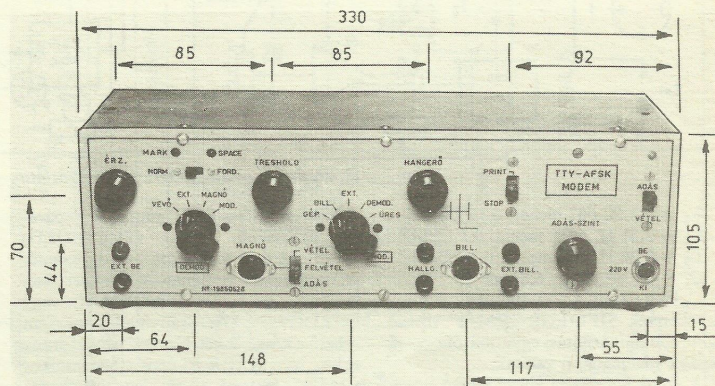


AFSK modem

AFSK modem amatőr adóállomások távgépíró- üzemmódjához

dr. Hetényi László okl. villamosmérnök,
HA5BK



1. ábra. A távgépíró MODEM nézete és az előlapi fontosabb méretek

MODEM-nek nevezik azokat a közös egységbe épített készülékeket, amelyek valamely információs jel-útban modulációt és demodulációt valósítanak meg. Készülékünk hagyományos (mechanikus) távgépíró és amatőr adó-vevő készülék összekapcsolását teszi lehetővé a fónia üzemmódban egyébként is szükséges csatlakozási pontok igénybevételével. Ezen célból ez a távgépíró MODEM AFSK üzemi, ami azt jelenti, hogy a távgépíró kétállapotú kódjainak mind a demodulálása, mind a generálása hangfrekvencián – a beszédcsatornában – történik. A kétállapotú egyenáramú kódjelek az alapsávi beszédcsatornában frekvenciamodulációval kerülnek be az adóba, illetve az állomás vevő-egységéből az FSK demodulátorba. Erre az üzemmódra utal az AFSK megnevezés, ami az „Audio Frequency Shift Keying” szavak kezdőbetűiből adódik és hangfrekvenciás, frekvencia-elcsúsztatásos (modulációs) billentyűzést jelent. Készülékünk 45–50 baud (Bd) táviratozási jel-, illetve gépsebesség feldolgozására alkalmas, amely gépsebességek az amatőr forgalomban széleskörűen elterjedtek.

Az 1. ábrán látható AFSK–MODEM mint távgépíró „interface” az amatőr adó-vevő és a hagyományos mechanikus távirógép közé helyezendő el a 2. ábra szerint.

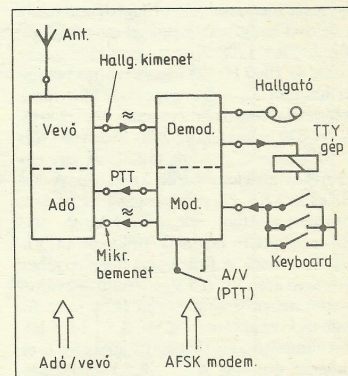
Természetesen nem csak adó-vevő készülékhez, hanem önálló adó és különálló vevőhöz is kapcsolható, valamint kizárólagosan vételi célokat is szolgálhat egy vevővel. A mechanikus gép szalag-, vagy lapíró volta közömbös, ha a gép vevőmagnese a Postai Szabványokban rögzített 48 V/50 mA-es vonalárammal működtethető.

A MODEM elvi felépítése a 3. ábra tömbvázlatán követhető, míg a részletes elektromos felépítést a 4. ábra kapcsolási rajza szemlélteti. A rajzok felső részén húzódó áramkörtől a képezett FSK-vevő 4 irányból kaphat hangfrekvenciás meghajtó jelet a K_1 kapcsolóval választhatóan:

