

Nagypontosságú koherens detektálás alkalmazása középhullámú térerősségmérő célműszerben

ETO 621.317.729

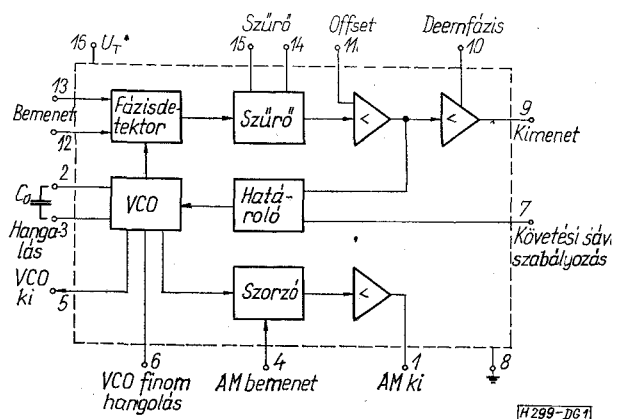
A tervezendő célműszer feladata a középhullámú rádióműsor-szűrő sávban (520—1610 kHz) egyidejűleg négy különböző frekvencián működő adóállomás által keltett térerősség megmérése. Mivel a műszer a rádióműsor-ellátottság állapotának felmérésére szolgál, ezért nem szükséges extrém kis és nagy feszültségértékek mérése, inkább az olcsóság, az igen egyszerű kezelhetőség a fontos. Választásunk az ún. monodyn elvre esett, mivel az ebben alkalmazott szorzó-demodulátor képes viszonylag egyszerűen feldolgozni azt a minimum 40 dB-nyi feszültségtartományt, amit a készülék elé követelményként állíthatunk. A felhasználás miatt fontos követelmény a minél nagyobb feszültségtartományban való működés, mert a mérési eredmények gépi feldolgozása miatt célszerűtlen osztót alkalmazni, ami mind a négy csatornának állandó és figyelmes felügyeletét kívánná meg. A mérés során fellépő kedvezőtlen körülmények (nagy hőmérséklet-ingadozás, rázkódás) miatt a mérési frekvenciákat kvarcoszcillátorok felhasználásával állítjuk be.

A kvarcoszcillátorok frekvenciáját és fázisát fáziszabályozott hurok segítségével állítjuk a szorzó-demoduláció követelményeinek megfelelő értékre. Kényelmi célból egy folyamatosan hangolható csatorna helyébe váltható, és így bár kedvezőtlenebb kezelési körülmények között, de a mérés a sáv tettség szerinti frekvenciáján elvégezhető.

Rendszertechnikai megfontolások

Egy AM—DSB jel vivőjének megmérése céljából a burkolódetektort vagy a szorzódemodulátort lehet alkalmazni. A jelenlegi alkalmazás szempontjából alapvetően két különbség van a két demodulátor között. Egyrészt a demodulátorokkal feldolgozható feszültségtartomány, másrészt a szelektáló képességük. A burkolódetektor működéséhez jó néhány tízed volt, minimálisan 1 V feszültségre van szükség, és így 40 dB-nyi feszültségtartomány egy lépésben való feldolgozásakor a maximális feszültségérték 100 V lenne. Talán nem kell külön hangsúlyozni, hogy mekkora nehézséget jelentene ennek teljesítése. Egy szorzó demodulátor integrált áramkörti kivitelben néhány voltnyi maximális feszültségfeldolgozására alkalmas, és jól működik a 40 dB-lel kisebb, néhány száz 10 mV-os értékeken is. A szorzódemodulátor másik előnye, hogy a bemenetére jutó idegen frekvenciájú zavaró jelek a demodulálás után aluláteresztő szűrővel eltá-

volíthatók a demodulált jelből. A szorzódemodulációhoz azonban szükség van a frekvencia- és fázishelyes vivőre. Ennek előállítására fáziszabályozott hurkot (PLL=Phase Locked Loop) alkalmaztunk. Tekintettel arra, hogy egy PLL ma már integrált áramkörti megvalósításban egyetlen tokban is megkapható, gazdaságossá vált az alkalmazása.



