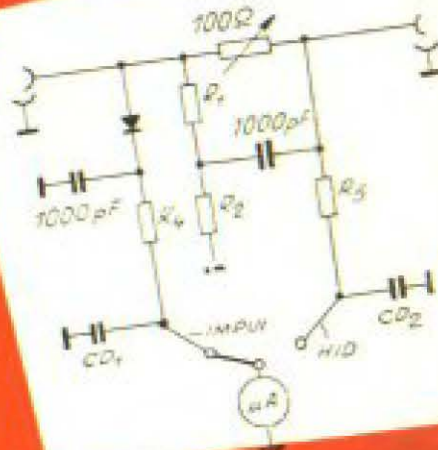
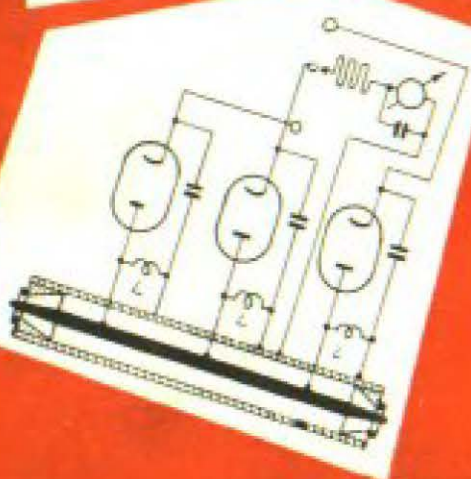
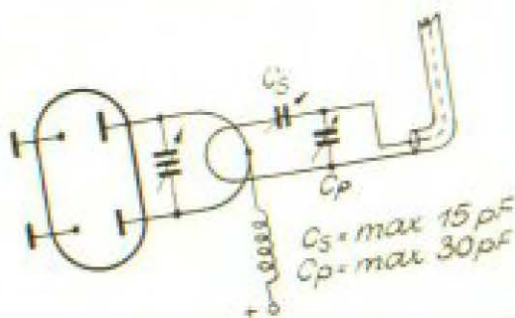
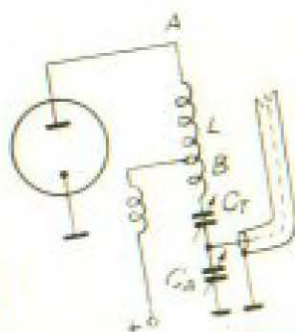


MAGYAR
HONVÉDELMI
SPORT-
SZÖVETSÉG

Rádióamatőr

FÜZETEI

30



AMATŐRANTENNÁK III.
(Mérések, illesztések)

AMATŐRANTENNÁK—III.

(MÉRÉSEK, ILLESZTÉSEK)



MAGYAR HONVÉDELMI SPORTSZÖVETSÉG

1 9 6 1

**MAGYAR HONVÉDELMI SPORTSZÖVETSÉG
RÁDIÓAMATŐR FÜZETEI
30. SZÁM**

**K. Rothammel: ANTENNENBUCH c. könyve alapján
átdolgozták
KISS LÁSZLÓ (HG 5 CZ)
és
GONDA GÁBOR**

**Szerkeszti:
KUN JÓZSEF**

**Kiadja: Magyar Honvédelmi Sportszövetség
Rákóczi Kiadó
Felelős: Kádár Albert
61.4930/1 — Zrínyi Nyomda, Budapest**

I. ANTENNAMÉRÉSEK

Minden amatőr előtt ismeretes, hogy egy saját készítésű vevőkészülék mechanikus elkészülése után azt pontosan be kell hangolnia, mert különben nem adja a várt teljesítményt. Sajnos ezt a tényt a saját készítésű antennáknál még nem ismerték fel általánosan. Csak pontos hangolás, és ennek mérés-technikai ellenőrzése után képes az antenna optimális feltételek mellett dolgozni, és csak ezután ítéltető meg teljesítőképessége.

Az antenna hangolása általában a következő lépésekben történik:

1. A kívánt frekvenciatartományban a sugárzót rezonanciára hozzuk.

2. A lehető legveszteségmentesebb energia-kicsatolást létesítjük az adótól a sugárzóig, ami egyenértékű a sugárzó és a tápvezeték közötti pontos illesztéssel.

3. Maximális sugárzási irányba való beállítás, és esetleg az irányítási diagramm felvétele.

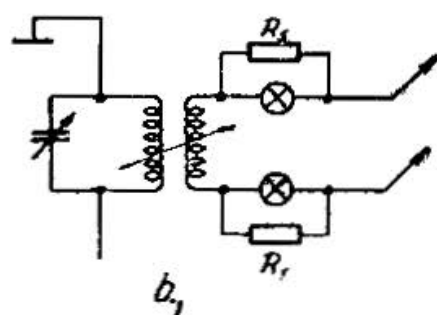
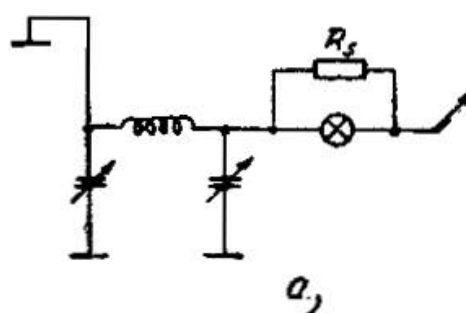
Minden olyan antennánál, amelyet hangolt tápkábelen keresztül gerjesztünk (és ha a méretezésnél durva hibát nem követtünk el), az antenna rezonanciájának mérése elmaradhat. Az esetek többségében a tápvezeték talppontján antennacsatló nyer elhelyezést, ez pedig rendszerint lehetővé teszi a tápkábel és a sugárzó adófrekvenciával való rezonanciába hozását.

Az antennaáram abszolút értékének mérése nagyérzékenyséű *termokeresztes* műszer segítségével történhet. Néha használnak erre a célra *hődrótos* műszert is. Mindkettő azonban igen drága, és azonkívül túlterhelésre rendkívül érzékeny.

Amatőrviszonylatban antennaáram mérésnél rendszerint el lehet tekinteni az antennaáram abszolút értékének mérésétől. Ezért rendszerint elegendő egy olyan elrendezés, melynél a hangolási folyamat során az antennaáram maximuma észlelhető.

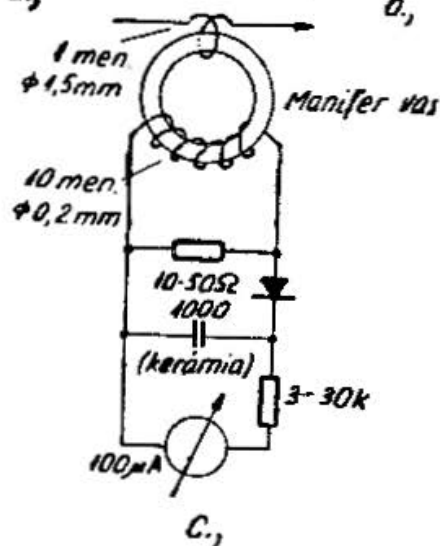
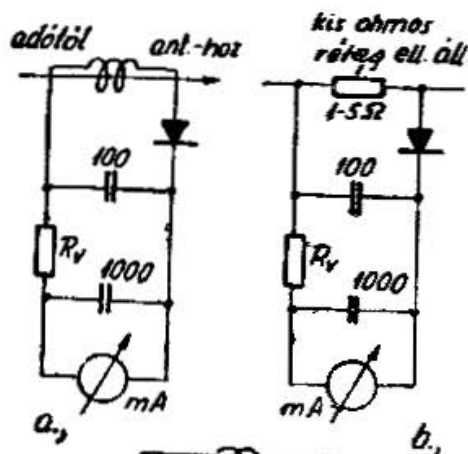
A legegyszerűbb esetben a végfok és a tápkábel közé *izzólámpácska* kapcsolódik (pl: skálaizzó), amely a maximális antennaáramot a legvilágosabb fénnel jelzi (1. a. és b. ábrák). Az R_s párhuzamos ellenállások az izzólámpácskákat söntölik és annak kiégését meggátolják.

Egyszerű *antennaáram mutatók* készíthetők a 2. ábra szerint. Előnyük, hogy úgyszólván semmi teljesítményt nem fogyasztanak, és ezért kis adóteljesítményeknél is jól érzékelhető nagyfrekvenciás árammérést tesznek lehetővé.



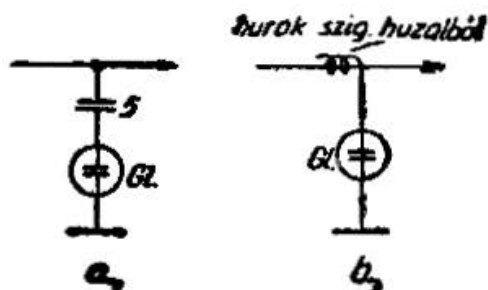
1. ábra. Lámpás indikátor

- a) egyhuzalos táplálás esetében;
b) párhuzamvezetékes táplálás esetében



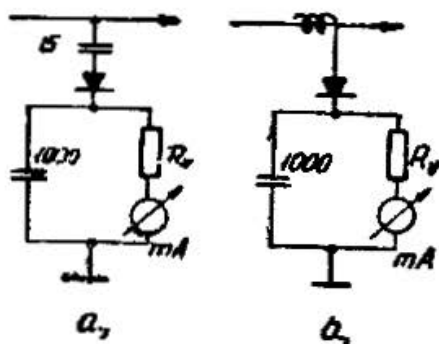
2. ábra. Antennaáram indikálás

- a) a nagyfrekvenciás áram levétele csatolóhurok segítségével;
b) feszültségmérés kishomos mérőellenálláson;
c) nagyfrekvenciás áramváltó



3. ábra. Ködfénylámpa, mint nagyfrekvenciás feszültségindikátor

- a) kapacitív csatolásban;
b) induktív csatolásban



4. ábra. Érzékeny nagyfrekvenciás feszültségindikátor

- a) kapacitív feszültségelosztás;
b) induktív feszültségelosztás

A 2. ábrán bemutatott antennaáram-jelző készülékek csak a tápkábelhez való csatolás módjában különböznek egymástól. Bármilyen tetszőleges minőségű germánium dióda alkalmazható erre a célra.