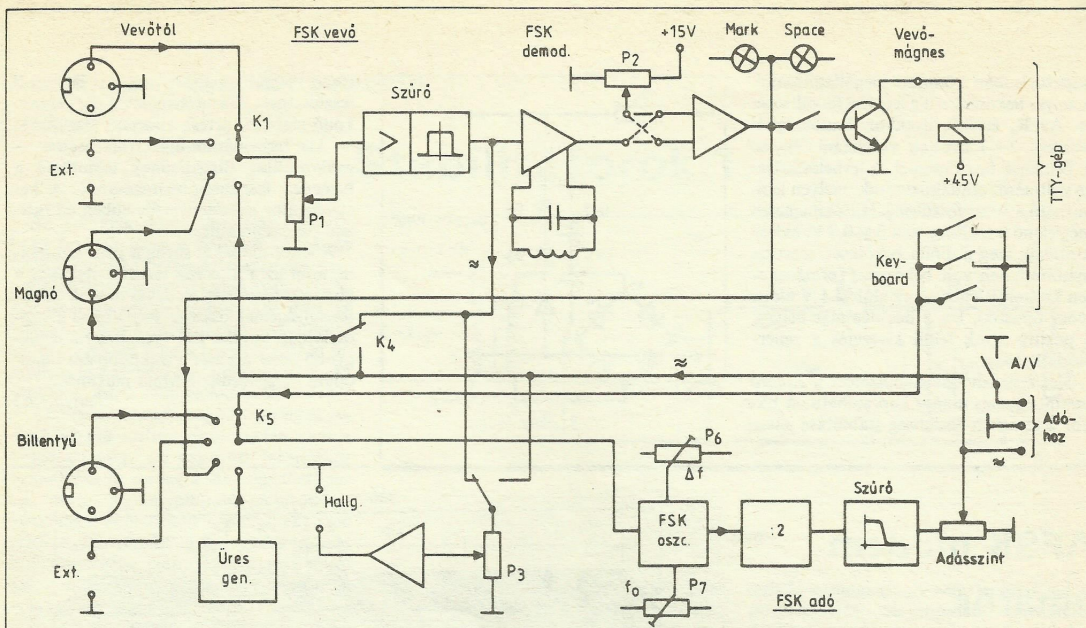
1. a rádióvevőkészülékéből, amely lehet AM, FM, vagy SSB üzemi;
2. egy előlapi csatlakozópáron keresztül tetszőleges helyről (pl. vizsgálószöveg generátorból);
3. egy a jelek tárolására alkalmas magnetofonból (pl. kazettás magnetofon);
4. a MODEM FSK adásának ellenőrzésére az FSK adó-áramkörből (rövidzár üzem a gépre nézve).

A beérkező jel minimális szintje 5 mV, az érzékenység a P_1 potencióméterrel széles határok között szabályozható. A hang-

frekvenciás jel egy illesztő-fokozatot követő sávszűrőn jut keresztül, amely szűrő a 2,5–4 kHz széles átviteli csatorna nemkívánatos zaj- és egyéb spektrumkomponenseit távolítja el az FSK jelből. A vevő-szűrő felépítése és csillapítás-karakteristikája az 5. ábrán látható. A tekercsek adatai a következők:



2. ábra. Az amatőr adó-vevő, a távgépíró MODEM és a gép elvi összekapcsolása



3. ábra. Az AFSK MODEM tömbvázlata

$L_1 = 0,3 \text{ H}$, 667 menet, 0,16 CuMZ
 $L_2 = 2,51 \text{ H}$, 1936 menet, 0,1 CuMZ
 $L_3 = 0,24 \text{ H}$, 602 menet, 0,16 CuMZ
 $C_1 = 80 \text{ nF}$, $C_3 = 6,81 \text{ nF}$
 $C_2 = 2,67 \text{ nF}$, $C_4 = 100 \text{ nF}$

A tekercsek SIEMENS „RM-8” típusú $A_L = 630$ induktivitási együtthatójú N-48 anyagú vasmagokon vannak.

A szűrő két oldala eltérő lezáró impedanciát igényel, illetve mutat. Az L_1 felőli oldala $6,15 \text{ k}\Omega$, az L_3 felőli oldala $11,5 \text{ k}\Omega$ impedanciájú. A szűrőnek 1935 Hz-en pólusa van az L_2-C_2 párhuzamos kör rezonanciája következtében. Az ábra egyben az 1000 Hz névleges vivőjű és 170 Hz shift-letetű FSK-jel elnagyolt spektrumát is mutatja.

