přebuzení, je správná úroveň nastavena často jen v jednom kanálu. Při příchodu signálu by se měla ručka co nejrychleji vychýlit do polohy, odpovídající okamžité úrovni signálu a po jeho odeznění by se měla zvolna vracet zpět.

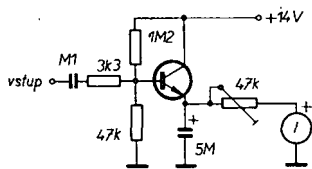
## Indikátory vybuzení

V nejjednodušším případě můžeme indikátor zapojit stejně jako v původní elektronice magnetofonu s tím, že ho zdvojíme (obr. 9). Zapojení však má několik nevýhod. Není schopno reagovat na slabé signály a nereaguje rovněž na krátké modulační špičky, kterých se v hudebních signálech vyskytuje více než dost. Kromě toho měří střední hodnotu signálu, nikoli špičkovou.



Obr. 9. Schéma zapojení jednoduchého indikátoru vybuzení

Zkoušel jsem také zapojení indikátoru podle obr. 10, které bylo použito v zařízeních podle AR 8/75 (DNL) a AR A10/76 (Dolby). Vyskytly se však potíže s nastavením pracovního bodu – indikátor buď nereagoval na slabé signály, nebo měl trvalou výchylku.



Obr. 10. Schéma zapojení jiného indikátoru vybuzení

V popisovaném magnetofonu jsem proto použil zapojení podle obr. 11. Je to jednoduchý indikátor vybuzení doplněný efektně působícím indikátorem špiček.

Detektor s  $D_{301}$  a  $D_{302}$  je zapojen ve zpětné vazbě, která ho linearizuje a vyrovnává amplitudovou charakteristiku v rozsahu 20 až 20 000 Hz v pásmu  $\pm 0,5$  dB. Tranzistor  $T_{302}$  je zapojen jako fázový invertor a na jeho výstupu je můstkový usměrňovač. Monostabilní klopný obvod s tranzistory  $T_{303}$  a  $T_{304}$  je společný pro oba kanály. Ať přijde na vstup kladný nebo záporný impuls, po usměrnění je vždy kladný. Jestliže má dostatečnou úroveň, překlápí monostabilní obvod. Použití klopného obvodu je nutné, protože prodlužuje impulsy, které bychom při pouhém jejich zesílení a přivedení na svítivou diodu vůbec neregistrovali. Navíc získáme ostrou rozhodovací úroveň – odpadá tedy závislost jasu diody na úrovni přiváděného napětí.

Při pohledu na schéma vidíme, že ani tento indikátor neměří špičkovou úroveň signálu, přesto umožňuje velmi přesné nastavení záznamové úrovně. Výhodně se uplatňuje i indikátor špiček, protože zejména při rychlosti 4 může i poměrně malé přebuzení výšek znamenat zhoršení jakosti nahrávky (zasykávání).

Indikátor pro náročný je na obr. 12. Splňuje všechny podmínky, kladené na dobrý indikátor, ale použití čtyř OZ do indikátoru je dost nákladná záležitost.

OZ<sub>201</sub> pracuje jako komparátor. Přijde-li na vstup kladná půlvlna signálu, je na výstupu OZ kladné napětí a  $D_{201}$  je pólována v závěrném směru. Objeví-li se na vstupu záporná půlvlna, komparátor se překlápí, dioda  $D_{201}$  vede a  $C_{204}$  se nabíjí. Se zvětšujícím se záporným napětím na kondenzátoru  $C_{204}$  se zvětšuje i napětí na odporovém děliči  $R_{203}$  a  $R_{204}$ . Je-li toto napětí „zápornější“ než napětí na neinvertujícím vstupu OZ, komparátor se překlápí do původního stavu a kon-

denzátor  $C_{204}$  se přestane nabíjet. Po několika záporných půlvlnách je na  $R_{204}$  stejnosměrné napětí odpovídající velikosti záporné půlvlny. Kondenzátor  $C_{204}$  se pomalu vybíjí přes  $R_{203}$  a  $R_{204}$ .

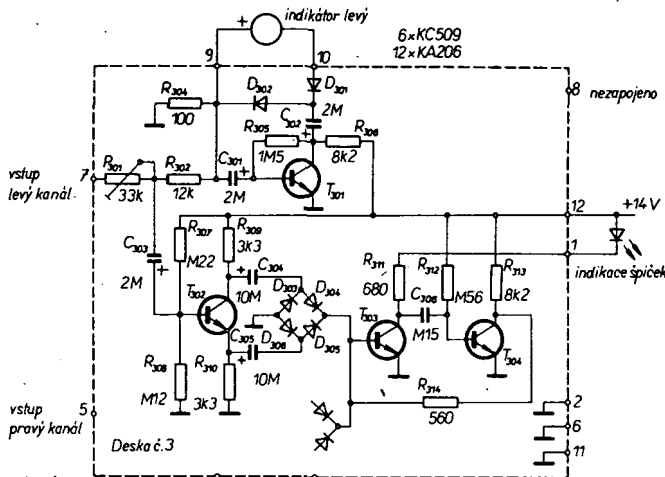
Doba reakce na signál je závislá na výstupním odporu OZ, nejvyšší kmitočet měřeného signálu na „rychlosti“ OZ. Zapojení bylo realizováno s různými OZ: typ „741“ v komparátoru nevyhověl vůbec, zato s typem „709“ (MAA503) se podařilo s uvedenými součástkami dosáhnout doby náběhu 1 ms (obdélníkový signál 1 kHz), doby doběhu 5 s a kmitočtového rozsahu 20 až 20 000 Hz v pásmu  $\pm 0,5$  dB.