Néha szükségessé válhat a nagyfrekvenciás feszültség indikálása is. A glimmlámpa igen hasznos feszültség indikátor. A 3. ábra szerint induktíve, vagy kapacitíve csatolhatjuk a tápkábelhez

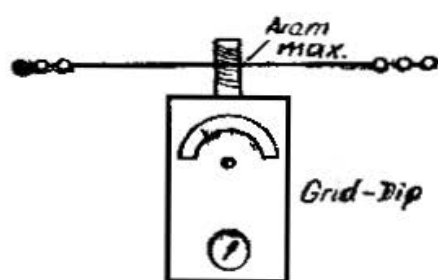
A 4. ábra szerint igen érzékeny mérési elrendezést valószínűsíthetünk meg, ha a nagyfrekvenciás feszültséget germánium diódák segítségével egyenirányítjuk, és utána Deprez műszer segítségével indikáljuk. Az R_V előtétellenállás nagysága a műszer belső ellenállásától, továbbá a kívánt érzékenységtől függ. Ennél a mérési elrendezésnél felhasznált kondenzátorok mind kerámikus kondenzátorok kell, hogy legyenek. Fel kell hívni a figyelmet, hogy az antennakörben használt diódáknak egy kellemetlen tulajdonságuk van: a diódák nem lineáris karakterisztikája folytán egyenirányításnál az adófrekvencia felharmonikusai is fellépnek. Ezek az antennára kerülve lesugárzásra kerülnek és kellemetlen rádió- és televíziózavarok okozói lehetnek.

Hangolt tápvezetékes antennák a hangolóberendezés megfelelő megválasztásával (Collins szűrő stb.) és az antennaáram maximális értékének megfigyelésével rezonanciába, és ezzel maximális lesugárzási állapotba hozhatók. Ilyenkor az antennaáram tényleges nagysága nem mértéke a lesugárzott teljesítménynek. Áramcsatolás esetén igen nagy áramok lépnek fel, míg feszültségcsatolás és azonos antennateljesítmény mellett alacsonyabb antennaáramok folynak. A lesugárzott teljesítmény azonban mindkét esetben azonos.

Valamivel bonyolultabbak a körülmények azoknál az antennáknál, amelyeket illesztett tápvezetékekkel (hangolatlan tápkábel) tápláljuk. Az ilyen sugárzók a tápkábel hullámellenállásához illesztve vannak, a rezonancia a tápkábel adó felőli végén elhelyezett hangolási eszközök segítségével utólagosan már nem változtatható meg. Mielőtt egy sugárzó illesztésére (egy hangolatlan tápkábelhez) sor kerülne, célszerű előzőleg az antenna rezonanciáját ellenőrizni. Csak hogyha a sugárzó az adó frekvenciájával rezonanciában van, lehetséges a tápkábelrel helyes illesztést elérni. Ennek a követelménynek általában kevés figyelmet szoktak szentelni. Ennek azután az a következménye, hogy a tápkábelen állóhullámok maradnak, és ezért az illesztés optimális beállítása nem is található meg.

1. A rezonanciafrekvencia meghatározása

A közismert Grid-Dip-Méter igen alkalmas az antenna rezonanciájának megállapítására. Ennek az univerzális műszernek a leírásától el lehet tekinteni, hiszen a Grid-Dip-et jóformán már minden amatőr ismeri. Ahhoz, hogy egy kifejezett rezonanciát kapjunk, a Grid-Dip-Méter tekercsét lehetőleg szorosan kell egy áramcsomópontba kötni. (Lásd 5. ábra.) Egy sugárzó áram-csomópontja mindig annak valamely végétől számított $\lambda/4$ távolságban van, egy félhullámhosszú dipolnál ennek megfelelően a sugárzó középpontjában. A „Dip” (rezonancia) nemcsak az alaphullámon, hanem annak felharmónikusainál is tapasztalható.

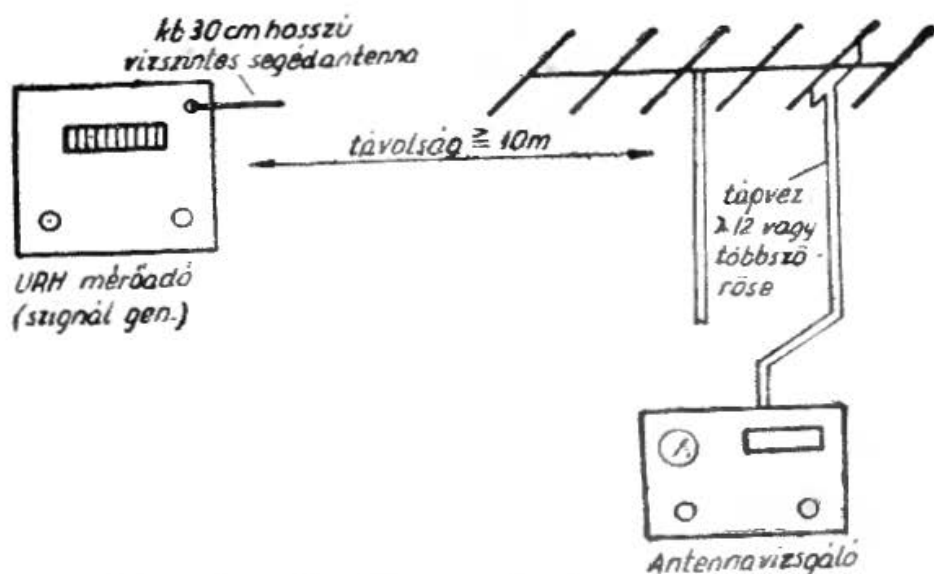


5. ábra. Grid-dip-mérő csatolása a sugárzó rezonanciájának meghatározására

Ha a sugárzó rezonanciáját az antenna nem végleges helyén mérjük, hanem a földfelszínhez közel, úgy az ilyen módszerrel mért érték rendszerint az alacsonyabb frekvenciák felé kevesebbet mutat. Ha az URH antennát a földfelülettől legalább 3 m magasságban hangoljuk, akkor a földnek a végleges antennaelrendezésnél föllépő hatása rendszerint elhanyagolható. Keskenysávú rövidhullámú antennáknál, például Yagiknál, a rezonanciahangolást célszerű a végleges elrendezési magasságban elvégezni. Hogyha ez nem lehetséges, akkor a földközelségben történő lehangolásnál a sugárzó rezonanciát a sáv alacsonyfrekvenciásabb végéhez, vagy még az alá helyezzük. Erről részletesebben volt szó a Yagi-antennák tárgyalásánál.

A szélsőségesen keskenysávú irányítóantennák, mint például a „hosszú-Yagi”-k esetében a rezonanciafrekvenciának a hangolását rendkívül pontosan kell elvégezni. Ennek a követelménynek a figyelmen kívül hagyása lehet oka annak, hogy a „Hosszú-Yagi”-kkal régebben sok sikertelen kísérlet került nyilvánosságra. Igen pontos rezonanciahangolás végezhető el akkor, ha URH szignálgenerátorral és antennavizsgáló készülékkel rendelkezünk. A mérési elrendezést a 6. ábrán láthatjuk.

Az antennát egy kábel segítségével (melynek elektromos hossza $\lambda/2$, vagy annak valamilyen egészszámú többszöröse), az



6. ábra. Mérési elrendezés a sugárzó $\lambda/2$ típusú (VEB), 37-230 MHz rezonanciájának pontos mérésére

antennavizsgáló készülékhez csatlakoztatjuk. Az URH szignálgenerátor körülbelül azonos magasságban és az antennától legalább 10 m távolságban legyen elhelyezve. A szignálgenerátor kimenetén egy kicsiny, körülbelül 30 cm hosszú segédantenna van elhelyezve, hosszabb segédantennák, különösen az olyanok, amelyeknek a rezonancia-hossza a mérendő frekvenciák tartományába esne, a mérési eredményt meghamisítanák! A szignálgenerátorból a segédantennán keresztül kisugárzó frekvenciát a mérendő antenna segítségével vesszük. A hozzá csatolt antennavizsgáló berendezés a térerőt regisztrálja. Ezután a szignálgenerátor frekvenciáját állandó kimenő teljesítmény mellett lépcsőzetesen megváltoztatjuk. Egyidőben az antennavizsgáló berendezést folyamatosan a mindenkori kisugárzott frekvenciához hangoljuk és a mutatott térerősséget feljegyezzük. Az a frekvencia, amelynél a legnagyobb térerősség volt megállapítható, azonos az antennának a keresett rezonanciafrekvenciájával. A feljegyzésekből rekonstruálható az antennának a rezonanciagörbéje.

Mérés közben időnként meg kell arról győződni, hogy a szignálgenerátor rövid idejű kikapcsolása esetén a vizsgálóberendezés nem mutat-e térerőt. Hogyha mégis mutatna, akkor a vizsgálati antenna valamilyen távoli adó térerejét veszi, és ez a mérési eredményeket erősen meghamisítja.

Szélessávú antennatípusoknál a rezonanciafrekvencia mérése elmaradhat. Az ilyen szélessávú antennáknál a különböző helyi körülményekből eredő frekvencia eltolódások rendszerint még az antenna sáv szélességén belül maradnak. A szélessávú

antenna felfogható, mint egy olyan nyitott rezgőkör, melynek igen kicsi az L/C viszonya. Az ilyen kör nem rendelkezik kifejezett éles rezonanciacsúccsal, hanem egy többé-kevésbé széles rezonanciapúppal. Ezért, ha szélessávú antennán mérünk Grid-Dip-Méterrel, rendszerint kifejezett rezonanciadip-et már nem is sikerül megállapítani.

2. Az illesztés ellenőrzése

A sugárzó akkor van az energiavezetékhez pontosan illesztve, hogyha annak talpponti impedanciája pontosan megegyezik a tápvezeték hullámellenállásával. Mindkét ellenállás csak tiszta ohmos ellenállás lehet. A tápvezeték hullámellenállása frekvenciafüggetlen, és ezért ohmos.

Az antenna talpponti impedanciája azonban csak akkor tiszta ohmos, ha a sugárzó az adó frekvenciájával rezonanciában van. Hogyha az ellenállás-illesztés nem pontos, akkor a sugárzó a hozzá vezetett adóenergiát nem tudja teljesen „feldolgozni”. Ez a „fel nem dolgozott” energia a kiindulási ponthoz, tehát az adó végfokához visszaverődik. A visszaverődés következményeként a tápvezetéken állóhullámok alakulnak ki, és ezért a hatásfok erősen leromlik. Minél rosszabb az illesztés, annál nagyobb lesz a fellépő állóhullámok amplitudója. Tökéletes illesztés esetén a feszültségmaximumok és feszültségminimumok a tápkábelben egyenlők egymással, arányuk tehát 1 : 1, vagyis semmilyen hullámosság nincs. Az $U_{max} : U_{min}$ arányt *állóhullámarány*nak (SWR német rövidítés) nevezzük. Az állóhullámarány az illesztés mértéke. Minden hangolási munkának az a célja, hogy a hangolatlan tápvezetéken 1 : 1 állóhullámarányt érjünk el. Ha ez nem sikerül, akkor vagy a sugárzó nincs rezonanciában az adó frekvenciájával, vagy pedig az antenna talpponti impedanciája a közbeiktatott illesztőtagok miatt (például Gamma-Match, T-tag stb.) egy induktív ellenállás komponenssel rendelkezik. 1 értékű illesztési tényező (SWR = 1 : 1) a gyakorlatban nagyon nehezen érhető el. 2 : 1 állóhullám arány (illesztési faktor 2) még nem okoz túlságosan nagy veszteséget és ezért elfogadhatónak mondható.

