

Z mnoha oborů radioamatérské činnosti, které se zvláště v poslední době staly předmětem značné obliby, je bezesporu v popředí elektroakustika. Počet lidí, kteří se jí ze záliby nebo při svém povolání věnují, den ze dne roste. Radiový konstrukér věnoval této problematice v poslední době také pozornost; jedno z posledních čísel bylo například věnováno stereofonii.

Snaha o dokonalý záznam a reprodukci zvuku se setkává se stále pronikavějšími úspěchy. Zvláště v poslední době se zejména v magnetickém záznamu zvuku dosáhlo takové věrnosti záznamu a re-

tržený pásek se dá snadno slepit tak, že přerušení nelze při běžném provozu vůbec poznat; jednou z nejdůležitějších vlastností magnetofonového pásku je to, že ani po několika stech přehrávek se u dobrého pásku nemění kmitočtové vlastnosti nahrávky a že lze z jednoho primárního záznamu pořídit neomezené množství záznamů sekundárních.

Všechny tyto přednosti magnetického záznamu, tj. trvanlivost, snadné smazání nebo oprava starého záznamu, nenáročná skladovatelnost a konečně i jednoduchá obsluha celého zařízení předurčují magnetofon k širokému použití. Dobré vlast-

Magnetický Záznam Zvuku

produkce, jaká byla dosud pro širokou veřejnost nesplněným snem.

Magnetický záznam zvuku není žádný nový objev, ve studiové technice se používá již mnoho let. Teprve po zdokonalení záznamových materiálů a s tím souvisícím snížením rychlostí posuvu pásku při nahrávání se však použití magnetofonu mohlo rozšířit mezi široké vrstvy ne Techniků a všech zájemců. Magnetický záznam se dnes uplatňuje i v technice filmového zvuku; primární záznam pro nahrávání gramofonových desek se pořizuje výhradně na magnetofon; požadavky na skladování pásků a na zacházení s nimi jsou podstatně méně náročné než u gramofonových desek; záznam je při správné obsluze téměř nezničitelný; pře-

nosti magnetofonu znásobuje i možnost tzv. živých nahrávek. Použijí-li se při konstrukci magnetofonu tranzistory a lze-li magnetofon snadno přenášet a napájet z baterií, může se stát naším věrným průvodcem a sloužit k zachycení zvukové kulisy při všech běžných i zvláštních příležitostech (první zvukový projev dítěte, záznam z představení hudebních skupin a zpěváků, záznam hlasů zvířat v přírodě apod.). Existuje dokonce celosvětová organizace fonoamatérů, která každoročně vypisuje soutěž na nejzajímavější nahrávku, dotovanou hodnotnými cenami. I československá rozhlasová stanice VKV, Československo II, vysílá pravidelné pořady pro fonoamatéry s nejzajímavějšími nahrávkami klasické i zábavné hudby,

ukázkami různých záznamových rarit a se zpravodajstvím pro československé fonoamatéry.

Poslední novinkou v oboru komerční magnetofonové techniky je tzv. kazetový magnetofon, který někteří američtí a západoevropští výrobci uvedli na trh v loňském a letošním roce. Uspadňuje obsluhu magnetofonu tím, že vkládání a výměna pásky je zcela automatická. Nezdá se však, že dojde širšího uplatnění, zvláště když kazety jednotlivých výrobců nejsou vzájemně záměnné.

Amatérská stavba magnetofonu není právě jednoduchou záležitostí, zvláště požadujeme-li náročné vybavení: několik rychlostí posuvu pásky, velký výstupní výkon, dobrou dynamiku a odstup rušivých napětí, velký kmitočtový rozsah a větší počet vstupů. Spokojíme-li se však s rozumnými požadavky, lze při

použití tranzistorů a při jedné rychlosti posuvu celkem snadno zhotovit magnetofon s vyhovujícími vlastnostmi, který při použití jakostních pásek (Agfa PE 41, PE 65, BASF LGS 35, LGS 26 apod.) splní většinu našich požadavků. Je jen třeba upozornit na to, že elektrická stránka magnetofonu je vzhledem ke stránce mechanické mnohem jednodušší; hlavní pozornost je skutečně třeba věnovat mechanické stavbě. Závisí na ní totiž jedna z vlastností magnetofonu, která podstatně ovlivňuje celý výsledek práce: kolísání rychlosti posuvu záznamového materiálu.

Závěrem nezbyvá než popřát všem, kdo si budou magnetofon stavět, mnoho štěstí při výběru součástek a hodně trpělivosti i technického citu při stavbě. A s hotovým magnetofonem mnoho zajímavých a technicky prvotřídních nahrávek.



Inž. Antonín Kurka

V technice záznamu zvuku zaujímá dnes magnetický záznam přední místo. Stal se neodmyslitelnou součástí rozhlasových, v poslední době i televizních studií. Nikdo, kdo se dnes vážněji zabývá hudbou, se bez magnetofonu neobejde a proto je celkem pochopitelný i zájem o stavbu magnetofonu mezi amatéry. Je však třeba vycházet z toho, že není možné se pustit do stavby magnetofonu bez solidních znalostí základů akustiky, principu mag-

netického záznamu, nízkofrekvenčních zesilovačů a způsobů korekcí.

Proto považuji za nutné shrnout základní znalosti potřebné k řešení problémů souvisejících se stavbou magnetofonu a jeho uváděním do provozu.

Stavba magnetofonu klade poměrně velké nároky i na řemeslnou zručnost a strojní vybavení, hlavně však na přesnost a pečlivost práce.

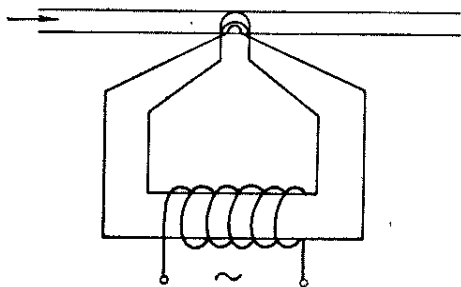
Teorie magnetického záznamu

Mikrofon umístěný v akustickém poli mění zvukový signál v elektrický, který se po zesílení mění ve střídavý magnetický tok v mezeře záznamové hlavy. Záznamový materiál, tj. magnetofonový pásek, se rovnoměrně posouvá stálou rychlostí přes štěrbinu záznamové hlavy. Siločáry magnetického toku vystupují před štěrbinou z jednoho pólu jádra, vstupují do feromagnetického záznamového materiálu, magnetují jej a vracejí se zpět do druhého pólu jádra záznamové hlavy (obr. 1).

Poměry v magnetofonovém pásku při zaznamenaném sinusovém kmitočtu lze znázornit řetězem magnetů po délce pásku, které jsou nesouhlasnými póly u sebe. Při reprodukci zaznamenaného signálu se pásek posouvá stejnou rychlostí jako při záznamu. Vnější magnetický tok pásku vstupuje do jádra hlavy a indukuje v jejím vinutí napětí, odpovídající změnám magnetického toku pásku. Toto napětí se po zesílení a korekci kmitočtového průběhu přivádí na reproduktor.

Mazání záznamu

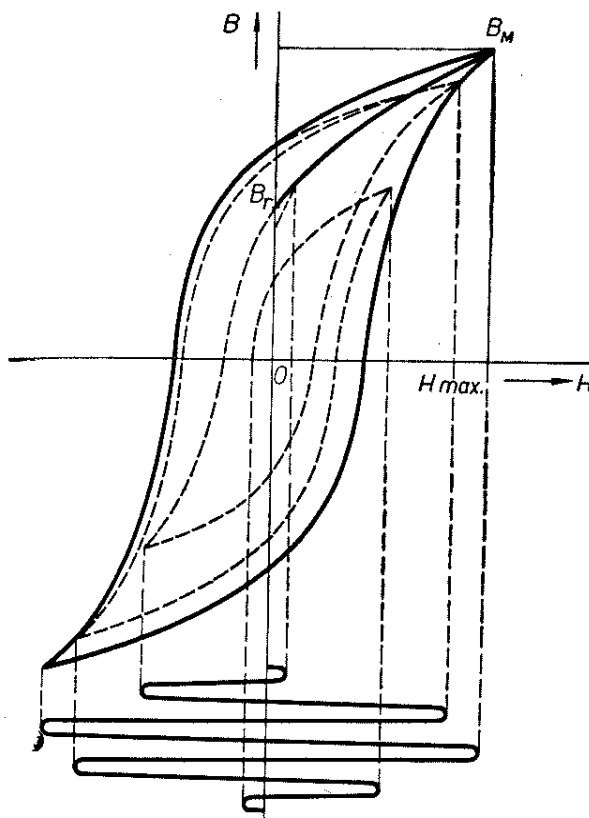
Při stejnosměrném mazání se zbytková (remanentní) magnetická indukce v pásku maže stejnosměrným magnetickým polem. Pásek je při posuvu přes štěrbinu mazací hlavy magnetován od určitého bodu remanentní indukce B_r až k bodu nasycení B_n (obr. 2) a po opuštění štěrbiny mazací hlavy klesne indukce B_n v pásku na hodnotu maximální remanentní indukce $B_{r \max}$. Tento způsob mazání zá-



Obr. 1. Siločáry magnetického toku ve štěrbině záznamové hlavy

znamu se dnes používá u některých levnějších přístrojů. Mnohem dokonalejším způsobem je mazání střídavým vysokofrekvenčním magnetickým polem, jak si ještě později vysvětlíme.

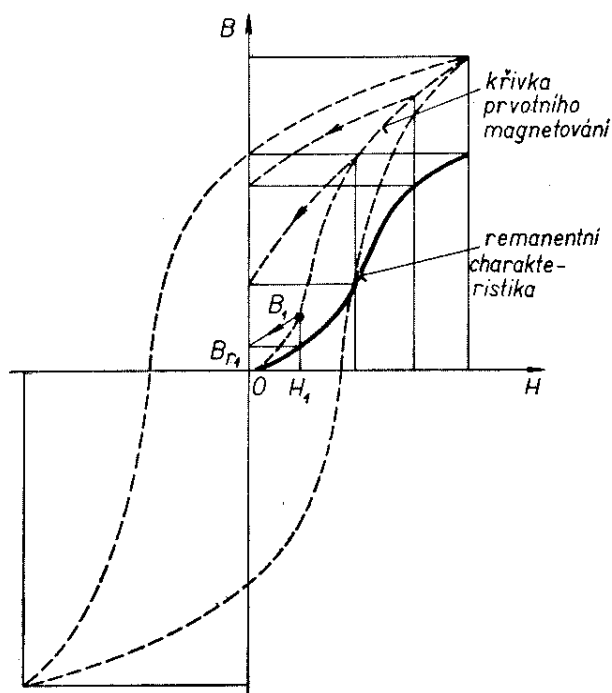
Při střídavém mazání se každá částice záznamového materiálu průchodem přes štěrbinu mazací hlavy magnetuje od libovolné remanentní indukce B_r po zvětšujících se hysterezních křivkách až k bodu nasycení a potom se úplně odmagnetuje po hysterezních křivkách zmenšujících se na nulovou hodnotu. Vzrůst a pokles magnetického toku procházejícího páskem při jeho posuvu přes štěrbinu mazací hlavy je dán rozložením magnetického pole ve štěrbině mazací hlavy. Podmínkou dokonalého odmagnetování je, aby při průchodu každé částice pásku přes štěrbinu hlavy proběhlo střídavé magnetické pole v dostatečném počtu kmitů. Proto je třeba volit mazací kmitočet mezi 40 až 80 kHz.



B magnetická indukce t.j. magnetický tok na jednotku plochy [1 Wb/m^2]

H intenzita magnetického pole [A/m]

Obr. 2. Mazání záznamu



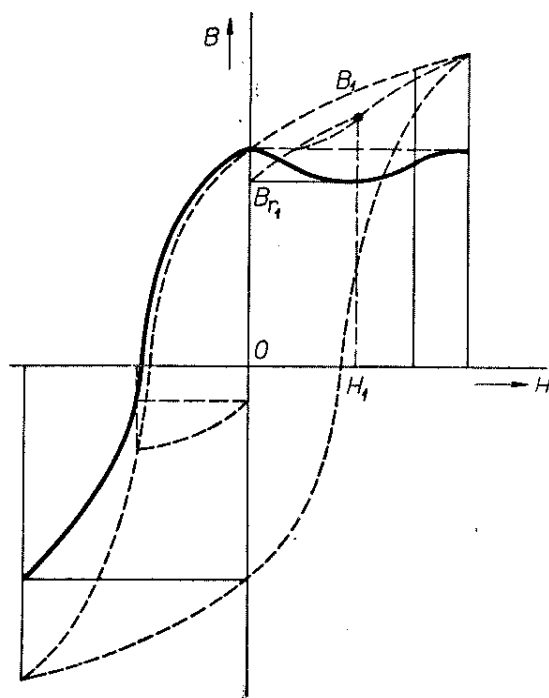
Obr. 3. Průběh remanentní charakteristiky při odmagnetovaném záznamovém materiálu

Remanentní charakteristika záznamového materiálu

Elektrický proud přivedený do vinutí hlavy vytvoří ve štěrbině hlavy přímo úměrně velké magnetické pole. Potud je tedy cesta signálu lineární. Posouvá-li se přes štěrbinu hlavy magnetofonový pásek, budí intenzita magnetického pole H v částech záznamového materiálu magnetickou indukci B . Tento vztah však už není vlivem magnetických vlastností pásu lineární; jeho průběh znázorňuje remanentní charakteristika.

Magnetování částek pásu probíhá při záznamu na úplně odmagnetovaný pásek podle křivky prvotní magnetizace (někdy označované jako panenská křivka).

Posuvem se pásek dostane mimo působení intenzity magnetického pole ve štěrbině hlavy a indukce klesne na remanentní (zbytkovou) hodnotu (obr. 3). Magnetováním pásu pro různou intenzitu magnetického pole až do bodu nasycení a zaznamenáváním zbytkové magnetické indukce vytvoříme jednotlivé body remanentní charakteristiky záznamového

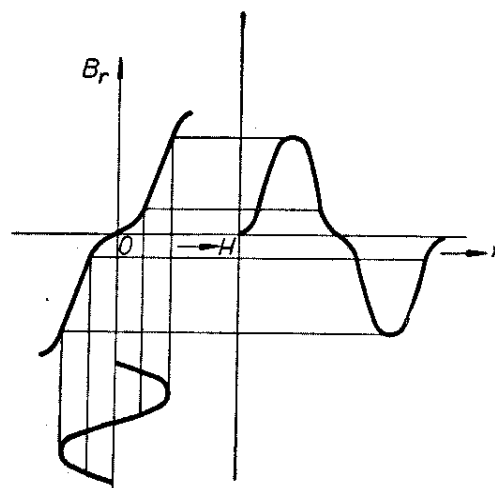


Obr. 4. Průběh remanentní charakteristiky při nasyceném záznamovém materiálu

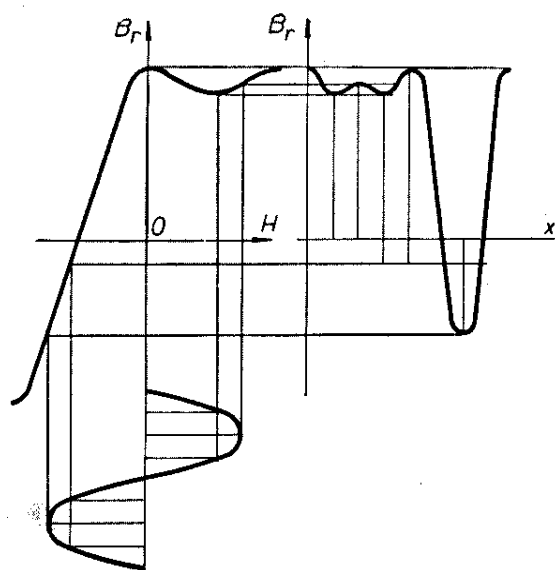
materiálu. Je-li magnetický materiál dříve nasycen, je průběh remanentní charakteristiky poněkud odlišný, jak ukazuje obr. 4.

Magnetování proběhne od bodu maximální remanentní indukce a indukce klesne na hodnotu nižší než $B_{r \max}$.

Pomocí remanentních charakteristik můžeme sledovat závislost mezi intenzitou magnetického pole a remanentní in-



Obr. 5. Zkreslení záznamu na odmagnetovaný záznamový materiál bez předmagnetizace

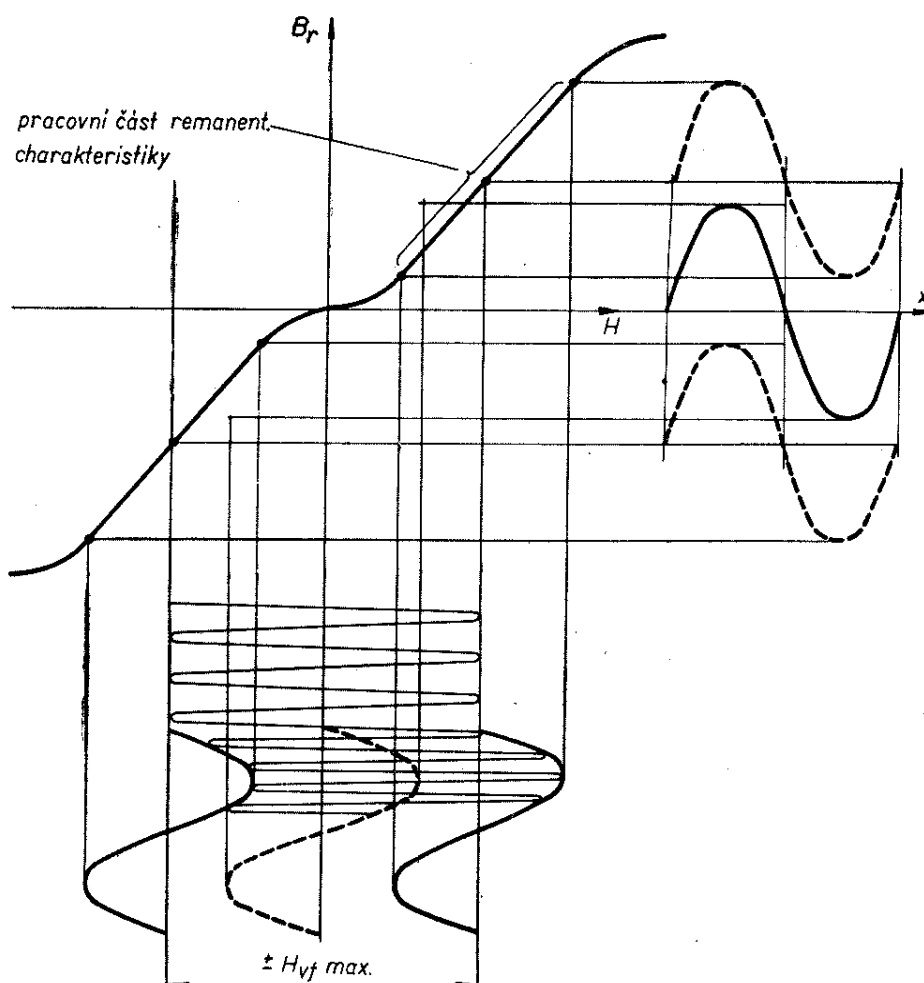


Obr. 6. Zkreslení záznamu na nasycený záznamový materiál bez předmagnetizace

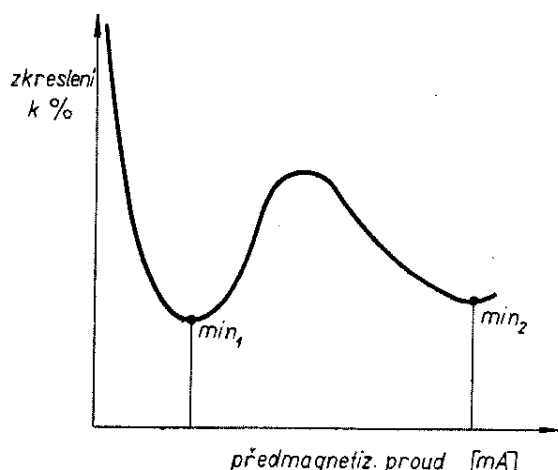
dukci v záznamovém materiálu, tj. nelinearitě záznamů např. při sinusovém signálu (obr. 5 a 6).

Z obrázků je vidět, že takovýto záznam by byl velmi zkreslený. Proto je nutná předmagnetizace, která posune pracovní bod do středu lineární části remanentní charakteristiky.

Sinusový průběh intenzity magnetického pole ve štěrbině hlavy dá pak nezkreslený průběh remanentní indukce v pásku. Na obr. 6 je znázorněn záznam se stejnosměrnou předmagnetizací na nasycený záznamový materiál, který je častým řešením u kapesních diktafonů. U těchto přístrojů příliš nevádí šum v reprodukci, způsobený nestejnorodostí záznamového materiálu. Kolísání průběhu remanentní charakteristiky se totiž projevuje jako poměrně silný šum a snižuje dynamický rozsah záznamu. U magnetofonu pro záznam hudby je tedy pro kvalitní záznam nutné volit předmagnetizaci vysokofrekvenční (střídavou).



Obr. 7. Záznam s vf předmagnetizací

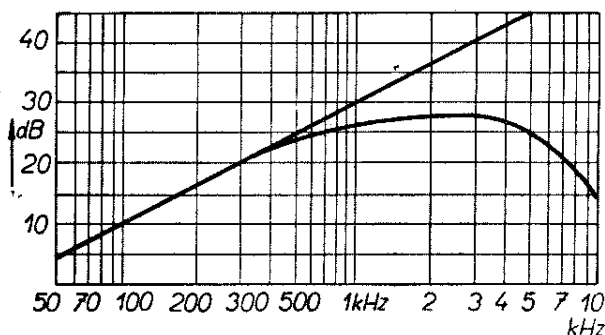


Obr. 8. Záznam sinusového nf signálu s vf předmagnetizací

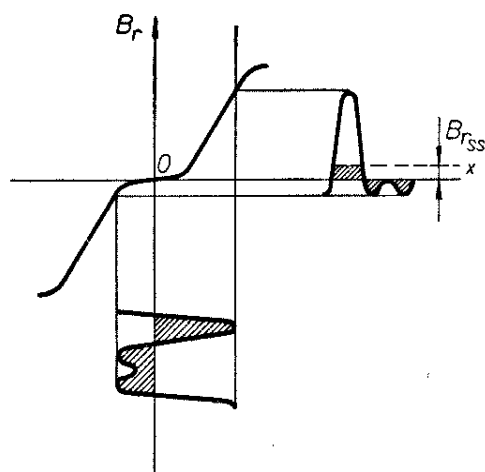
Vysokofrekvenční předmagnetizace

Vysokofrekvenční předmagnetizace umožňuje dosáhnout nezkreslený záznam s lepším poměrem signálu k šumu než předmagnetizace stejnosměrná. Na obr. 7 je záznam sinusového nf signálu s vysokofrekvenční předmagnetizací. Vhodnou volbou kmitočtů se dosáhne toho, že každá částka pásku se průchodem přes šterbinu hlavy několikrát odmagnetuje. Platí zásada, že kmitočet předmagnetizace má být asi pětikrát vyšší než nejvyšší zaznamenávaný nf kmitočet. Pro záznam s kmitočtovým průběhem do 10 kHz to znamená nejméně 50 kHz.

Hodnotu vf předmagnetizačního proudu je třeba nastavit pro každý druh pásku zvlášť, neboť teprve při určitém optimálním proudu je pracovní charakteristika



Obr. 10. Průběh výstupního napětí ze snímací magnetofonové hlavy



Obr. 9. Vznik stejnosměrné remanentní indukce zkresleným vf předmagnetizačním proudem

pásku v nejširším rozsahu lineární a zkreslení zaznamenávaného nf signálu minimální. Zvyšujeme-li při záznamu plynule předmagnetizační proud a zaznamenáváme harmonické zkreslení nf signálu, dostaneme křivku znázorněnou na obr. 8. Hodnotu předmagnetizačního proudu volíme obvykle v prvním minimu zkreslení (min_1). Větší předmagnetizační proud působí nepříznivě na záznam vysokých kmitočtů, neboť má určitý mazací účinek. Předpokladem nezkresleného záznamu s vf předmagnetizací je nezkreslený a souměrný vf předmagnetizační proud. Poměr zkreslení vf předmagnetizačního proudu ke způsobenému nízkofrekvenčnímu zkreslení (vyjádřeno v procentech) je přibližně jedna třetina (obr. 9).

Kmitočtová závislost indukovaného napětí snímací hlavy

Indukované napětí ve snímací (reprodukční) hlavě je závislé lineárně na kmitočtu podle známého vztahu:

$$U_{ef} = 4,44 N f \Phi_{max}$$

U_{ef} = indukované efektivní napětí ve vinutí hlavy,

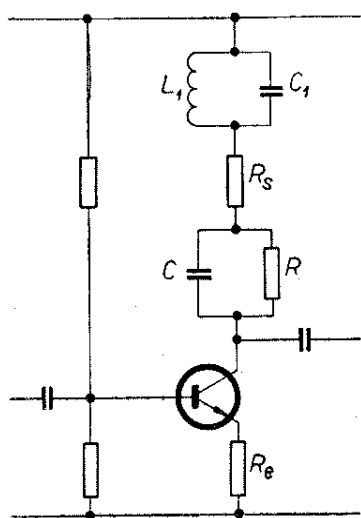
N = počet závitů,

f = kmitočet,

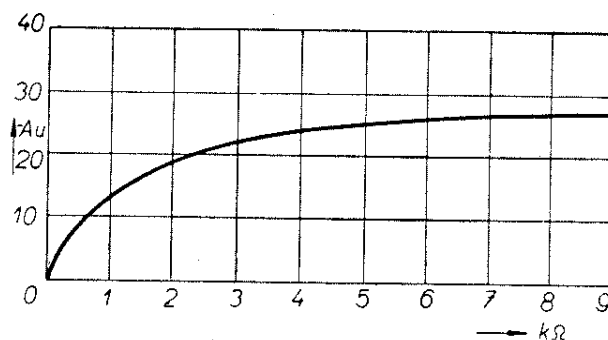
Φ_{max} = magnetický indukční tok.

Z toho vyplývá, že kmitočtová charakteristika při konstantním magnetickém toku by tvořila přímku. Vyneseme-li si tento ideální průběh pomocí logaritmického měřítka, dostaneme přímku se stoupáním 6 dB na oktávu. Měřením na reprodukční hlavě však zjistíme, že skutečné indukované napětí nemá tento ideální průběh a je lineární přibližně do 300 Hz. Křivka dosahuje vrcholu asi při 2 kHz a pak klesá podle exponenciály (obr. 10). Klesání je způsobeno úbytkem napětí vlivem od-magnetování záznamového materiálu při záznamu vyšších kmitočtů. Navíc zde ještě působí vliv konečné šířky šterbiny snímací hlavy, který se zvětšuje s pomalejšími záznamovými rychlostmi.

Chceme-li dosáhnout rovnoměrné výsledné kmitočtové charakteristiky magnetického záznamu, musíme v zesilovači magnetofonu zavést takové korekce, aby kmitočtová charakteristika zesilovače byla inverzní křivkou ke kmitočtové charakteristice magnetického záznamu. Požadovaného zdvižení úrovně nízkých a vysokých kmitočtů můžeme dosáhnout třemi způsoby: při prvním pořizujeme záznam bez korekcí a při snímání zvedáme nízké a vysoké kmitočty inverzně ke křivce na obr. 10, při druhém pořizujeme záznam již s korekcemi zesilovače, tj. zaznamenávaný signál upravujeme opět inverzí ke křivce na obr. 10 a snímáme bez korekcí.



Obr. 11. Korekční stupeň zesilovače



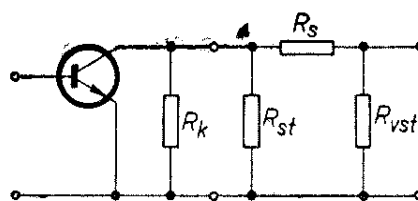
Obr. 12. Závislost $A_u = f(Z_k)$

Třetím a nejpoužívanějším způsobem, zvláště u jednodušších přístrojů, je záznam s poloviční inverzí ke křivce kmitočtového průběhu magnetického záznamu a snímání signálu rovněž s poloviční inverzí. Tento způsob je vhodný zejména tam, kde používáme tentýž zesilovač pro záznam i snímání.

Způsoby korekce kmitočtové charakteristiky v zesilovači

Způsobů korekce kmitočtové charakteristiky v zesilovači je několik. Jedním z nejpoužívanějších je korekce zařazená v zatěžovacím obvodu kolektoru tranzistoru. Ke zdůraznění vysokých kmitočtů slouží rezonanční obvod (laděný na horní přenášený nf kmitočet), jehož šířku pásma zvětšíme vhodným tlumivým členem; pro korekci nízkých kmitočtů vyhoví jednoduchá paralelní kombinace RC (obr. 11).

Odpor R v této kombinaci volíme tak, abychom dosáhli optimálního zesílení stupně a kapacitu kondenzátoru přizpůsobíme dolnímu meznímu kmitočtu. Pro výpočet takových korekcí je třeba zjistit závislost zesílení korekčního stupně na zatěžovacím odporu v kolektoru. Tato



Obr. 13. Náhradní zapojení korekčního stupně

závislost je znázorněna na obr. 12. a to již v praktickém zapojení se zřetelem na vstupní odpor následujícího stupně. Jednotlivé body této závislosti počítáme ze vztahů:

$$A_u = - \frac{h_{21} Z_z}{h_{11} + D_h Z_z}$$

$$Z_z = \frac{R'_{vst} R_k}{R_{vst} + R_k}$$

$$R_{vst} = \frac{R_{st} [R_s R_{vst}]}{R_{st} + R_s + R_{vst}}$$

kde A_u = napěťové zesílení stupně,
 h_{21}, h_{11} = parametry z charakteristik tranzistoru pro zvolený pracovní bod,
 $D_h = h_{11} h_{22} - h_{12} h_{21}$,
 Z_z = vstupní impedance následujícího obvodu, kterou tvoří paralelní zapojení odporů R_{vst} , R_s a R_{st} .

Na obr. 13 je náhradní zapojení korekčního stupně.

Při výpočtu korekcí vycházíme z požadovaného převýšení při dolním mezním kmitočtu. Požadujeme-li převýšení 6 dB, připočteme ještě potřebné převýšení zesilovače 3 dB, takže korekci počítáme na celkové převýšení 9 dB. Pro toto převýšení určíme poměr zesílení při středním kmitočtu 1 kHz (A_s) a při dolním mezním kmitočtu (A_d) ze vztahu: $M = \frac{A_d}{A_s}$.

Snažíme se dosáhnout pokud možno maximálního zesílení, proto volíme impe-

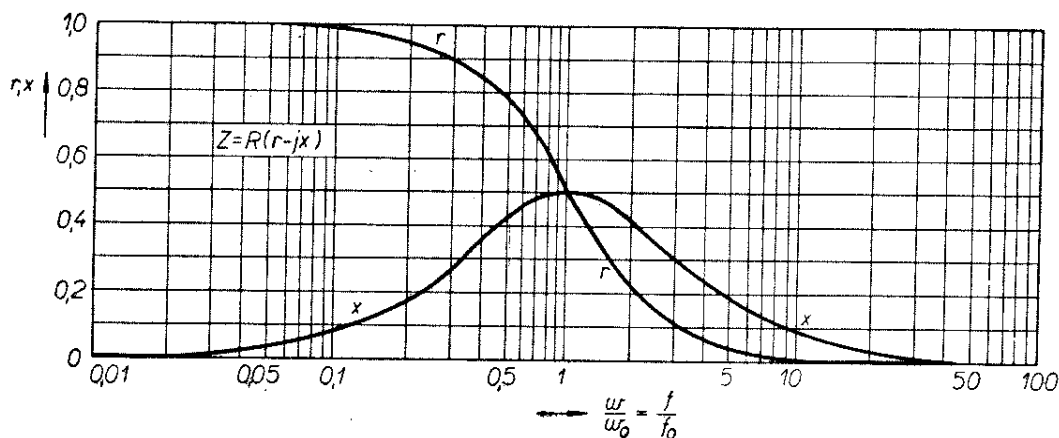
danci korekčního obvodu pro dolní mezní kmitočty v té oblasti závislosti, kde nenastává prudký vzrůst zatěžovacího kolektorového odporu v závislosti na zesílení, tj. před zlomem charakteristiky $A_u = f(Z_k)$ - viz obr. 12. Pro zvolenou zatěžovací impedanci Z_k odečteme zesílení při dolním mezním kmitočtu, z poměru zesílení ke střednímu kmitočtu určíme A_s (tj. zesílení při středním kmitočtu 1 kHz) a z charakteristiky $A_u = f(Z_k)$ přečteme zatěžovací odpor kolektoru pro střední kmitočet (R_k). Impedance paralelně řazeného obvodu RC je dána vztahem:

$$Z = R \left[\frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} - j \frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \right] =$$

$$= R [r - jx],$$

kde $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$, $\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{f_0}$,
 f_0 = střední kmitočet (1 kHz).