A vevő-szűrő kimenetén megjelenő sávhatárolt jel-spektrum vezérli a TBA 120S típusú FM-demodulátor IC-t. Az ebben levő limiter áramkörök a teljes FSK-vevőegységet messzemenően függetlenné teszik a bejövő hangfrekvenciás jel amplitúdójától. A TBA 120S 7. és 9. pontjaira csatlakozik az 1000 Hz névleges vivőfrekvenciára hangolt $L_4-1 \mu\text{F}$ tagokból álló fázisreferencia rezgőkör (vasmag $\varnothing 22 \times 18$, $A_L = 630$, menetszám: 200), amelyet a 6 és a 10 kimeneti pontok táplálnak egy-egy 22 nF-os kondenzátoron keresztül. A 915 Hz-es MARK (jel) frekvencián az IC 8-as kimeneti pontján mintegy 8,9 V, az 1085 Hz-es SPACE (szünet) frekvencián kb. 8,4 V mérhető. A frekvencia függvényében létrejövő ezen kb. 0,5 V-os feszültségváltozásból hozza létre a 741-es IC – mint feszültségkomparátor – a kb. 0,5...1,4 V közötti amplitúdójú távgépítő jeleket a 6-os kimeneti pontján. A 8,4...8,9 V-os feszültséget ezen IC egyik bemenetére vezetjük, míg a másikat egy – a P_2 -vel szabályozható – referencia feszültséget.

A referencia-feszültség mint a komparátor átbillenési határa (TRESHOLD) 6,8 V és 8,6 V között szabályozható. A komparátor bemeneteinek felcserélésével (a K_2 kapcsolóval) NORMÁL, vagy FORDÍTOTT löket-irányú adás egyaránt vehető a készülékkel. Normál a löket-irány akkor, ha a MARK jel-állapothoz (amikor a gép áll) tartozik az alacsonyabb rezgés-

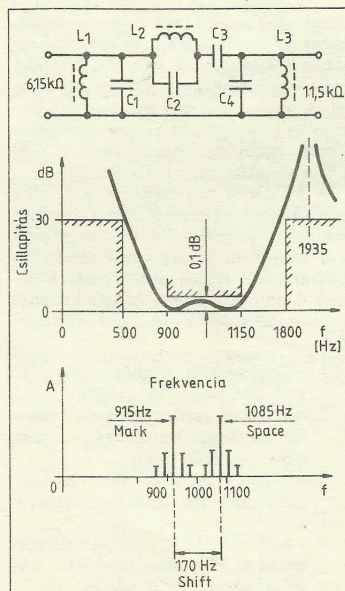
számú hangfrekvencia és a SPACE állapothoz a magasabb. Ezzel ellentétes esetben FORDÍTOTT löket-irányú üzembről beszélünk.

A 741-es komparátor IC 6-os pontján egy piros (MARK) és egy zöld (SPACE) LED jelzi az elemi kódjelek pillanatnyi állapotát. Az SSB üzemi rádióvevőkészülék ezen két LED szabályos működésére jól lehangolható. A lehangolás szabályos volta ezen két LED-en kívül a fejhallgatóval is ellenőrizhető.

A komparátor kimenete a K_3 kapcsoló PRINT állásában vezérli a gép vevőmágnesét meghajtó BD241-es tranzisztort. A kapcsoló STOP állásában a nyomtatás leáll.