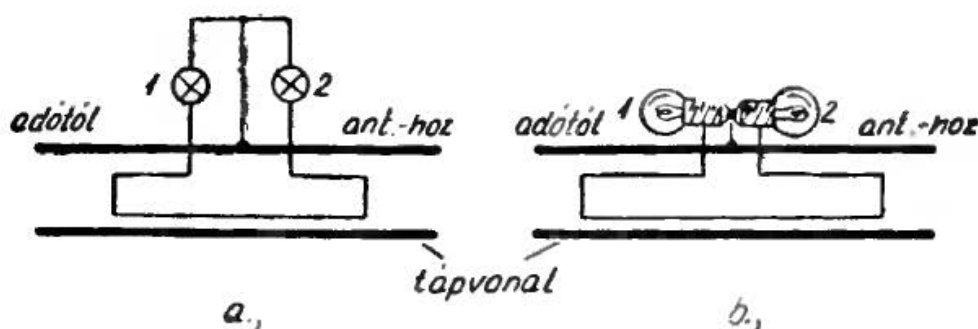
Illesztett antennák táplálására manapság sűrűn használnak szalagkábelt, melynek hullámellenállása 240–300 ohm, vagy koaxiális kábelt, melynek hullámellenállása 60–75 ohm között van.

Szalagkábelek esetében a félreillesztés ténye aránylag egyszerűen kimutatható. Egészen durva tájékozódást már egy

glimmlámpa is adhat, hogyha azt a szalagkábeltől állandó távolságban végigvisszük a szalagkábel mentén. Helyes illesztés esetén több hullámhossznyi távolságon keresztül egyenletesen kell, hogy világítson. Hogyha a fény intenzitása változik, akkor az illesztés pontatlan. Kis adó-teljesítményeknél a glimmlámpás vizsgálat nem jó. Igen érzékeny indikátor itt is egy Grid-Dip-Méter, melynek anódfeszültségét lekapcsoltuk. Ezt is a szalagkábeltől állandó távolságban végigvisszük, és illesztés esetén nem szabad hullámosságot mutatni. Az ilyen segédeszköznek tekinthető mérési eszközökkel kapott eredmények azonban természetesen meglehetősen pontatlanok. Az amatőr gyakorlat minden követelményének tökéletesen megfelel viszont a „kétlámpás indikátor”.

3. A „kétlámpás indikátor” (Twin-Lamp) és hasonló mérési berendezések

Ezek az eszközök egyszerűségük ellenére is igen hasznos állóhullám-indikátorok, és még az URH tartományban is igen pontos mérési eredményeket adnak. A 7. ábra a mérés elektromos kapcsolását és mechanikus kivitelét mutatja.



7. ábra. A „Kétlámpás indikátor”

- a) elektromos kapcsolás;
- b) mechanikus kivitelezés

A csatolótekerceset hasonló szalagkábelből készítjük, mint amelyet a tápvezetéknél is felhasználtunk. A hurok hossza sokkal kisebb legyen, mint a hullámhossz negyede. (A gyakorlatban rendszerint $\lambda/10$ -re, vagy ennél is rövidebbre méretezik.) A szalagkábelből készített hurok két végét rövidre zárják és középen a vezeték egyik erét megbontják. A hurok ezáltal egy kicsinyített hurokdipolhoz hasonlít. A kábelvégek mindegyikét egy-egy kis izzólámpácska foglalatához kell forrasztani. Az izzólámpácskák középkontaktusait egymással összekötjük és egy

rövid darabka vezetékkel a tápvezeték másik vezetékéhez fémesen csatlakoztatjuk. (Esetleg gombostűvel elég beszúrni és később a szűrési nyomot meleg pákával óvatosan beolvasztani.) Az izzólámpák 3,8 V és 0,07 A zseblámpaizzók lehetnek, mivel vékony izzószállal rendelkeznek, és kicsiny a hőkapacitásuk. A csatolótekercest a tápkábelnek egy tetszőleges pontján lehetőleg szorosan csatoljuk a tápvezetékhez, és ebben a helyzetben leukoplaszttal, vagy szigetelőszalaggal rögzítjük.

Mérés előtt az adó kimenő teljesítményét csökkentjük és utána lassan addig növeljük, míg a lámpácskák középerősen izzanak. Hogyha az illesztés már számított volt, akkor az adó felé eső (1) lámpácska lényegesen erősebben fog világítani, mint az antenna felé eső lámpácska.

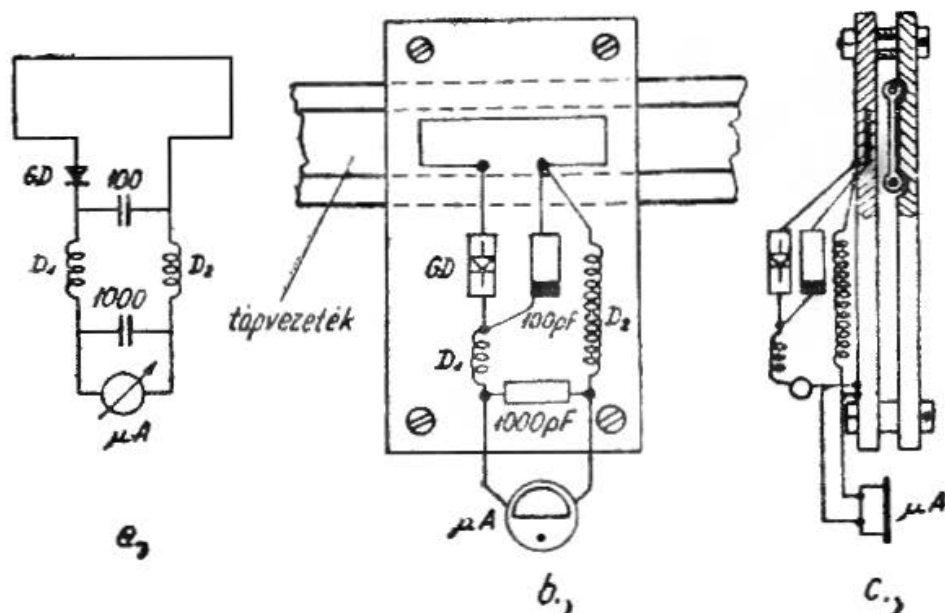
A további hangolási munkák célja az, hogy az antennának az illesztő és hangoló elemeivel olyan állapotot érjünk el, amelynél a 2 lámpa sötét marad, míg egyidőben az 1 lámpa világosan ég. Ebben a helyzetben az állóhullámok eltűntek és az illesztés aránylag pontosnak tekinthető.

Kis nagyfrekvenciás kimenőteljesítménynél rendszerint nem sikerül a lámpákat izzásra bírni. Ilyen esetben a lámpákat körülbelül 500 ohmos rétegellenállásokkal helyettesítjük, az ezeken eső nagyfrekvenciás feszültséget germánium dióddal egyenirányítjuk, és a kapott feszültséget érzékeny egyenáramú műszer segítségével mérjük. Az illesztés akkor helyes, hogyha a sugárzó felé eső ellenálláson fellépő feszültségesés gyakorlatilag nulla.

Egyéb illesztésmérő berendezések már az állóhullámok számszerű mérését is lehetővé teszik. Ilyenkor egy nagyobb vezetékhozz mentén az állóhullámokat mérik. A kapott feszültségértékek (U_{max} és U_{min}) egymással arányba állítva mindjárt az állóhullámarányt adják.

A gyakorlatban azonban más mérési módszerek nem olyan elterjedtek, mint az imént leírt kétlámpás indikátor. A kisebb közkedveltség oka abban lehetősé, hogy aránylag sok mechanikai munkával jár elkészítésük. A tápvezeték mentén történő feszültségmérés elengedhetetlen feltétele például az, hogy az indikátor és a megvizsgálandó tápvezeték között csatolási fok a vezeték mentén minden mérési pontnál azonos és ismert legyen. Ebből a célból egy olyan tolokát készítünk, amelybe a csatolótekercest bele van építve, és amely a logarléc tolóablakához hasonlóan a tápvezetéken végigcsúsztható. A 8. ábra példát mutat egy ilyen elrendezésre.

A 8/a ábra mutatja a drót-hurkot, amelynek segítségével a tápkábelről a nagyfrekvenciás feszültség induktíve levehető. A GD germánium dióda egyenirányítja a nagyfrekvenciás feszültséget, és a kapott egyenfeszültség szűrőláncon keresztül mikroampermérőre kerül, ez pedig méri az egyenfeszültséget. A csatolóhurok kisebb, mint a kétlámpás indikátor esetében, a rövidhullámú tartományban hossza 5 és 10 cm között lehet,



8. ábra. Allóhullám mérése

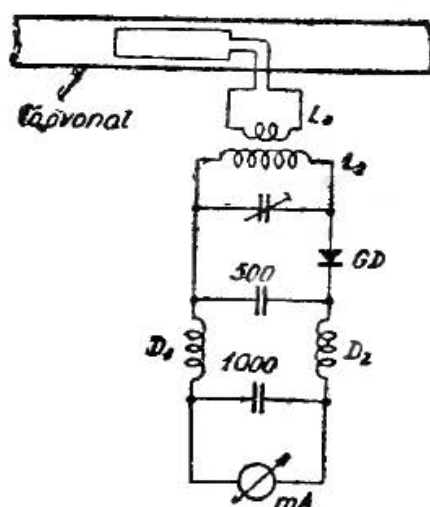
- a) elektromos kapcsolás;
 b) mechanikus kivitel előlnézetben;
 c) mechanikus kivitel oldalnézetben

míg a 2 méteres sávban már körülbelül 2 cm hosszú hurok is megfelelő. Bármilyen kereskedelemben is kapható germánium dióda megfelelő. A két azonos fojtó (D_1 és D_2) a vizsgált frekvenciatartományra méretezve kell legyen. Itt a rövidhullámú amatőrsávokra szokásos méhsejt-tekerccsel készült induktivitások használhatók körülbelül 0,5 mH értékkel. Az URH tartományban öntartó fojtókat használhatunk, amelyek körülbelül 20 menetből állnak és lakk szigeteléses rézdrótból készültek. A felhasznált mérőműszernek nem kell okvetlen mikroamper érzékenységgel rendelkeznie, lehet egy kevésbé érzékeny (1 mA) végkiterésű műszer is.