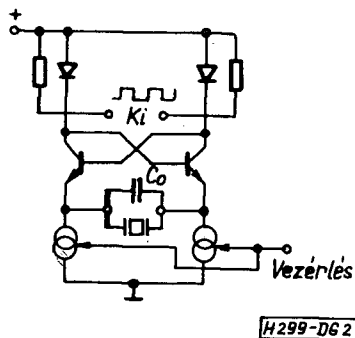
1. ábra

A fix hangolású csatornáknál a Signetics NE561B jelű PLL áramköröket használtuk a szorzáshoz szükséges vivőhelyreállításra. Az NE561B tömbvázlatát mutatja az 1. ábra, amelyből látható, hogy az áramkör tartalmaz egy külön szorzóáramkört is. Ezt a szorzóáramkört igen jól lehet használni, amire röviden rámutatunk. A fáziszabályozott hurokknak ugyanis több jellemzője igen érzékenyen változik a bemenetére jutó jel nagyságával. Ezért szükséges volt egy önműködő szintszabályozó kört létrehozni, amivel biztosítható volt, hogy a hurokra közel állandó értékű jel jusson a bemenet jel változásakor. Ezt az AGC-t azonban ún. koherens módon kell megvalósítani, azaz a hurok által kiválasztandó vivő értékét kell állandó értéken tartani, függetlenül az esetlegesen jelen levő zavaró jelek értékétől. Tehát a szabályozókörben szorzódemodulátorral kell a jel nagyságát mérni, illetőleg a szabályzó jelet előállítani. Ezt a szorzódemodulátort valósítottuk meg az NE561B áramkörben levő külön szorzóval.

Mint a bevezetőben már említettük, a fix csatornák frekvenciabeállítását kvarcoszcillátorral, illetőleg a vivőkiválasztást — két hangolt körral történő szelektálás után — kvarcstabilizált PLL-lel végezzük. Maga az elv, a fáziszinkronizált hurok feszültségvezérelt oszcillátorának (VCO) kvarcoszcillátorként való kialakítása, általánosan alkalmazott. A 2. ábrán

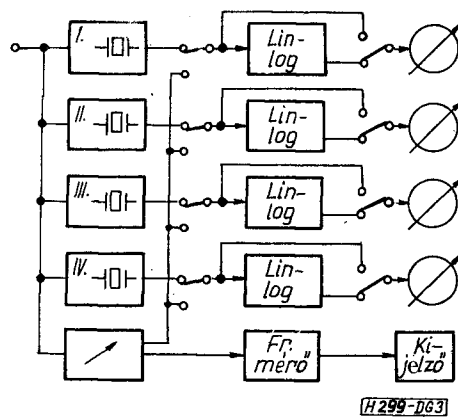
tüntettük fel az NE561B-nek egy áramkörü részletét, ami az emittercsatolású multivibrátorként megvalósított VCO-t mutatja. Amennyiben az emitterek közötti csatolást egy rezgőkvarccal oldjuk meg, úgy az oszcillátor a kvarc soros rezonanciáján stabilan rezeg. Ahhoz, hogy az oszcillátor frekvenciája — ha kismértékben is — megváltozzék a vezérlő feszültség hatására, a visszacsatolásba — párhuzamosan a kvarccal — megfelelő értékű kondenzátort is el kell helyezni. Ily módon egy kellően kis sávszélességű vivőhelyreállító megoldáshoz jutunk. Erre azért van szükség, hogy minél kevesebb, a szorzódemodulátort és a PLL-t megelőző szelektálás is kielégítő elválasztást biztosítson a legközelebbi, 9 kHz-re levő szomszéd adókra.