Na obr. 14 je tato závislost znázorněna. Impedanci paralelně řazeného obvodu Z zjistíme jako vektorový součet obou složek r a x . Z požadavku, že korekce nízkých kmitočtů má končit u kmitočtu 1 kHz, určíme pro paralelní kombinaci obvodu RC poměr $\frac{\omega}{\omega_0}$ tak, aby impedance obvodu pro kmitočet 1 kHz byla téměř konstantní. Z předcházejících vztahů lze



Obr. 14. Zobrazení funkce $\frac{r}{x} = \left(\frac{f}{f_0} \right)$

odvodit, že platí: $\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{2\pi RC}$. Tento vztah je poslední podmínkou, kterou musí konstanta RC splňovat. Velikost kondenzátoru C volíme tak, aby odpor R odpovídal požadovanému zesílení při dolním a středním kmitočtu (f_d, f_o). Pokud bude vycházet hodnota odporu pro střední kmitočet malá, zařadíme do série s obvodem RC ještě další odpor R_s , sloužící k vyrovnaní zesílení při středním kmitočtu. Ke korekci vysokých kmitočtů použijeme paralelní rezonanční obvod LC , laděný na horní kmitočet přenášeného pásma. Pro impedanci laděného obvodu LC platí vztah:

$$Z = R_s - \frac{\omega L}{j \left[\frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1 \right] + \frac{\omega L}{R}},$$

po dosazení za $\left[\frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1 \right] = \beta$ a $\frac{\omega L}{R} = \frac{1}{Q}$ dostaneme

$$Z = R_s + \frac{R}{1 + j\beta Q} = R_s + Z_1.$$

Na obr. 15 máme vynesenu závislost $Z_{rel} = \frac{Z_1}{R} = f[\beta Q]$. Podmínkou, aby obvod LC byl v rezonanci pro horní mezní kmitočet (f_h) je vztah: $2\pi f_h = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Protože kmitočtová charakteristika zesilovače má být inverzní ke křivce na obr. 10, tj. od 3 kHz má stoupat a při horním

mezním kmitočtu má dosáhnout převýšení +9 dB, určíme si podmínku, aby změna impedance laděného obvodu z kmitočtu 3 kHz na 1 kHz byla menší než 10 % impedance při rezonančním kmitočtu f_h . Postupujeme tak, že volíme určité $\beta_0 Q_0$ při 1 kHz ze závislosti na obr. 15, k tomu určíme odpovídající Z_{rel_0} a ze vztahu

$$\beta_0 = \left[1 - \left(\frac{f_o}{f_h} \right)^2 \right]$$

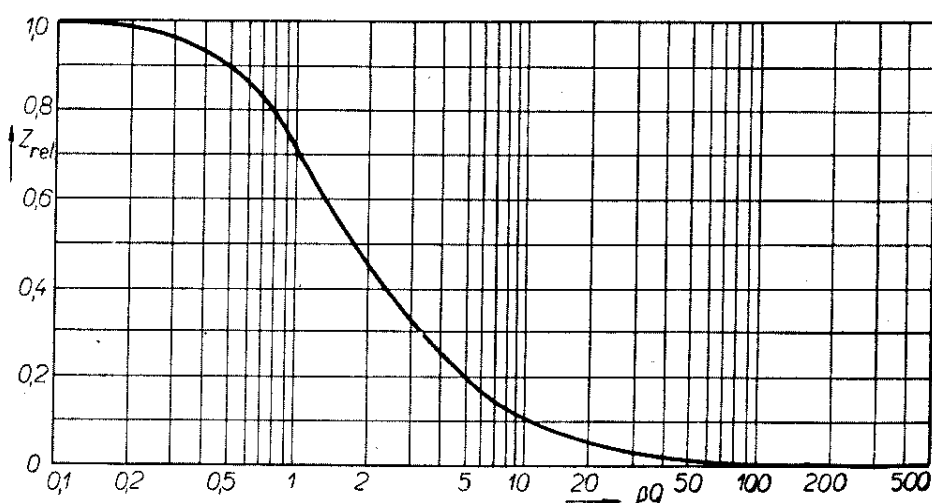
určíme velikost Q_0 pro kmitočet 1 kHz. Protože platí, že

$$\frac{R}{2\pi L} = Q_0 f_o = Qf,$$

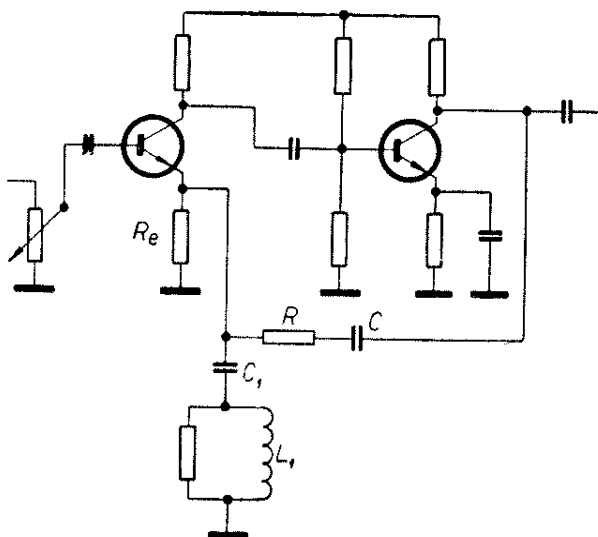
můžeme snadno určit velikost Q_3 pro 3 kHz a tedy zpětně i velikost β a součinu $\beta_3 Q_3$ pro 3 kHz. Pro takto určené $\beta_3 Q_3$ určíme z obr. 15 Z_{rel_3} a rozdílem impedancí ($Z_{rel_3} - Z_{rel_0}$) zkontrolujeme volbu Q , neboť tento rozdíl musí být přibližně zvolených 10 %, tj. 0,1. Pokud se nám to nepodaří hned napoprvé, je třeba celý výpočet opakovat pro jiné βQ . Potřebná velikost impedance (Z_L) laděného obvodu při horním mezním kmitočtu f_h pro stejné převýšení +9 dB musí být stejná jako zatěžovací impedance Z_k pro dolní mezní kmitočet, zmenšená o přídavný sériový

odpor R_s . Ze vztahu $L_1 = \frac{Z_L}{2\pi f Q}$ určíme velikost indukčnosti a z rovnice $\omega_0^2 = \frac{1}{L_1 C_1} = (2\pi f)^2$ kapacitu kondenzátoru.

Kontrolně vypočteme impedanci obvodu LC při středním kmitočtu 1 kHz, která má být menší než rozdíl impedance obvodu RC při 1 kHz a odporu R . Pro



Obr. 15. Závislost $Z_{rel} = f(\beta Q)$



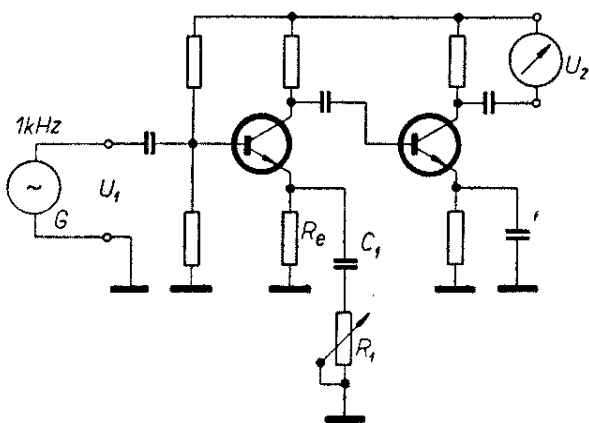
Obr. 16. Korekce kmitočtové charakteristiky zesilovače

obvod LC se vypočte impedance podle vztahu

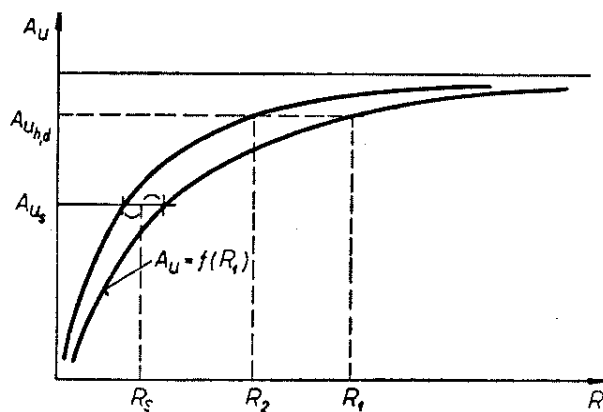
$$Z_{1 \text{ kHz}} = \frac{R}{\sqrt{1 + \beta^2 Q^2}},$$

kde R je činný odpor vinutí.

Dalším způsobem korekce kmitočtové charakteristiky je zavedení kmitočtové závislé záporné zpětné vazby. Obvyklý způsob zapojení je na obr. 16. Způsob výpočtu je velmi podobný návrhu korekčního stupně s korekčními obvody v kolektoru. Pro navrhovanou korekci je třeba sestavit závislost zesílení A_u na impedanci zařazené ve smyčce záporné

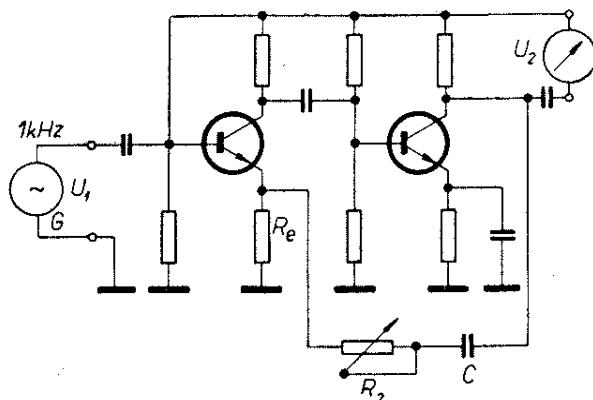


Obr. 18. Zapojení pro měření závislosti zesílení na impedanci zařazené do zpětné vazby (napěťové, sériové)



Obr. 17. Závislost zesílení na impedanci zařazené do zpětné vazby

zpětné vazby. Závislost má v používané oblasti obecně stejný průběh jako závislost na obr. 12 a je znázorněna na obr. 17. Výpočet této závislosti je velmi složitý a je nejlépe ji zjistit experimentálně měřením na skutečném zesilovači. Z obr. 16 je vidět, že v prvním stupni jde o proudovou sériovou zpětnou vazbu (na neblokováném emitorovém odporu). Kromě toho je zde zavedena napěťová sériová zpětná vazba z výstupu zesilovače. Při měření zesilovače postupujeme nejdříve podle obr. 18. Kondenzátor C_1 volíme tak, aby jeho reaktance byla při měrném kmitočtu (1 kHz) zanedbatelná vzhledem k velikosti emitorového odporu (tj. asi $5 \mu\text{F}$). Změnou odporu R_1 při stálém vstupním signálu se mění zesílení zesilovače, což určíme ze změny výstupního napětí měřeného na zatěžovacím odporu druhého



Obr. 19. Zapojení pro měření závislosti zesílení na impedanci zařazené do zpětné vazby (proudové, paralelní)

stupně. Dostaneme tak závislost zesílení na odporu R_1 . Při dalším měření postupujeme podle zapojení na obr. 19. O kapacitě kondenzátoru platí totéž co při předcházejícím měření. Výsledkem bude opět závislost zesílení na zařazeném odporu ve smyčce zpětné vazby. Ve zlomu charakteristik si nyní zvolíme společný pracovní bod pro zesílení při dolním a horním mezním kmitočtu tak, aby odpor R_s , který určíme z poměru zesílení $M = \frac{A_d}{A_s}$ pro střední kmitočet, byl pokud možno největší. Přitom však musíme dodržet podmínku převýšení o +9 dB na obou mezních kmitočtech. Pro zjištěné velikosti odporů při dolním a horním mezním kmitočtu vypočteme hodnoty sériového LC členu pro horní mezní kmitočet a velikost odporu a kondenzátoru pro RC korekční obvod nízkých kmitočtů. Postup je prakticky stejný jako u předcházejícího výpočtu.

Stavba tranzistorového magnetofonu

Po tomto úvodu, jímž jsem chtěl čtenáře stručně seznámit s teorií nutnou ke konstrukci zesilovače tranzistorového magnetofonu, přistoupíme k podrobnému popisu malého tranzistorového magnetofonu. Nejdříve – jaké vlastnosti můžeme od malých přenosných přístrojů očekávat. Požadavek malých rozměrů vede ke snaze o snižování rychlosti posuvu pásku, protože se tím prodlouží doba záznamu a také průměr cívek je možné volit menší při zachování doby záznamu. Snaze o nejnížší rychlost posuvu však zcela odporuje snaha o nejkvalitnější záznam z hlediska kmitočtové charakteristiky. Za dnešního stavu nahrávací techniky se u malých přenosných magnetofonů volí obvykle rychlost 4,75 cm/s, někdy ještě 9,5 cm/s. Některé speciální přístroje určené jen pro záznam řeči používají i rychlost 2,38 cm/s, nebo je rychlost posuvu pásku proměnná v závislosti na průměru navinutí poháněné cívky. U lepších přístrojů požadujeme dále optickou indikaci úrovně záznamu, možnost převýšení vpřed i vzad, možnost připojení vnějšího reproduktoru a schopnost pracovat ve všech polohách. Kmitočtový rozsah pro rychlost 4,75 cm/s bývá

50 až 8000 Hz, pro rychlost 9,5 cm/s 50 až 14 000 Hz, u rychlosti 2,38 cm/s nebývá větší než 150 až 3000 Hz.

Při stavbě magnetofonu, který čtenářům předkládám, jsem se snažil použít jen ty součástky, které jsou u nás běžné na trhu a přitom dosáhnout toho, aby přístroj měl co nejmenší rozměry a vlastnosti lepších kabelkových přístrojů. Napájecí napětí je 6 V, které dodává 10 článků NiCd – 450 mAh, zapojených v pěti paralelních dvojicích do série. Přesto, že výrobce toto zapojení nedoporučuje, nedošlo po téměř půlročním denním používání magnetofonu i při častém nabíjení akumulátorů k žádné závadě. Akumulátory se nabíjejí bez vyjímání z přístroje pomocí konektoru. K indikaci nahrávání slouží indikátor vyladění (vykřičník) DM71 (je k dostání občas v Žitné ul.). Přes nesporné komplikace v zapojení se vyplatí, neboť přemodulovaný záznam se již nedá opravit. Pro toho, kdo má možnost si opatřit malý ručkový indikátor s deprézským systémem, je jistě toto řešení lepší, protože současně značně sníží spotřebu proudu při nahrávání.

Hlavní technické údaje magnetofonu

Rozměry: 174 × 126 × 73 mm.

Váha: 1,6 kg i s akumulátory.

Napájení: 6 V – 10 ks NiCd Aku 450 mAh – tužkové, nebo vnější zdroj 6 V.

Mazání záznamu: střídavé, kmitočet 82 kHz.

Reproduktor: ARE 095 o \varnothing 5 cm – výstup pro vnější reproduktor 4 Ω přes vypínací zásuvku.

Kolísání rychlosti: $\pm 3\%$.

Způsob záznamu: čtvrtstopy.

Cívky: z magnetofonu Start.

Rychlost posuvu pásku: 4,76 cm/s.

Pásek: PE 41.

Doba nahrávky jedné stopy: 22 min (celkem tedy 88 min).

Vstupní citlivost: 0,6 mV pro mikrofon, 12 mV pro radiopřijímač.

Kmitočtový rozsah: 60 až 8000 Hz na diodovém výstupu, 150 až 8000 Hz na výstupu 4 Ω .

Akustický výkon: 120 mW.

Indikace nahrávání: indikátorem vyladění DM 71.

Použitá hlavičky: čtvrtstopé z magnetofonu Sonet B 3.

Pohonný motorek: AYN 550 – z magnetofonu Start.

Pracovní podmínky: +10 až +35 °C.

Než se dáte do práce...

Než přistoupíme k podrobnému popisu tohoto magnetofonu, chtěl bych čtenáře seznámit s některými problémy, které se při vyvíjení a stavbě takového přístroje vyskytnou, i se způsoby, jak jsem se je pokoušel řešit.

Především jde o otázku návrhu celkové koncepce. Snažíme-li se zmenšovat rozměry magnetofonu, docházíme nutně k úvahám o tom, který díl je vlastně určujícím pro vnější rozměr. Je sice pravda, že v zájmu zmenšení rozměrů je možné vypustit z mechanické části např. setrvačnick, tónový hřídel i gumovou přítlačnou kladku, že můžeme také vynechat reproduktor a vyvést jen přípojku pro sluchátka, že je možné podstatně zjednodušit zesilovač. Dostali bychom se tím však k přístroji, který sice bude mít malé rozměry, ale kvalita reprodukce bude stačit sotva na srozumitelný záznam řeči. Pokud máme na magnetofon alespoň průměrné požadavky, určuje jeho rozměry velikost cívek, motorku a zdrojů. Žádáme-li od přístroje kvalitní záznam hudby, nevyhneme se ovšem poměrně složité mechanice, která je běžná u všech továrních přístrojů. Pak již musíme brát v úvahu při stanovení rozměrů nejen velikost cívek a pohonného motorku, ale také setrvačnicku a reproduktoru. Je sice možné volit menší cívky s páskem, ovšem za cenu zkrácení doby záznamu. Doba přehrávky jedné stopy při rychlosti 4,75 cm/s na cívkách o průměru 75 mm je 22 minut. Z toho lze snadno usoudit, že použití menšího průměru cívek by podstatně zkrátilo dobu přehrávání, nehledě na potíže s výrobou speciálních cívek, převíjení pásku atd. Také zvolená rychlost posuvu pásku 4,76 cm/s je nejnižší pro požadovaný kmitočtový rozsah 100 až 8000 Hz. Položíme-li si nyní dvě takové cívky o průměru 75 mm vedle sebe, máme zhruba jeden z rozměrů budoucího mag-

netofonu. Druhý rozměr určuje průměr setrvačnicku. Minimální průměr tónové kladky je možný asi 3,5 mm. U většiny našich i zahraničních továrních přístrojů se používá průměr 4 mm; zvolil jsem tedy tento průměr za výchozí.

Způsob, jak dosáhnout maximálně přesného posuvu pásku i dodržení stálé rychlosti, je prakticky jediný. Pohonný motorek se stabilizovanými otáčkami pohání buďto řemínek, nebo přímo přes gumové obložení setrvačnick, na jehož hřídel (říká se mu také tónová kladka) je přítlačována pryžová přítlačná kladka, po níž běží pásek. Na velikosti setrvačnicku a přesnosti stabilizace otáček motorku pak závisí kolísání rychlosti posuvu pásku. Kdo se již někdy zabýval otázkou stabilizace otáček, jistě ví, jaký je to technický oříšek. Povězme si proto o některých způsobech, jak se stabilizují otáčky bateriového magnetofonu. Základním prvkem je odstředivý regulátor. Proud se dostává k motorku přes kontakty odstředivého regulátoru, který při překročení nastavených otáček vypne přívod proudu do motorku. Teprve když otáčky poklesnou, je motorek znovu zapnut. Takový způsob by se však ke stabilizaci otáček magnetofonu nehodil, protože kolísání by bylo stále ještě příliš velké. Proto se tento problém řeší tak, že motorek při rozeptnutí kontaktů odstředivého regulátoru není úplně odpojen, ale přes kontakty regulátoru je jen zařazen odpor. Kolísání odběru proudu je pak menší a nemohou nastat prudší změny v otáčkách motorku. Vzniká zde však problém, že spínací proudy na odstředivém regulátoru jsou značné. Kromě toho je třeba tyto proudy na regulátoru, který se otáčí, nějakým způsobem převést, což se obvykle řeší kartáčky. To vedlo nakonec k tomu, že konstruktéři magnetofonů se rozhodli použít jako spínací prvek tranzistor. Proud spínané kontakty odstředivého regulátoru jsou pak minimální a odpadne rušivé jiskření. Přesto však zde ještě stále zůstávají kartáčky, které převádějí proud ke spínací odstředivého regulátoru. I tento problém se podařilo nakonec vyřešit, ovšem za cenu poměrně značné komplikace celého obvodu regulace otáček motorku. Princip spočívá v tom, že na regulátoru otáček je v ose upevněna

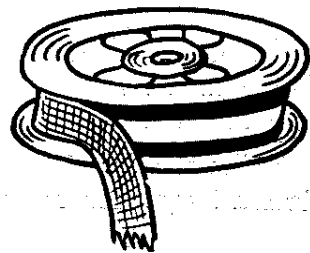
cívka, spojená nakrátko kontakty odstředivého regulátoru. Další cívka je nepohyblivá a je upevněna tak, aby její magnetické pole bylo co nejvíce zasaženo polem cívky na regulátoru otáček. Nepohyblivá cívka je zapojena jako oscilační cívka. V oscilátoru vznikající kmitý ovládají otevírání spínacího tranzistoru. Jakmile se kontakty odstředivého regulátoru sepnou nakrátko, nastane v oscilačním obvodu oscilátoru silné tlumení, které oscilátor úplně utlumí. Protože střídavé napětí z oscilátoru je přiváděno na spínací tranzistor zapojený tak, aby při nulovém napětí sepnul, přichází nyní do motorku plné napětí, otáčky motoru stoupají, až při překročení jmenovitých otáček kontakty odstředivého regulátoru rozpojí. Tlumení oscilátoru ustane, oscilátor se rozkmitá a na bázi spínacího tranzistoru se přivede usměrněné napětí, které tranzistor uzavře a proud do motorku teče opět jen přes odpor přemostující spínací tranzistor, otáčky motorku poklesnou a celý pochod se opakuje. Tento způsob regulace otáček je velmi dobrý, zůstává však otevřena otázka, hodí-li se pro každý bateriový magnetofon pro svoji značnou složitost. V konstruovaném magnetofonu jsem se nakonec rozhodl pro jednoduchou regulaci jedním tranzistorem. Přispěla k tomu i okolnost, že jsem zvolil motorek z magnetofonu Start, kde bylo zapojení regulátoru otáček dokonale vyzkoušeno. Proto jsem je také po malých úpravách převzal do svého přístroje.

Než jsem dospěl k tomuto závěru, pokoušel jsem se ještě o jiný způsob, jímž by bylo teoreticky možné dosáhnout dobré stabilizace otáček. Praktické vyzkoušení však ukázalo řadu nevýhod, mluvících proti použití v bateriovém magnetofonu. Princip je jednoduchý: tranzistorový generátor třífázového napětí $3 \times 36 \text{ V} / 1000 \text{ Hz}$ dodával proud do statoru selsynu, jehož cvky byly zapojeny do hvězdy. Rotor jsem opatřil kotvou nakrátko. Motorek skutečně běhal, ale energetická účinnost a také složitost celého zařízení mne nakonec přesvědčily o nemožnosti použít tento způsob pro pohon magnetofonu. Nebylo také jisté, zda by se podařilo dosáhnout takové stability kmitočtu generátoru třífázového napětí, jaká je nutná

pro minimální kolísání otáček pohonného motorku.

Máme-li nyní vyřešenu otázku pohonného motorku a průměru tónové kladky, lze si snadno jednoduchým výpočtem odvodit velikost průměru setrvačníku, který nám určí druhý rozměr magnetofonu. Chceme-li dosáhnout toho, aby tento rozměr byl co nejmenší, musíme zvolit řešení, pro které jsem se nakonec rozhodl při stavbě popisovaného magnetofonu: vést dráhu pásku šikmo vzhledem ke spojovací ose cívek. Jedině tento způsob totiž umožní posunout setrvačník více do středu magnetofonu. Protože chceme, aby setrvačník vyrovnával i kolísání otáček, je třeba, aby byl pokud možno nejtěžší. Proto také byla jako materiál zvolena mosaz, která má větší specifickou váhu a dá se snadno opracovávat. Výšku budoucího přístroje ovlivní nejvíce množství a rozměry použitých baterií. Použijeme-li běžné suché baterie, musíme počítat s velkou nevýhodou rychlého poklesu napětí při vybíjení, což opět klade velké nároky na řešení zesilovače i obvodů regulace otáček motorku. Abych se tomuto problému vyhnul, zvolil jsem přímo nižší napětí 6 V, ale použil jsem niklokaadmiové akumulátory, u nichž poklesne napětí při vybití na 5,5 V. Jaký má taková neměnnost napětí význam při konstrukci zesilovače, to ví jistě každý, kdo již stavěl nějaké zařízení napájené z běžných suchých článků, kde pokles napětí z 9 na 6 V značně ovlivní jeho provoz.

Je samozřejmé, že při vyvíjení jakéhokoli nového přístroje se postupuje od jednoduchého ke složitějšímu. Nemohl jsem se této cestě také vyhnout a tak jsem nejdříve stavěl magnetofon s použitím kombinované hlavy z magnetofonu Start a k mazání jsem použil permanentní magnet. Značně zjednodušený oscilátor dodával proud jen pro předmagnetizaci. Teprve po delších zkouškách a měřeních, kdy jsem zjistil řadu nedostatků v zesilovači i v mechanické části, rozhodl jsem se pro konstrukci přístroje, vybaveného vše-



mi prvky moderní konstrukce továrních magnetofonů. Jedním z požadavků, který značně komplikoval práci, byla optická indikace nahrávání. Indikátor vyladění DM71 potřebuje totiž na anodě 170 V při proudu 0,11 mA (údaje podle katalogu Striž). Pokoušel jsem se toto napětí snižovat až na 90 V a určil jsem nejvýhodnější napětí asi 110 V, při němž je citlivost po přivedení záporného předpětí na mřížku indikátoru největší. K plnému promodulování stačí pouhých 7 V. Základním schématem pro návrh oscilátoru bylo zapojení oscilátoru v magnetofonu TK1-Grundig. Po předběžném výpočtu, který mi zhruba určil hodnoty pro návrh cívky oscilátoru, pokusil jsem se oscilátor postavit. Největší potíže při tom dělalo odstranění zkreslení oscilátoru. Nakonec se ukázalo, že je způsobuje malý počet závitů na vinutí báze tranzistoru. Další potíže nastaly při zapojení oscilátoru současně se zesilovačem. Při přivedení signálu na vstup zesilovače začal oscilátor rytmicky vypadávat z oscilací – výsledek vypadal na stínítku osciloskopu jako modulovaná telegrafie. Teprve po mnoha zkouškách jsem zjistil, že příčinou je nevhodný režim oscilátoru v oblasti nestability. Odpomohla tomu změna stabilizačních odporů, která zvýšila proud oscilátoru. Protože však v emitoru tranzistoru je zařazeno žhavicí vlákno indikátoru vyladění, byl jsem nucen přemostit jej tak velkým odporem, abych dosáhl potřebného zvýšení emitorového proudu. Také obvody zdvojovače napětí pro mřížku indikátoru vyladění bylo třeba upravit. Přesto ještě ani v hotovém vzorku není citlivost indikátoru stoprocentní. Je to způsobeno ještě malým poměrem závitů mezi zatěžovacím vinutím v kolektoru budicího tranzistoru a prodlouženým vinutím k napájení indikátoru vyladění. Pokud se ovšem někomu podaří opatřit si miniaturní měřidlo s depréžským systémem, je to mnohem výhodnější než použít optický indikátor vyladění.

Při návrhu zesilovače jsem zkoušel oba druhy korekcí, které jsem již popsal. Vzhledem k nižšímu napájecímu napětí se mnohem lépe osvědčuje korekce pomocí kmitočtové závislé zpětné vazby. Způsob návrhu i výpočtu byl uveden již v první

části. Zesilovač byl v konečném zapojení postaven na provizorní spojovou destičku a proměřen. Při měření kmitočtové charakteristiky jsem zjistil, že převýšení zesilovače při 8 kHz je téměř 18 dB, upravil jsem proto tento velký vzestup zařazením sériového odporu za sériový člen LC a tím se mi podařilo snížit převýšení až na +9 dB oproti střednímu kmitočtu 1 kHz. Největší potíže však nastaly po sestavení zesilovače na destičku plošných spojů. Jak jistě mnozí vědí, není to případ ojedinelý. Zesilovač pracoval téměř jako tónový generátor. Příčinou byly vzájemné vazby mezi vstupem zesilovače a cívkou sériového členu LC , které jsou poměrně blízko u sebe. Nakonec odstranilo tuto závadu stínění vstupního kondenzátoru 10 μF tenkým měděným plechem. Také ve dvanáctipólovém konektoru bylo třeba odstínit vstup zesilovače, tj. přívody od hlaviček, tenkou mosaznou fólií. Stejně i kryty prvních dvou tranzistorů, do nichž by se mohlo indukovat rušivé napětí, byly propojeny navzájem šroubovicemi z běžného měděného spojovacího drátu a spojeny se zemnicím bodem.

Potenciometr mezi prvním a druhým stupněm byl nakonec zvolen o hodnotě 25k, protože při nižší hodnotě se značně snižuje zisk zesilovače. Je to tím, že zpětná vazba na neblokovaném emitorovém odporu zvyšuje vstupní impedanci druhého tranzistoru.

Další důležitou otázkou, o níž je třeba se zmínit, je výběr pásků. Ve vzorku jsem použil německé pásky Agfa, typ PE 41, který je jedním z nejlepších současných záznamových materiálů. Protože stejný pásek se používá i na magnetofonu Tesla B3, volil jsem stejné hodnoty při nastavování předmagnetizačního proudu, jaké jsou předepsány u přístroje B3. Při udaném kmitočtu 85 kHz to znamená, že na kombinované hlavě magnetofonu B3 naměříme na odporu 100 Ω v zemním zařazeném přívodu milivoltmetrem 0,15 V, tedy 1,5 mA předmagnetizačního proudu. Na tuto hodnotu jsem také předmagnetizační proud nastavoval. Poněkud složitější situace nastala u mazací hlavy. Podle servisního návodu magnetofonu B3 má být proud do mazací hlavy asi 35 mA.

Při indukčnosti jednoho systému mazací hlavy asi 2,5 mH je její impedance při kmitočtu 82 kHz asi 1,2 k Ω . To tedy znamená, že bychom měli na mazací hlavě naměřit milivoltmetrem 42 V_{st}. Při praktických zkouškách jsem zjistil, že pro dostatečné smazání záznamu stačí proud mazací hlavou 16 mA, při němž naměříme na hlavě milivoltmetrem 20 V_{st}. Na tento výkon bylo nutné navrhnout i oscilátor. Zpočátku jsem zkoušel použít na jádro oscilátoru feritové jádro tvaru E, složené na průřez 6×12 mm. Cívka oscilátoru navinutá na tomto jádře pracovala sice dobře, ovlivňovala však poměrně značně okolní součástky. Proto jsem se nakonec rozhodl pro hrníčkové jádro o průměru 23 mm. Vinutí jsou na cívce tohoto jádra doslova „našlapána“, protože pro udané počty závitů by již byl vhodnější větší průměr jádra. Z rozměrových důvodů jsem však byl nucen navinout cívku oscilátoru přece jen na toto jádro. To také bylo důvodem k určitému zeslabení normalizované cívečky jádra, protože v tomto případě jde skutečně o každý čtverečný milimetr prostoru v okénku. Při zkoušení oscilátoru je výhodnější zařadit do emitorového přívodu místo žhavicího vlákna indikátoru vyladění odpor 56 Ω , nahrazující odpor vlákna při vyžhavení. Také zatížení cívky anodového obvodu indikátoru vyladění lze nahradit odporem 0,1 M Ω . Funkci oscilátoru do značné míry ovlivňuje přesné vyladění do rezonance s mazací hlavou. Doladujeme jej zkusmo změnou kapacity kondenzátoru v laděném kolektorovém obvodu tranzistoru. Vyladění mazací hlavy do rezonance poznáme nejlépe měřením emitorového proudu tranzistoru. Při vyladění změnou kondenzátoru vzroste prudce střídavé napětí na kolektorovém laděném obvodu LC a emitorový proud poklesne.

Mnoho nepříjemností způsobilo při stavbě vzorku rušení od motorku, které se přenášelo napájecím vedením do zesilovače. Jako nejúčinnější prostředek proti tomuto nežádoucímu jevu se ukázaly tlumivky zařazené do přívodu k motoru, podobně jako to řeší firma Grundig u magnetofonu TK1. Další nutnou úpravou bylo odstínění přívodů od kombinované hlavy k přepínači stop. Přepínač

stop je řešen na přepínání systémů obou hlav současně. Protože jeden vývod mazací hlavy je vždy trvale uzemněn, vychází nám pro přepínané kombinované hlavy přepínač 2×3, pro mazací hlavu 1×3. Přepínač je upevněn přímo nad přípojným konektorem zesilovače, takže přívody k zesilovači jsou velmi krátké a není zde nebezpečí, že by se na ně naindukovalo nějaké rušivé napětí. Při první poloze přepínače je zapojena první stopa (počítáno na pásku shora dolů), po přehrání a otočení cívek třetí stopa. Přepnutím přepínače do druhé polohy reprodukuje se z pásku druhá stopa a po přehození cívek čtvrtá. Celková doba záznamu na jedné cívce o průměru 75 mm při použití pásku PE 41 je necelé dvě hodiny.

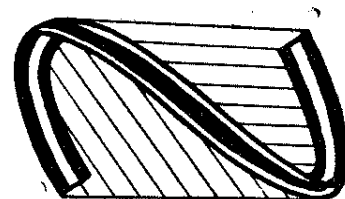
Ve vzorku magnetofonu byly zpočátku použity běžné třecí spojky jako u přístroje Sonet. Teprve požadavek, aby bylo možné používat magnetofon také ke skrytému nahrávání, vedl k tomu, řešit spojky takovým způsobem, aby pracovaly ve všech polohách. Proto jsem spojky překonstruoval tak, aby třecí síla byla vyvozována nikoli axiálně tlakem váhy cívky s páskem a unášecího kotouče, ale radiálně pomocí dvou pásků polepených plstí. Oba pásky jsou stahovány k sobě pružinou, určující také tah spojky. Tato spojka má tah naprosto nezávislý na poloze magnetofonu. A protože za těchto okolností může magnetofon pracovat v libovolné poloze, volil jsem upevnění cívek s páskem maticemi, abych zabránil jejich vypadávání.

Další úprava spočívala ve vymezení co nejmenší axiální vůle setrvačníku. Tuto funkci splňuje podložka o tloušťce 0,5 mm na horní straně setrvačníku.

Výsledkem všech těchto úprav je, že magnetofon pracuje naprosto spolehlivě i v obrácené poloze.

Vzhledem ke čtvrtstopému záznamu je i u tohoto přístroje nutné, aby záznamový pásek byl po své dráze veden vertikálně naprosto přesně.

Zvolil jsem vedení pásku dvěma vodicími kladkami a jedním vodicím kolíkem mezi mazací a



kombinovanou hlavou. Pokoušel jsem se řešit vodící kladky jako otočné, ale pokusy ukázaly, že odpor při průchodu pásku se tím nijak podstatně nezmenší a navíc se ještě vlivem nepřesnosti kladek může projevit kolísání rychlosti posuvu pásku. Udělal jsem tedy nakonec vodící kladky pevné a v praktickém provozu se osvědčily jako zcela vyhovující.

Tolik tedy o některých zkušenostech, které jsem při stavbě vzorku získal a které mohou být vodítkem i pro ostatní zájemce. A protože postup práce byl rozdělen v podstatě na dva samostatné celky, tj. část mechanickou a elektrickou, budeme se tohoto rozdělení držet i při dalším podrobném popisu stavby, i když nebudeme ani na okamžik pouštět ze zřetele, že obě tyto složky tvoří jeden nedílný celek.