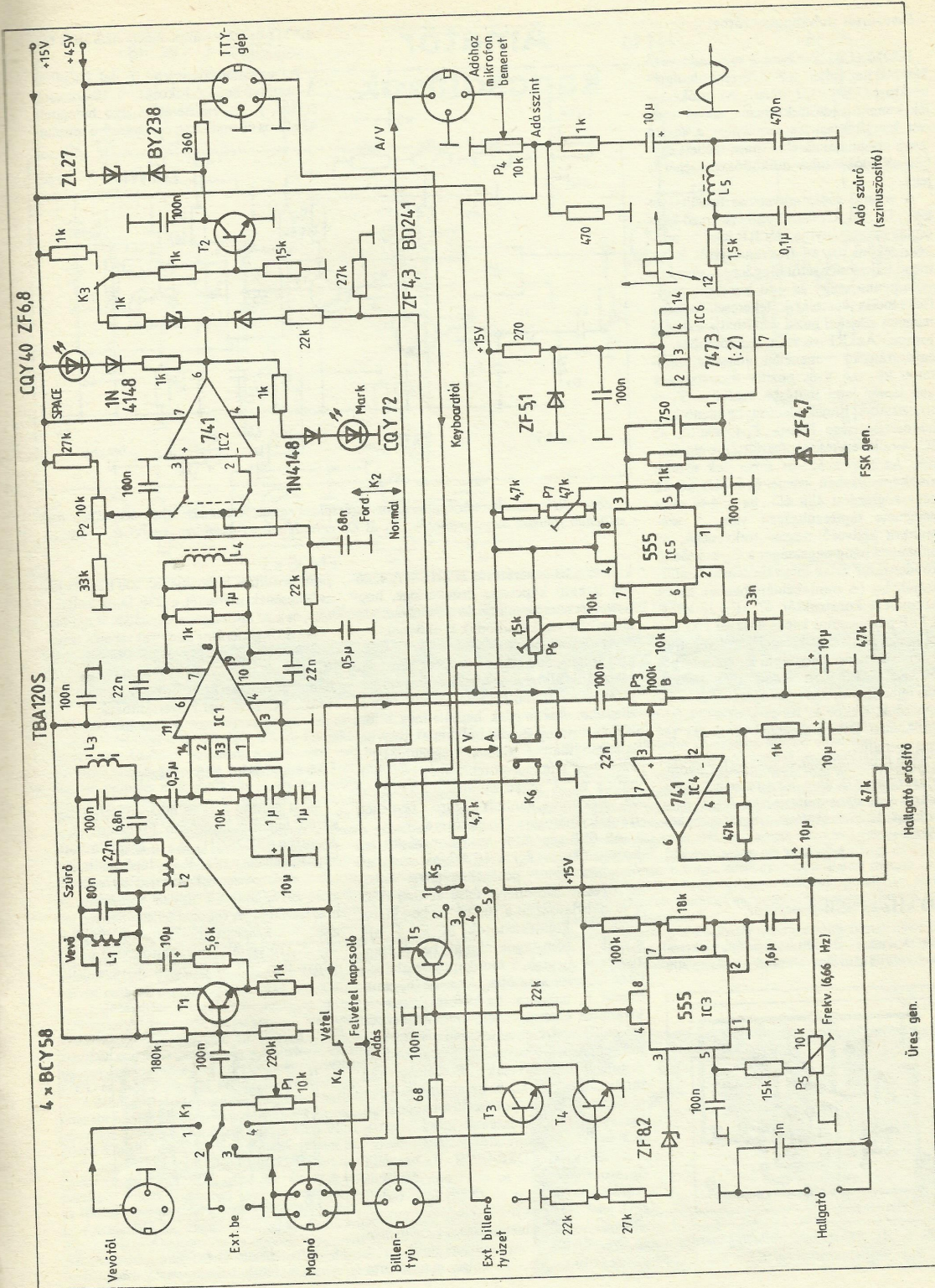
A lejátszásra és felvételre egyaránt bekapcsolható magnócsatlakozón keresztül a rádióval vett és a vevő-szűrővel sávhatárolt FSK jelet magnetofonra vehetjük rögzítés céljából (VÉTEL). Magnófelvételt az általunk adott géptáviró szövegről is készíthetünk a K_4 kapcsoló ADÁS állásában.

A MODEM vevőszűrőjével sávhatárolt hangfrekvenciás jel a második (a rajzon az alsó) 741-es hangerősítő IC kimenetén is megjelenik. Ez a fejhallgató erősítő vétel esetén a vevővel vett jelet, adás esetén az FSK generátor kimenetén megjelenő hangot juttatja a fejhallgatóra a K_6 jelű A/V (adás-vétel) kapcsoló állása szerint. Ez a kapcsoló felel meg a mikrofonokon lévő PTT adás-vétel kapcsolónak. Kapcsolásunk nem teszi lehetővé a VOX üzemet, ahhoz a hangfrekvenciás kimenetet kissé módosítani kéne (pl. 3-áramkörös K_6 -tal vételkor rövidere kellene zárni a hangfrekvenciás kimenetet).