A csatolótekerccs körülbelül 1 mm-es rézdrótból készül és egy polistirol (trolitul) lemezbe van beágyazva. A polistirolba történő beágyazás menete a következő: a rézhurkot a kívánt méretre hajlítjuk, majd vasalóval felhevítjük és utána a tro-

litullemezbe belevasaljuk. A tápkábel részére a szembelevő stírol lemezbe olyan pályát reszelünk, hogy a két lemez majdnem összeérjen és a tolóka (ezzel a mérőhurok is) a tápkábeltől mindig állandó távolságban, annak mentén elcsúsztatható legyen.

Ha ezt a mérési segédeszközt a tápvezeték mentén végigcsúsztatjuk, akkor a mérőműszer a nagyfrekvenciás áram relatív értékét mutatja. Helyes illesztés esetén az áram a tápvezeték minden pontján azonos, tehát a tápvezetéken állóhullámok nincsenek jelen. Helytelen illesztés eredményeként a vezeték mentén a műszer kitérésében ingadozás észlelhető, áramcsomópontok (műszerkitérés maximuma), és feszültségcsomópontok (műszerkitérés minimuma) lépnek fel. A két érték



9. ábra. Érzékeny állóhullámindikáló berendezés

aránya közvetlenül adja az állóhullám arányt. A mérőberendezés aperiodikusan dolgozik, és ezért minden fellépő frekvenciát kimutat. Ha az adófrekvencia kisugárzott felharmonikus tartalma nagy, akkor ez a mérési eredményeket erősen meg hamisítja.

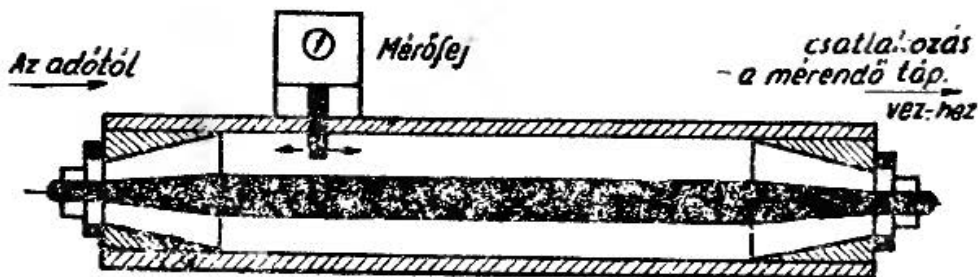
A 9. ábra egy olyan — hasonló elven működő — mérési elrendezést mutat, amely az esetleges felharmonikusok hatását kiküszöböli, továbbá lényegesen érzékenyebb indikálást eredményez.

Ebben a kapcsolatban a csatolótekercs egy darab lapos kábellel ($Z \approx 75$ ohm), vagy egy darab párhuzam vezetékkel, az L_1 tekercshez van csatolva. ($L_1 = 1$ vagy 2 menet). Az L_1 tekercs (lehetőleg változtatható módon) az L_2 rezgőköri tekercshez van csatolva. Az L_2/C rezgőkör az adó frekvenciájára van hangolva. Ez egy abszorpciós kört képvisel, utána kapcsolt nagyfrekvenciájú egyenirányítással és Deprez-műszeres indikálással. A készülék alkalmazása és kezelése teljesen hasonló az előbb ismertetett egyszerűbb kivitelezésű berendezéshez.

A fentebb leírt indikáló eszközök mindegyike természet-
szerűleg megfelelő mechanikus átalakítás után mindenféle
nyílt, hangolatlan és tetszőleges hullámellenállású saját építésű
tápvezeték mérésére alkalmazható.

4. Koaxiális kábelek illesztésének mérésére szolgáló berendezések

A szalagkábeleken fellépő állóhullámok kimutatására fel-
használt egyszerű indikátorok a koaxiális kábelek esetében
sajnos nem használhatók, mert ennek belső vezetőjéhez nem
lehet olyan egyszerűen hozzáférni. Egy nagyfrekvenciás veze-
téken fellépő hullámosság nemcsak az állóhullámarány méré-
sével mutatható ki, hanem a csatlakoztatott fogyasztó kapaci-
tív és induktív ellenállás-tagjának a megállapításával is. Ezért
laboratóriumokban az URH és deciméteres tartományra ún.
mérővezetéseket használnak. Ez a mérővezeték nem más, mint
egy jól meghatározott hullámellenállással rendelkező koaxiális
kábelnek egy stabil felépítésű utánzása. A külső vezető egy
hosszanti réssel van ellátva és ezen egy mérőfej csúsztatható
el. Ez a mérőfej a tapogató szonda segítségével a belső vezető-
ről kapacitíve veszi le a mérési feszültséget. (Lásd 10. ábra.)

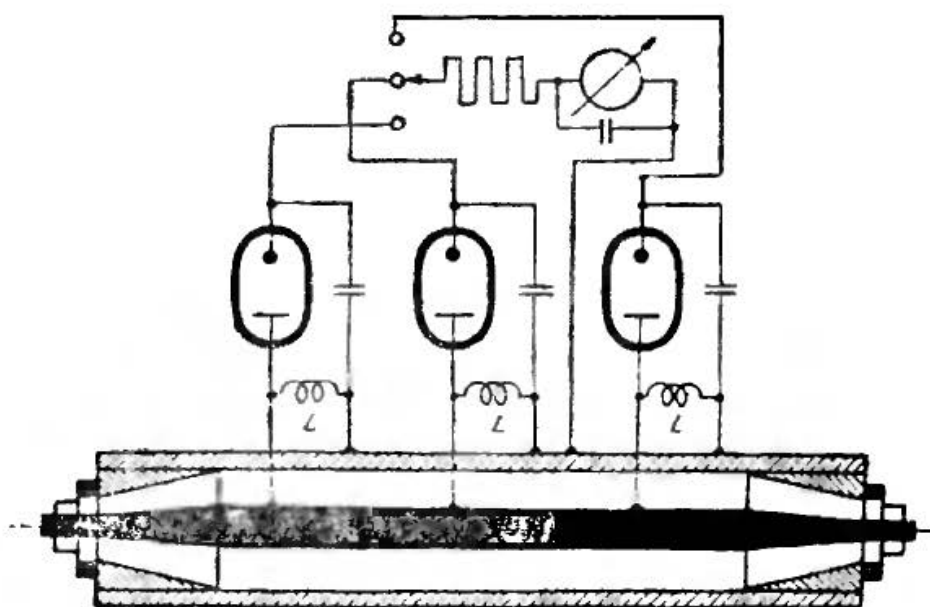


10. ábra. Mérővezeték vázlatos rajza

Az iparilag előállított mérővezetéseket a finommechanika
precíziós csúcsteljesítményei kell, hogy legyenek pontosság
szempontjából. Az ilyenek beszerzése a magas ára következtében
az amatőrök számára számításba sem jöhet. Sajátkezű
elkészítés se nagyon valószínűsíthető meg. A 11. ábra szerint az el-
csúsztatható mérőfejtől is el lehet tekinteni, és egy ilyen me-
chanikusan leegyszerűsített precíziós mérővezetéken ehelyett
egynéhány fixen rögzített mérőpont van egyenletesen elhe-
lyezve.

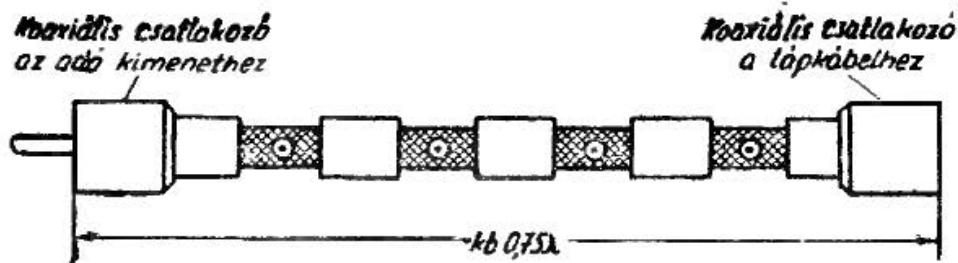
Egy ilyen háromdiódás mérővezeték csak valamely adott

fix frekvenciára tervezhető (a vezeték hossza és a mérőpontok helye) és gyakorlatilag csak az URH és deciméteres tartományban realizálható. Az L önindukciók a hozzájuk tartozó dióda kapacitással mindig egy, a mérési frekvenciára hangolt rezonanciakört képviselnek. Csődiódák helyett természetesen germánium-diódákat is lehet használni.



11. ábra. Háromdiódás mérővezeték

Egy többmérőpontos mérőtávvezeték egyszerű utánzását kapjuk, ha egy koaxiálkábel-darabot úgy készítünk ki, hogy annak belső vezetőjéhez egy nagyfrekvenciás tapogatófej segítségével több ponton hozzá tudjunk férni. Ez úgy történhet, hogy a kábel legkülsőbb műanyag borítását több helyen eltávolítjuk és ott a rézhálóból, vagy szövetből álló külső vezetőt úgy tologatjuk szét, szakítjuk meg, amíg egy kicsiny, lehetőleg kör formájú kivágásban a kábel dielektrikuma láthatóvá válik. Ezt olyan mélységben távolítjuk el, illetve fúrjuk meg, amíg a kábel belső vezetője látszani fog. Ezután egy porcelán gyűrűskét, vagy egy finom polisztírol csövecskét helyezünk a nyílásba és beragasztjuk, úgyhogy a kábel belső vezetőjéhez egy finom tapogatócsúcs segítségével hozzá lehessen férni. A többi mérőpontokat is hasonló módon készítjük elő. A mérővezeték hosszát legalább $0,75 \lambda$ -ra válasszuk meg és ezen a mérési pontokat egyenletesen osszuk el. A mérővezeték hullámellenállása pontosan meg kell egyezzen a vizsgálandó tápkábel hullámellenállásával. A kábel darabot az adó végfoka és az adóvezeték közé csatoljuk. (Lásd 12. ábra.)