Elektrická část magnetofonu

Zesilovač

Zapojení zesilovače je běžné a jeho schéma je na obr. 20. Protože magnetofon je přenosný a musí pracovat při značném rozpětí teplot, jsou všechny stupně zesilovače účinně stabilizovány. Za prvním stupněm osazeným vybraným tranzistorem s co nejmenším šumem (lze vybírat podle nejmenšího zbytkového proudu z typů 107NU70, 103NU70, 106NU70, 105NU70), následuje regulátor hlasitosti R_5 , miniaturní logaritmický potenciometr s vypínačem, jímž se vypíná celý magnetofon. Druhý stupeň s tranzistorem T_3 (107NU70) je stupeň korekční. Na nepřemostěný emitorový odpor R_8 je zavedena kmitočtově závislá záporná zpětná vazba z kolektoru tranzistoru T_3 (107NU70). Tato zpětná vazba koriguje kmitočtovou charakteristiku zesilovače poloviční inverzí ke kmitočtové charakteristice magnetického záznamu, jak bylo dříve vysvětleno. Pro zdůraznění hloubek se uplatní sériový člen RC (R_{22} C_{11}) pro zdůraznění výšek sériový rezonanční člen LC (L_1 C_{12}). Ostrému vzestupu kmitočtové charakteristiky zabraňuje tlumicí odpor R_{23} . Odpojem R_{24} je nastavena velikost zpětné vazby na předepsanou

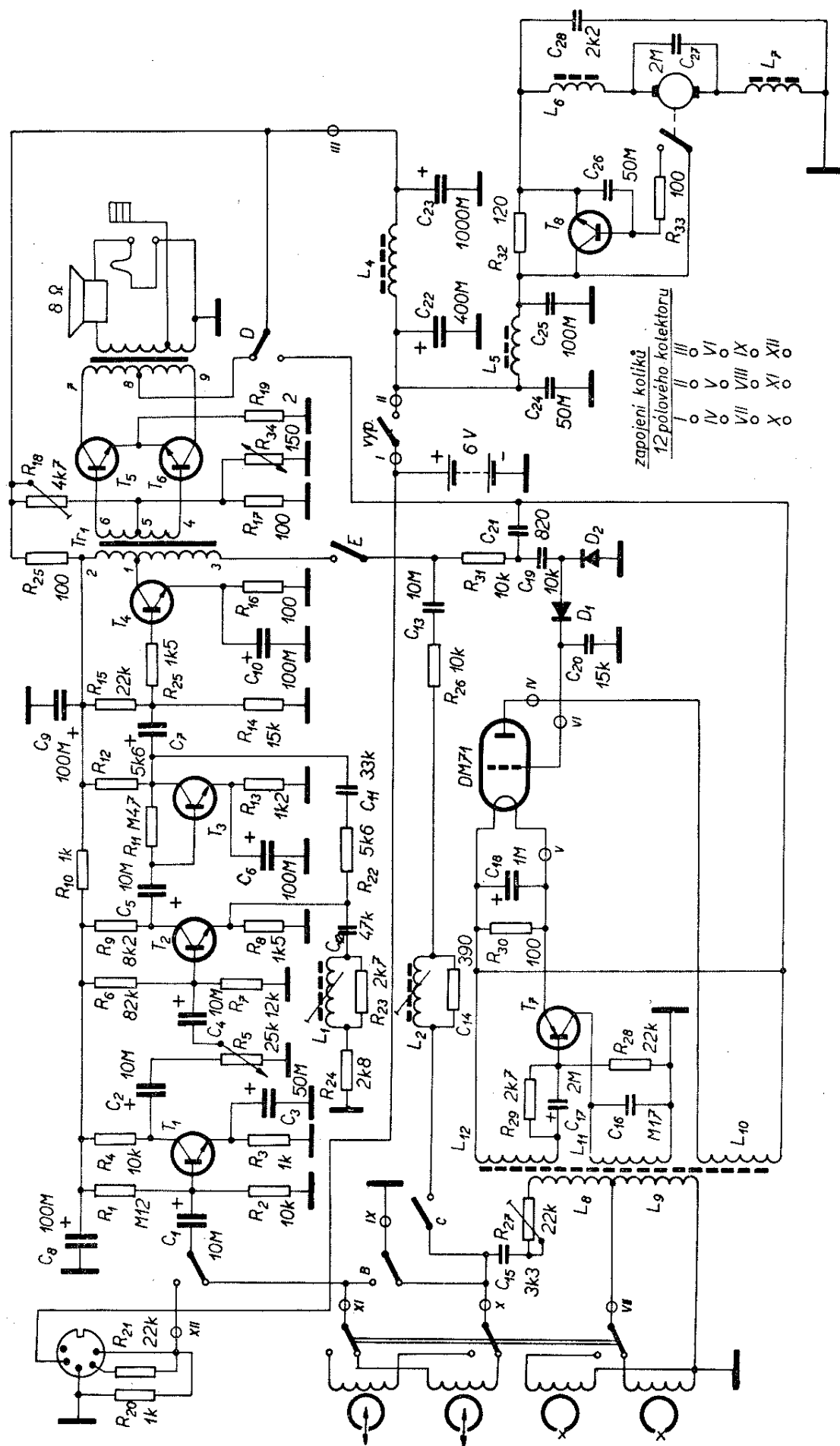
úroveň převýšení $+9$ dB. Pro správnou funkci korekcí je zařazen do vstupního obvodu tranzistoru T_4 (104NU70) odpor R_{25} , který zvyšuje vstupní impedanci budicího stupně a snižuje tak tlumení korekcí. Z prodlouženého vinutí budicího transformátoru se získává výstupní napětí pro nahrávání a modulační napětí pro mřížku indikátoru vyladění. Koncový stupeň se dvěma tranzistory T_5 , T_6 ($2 \times 104NU71$) pracuje v dvojčinném zapojení ve třídě B. Předpětí bází obou tranzistorů získáváme z odporového děliče R_{18} (odporový trimr) a paralelního zapojení odporu R_{17} a termistoru R_{34} , sloužícího k účinné teplotní stabilizaci koncového stupně. Odpor v emitorech koncových tranzistorů byl zvolen jen 2Ω vzhledem k nižšímu napájecímu napětí. K zamezení nežádoucích vazeb jsou do napájecích obvodů zařazeny oddělovací odpory. Mezi druhým a třetím stupněm je to odpor R_{10} a mezi budicím a koncovým stupněm odpor R_{25} . Funkce zesilovače při nahrávání a reprodukci je přepínána lištovým přepínačem. Při nahrávání jde výstupní signál ze zesilovače přes rezonanční obvod LC , který tvoří kondenzátor C_{14} a indukčnost L_{23} , do kombinované hlavy. LC obvod je vyladěn na kmitočet předmagnetizace a zabraňuje jejímu pronikání do zesilovače.

Napájecí obvody magnetofonu

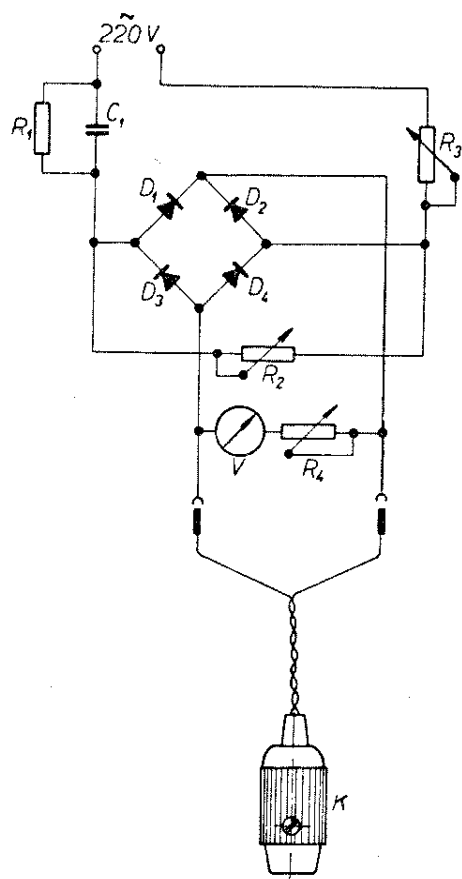
Vzhledem ke značné rozměrové stísněnosti a možnosti rušení motorkem je nutná dokonalá filtrace napájecího napětí. Filtrační obvod tvoří tlumivka L_4 a kondenzátory C_{22} a C_{25} . Také motorek je důkladně odrušen tlumivkami v přívodech k motorku L_6 a L_7 a kondenzátory C_{27} , C_{28} . Pronikání rušení od regulátoru otáček do napájecích obvodů zabraňuje tlumivka L_5 a filtrační kondenzátory C_{24} a C_{25} .

Mazací a předmagnetizační oscilátor

Při poměrně velké spotřebě mazací hlavičky je emitorový proud tranzistoru T_7 poměrně značný. Do jeho emitoru je místo odporu zařazeno žhavicí vlákno



Obr. 20. Celkové schéma magnetofonu



- R_1 - 0,2 M 4 W
 R_2 - 500 Ω 4 W drátový
 R_3 - 100 Ω 4 W drátový
 R_4 - pot. trimr M 12
 D_1, D_2, D_3, D_4 - selen. usměrňovač
 \varnothing desek 34 mm
celkem 8 destiček
V - výprodejní voltmetr
0,5 mA 1000 Ω
 C_1 - 2 μ F 1000 V krabicový MP
K - konektor k zapojení
do magnetofonu

Obr. 21. Schéma zapojení nabíječe akumulátorů

zdvojuje se v tzv. Dellonově zdvojo-vači (D_1, D_2 a C_{19}, C_{20}). Kondenzátor C_{21} slouží k potlačení zbytku pronikajícího předmagnetizačního kmitočtu.

Regulace otáček

Pohon magnetofonu obstarává motor z magnetofonu Start (typ AYN 550). Regulace otáček je řešena odstředivým regulátorem a tranzistorem T_8 , snižujícím spínací proudy odstředivého regulátoru. Velikost odporu R_{33} je třeba určit zkusmo seřazením na požadované otáčky při provozním zatížení motorku. Vzhledem k příznivé vybíjecí charakteristice akumulátorů není s jejich vybíjením změna otáček téměř měřitelná.

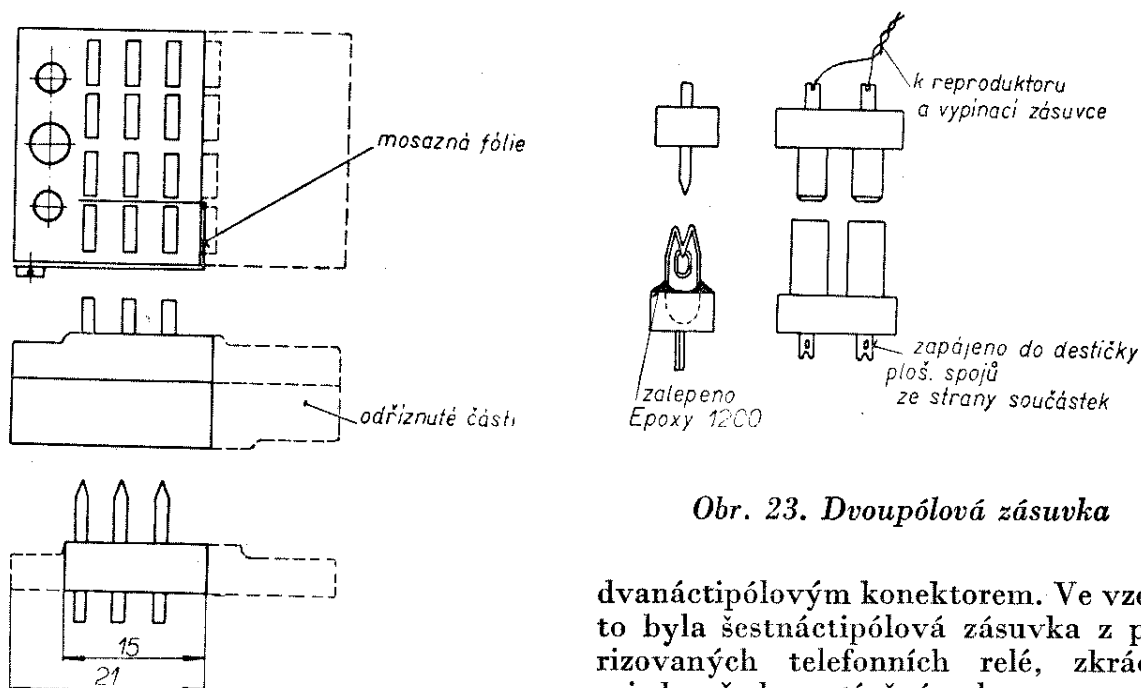
Zdrojová část

Jako napájecí zdroj magnetofonu byly zvoleny NiCd akumulátory 450 mAh. Jsou zapojeny po pěti paralelních dvojicích do série, takže výsledná kapacita zdroje je 900 mAh při 6 V. Při vybíjení může napětí klesnout asi na 5,5 V, pak vybíjecí charakteristika článků prudce klesá. Spotřeba magnetofonu při nahrávání je asi 105 mA, při reprodukci kolísá podle výstupního výkonu od 75 mA do 120 mA. Na jedno nabití vydrží magnetofon v provozu průměrně asi 9 hodin. Je však nutné použít na doteky akumulátorů

indikátoru vyladění DM 71, přemostěné paralelním odporem R_{30} k nastavení potřebného proudu tranzistoru. Celek je blokován kondenzátorem C_{18} . Žhavicí vlákno indikátoru vyladění působí jako dokonalá proudová stabilizace (větší proud, zvýšení odporu, snížení proudu). Pracovní bod tranzistoru T_7 je nastaven odpory R_{29} a R_{28} . Zapojení oscilátoru je běžné, s laděným obvodem v kolektoru. Tvoří jej vinutí L_{11} a kondenzátor C_{16} . Z oscilátoru se odebírá proud pro mazací hlavu (z odbočky vinutí L_9). Předmagnetizační proud jde z vinutí L_8 přes odporový trimr R_{27} a odpor C_{15} do kombinované hlavy. Z vinutí L_{10} se odebírá i proud k napájení anody indikátoru vyladění. Kmitočet oscilátoru je dán rezonančním kmitočtem LC obvodu v kolektoru tranzistoru (asi 82 kHz).

Indikace nahrávání

Protože nízkofrekvenční napětí z prodlouženého vinutí budicího transformátoru by nestačilo k dostatečnému vybuzení mřížky indikátoru vyladění,



Obr. 23. Dvoupólová zásuvka

Obr. 22. Dvanáctipólový konektor

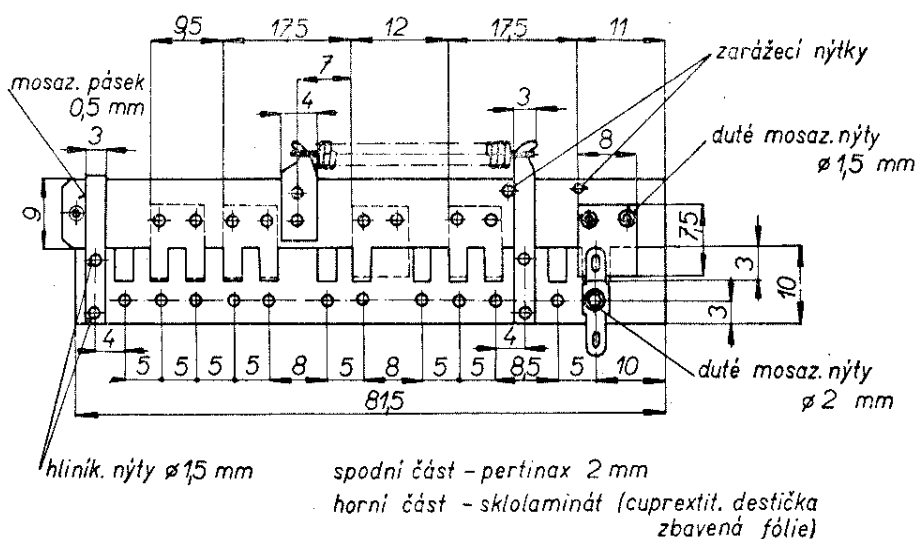
kvalitní pérový fosforbronz, který zaručí spolehlivý dotek i po delší době provozu. Na dobíjení zdroje je nejlépe si postavit nabíječ napájený ze sítě. Schéma zapojení je na obr. 21.

Konstrukce magnetofonu

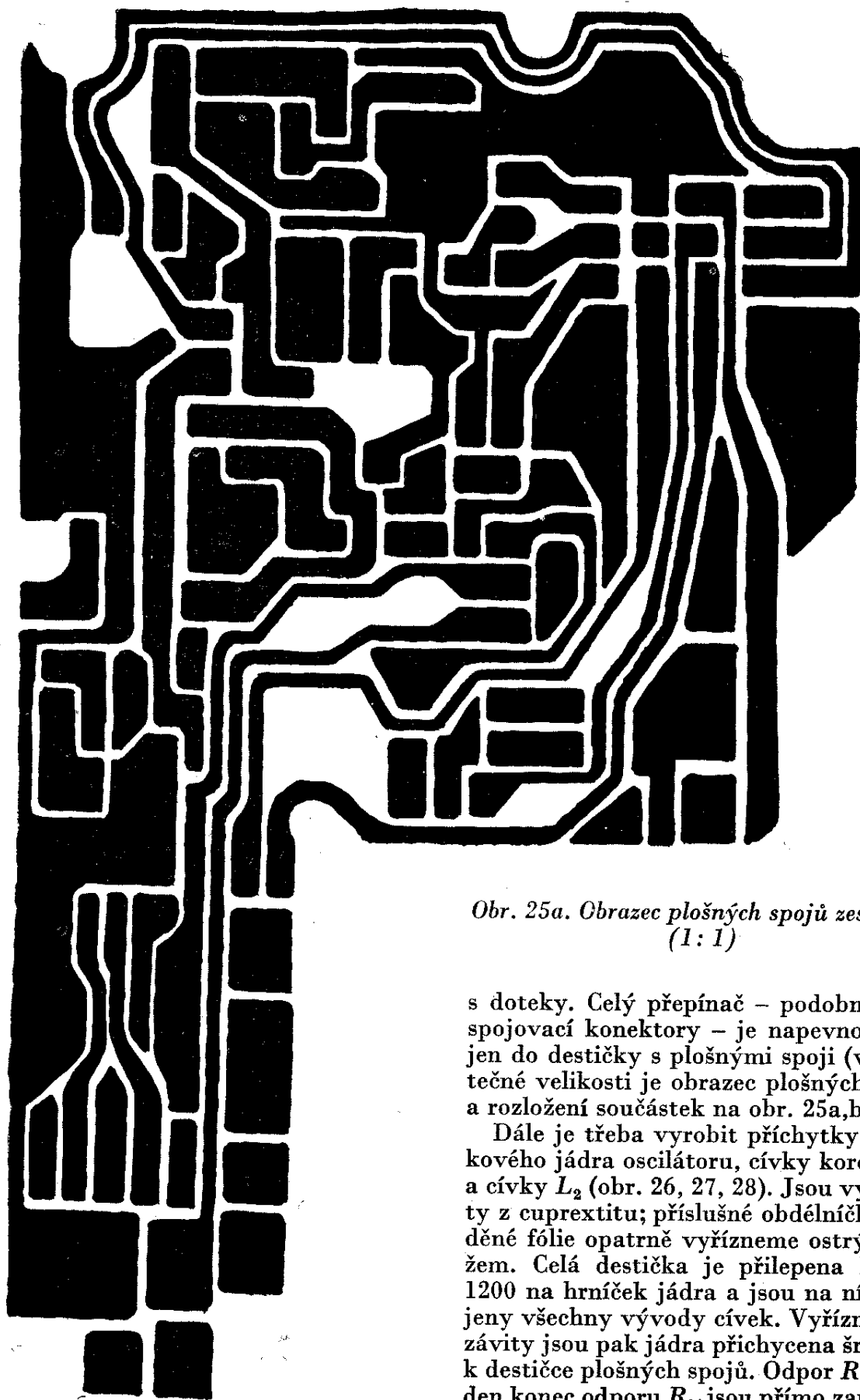
Celý zesilovač včetně oscilátoru je na destičce plošných spojů. Elektrické propojení s hlavami, indikátorem vyladění a zdrojovou částí magnetofonu je pro snadnou demontáž i proměrování řešeno

dvanáctipólovým konektorem. Ve vzorku to byla šestnáctipólová zásuvka z polarizovaných telefonních relé, zkrácená o jednu řadu a stíněná zalepenou mosaznou fólií proti nežádoucím vazbám mezi vstupem a výstupem zesilovače. Její úprava je zřejmá z obr. 22. Také reproduktor je připojen dvoupólovou zásuvkou vyrobenou z dílů, které nám zůstanou z jedné odříznuté řady. Úprava je znázorněna na obr. 23.

Dalším dílem, který si musíme vyrobit, je přepínač funkcí (obr. 24). Dotyková pára ze starších kruhových přepínačů jsou přinýtována na pertinaxovou destičku s vyříznutými zářezy, aby se nemohla pohybovat. Také posuvné táhlo je zhotoveno z pertinaxu a jsou na něm přinýtovány spojovací nože z fosforbronzového plechu o tloušťce 0,3 mm. Táhlo je přichyceno třemi plechovými pásky k destičce



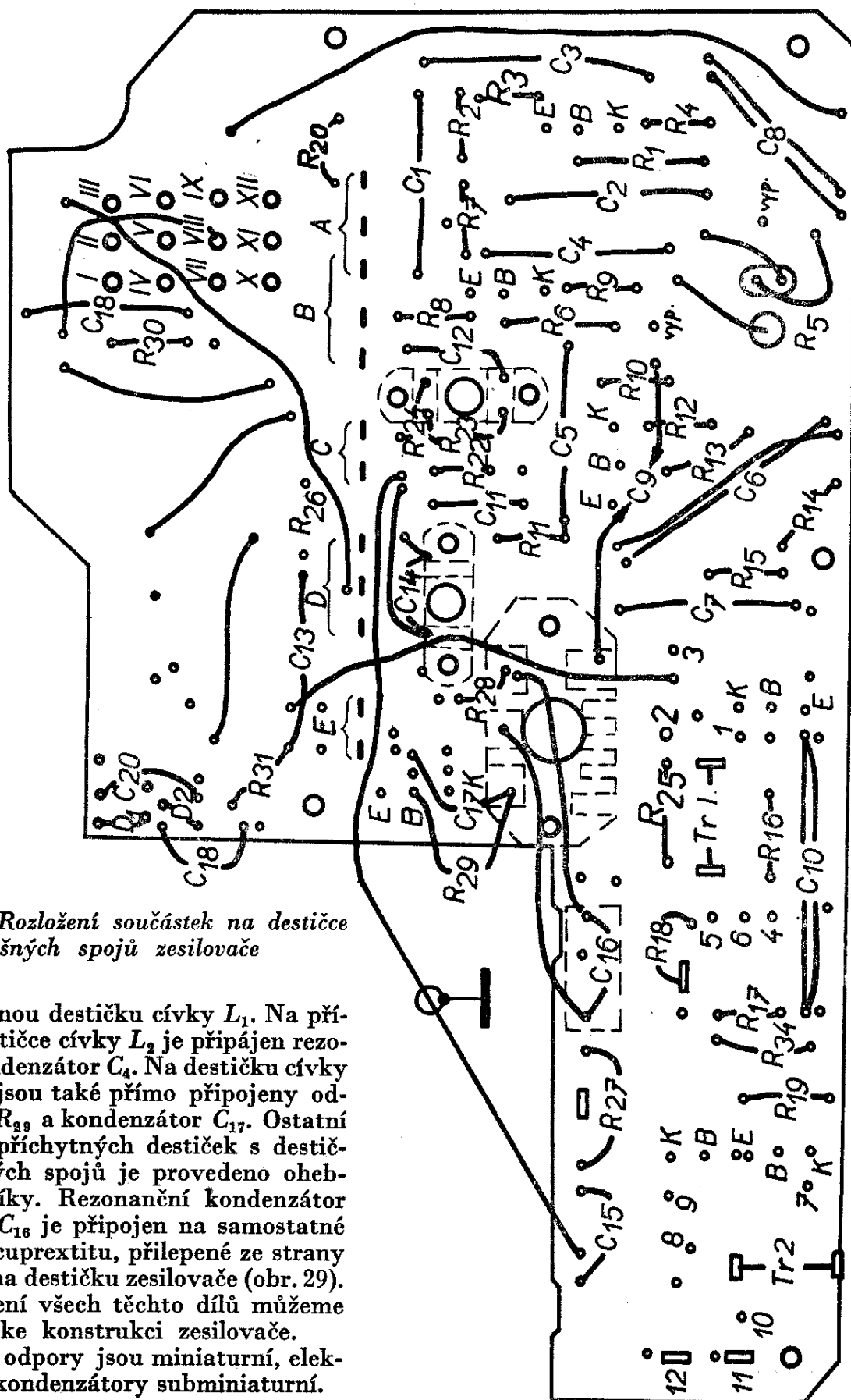
Obr. 24. Přepínač funkcí



Obr. 25a. Obrazec plošných spojů zesilovače
(1:1)

s doteky. Celý přepínač – podobně jako spojovací konektory – je napevno zapájen do destičky s plošnými spoji (ve skutečné velikosti je obrazec plošných spojů a rozložení součástek na obr. 25a,b).

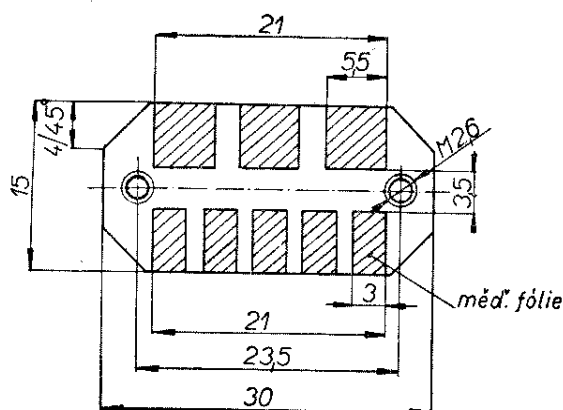
Dále je třeba vyrobit příchytky hrníčkového jádra oscilátoru, cívky korekcí L_1 a cívky L_2 (obr. 26, 27, 28). Jsou vyříznuty z cuprextitu; příslušné obdélníčky měděné fólie opatrně vyřízneme ostrým nožem. Celá destička je přilepena Epoxy 1200 na hrníček jádra a jsou na ní zapojeny všechny vývody cívek. Vyříznutými závity jsou pak jádra přichycena šroubky k destičce plošných spojů. Odpor R_{23} a jeden konec odporu R_{24} jsou přímo zapojeny



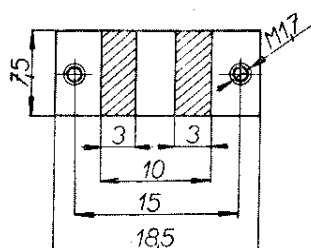
Obr. 25b. Rozložení součástek na destičce plošných spojů zesilovače

na přichytnou destičku cívky L_1 . Na přichytné destičce cívky L_2 je připájen rezonanční kondenzátor C_4 . Na destičku cívky oscilátoru jsou také přímo připojeny odpory R_{28} , R_{29} a kondenzátor C_{17} . Ostatní propojení přichytných destiček s destičkou plošných spojů je provedeno ohebnými kablíky. Rezonanční kondenzátor oscilátoru C_{16} je připojen na samostatné destičce z cuprextitu, přilepené ze strany součástek na destičku zesilovače (obr. 29). Po zhotovení všech těchto dílů můžeme přistoupit ke konstrukci zesilovače.

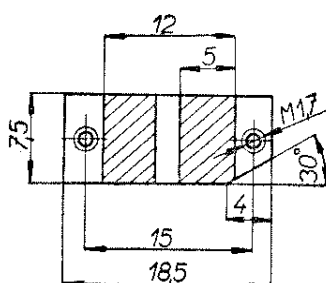
Všechny odpory jsou miniaturní, elektrolytické kondenzátory subminiaturní.



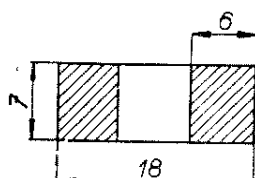
Obr. 26. Příchytka hrníčkového jádra oscilátoru (mat.: cuprexitit)



Obr. 27. Příchytka hrníčkového jádra cívky korekci (mat.: cuprexitit)



Obr. 28. Příchytka hrníčkového jádra cívky L_2 (mat.: cuprexitit)



Obr. 29. Destička kondenzátoru C_{16} (mat.: cuprexitit)

Seznam součástek

Odpory:

- R_1 - M12 (TR 112)
- R_2 - 10k (TR 112)
- R_3 - 1k (TR 112)
- R_4 - 10k (TR 112)
- R_5 - 25k (TP 181 log.)
- R_6 - 82k (TR 112)
- R_7 - 12k (TR 112)
- R_8 - 1k5 (TR 112)
- R_9 - 8k2 (TR 112)
- R_{10} - 1k (TR 112)
- R_{11} - M47 (TR 113)
- R_{12} - 5k6 (TR 112)
- R_{13} - 1k2 (TR 112)
- R_{14} - 15k (TR 112)
- R_{15} - 22k (TR 112)
- R_{16} - 100 (TR 112, 113)
- R_{17} - 100 (TR 112, 113)
- R_{18} - 4k7 (WN 79025, odp. trimr)
- R_{19} - 2 (vyrobit z odp. drátu)
- R_{20} - 1k (TR 112)
- R_{21} - 22k (TR 112)
- R_{22} - 5k6 (TR 112)
- R_{23} - 2k7 (TR 112)
- R_{24} - 2k8 (TR 112)
- R_{25} - 100 (TR 113)
- R_{26} - 10k (TR 112)
- R_{27} - 22k (WN 79025, odp. trimr)
- R_{28} - 22k (TR 112)
- R_{29} - 2k7 (TR 112)
- R_{30} - 100 (TR 113)
- R_{31} - 10k (TR 112)
- R_{32} - 120 (TR 135)
- R_{33} - 100 (TR 135, TR 112)
- R_{34} - termistor 150 Ω při 20 °C

Kondenzátory:

- C_1 - 10M/6 V (TC 922)
- C_2 - 10M/6 V (TC 922)
- C_3 - 50M/6 V (TC 962, TC 902)
- C_4 - 10M/6 V (TC 922)
- C_5 - 10M/6 V (TC 922)
- C_6 - 2 ks 50M/6 V (TC 962) - zapojeny paralelně
- C_7 - 10M/6 V (TC 922)
- C_8 - 2 ks 50M/6 V (TC 922) zapojeny paralelně
- C_9 - 2 ks 50M/6 V (TC 922) - zapojeny paralelně
- C_{10} - 2 ks 50M/6 V (TC 922) - zapojeny paralelně

- C_{11} – 33k/40 V (TK 750)
 C_{12} – 47k/60 V (keramický trubičkový – permitit 10 000)
 C_{13} – 10M/6 V (TC 922)
 C_{14} – 390 (TC 281)
 C_{15} – 3k3/250 V (TK 751)
 C_{16} – 3 ks 47k/60 V (keram. trub., permitit 10 000, zap. paral.)
 C_{17} – 2M/12 V (TC 923)
 C_{18} – 1M/25 V (TC 924)
 C_{19} – 10k/250 V (TK 751)
 C_{20} – 15k/40 V (TK 750)
 C_{21} – 820 (TC 281)
 C_{22} – 2 ks 200M/12 V (TC 903)
 C_{23} – 1000M/12 ÷ 15 V (TC 530)
 C_{24} – 50M/6 V (TC 922, TC 902)
 C_{25} – 100M/12 V (TC 903)
 C_{26} – 50M/6 V (TC 922, TC 902)
 C_{27} – 2M/25 V (TC 924)
 C_{28} – 2k2/250 V (TL 425)

Tranzistory pro zesilovač:

- T_1 – 103NU70 $\beta = 108$ (bílý)
 T_2 – 107NU70 $\beta = 92$
 T_3 – 107NU70 $\beta = 90$
 T_4 – 104NU71 $\beta = 65$
 T_5 – 104NU71
 T_6 – 104NU71 } pár. $\beta = 78$
 T_7 – GC500 $\beta = 46$
 T_8 – 104NU71 $\beta = 65$

Diody:

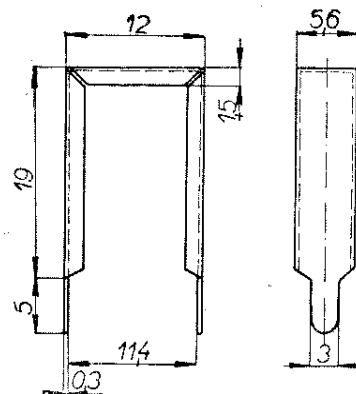
- D_1 – GA502
 D_2 – GA502

Mohou být použity i jakékoli jiné diody s pokud možno malým zpětným proudem.

Transformátory a cívky:

Budicí transformátor Tr_1 – navinut na permalloyovém jádře o průměru $0,45 \times 0,45$ cm, vnější rozměry $1,1 \times 1,9$ cm (k dostání jako hotové transformátory i s cívkou za 3 Kčs v prodejně Radioamatér v Žitné ulici). Je třeba opatrně transformátor rozebrat a odvinout původní vinutí. Nové vinutí navijíme opatrně, konce drátů očistíme kyselinou mravenčí a připájíme asi 1 až 2 závity tlustšího drátu (stačí o průměru 0,12 mm). Počty závitů:

- 1–2: 575 z drátem o \varnothing 0,063 mm CuP,
 1–3: 2300 z drátem o \varnothing 0,05 mm CuP,



Obr. 30. Objímka transformátorů (2 ks, mat.: mosazný plech 0,3 mm)

- 4–5 } 2×500 z drátem o \varnothing 0,063 mm
 5–6 } CuP, vinuto bifilárně oběma dráty současně.

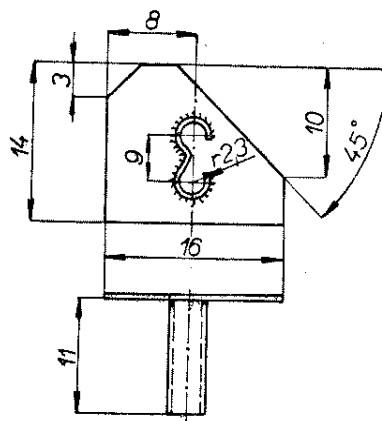
Výstupní transformátor Tr_2 – navinut na permalloyovém jádře $0,45 \times 0,45$ cm.

Počty závitů:

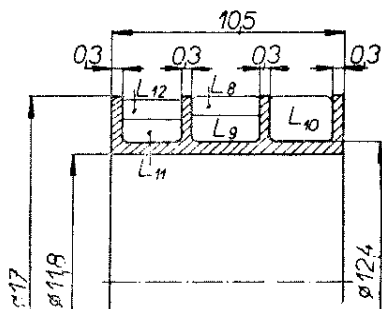
- 7–8 } 2×169 z drátem o \varnothing 0,12 mm CuP,
 8–9 } vinuto bifilárně
 10–11: 62 z drátem o \varnothing 0,22 mm CuP,
 11–12: 30 z drátem o \varnothing 0,22 mm CuP.

Transformátory jsou upevněny objímkou vyrobenou z mosazného plechu tloušťky 0,3 mm (obr. 30) a připájenou přímo do destičky plošných spojů. Na tuto objímku je u výstupního transformátoru připájen chladič plech koncových tranzistorů T_5 a T_6 (obr. 31).

Vinutí oscilátoru je navinuto na kostřičku cívky feritového jádra o \varnothing 23 mm (označení NT-N-046-2). Rozložení vinutí a úprava kostřičky cívky je na obr. 32.



Obr. 31. Chladič plech koncových tranzistorů (mat.: měděný plech 0,4 mm)



Obr. 32. Cívka oscilátoru (mat.: galalit, pertinax nebo texgumoid)

Počty závitů:

L_8 : 156 z drátem o \varnothing 0,1 mm CuP,

L_9 : 260 z drátem o \varnothing 0,12 mm CuP,

L_{10} : 1300 z drátem o \varnothing 0,063 mm CuP,

L_{11} : 33 z drátem o \varnothing 0,18 mm CuP,

L_{12} : 33 z drátem o \varnothing 0,18 mm CuP.

Cívka korekcí L_1 je navinuta na kostřičce hrníčkového jádra o \varnothing 14 mm (NT-N-046-1) drátem o \varnothing 0,1 mm CuP (860 z). Cívka rezonančního obvodu L_2 je navinuta rovněž na kostřičce hrníčkového jádra NT-N-046-1 drátem o \varnothing 0,1 mm CuP (860 z).

Tranzistory mají přívody zkráceny až na 10 mm, je proto třeba pájet zvlášť opatrně; bez chladicích svorek se neobejdeme.

Po zapojení celé destičky zesilovače připojíme provizorně zdroj 3 V a na výstup Tr_2 odpor 8 Ω , nahrazující reproduktor. Zdroj 3 V přemostíme kondenzátorem 500M/12 V. Nyní kontrolujeme napětí na všech tranzistorech a jejich emitorových odporech. Ze spádu napětí na emitorovém odporu snadno určíme emitorový proud tranzistoru. Je-li všechno v pořádku, máme na tranzistorech naměřit mezi kolektorem a emitorem tato napětí:

T_1 : $U_{KE} = 1$ V,

T_2 : $U_{KE} = 0,8$ V,

T_3 : $U_{KE} = 1,2$ V,

T_4 : $U_{KE} = 1,9$ V,

T_5, T_6 : $U_{KE} = 3$ V.