5. ábra. A vevő-szűrő felépítése, csillapítás karakterisztikája és az FSK jel spektrumának helyzete

(Folytatjuk)



4. ábra. Az AFSK MODEM kapcsolási rajza



AFSK-modem amatőr adóállomások távgépíró-üzem módjához 2.

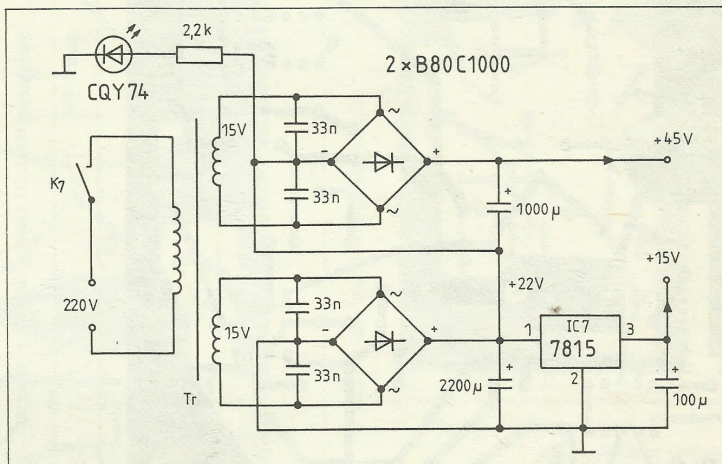
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Az FSK-generátor, mint áramköri egység képezi készülékünk MODULÁTOR (adó) részét. Ez az egység 5 irányból modulálható kétállapotú, 45–50 Bd sebességű, egyenáramú jelfolyammal. Ezek:

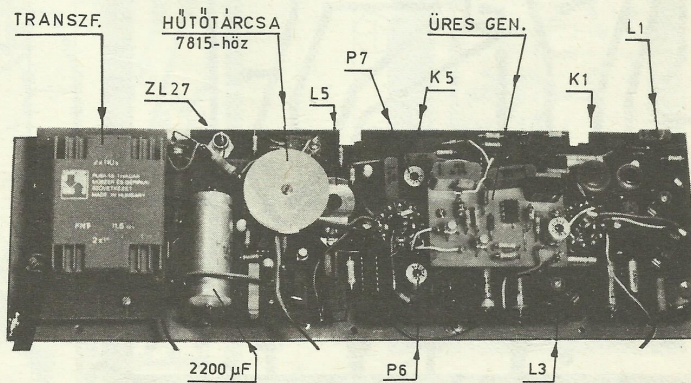
1. a távgépíró szünetáramú billentyűzete (KEYBOARD),
2. kézi billentyű, vibroplex, vagy elkey jel-áramú bekötéssel, a hívójeleknek morze-jelekkel való beadására,
3. különálló szünetáramú billentyűzet, mint pl. lyukszalagolvasó stb.,
4. magnetofonra rögzített távgépíró-kódolt szöveg. Ilyenkor a MODEM vevő része demodulálja a magnetofon FSK-jelét, készülékünk így egyben jelfrissítőként is működik,
5. a beépített ÜRES generátorról 6,66 Hz ismétlődési frekvenciájú, 50 Bd sebességű START jelekkel, amikor is a gép periodikusan jár, de nyomtatás nem történik. Erre a gép-sebesség beállításához is szükség van. A P_5 potenciométerrel 45 Bd gépsebesség (6 Hz/kód) is beállítható.

Az ÜRES generátort az IC₃ 555-ös időzítő integrált áramkör képezi. Az IC 3. pontján, mint kimeneten megjelenő negatívba futó 6,666 Hz ismétlődési frekvenciájú impulzus a START jelet szolgáltatja. A megadott RC elemekkel a jel szélessége 20 ms, ismétlődési ideje 150 ms. A K_5 kapcsoló előtt alkalmazott 3 db tranzisztor kapcsoló üzemben a beérkező jelet illeszti az FSK-oszcillátorhoz.