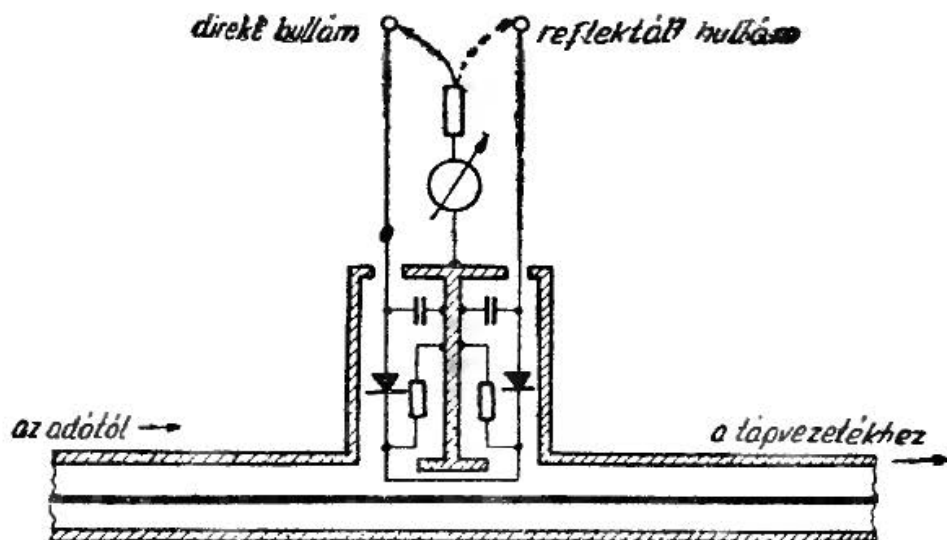
12. ábra. Ideiglenes mérővezeték több mérőponttal

Egy csővoltmérő nagyfrekvenciás tapogatócsúcsával, vagy pedig valamilyen más nagyfrekvenciás feszültségmérő eszközzel most az egyes pontokon fennálló nagyfrekvenciás feszültséget határozzuk meg. Ha különböző pontokon különböző feszültséget mérünk, akkor biztosan helytelen illesztés áll fenn. Viszont a különböző pontokon tapasztalt azonos feszültségekből arra lehet következtetni, hogy a tápkábel a sugárzóhoz közelítően helyesen van illesztve. Egy ilyen mérővezeték azonban mindig csak egy segédeszköz marad, még ha használatos segédeszköz is.

5. A reflektométer

Egy másik állóhullám-arány indikáló eszköz, amely a mérővezetékkel szemben néhány előnnyel is rendelkezik, a reflektométer. Tulajdonképpen a kétlámpás indikátor elve alapján működik, a koaxiális kábelekre alkalmas formában kialakítva. (Lásd 13. ábra.)

Itt is alapkövetelmény, hogy a mérő koaxiális vezeték hullámellenállása pontosan megegyezzen a mérendő koaxiális

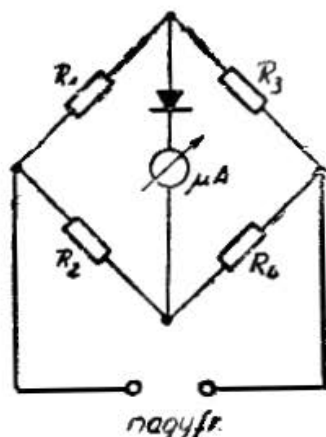


13. ábra. Reflektométer elvi vázlata

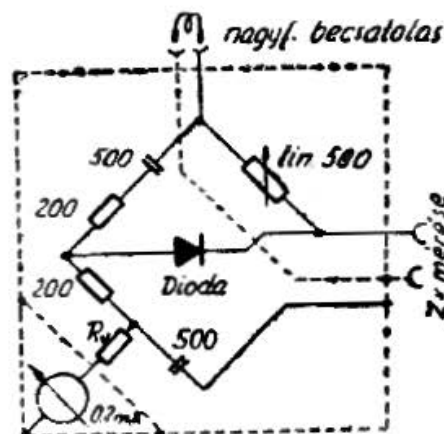
kábel hullámellenállásával. A koaxiális vezetékbe merülő csatolóhurok a belső vezetővel egyszerre induktív és kapacitív csatolást biztosít. Anélkül, hogy ehelyütt a részletekbe nagyon belemennénk, megállapítható, hogy helyes illesztés esetén — tehát hogyha állóhullámok már nincsenek —, akkor a mérőműszer „direkthullám” állásban nagy kitérést mutat, míg ugyanakkor „reflektált hullám” állásban nem tér ki. A félreillesztés fokától függően a műszer „reflektált hullám” állásban több-kevesebb áramot mutat. A reflektométer bizonyos határok között frekvenciafüggetlen, és precíz mechanikus felépítés és pontos behangolás után igen kitűnő mérőeszközt képvisel állóhullámok részére. Reflektométerrel illesztés beállítása nem probléma. Sajnos egy jól működő berendezés elkészítése tekintélyes finommechanikai munkával jár. Mivel azonban ezeken kívül lényegesen egyszerűbb mérőeszközök is léteznek — amelyekkel szintén elegendően pontos beállítás érhető el —, ezért ilyen reflektométer leírásával nem foglalkozunk. Részletes adatokat, továbbá egy igen fontos építési leírást találhat az érdeklődő a DL3FM hívójelű amatőr egy dolgozatában („Das DL—QTC”, 4, 1956, S. 162—172).

6. Hídkapcsolások, mint illesztésmérő berendezések

Igen sokoldalú és emellett aránylag egyszerűen előállítható segédeszköz az antenna-illesztés beállításához a Wheats-tone-híd elven működő nagyfrekvenciás mérőhíd. Az ilyen elrendezések a legkülönbözőbb nevek alatt ismeretesek és kedveltek. Ezek mind azonos elv alapján működnek, legyen a nevük akár „Antennascope”, „Matchmaker” vagy „Micromatch”. Az alapvető elvi kapcsolást a 14. ábra mutatja. A hidat nagy-



14. ábra. Nagyfrekvenciás mérőhíd elvi kapcsolása



15. ábra. Antennascope W2AEF után

frekvenciával tápláljuk és az ellenállásoknak reális ellenállásértékkel kell rendelkezniük a tápforrás frekvenciáján.

Az R_1 és R_2 ellenállások teljesen azonosak (pontosság 1%-on belül), az ellenállásérték maga alárendelt jelentőségű. Ezen feltételezések mellett a híd egyensúlyi állapotában (a mérőműszer nem tér ki) az alábbi összefüggések érvényesek:

$$R_1 = R_2; \quad R_1 : R_2 = 1 : 1; \quad R_3 = R_4; \quad R_3 : R_4 = 1 : 1.$$

Ha most R_4 helyébe a vizsgálandó impedanciát helyezzük (amelynek az ellenállását akarjuk meghatározni), és hogyha R_3 részére hitelesített ellenállást (indukciószegény kivitelben) használunk, akkor az R_3 -nak hídegyensúly esetén mutatott ellenállása azonos a mérendő impedancia ohmos ellenállásértékével. Ilyen módon tehát egy antenna talpponti impedanciája közvetlenül mérhető. Figyelembe kell azonban venni, hogy egy antennának a talpponti impedanciája csak rezonancia esetében tiszta ohmos. Ezért a mérő frekvenciának meg kell egyeznie a sugárzó rezonanciafrekvenciájával. Ezen túlmenően a mérőhíd segítségével tápkábelek mindenféle fajtájának hullámellenállása, illetve a rövidülési faktora is megállapítható.

A 15. ábra egy jól bevált, az antennamérés céljára igen alkalmas hídkapcsolást mutat, amelyet a W2AEF amatőr fejlesztett ki, és „Antennascope” néven vált ismeretessé. Az R_1 és R_2 ellenállások, továbbá C_1 és C_2 kapacitások abszolút értékeit nem kell pontosan betartani. Fontos azonban az, hogy az R_1 és R_2 , továbbá C_1 és C_2 egymás között teljesen egyenlők legyenek. Tehát nyugodtan lehet R_1 vagy R_2 150 ohm, vagy 250 ohm, vagy valamilyen hasonló érték, ha az teljesen azonos ellenállás. Értelemszerűen következik ez a C_1 és C_2 -re is. Másrészt viszont nem szükséges, hogy drága és igen kis tűrésű mérőellenállásokat szerezzünk be erre a célra. Sokkal olcsóbb, hogyha azonos ohm értékű ellenállások nagyobb mennyiségéből pontos mérőhíd, vagy ohm-mérő segítségével két teljesen azonos ellenállást választunk ki. A változtatható ellenállás céljára csak indukciószegény rétegellemállás használható, huzalpotenciométer teljesen használhatatlan itt. Egy lehetőleg kicsiny rétegpotenciométer, amelyről esetleg még az árnyékoló sapkát is eltávolítottuk, még az URH tartományban is körülbelül 150 MHz-ig jó eredményeket ad. Az 500 ohm értéket azért választották, hogy a gyakorlatban előforduló valamennyi antennát és bármilyen hullámellenállású tápvezetékek impedanciáját lehetőleg mérni lehessen vele. A változtatható ellenállást egyenárammal hitelesítjük és a forgatógombot olyan

skálával látjuk el, amelyről a beállított ellenállásérték közvetlenül leolvasható. A híd egyensúlyi állapotában a vizsgálandó ellenállás értéke megegyezik a forgóellenállás skáláján leolvasható ellenállás értékkel. R_v a mérőműszer előtétellenállása. Nagyságát a mérőműszer belső ellenállása, és a kívánt érzékenység határozza meg. W2AEF egy 0,2 mA végkitérésű Deprez műszert használ. Nagy érzékenységet érhetünk el 50—100 μ A-as műszerrel. Ezeket mindig lehetőleg nagy előtétellenállással csatlakoztassuk, hogy a híd egyensúlyának a megzavarását lehetőleg elkerüljük. A geremániumdiódával szemben semmiféle különösebb követelményt nem kell támasztani; bármilyen nagyfrekvenciás egyenirányító típus alkalmas.

A hidágakban minél rövidebb bekötéseket alkalmazzunk, — és ugyanakkor a mechanikus szimmetriára gondosan ügyeljünk. Az egész berendezést árnyékoló dobozba kell elhelyezni. Ezen belül három, egymástól elválasztott árnyékolt rész legyen, amelyekben az alkatrészek a 15. ábra szerint nyernek elhelyezést (az ábrán az árnyékolások szaggatott vonallal vannak jelezve).

A híd egyik szára földelve van, így tehát nem földszimmetrikus a rendszer. Ezáltal felépítése leegyszerűsödik és kevésbé kritikus. A berendezés ezért elsősorban a nem földszimmetrikus tárgyak vizsgálatára alkalmas. (Például koaxiál kábel.) Azonban szimmetrikus vezetékek és antennák is elegendő pontossággal mérhetők vele. Az árnyékolást nem kell leföldelni. Ezért célszerű a készüléket szigetelő lábakra helyezni és az árnyékoló doboz felületét szigetelő védőlappal ellátni. Ugyanilyen jól bevált egy belülről vékony fémlappal borított faládikó is. A potenciométert a saját árnyékolt részében szigetelő lemezre szereljük úgy, hogy távolsága az őt körülvevő fém felületekhez képest nagy legyen. Ezt az antennascopot a rövidhullámú tartományban és az URH tartományban is változtatás nélkül használhatjuk. Az URH használhatóság határát a mechanikus felépítés és a felhasznált alkatrészek minősége szabja meg.