Druhý OZ je zapojen jako sledovač a na jeho dynamických vlastnostech příliš nezáleží. Měřidlo nemůže být připojeno přímo místo  $R_{204}$ , protože napětí na jeho vývodech, vznikající setrvačným pohybem ručky a systému podstatně ovlivňuje činnost komparátoru.

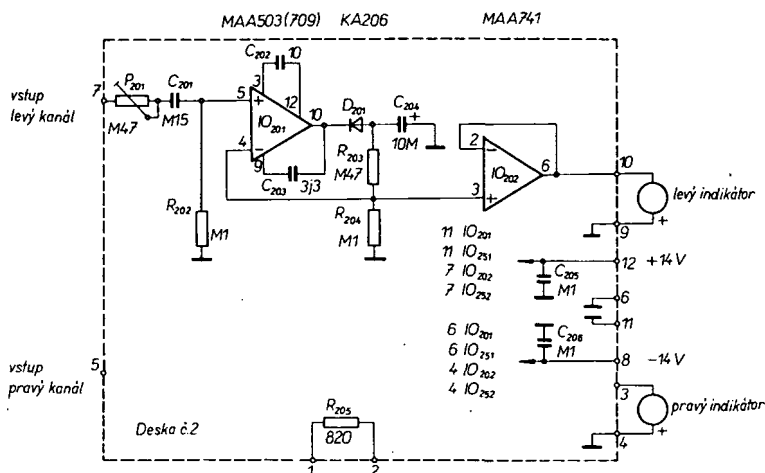
## Stavba a oživení indikátoru vybuzení

Pro indikátor na obr. 11 je rozmístění součástek na desce s plošnými spoji na obr. 13. Pro indikátor z obr. 12 je rozmístění součástek na desce s plošnými spoji na obr. 14. Po sestavení jsou oba indikátory okamžitě schopny funkce. Citlivost nastavujeme v levém kanálu trimrem  $P_{201}$  (351), v pravém kanálu trimrem  $P_{251}$  (351).

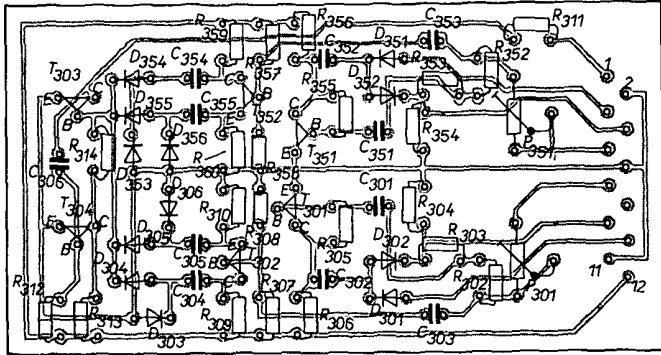
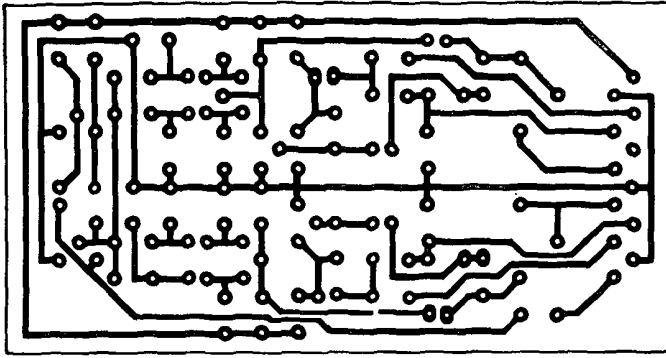
U indikátoru podle obr. 11 lze upravit dobu svitu diody změnou  $C_{306}$  nebo  $R_{312}$ ,



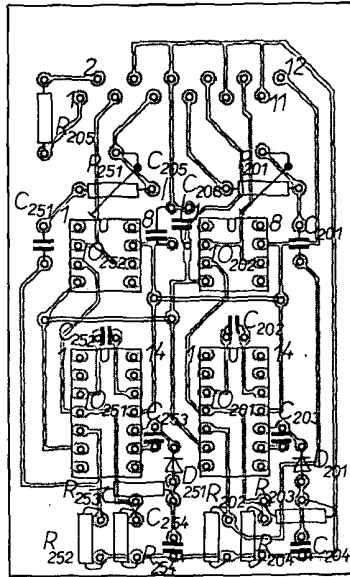
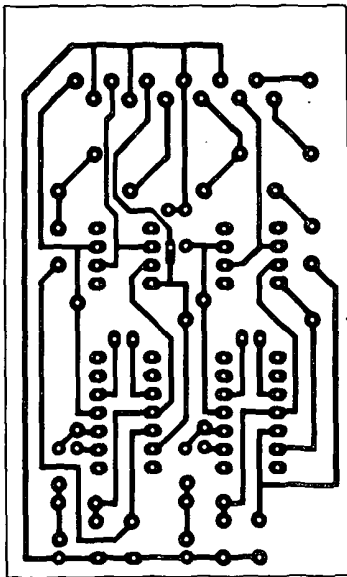
Obr. 11. Schéma zapojení indikátoru vybuzení a indikátoru špiček (místo spojky mezi spojemi  $R_{304}$ ,  $D_{302}$  a spojemi  $R_{302}$ ,  $C_{301}$  patří odpor  $R_{303}$ , 2,2 k $\Omega$ )



Obr. 12. Schéma zapojení indikátoru vybuzení s IO



Obr. 13. Deska s plošnými spoji indikátoru vybuzení z obr. 11 (N25)



Obr. 14. Deska s plošnými spoji indikátoru vybuzení z obr. 12 (N26)

poměr úrovní mezi indikací 0 dB na měřidle a překlápěním indikátoru špiček odporem  $R_{302}$ . U indikátoru podle obr. 12 svítí dioda je-li magnetofon přepnut na záznam.