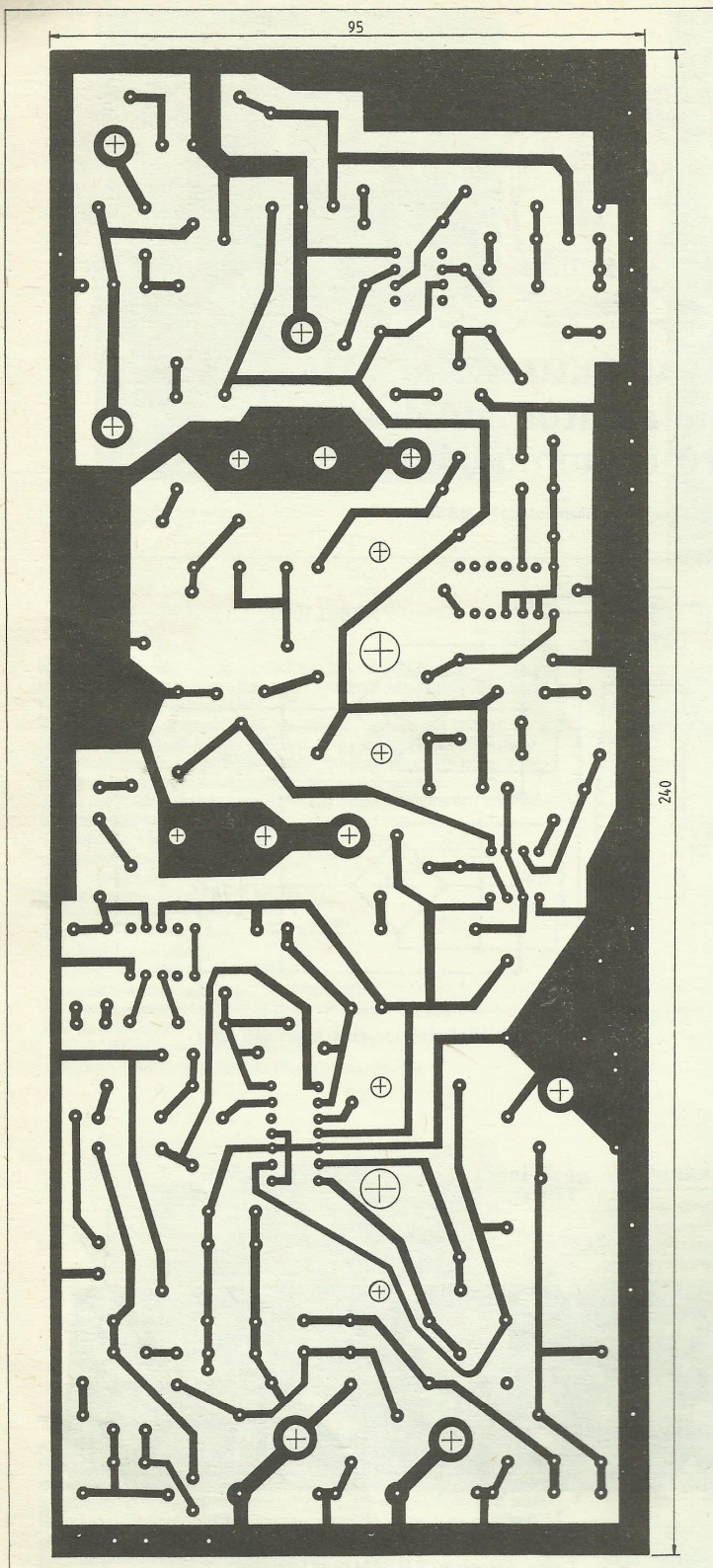
Az FSK-oszcillátor az IC₅ 555-ös időzítő áramkör köré van építve, amelynek üzemi frekvenciája kétszerese a kimenő jel frekvenciájának. Így