Nyní můžeme připojit plné napětí 6 V (opět přemostěné kondenzátorem) a kontrolujeme napětí mezi kolektorem a emitorem (všechna měření měřidlem s vnitřním odporem minimálně 20 000 Ω/V). Dále měříme napětí na emitorových odporech pro kontrolu proudu tranzistorů. Naměřená napětí a proudy se nemají

lišit o více než 20 % od těchto údajů (měřeno Avometem II):

T_1 - $U_{KE} = 2,1$ V, $I_E = 190$ μ A,

T_2 - $U_{KE} = 1,65$ V, $I_E = 280$ μ A,

T_3 - $U_{KE} = 3,5$ V, $I_E = 400$ μ A,

T_4 - $U_{KE} = 3,9$ V, $I_E = 7$ mA,

T_5, T_6 - $U_{KE} = 6$ V, $I_{K0} = 18$ mA.

Velikost klidového proudu tranzistorů T_5, T_6 ($I_{K0} = 18$ mA) nastavíme předběžně na udanou hodnotu trimrem R_{18} (4k7). Nyní připojíme na vstup zesilovače tónový generátor a přes dělič 1:1000 přivedeme na vstup sinusový signál 100 μ V o kmitočtu 1 kHz. Na výstupu 8 Ω kontrolujeme připojeným osciloskopem zkreslení signálu. Pokud se projevuje zkreslení dvojčinného stupně, odstraníme je nastavením odporového trimru R_{18} (4k7). Pak kontrolujeme průběh kmitočtové charakteristiky minimálně při těchto kmitočtech: 100, 250, 500, 800, 1000, 3000, 5000, 8000 Hz – úroveň vstupního napětí udržujeme na stálé hodnotě 100 μ V a na výstupu 8 Ω měříme napětí. Protože převýšení zesilovače pro nízké a vysoké kmitočty má být +9 dB, znamená to poměr napětí na výstupu při vysokých (8 kHz) nebo nízkých (100 Hz) kmitočtech ke střednímu kmitočtu 1 kHz:

$$\frac{U_{8 \text{ kHz}}}{U_{1 \text{ kHz}}} = 2,8.$$

Pokud je převýšení větší, můžeme je upravit pro horní kmitočty zvětšením odporu R_{24} , pro nízké kmitočty zvětšíme hodnotu odporu R_{22} .

Další měření musíme již provádět s připojenými hlavami. Při přepnutí přepínače funkcí do polohy „záznam“ měříme především napětí na žhavicím vlákně indikátoru vyladění; má být asi 1,3 V. Pokud oscilátor pracuje, má se nám již na stínítku ukázat vykřičník. Nekmitá-li oscilátor, budou pravděpodobně přehozeny přívody cívky L_{12} . Velikost předmagnetizačního proudu nastavíme trimrem R_{27} na hodnotu 1,5 mA. Nejlépe ji lze změřit elektronickým milivoltmetrem na odporu 100 $\Omega \pm 1$ % zařazeném do zemnicího přívodu kombinované hlavy. V nouzi stačí i Avomet – při rozsahu 12 V_{ss} naměříme na hlavičce asi 8 V. Zkreslení předmagnetizačního kmitočtu kontrolu-

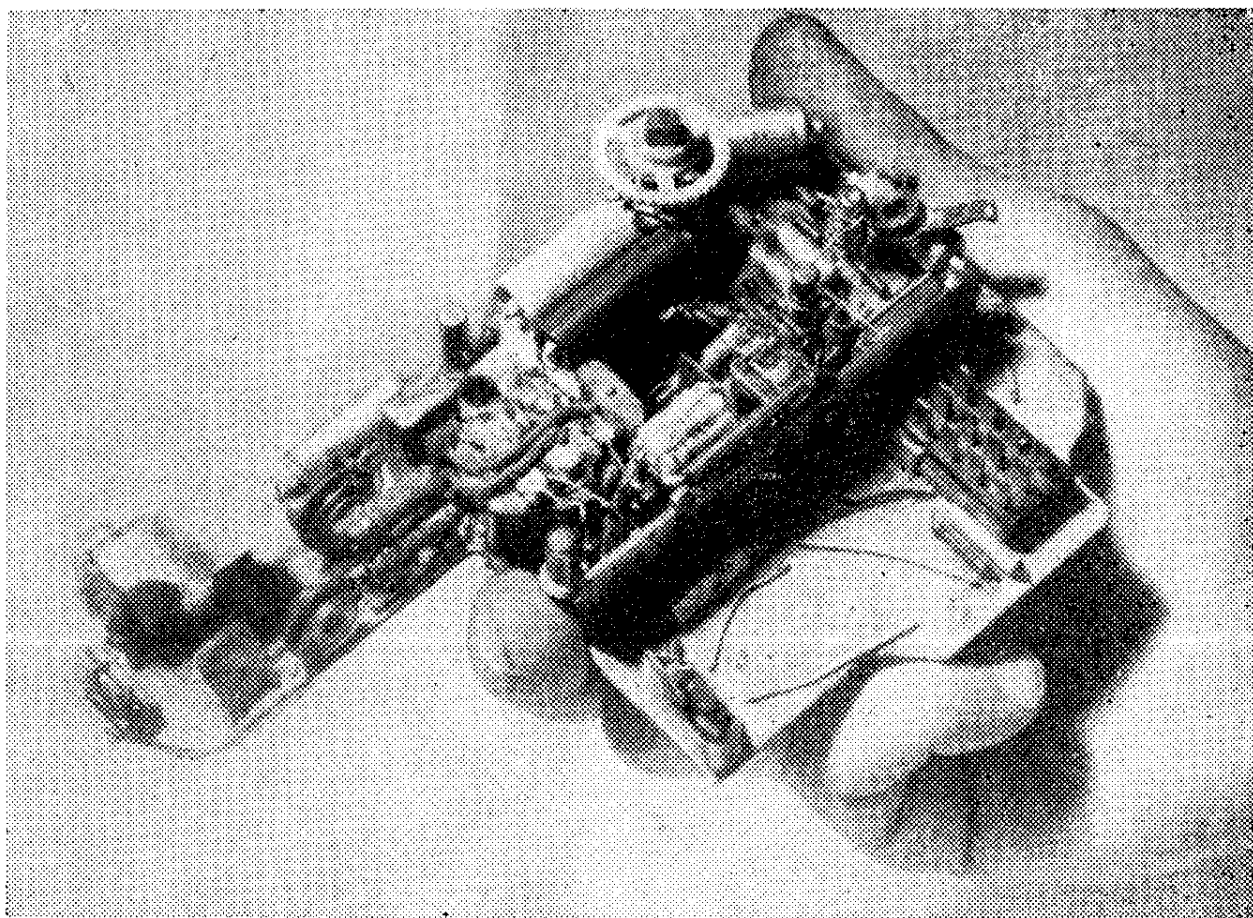
jeme osciloskopem na kombinované hlavě přes dva oddělovací odpory M_1 . Sinusovka předmagnetizačního kmitočtu nemá vykazovat viditelné zkreslení. Rezonanční obvod L_2, C_{14} , zabráňující pronikání vysokofrekvenčního kmitočtu do zesilovače, vyladíme do rezonance podle elektronkového voltmetru nebo osciloskopu zapojeného mezi spoj odporu R_{26} a LC obvodu proti zemi a laděním na minimální výchylku. Toto nastavení je však třeba provést až po nastavení předmagnetizačního proudu do kombinované hlavy. Tím jsme skončili kontrolu destičky plošných spojů zesilovače. Celkový pohled na destičku zesilovače s namontovanými součástkami je na obr. 33. Regulátor otáček je umístěn také na destičce plošných spojů (obr. 34). Tlumivka L_5 je navinuta na cívce hrníčkového jádra NT-N-046-1 drátem o $\varnothing 0,18$ mm CuP (56 závitů) a je přišroubována na základní desku magnetofonu. Tlumivky L_6 a L_7 jsou navinuty

na miniaturních feritových jádrech E, jejichž typové označení je 4k-0930-14 (jsou k dostání v prodejně Radioamatér v Žitné ul.).

Kruhové cívečky si musíme zhotovit sami. Obě cívky mají po 50 závitů drátem o $\varnothing 0,2$ mm CuP a jsou přilepeny na destičku cuprextitu, která je přišroubována mosazným páskem pod motorek (obr. 35). Z elektrické části magnetofonu nám zbývá ještě tlumivka L_4 , která je navinuta na jádro z mikrofonního transformátoru o průřezu 4×7 mm. Počet závitů obou cívek: 180 z drátem o $\varnothing 0,22$ mm CuP. Na obr. 36 a 37 je vidět připevnění tlumivek L_6, L_7 i L_4 ; výkres uchycení na pouzdro akumulátorů je na obr. 38.

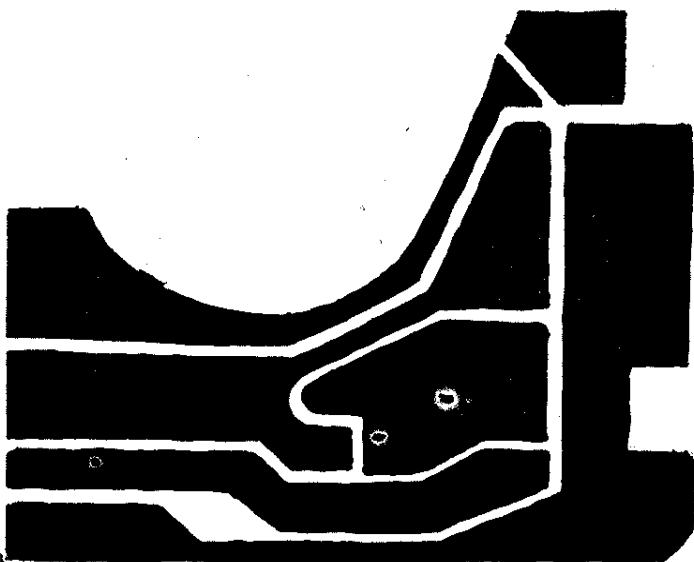
Mechanická část magnetofonu

Než přistoupíme k popisu mechanických dílů, je třeba předeslat, že při práci,

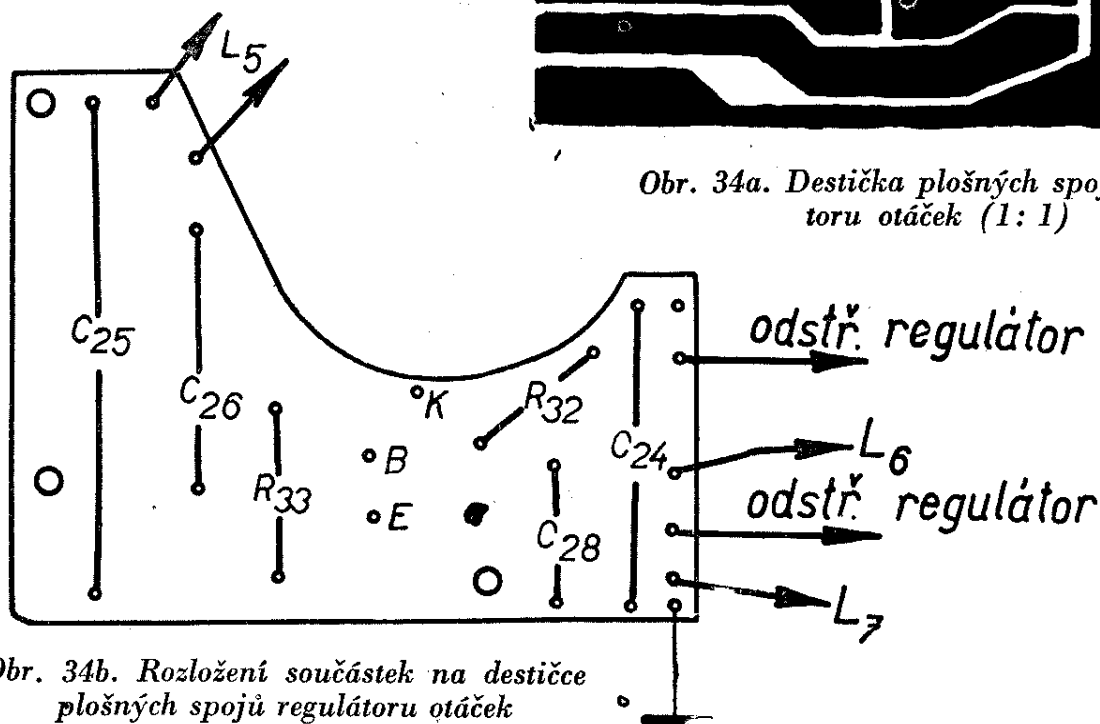


Obr. 33. Destička zesilovače s namontovanými součástkami

kteřá se rozměry použitých součástek blíží hodinářské, není možné kopírovat naprosto přesně výkresy. Při výrobě každého dílu musíme mít na paměti jeho funkci a také to, s kterým dílem má lícovat. Důležitější díly jsou na výkresech označeny. Některé drobné součástky, jako příchytky a různé šroubky na výkresech nenajdete, protože je možné zho-



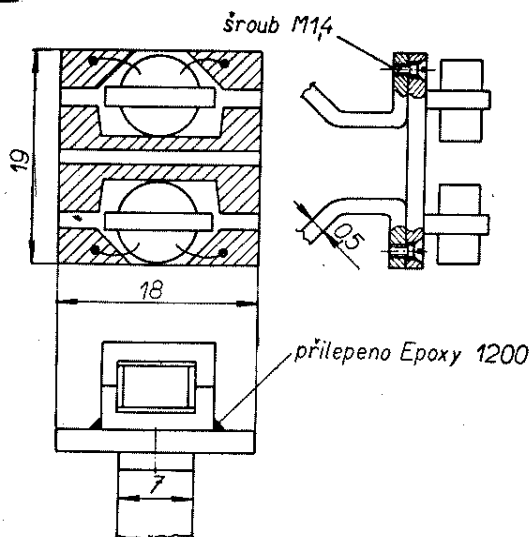
Obr. 34a. Destička plošných spojů regulátoru otáček (1:1)



Obr. 34b. Rozložení součástek na destičce plošných spojů regulátoru otáček

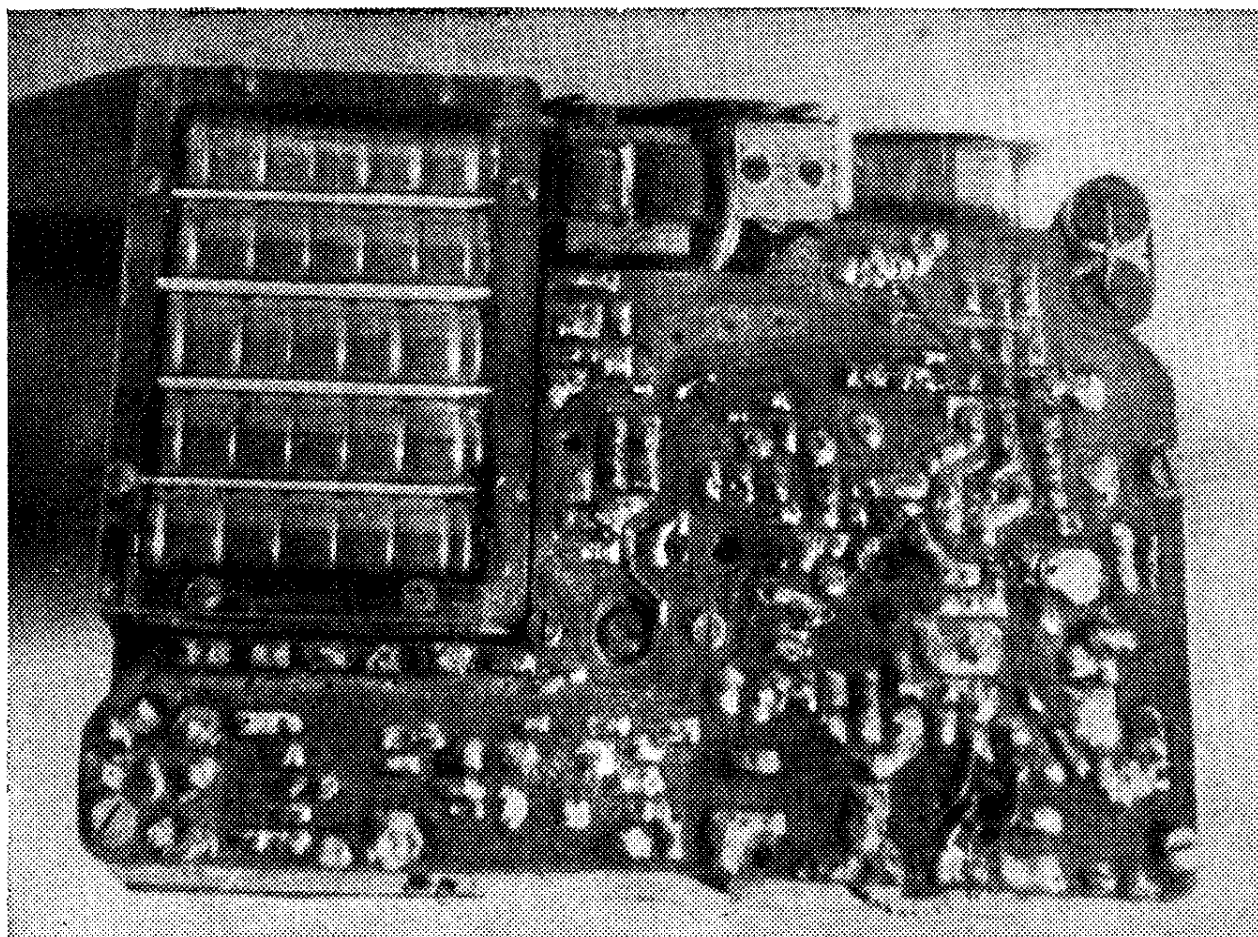
tovat je podle toho, jaké má ten který amatér možnosti.

Nosnou částí celého magnetofonu je základní deska (poz. 1). Je v ní upevněno spodní ložisko setrvačníku (poz. 30) a přes rozpěrky (poz. 26) je uchycena deska hlaviček (poz. 2), na níž je uchyceno horní ložisko setrvačníku (poz. 29). Protože ložiska nejsou uložena výkyvně, záleží velmi na přesnosti práce. Nutnou samozřejmostí je vrtat otvory pro rozpěrky (poz. 26) a pro obě ložiska společně, to znamená základní desku i desku hlaviček současně. Po smontování teprve načisto vystružíme současně obě ložiska na průměr 4H7. Jedině tak se bude setrvačník volně otáčet bez vůle. Také při



Obr. 35. Destička tlumivek L_6 , L_7 (mat.: cuprexit)

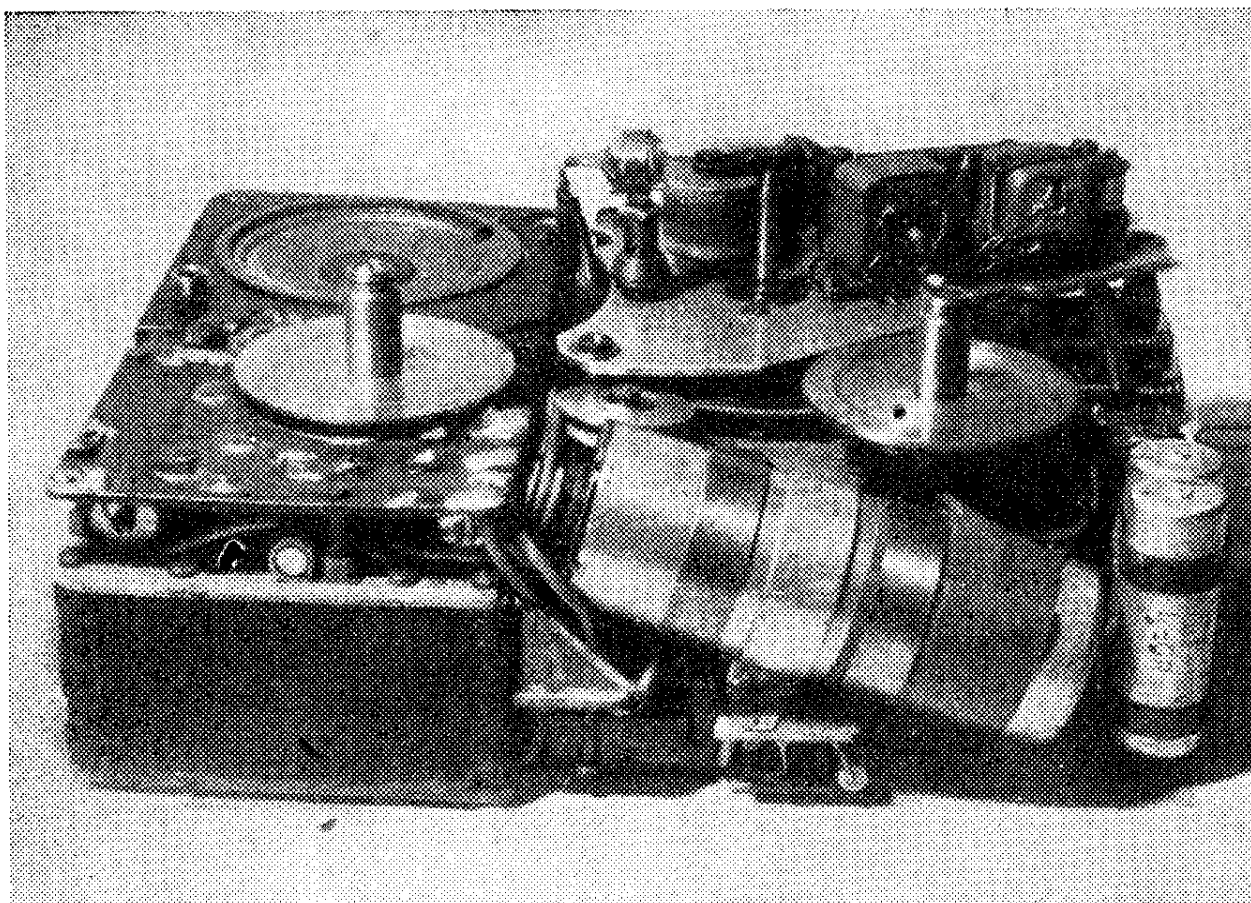
$$26 \cdot \frac{4}{\pi} R_K$$



Obr. 36. Pohled na smontovaný magnetofon zespodu

výrobě setrvačníku (poz. 3) je nutná zvláště pečlivá práce, protože na jeho přesnosti závisí kolísání rychlosti posuvu pásku. Nesouosost setrvačníku s hřídelem nebo i malé prohnutí hřídele setrvačníku má za následek tremolo v reprodukci. Hřídel je broušen na bezhroté brusce z ložiskového válečku. Setrvačník vytočíme zhruba na jedno upnutí a celek smontujeme jemným zalisováním. Setrvačník pak upneme do kleštiny a dokončíme na předepsané rozměry. Po smontování setrvačníku se základní deskou a deskou hlavicek kontrolujeme hodinovým setinovým indikátorem házivost tónového hřídele i obvodu setrvačníku. Házivost u tónového hřídele nemá přesáhnout 0,01 mm; tolerance je $\pm 0,005$ mm. Házivost obvodu setrvačníku nemá být větší než $\pm 0,1$ mm (měřeno v drážce pro řemínek). Na základní desce jsou dále uchyceny oba unášecí kotouče spojky

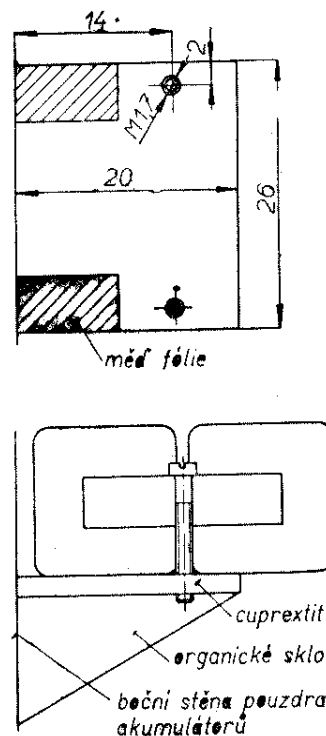
(poz. 4 a 5). Oba jsou vyrobeny na jedno upnutí z mosazi; tím se vyhneme velké házivosti. Kladka pravé spojky (poz. 28) je zhotovena z organického skla, abychom snížili hluchnost kovového řemínku. Ve vzorku byl použit zkrácený kovový řemínek z náhonu počítadla délky pásku u magnetofonu Sonet Duo. Závit M1,7 jsou pro přišroubování dvou fosforbronzových pásků s přilepenou plstí. Délku šroubků je třeba přesně odměřit při sestavení s poz. 5 – pravým unášecím kotoučem. Cívky s páskem se na unášecí kotouče připevňují plochou maticí se závittem M7, kterou si musíme také zhotovit sami, nejlépe vysoustružením z mosazi. Její vnější průměr je 17 mm a tloušťka 3 mm. Na vnější straně je úkos. Vlastní spojku tvoří dva fosforbronzové pásky o šířce 3 mm, tloušťce 0,3 mm a délce asi 20 mm. Na jedné straně je vytvarováno očko pro uchycení šroubkem M1,7, na



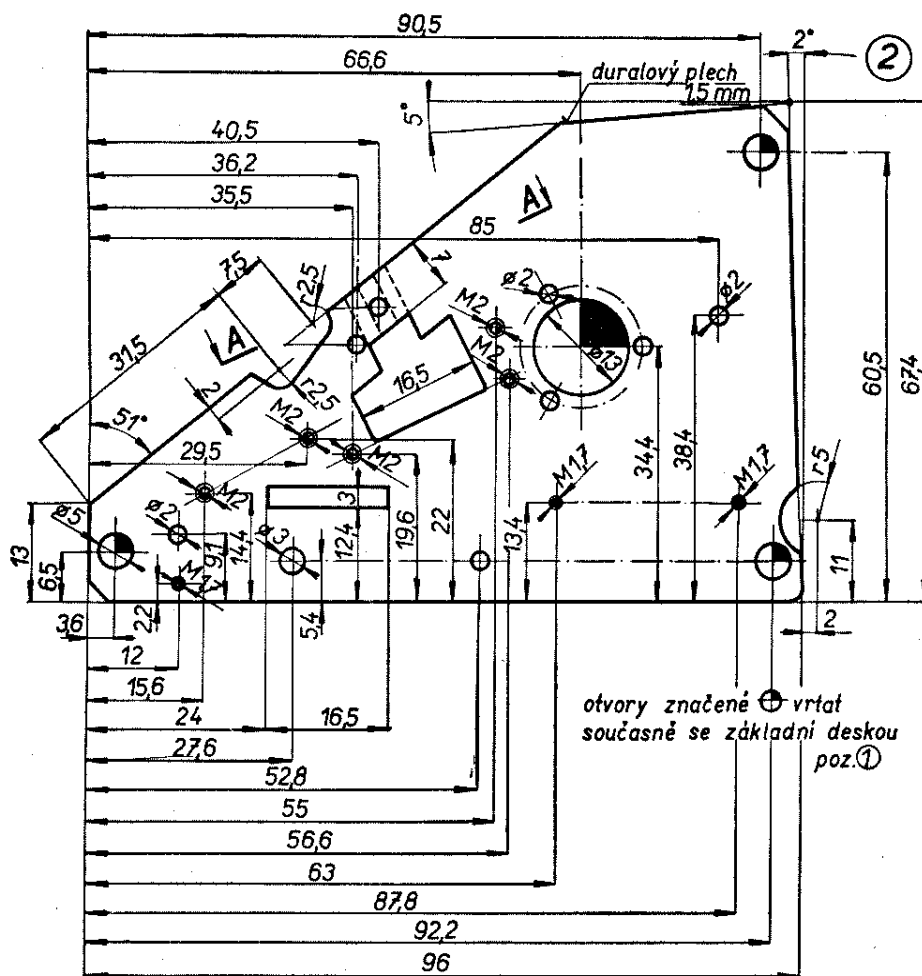
Obr. 37. Pohled na smontovaný magnetofon shora

druhé je otvor o $\varnothing 1$ mm pro zachycení pružiny. Na pásy jsou nalepeny Epoxy 1200 kousky plsti. Pracovní plochou spojky je $\varnothing 15,5$ mm, po němž prokluzují plstěné polštářky.

Pohonný motorek je uchycen v šikmé poloze dvěma mosaznými pásky o šířce asi 8 mm a tloušťce 0,5 mm. Natočení i přesnou délku je třeba vyzkoušet, proto není tento díl uveden na výkresech. Sklon motorku k vodorovné ose je 15° . Pryžový řemínek od motorku má čtvercový průřez (je z magnetofonu Start). Napínací kladka (poz. 22) určuje napnutí řemínku, které musíme seřídít tak, aby nedocházelo ke kmitání. Plech, na němž je přišroubována napínací kladka, není na výkresech. Stačí mosazný pásek o tloušťce 1 mm, v němž vypilujeme drážku pro snadné nastavení a přihneme jej podle potřeby tak, aby řemínek nabíhal rovně do drážek napínací kladky i do drážek setrvačníku a motorku.

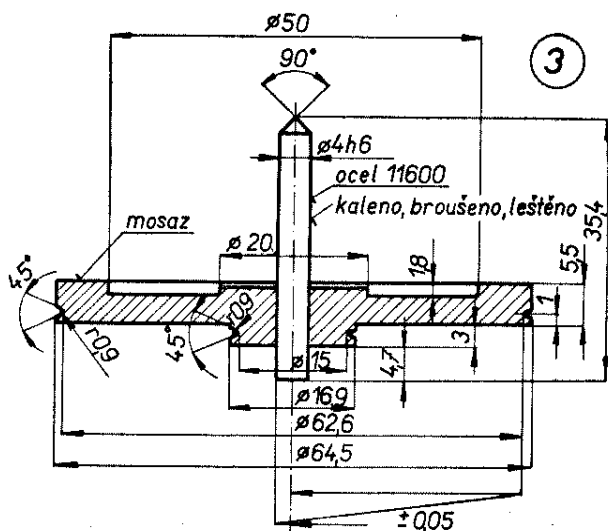
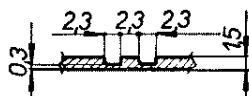


Obr. 38. Destička tlumičky L_4

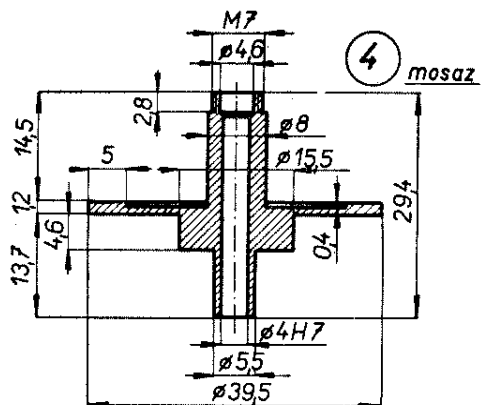


Poz. 2 - Deska hlaviček

ŘEZ A-A

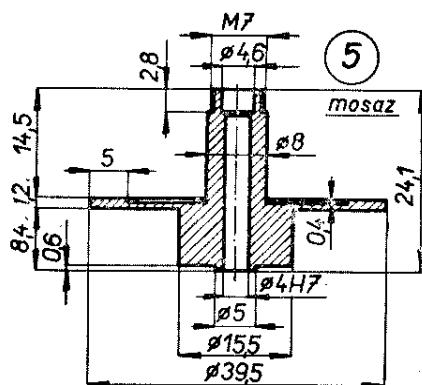


Poz. 3 - Setrvačnick. Šířka setrvačnicku v ose je 8 mm

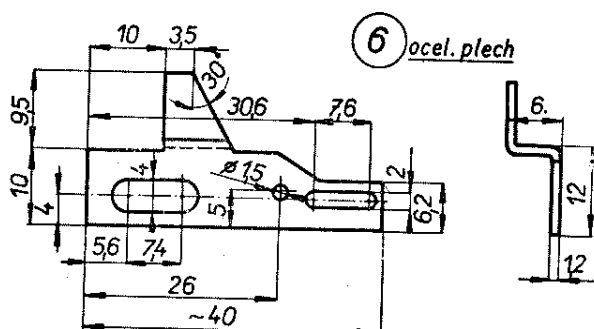


Poz. 4 - Unášecí kotouč levé spojky

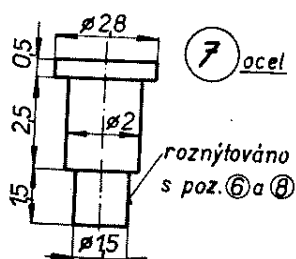
$$30 \cdot \frac{4}{66} R_K$$



Poz. 5 – Unášecí kotouč pravé spojky



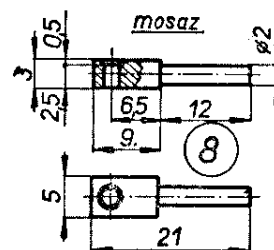
Poz. 6 – Detail mechanismu přitlačné kladky



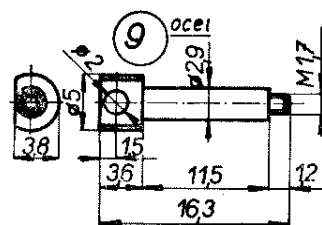
Poz. 7 – Detail mechanismu přitlačné kladky

žina, která vrací západkovou lištu. Po přišroubování tlačítkové soupravy na základní desku dvěma zapuštěnými šrouby M2,6 přišroubujeme také ložisko kulisy (poz. 37), u něhož otvor o $\varnothing 3,9$ mm převrtáme na $\varnothing 4H7$. Po sešroubování vrtáme společně s poz. 1, 21 a 19. Jen tak dosáhneme malé vůle hřídele kulisy. Při větší vůli by nastávalo křížení při vymáčknutí tlačítka do polohy pro nahrávání.