Tónovým generátorem a milivoltmetrem připojeným paralelně ke vstupu indikátoru kontrolujeme rovnoměrnost amplitudové charakteristiky.

Spotřeba indikátoru podle obr. 11 je v klidu 7 mA, při rozsvícené diodě asi o 20 mA více. Spotřeba indikátoru podle obr. 12 je závislá na OZ a činí asi  $\pm 9$  mA. Při přepnutí komparátoru se podstatně zvětší odběr záporné větve.

## Oscilátor

Oscilátor je důležitou součástí celého zařízení, proto je mu třeba věnovat náležitou pozornost. Musí mít dostatečný výkon, aby byl schopen dokonale smazat obě stopy a také dodat potřebnou energii pro předmagnetizaci. Musí mít také malé zkreslení a to především sudými harmonickými a musí mít dostatečnou stabilitu.

Vyzkoušel jsem několik zapojení. Jako výrazně nejlepší se ukázalo zapojení podle obr. 15, na kterém jsou (pro jednoduchost bez některých přepínačů) nakresleny mazací i záznamové hlavy. Součástí desky jsou i filtry, které zmenšují pronikání předmagnetizačního signálu do výstupních obvodů záznamového zesilovače. Jsou tam umístěny i trimry pro nastavení předmagnetizace.

V oscilátoru byl použit germaniový tranzistor GC512K (obdoba AC128), se kterým mělo zapojení větší účinnost (větší napětí na mazací hlavě při stejném odběru) než s křemíkovými tranzistory KF517 nebo KFY16.

### Stavba a oživení oscilátoru

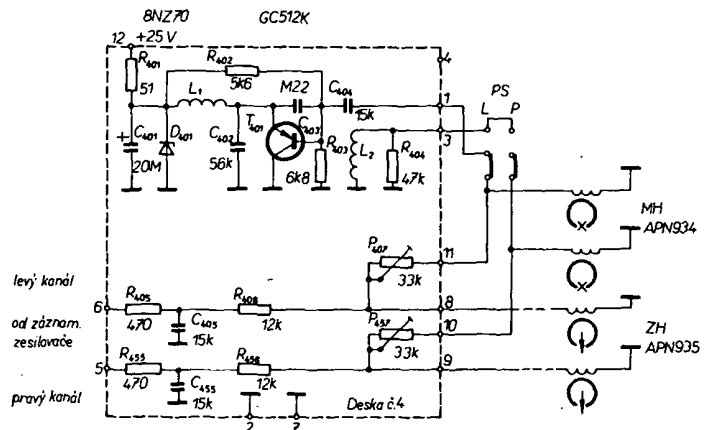
Deska oscilátoru je na obr. 16. Nejprve ji osadíme všemi součástkami, nezapojíme však studený konec  $L_1$ . Součástky není třeba příliš vybírat. Cívky  $L_1$  a  $L_2$  jsou použity z původního magnetofonu. Cívka  $L_1$  odpovídá  $L_3$  a cívka  $L_2$  odpovídá  $L_2$  ve schématu dodávaném výrobcem. Cívka  $L_2$  slouží jako náhradní indukčnost za polovinu mazací hlavy. Pro daný účel je vhodné z ní odvinout asi čtvrtinu závitů a předem nastavit její indukčnost shodně s indukčností vinutí mazací hlavy.

Na obr. 17 je chladič pod Zenerovu diodu  $D_{401}$ . Po sestavení oscilátoru nastavíme trimry asi doprostřed jejich odporové dráhy a mezi katodu Zenerovy diody a volný konec cívky  $L_1$  připojíme miliampérmetr. Na vývod 12 připojíme zdroj napětí 25 V a otáčením jádra cívky  $L_1$  nastavíme odběr 40 mA. Podle osciloskopu nastavíme trimry na obou vinutích záznamové hlavy mezivrcholové napětí 30 V. Objeví-li se na osciloskopu zákmity, změním pracovní bod tranzistoru změnou  $R_{402}$  nebo  $R_{403}$ , popřípadě změnou kapacity  $C_{402}$ ,  $C_{403}$  či  $C_{404}$ . Nastavený oscilátor ponecháme několik desítek minut v provozu a občas se přesvědčíme, zda se nepřehřívá  $D_{401}$  nebo  $T_{401}$ .

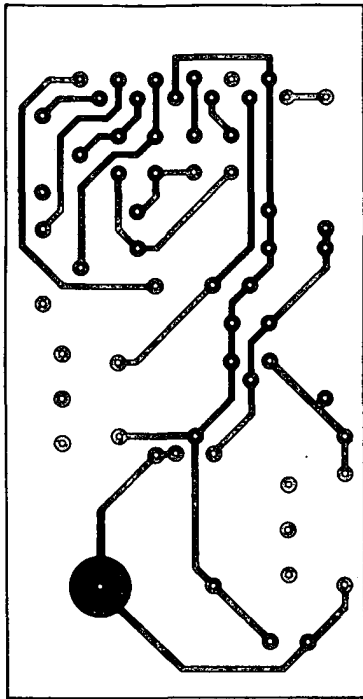
### Záznamový zesilovač

Záznamový zesilovač je postaven na dvou deskách: desce předzesilovače a desce korekčního zesilovače. Úplné zapojení jednoho kanálu je na obr. 18.