A híd táplálására nagyfrekvenciás generátor (mint például a Grip-Dip-Méter) alkalmas, vagy bármilyen egyéb nagyfrekvenciás generátor, amelynek a nagyfrekvenciája változtatható és elegendő nagy a kimenő teljesítménye. (Például szignálgenerátor.) A nagyfrekvenciás teljesítmény ne legyen nagyobb 1 W-nál, nehogy a diódát és a műszert veszélyeztesse: 0,2 W a híd táplálására már tökéletesen elegendő. A nagyfrekvencia becsatolása egy egyszerű egy- vagy hárommenetes

hurok segítségével történik, amely a Grid-Dip csatoló körökkel olyan szorosan kapcsolódik, hogy nyitott Z csatlakozóknál (a vizsgálandó impedancia csatlakozása helyett) a műszer végkitérését mutasson. Ha Grip-dip-Métert nagyon szorosan kicsatlunk, akkor rendszerint annak a frekvencia-hitelesítése eltörlődik. Ezért célszerű a hibák elkerülése céljából a valóságos frekvenciát megfelelő vevő segítségével állandóan ellenőrizni.

A berendezés beállítása úgy történik, hogy a csatlakozásra különböző ismert ohm-értékű, indukciómentes ellenállásokat kapcsolunk. A híd kiegyenlítése után a potenciométer skáláján leolvasható ellenállásérték mindig meg kell, hogy egyezzen a Z kapcsolókhoz helyezett ellenállás értékével. Ezt a folyamatot különböző frekvenciákon egy sor rétegellenállással elvégezzük. Ezzel egyúttal a készülék használhatósági határát is meg tudjuk állapítani, amely a híd-egyensúly csökkenő pontosságú beállíthatóságában jelentkezik. A rövidhullámú tartományban általában mindig kifogástalan mérési eredmények várhatók, azonban az URH tartomány felé egyre inkább komplex jelleget öltenek, és azt eredményezik, hogy a híd-egyensúly beállítása már nem lehetséges. A vezetékek célszerű és átgondolt elhelyezésével és az alkatrészek esetleges elhelyezésváltoztatásával rendszerint elérhető, hogy az antenneszkóp a 2 m-es sávban is használható legyen. A 70 cm-es sávban minden esetre az ilyen egyszerű hídkapcsolások már teljesen felmondják a szolgálatot. Iparilag előállított illesztő-mérőhidak igen gondos beállítással és kivitelezésben elérhetik a 250 MHz-es felső frekvencia határt.

A fenti vizsgálatok után az antenneszkópot gyakorlati mérésekhez is használni lehet.

a) Az antenna talpponti impedanciájának meghatározása

Az antennáról a tápkábelt eltávolítjuk, és helyére az antenneszkóp Z csatlakozását kötjük. Ha az antenna rezonanciáját előzőleg a Grid-Dip-Méter-rel megállapítottuk, akkor az antenneszkópot ezzel a frekvenciával tápláljuk. A potenciométer segítségével megkeressük a műszer 0 kitérésének helyét, ekkor a leolvasott ellenállásérték megegyezik a sugárzó talpponti impedanciájával. Ha az antenna-rezonanciát előzőleg nem mértük meg, és ezért csak közelítőleg ismeretes, akkor a híd tápfeszültségének frekvenciáját addig kell változtatni, amíg egyértelmű híd-egyensúly érhető el. A nagyfrekvenciás generátorok tápfrekvenciája ilyenkor megfelel a sugárzó rezonanciafrekvenciájának. Ugyanakkor a talpponti impedancia egyszerűen

a potenciométer skálájának a leolvasásával kapható meg. A sugárzó illesztő tagjainak megfelelő változtatásával — az anten-
naszkóp állandó figyelése mellett — a szükséges talpponti im-
pedancia beállítható.

Sokszor lehetetlen — legalábbis kényelmetlen — a mérést közvetlenül az antennán elvégezni. Ilyenkor azt az egyszerű ténylet lehet kihasználni, hogy egy vezeték, amelynek a hossza pontosan $\lambda/2$, vagy annak valamilyen egészszámú többszöröse, bármilyen ellenállást — mely a bemenő kapcsán van — 1 : 1 arányban a kimenő kapcsokra transzformál. Ilyenkor a vezeték hullámellenállásának nincs jelentősége. Ezért tehát a sugárzó és a mérőműszer közé egy $\lambda/2$, vagy $2 \lambda/2$, $3 \lambda/2$, $4 \lambda/2$ stb. hosszúságú és tetszőleges hullámellenállású vezetékkel kapcsolhatunk. A vezetéknek a másik végén ilyenkor pontosan ugyanolyan eredményt kapunk, mint az antenna talppontjánál mérve.

b) *Tetszőleges nagyfrekvenciás kábel rövidülési tényezőjének meghatározása*

Egy $\lambda/2$ hosszú vezeték geometriai hosszának pontos meghatározását az anten-
naszkóp segítségével következő módszerrel végezhetjük el:

A kérdéses vezeték egy nem túl rövid darabját szabadon felfüggesztjük és egyik végénél rövidrezárva, a másik végét a mérőhíd Z csatlakozási pontjához csatoljuk. A potenciométert 0 állásba hozzuk. Ezután a híd tápfrekvenciáját (Grip-Dip-Méter) fokozatosan alacsony frekvenciákról magasabb frekvenciák felé változtatjuk addig, míg a híd kiegyenlítődik. Erre a mérőfrekvenciára a vezeték most elektromosan pontosan $\lambda/2$ hosszú. A vezeték rövidülési faktorát most már egyszerű átszámítással könnyen megkaphatjuk, és ennek segítségével az elektromos hossz bármilyen más frekvenciára könnyen kiszámítható.

PÉLDA

Egy 3,30 m hosszú koaxiális kábeldarab a 30 MHz-es mérő-
frekvencián mutatja az első híd-0-t. A 30 MHz-nek 10 m-es hullámhossz felel meg: ebből a $\lambda/2$ 5 m lenne.

A rövidülési faktor az alábbiakban számítható ki:

$$V = \frac{\text{geometriai hossz}}{\text{elektromos hossz}} = \frac{3,30}{5,00} = 0,66$$

Mivel azonban a híd egyensúlya nemcsak $\lambda/2$ -nél, hanem $\lambda/2$ valamennyi többszörösénél is fellép, ezért ellenőrzés céljából még a második híd-egyensúlyt is célszerű megkeresni. Ennek példánkban 60 MHz-nél kellene bekövetkezni, és a vezetéknek ezen a frekvencián az elektromos hossza pontosan 1λ .

Hogy frekvencia szempontból valóban a legalacsonyabb 0 helyzetet mérjük ki, célszerű a várható frekvencia tartományt — amelyben a félhullám rezonanciának be kell következnie — előzőleg nagyságrendileg kiszámolni. Ehhez a hozzávetőleges számításhoz elegendő tudnunk azt, hogy a koaxiális kábeleknél a rövidülési faktor általában 0,65, laposkábeleknél 0,82, és légvezetékes nyitott párhuzamvezetékek esetében pedig közelítőleg 0,95. Mivel antenaszókóp segítségével a rövidülési faktor meghatározása nagyon egyszerű, ezért minden transzformációs vezeték a fenti módszer szerint célszerű pontosan kimérni.

Egy $\lambda/2$ hosszú vezeték pontos méretezésének ellenőrzése is történhet antenaszókóp segítségével. A hidat azzal a frekvenciával kell táplálni, amelyre a félhullámú vezeték méretezve van. A vezeték szabad végét egy tetszőleges, indukciómentes és ismert ohm értékű ellenállással zárjuk le. Természetesen az ellenállás nagysága a híd mérési tartományán belül kell, hogy legyen (500 ohmon alul). A híd kiegyenlített állapotában a potenciométeren leolvasható ellenállás értéke pontosan meg kell egyezzen a lezáró ellenállás nagyságával.

Egy antenna bemenő impedanciájának mérésekor a lezáró ellenállás helyébe az antenna sugárzási pontja, illetve annak talpponti impedanciája kerül, mert hiszen rezonancia esetében ez tiszta ohm-os ellenállásként szerepel. Azzal a feltételezéssel, hogy az antenna és a $\lambda/2$ hosszúságú tápvezeték a híd tápfrekvenciájával rezonanciában van, a sugárzó talpponti impedanciájának mérése kényelmesen nagyobb távolságból is elvégezhető.

Ha egy $\lambda/4$ -es vezeték hosszát kell meghatározni, úgy erre a célra szintén használhatjuk az antenaszókópot. Ebben az esetben a mérendő vezeték szabad végét nem zárjuk rövidre, hanem nyitottan hagyjuk. Ezután ismét azt a legalacsonyabb tápfrekvenciát keressük, amelynél a híd a forgóellenállás 0 állásában kiegyenlítődik. Ennél a frekvenciánál a vezeték hossza pontosan $\lambda/4$. Ezután a $\lambda/4$ -es vezeték transzformációs tulajdonságait is meghatározhatjuk, hogy abból a hullámellenállását

kiszámíthatjuk. Egy $\lambda/4$ -es vezeték hullámellenállása (Z) az alábbi képletből számítható:

$$Z = \sqrt{Z_E \cdot Z_A}$$

PÉLDA

Egy negyed hullámhosszúságú vezeték $Z_A \equiv 100$ ohm ellenállással zárunk le. A mérőhíd potenciométerén hídkiegyenlítés esetében egy Z_E „átranzformált” ellenállást, 36 ohmot mérünk. A fenti képletbe behelyettesítve

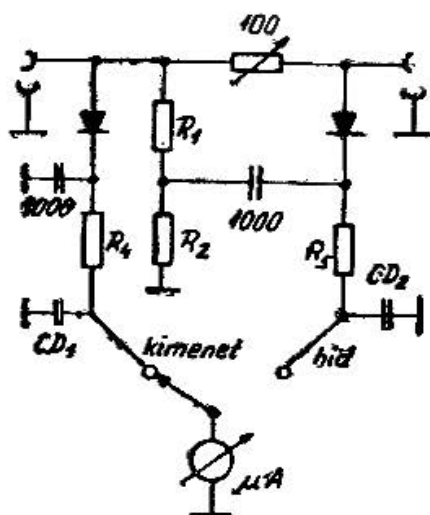
$$Z = \sqrt{36 \cdot 100} = \sqrt{3600} = 60$$

A negyed hullámhosszúságú vezeték Z hullámellenállása ezekből 60 ohm. Mivel egy nagyfrekvenciás vezeték hullámellenállása frekvenciafüggetlen, ezért ez a hullámellenállás általában érvényes a felhasznált vezetéktípusra.