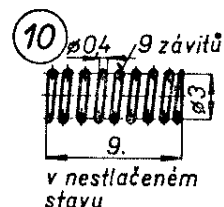
Páka přepínače funkcí (poz. 32) je napevno připájena lankem k přepínači funkcí (viz elektrická část magnetofonu) a při demontáži zesilovače se odšroubuje. Ohebné lanko (běžné ocelové lanko o $\varnothing 0,5$ mm) jde přes kladku (poz. 38). Na desku hlaviček je zespodu přišroubován opěrný vodící plech (poz. 33) dvěma zapuštěnými šroubky M1,7. Slouží ke správnému vedení dorazového kolíku tlačítka při vymáčknutí. Na desku hlaviček je přimontováno celé vedení pásu, obě hlavy (tj. mazací a kombinovaná), indikátor vyladění, přitlačná kladka i celý její ovládací mechanismus, složený z poz. 6, 7 a 8, které jsou napevno spojeny roznýtováním poz. 7. Funkce jednotlivých



Poz. 8 – Detail mechanismu přitlačné kladky



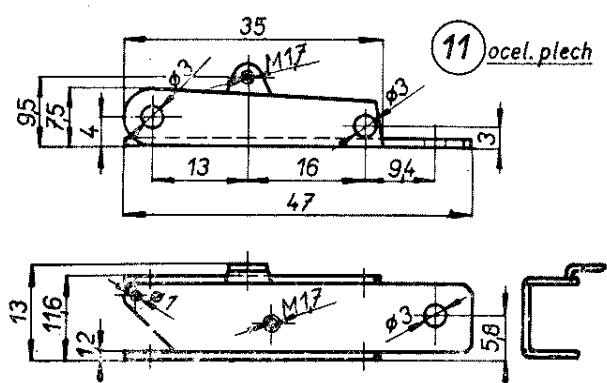
Poz. 9 – Detail mechanismu přitlačné kladky



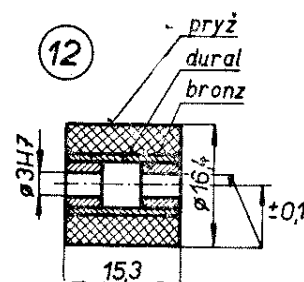
Poz. 10 – Detail mechanismu přitlačné kladky

dílů je vidět z výkresů celkové sestavy. Páka přitlačné kladky (poz. 11) je otočná kolem čepu (poz. 15), který je zašroubován do desky hlaviček a tvoří současně vedení pro poz. 6. Páka přitlačné kladky je opět smontována s řadou dalších detailů. Je to především držák přitlačné kladky (poz. 13), čep přitlačné kladky (poz. 14), přitlačná kladka (poz. 12 – použita bez jakýchkoli změn z magnetofonu Start). Vodítko na páce přitlačné kladky (poz. 18) je po sešroubování zajištěno zespodu maticí M1,7. Další součástí mechanismu k vedení pásu jsou vodičí kladky (poz. 17). Zkoušel jsem také otočné, ale nepřináší to žádné výhody. Snažíme se pokud možno dodržet šířku 6,3 mm, protože při čtvrtstopém záznamu velmi záleží na přesném vedení pásu. Mazací hlava je připevněna dvěma kolíky se závity na obou koncích a stažena dvěma mosaznými pásky z plechu o tloušťce 0,5 mm (obr. 37 v popisu elektrické části magnetofonu). Kombinovaná hlava je připevněna dvěma šroubky M1,7 na samostatnou destičku, přichycenou třemi šroubky M2 k desce hlaviček. Na šroubcích jsou navlečeny pružiny, dovolující regulaci a nastavení kombinované hlavy. Vyfrézované zářezy zespodu desky hlaviček (poz. 2) slouží k vyvedení kablíků od kombinované hlavy. Vývody mazací hlavy jsou vedeny vnějškem. Deska hlaviček je připevněna k distančním sloupkům třemi šrouby M3. Ten, který je ve střední části magnetofonu, má v ose vyříznut závit M1,7, na němž je uchycena krycí deska.

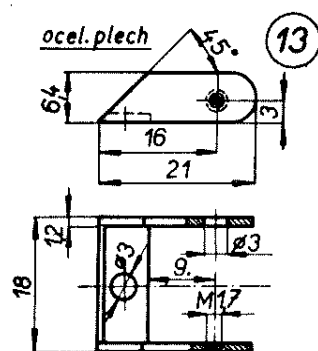
Na základní desku (poz. 1) je dále uchycena destička plošných spojů regulátoru otáček, a to na rozpěrné sloupky vysoké 10 mm třemi šrouby M1,7. Do základní desky jsou sloupky zašroubovány závitem M2,6. Distanční sloupky desky hlaviček (poz. 26) jsou přišroubovány zespodu zapuštěnými šroubky M3 a je proto třeba připravit potřebné vystružení v základní desce. Také reproduktor je upevněn na distanční sloupky (poz. 27). Vlastní reproduktor je zalepen do desky z překližky o tloušťce 4 mm. Kruhový otvor s osazením byl opatrně vytočen na soustruhu (reproduktor musí lícovat s vnější hranou překližky). V místech přichycení na distanční sloupky (poz. 27) je překližka



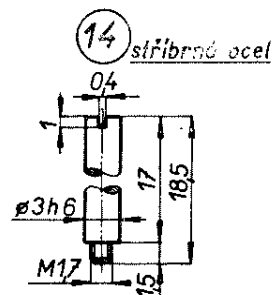
Poz. 11 – Páka přitlačné kladky



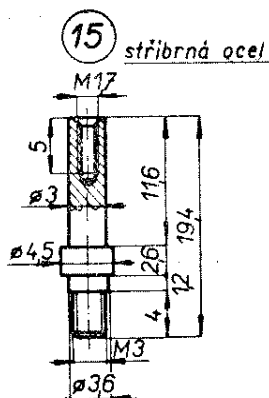
Poz. 12 – Přitlačná kladka



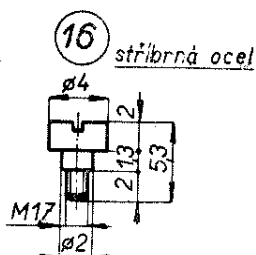
Poz. 13 – Držák přitlačné kladky



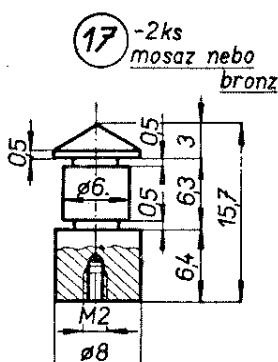
Poz. 14 – Čep přitlačné kladky



Poz. 15 – Čep páky přitlačné kladky



Poz. 16 – Šroub k poz. 6

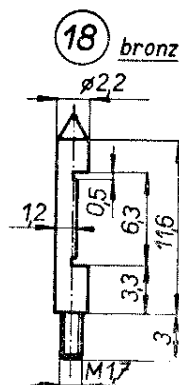


Poz. 17 – Vodicí kladky

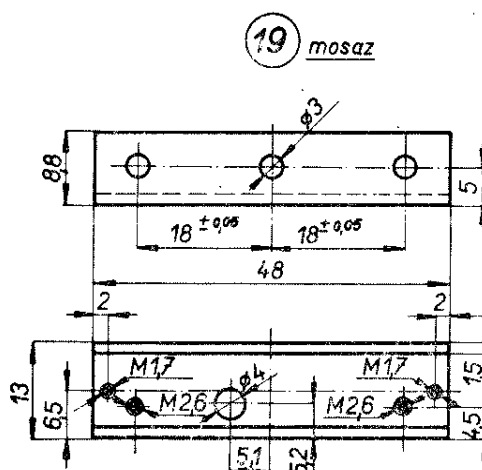
ztenčena, aby úroveň desky byla stejná jako úroveň desky hlaviček (poz. 2). Do pravého rohu je zalepena zásuvka pro připojení vnějšího reproduktoru. Její upevňovací matice je využita pro připevnění krytu magnetofonu.

Dalším důležitým dílem, připevněným na základní desku magnetofonu, je přepínač stop (poz. 35). Je celý zhotoven ze zbytků cuprextitu, z něhož byla odstraněna měděná fólie. Také posuvná část

přepínače je z tohoto materiálu, části měděné fólie jsou však ponechány a slouží jako kontakty k přepínání. Jednotlivé dotykové plíšky jsou přišroubovány šroubky M1,4 do drážek, zajišťujících jejich kolmou polohu. Drážky byly vybroušeny na vrtačce malými zubařskými vrtáčky. Dotykové plíšky mají kontakty ze stříbra, aby zajišťovaly dokonalý styk. Pokud nemáme tuto možnost, vyhoví i kontakty z mědi. Celý přepínač je upevněn dvěma šroubky M1,7 do základní desky. Přepínací páčka je vyrobena z ocelového plechu tloušťky 1 mm. Její tvar je zřejmý z výkresu celkové sestavy (na II. straně obálky.) Výstupní konektor magnetofonu je k základní desce připevněn mosazným úhelníkem a dvěma zapuštěnými šroubky M2,6. Konektor je na horní straně přišroubován zapuštěným šroubkem M3 s maticí, na spodní straně je uchycen mosazným



Poz. 18 – Vodítko na páce přitlačné kladky



Poz. 19 – Držák tlačítek

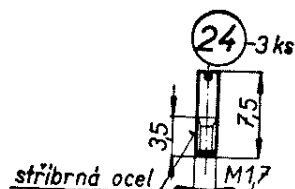
z nerezavějící oceli zapaštěnými šroubky M1,4. Úhelníčky je třeba si zhotovit ohnutím nerezavějícího ocelového plechu o tloušťce 0,5 mm. Krycí panel je vystřižen z bílého fateroidu, kryt hlaviček je vylišován za tepla na dřevěné formě z organického skla tloušťky 2 mm a přišroubován zespodu pomocí kovového rámečku z ocelového plechu o tloušťce 0,5 mm ke krycímu panelu. Celý panel je po krajích přichycen opět úhelníčky, uprostřed šroubkem M1,7. Víko magnetofonu je zhotoveno stejným postupem a ze stejného materiálu jako kryt hlaviček.

Vnitřek pouzdra je natřen modrou barvou míchanou s bronzem, stejně jako kryt hlaviček. Dosáhlo se tím pěkného vzhledu, který se příliš neliší od továrních přístrojů. Na fotografiích na IV. straně obálky je pohled na mechanickou část magnetofonu, tj. bez destičky zesilovače, zespodu i shora. Na titulní straně je dohotovený magnetofon, vestavěný do pouzdra.

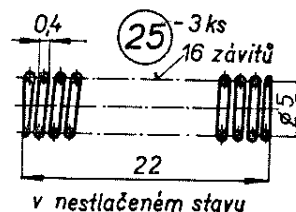
Uvádění magnetofonu do chodu

Po celkovém sestavení elektrické i mechanické části magnetofonu můžeme přistoupit k uvádění do chodu. Patří k nepsaným zákonům schválnosti, že obvykle právě ty díly, které jsme podle vlastního dojmu měli nejlépe přezkoušeny před sestavením, bývají zdrojem závad. Budeme proto při uvádění do chodu postupovat systematicky. Začneme měřením celkové spotřeby proudu, která má být při úplně zavřeném regulátoru hlasitosti asi 75 mA. Spotřeba motorku při zapnutém posuvu pásky se má pohybovat kolem 57 mA. Souhlasí-li tyto údaje, přepneme do polohy „záznam“ a znovu kontrolujeme spotřebu, která by nyní měla být asi 105 mA. Současně se přesvědčíme, svítí-li indikátor vyladění a dotekem na vstup nebo připojením mikrofону (dynamický mikrofón z magnetofonu Start) vyzkoušíme modulaci. Při maximálně vytočeném regulátoru hlasitosti má se při jemném fouknutí na mikrofón rozsvítit vykřičník indikátoru naplno.

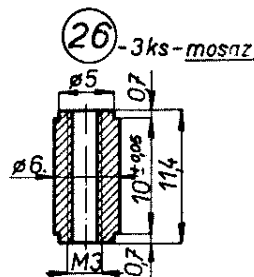
Nyní založíme pásek a po přivedení kmitočtu 1 kHz na vstup přes dělič



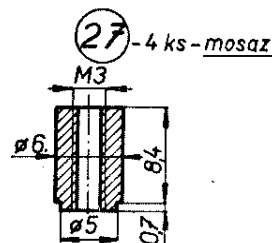
Poz. 24 – Dorazový kolík tlačítka



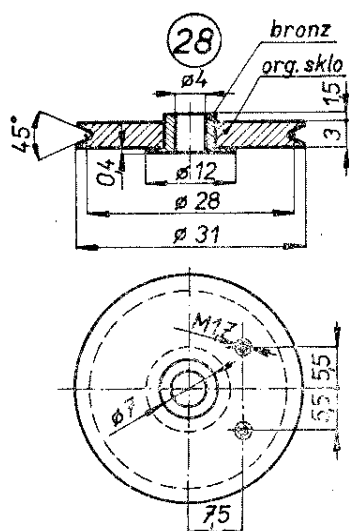
Poz. 25 – Pružina tlačítka



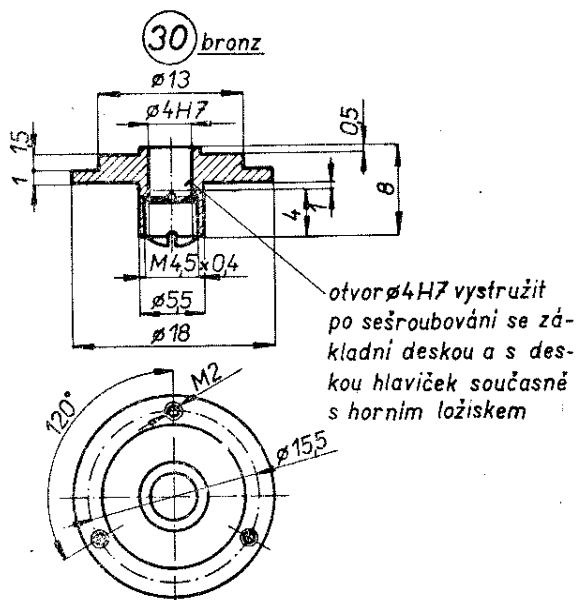
Poz. 26 – Rozpěrné sloupky



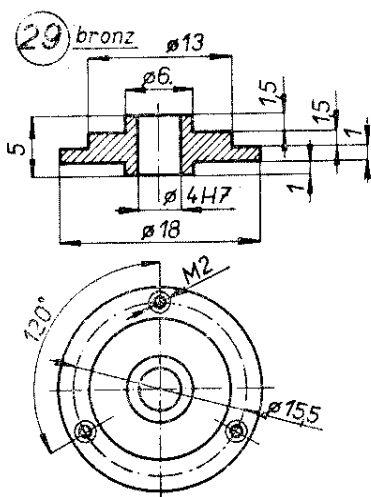
Poz. 27 – Rozpěrné sloupky pod reproduktor



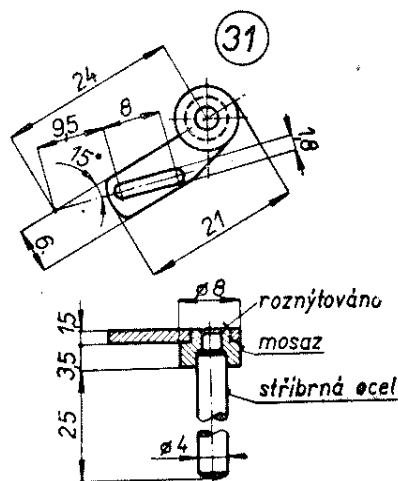
Poz. 28 - Kladka pravé spojky



Poz. 30 - Ložisko setrvačníku (dolní)



Poz. 29 - Ložisko setrvačníku (horní)

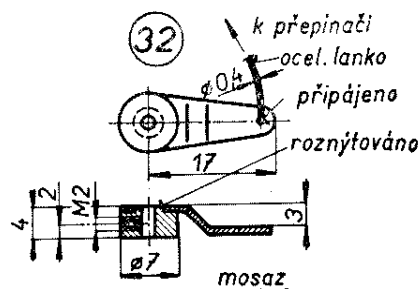


Poz. 31 - Kulisa

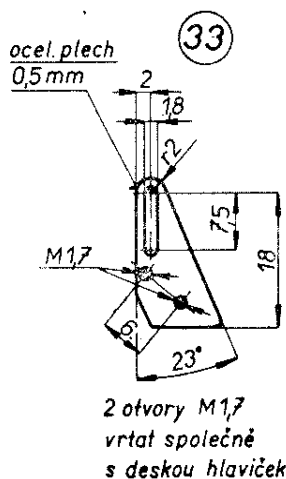
1:1000 nahrajeme na pásek kousek záznamu. Při jeho reprodukci kontrolujeme na osciloskopu zkreslení záznamu na výstupu.

Nepodaří-li se uvést magnetofon hned napoprvé do chodu, mohou být příčinou neúspěchu především tyto závady:

Na výstupu zesilovače při přivedení sinusového signálu nenaměříme žádný signál, i když napětí na všech tranzistorech jsou v pořádku. V tomto případě odpojíme smyčku zpětné vazby a překontrolujeme kondenzátory C_{12} , C_{11} na kapacitu a svod. Pokud je všechno v pořádku, měříme postupně osciloskopem na kolek-



Poz. 32 - Páka přepínače funkcí



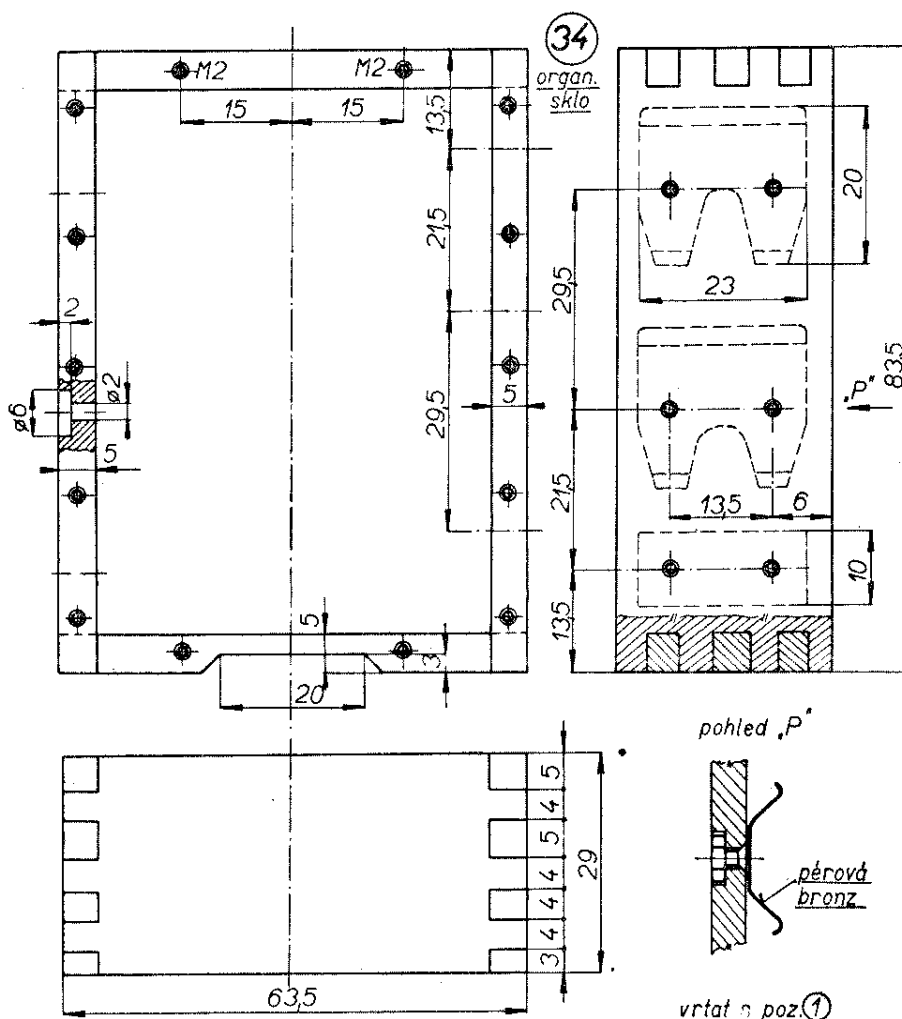
Poz. 33 – Opěrný vodící plech

torových zatěžovacích odporech až po druhý stupeň od koncového. Pokud se nám na žádném z těchto stupňů neobjeví sinusový signál, bude pravděpodobně

závada v prvním stupni. Zkontrolujeme proto opět kapacitu a svody kondenzátorů C_1 , C_2 , C_3 , C_4 a nezapomeneme se současně podívat, nejsou-li náhodou přepólovány. Naměříme-li na prvním a druhém tranzistoru správná napětí, měl by se na kolektoru druhého stupně objevit signál. Tak postupujeme až po koncový stupeň.

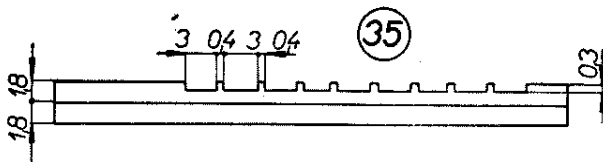
Pokud se zesilovač rozkmitává, snažíme se postupným odpojováním jednotlivých stupňů (začínáme od koncového) určit, kde vzniká nežádoucí vzájemná vazba, abychom ji mohli odstranit odstíněním příslušné součástky.

Další možnou závadou je, že do zesilovače proniká vf předmagnetizační kmitočet. Je to zřejmě způsobeno nesprávným vyladěním rezonančního obvodu L_2 , C_{14} , nebo jeho špatnou funkcí, zaviněnou přerušením cívky L_2 nebo ztrátou kapacity kondenzátoru C_{14} .

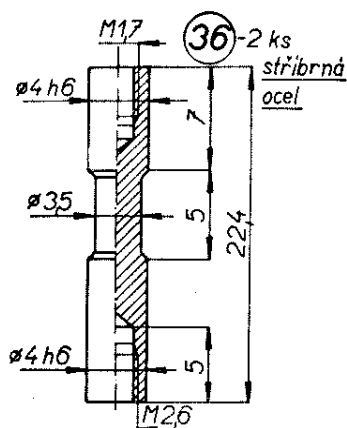


Poz. 34 – Pouzdro NiCd akumulátorů

Naměříme-li na výstupu prodlouženého vinutí budicího transformátoru výstupní napětí při současné kontrole osciloskopem a magnetofon přesto nenahrává, může být závada (není-li v kondenzátoru C_{11} nebo odporu R_{22}) jen v kombinované hlavě. Její kontrola je však poměrně



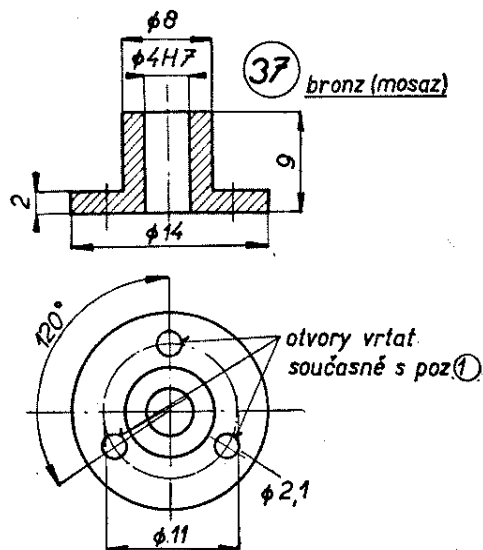
Poz. 35 - Přepínač stop



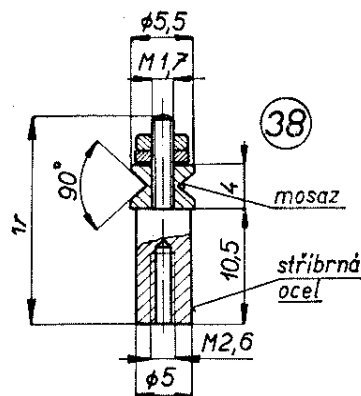
Poz. 36 - Čep unášecích kotoučů

obtížná. Je třeba si uvědomit, že při kontrole stejnosměrného odporu vinutí hlavu zmagnetujeme a musíme ji opět uvést do nemagnetického stavu. Jinak ovšem můžeme hlavu kontrolovat střídavým proudem na indukčnost.

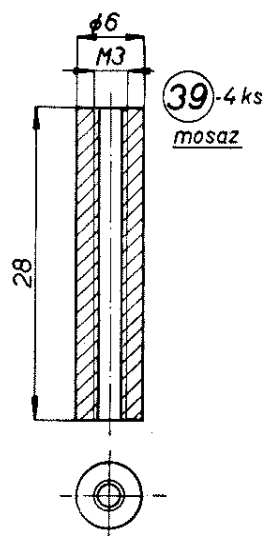
Další závady se mohou projevit v mechanické části magnetofonu. Nejčastější bývá kolísání rychlosti posuvu pásku. V tomto případě se snažíme podle povahy kolísání odhadnout, která část je způsobuje. Pokud je kolísání dosti rychlé a pravidelné (tremolo), hledáme závadu ve špatně vystředěné tónové kladce, popřípadě napínací kladce. Zkontrolujeme také kladku na pohonném motorku. Je-li kolísání rychlosti poměrně nepravidelné, je obvykle příčinou nesouosost pryžové přitlačné kladky nebo její slabé přitlačení na tónovou kladku. Nesouosost můžeme



Poz. 37 - Ložisko kulisy

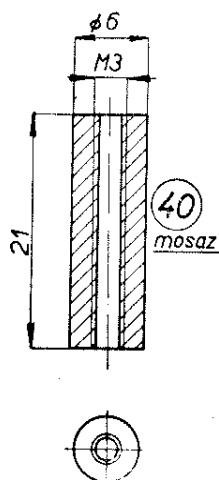


Poz. 38 - Kladička přepínače funkcí

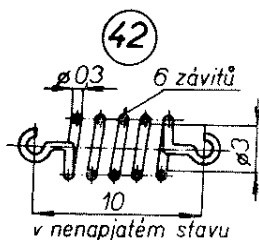


Poz. 39 - Rozpěrka destičky plošných spojů

Také velký odpor levé spojky se projevuje nepravidelným kolísáním rychlosti posuvu pásku, způsobeným proklouzáváním pásku. Tah spojky lze jednoduše nastavit jemným protažením pružiny, která je napnuta mezi konci fosforbronzových pásků s nalepenými plstěnými polštářky.



Technical drawing of a bush (mosaz) with dimensions: outer diameter 6 mm, inner thread M3, and height 5.5 mm. The drawing includes a side view and a top view.



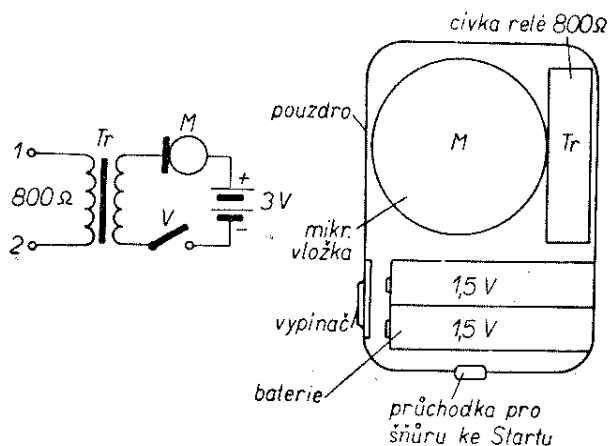
Poz. 42 – Vratná pružina

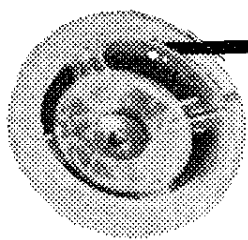
*S. Holenda: Tranzistory v teorii a praxi.
Praha: SNTL 1962.*

S. Nečásek: 100 zajímavých okruhů z elektrotechniky a radiotechniky. Praha: Práce 1964.

Magnetofon Start má s původním mikrofonom velmi malou citlivost. Prodává se sice předzesilovač, ale ten je příliš drahý; proto jsem za něj postavil rovnocennou náhradu, jejíž zapojení je na obrázku. *M* je obyčejná mikrofonní vložka, *Tr* je cívka z relé 800 Ω , na kterou přivineme 50 závitů drátem o \varnothing 0,5 mm CuP. Svorky 1, 2 připojíme na šňůru pro nahrávání z rozhlasu, která patří do vybavení magnetofonu. Napájení je 3 V ze dvou tužkových monočládků. Vypínač upravíme podobně jako u kapesní svítilny. Citlivost značně vzroste a náklady přitom nepřesáhnou částku 10 Kčs. Zapojení je tak jednoduché, že si s ním poradí i úplný začátečník.

Václav Šedý





pásek - jaký a proč ?

Inž. J. Tomáš Hyan

Magnetofonový záznamový pásek prošel několikaletým vývojem. První pásy vykazovaly ve srovnání s dnešními velmi neuspokojující vlastnosti, především značnou tloušťku a s ní souvisící malou poddajnost, malou koercitivní sílu, hrubost povrchu, nízkou citlivost atd.

Magnetofonový pásek se skládá v podstatě ze dvou složek: nosiče a aktivní vrstvy. A byl to právě materiál základního nosiče, který během let nejvíce

ovlivnil mechanické a do značné míry i elektrické vlastnosti moderního pásku.

Jako materiál na nosič se používají tři druhy materiálu: acetylcelulóza (u starších výrobků), polyvinylchlorid (PVC) a polyester (PE). Starší pásy s acetylcelulóзовým nosičem se mimo jiné nehodí pro malé rychlosti posuvu, protože svou velkou tuhostí (tloušťka) neumožňují dobrý styk s hlavami. Mnohem lepší jsou po této stránce pásy s nosičem

Tab. 1 — Tloušťky a materiál magnetofonových pásků

| Typ | Výrobce | Druh | Tloušťka [μm] (nosič + akt. vrstva) | Materiál nosiče | Poznámka |
|---------|---------|------|---|--------------------|------------------|
| PG 31 | Agfa | L | 35 (20+15) | PE | |
| PE 41 | Agfa | DL | 26 (15+11) | PE | |
| PE 65 | Agfa | TL | 18 (12+6) | PE | |
| LGS 52 | BASF | S | 47 (34+13) | PVC | |
| LGS 35 | BASF | L | 35 (22+13) | PVC | |
| LGS 26 | BASF | DL | 26 (16+10) | PVC | |
| PES 35 | BASF | L | 35 (22+13) | PE | |
| PES 26 | BASF | DL | 26 (16+10) | PE | |
| PES 18 | BASF | k-TL | 18 (12+6) | PE | |
| PE 31 S | Agfa | L | 40 (20+20) | PE | měřicí pásek |
| PES 40 | BASF | L | 40 (27+13) | PE | měřicí pásek |
| PES 45D | BASF | S | 45 (10+25+10) | PE | spec. dvouvrstvý |
| CH | ORWO | S | 55 | AC | acetylcelulóza |
| CHL | ORWO | L | 35 | AC | |
| CR | ORWO | S | 55 | AC | |
| CRL | ORWO | L | 35 | AC | |

Tab. 2 — Magnetofonové pásky pro studiové účely

| Typ | Výrobce | Druh | Tloušťka [μm] | Materiál nosiče | Poznámka |
|-------|---------|------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| FR | Agfa | S | 56 | AC | pro min. rychlost 19,05 cm/s |
| FR 22 | Agfa | S | 65 | AC | „ |
| PE 22 | Agfa | S | 56 | PE | „ |
| PER | Agfa | S | 53 | PE | „ |
| LGR | BASF | S | 51 | PVC | |
| LR 56 | BASF | S | 56 | PVC | |

z PVC, které mohou být vyráběny ve velmi malých tloušťkách při zajištění požadované minimální pevnosti a dokonalého přilehnutí k hlavám. Jejich nevýhodou však je, že jako každý termoplast jsou příliš závislé na teplotě. To je zvláště nepříjemné při provozu v magnetofonu (obvykle elektronkovém), jehož povrchová teplota je vyšší. Tím totiž dochází k oteplování pásku a k nežádoucí změně jeho vlastností, například odolnosti v tahu (se zvyšující se teplotou klesá). To je také vysvětlení, proč se u některých magnetofonů setkáváme s „vytáhanými“ pásky se zvlněnými okraji, tj. s deformacemi vzniklými nerovnoměrným vytažením pásku do délky po dlouhodobém provozu v nepřipustných tepelných podmínkách. Používání takových zvlněných pásků má pak za následek kolísání tónů vysokých kmi-

točů, ať již nahrávaných nebo snímáných na čtyřstopých magnetofonech. Nejlepším materiálem na nosič pásku se zdá být polyester, který má stejně velkou poddajnost (na délkovou jednotku) jako PVC, navíc ještě není teplotně závislý. Tato okolnost umožnila vyrábět pásky o minimální tloušťce (18 μm), aniž by jejich pevnost poklesla ve srovnání se standardními pásky a aniž by jejich prodloužení při namáhání tahem bylo znatelné.

Dnes se magnetofonové pásky vyrábějí ve čtyřech tloušťkách, přičemž nejtenčí druhy jsou samozřejmě z nejkvalitnějšího materiálu a také vývojově nejmladší. Jsou to:

- S — standardní, o tloušťce 17 až 55 μm,
- L — (longplay), dlouhohrající, o tloušťce 35 μm,

Tab. 3 — Závislost délky pásku na velikostech cívek a tloušťce pásku

| Druh pásku | Průměr cívky (cm) | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 | 18 | 22 | 25 |
| S (standardní) | 50 | 65 | 90 | 120 | 180 | 270 | 360 | 540 | 700 |
| L (dlouhohrající) | 65 | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 540 | 720 | 1000 |
| DL (dlouhohrající, tenký) | 90 | 135 | 180 | 270 | 360 | 540 | 730 | 1000 | — |
| TL (dlouhohrající, zvlášť tenký) | 135 | 180 | 270 | 360 | 540 | 730 | 1080 | — | — |

Tab. 4 — Hrací doby pásku podle délky a rychlosti posuvu

| Délka pásku [m] | Hrací doba v min. při rychlosti posuvu [cm/s] | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-------|
| | 19,05 | 9,53 | 4,76 | 2,38 |
| 45 | 3,75 | 7,5 | 15,0 | 30,0 |
| 65 | 5,0 | 11,0 | 22,5 | 45,0 |
| 90 | 7,5 | 15,0 | 30,0 | 60,0 |
| 135 | 11,0 | 22,5 | 45,0 | 90,0 |
| 180 | 15,0 | 30,0 | 60,0 | 120,0 |
| 270 | 22,5 | 45,0 | 90,0 | 180,0 |
| 360 | 30,0 | 60,0 | 120,0 | 240,0 |
| 540 | 45,0 | 90,0 | 180,0 | 360,0 |
| 720 | 60,0 | 120,0 | 240,0 | 480,0 |
| 1080 | 90,0 | 180,0 | 360,0 | 720,0 |

DL — (doublelongplay), dlouhohrající s dvojnásobnou hrací dobou proti standardnímu, tloušťka 26 μm ,

TL — (triplelongplay), dlouhohrající s trojnásobnou hrací dobou proti standardnímu, tloušťka 18 μm .

Nosiče standardních pásků jsou obvykle z acetylcelulózy, novější někdy z polyvinylchloridu. Nosiče dlouhohrajících pásků L a DL jsou z PVC nebo polyesteru, pásky TL výhradně z polyesteru. V tab. 1 jsou tloušťky a druhy nosičů běžně používaných pásků, z nichž některé jsou u nás dostupné. (Všechny uváděné tloušťky pásků se rozumí včetně tloušťky aktivní vrstvy kysličníku železa. Tato aktivní vrstva činí u pásků S asi 13 μm , u pásků L 10 až 13 μm , u DL 10 až 11 μm a u pásků TL 6 μm). Z tabulky 1 a 2 je patrné, že tloušťka pásků pro studiové účely je větší. Souvisí to s používanou vyšší rychlostí posuvu pásku a větším tahem, opakovaným využíváním atd. Za zmínku stojí ještě pásek PES 45D, který má aktivní vrstvu nanесenu po obou stranách. Používá se pro zvláštní účely, např. k programovanému řízení obráběcích strojů, přehrávání různých efektů a v jiných případech, kdy pásek probíhá magnetofonem jako slepená nekonečná smyčka. Oboustranná aktivní vrstva umožňuje

(u dvoustopého magnetofonu) zkrácení nekonečné smyčky při zachování požadované snímací doby pro jeden cyklus. Smyčka je totiž slepena tak, že její konce jsou slepeny nesouhlasnými vrstvami na sebe. Znamená to, že konce jsou pootočený o 180°, takže navlékneme-li smyčku na válec odpovídajícího průměru, nemůže na něj přilehnout. Při přehrávání (nebo záznamu) projde při prvním oběhu před hlavou první stopa na vnější straně, při druhém pak druhá stopa na vnitřní straně pásku.