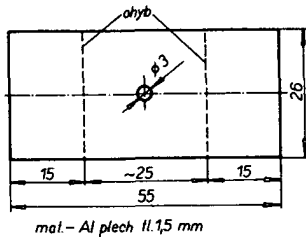
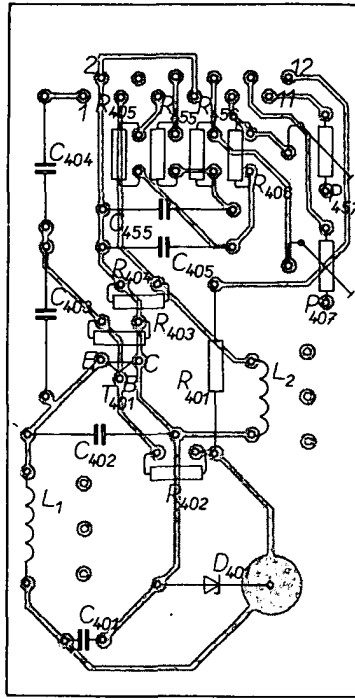
Předzesilovač je umístěn u vstupních konektorů. Aby se zmenšil počet stíněných spojů, je regulátor záznamové úrovně zapo-



Obr. 15. Schéma zapojení oscilátoru



Obr. 16. Deska s plošnými spoji oscilátoru (N27)



Obr. 17. Chladič oscilátoru

jen jako proměnný odpor. OZ v předzesilovači pracuje jako neinvertující zesilovač s napětovým zesílením 46 dB. Vstupní odpor je zvětšen úpravou bootstrap. Z výstupu předzesilovače se odebírá signál pro příposlech a pro korekční zesilovač.

OZ v korekčním zesilovači pracuje rovněž jako neinvertující. Korekce pro zdůraznění výšek byly původně zapojeny jako přemostěný člen T. Kmitočty nad 10 kHz však nebyly dostatečně zdůrazněny a proto byl obvod navržen složitěji. Přemostěný člen T i obvod použitý v korekčním zesilovači se ve zpětné vazbě chová obdobně jako rezonanční ob-

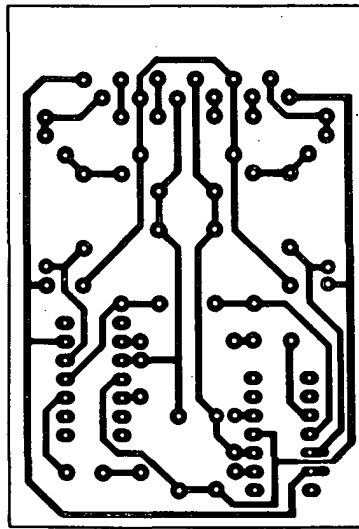
vod, jehož „jakost“ lze nastavit trimrem. Při nulovém odporu trimru má obvod nejvyšší „rezonanční“ kmitočet a nejmenší „jakost“. Zvětšujeme-li odpor trimru, snižuje se poněkud „rezonanční“ kmitočet a zvětšuje se „jakost“. Tímto způsobem je možné nastavit průběh, který vyhovuje nejlépe.

Přivede-li se na vstup označený „korekce“ záporné napětí, otevře se tranzistor T501 a kondenzátor C511 se připojí paralelně ke kondenzátoru C510. Tím se „rezonanční“ kmitočet sníží a selektivita obvodu se zvětší. Diody D501 chrání přechod báze-emitor tranzistoru před proražením.

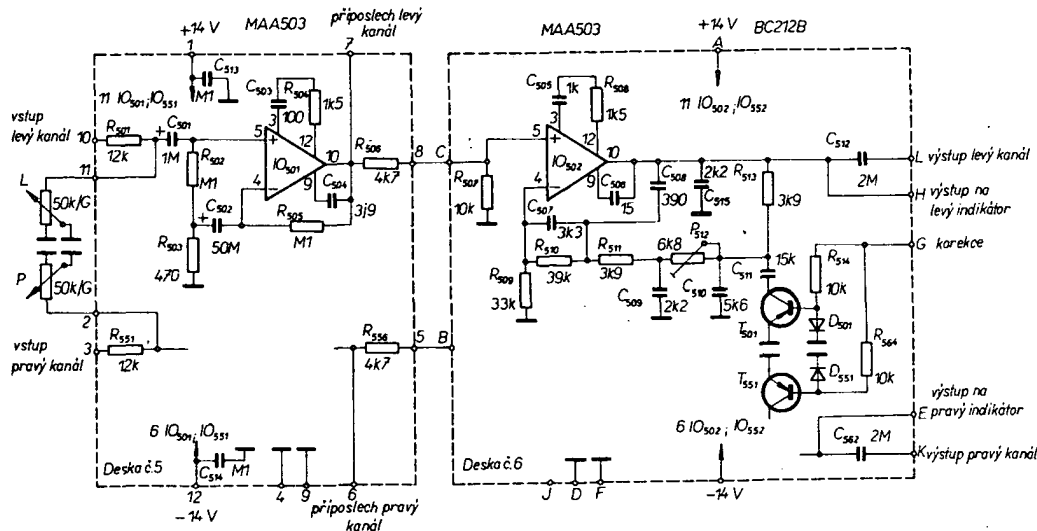
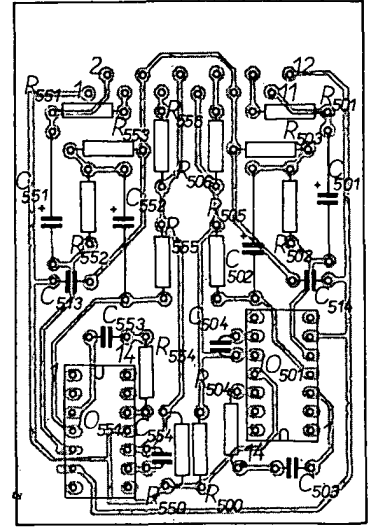
Kondenzátor C507 spolu s odporem R510 odstraňují převýšení na amplitudové charakteristice v okolí kmitočtu 2 kHz. Indikátor je připojen na výstup ještě před oddělovacím kondenzátorem, aby svodový proud vstupního kondenzátoru indikátoru nezpůsobil stejnou magnetizaci záznamové hlavy.