Meg lehet állapítani, hogy az antenneszkóp egyszerű, de rendkívül sokoldalú mérőeszköz. Segítségével sikerül az amatőr antennáknál fellépő összes illesztési problémákat megoldani. Ezért megépítése nagyon is ajánlható azoknak, akik antennatechnikával komolyan akarnak foglalkozni.

7. A „Matchmaker”

Amint már korábban említettük, az illesztést mérő hidak — melyek lényegében nem térnek el az antenneszkóptól — más név alatt is ismeretesek. Ezek közül az egyik változat „Matchmaker” néven lett népszerű. Ez nem más, mint az antenneszkópnak egy olyan speciális kivitele, amely koaxiális kábelek mérésére, továbbá olyan antennáknak a mérésére készült, melynek talpponti ellenállása maximálisan 100 ohmig terjed. Ezen-



16. ábra. A matchmaker

kívül ez a berendezés még egy második nagyfrekvenciás egyenirányítót is tartalmaz, mely lehetővé teszi a nagyfrekvenciás tápfeszültség mérését is. A Matchmaker kapcsolási rajza a 16. ábrán látható.

A készülék dobozát célszerűen ismét három árnyékolt részre kell osztani. A középső rekeszbe a tápfeszültség mérésére szolgáló germánium dióda, továbbá a szűrőtag kerülnek, a híd többi elemeitől teljesen leárnyékolva. A potenciométer 100 ohmos kivitelű, és lehetőleg teljesen indukciómentes rétegellenállás kell legyen. A szerelésénél alkalmazandó szempontok teljesen megegyeznek az antennaszakpó potenciométerénél alkalmazott szerelési elvekkel. Az R_1 és R_2 rétegellenállások egymás között tökéletesen azonosak legyenek, a tényleges ellenállás-értékük azonban 40 és 80 ohm között szabadon választható. Célszerű indukciómentes és körülbelül 1 W terhelhetőségű kivitelűt választani. Az R_4 és R_5 előtétellenállások normál kivitelűek, és az ellenállások nagyságát a felhasznált indikálóműszer érzékenysége szabja meg. Egy körülbelül 100 mikroamper végkiterésű műszer esetében R_4 értéke 15 000 ohm, és R_5 értéke 7500 ohm körül lehet. Itt figyelembe veendő, hogy R_4 és R_5 ellenállások aránya 2 : 1 kell hogy legyen. CD_1 és CD_2 átvezető kondenzátorok, értékük körülbelül 1000 pF. (Nem kritikus érték.) A potenciométert egy pontos ellenállásmérő berendezés segítségével hitelesíthetjük (ilyenkor a germániumdiódát le kell forrasztani!). A mért értékeket egy áttekinthető skálán 10 ohm-onként feljegyezzük. Célszerű a 60 ohm, 70 ohm és 75 ohm-os állásokat külön megjelölni.

A berendezés elkészülte után annak bemérése és hitelesítése következik. Ebből a célból a vizsgálati kimenetet először egy ismert és indukciómentes ellenállással zárjuk le. (Például 60 ohm.) A műszerkapcsolót „Input” állásba kapcsoljuk, és a készülékre annyi nagyfrekvenciás feszültséget adunk, amíg a műszer fél skála hossznyira kitér. Ehhez körülbelül 0,2 W teljesítmény szükséges, amit egy Grid-Dip-Méter tud szolgáltatni. Ezután a berendezés kapcsolóját „híd” állásba kapcsoljuk, és a potenciométert addig állítjuk, amíg a híd-kiegyenlítést (feszültség nullát) elérjük. A potenciométer skáláján leolvasott értéknek ez esetben pontosan egyeznie kell a vizsgálati ellenállás értékével. A hídnak ezt az ellenőrző mérését különböző frekvenciákon és lezárási ellenállások mellett megismételjük.

Ezután a lezáró ellenállást eltávolítjuk, úgy, hogy a vizsgálati kimenet nyitva marad, és a berendezést addig tápláljuk nagyfrekvenciás feszültséggel, míg a mérőműszer input állás-

ban ismét fél skálányira tér ki. Ha most „híd” állásba kapcsolunk át, akkor teljes skálakitérést kell kapnunk (az előtétellenállások aránya 2 : 1). Ha nem ez az eset áll elő, akkor R_4 és R_5 értéket addig kell változtatni, amíg teljes skálakitérést nem kapunk. Ugyanezt a műveletet megismételjük rövidrezárt kimenetnél is. Azonos bemeneti feszültség mellett „híd” álláshoz ismét teljes kitérést és „input” állásban fél skalahossznyi kitérést kell kapnunk. Hogyha nem ez az eset áll elő, akkor az R_1 és R_2 ellenállások nem pontosan azonosak. Ezután a műszert az állóhullámarány leolvasására közvetlenül hitelesíthetjük a következőképpen: a potenciométert a megjelölt 60 ohmos állásba hozzuk, és a kimenetet egy indukciószegény 60 ohmos ellenállással lezárjuk. Ezután a nagyfrekvenciás tápfeszültséget úgy állítjuk be, hogy „input” állásba való átkapcsolás után 0-ra kell visszamenni a műszernek az 1 : 1 állóhullámaránynak megfelelően. Ezután különböző és pontosan ismert értékű ellenállásokat kapcsolunk egymás után lezáró ellenállásként, és a mindenkori műszerkitérést „híd” állásban feljegyezzük. Eközben a bemenő feszültségnek állandónak kell maradni, továbbá a potenciométer állásán sem szabad változtatni. Hogyha a lezáró ellenállás értéke például 120 ohm, az ilyenkor mutatott műszer skálaérték egy 2 : 1 értékű állóhullám aránynak felel meg (120 ohm/60 ohm), egy 240 ohmos záró ellenállás esetén az állóhullámarány 4 : 1 (240 ohm/60 ohm). Elegendő sok lezáró ellenállás segítségével a mérési értékekből egy pontos hitelesítési görbe rajzolható, és a műszer skáláját esetleg az állóhullámarány értékével közvetlenül be is lehet skálázni.

A gyakorlati mérés során az alábbiakat kell figyelembe venni:

1. A potenciométert mindig arra az ohm értékre kell beállítani, amely megegyezik a felhasznált koaxiális kábel hullámellenállásával.

2. A bemenő feszültség („input” állásban) minden mérés előtt pontosan a mérőműszer végkitéréséig állítandó.

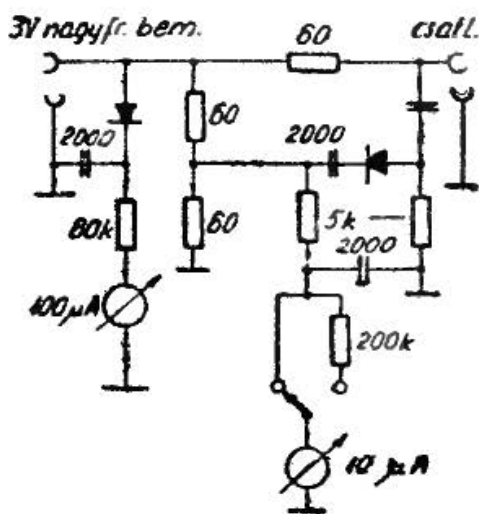
A Matchmaker célszerű és ésszerű alkalmazásával a gyakorlatban előforduló összes illesztési problémák kielégítő pontossággal megoldhatók.

Az amatőrök antennáik táplálásához sokszor csak egyféle kábeltípust használnak fel, rendszerint koaxiális kábelt, melynek hullámellenállása 50 ohm. Ez esetben a potenciométer a kábel ellenállásának megfelelő ellenállású fix és lehetőleg indukciómentes ellenállással helyettesíthető. A mérési lehetősé-

gek ezáltal valamelyest csökkennek. Másrészt azonban megfontolandó, hogy olyan potenciométer beszerzése, amely még az URH tartományban is csak tiszta ohmos ellenállásként viselkedik, meglehetősen körülményes. Ezzel szemben a kereskedelemben hozzá lehet jutni különösen indukciószegény rétegellenállásokhoz, úgynevezett URH ellenállásokhoz, melyek lehetővé teszik, hogy a készülékkel magasabb felső határ frekvenciát érjünk el.

8. Ipari állóhullámarány mérőhíd

Az illesztő mérőhidak nagy számából — amelyek elvben az antennaszóptól alig különböznek — a 17. ábrán egy ipari kivitelű készülék kapcsolási rajzát közöljük.



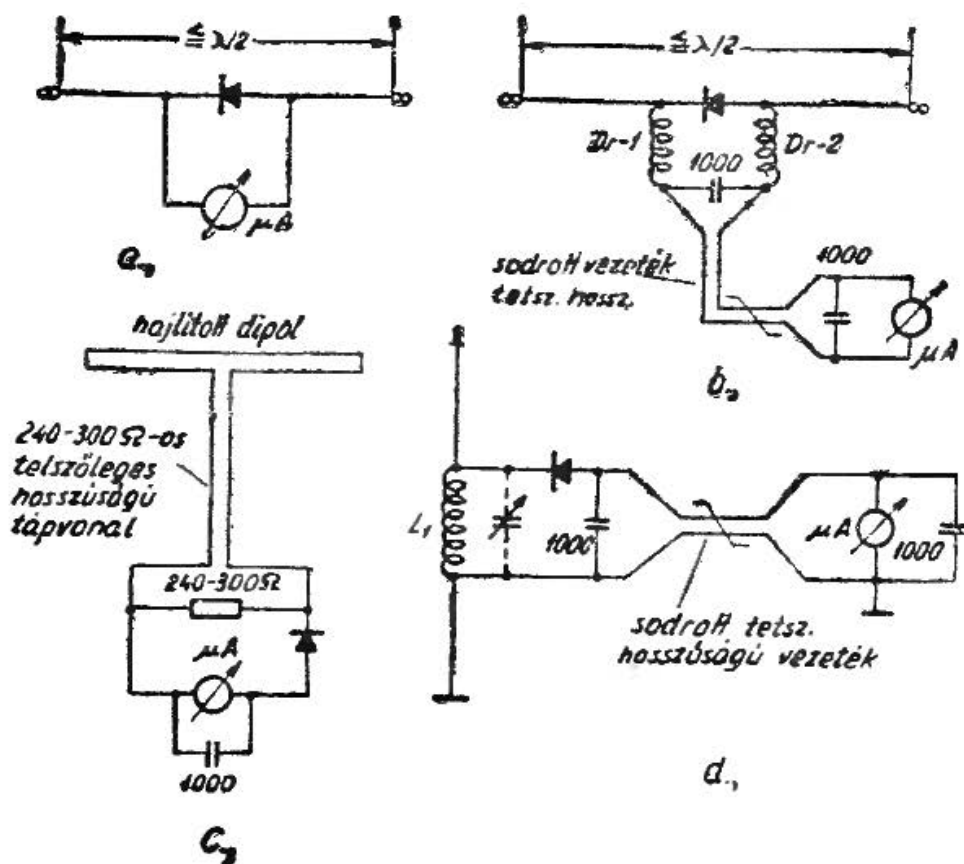
17. ábra. Állóhullámaránymérő híd
60 ohmos koaxiális kábelhez

Ez a készülék kizárólag 60 ohm hullámellenállással rendelkező koaxiális kábeleken történő állóhullámarány mérésre készült. Így külön műszert használ a bemenő feszültség mérésére, és külön műszert a híd feszültség mérésére. A híd ellenállások inductív komponensét kapacitív úton kompenzálják (a kompenzáció a kapcsolási rajzban nem látható). Ez a körülmény egyes vezeték elhelyezéssel és az alkatrészek hatékony árnyékolásával jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy ezt a hídkapcsolást még az URH tartományban is használni lehet.