Zkušenosti ukazují, že pásky s nosičem PE jsou v současné době nejlepší, protože mají vynikající vlastnosti a splňují všechny hlavní požadavky kladené na dokonalý nosič aktivní feromagnetické vrstvy. Pásky s PE nosičem mají aktivní vrstvu z hlazené feromagnetické vrstvy kysličníku železa s jehličkovou krystalickou strukturou, orientovanou podélně ve směru posuvu pásku. Toto uspořádání dává mnohem lepší výsledky než dříve používaná vrstva kysličníků s kubickou strukturou.

Při výběru záznamového pásku pro ten který druh magnetofonu musíme mít na paměti, že jednotlivé druhy pásků se navzájem liší citlivostí, vybuditelností atd. Zásadně můžeme vycházet z toho, že s pásky novější výroby dosáh-

neme lepších výsledků za předpokladu seřízení předmagnetizačního proudu na správnou úroveň. K tomu se však ještě vrátíme.

Souhrnně lze říci, že dlouhohrající pásky TL a DL (vzhledem k malé tloušťce) dávají lepší přednes vysokých tónů i při malých rychlostech posuvu, samozřejmě při použití hlavy s dostatečně úzkou štěrbinou. Malá tloušťka však znamená i další výhodu, že totiž i na malých cívkách dosáhneme poměrně dlouhé reprodukční doby. Tab. 3 uvádí přehled velikostí vyráběných cívek s udáním délky pásku v metrech.

Tabulku 3 doplňuje tabulka 4, která uvádí hrací doby pro jednotlivé rychlosti posuvu a různou normovanou délku. Na obr. 1 je graf, z něhož je možné přečíst hrací doby magnetofonových pásků pro různé rychlosti posuvu i pro pásky nenormalizovaných, libovolných délek.

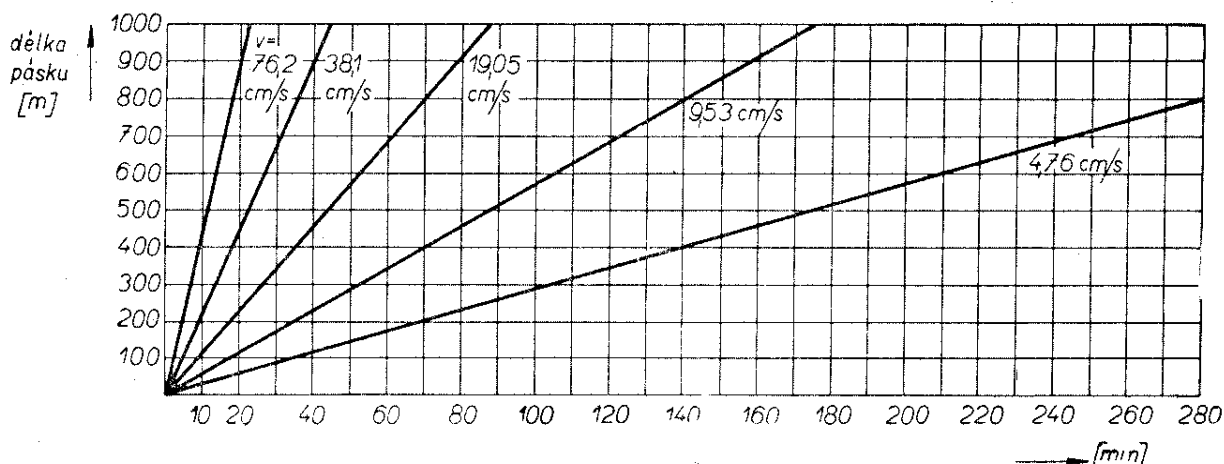
Jak je vidět z tab. 4, nejsou výhodné pro malé rychlosti posuvu pásky velké cívky s mnoha metry pásku, protože při reprodukci se pak na pásku obtížně hledají místa s určitým záznamem.

Lepení pásků

V praxi se často stane, že se magnetofonový pásek přetrhne, nebo že jej musíme přestříhnout a znovu nastavit. Způsoby spojování pásků jsou dva: použití rozpouštědla s přeplátováním místa stříhu, nebo přelepení speciální le-

picí páskou. Lepení rozpouštědlem je však možné jen u pásků s nosičem z acetylcelulózy nebo polyvinylchloridu; na polyesterové pásky obvyklá rozpouštědla nepůsobí. Při lepení postupujeme tak, že oba konce pásku položíme na sebe a sestříhneme je oba šikmo ostrými nůžkami. Pásky přitom musíme položit tak, aby obě aktivní vrstvy směřovaly jedním směrem. Potom je šikmým sestříhem přiložíme k sobě tak, aby aktivní vrstva byla dole a shora je přetřeme rozpouštědlem. Přitom musí být oba sestřížené konce těsně u sebe (délka stříhu má být asi 9 mm). Na potřeném konci přiložíme krátký kousek pásku, který po vyprchání rozpouštědla vytvoří pevný spoj.

Protože při takovém slepení je aktivní vrstva stále v jedné rovině, není slepení při přehrávání patrné ani při malé rychlosti posuvu. Mnohem častěji se však dnes používají tzv. slepky ze speciální lepicí pásky, které jsou k dostání v odborných obchodech s gramopotřebami za 2 Kčs. Spojení touto lepicí páskou je mnohem rychlejší a dostatečně spolehlivé. Při lepení se postupuje stejně jen s tím rozdílem, že nepoužíváme rozpouštědlo a spojovací „plát“ představuje přímo krátký kousek (asi 20 mm) lepicí pásky. A protože se lepicí páska vyrábí a prodává v šířce shodné s šířkou normalizovaného magnetofonového pásku, tj. 6,25 mm, nedělá žádné potíže ani odříznutí přebytečných konců slepky. V zahraničí se pro urychlení manipulace při lepení pásků vyrábí lepicí souprava (skládá se z vodicích kolejniček s vyznačeným



Obr. 1

místem řezu a přelepení a z dostatečné zásoby lepicí pásky). Tato souprava zajišťuje dokonale rovné spojení (podobnou soupravu známe z prodejen úzkého filmu).

Speciální pásky

Do skupiny tzv. speciálních pásek patří měřicí a nastavovací (justovací) pásky. Vyrábějí je firmy, jejichž hlavními produkty jsou záznamové materiály. U nás se zatím nevyrábějí a bohužel ani neprodávají. Měřicí pásky slouží ke kontrole kmitočtového průběhu reprodukčního zesilovače (nepřímě i záznamového) a ke kontrole a nastavení kolmosti šterbiny magnetofonových hlav (vzhledem k dráze pásku). K nastavení správné výškové polohy hlav (k dráze pásku) slouží nastavovací pásky.

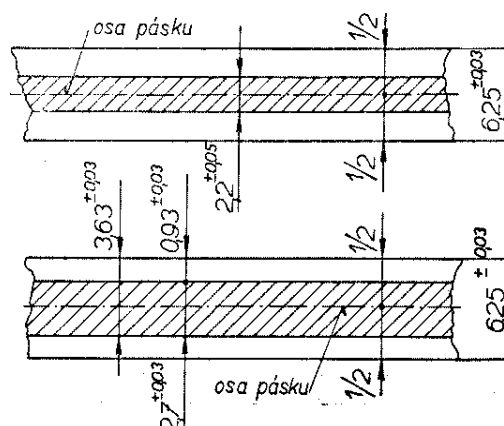
Měřicí pásek je vždy určen jen pro jednu rychlost posuvu. Záznam na měřicím pásku je celostopý a kolmost nahrávky zaručuje výrobce v mezích $90^\circ \pm \pm 3'$. Nahráný záznam je rozdělen na více částí, obvykle na čtyři. V první části je nahrán kmitočtet 1 kHz (se zkreslením menším než 2 %), který slouží k určení vztažné záznamové úrovně při reprodukci, samozřejmě pro ten materiál, z něhož je měřicí pásek vyroben. Ve druhé části jsou nahrány dva kmitočty, a to 1 kHz a 10 kHz, oba s úrovní -10 dB pod vztažnou záznamovou úrovní. Tón 10 kHz má trvání asi 60 s, tón 1 kHz asi 10 s. Při kontrole kolmosti šterbiny se hledá taková poloha zkoušené hlavy, při níž je na jejím výstupu nebo na výstupu reprodukčního zesilovače největší amplituda napětí. Ve třetí části je nahrána řada tónů akustického spektra, např.: 1 kHz, 30 Hz, 40 Hz, 60 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz, 16 kHz, 1 kHz - a to s úrovní -20 dB ± 1 dB pod vztažnou záznamovou úrovní. Tyto tóny slouží ke kontrole kmitočtového průběhu reprodukčního zesilovače. Hrací doba jednotlivých tónů je 8 vteřin. Čtvrtou část tvoří pásek bez záznamu; je vhodný pro měření odstupů nebo pro krátké nahrávací zkoušky.

Nastavovací pásek slouží k přesnému výškovému nastavení magnetofonových hlav. Vyrábí se jednak pro dvoustopé stereofonní magnetofony, jednak pro čtyřstopé monofonní a stereofonní přístroje. Na obr. 2 jsou nakresleny ukázky částí nastavovacích pásek se zkušebním záznamem (značeno šrafovaně), a to pro dvoustopé (nahore) a čtyřstopé (dole) magnetofony. Kmitočtet tónu nahraného na nastavovací pásek je nízký - zpravidla 500 Hz při rychlosti posuvu 9,53 cm/s. Je to proto, aby se při nastavování výšky neuplatňoval šterbinový efekt při náhodném odklonění hlavy.

Při nastavování výšky kombinované stereofonní hlavy dvoustopého nebo čtyřstopého magnetofonu postupujeme tak, že polohu hlav nejdříve nastavíme (po optické kontrole) pokud možno symetricky k ose pásku. Pak při snímání pravého nebo levého kanálu sledujeme velikost amplitudy výstupního napětí, která má být při přepnutí z jednoho kanálu na druhý úplně stejná. Není-li stejná, nezasahuje každá soustava kombinované stereofonní hlavy stejným dílem stopu na nastavovacím pásku. (Kontrolu výšky hlavy, popřípadě její nastavení provádíme až po kontrole nebo opravě kolmosti, protože tímto zákrokem se mohla výška změnit!)

Nastavení magnetofonových hlav

Pod pojmem nastavení rozumíme seřízení magnetofonových hlav co do výšky

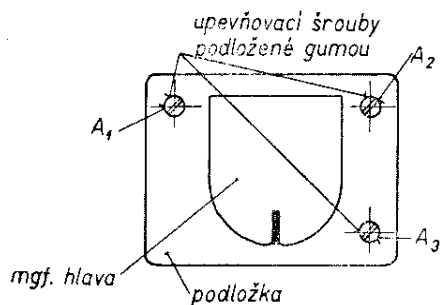


Obr. 2

(vzhledem k pásku) a tak, aby jejich šterbina byla kolmá k ose pohybujícího se pásku. (Pro funkci magnetofonu by šikmost šterbiny nebyla na závadu – vždyť jeden z pokusných způsobů stereo-fonního záznamu používal dokonce zápis do jedné stopy s opačně odkloněnými hlavami 45° od vodorovné osy, tj. s šikmými šterbinami. Uvážíme-li však potřebu výměny pásku, projeví se i malé nepřesnosti v kolmosti šterbiny při reprodukci pásků nahraných jinými přístroji velmi citelně. Nápadný je především úbytek výšek a celkové kmitočtové a nelineární zkreslení).

Z těchto důvodů jsou hlavy všech komerčních magnetofonů upevněny tak, aby se jimi dalo v mírných mezích pohybovat do všech stran. Výjimku ovšem tvoří mazací hlava, kterou stačí regulovat jen svisle, protože u ní nehraje kolmost šterbiny žádnou roli. Proto také nastavujeme mazací hlavy jen výškově. Protože jádra mazacích hlav jsou vždycky o něco širší než jádra kombinovaných nebo samostatných reprodukčních a záznamových hlav, je i výškové seřízení málo kritické. V praxi je nastavujeme tak, aby jádro mazací hlavy přesahovalo horní okraj pásku asi o 0,1 mm (platí to pro půlstopé i čtvrtstopé hlavy).

Pro nastavování a seřizování univerzálních hlav (kombinovaných) nebo samostatných hlav (reprodukčních, záznamových), půlstopových nebo čtvrtstopých, platí v principu stejné zásady. Na obr. 3 je nosná destička hlavy, která je připevněna k panelu magnetofonu třemi šroubky A_1 , A_2 a A_3 . Při otáčení všemi třemi šroubky najednou se mění výšková poloha hlavy vzhledem k pásku. Při otáčení šroubkem A_1 se mění kolmost



Obr. 3

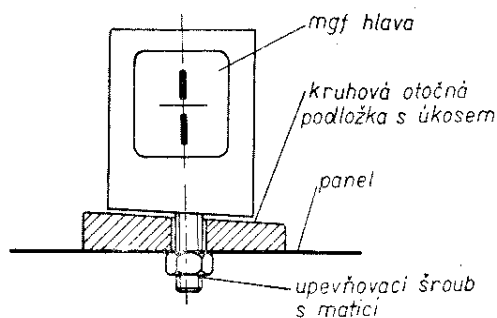
šterbiny a otáčením šroubku A_3 měníme sklon čela hlavy. Na obr. 4 je znázorněn starší způsob upevnění hlav (používaný např. firmou Bogen), při němž se dosahuje požadované kolmosti otáčením podložky s úkosem pod hlavou. Výškové nastavení se v tomto případě zajišťovalo podložkami vodicích kolíků magnetofonového pásku.

A ještě poznámka: při nastavování kolmosti záznamových hlav pomocí měřicího pásku musíme před zahájením měření přepnout vývody těchto hlav (připájením) ke vstupu reprodukčního zesilovače. Máme-li k dispozici dostatečně citlivý a širokopásmový nf milivoltmetr, můžeme jej připojit přímo k vývodům záznamové hlavy, ovšem po přepnutí na základní rozsah 1 mV.

Závěrem je třeba ještě zdůraznit, že výrobcům se ne vždy podaří dosáhnout toho, aby šterbiny složených hlav (stereo-fonních nebo pro čtyřstopý magnetofon) byly vzájemně rovnoběžné a souosé. V takovém případě kontrolujeme nejprve kolmost šterbiny horní hlavy a pak kolmost spodní. Nejsou-li šterbiny rovnoběžné, volíme kompromis mezi oběma polohami tak, aby výstupní napětí bylo stejné v obou kanálech. To platí jak pro kmitočet 1 kHz, tak i pro kmitočet 10 kHz. Pak teprve přistoupíme k výškovému nastavení pomocí nastavovacího pásku a pak znovu překontrolujeme kolmost. Obecně se doporučuje opakovat nastavení výšky a šterbiny tolikrát, až jsou zjištěné rozdíly zanedbatelné.

Předmagnetizace

Z teorie magnetického záznamu zvuku víme, že záznam se provádí na magneticky aktivní materiál magnetickým polem, vytvořeným ve šterbině uzavřeného jha záznamové hlavy. Záznamu však musí předcházet předmagnetizace, která linearizuje průběh magnetizační charakteristiky pásku tak, že se nelineární zkreslení záznamu sníží na přípustnou mez. Vlivem nelinearity magnetizační křivky záznamového materiálu však vznikají mezi předmagnetizačním a záznamovým signálem interference, které se při vhodně voleném kmitočtu



Obr. 4

předmagnetizačního proudu projevují jako rušivé hvizdy. Aby tyto hvizdy ležely mimo pásma přenášených kmitočtů, má být kmitočet předmagnetizačního signálu alespoň pětkrát větší než horní mezní kmitočet.

Z novějších poznatků dále vyplývá, že velikost předmagnetizace vzhledem ke zkreslení, maximálnímu vybuzení a citlivosti není kritická. Dokonce ani otázka šumu není tak závažná, jak se původně předpokládalo. Jediným parametrem, na nějž má předmagnetizace značný vliv, je demagnetizace vysokých tónů, tj. pokles citlivosti záznamového materiálu vlivem odmagnetování. Proto někteří výrobci nastavují u svých přístrojů poměrně malý předmagnetizační proud, aby zmenšili demagnetizační jev na minimum. I když tedy není výhodné pracovat s menším předmagnetizačním proudem, než jaký odpovídá maximální citlivosti použitého materiálu, přece se setkáváme s výrobky, u nichž je tomu tak. Důvodem je snaha dosáhnout požadované charakteristiky u vysokých kmitočtů.

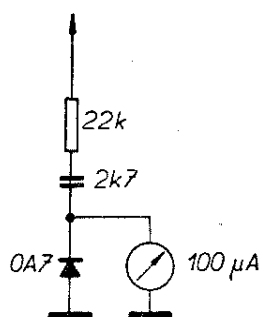
V praxi se tedy setkáváme s magneto-fony, u nichž jsou proměnné korekce jen

v reprodukčním zesilovači, zatímco úroveň zaznamenaných vysokých tónů je určována jen velikostí předmagnetizačního proudu. V souvislosti s tímto faktem je třeba upozornit na nutnost snížit předmagnetizační proud u starších magnetofonů s hlavou, jejíž čelní stěna je již delším používáním obroušena. Zachová se tím požadovaný účinek na záznamový materiál, tj. zabrání se poklesu výšek.

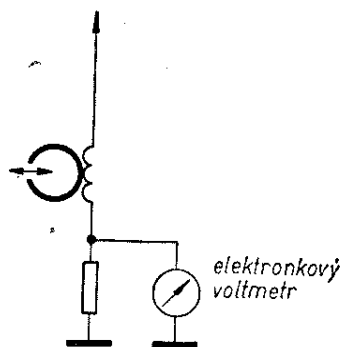
Při konstrukci amatérského magnetofonu obvykle nezbyvá, než zjistit velikost optimální předmagnetizace zkusmo. K měření předmagnetizačního proudu (který ovšem není vždy úměrný velikosti vf předmagnetizace v záznamovém pásku) poslouží jednoduchý indikátor podle obr. 5. Princip spočívá v měření úbytku napětí na známém odporu zařazeném v sérii se záznamovou hlavou. Velikost tohoto odporu se volí obvykle v rozmezí 1 až 100 Ω . Předmagnetizační proud snadno zjistíme z Ohmova zákona podle vztahu: $I_p = U_p/R$ [A; V, Ω], kde I_p je předmagnetizační proud a U_p úbytek napětí na odporu R . Volíme-li hodnotu R celistvou, např. 1 Ω , odpovídá naměřené hodnotě úbytku napětí v mV již stejná hodnota proudu v [mA]. Při měření však musíme dbát na to, aby regulátor záznamové úrovně byl vytočen k zemnicímu konci, aby přesnost měření nebyla ovlivněna přítomností nf signálu.

Podobným způsobem (obr. 6) můžeme zjišťovat velikost záznamového proudu, např. pro porovnání vybuditelnosti různých záznamových materiálů. V tom případě však musí být odpojen přívod předmagnetizačního proudu.

Velikost předmagnetizace se obvykle nastavuje změnou hodnoty vazebního



Obr. 5



Obr. 6

kondenzátoru C_v (obr. 7), který spojuje oscilátor s „živým“ přívodem záznamové hlavy. U některých magnetofonů je vazební kondenzátor pevný a k regulaci předmagnetizačního proudu se používá proměnný odpor, zapojený do série s kondenzátorem C_v (na obr. 7 je vyznačen čárkovně).

Nastavení předmagnetizace

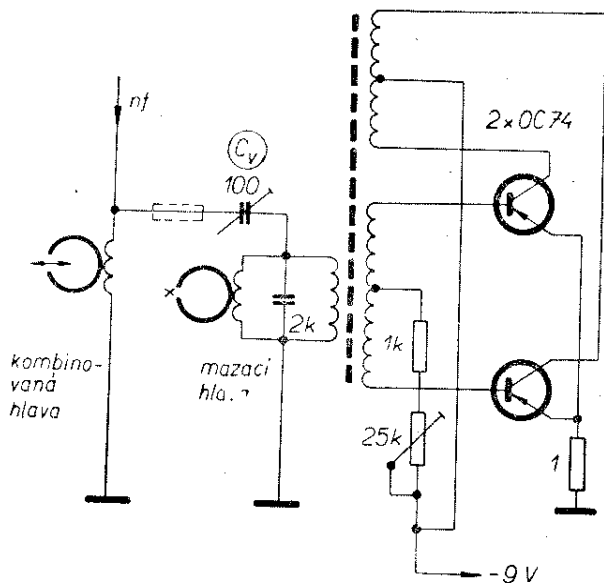
Na obr. 8 je znázorněna závislost citlivosti záznamového materiálu na předmagnetizaci a také zkreslení, které s ní souvisí. Tento vztah je zajímavý proto, že předmagnetizační proud se mnohdy nastavuje podle citlivosti záznamového materiálu. Přitom se vychází z polohy pracovního bodu v místě maxima citlivosti.

Postupuje se tak, že se nahraje několik záznamů určitého kmitočtu (1 kHz) s úrovní -10 dB při různých velikostech předmagnetizace. (Velikost předmagnetizace indikuje v tomto případě přibližně ukazatel předmagnetizačního proudu z obr. 5). Při reprodukci těchto záznamů měříme na výstupu reprodukčního zesilovače (nebo přímo za hlavou) napětí, které se nejprve zvyšuje, až dosáhne maxima, a pak se opět snižuje (křivka A_v na obr. 8). Oblast, kde je výstupní napětí největší, je současně oblastí nejvyšší

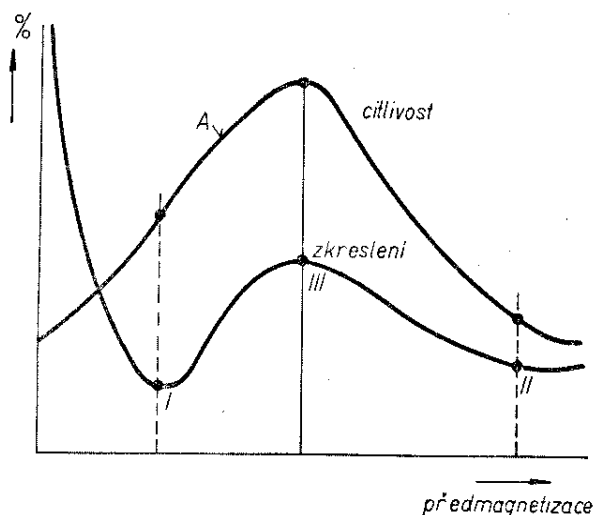
citlivosti záznamového materiálu a odpovídá optimálnímu nastavení předmagnetizačního proudu (bod III). V tomto bodě je však i největší zkreslení, které ale zůstává v přijatelných mezích. Minimální zkreslení je v bodě I, popřípadě II, kde však je citlivost a tedy i výstupní napětí přibližně poloviční.

Nastavení mazacího proudu

O nastavování mazacího proudu platí, že musí být tak velký, aby dokonale smazal nahraný záznam. Není-li tato podmínka splněna, je třeba zvýšit výkon oscilátoru. Mazací proud můžeme měřit stejně jako předmagnetizační. Rozdíl je jen v tom, že odpor $1\ \Omega$, na němž měříme úbytek, zapojíme mezi zem a „studený“ konec mazací hlavy. Vysokofrekvenční mazací proud se bude pohybovat kolem 100 až 150 mA, zatímco předmagnetizační má být asi desetkrát až dvacetkrát menší. Kmitočet mazacího proudu se volí v rozmezí mezi 30 až 70 kHz. Nižší kmitočet je vhodný pro mazací hlavy, jejichž jádro je složeno z jednotlivých plechů a má tedy dost velké ztráty vířivými proudy, které se při stoupajícím kmitočtu zvyšují. Proto se vyšší kmitočet mazacího proudu volí u těch magnetofonů, které mají feritové mazací hlavy s nižšími ztrátami.



Obr. 7



Obr. 8

Závěrem je ještě třeba připomenout, že při přechodu ze staršího, méně jakostního záznamového materiálu na novější je u většiny magnetofonů třeba znovu seřídít předmagnetizační proud. Přitom požadavek zdvihu vysokých kmitočtů lze splnit pouhým zvětšením předmagnetizačního proudu – ovšem za předpokladu, že efektivní šterbina kombinované hlavy bude menší než $8\text{ }\mu\text{m}$. Kromě toho

je nutné – vzhledem k větší citlivosti moderních pásků – změnit i nastavení indikátoru vybuzení. To proto, že k dosažení téhož výstupního napětí stačí budít záznamový materiál menším proudem a tedy i menším vstupním napětím, což se příznivě projeví ve snížení nelineárního, kmitočtového i intermodulačního zkreslení.

Úprava magnetofonu Sonet B3

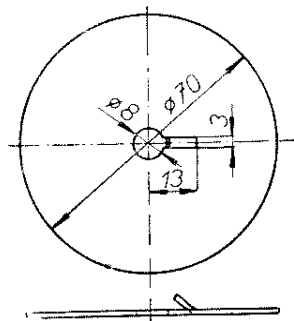
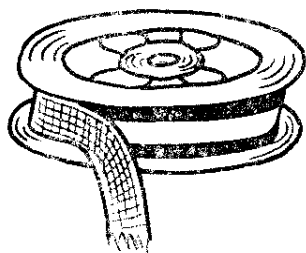
Před časem jsem si koupil magnetofon Sonet B 3, který se v provozu dobře osvědčil, nebyl jsem však spokojen s rychlým převíjením pásku. Při zapnutí rychloběhu je pásek velmi namáhán, protože musí uvést do pohybu odvíjecí cívku, která je brzděna. Toto zrychlení je velké, neboť rozběh je okamžitý. Namáhání pásku je zvláště velké tehdy, kdy navíjecí cívka je téměř plná a odvíjecí prázdná. Plynulý rozběh při rychloposuvu mají zajistit spojky umístěné u obou unášecích cívek. Jsou však příliš tuhé a zadírají se, takže při rozběhu neproklouznou. K proklouznutí této spojky je třeba velkého krouticího momentu. Když je však již spojka v prokluzu, je krouticí moment, který je schopna přenášet, mnohem menší. Mechanika magnetofonu B 3 je shodná s magnetofonem Sonet Duo, kde však situace nebyla zdaleka tak nepříznivá, protože u starších typů se používaly pásky dvojnásobné tloušťky a tedy také odolnější proti vytažení. U magnetofonu B 3, kde se používají pásky s dvojnásobnou hrací dobou, je nutné zajistit

plynulost rozběhu a snížit namáhání pásku na minimum. Tento požadavek je respektován u nového typu magnetofonu B 4, podle kterého jsem upravil spoj-

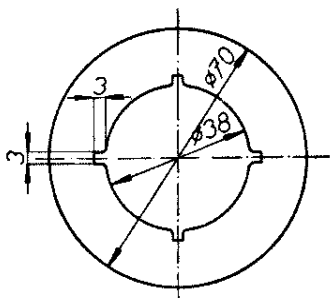
ky u svého Sonetu B 3. Tuto úpravu doporučuji i majitelům starších typů (Sonet Duo). Úprava není náročná a kromě jedné operace na soustruhu vystačíme s lupenkovou pilkou a pilníkem.

DEMONTÁŽ SPOJKY

Pro méně zkušené amatéry popíši demontáž poněkud podrobněji. Po sejmutí knoflíku regulátoru hlasitosti odšroubujeme čtyři šrouby v rozích horního panelu a šroub přidržující kryt hlav. Panel sejmem, vyvlékne konce lanek, která ovládají brzdy, odšroubujeme příchytky, které drží lanovody a vyjmem oba unášecí kotouče. Spojky rozebereme vyjmutím pojistek na spodní straně dutých hřídelů unášeců. Na těle spojky v místě styku s hliníkovým odlitkem je u nověj-



Obr. 1 — Kotouč spojky (materiál: plech 1 mm dural nebo ocel)



Obr. 2 — Kotouč spojky (materiál: umakart)

ších typů nalepen kotouček z plastické hmoty. Odtrhneme jej a bakelit očistíme smirkem od zbytků lepidla. U starších magnetofonů byla spojka bez obložení, takže práce odpadá.

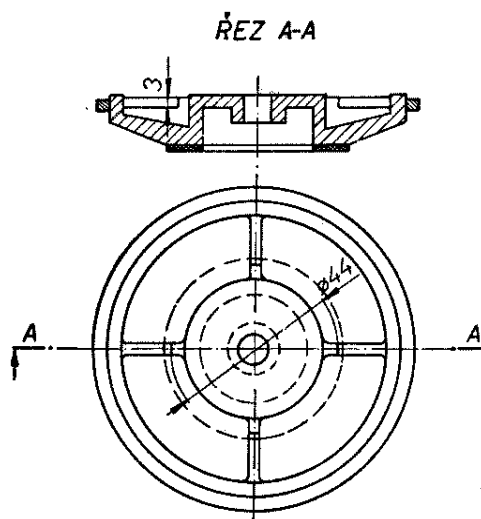
ÚPRAVA TĚLA SPOJKY

Bakelitové tělo spojky je vyztuženo žebry, která musíme snížit tak, jak je vyznačeno na obrázku. Hloubku vybrání můžeme udělat větší a při sestavování upravené spojky nastavit výšku podložním. Na přesnosti soustružení příliš nezáleží, protože drobné nepřesnosti vyrovná plstěné obložení. Vybrání uděláme na soustruhu při vysokých otáčkách a malé tříse.

NOVÉ DÍLY

Nové díly, které musíme vyrobit, jsou v podstatě tři pro každou spojku. První je mezikruží vyříznuté ze zbytků umakartu, který je levně k dostání v prodejnách železářství. Rozměry mezikruží jsou na obrázku. Velikost zářezů pro unášení přizpůsobíme upravenému tělu spojky; kotouček musí jít lehce zasunout do vybrání v žebrech a nemá mít zbytečnou vůli.

Druhý díl vyřízneme z plechu a upravíme podle obrázku. Jazyček zhotovíme raději širší a po jeho vyhnutí jej upravíme pilníkem tak, aby zapadl do výstupku ve spodní straně hliníkového odlitku. Na výrobu kotoučku je nejlepší tvrdší hli-



Obr. 3 — Tělo spojky

nikový plech nebo dural (pozor při ohýbání jazyčku). Na okraj zdrsněného kotouče nalepíme Resolvanem plstěné obložení asi 8 mm široké. Použijeme ne příliš tvrdou plst tloušťky asi 3 mm (při mírném stlačení). Lepidla nesmí být mnoho, aby se plst nenasytila a neztvrdla.

Třetím dílem je pružina. Starou pružinu nelze použít, protože je příliš silná. Novou pružinu navineme z ocelové struny o $\varnothing 0,8$ mm. Její rozměry jsou shodné se starou, jen počet závitů zvýšíme na pět.

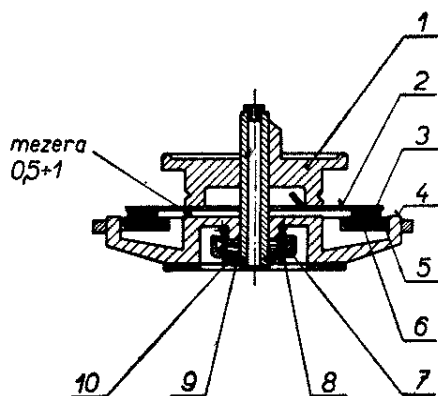
MONTÁŽ

Sestava spojky je vidět na obrázku. Na hliníkový odlitek nasadíme kovový kotouček s obložení tak, aby jazyček zapadl do vybrání v odlitku. Mezikruží z umakartu vložíme do bakelitového těla lesklou stranou nahoru, pod mezikruží dáme podložku vystřiženou z tenké lepenky.

Výšku podložky volíme tak, aby po sestavení spojky byla mezera mezi kovovým kotoučem a bakelitovým tělem v rozmezí $0,5 \div 1$ mm. Mezera je na obrázku označena šipkou. Před definitivním sestavením spojky mírně namažeme hřídel unášeče vazelínou. Pružinu přitiskneme držákem a zajistíme pojistkou, pod níž jsme vložili podložku.

NASTAVENÍ

Před opětnou montáží spojek do magnetofonu zkontrolujeme, jsou-li umaplexové kotoučky, na nichž spojky v magnetofonu spočívají, na povrchu dokonale lesklé. Není-li jejich povrch lesklý, je pásek při převíjení nadměrně brzděn. Kotouče můžeme vyjmout a přeleštit měkkým hadříkem a zubní pastou (leštíme ve směru poškrábání). Po vyleštění otřeme kotouče vlhkým hadříkem. Při montáži spojek dbáme, aby plstěné obložení na spodní straně bakelitového těla spojky



Obr. 4 — Sestava spojky

1 — unášec cívky, 2 — kotouč spojky (kovový), 3 — spojkové obložení, 4 — tělo spojky, 5 — kotouč spojky (umaplex), 6 — podložka, 7 — pružina, 8 — držák pružiny, 9 — pojistka, 10 — podložka

bylo čisté a prosté všech tvrdých částí. Připojíme opět lanka pro ovládání brzd a ještě před připevněním krytu magnetofonu nasadíme cívku s páskem. Nejprve založíme plnou cívku na levou stranu a magnetofon zapneme na normální přehrávání. Přitom sledujeme, navíjí-li se pásek přesně do středu navíjecí cívky. Pokud tomu tak není, vyjmeme opět pravou spojku, sundáme řemenek, vyjmeme řemeničku a výšku upravíme vyjmutím nebo přidáním podložek pod řemeničku. Navíjí-li se pásek příliš blízko ke spodnímu čelu cívky a jsou-li všechny podložky vyjmuty, opilujeme dosedací část řemeničky. Nejprve však zkontrolujeme, není-li příliš velká mezera

mezi hliníkovým kotoučem a bakelitovým tělem spojky (na obrázku označeno šipkou). Je-li výška cívky správná, vyzkoušíme



rychlé převíjení zpět při levé cívce plné a pravé téměř prázdné. Zapneme rychlé převíjení zpět a sledujeme rozběh. Je-li rozběh okamžitý, uvolníme pružinu v levé spojkce. Nejlépe je nastavit spojku tak, aby se pásek při nepatrném přibrzdění pravé cívky nerozběhl. Před tímto nastavováním se doporučuje nechat obě spojky chvíli proklouzávat, aby se obložení zaběhlo (zapneme rychloposuv a navíjecí cívku rukou zabrzdíme). Celý postup nastavování opakujeme i v opačném směru; na pravou stranu dáme plnou cívku a na levou stranu prázdnou. Výšku levé spojky upravíme tak, aby se pásek navíjel do středu cívky a pak nastavíme správné předpětí pružiny v pravé spojkce. Po správném nastavení — jak ukázaly zkoušky — nebude magnetofon zbytečně ničit pásy. Než však nasadíme kryt magnetofonu, ještě se přesvědčíme, jsou-li na konektoru pro připojení gramofonu propojeny špičky 1 a 3. U starších magnetofonů B 3 nebylo toto propojení provedeno, takže při nahrávání ze stereofonního gramofonu se nahrával jen signál z jednoho snímacího krystalu.