### Stavba a oživení záznamového zesilovače

Deska s plošnými spoji předzesilovače je na obr. 19. Obě dílčí desky propojíme mezi sebou a na výstup záznamového zesilovače připojíme osciloskop. Na vstup připojíme tónový generátor. Při kladném napětí na vstupu korekčního zesilovače by měl zesilovač zdůrazňovat pásmo v okolí 20 kHz, při přivedení záporného napětí by



Obr. 19. Deska s plošnými spoji záznamového zesilovače (N28)



Obr. 18. Schéma zapojení záznamového zesilovače

měl zdůrazňovat pásmo v okolí 11 kHz. Nemá-li zesilovač sklon k nestabilitě, můžeme ho považovat za oživený. Definitivní nastavení je možné až po úplném sestavení magnetofonu.

### Deska s přepínači, rozmístění desek v magnetofonu a vzájemné propojení desek

O desce s přepínači byla již zmínka v úvodu článku. Rozmístění součástek na této desce je na obr. 20. Umístění jednotlivých desek v magnetofonu ukazuje obr. 21. Jsem si vědom, že toto uspořádání není nejvhodnější, celá práce však postupovala poněkud živelně a každá nová deska byla umístěna tam, kde právě bylo místo.

Propojení jednotlivých desek je na obr. 22. Schéma je poněkud nepřehledné, dobře je však vidět, který vodič je stíněný a který nestíněný. Způsob zemnění stíněných vodičů a zapojení přepínačů jsou též dobře patrné. Při zemnění je třeba se vyvarovat zemních smyček (dvoji zemnění), které jsou nejčastějším zdrojem brumu a příčinou nestability celého zařízení.

### Nastavení celého magnetofonu

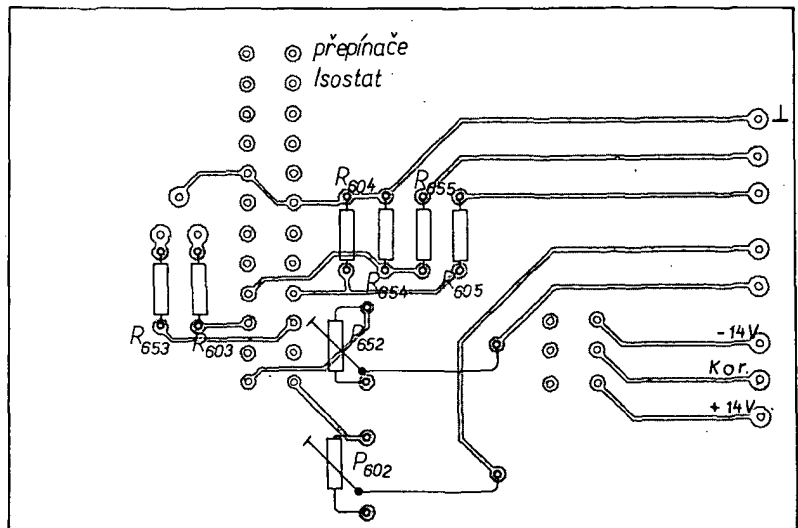
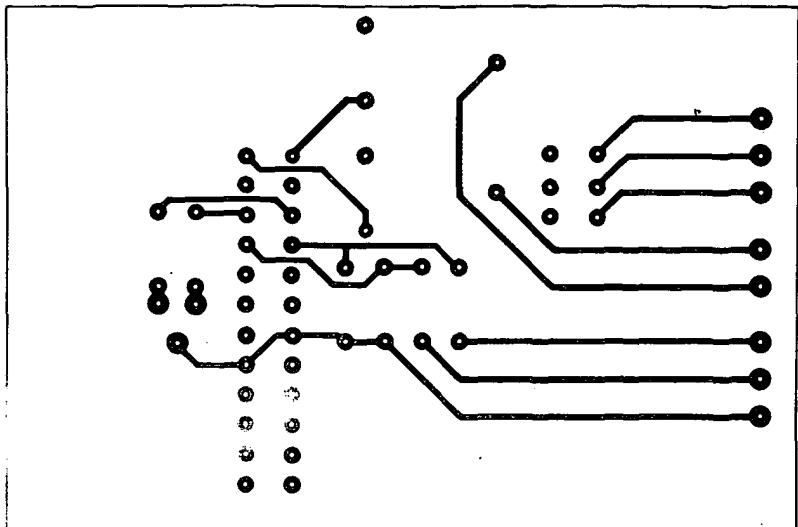
Nastavení by nemělo činit potíže, jsou-li oživeny jednotlivé desky a není-li chyba v jejich vzájemném propojení. Máme-li k dispozici měřicí pásek, zkontrolujeme kmitočtovou charakteristiku snímáče zesilovače pomocí tohoto pásku. Nemáme-li měřicí pásek, musíme se spokojit s měřením podle obr. 7. Nesmíme zapomenout nastavit kolmost snímáče hlavy. Použijeme k tomu buď měřicí pásek, anebo pásek, který byl nahrán na magnetofon, u něhož se předpokládá správné nastavení kolmosti hlavy.