6. ábra. A MODEM tápegységének kapcsolási rajza



7. ábra. A távgépíró MODEM belső felépítése



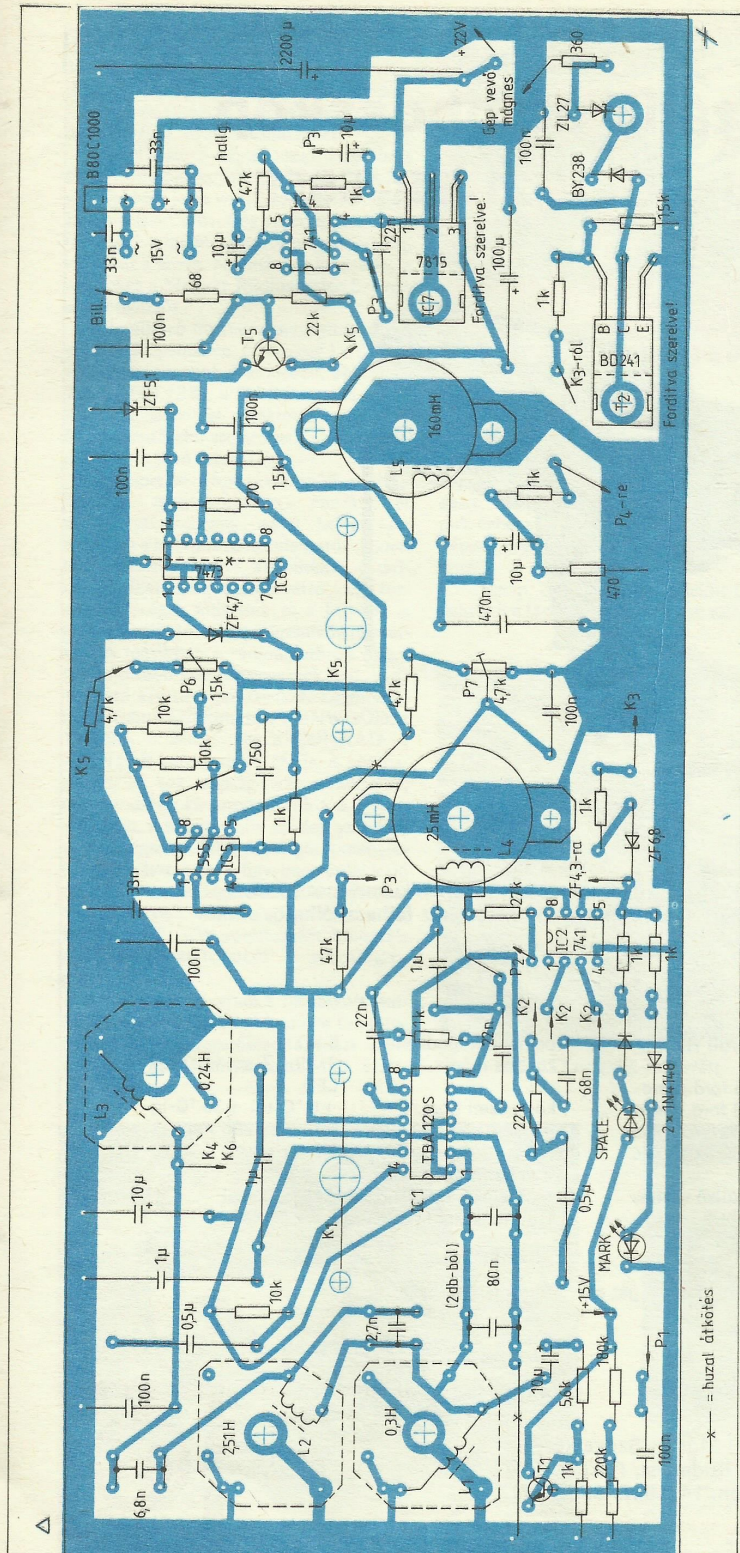
8. ábra. A nagy nyáklemez rajzolata

a távgépírójel MARK állásban a frekvencia a 3. kimeneti ponton 1830 Hz, míg SPACE állásban 2170 Hz. Ez a jel természetesen egy meredek le- és felfutású négyzögjel, amelynek kitöltési tényezője mintegy 25%, de ez a működésre nincs kihatással. Az oszcillátor FM, illetve FSK modulációja azáltal jön létre, hogy a 7. bemeneti pontra a KEYBOARD által (vagy egyéb jelforrásból) billentyűzött - változó szintű - feszültséget vezetünk. A frekvenciálöket (shift) nagysága a P_6 potenciométerrel állítható be a kívánt 170 Hz-re. Természetesen ezen a ponton a löket is kétszeres és itt 340 Hz-et kell beállítani. Az oszcillátor frekvenciája a P_7 potenciométerrel befolyásolható és ez együtt tolja el mind a MARK, mind a SPACE frekvenciát.