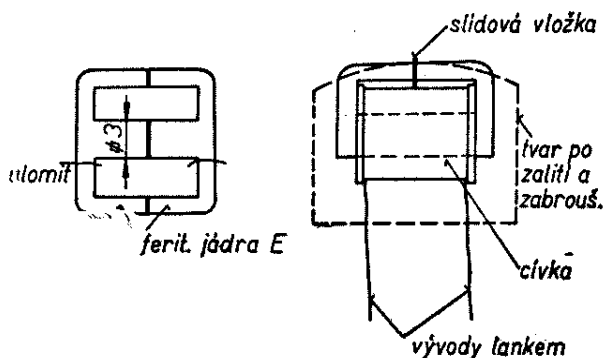
A ještě jednu úpravu, která se dá snadno provést. Při přepnutí magnetofonu na rychlost 4,75 cm/s se přepíná motor na poloviční otáčky, ale při zapojení rychloposuvu se automaticky přepojí na plné otáčky. Odstraníme-li tuto automatiku, získáme dvě rychlosti pro převíjení, což je někdy výhodné. Úprava spočívá ve vyjmutí hřídele s kladičkou pod levým ovládacím šoupátkem. Tato kladička, upevněná na rameni přepínače rychlosti, ovládá přepínání motoru nezávisle na poloze tlačítek rychlosti. Po této úpravě máme možnost volit původní nebo poloviční rychlost převíjení. Ostatní funkce zůstávají beze změny.

Petr Kadlec

Mazací hlavička pro tranzistorový magnetofon

Na trhu je dnes již poměrně bohatý sortiment magnetofonových hlaviček, těžko však sháníme mazací hlavičku pro dvoustopý tranzistorový magnetofon. Hlavička k magnetofonu Sonet se nehodí, protože má příliš velkou impedanci k napájení z tranzistorového oscilátoru. Vhodnou hlavičku si však můžeme s minimálními náklady zhotovit sami.

Jako polotovary slouží dva kusy feritového E jádra, které jsou běžně k dostání v radiotechnických prodejnách. Jádro nejprve upravíme podle obrázku; opatrně je přelomíme tak, abychom dostali jednoduché jádro tvaru C. Lom zabrousíme do roviny na karborundovém brousku. Pak zhotovíme z lesklé lepenky



jednoduchou kostřičku, na kterou navineme pro požadovanou indukčnost 2,5 mH 110 závitů drátem o \varnothing 0,20 mm CuP. Do navinuté cívečky zasuneme poloviny jádra a mezi jejich čela vložíme slídovou destičku tloušťky asi 0,3 mm, která vytvoří pracovní šterbinu hlavy. Tuto sestavu pak stáhneme a zajistíme nití. Formu na zalití zhotovíme nejlépe z tenkého plechu. Sestavenou hlavičku do ní vložíme čelem dolů a zalijeme Epoxy 1200. Po dokonalém zatvrdnutí strhne formu a čelo hlavičky zabrousíme do oblého tvaru na jemném smirkovém papíře (na broušení laku). Nejjemnější druh smirkového papíru nám poslouží i ke konečnému přeleštění povrchu.

Hlavička je vhodná např. pro úpravu magnetofonu Start podle AR 9/65, nepožadujeme-li čtyři stopy. Střídavým mazáním se značně zvýší dynamika záznamu. U magnetofonu z AR 5, 6/65 ji připojíme přímo na vinutí III; ke žhavicímu vlákně DM71 musíme však připojit odpor 82 Ω , protože vzroste proud tranzistoru. Pokud potřebujeme hlavičku jiné indukčnosti, vypočteme přibližně počet závitů podle vzorce

$$N = \frac{L}{2 \cdot 10^{-4}} \quad [z; \text{mH}]$$

Arthur Novák

Jak a čím pořídit jakostní záznam

Je zcela pochopitelné, že to byl právě magnetický záznam zvuku, který poskytl amatérským pracovníkům možnost poměrně jednoduchými prostředky pořídit vlastní záznamy. A ti, kteří se těmito problémy začali vážněji obírat, brzy přešli od záznamů řeči – obvykle projevů nejbližších příbuzných – ke komplikovanějším záznamům, popř. k hudebním nahrávkám, pořizovaným jak v soukromí, tak i na veřejných vystoupeních různých skupin a sólistů. A i když zpočátku byli se svými záznamy celkem spokojeni, později, když ke svým nahrávkám začali přistupovat kritičtěji, nebo je dokonce

zkoušeli porovnávat s profesionálními snímky, začali v nich nacházet četné nedostatky.

Naším úkolem je v následujících statích shrnout základní podmínky, které je nutné znát a splnit, abychom dosáhli jakostních nahrávek.

MIKROFONY

To je první článek našeho záznamového řetězce. A řekněme si ihned, že je to článek nejdůležitější, který zásadním způsobem ovlivní všechny naše záznamy.

Je proto třeba všimnout si jich trochu blíže a seznámit se s jednotlivými druhy a jejich vlastnostmi.

V praxi se setkáváme se třemi základními druhy mikrofonů, a to:

a) s mikrofonem krystalovým (piezoelektrickým),

b) s mikrofonem dynamickým,

c) s mikrofonem kondenzátorovým.

Každý z těchto druhů se vyznačuje určitým stupněm jakosti a lze říci, že má též vymezený okruh svého použití.

a) *Mikrofon krystalový (piezoelektrický)* – je to druh mikrofonu, který v minulých letech byl dodáván jako příslušenství k některým typům magnetofonů. Jeho elektroakustické vlastnosti však nedovolují s jeho pomocí vytvořit nahrávky lepší než průměrné jakosti. Jedinou výjimkou je mikrofon bezmembránový, jehož citlivost – podstatně snížená – však obvykle nedovoluje přímé připojení tohoto mikrofonu k magnetofonu. Pokud se nám jedná o jakostní záznam, pak se tomuto typu mikrofonu raději vyhneme.

b) *Mikrofon dynamický* – v amatérské praxi se v poslední době vyskytuje stále častěji. Je to druh mikrofonu, který tvoří příslušenství většiny současně prodávaných magnetofonů. Předem je třeba upozornit, že tento druh mikrofonů se na trhu vyskytuje ve dvou variantách. Jednak jako mikrofon tzv. vysokoimpedanční, jednak jako nízkoimpedanční. Rozdíl mezi oběma typy není ve vlastním mikrofonu – ten bývá obvykle zcela shodný – ale v tom, že vysokoimpedanční mikrofon se k magnetofonu připojuje pomocí transformátorku, který je obvykle zabudován přímo do tělesa mikrofonu. Tím dostáváme na výstupu vyšší napětí, ale nemůžeme takový mikrofon připojovat na magnetofonový vstup s malou vstupní impedancí. Naproti tomu druhý typ se k magnetofonům připojuje bez jakéhokoliv transformátorku, odevzdává podstatně nižší výstupní napětí, ale lze jej připojit i ke vstupům s velmi malou impedancí. V praxi to znamená, že typ s transformátorem je určen pro magnetofony elektronkové, typ bez transformátoru pak pro magnetofony tranzistorové. Vlastnosti obou typů jsou po-

chopitelně shodné, pokud použitý transformátor je dostatečně jakostní.

Dynamické mikrofony používané v amatérské praxi jsou vesměs cívkové a jsou poměrně velmi dobré. V oblasti vysokých kmitočtů se vyrovnají rozsahem i průběhem charakteristiky dobrým studiovým mikrofonům, horší je to však již v oblasti kmitočtů nízkých. Konstrukční hlediska nedovolují bez obtíží vyrobit takový mikrofon, který by vykazoval lineární průběh kmitočtové charakteristiky až k nejnižším použitelným kmitočtům a v praxi tyto mikrofony dosahují dolní přenosové hranice v oblasti 150 až 200 Hz, zatímco pro věrný přenos hudby se vyžaduje rozsah minimálně do 50 Hz, tj. o dvě oktávy níže. Přesto však tyto mikrofony bývají velmi výhodné pro záznam řeči a to obzvláště v akusticky neupravených prostorách, tj. v takových prostorách, které mají poměrně značně dlouhou dobu dozvuku a kde odříznutí části hlubokých kmitočtů podstatným způsobem přispívá k zvýšení srozumitelnosti mluveného slova. Pro hudební záznamy bychom však tuto skutečnost pocítovali jako nepříjemný úbytek nejnižších kmitočtů a reprodukce by se nám zdála ochuzena o „basy“. Tento druh mikrofonů se vynikajícím způsobem hodí pro všechny druhy reportáže, při nichž jsme nuceni držet mikrofon v ruce a pohybovat se.

c) *Mikrofon kondenzátorový* – je jedním z nejlepších mikrofonů pro záznam hudby a přirozeně též i řeči – ovšem v akusticky upravených prostorách. Jeho kmitočtový rozsah překrývá celé slyšitelné pásmo, průběh kmitočtové charakteristiky je vyrovnaný a u jakostních výrobků tohoto druhu nevykazuje podstatné nerovnoměrnosti. Jeho cena jej však činí běžnému amatéru těžko dostupným, neboť tento druh mikrofonů musí být vždy vázán na napáječ a předzesilovač.

Kromě popsaných druhů mikrofonů existují pochopitelně ještě další varianty, jako kupř. dynamický mikrofon páskový nebo kondenzátorový mikrofon pracující na vf principu, který pro napájení potřebuje zdroj napětí 8 V při odběru 5 mA (a žádné další zařízení), ale

to je pro běžného amatéra těžko dostupné vybavení.

Kromě toho, co zde bylo řečeno o vlastnostech jednotlivých druhů mikrofonů, je třeba se zmínit ještě o dalších vlastnostech, které jsou společné všem druhům mikrofonů a závisí na konstrukčním provedení mikrofonu. Jsou to takzvané směrové charakteristiky mikrofonů. Objasníme si je velmi stručně. Každý mikrofon může být totiž citlivý buď vůči změně akustického tlaku, nebo akustické rychlosti, anebo vůči oběma těmito veličinám. Zcela teoreticky vzato – a to zdůrazňuji – vykazuje mikrofon, který je citlivý vůči akustickému tlaku, všesměrovou citlivost. To znamená, že zvuk dopadající na membránu z kterékoliv strany bude v systému mikrofonu vytvářet stejné napětí. Naproti tomu mikrofon, registrující akustickou rychlost, bude vykazovat maximální citlivost zepředu a zezadu, ze stran pak bude necitlivý. Třetí typ, který bude registrovat jak tlak, tak i rychlost, bude nejcitlivější zepředu, ze stran pak již méně a zezadu vůbec ne. Prvému typu říkáme mikrofon *kulový*, druhému typu mikrofon *osmičkový* a třetímu typu mikrofon *ledvinový*.

Tyto uvedené vlastnosti jsou ryze teoretické a navíc platné pouze pro omezený rozsah kmitočtů a bezdozvukový prostor. Kupř. v praxi mikrofon s kulovou charakteristikou, tj. první typ, bude mít pro nízké a střední kmitočty prostorovou charakteristiku prakticky kulovou, avšak pro vysoké kmitočty bude jeho prostorová charakteristika úzce směrová a to v ose zpředu membrány. Obecně lze říci, že je sice účelné o těchto vlastnostech vědět, že ale obvykle v prostorách s dozvukem se směrové vlastnosti mikrofonů uplatňují jen velmi málo a že jsou rozdíly mezi jednotlivými druhy mikrofonů jen velmi obtížně postřehnutelné. To lze velmi snadno prokázat, použijeme-li kondenzátorový mikrofon s dálkově přepínatelnou směrovou charakteristikou.

Daleko důležitější je umístění mikrofonu v prostoru při nahrávce. Nejprve si musíme říci několik slov o tzv. poloměru dozvuku místnosti a o dozvuku vůbec. Nasloucháme-li kdekoliv v místnosti ně-

jakému zvukovému zdroji, dopadají do našeho ucha jednak zvukové signály přicházející přímo ze zdroje – tomu říkáme *přímý zvuk* – a jednak (s příslušným časovým zpožděním) tyto zvuky odražené od předmětů v místnosti a od stěn – tomu říkáme *dozvuk*. Každý uzavřený prostor má tedy dozvuk. Bez dozvuku je pouze otevřený plenér anebo prostory k tomuto účelu zvláště upravené – tzv. mrtvé komory. To jsou místnosti, jejichž stěny jsou pokryty zvláštními porézními hmotami, často např. ve tvaru různých jehlanů, v nichž každý dopadající zvuk je téměř zcela pohlcován. Z uvedené úvahy je zcela jasné, že v blízkosti zvukového zdroje převládá zvuk přímý a naopak ve větší vzdálenosti od zdroje naopak převládá zvuk odražený, kterému také říkáme difúzní. Vzdálenost od zdroje, ve které intenzita přímého zvuku se rovná intenzitě zvuku odraženého, nazýváme *poloměrem dozvuku*. Pokud bychom znali přesnou dobu dozvuku a objem sálu, pak lze snadno tuto veličinu vypočítat. Pro naši informaci však postačí, řekneme-li si, že kupř. v Dvořákově síni je poloměr dozvuku asi 7 m. V obytné místnosti pak podle okolností kolem 1 m. Pokud umístíme mikrofon do větší vzdálenosti od zdroje, než je uvedený poloměr dozvuku, pak nám v záznamu pochopitelně převládne difúzní akustické pole nad polem přímého zvuku, což nám sice v hudbě dává větší dojem prostoru, ale pro řeč naopak podstatně snižuje srozumitelnost. Z toho vidíme, že při záznamu řeči jsou podmínky umístění mikrofonu zcela odlišné než při záznamu hudby. Rozdíly jsou také podle druhu hudby, kterou hodláme nahrávat. Zatímco při záznamu symfonického orchestru zcela dobře můžeme umístit mikrofon do vzdálenosti větší, pak při záznamu džezové skupiny by toto zvětšení vzdálenosti mikrofonu od nástrojů mělo za následek, že by výsledný záznam ztratil charakter bezprostřednosti, neboť sólovým nástrojům džezových skupin odpovídá velmi blízké umístění mikrofonu (proto se často používá většího počtu mikrofonů, které se umísťují u jednotlivých nástrojů, nebo jejich skupin).

Lze tedy obecně říci, že pro umístění mikrofonů mají vlastnosti místnosti, ve které nahráváme, a druh nahrávaného pořadu daleko větší důležitost než směrové vlastnosti mikrofonů. K podpoření tohoto tvrzení je třeba si ještě uvědomit, že i směrové charakteristiky jednotlivých mikrofonů – měřené v bezdovukových komorách – samy zdaleka nemají ideální průběhy.

Připojování mikrofonů k magnetofonu

Jak jsme již v předchozích odstavcích řekli, liší se různé druhy mikrofonů více či méně svými vlastnostmi. Kromě rozdílů v jakosti a tím i okruhu jejich použití a kromě směrových vlastností má každý druh mikrofonu svou charakteristickou vnitřní impedanci a vyžaduje správné připojení ke spotřebiči, tedy v našem případě k magnetofonu. V zásadě zde platí ta podmínka, aby se připojením mikrofonu k magnetofonu nezměnila ani jeho kmitočtová charakteristika, ani nenastal pokles výstupního napětí. Probereme si nyní tyto příklady v praxi.

Krystalový mikrofon představuje zdroj napětí, který má charakter kondenzátoru. Kdybychom jej připojili ke spotřebiči o malém vstupním odporu, pak by vlastní kapacita mikrofonu s tímto odporem tvořila článek RC a nastával by od určitého kmitočtu úbytek nízkých kmitočtů se směrnici 6 dB na oktávu. Proto pro připojení krystalového mikrofonu musí být vstupní odpor zesilovače magnetofonu dostatečně velký, aby mezní kmitočet, od něhož pokles charakteristiky začíná, se posunul dostatečně hluboko. V této souvislosti je třeba upozornit, že v tomto případě jakost záznamu není ovlivněna délkou přívodního mikrofoniho kabelu, to znamená, že velikost kapacity tohoto kabelu nemá vliv na průběh kmitočtové charakteristiky, avšak pouze na velikost výstupního napětí mikrofonu, protože vlastně představuje paralelní kapacitu, zapojenou ke kapacitě mikrofonu. Je jasné, že dosáhne-li kapacita kabelu téže hodnoty, jakou má piezoelektrická vložka

mikrofonu, zmenší se výstupní napětí mikrofonu na polovinu napětí, které dával mikrofon při chodu naprázdno. Z toho v praxi vyplývá, že pro běžné krystalové membránové mikrofony je s ohledem na dostatečný přenos hlubokých kmitočtů nutný vstupní odpor magnetofonového zesilovače minimálně 0,5 až 1 M Ω . Je samozřejmé, že tento krystalový mikrofon z tohoto důvodu nelze použít ve spojení s tranzistorovými magnetofony, jejichž vstupní odpor je podstatně menší.

Mikrofony dynamické jsou nejužívanějším typem amatérských mikrofonů. U nich je situace zcela odlišná. Jak jsme si již řekli, setkáváme se se dvěma typy těchto mikrofonů a to s mikrofony bez transformátoru a s transformátorem. V zásadě představuje dynamický mikrofon zdroj napětí s vlastnostmi indukčnosti v sérii s činným odporem. Tedy s vlastnostmi, které by bylo možno srovnat s vlastnostmi standardního dynamického reproduktoru. Je jasné, že ani tento mikrofon nemůžeme připojit ke spotřebiči se vstupním odporem, který by byl ve srovnání s impedancí mikrofonu příliš nízký. Potom by opět vznikl vlastní článek – v tomto případě však typu LR , což by mělo za následek pokles vysokých kmitočtů. Protože však impedance vlastního systému dynamického mikrofonu bývá velmi nízká, dovoluje tento mikrofon připojení i ke spotřebiči s velmi malým vstupním odporem. V praxi se vyrábějí tyto mikrofony s impedancí mezi 50 až 500 Ω a lze je bez obtíží připojit ke spotřebiči o vstupním odporu řádu kiloohmů. To jsou prakticky všechny druhy tranzistorových magnetofonů. Je ovšem přirozené, že zdroj o tak malé impedanci odevzdává také velmi malé výstupní napětí. Proto vstupní citlivost každého tranzistorového magnetofonu je značně vysoká a bývá zpravidla kolem 0,1 mV pro plné vybuzení záznamového materiálu. Takový mikrofon bychom mohli bez jakékoliv újmy na jakosti nahrávky připojit také ke kterémukoliv vstupu elektronkového magnetofonu s vysokým vstupním odporem, avšak vzhledem k tomu, že mikrofon tohoto provedení odevzdává tak malé výstupní napětí, nemohli bychom plně vybudit záznamo-

vý materiál. Vstupní citlivost elektronkových magnetofonů s vysokým vstupním odporem se totiž pohybuje mezi 1 až 3 mV.

Proto byla vytvořena druhá varianta těchto mikrofonů a to mikrofony naprosto shodných vlastností, avšak opatřené převodními transformátorky. Ty dávají převod 1 : 8 až 1 : 15. Jejich účelem je v násobku převodu transformovat výstupní napětí mikrofonu a současně se s dvojnásobkem převodu transformuje mikrofonní impedance. Např.: bylo-li možno původní mikrofon připojit ke vstupu s impedancí 3 k Ω a odevzdával-li mikrofon na této impedanci napětí 0,1 mV, pak po připojení transformátorky s převodem 1 : 10 bude sice výstupní napětí za transformátorkem 1 mV, avšak nižší vstupní odpor, k němuž mikrofon připojíme, musí být 10²krát větší, tj. 0,3 M Ω . Proto jsou tyto mikrofony, pokud jsou opatřeny transformátory, určeny pro připojení k elektronkovým magnetofonům.

Poněkud komplikovaná je situace při používání *kondenzátorových mikrofonů*. Jak jsme již v předchozích odstavcích řekli, jsou tyto mikrofony opatřeny vlastními předzesilovači. Vlastní mikrofonní vložka kondenzátorového mikrofonu má obvykle tak malou kapacitu, že by za normálních okolností vůbec nesnesla přímé připojení přívodního kabelu, neboť by takto vzniklým kapacitním děličem nastal takový pokles výstupního napětí, že by to podstatně ovlivnilo použití mikrofonu a kromě toho malá kapacita mikrofonní vložky by vyžadovala vstupní impedanci magnetofonového zesilovače řádu stovek megaohmů, což je neproveditelné. Proto je každý takový mikrofon opatřen speciálně konstruovanými předzesilovači a ty jsou obvykle řešeny tak, že jejich výstup má velmi nízkou vlastní impedanci, neboť je použito buď transformace anebo katodových sledovačů. Proto můžeme tyto mikrofony obvykle připojovat i ke zdrojům o velmi malém vstupním odporu, tj. řádu kiloohmů.

Naskytá se tu však jiný důležitý problém. Zesilovače těchto mikrofonů bývají někdy řešeny tak, že na jejich vý-

stupu je napětí poměrně vysoké. Zde dochází k diferencím podle výrobců i různých typů těchto mikrofonů. V posledních letech se ustálila hodnota asi 2 až 4 mV/ μ bar. (Pro vysvětlení: μ bar je jednotka akustického tlaku a odpovídá přibližně akustickému tlaku, který vyvodí osoba, hovořící do mikrofonu ze vzdálenosti asi 1 m.) Z toho, co jsme si právě vysvětlili vyplývá, že ačkoliv tyto mikrofony z hlediska vstupní impedance by bylo možno připojovat i do vstupů tranzistorových magnetofonů, není to možné proto, že by jejich výstupní napětí pro tyto vstupy bylo příliš vysoké a protože záznamový zisk se vždy reguluje až za prvním tranzistorem, došlo by ihned k přebuzení prvního tranzistoru a tím k nepoužitelně zkreslenému záznamu.

Zde je možno doporučit pro připojení buď vstup rozhlasového přijímače – tzv. diodový – anebo, postačí-li citlivost, vstup gramofonní. Nevyhoví-li napětovou úrovní žádný z uvedených vstupů, pak je u tranzistorového magnetofonu nutno řešit připojení tak, že do jednoho vstupu zabudujeme dělič se sestupným poměrem asi 10 : 1 a s hodnotami asi 5 k Ω a 500 Ω .

Trikové nahrávky

Velmi mnoho amatérských „lovců zvuku“ propadá pokusům nahrát na svém přístroji vícenásobný záznam, což znamená, že by rádi zaznamenali kupř. dvojí kytarovou nahrávku, hranou jedním hráčem (systémem dvojitého záznamu). Tady si ale musíme uvědomit, že takový záznam je jen velmi těžko proveditelný dosažitelnými prostředky. V našich obchodech se sice prodává pro magnetofon Sonet-Duo takzvané trikové zařízení, které umožňuje zaznamenat do hotové nahrávky nový pořad, aniž by se původní záznam vymazal. Toho se dosahuje velmi jednoduchým způsobem a to tak, že se prostě vyřadí z funkce mazací hlava, takže druhý záznam se do prvního záznamu (již hotového) nahraje pouze s předmagnetizací. Zde je ale onen známý jakostní problém. Jakmile totiž vystavíme již hotový záznam působení před-

magnetizačního magnetického pole – ať již je přítomen nějaký signál nebo ne – pak nastane částečné odsmagnetování původního záznamu a to ještě odsmagnetování kmitočtově závislé. Kmitočty o krátkých vlnových délkách, tj. vysoké tóny, jsou odsmagnetovány podstatně více než střední a nízké kmitočty. Znamená to tedy, že se původní nahrávka nejen celkově dosti podstatně zeslabí, ale i kmitočtově znehodnotí. A pokud je magnetofon opatřen pouze jednoduchou záznamovou hlavou, pak je tento princip stejně neproveditelný, protože nemůžeme při současném záznamu druhého signálu poslouchat původní záznam, abychom dosáhli shody s rytmem první nahrávky.

Pro tyto trikové záznamy je ovšem velmi snadné řešení, a to použití dvou magnetofonů. Podmínkou je zde ovšem to, aby ten magnetofon, na nějž budeme nahrávat druhý záznam, měl dva nezávisle říditelné vstupy. Tuto podmínku splňuje ovšem dosti velký počet běžných magnetofonů.

Zapojení celé soustavy je velmi jednoduché. Výstup magnetofonu, z něhož budeme reprodukovat první nahrávku, spojíme s gramofonním vstupem druhého magnetofonu, do jehož mikrofonního vstupu připojíme mikrofon. Z prvního přístroje si ještě musíme zajistit odposlech původní nahrávky, abychom výsledný dvojitý záznam měli v naprosto přesném rytmu. Podle druhu nahrávky můžeme k reprodukci použít buď reproduktoru ve vhodné hlasitosti, anebo sluchátek. Nejprve je třeba, abychom pořídili malý časový úsek zkušební záznamu, který je nezbytný pro nastavení správných poměrů hlasitosti obou kanálů. Když máme vše dokonale odzkoušeno, začneme se záznamem „naostro“. Uděláme-li chybu nebo zkazíme-li přepis jiným způsobem, nic se nestane, oba magnetofony vrátíme zpět a začneme znovu. Tímto způsobem můžeme pořádat i vícenásobný záznam a jestliže naše přístroje jsou dobré jakosti, pak i konečný záznam může být ještě velmi dobrý.

Zdálo by se tedy, že trikový doplněk k magnetofonu Sonet-Duo není prakticky použitelný. Tak tomu ovšem není; jestliže se nehodí pro ty nahrávky, o nichž

jsme právě hovořili, pak jej lze s poměrně uspokojivým výsledkem použít pro jiný obor nahrávání, který často zajímá ty, kteří mají jako svého koníčka barevné diapozitivy a jejich projekci. Je velmi dobře známo, že promítáme-li po dovolené různým přátelům a známým sérii našich snímků, že nás již velmi unavuje stále opakovat vysvětlující text. Daleko účelnější v takovém případě je nahrát doprovodný text na magnetofonový pásek a podložit jej hudbou. Pokud máme dokonce automatický diaprojektor, pak se o průběh promítání vůbec nemusíme starat a vše se řídí zcela samo.

Ani v amatérské kinematografii – pokud promítaný film není příliš dlouhý anebo pokud máme možnost synchronizace projektoru s magnetofonem – není tento způsob dvojitého záznamu bez významu. Postup při zhotovení této nahrávky je jednoduchý. Nejprve si nahrajeme doprovodnou hudbu, kterou volíme takovou, jaká svým charakterem odpovídá žánru předváděného filmu nebo diapozitivů. Pak musíme tento záznam doplnit komentářem. To ovšem vyžaduje poměrně pečlivou přípravu textu. Pokud se jedná o projekci diapozitivů, pak si nejdříve zvolíme vhodnou rychlost sledu jednotlivých snímků a podle něho čteme doprovodný text. Lze doporučit, aby při tomto záznamu bylo trikové zařízení trvale zapnuto, protože amplitudové skoky při zapnutí trikového zařízení a při jeho vypnutí jsou velmi nepříjemné. Zvolíme-li vhodnou záznamovou úroveň doprovodné hudby – přičemž samozřejmě počítáme se zeslabením při trikové nahrávce – pak celý záznam působí velmi přijatelným dojmem.

Poněkud větší komplikace nastane, chceme-li ozvučit podobným způsobem film. První podmínkou je zajištění synchronizace běhu projektoru s magnetofonem. Takový synchronizátor existuje i na našem trhu – typ SM 8. Pracovní postup při záznamu je pak dosti podobný jako v případě diapozitivů, avšak protože komentujeme dění na filmu, musíme hovořit při běžícím projektoru a každý projektor vydává určitý hluk. Nejlepším řešením v takovém případě je, máme-li třeba dveře se skleněnou výplní, natáh-

nout přes ni pauzovací papír a promítat z vedlejší místnosti. Před odhlučňováním projektoru, příkrývkami lze co nejdůrazněji varovat, nechceme-li způsobit požár nebo tepelné poškození projektoru (v nejmírnějším případě). Nemůžeme-li projektor z jakéhokoliv důvodu odstranit z místnosti, ve které pořizujeme záznam, pak je třeba stanoviště mikrofonu co nejvíce od projektoru vzdálit a popřípadě akusticky utlumit prostor kolem mikrofonu – příkrývkami nebo pod. Kromě toho musíme zmenšit zisk záznamového zesilovače a mluvit do mikrofonu poměrně zblízka.

Trikové nahrávky různých zvuků

Při ozvučování filmů, diapozitivů nebo i při jiných příležitostech setká se amatér často s nutností vytvořit doplňující zvukovou kulisu a nemá k dispozici originální projev. I v profesionální praxi se v různých případech používá imitovaných zvuků a nebude na škodu, povíme-li si na tomto místě, jak se některé takové zvuky vytvářejí:

děšť – potřepáváme sítem, naplněným suchým hráškem, anebo potřepáváme zrnka rýže v nádobce z plastické hmoty
výstřel – udeříme pravítkem na stůl (puška),
udeříme na desku stolu tlustým svazkem novin (dělo)
zvonění mečů – klepáním dvěma vidličkami o sebe
hlas telefonního charakteru – hovoříme do pohárku z plastické hmoty anebo do trubky
bouchnutí dveří vozu – prudce zavřeme větší knihu
skokan z věže (plavecké) – sáček s pískem hodíme z větší výšky do naplněné vany. V kachlíkové koupelně to činí dojem skoku v krytých lázních. Pro získání efektu volné přírody opakujeme totéž, přičemž otevřeme okna a dveře koupelny nebo použijeme plechové vany ve volném terénu (zahrada, dvůr, balkon)
srážka – větší množství plechových a skleněných tabulek pustíme dohromady na tvrdou podložku

trhání oděvu – trháme staré hadříky
vítr – zvolna vypouštíme vzduch z míče, anebo posouváme kusem hedvábí přes větší počet desek z měkkého dřeva (v nouzi i přes hranu stolu)

vlny (příboj) – pohybujeme rukou ve vodou naplněné nádobě (umyvadle)

pronikání pralesem – lámeme makarony
kroky (v lese) – v příslušném rytmu mačkáme sbalené kusy starého magnetofonového pásu

ve sněhu – v rytmu mačkáme malý igitový sáček s bramborovou moučkou

na písku – v rytmu posouváme prstem po cukru, který je v malé vrstvě nasypán na papírovou podložku

svištění lyží – posouváme ploché prkénko po koberci nebo po sametové látce, přičemž přibližujeme a pak vzdalujeme mikrofon

dušot koňských kopyt – v daném rytmu poklepávat dvěma kokosovými ořechy anebo pingpongovými míčky o tvrdou podložku.

Obalíme-li kokosy látkou, dostaneme zvuk kopyt na měkké půdě

kulomet – rychle poklepáváme klávesou psacího stroje a pak reprodukuje dvojnásobnou rychlostí

poход – v daném rytmu mačkáme a potahujeme celofán

zvuk rozjíždějící se lokomotivy – se zrychlujícím se rytmem foukáme do malého kelímku

hrom – silně zatřeseme plechovou tabulí, která má velikost alespoň 1 m². Jiný způsob je klavírní akord, reprodukováný poloviční rychlostí

Těchto „umělých zvuků“ můžeme vyrobit ještě celou řadu. Uvedené příklady měly být vodítkem a nápaditý amatér je nejen zlepší, ale doplní řadou dalších akustických projevů, které nebudou k rozeznání od skutečnosti. Zde musíme ještě připomenout, že třeba svištění větru prakticky nelze zaznamenat v originále, protože kromě typického svištivého zvuku vždy zaznamenáme neodlučitelně také nepříjemný zvuk zahlcování mikrofonu. V takovém případě – a i v řadě jiných – je uměle vyrobený zvuk podstatně lepší originálu.

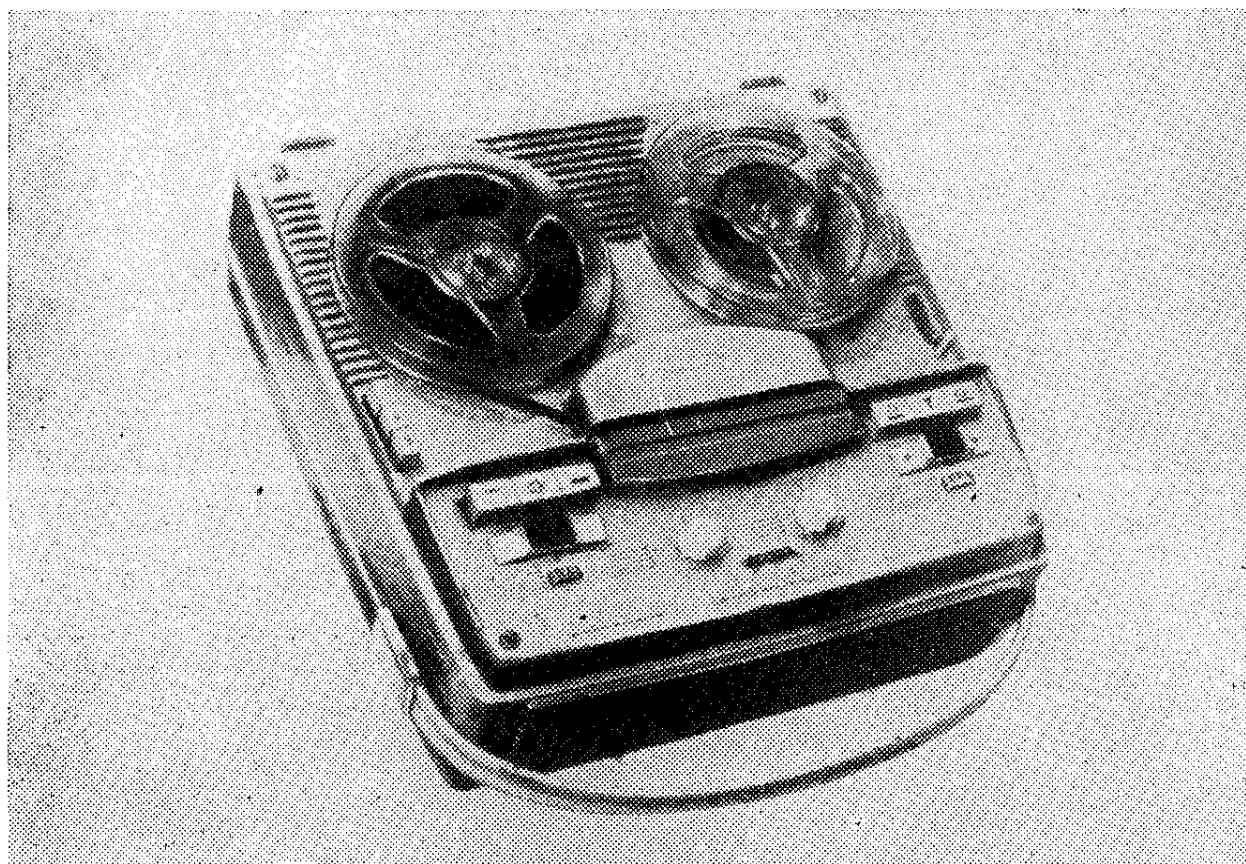
Naše tranzistorové magnetofony

Aby si mohl čtenář učinit názornou představu o jakostních parametrech magnetofonu popisovaného v tomto čísle RK, uvedeme v následujícím přehled magnetofonů osazených tranzistory, které jsou u nás na trhu. U každého přístroje popíšeme jeho základní charakteristické vlastnosti. K těmto přístrojům bude připojen ještě popis špičkového magnetofonu zahraniční výroby, rovněž tranzistorového, s univerzálním napájením (tj. jak pro provoz na baterie, tak i na síť).