Pak přepneme magnetofon na záznam a na záznamové hlavě nastavíme pomocí osciloskopu mezivrcholové napětí 26 až 30 V. K nastavení slouží trimry na desce oscilátoru. Osciloskop pak připojíme na výstup magnetofonu a na vstup přivedeme signál 10 kHz. Záznamovou hlavu nastavíme tak, aby na výstupu snímáče zesilovače byla největší amplituda snímaného signálu. Přitom výhodně využijeme odposlechu. Nastavení pro pravý a levý kanál se možná bude poněkud lišit, zvolíme proto kompromis.

Pro další nastavování již musíme použít pásek, který budeme používat v běžném provozu magnetofonu. Rozdíl mezi pásy BASF DP 25 LH a AGFA PE 46 není velký, stačí nastavit přístroj pro jeden z nich a můžeme bez obav používat i druhý typ.

Na vstup přivedeme signál 1 kHz, na výstup připojíme osciloskop. Pak na vstupu zvětšujeme napětí a osciloskopem sledujeme tvar sinusovky (při zapojeném odposlechu). Objeví-li se zkreslení signálu, zmenšíme vstupní napětí asi o 3 až 5 dB a trimry na desce indikátoru nastavíme na indikátorech 0 dB. Touto záznamovou úroveň nahrajeme kousek pásku, pak ho vrátíme a nastavíme na indikátoru opět 0 dB, tentokrát ale trimry na desce s přepínači.

Magnetofon přepneme opět na záznam a napětí na vstupu zmenšíme o 20 až 26 dB. Pomalu zvyšujeme kmitočet vstupního signálu. Zvětšuje-li se amplituda na výstupu, zmenšíme poněkud odpor trimru na desce záznamového zesilovače a naopak. Amplitudu by se mělo podařit udržet konstantní až do kmitočtu 17 až 18 kHz. Pak zkontrolujeme nastavení pro rychlost 4. Amplitudová charakteristika by měla být rovnoměrná do kmitočtu 9 až 11 kHz. Není-li tomu tak,



Obr. 20. Deska s plošnými spoji přepínačů (N29)

změníme kapacitu kondenzátoru  $C_{511}$  na desce korekčního zesilovače. Nastavenými trimry již nehýbáme.

Odstup cizích a rušivých napětí a kmitočtový rozsah magnetofonu lze měřit podle ČSN 36 8431. Na popisovaném přístroji byly naměřeny tyto hlavní parametry (podle ČSN):

**Kmitočtový rozsah:** 35 až 17 000 Hz (9),  
35 až 9500 Hz (4).

**Celkový odstup cizích napětí:** 53 dB (9),  
52 dB (4).

Všem zájemcům o stavbu přeji hodně úspěchů při shánění součástek a kvalitní reprodukci.

### Seznam součástek

#### Stabilizovaný zdroj

T<sub>4</sub> KF517  
T<sub>5</sub> GC507 až 509  
Ty<sub>1</sub> KT501 až 505  
D<sub>1</sub> až D<sub>4</sub> KY132/80  
D<sub>5</sub>, D<sub>6</sub> GA203 až 204 (KA502 až 503)  
D<sub>7</sub> KZZ76

#### Kondenzátory

C<sub>101</sub>, 151 10 μF, TE 986 (viz text).  
C<sub>102</sub>, 152 1,2 nF, TC 281  
C<sub>103</sub>, 153 15 nF, TK 782  
C<sub>104</sub>, 154 1 μF, TE 988  
C<sub>105</sub>, 155 10 μF, TE 003  
C<sub>106</sub>, 156 3,3 nF, TC 281 5 %  
C<sub>107</sub>, 157 6,8 nF, TC 281 5 %  
C<sub>108</sub>, 158 10 μF, TE 003  
C<sub>109</sub> 2 μF, TE 005

#### Odpory

R<sub>1</sub> 56 Ω, TR 506  
R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> 470 Ω, TR 112a  
R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> 12 kΩ, TR 112a  
R<sub>7</sub> 0,1 MΩ (viz text)  
R<sub>8</sub> 150 Ω, TR 506  
R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> 470 Ω, TR 112a  
R<sub>11</sub> 1 kΩ, TR 152  
R<sub>12</sub> 100 Ω, TR 112a  
R<sub>13</sub> 3,9 kΩ, TR 112a