A kétszeres oszcillátor-frekvenciát egy 2-es osztó áramkör (7473) felezi, hogy létrejöjjön a szükséges 915 Hz és az 1085 Hz. Erre az osztásra azért van szükség, mert ezáltal a leosztott jel kitöltési tényezője 50% lesz és így ezen jelben eltűnnek a páros harmonikusok. Az adónak a mikrofonbemeneten keresztül történő modulálásához szinuszos, lehetőleg minél kisebb torzítású, de a MARK és a SPACE állapotban azonos amplitúdójú jelre van szükségünk. A négyzögjel szinuszosítására szolgál az aluláteresztő típusú adó-szűrő, amely egyetlen π -tagot alkot és jelentősen csillapítja a $2,5 \times 915 = 2287$ Hz-nél magasabb frekvenciájú spektrum-komponenseket. Az L_5 tekercs $\varnothing 22 \times 18$ -as, $A_L = 1600$ vas-magra készült, induktivitása 160 mH, menetszáma 310, a huzal 0,12 CuMZ. A szűrő után kapott szinuszos jel torzítása mintegy 3%, amplitúdó-ingadozása a két frekvencián nem több mint 0,5 dB. Az SSB adó kimenő teljesítménye a P_4 potenciométerrel és az adó saját *Mic. gain* potenciométerével szabályozható.

Az FSK-MODEM +15 V tápfeszültséggel működik. A távgépíró vévőmágnese számára 40-50 V-os feszültségre van szükség. Ezt a két feszültséget egy 2×15 V szekunder feszültségű, 11,5 VA teljesítményű hálózati transzformátorból nyerjük 2 db Graetz-egyenirányítóval a 6. ábra kapcsolása szerint. A +15 V-os feszültséget egy „háromlábú”, 7815 típusú stabilizátor tartja konstans értéken.

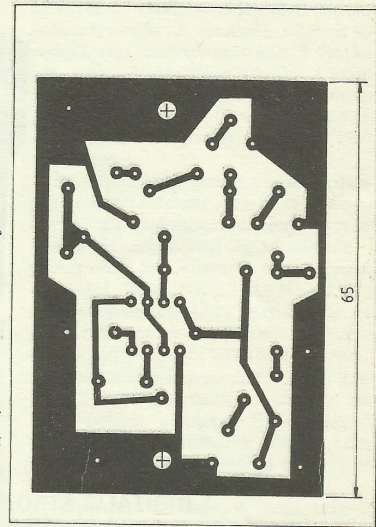
A készülék egy 105×330 mm előlapméretű és 95 mm mély fémdoboz-



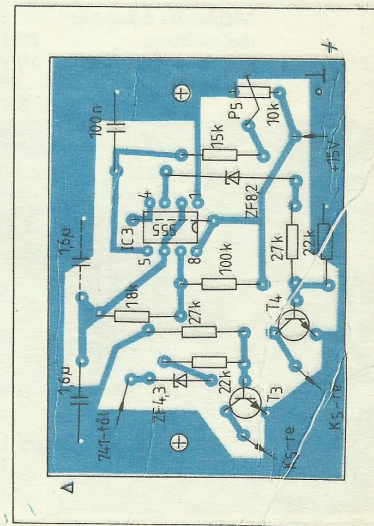
ban foglal helyet. Belső elrendezését a 7. ábra mutatja. Az áramkörök 3 db nyák-lapon vannak felépítve. A nagy nyák-lemez hordozza az alkatrészek többségét, míg a K₁ kapcsolóra rögzített segéd-nyáklemezen az ÜRES-generátor és környezete kapott helyet. A transzformátor a gép egyenirányítójával egy külön lemezen található.

A nagy nyáklemez fólia rajzát a 8. ábra, beültetését a 9. ábra szemlélteti. Az ÜRES-generátor nyák-rajza a 10., a beültetési rajz a 11. ábrán látható.

9. ábra. A nagy nyáklemez beültetési rajza



10. ábra. Az ÜRES-generátor nyáklemezének rajzolata



11. ábra. Az ÜRES-generátor beültetési rajza