Visszatérve még egyszer a feldolgozandó feszültség-tartomány problémájára, egy-két érdekes kérdés vetődik fel ezzel kapcsolatban. Az általunk készített műszer, kétféle módon szolgáltatja a mérési eredményeket. Egyrészt mutatós műszer segítségével kijelzi azokat, másrészt pedig analóg-digitál átalakítás céljára egyenfeszültségek formájában szolgáltatja. A műszeres kijelzésnél kb. a végkiterés tizedrészeig



2. ábra

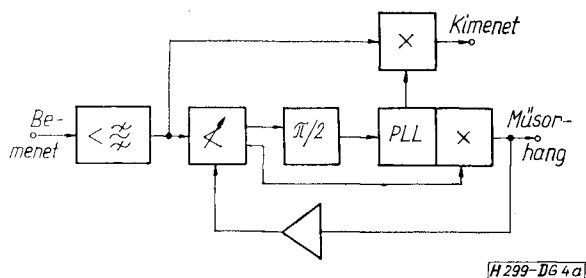
lehet elfogadni a leolvasott értékeket, ami azt jelenti, hogy csak kb. 20 dB-es tartományban lehet a megméréendő feszültségeket a mutatós műszerrel kiértékelni, amennyiben a kiterés arányos a megméréendő jellel. Részben ezen a problémán segítünk azáltal, hogy a mért értékekkel logaritmikusan változó feszültséget is létrehozunk a lin-log átalakítóval. Ennek eredményeként a lineáris feszültségérték 100-szoros változásához csak mintegy 3-szoros változás tartozik a logaritmikus léptékben. A pontos érték a logaritmus alapszámától függ, amelyet — mivel analóg áramkörökről van szó — bizonyos határok között folyamatosan lehet beállítani. Ez a módszer általánosan alkalmazott mérővevőkben, csupán a lin-log átalakító helye különbözik. Ugyanis a lin-log átalakításnak a demodulátor elé történő elhelyezésével a burkoló detektor igen jól használhatóvá válik, mivel így a demodulálandó jel több 10 dB-nyi változásakor is a minimálisan szükséges 1 V-nak csak néhányszorosra fog a detektorra jutni. Természetesen a lin-log átalakítónak a detektor elé történő elhelyezésével együtt jár az a követelmény, hogy a mérendő jelet a készülék megelőző fokozatában már „tökéletesen” szelektáljuk, ellenkező esetben ugyanis az átalakító, mint nemlineáris elem mérési hibát fog okozni. Mivel az általunk alkalmazott megoldásban a szelektálási



3. ábra

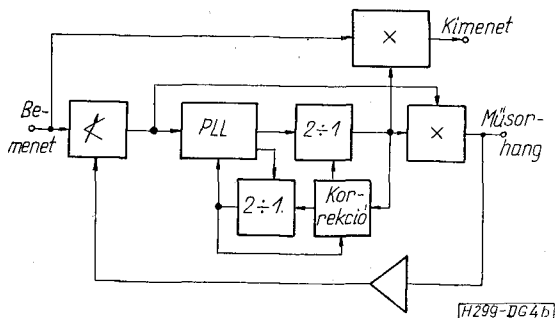
feladat jelentős részét a PLL-re bíztuk, így a lin-log átalakító a demodulátort követően nyert elhelyezést (3. ábra).

Tekintettel arra, hogy a vételi frekvencia változtatása egy-egy dugaszolható kártya cseréjével történhet (persze ezt csak akkor tudjuk megtenni, ha rendelkezünk a mérni kívánt jel frekvenciájának megfelelő kvarccal), szükségesnek látszott készíteni egy folyamatosan hangolható csatornát is. Ennek segítségével pl. előzetes tájékoztató jellegű méréseket lehet végezni a sáv bármely frekvenciáján, de a fix csatornákhöz képest kedvezőtlenebb kezelési körülmények között. A folyamatos csatorna elvi megoldása megegyezik a fix hangolásával, azonban a viszonylag széles frekvenciasávban való működés némileg eltérő részleteket kíván. A 4a ábrán láthatjuk egy fix hangolású csatorna részletes tömbvázlatát, amelyben a bemeneten egy szelektív erősítő található, amit a vivőhelyreállító PLL kör követ egy koherens AGC hurokba építve, és végül a mérő szorzódemodulátort és a műsorhang figyelését szolgáló erősítőt láthatjuk. A tömbvázlatból kitűnik, hogy a PLL-re jutó jel $\pi/2$ -es fázistolást szenved a szorzókra jutó jelhez képest — ami korrigálja a PLL elvi fázistolást —, és ennek megvalósítása egyetlen frekvencián nem is okoz gondot. Probléma akkor jelentkezik, ha folyamatosan hangolás esetén az egész sávban (520 kHz—