#### Snímáči zesilovač

#### Odpory

R<sub>101</sub>, 151 0,27 MΩ, TR 191  
R<sub>102</sub>, 152 0,1 MΩ, TR 191  
R<sub>103</sub>, 153 4,7 kΩ, TR 191  
R<sub>104</sub>, 154 33 kΩ, TR 112a  
R<sub>105</sub>, 155 18 kΩ, TR 191  
R<sub>106</sub>, 156 1 kΩ, TR 191 5 %  
R<sub>107</sub>, 157 10 kΩ, TR 191 5 %  
R<sub>108</sub>, 158 10 kΩ, TR 191 5 %  
R<sub>109</sub>, 159 0,47 MΩ, TR 191 5 %  
R<sub>110</sub>, 160 18 kΩ, TR 191 5 %  
R<sub>111</sub>, 161 47 kΩ, TR 112a  
R<sub>112</sub>, 162 3,9 kΩ, TR 112a  
R<sub>113</sub>, 163 22 kΩ, TR 112a  
R<sub>114</sub> 8,2 kΩ, TR 112a

#### Polovodiče

T<sub>101</sub> až 103.  
T<sub>151</sub> až 153 KC507  
IO<sub>101</sub>, 151 MAA741

#### Indikátor s IO

#### Odpory

P<sub>201</sub>, 251 0,47 MΩ, TP 040  
R<sub>202</sub>, 252 0,1 MΩ, TR 112a  
R<sub>203</sub>, 253 0,47 MΩ, TR 112a  
R<sub>204</sub>, 254 0,1 MΩ, TR 112a  
R<sub>205</sub> 820 Ω, TR 151

#### Kondenzátory

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> 500 μF, TE 986  
C<sub>3</sub>, C<sub>6</sub> 100 μF, TE 986  
C<sub>4</sub>, C<sub>7</sub> 200 μF, TE 986  
C<sub>8</sub> 1 μF, TE 988  
C<sub>9</sub> 200 μF, TE 988

#### Polovodiče

T<sub>1</sub> KF506 až 508  
T<sub>2</sub> KC507 až 509  
T<sub>3</sub> BC212B (BC177, KF517)

**Kondenzátory**

C201, 251	0,1 μF, TK 782
C202, 252	10 pF, TK 755
C203, 253	3,3 pF, TK 755
C204, 254	10 μF, TE 003
C205, 206	0,1 μF, TK 783

**Polovodiče**

IO201, 251	MAA503 („709“)
IO202, 252	MAA741

**Indikátor s tranzistory**

**Odpory**

R301, 351	33 kΩ, TP 040
R302, 352	12 kΩ, TR 112a
R303, 353	2,2 kΩ, TR 112a
R304, 354	100 Ω, TR 112a
R305, 355	1,5 MΩ, TR 112a
R306, 356	8,2 kΩ, TR 112a
R307, 357	0,22 MΩ, TR 112a
R308, 358	0,1 MΩ, TR 112a
R309, 359	3,3 kΩ, TR 112a
R310, 360	3,3 kΩ, TR 112a
R311	690 Ω, TR 112a
R312	0,56 MΩ, TR 112a

R313	8,2 kΩ, TR 112a
R314	560 Ω, TR 112a

**Kondenzátory**

C301, 351	2 μF, TE 005
C302, 352	2 μF, TE 005
C303, 353	2 μF, TE 005
C304, 354	10 μF, TE 003
C305, 355	10 μF, TE 003
C306	0,15 μF, TK 782

**Polovodiče**

T301 až 304,		KC509
T351 a 352		
D301 až 306,		KA206
D351 až 356		

**Oscilátor**

**Odpory**

R401	51 Ω, TR 106
R402	5,6 kΩ, TR 112a (viz text)
R403	6,8 kΩ, TR 112a (viz text)
R404	47 kΩ, TR 112a
R405, 455	470 Ω, TR 112a
R407, 457	33 kΩ, TP 040

**Kondenzátory**

C401	20 μF, TE 005
C402	56 nF, TC 181 (182)
C403	0,22 μF, TC 180
C404	15 nF, TC 235
C405, 455	15 nF, TC 235

**Polovodiče**

D401	8N270
T401	GC512K (AC128)