TESLA - PŘELOUČ, n. p., B 4

Popis: Třírychlostní magnetofon, osazený výhradně tranzistory, pro čtvrtstopý záznam. Magnetofon je určen pouze pro provoz na síť. Ovládání tohoto magnetofonu je zčásti tlačítky, zčásti šoupátky. Jak udává výrobce, mechanika magnetofonu dovoluje bez

nejmenšího nebezpečí používat i nejtenčí pásky. Přítlačná kladka magnetofonu je ovládána pomocí elektromagnetu, což dává možnost dálkového ovládání chodu vpřed a zastavení. Indikace záznamové úrovně (úrovně vybuzení záznamového materiálu) je provedena pomocí ručkového indikátoru, jemuž lze vytknout pouze nedostí profesionální vnější vzhled. Vstupní obvody magnetofonu jsou upraveny pro možnost připojení dvou zdrojů, které je možno vzájemně směšovat. Při záznamu dává tento magnetofon možnost hlasitého odposlechu nahrávaného pořadu a tuto hlasitost je možno regulovat. Přístroj je též vybaven automatickým zastavením na konci pásky pomocí kovové fólie; toto zařízení bohužel nefunguje při převíjení, kde by bylo obzvláště vítané. Vestavěné trikové tlačítko umožňuje dvojí nahrávku, jak bylo výše popsáno. Až na poměrně choulostivou a dosti komplikovanou mechaniku je tento přístroj velmi dobrým repre-



zentantem naší výroby. Zaslouhoval by pouze trochu lepší povrchovou úpravu, kterou tak závidíme zahraničním výrobkům a která je – zdá se – dosud našim výrobcům nedosažitelná. Poměrně značným nedostatkem tohoto typu – B 4, i typů B 41 a B 42 je, že nemají pojistné tlačítko záznamu, takže může při neopatrném zacházení dojít k nechtěnému smazání záznamu.

Technické údaje

Rychlost posuvu:

2,38 4,76 9,53 cm/s

Kolísání rychlosti:

$\pm 0,5$ $\pm 0,3$ $\pm 0,2 \%$

Kmitočtový rozsah:

100 až 4000 60 až 8000 50 až 16 000 Hz

Dynamika:

40 40 45 dB

Vstupní napětí:

| | |
|--------------|----------------|
| pro mikrofón | impedance |
| 0,8 mV, | 4 k Ω |
| pro gramofon | impedance |
| 300 mV, | 1,5 M Ω |
| pro radio | impedance |
| 1,6 mV, | 4 k Ω |

Výstupní napětí:

| | |
|---------------|----------------------|
| pro zesilovač | impedance |
| 0,5 V, | 10 k Ω |
| pro sluchátka | impedance |
| 0,8 až 2,5 V, | 500 až 4000 Ω |

Výstupní výkon:

3 W (1,5% zkreslení)
4,5 W (10% zkreslení)

Vnější reproduktor:

4 Ω

Napájení:

120 nebo 220 V, 50 Hz

Spotřeba:

30 W max.

Rozměry:

32 \times 30 \times 12 cm

Váha:

7 kg

TESLA - PŘELOUČ, n. p., B 41

Popis: Tento magnetofon je rovněž osazen výhradně tranzistory a lze říci, že je koncepčně v podstatných částech shodný s typem B 4. Ovládání magnetofonu je provedeno také částečně tlačítky a částečně šoupátky. Jako typ B 4, také tento přístroj je určen výhradně na síťové napětí. Přítlačná kladka, ovládaná elektromagneticky, dovoluje dálkové ovládání chodu vpřed a zastavení. Jinak je v ostatních částech shodný s typem B 4, od něhož se liší pouze tím, že má jedinou posuvnou rychlost vpřed a záznam je půlstopý. Také tento magnetofon dovoluje použít libovolné záznamové materiály. Není třeba výslovně podotýkat, že pásky ORWO typ C, CR nebo CH se pro tyto přístroje nehodí.

Technické údaje

Rychlost posuvu:

9,53 cm/s

Kolísání rychlosti:

$\pm 0,2 \%$

Kmitočtový rozsah:

40 až 15 000 Hz

Dynamika:

50 dB

Vstupní napětí:

| | |
|--------------|-----------------|
| pro mikrofón | impedance |
| 0,8 mV, | 5 k Ω |
| pro gramofon | impedance |
| 300 mV, | 1,5 M Ω |
| pro radio | impedance |
| 1,2 mV, | 10 k Ω |
| směšovač | impedance |
| 0,5 V, | 0,15 M Ω |

Výstupní napětí:

| | |
|---------------|----------------------|
| pro zesilovač | impedance |
| 0,6 V, | 10 k Ω |
| pro sluchátka | impedance |
| 0,8 až 2,5 V | 500 až 4000 Ω |

Výstupní výkon:

2 W (10% zkreslení)



Vnější reproduktor:
4 Ω

Napájení:
120 nebo 220 V, 50 Hz

Spotřeba:
25 W max.

Rozměry:
32 × 30 × 12 cm

Váha:
6,5 kg

TESLA - PŘELOUČ, n. p., B 42

Tento magnetofon je v podstatě shodný s předchozím typem. Rozdíl mezi oběma spočívá v tom, že magnetofon B 42 je určen pro čtvrtstopý záznam. V praxi to znamená, že sice využíváme dvojnásobně hrací doby pásku, ovšem za cenu nepatrně zhoršené jakosti záznamu a podstatně větší náchylnosti k snížení jeho kvality při použití horších nebo opotře-

bovaných – „vytahaných“ – záznamových materiálů.

Technické údaje:

Rychlost posuvu:
9,53 cm/s

Kolísání rychlosti:
± 0,2 %

Kmitočtový rozsah:
45 až 15 000 Hz

Dynamika:
45 dB

Vstupní napětí:

| | |
|--------------|----------------|
| pro mikrofon | impedance |
| 0,2 mV, | 5 k Ω |
| pro gramofon | impedance |
| 300 mV, | 1,5 M Ω |
| pro radio | impedance |
| 1,3 mV, | 10 k Ω |
| směšovač | impedance |
| 0,7 V, | 0,5 M Ω |



Výstupní napětí:

| | |
|---------------|---------------|
| pro zesilovač | impedance |
| 0,6 V, | 10 kΩ |
| pro sluchátka | impedance |
| 0,8 až 2,5 V, | 500 až 4000 Ω |

Výstupní výkon:

2 W (10% zkreslení)

Vnější reproduktor:

4 Ω

Napájení:

120 nebo 220 V, 50 Hz

Spotřeba:

27 W max.

Rozměry:

32 × 30 × 12 cm

Váha:

6,5 kg

TESLA - LIBEREC, n. p., URAN

Popis: Jedná se o magnetofon, který je určen sice pro provoz z baterií, ale pomocí síťového napáječe může být též

připojen na světelnou síť. Je dvourychlostní a s půlstopým záznamem. Ovládání magnetofonu je tlačítkové a to je také jedna z jeho hlavních konstrukčních závad, neboť tlačítková souprava je konstrukčně velmi nedokonalá, poruchová a má neobyčejně těžký chod. Indikace úrovně vybuzení záznamového materiálu je podobně jako u ostatních magnetofonů provedena ručkovým indikátorem, nahrávaný pořad je možno současně odposlouchávat a hlasitost tohoto odposlechu je možno regulovat. Magnetofon je sice určen pro provoz s cívkami o průměru 11 cm, ale pokud nezavíráme horní víko, lze použít i cívek o průměru 13 cm. Podivná je skutečnost, že výrobce doporučuje pásek ORWO CR 35, zatímco při použití jakostních materiálů, jako AGFA PE 41 nebo BASF LGS 35 lze dosáhnout podstatně lepších výsledků při nahrávání, které jsou v možnostech tohoto přístroje. Vypadá to, jako by výrobce o existenci jakostních záznamových materiálů nebyl informován.

Zvláštní kabel umožňuje napájení z automobilové baterie 12 V. Napájecí napětí 9 V je stabilizováno Zenerovou diodou.

Celkově je možno říci, že i když tento přístroj představuje oproti dřívějším výrobkům tohoto podniku značný pokrok, přesto jej nelze zařadit mezi jakostní magnetofony, dokud výrobce neodstraní zásadní konstrukční nedostatky (např. u tlačítkové soupravy).

Technické údaje

Rychlost posuvu:

4,76 9,53 cm/s

Kolísání rychlosti:

± 0,5 ± 0,4 %

Kmitočtový rozsah:

50 až 8000 50 až 12 000 Hz

Dynamika:

45 dB

Vstupní napětí:

pro mikrofon impedance
0,4 mV, 1 kΩ

pro radio impedance
10 mV, 22 kΩ

Výstupní napětí:

pro zesilovač impedance
0,5 V, 22 kΩ

Vnější reproduktor:

4 Ω

Výstupní výkon:

0,7 W (zkreslení výrobce neudává)

Spotřeba:

2 W

Napájení:

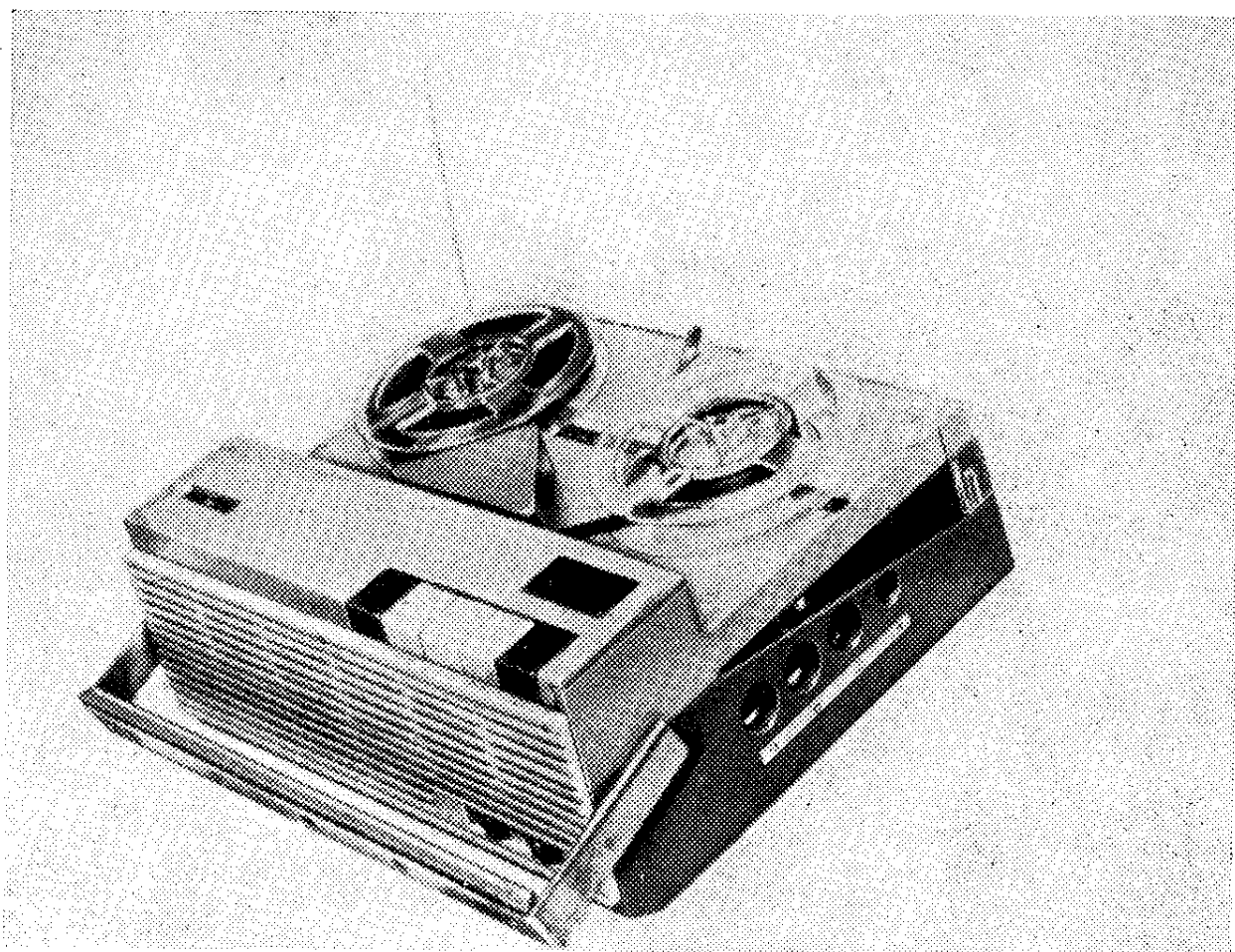
6 monočlánků nebo síť 120/220 V, nebo
12 V vnější baterie

Rozměry:

27 × 21 × 10 cm

Váha:

4 kg



PHILIPS - EINDHOVEN, RK 66

Popis: Tento magnetofon je nejdražším tranzistorovým přístrojem výše uvedené firmy a od nedávna se vyskytuje také na našem trhu. Je rovněž čtyřrychlostní, ale čtvrtstopý a je určen pouze pro síťový provoz. Veškeré ovládání tohoto přístroje je mechanické, tlačítkové. Tlačítková souprava tohoto magnetofonu je výborně provedena a má neobvykle lehký chod – ve srovnání s výrobky kupř. firmy Grundig. Tento magnetofon umožňuje směšování dvou signálů při záznamu, dále dává možnost odposlechu zaznamenávaného pořadu, indikace záznamové úrovně je provedena, jako u většiny tranzistorových magnetofonů, ručkovým indikátorem. Umožňuje stereofonní záznam i reprodukci a je opatřen dvěma úplnými koncovými stupni. Jeden je ukončen reproduktorem v čele skříňky, druhý pak reproduktorem

rem v odnímatelném víku. Jako většina magnetofonů této firmy, i tento přístroj má přepínání do polohy ZESILOVAČ, kdy ho lze použít jako zesilovače pro reprodukci kupř. gramofonových desek. Výhodné je i to, že lze použít cívek až do průměru 18 cm.

Technické údaje

Rychlost posuvu:

2,4 4,75 9,5 19 cm/s

Kolísání:

neuvedeno $\pm 0,2 \%$

Kmitočtový rozsah:

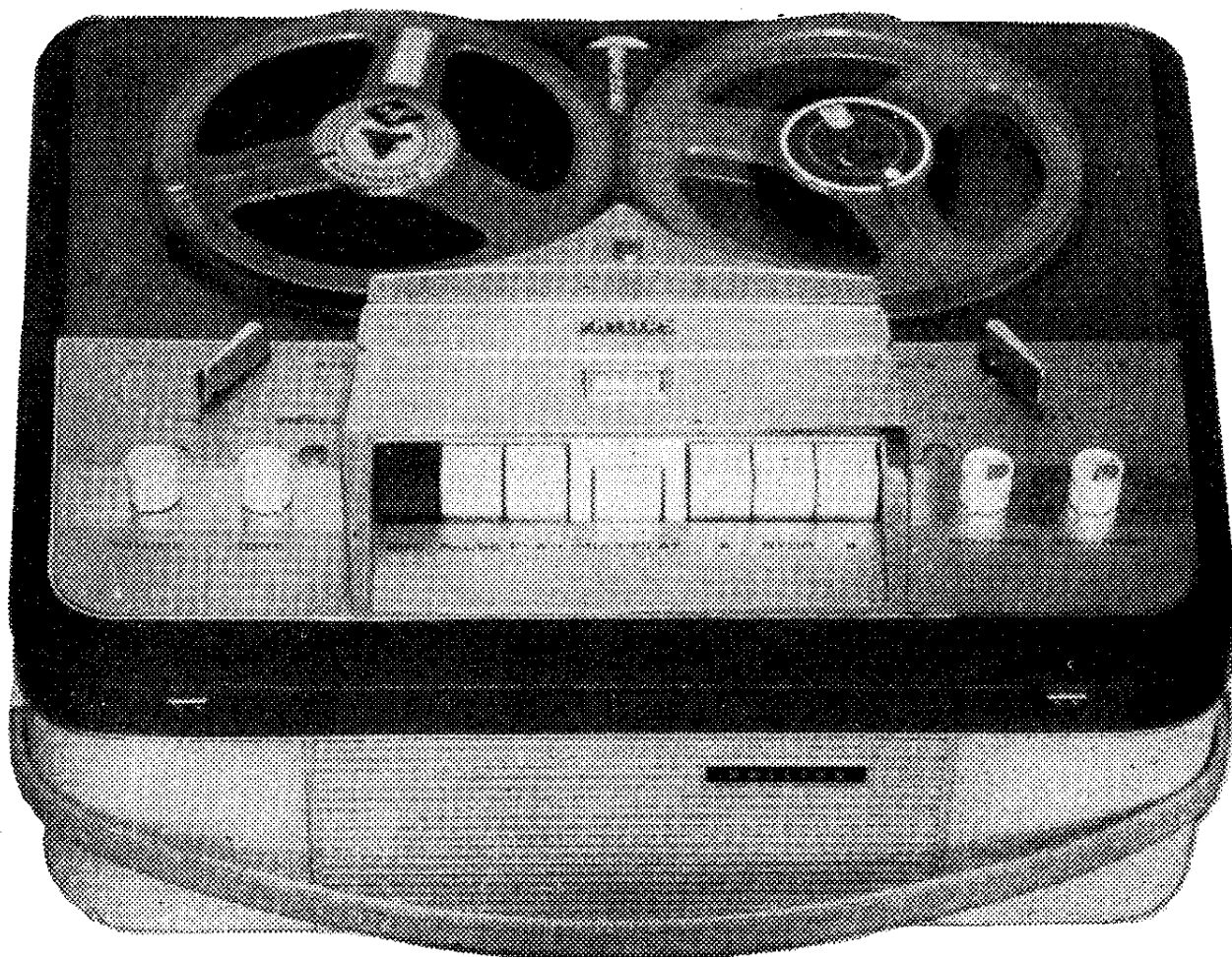
50 až 4500, 50 až 10 000, 50 až 16 000,
50 až 18 000 Hz

Dynamika:

neuvedeno 50 dB

Vstupní napětí:

pro mikrofón impedance
0,5 mV, 5 k Ω



| | |
|--------------|-----------|
| pro gramofon | impedance |
| 120 mV, | 1 MΩ |
| pro radio | impedance |
| 2 mV, | 20 kΩ |

Výstupní napětí:

| | |
|---------------|-----------|
| pro zesilovač | impedance |
| 1,5 V, | 20 kΩ |

Vnější reproduktor:

4 Ω

Výstupní výkon:

2 × 3 W (zkreslení neudáno)

Spotřeba:

70 W max.

Napájení:

110 až 245 V, 50 Hz

Váha:

15 kg

UHER - MÜNCHEN, 4000 REPORT - L

Popis: Čtyřrychlostní půlstopý magnetofon prvotřídního provedení, který se svými vlastnostmi vyrovná síťovému přístroji nejvyšší jakostní třídy. Magnetofon je určen jak pro provoz na vestavěné monočláanky (5 ks), tak i na plynotěsný olověný akumulátor. Kromě toho je k němu dodáván speciální napáječ, který lze buď vložit na místo akumulátoru, nebo připojit zvenku. V tomto případě nejen napájí magnetofon, ale současně i nabíjí vestavěný akumulátor. Jakmile je akumulátor plně nabit, automatické zařízení jej od napáječe odpojí. Pokud jsou místo akumulátoru v přístroji vloženy baterie, je obvod nabíjení při připojení napáječi automaticky přerušen, aby nemohlo dojít

k jejich poškození. Kromě toho je magnetofon vybaven počítadlem a indikátorem záznamové úrovně ručkového typu (úroveň vybuzení záznamového materiálu), jehož stupnice je dělena v dB. V přístroji je možno i při uzavřeném víku používat cívky do průměru 13 cm.

Technické údaje

Rychlosti posuvu:

| | | | |
|-----|------|-----|---------|
| 2,4 | 4,75 | 9,5 | 19 cm/s |
|-----|------|-----|---------|

Kmitočtový rozsah:

40 až 4500, 40 až 10 000, 40 až 16 000, 40 až 20 000 Hz

Vstupní napětí:

| | |
|--------------|-----------|
| pro mikrofon | impedance |
| 0,1 mV, | 1 kΩ |
| pro gramofon | impedance |
| 40 mV, | 1 MΩ |
| pro radio | impedance |
| 1 mV, | 50 kΩ |

Výstupní napětí:

| | |
|---------------|-----------|
| pro zesilovač | impedance |
| 1,0 V, | 15 kΩ |

Vnější reproduktor: 4 Ω

Výstupní výkon:

1 W (zkreslení neuvedeno)

Spotřeba:

2,5 W max.

Napájení:

5 monočláanků, akumulátor, síť 110 až 240 V, vnější baterie 6, 12 nebo 24 V

Rozměry:

26 × 22 × 8 cm

Váha: 4 kg

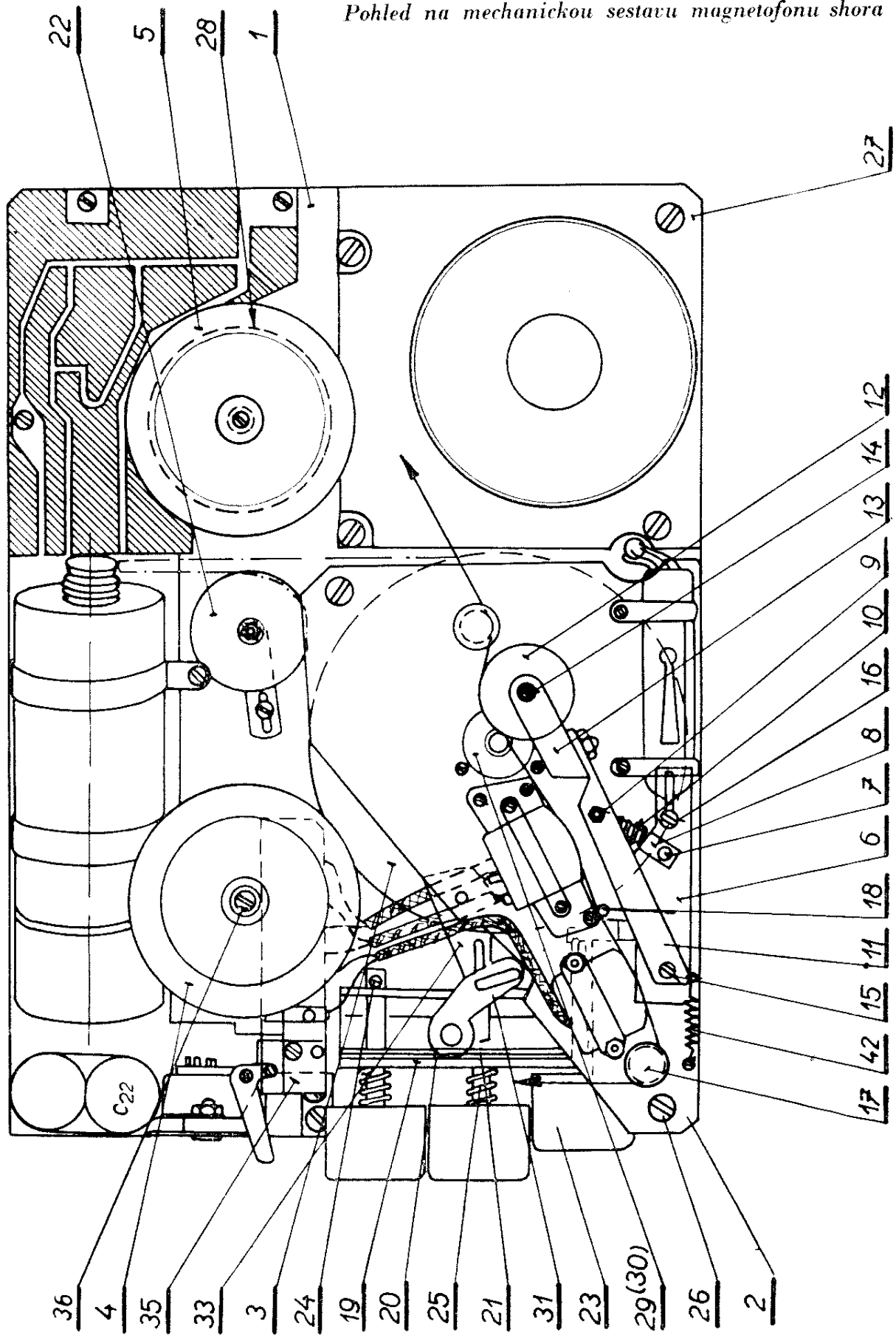
RADIOVÝ KONSTRUKTÉR

— časopis Svazarmu, vychází dvoutříměsíčně. Vydává Vydavatelství časopisů MNO, Praha 1, Vladislavova 26, tel. 234 355-7 ● Hlavní redaktor František Smolík ● Redakční rada: K. Bartoš, L. Březina, inž. J. Čermák, K. Donát, O. Filka, A. Hálek, inž. M. Havlíček, V. Hes, inž. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, inž. J. Navrátil, V. Nedvěd, inž. J. Nováková, inž. O. Petráček, dr. J. Petránek, K. Pytner, J. Sedláček, L. Zýka ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telefon 223 630 ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,— Kčs ● Rozšiřuje Poštovní novinová služba, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO — administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každý poštovní úřad a doručovatel ● Dohledací pošta Praha 07 ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na valech 1, Praha 6, Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. srpna 1966

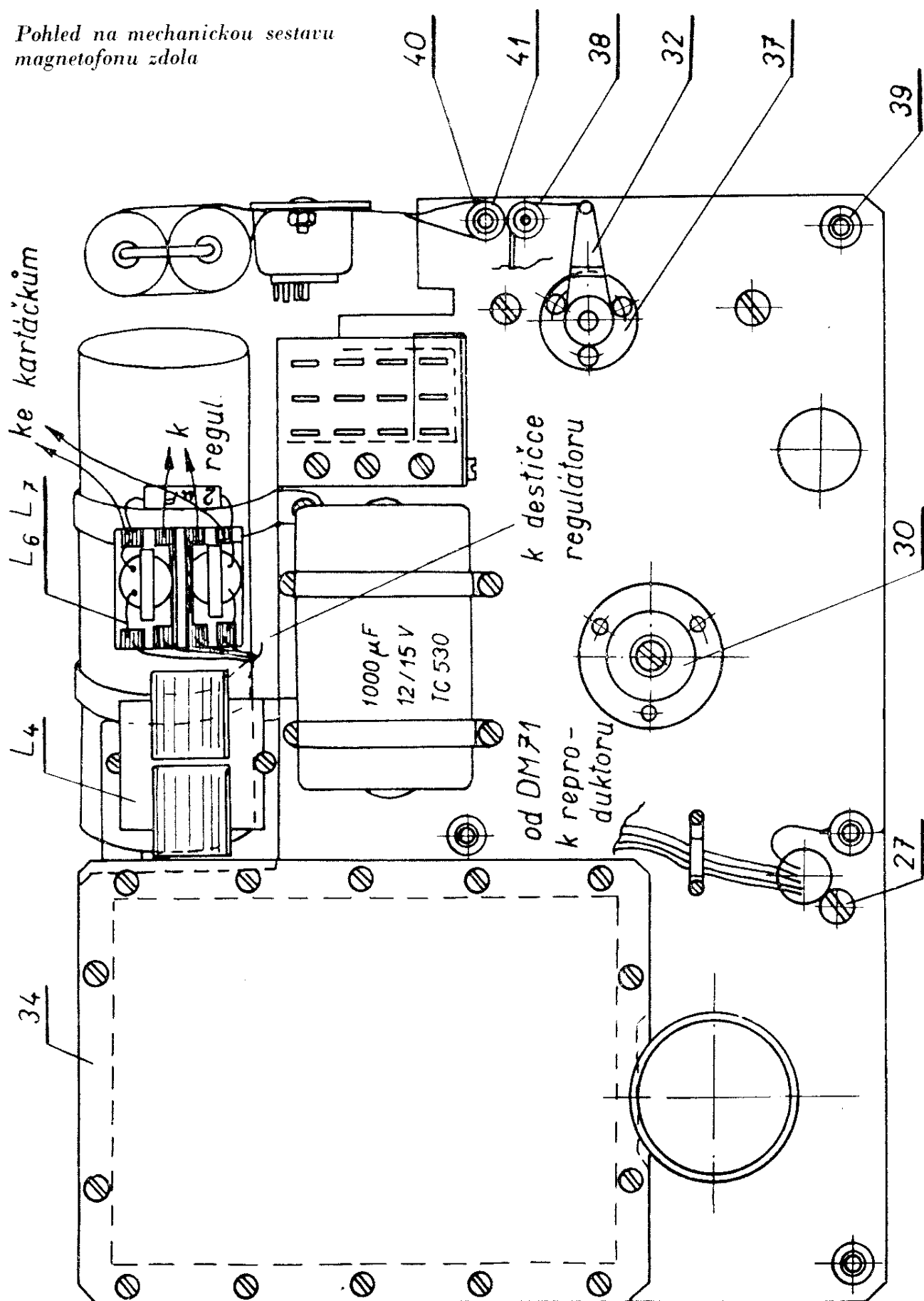
© Vydavatelství časopisů MNO Praha

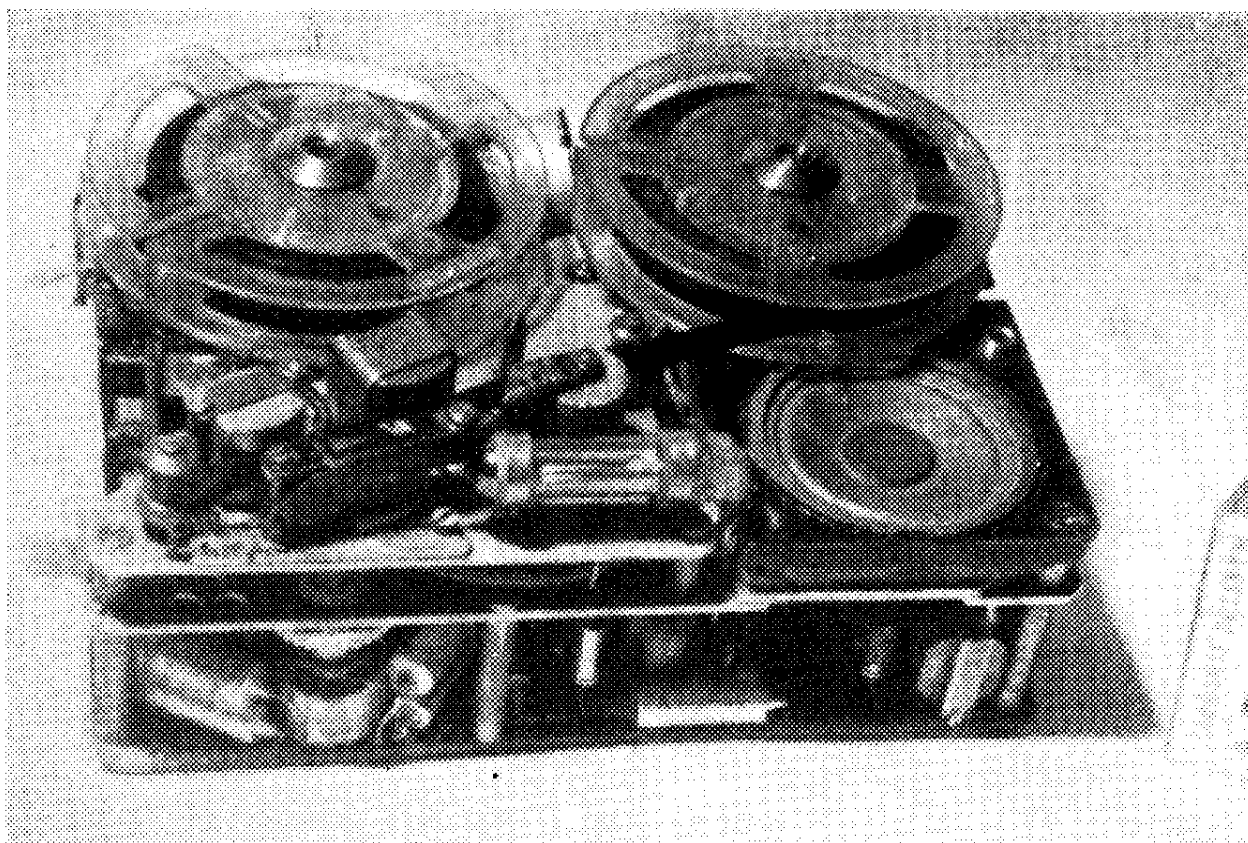
A—23 *61523

Pohled na mechanickou sestavu magnetofonu shora

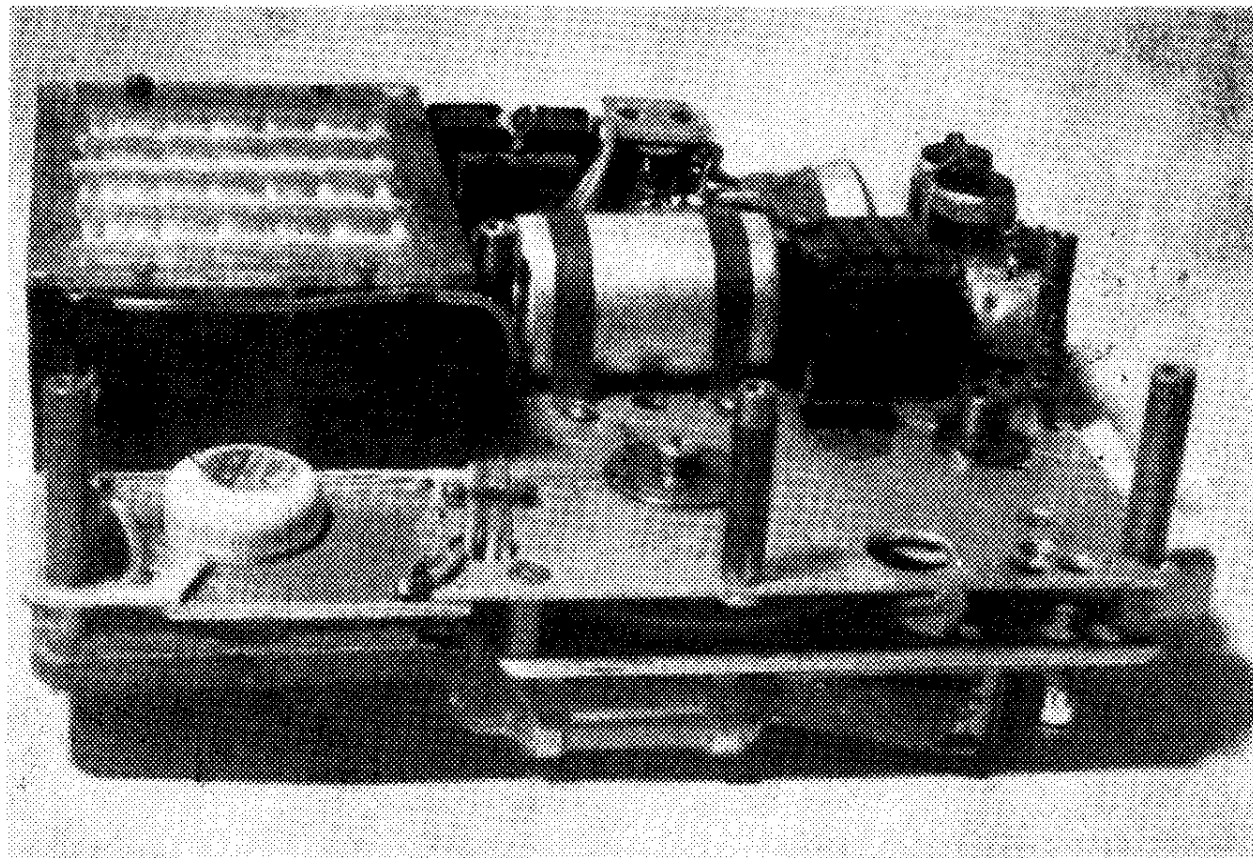


Pohled na mechanickou sestavu
magnetofonu zdola





Celková sestava magnetofonu shora



Celková sestava magnetofonu zdola