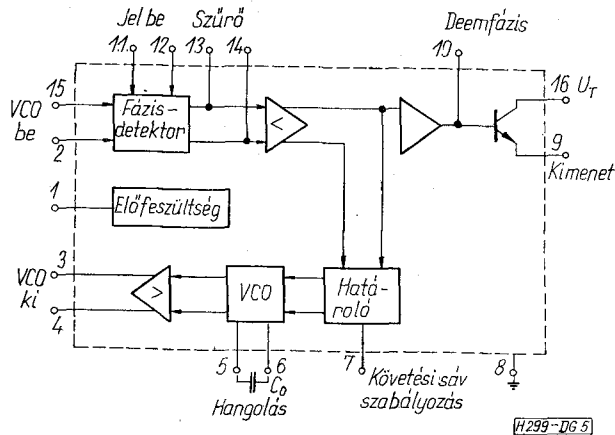


4a. ábra

1610 kHz) lehetőleg pontosan meg kell valósítani a $\pi/2$ -es tolst, a jel-zaj viszony romlása nélkül. A választott megoldást a 4b ábrán mutatjuk be. A lényege az, hogy ha két ellenfázisú jelet frekvenciában 2:1 arányban osztunk, akkor az eredmény két egymással 90° -ot bezáró jel lesz. Ennek érdekében a vivőhelyre-



4b. ábra



5. ábra

állítást végző fázisszinkronizált hurokban egy olyan áramkört (Signetics NE562B) alkalmaztunk, amely-

nél a hurok felhasított a fázisdetektor és a VCO között. Az áramkör tömbvázlatát az 5. ábrán láthatjuk. Az ily módon felhasított hurkot a digitális 2:1-es frekvenciaosztón keresztül zárjuk. A másik frekvenciaosztó a szorzóáramkörök kapcsolójelét szolgáltatja. Tekintettel arra, hogy a két frekvenciaosztó (bistabil multivibrátor) kezdeti állapota a bekapcsolás után véletlenszerű, ezért gondoskodni kellett az összehangolt működésükről. Ellenkező esetben ugyanis a demodulált jelek polaritása megfordul, és nem működik az AGC áramkör sem. Az együttfutást biztosító helyesbítő jelet a frekvenciaosztók jeléből állítottuk elő.

A folyamatosan hangolható csatornával kapcsolatban említést érdemel még a frekvenciakijelzés. Mivel a hangolás varicap dióda segítségével feszültséggel történik, mechanikus skála készítéséről eleve le kellett mondani az instabilitás, pontatlanság miatt. Választásunk a számjegyes kijelzésre esett, amely ma már egy mérővönél nem is igényel különösebb indoklást. Az általunk választott szorzódemoduláció esetén a vételi frekvencia számjegyes kijelzése igen jól illeszkedő, mert csupán a szorzáshoz használt vívőhelyreállító PLL oszcillátorának frekvenciáját kell megmérni. A mérést 0,01 s-os kapuval végezzük, és így a legkisebb helyi értékű jegyek a 100 Hz-esek. Mivel az adók frekvenciája a középhullámú sávban kHz-re kerek, ez nagyon kényelmes frekvenciabeállítást tesz lehetővé.

Végül megemlítjük, hogy a műszerhez készített tápegység a hálózati üzemet, és a 24 V egyenfeszültségről való működést is lehetővé teszi.