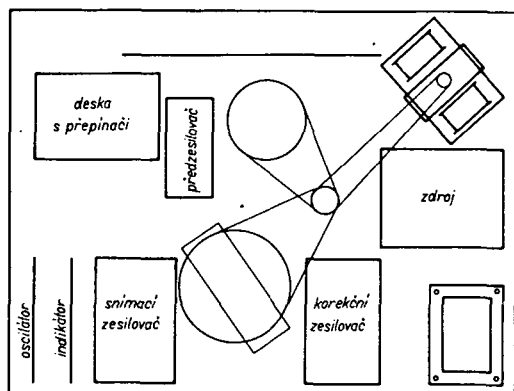
**Záznamový zesilovač**

**Odpory**

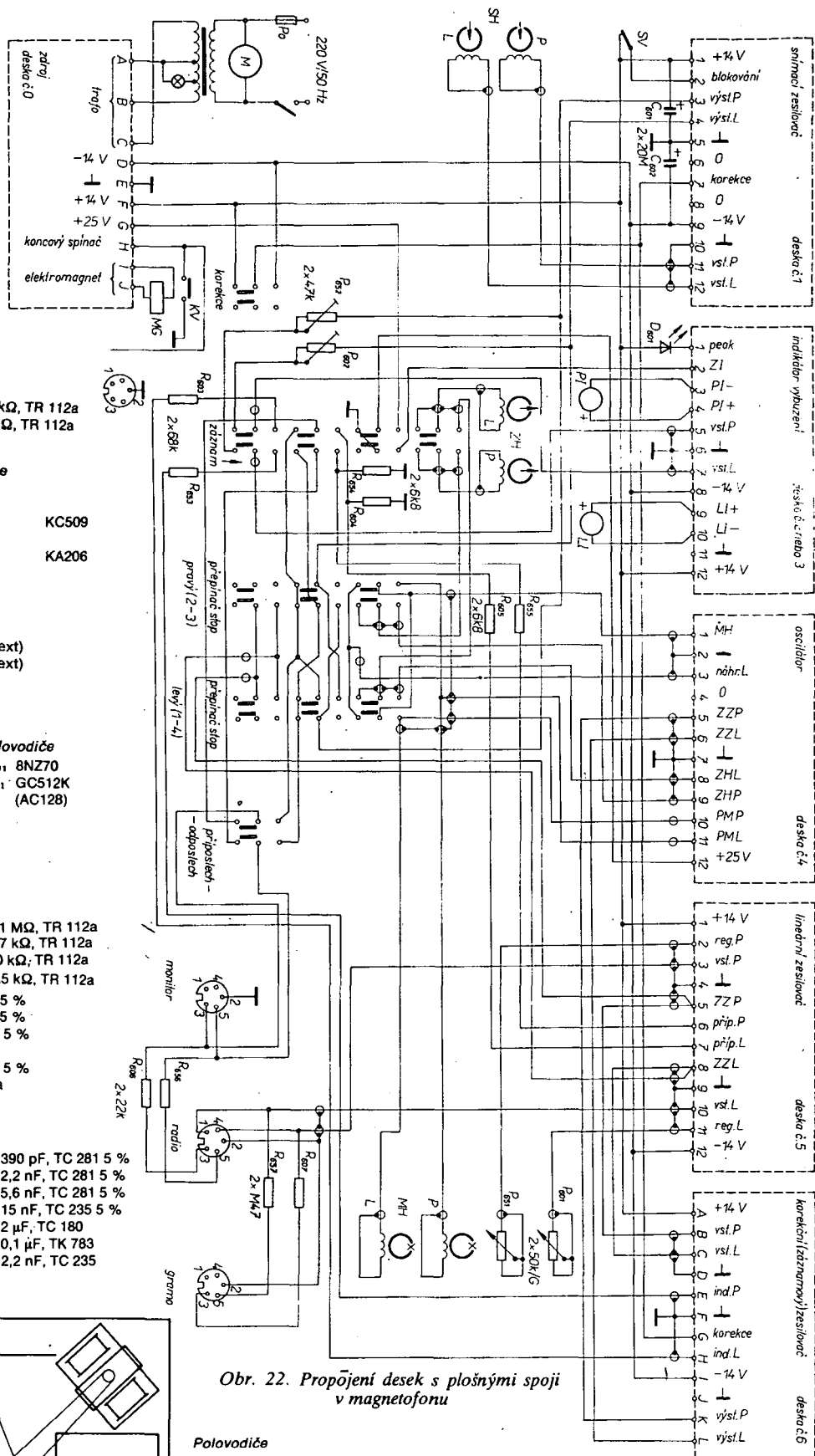
R501, 551	12 kΩ, TR 112a	R505, 555	0,1 MΩ, TR 112a
R502, 552	0,1 MΩ, TR 112a	R506, 556	4,7 kΩ, TR 112a
R503, 553	470 Ω, TR 112a	R507, 557	10 kΩ, TR 112a
R504, 554	1,5 kΩ, TR 112a	R508, 558	1,5 kΩ, TR 112a
R509, 559	33 kΩ, TR 191 5 %		
R510, 560	39 kΩ, TR 191 5 %		
R511, 561	3,9 kΩ, TR 191 5 %		
R512, 562	6,8 kΩ, TP 040		
R513, 563	3,9 kΩ, TR 191 5 %		
R514, 564	10 kΩ, TR 112a		

**Kondenzátory**

C501, 551	1 μF, TE 988	C508, 558	390 pF, TC 281 5 %
C502, 552	50 μF, TE 981	C509, 559	2,2 nF, TC 281 5 %
C503, 553	100 pF, TK 754	C510, 560	5,6 nF, TC 281 5 %
C504, 554	3,9 pF, TK 755	C511, 561	15 nF, TC 235 5 %
C505, 555	1 nF, TC 281	C512, 562	2 μF, TC 180
C506, 556	15 pF, TK 755	C513, 514	0,1 μF, TK 783
C507, 557	3,3 nF, TC 281 5 %	C515, 565	2,2 nF, TC 235



Obr. 21. Rozmístění desek s plošnými spoji



Obr. 22. Propojení desek s plošnými spoji v magnetofonu

**Polovodiče**

IO501, 502,	MAA503 („709“)
IO551, 552	BC212B (BC177 až 179)
T501, 551,	D601
D501, 551	KA206 (KA501 až 504)

**Ostatní součástky**

P601, 651	2 × 50 kΩ/G, TP 601
P602, 652	47 kΩ, TP 041
R603, 653	68 kΩ, TR 112a
R604, 654	6,8 kΩ, TR 112a
R605, 655	6,8 kΩ, TR 112a
R606, 656	22 kΩ, TR 112a
R607, 657	0,47 MΩ, TR 112a

C601, 651	20 μF, TE 984
D601	světlová dioda pro proud asi 20 mA
PI, LI	stereofonní indikátor 2 × 200 μA
ZH	magnetofonová hlava ANP 935
	transformátor zůstal původní