9. Egyszerű térerő indikáló műszerek

Miután az antennát a tápfrekvenciával rezonanciába hoztuk és a tápvezeték pontos illesztése is megtörtént, elvégezhetjük a rendszer finomhangolását. Az elemek egymástól való távolságának, továbbá az elemek hosszának, és esetleges egyéb

hangolási elemeknek a kismértékű változtatásával az irányított antennát vagy a maximális előre sugárzásra, vagy legnagyobb előre/hátra arányra hangolják le. A finom hangolás által elért sugárzási javulás ellenőrzéséhez szükséges a térerő indikáló műszer. A 18. ábra néhány példát sorol fel az ilyen — igen egyszerűen előállítható — térerő indikátorokra.



18. ábra. Térerőindikáló dióda kapcsolások

A 18/a ábra a legegyszerűbb kivitel mutatja, egy közönséges félhullámú dipolt, amelynek a közepébe egy germánium-dióda van iktatva. Ezzel párhuzamosan egy lehetőleg minél érzékenyebb mikroampermérő szolgál az indikálásra. Nem feltétlenül szükséges, hogy a mérődipol hossza $\lambda/2$ legyen. Tetszőlegesen lehet rövidíteni, akkor azonban az indikálás érzékenysége természetesen kisebb is lesz. Ha az irányított sugárzó vízszintesen polarizált, akkor természetesen a mérődipolt is vízszintesen kell elhelyezni. A mérődipolt lehetőleg minél távolabbra kel az adóantennától elhelyezni és körülbelül azonos magasságban kell rögzíteni.

A 18/b ábra szerint az indikáló műszert a mérődipoltól el is lehet választani, és egy tetszőleges hosszúságú sodrott kettős vezetéken tetszőleges távolságban lehet elhelyezni. Az in-

dikálóműszert most látótávolságon belül úgy állítjuk fel, hogy a hangolási munka eredménye közvetlenül megfigyelhetővé válik. A DR_1 és DR_2 fojtók az URH tartományban egyszerű, negyedhullámhosszúságú fojtók. Minden rövidhullámú sávra 1 mH induktivitású fojtók alkalmazhatók (nem kritikus érték).

A 18/c ábra ugyanezt az elrendezést hurokdipol alkalmazása esetén mutatja. Tetszőleges hosszúságú URH szalagkábel a tapponti impedanciájához illesztve csatlakozik a hurokdipolhoz. A szalagkábel végét egy körülbelül 240—300 ohmos ellenállással impedanciahelyesen zárjuk le. A nagyfrekvenciás egyenirányítás ebben az esetben a tápkábel talppontjánál történik. Ez az elrendezés különösen az URH tartományban használható. A rövidhullámú tartományban való alkalmazásának legfőbb akadálya a hurokdipol körülményes és aránylag nagy mérete.

Speciálisan a rövidhullámok térerő indikálására a 18/d ábra szerinti kapcsolás szolgál. Itt a nagyfrekvenciát egy aránylag rövid segédantenna veszi. Az L_1 nagyfrekvenciás fojtón fellépő nagyfrekvenciás feszültségesést egy germániumdióda egyenirányítja és egy tetszőleges hosszúságú kettős vezeték (sodrott hálózati zsinór, csengődrót stb.) a mérőműszerhez vezet. Az egész berendezést egysarkúan földelni lehet. Nagyobb érzékenység érhető el akkor, hogyha az L_1 indukciót egy párhuzamosan kapcsolt C forgókondenzátor segítségével (az ábrában pontozott vonallal jelezve) párhuzamos rezgőkörre egészítjük ki. Természetesen a rezgőkör hangolhatósági tartománya a mérendő frekvenciába kell hogy essen, és frekvenciaváltoztatás esetén mindenkor utána kell hangolni. Mindegyik kivételnél a felhasznált germániumdiódák tetszőleges típusúak lehetnek. A mérőműszerekkel szemben sem kell különösebb igényeket támasztani, a végkitéréshez tartozó áram körülbelül 0,5 mA, vagy annál kisebb legyen. Ezek az egyszerű berendezések alkalmasak relatív térerősség mérésekre, továbbá az előre/hátra arány meghatározására, és körsugárzók iránykarakterisztikájának felvételére.

10. Az antenna hangolása

Miután a hangolás és illesztés leghasználatosabb készülékeit röviden ismertettük, még kitérnénk ezek célszerű alkalmazására, illetve annak rövid leírására is.

PÉLDA

Háromeleemes élesen irányított Yagit kell optimálisan illeszteni és lehangolni. A táplálást T-illesztéssel valósítjuk meg egy 240 ohmos URH szalagkábelhez.

A hangolás menete

A sugárzóról eltávolítjuk a tápvezetékét és egy Grid-Dip métert becsatolva meghatározzuk a sugárzó rezonanciáját. Három rezonancia fog fellépni:

egy kifejezett rezonanciadip, — ez azonos a sugárzó rezonanciájával;

egy gyenge dip, alacsonyabb rezonancián, ez azonos a reflektor rezonanciájával;

egy gyenge dip, magasabb frekvencián, ez azonos a direktor rezonanciájával.

Ha a sugárzó rezonanciája a számított frekvenciaértéktől eltér, akkor azt meghosszabbításával, vagy megrövidítésével helyre lehet hozni.

Illesztés antenneszkóp segítségével

Az antenneszkópot közvetlenül a táplálási pontra (T-tag) csatlakoztatjuk és a hidat a sugárzó rezonanciafrekvenciájával tápláljuk. A híd kiegyenlítését elvégezzük, és a potenciométeren a mutatott ohm-értékét (az antenna talpponti impedanciáját) leolvassuk. Ez azonos kell legyen a tápkábel hullámellenállásával, tehát 240 ohm-mal. Ha nem ez az eset, akkor a T-tagot meg kell változtatni, amíg a híd egyensúly a 240 ohm-nál fog bekövetkezni. Ezután a tápvezetékét az antennához csatlakoztatjuk, és ekkor meglehetősen pontos illesztésre számíthatunk.

Ellenőrzés

Az antenneszkópot a tápkábelnek az adó felőli végéhez csatlakoztatjuk és ekkor a hídegyensúlynak szintén 240 ohm-nál kell bekövetkezni.

Egyéb tennivalók

A tápvezetékét a sugárzóhoz csatlakoztatjuk és a tápvezeték másik végét az antenneszkópnak a „vizsgálat” feliratú csatlakozóihoz kötjük. A potenciómétert pontosan 240 ohm-ra állítjuk és a hidat a sugárzó rezonanciafrekvenciájával tápláljuk. A T-tagot addig szabályozzuk, amíg a híd ki nincsen egyenlítve.

Illesztés kétlámpás-indikátorral

Az antennát a hozzátartozó 240 ohm-os tápvezetékkel az adóhoz csatlakoztatjuk. A glimmlámpákat a szalagkábelhez rögzítjük és a T-tag illesztést addig változtatjuk, amíg az adó felé eső lámpa teljes fénnel nem ég és az antenna felé eső lámpa elsötétedik. Ebben az esetben szintén helyes illesztésre számíthatunk.

A térerő indikálására szolgáló készülékeket a már ismertett módon a sugárzótól lehetőleg minél nagyobb távolságra állítjuk fel és az antennát a térerőindikátor felé fordítjuk. Az erősen irányított antennarendszert most az adó segítségével tápláljuk. Kis mérési távolságok, és érzékeny indikálóműszer esetén teljes kitérést kaphatunk. Ilyen esetben az adó teljesítményét visszavesszük, vagy a műszer mérési tartományát addig növeljük, amíg a skálának csak a feléig tér ki. Az elemhosszaknak és az elemek egymás közötti távolságának óvatos változtatásával megkeressük a maximális műszerkitérés helyzetét. Egyidejűleg a tápvezeték adó-kimenetéhez történő csatlakozását is beállíthatjuk úgy, hogy a lehető legnagyobb energia lesugárzás álljon be. Sokszor kívánatos az optimális előre/hátra arány beállítására történő hangolás is. Ez a beállítás nem azonos a maximális előre sugárzás beállításával. Az antennarendszert 180° -kal megfordítjuk, úgyhogy a reflektor mutasson a térerőindikátor felé. A reflektortávolság kis mértékű változtatásával és esetleg a reflektorhossz változtatásával beállítjuk a minimális hátrafelé sugárzást. (Térerősség-minimum.)

Mivel az antennán végrehajtott bármiféle változtatás többé vagy kevésbé kihatással van a rendszer talppont impedanciájára, ezért célszerű ezt utólag ellenőrizni és esetleg módosítást, illetve helyesbítést végrehajtani. Ezzel az egész rendszer lehangolása véglegesen megtörtént.

Ezekután még fel lehet vetni a sugárzó vízszintes síkban mérhető iránykarakterisztikáját is. Ebből a célból az antennát lassan, 10° -ként a teljes kör mentén végigforgatjuk, miközben a térerő indikáló műszeren mutatkozó értékeket sorra jegyezzük, és a mérési eredményeket polárkoordináta-papírra felrajzoljuk.

Az ebben a könyvben található, többnyire igen pontos méretezési adatok mellett a sugárzó rezonanciájának mérése általában elmaradhat. Ezért az antenna hangolási munkája főleg a tápvezeték illesztésére szorítkozik. Egy félreméretezett su-

gárzónál az illesztési tagoknak bármiféle beállításával úgysem lehet egy tiszta híd-kiegyenlítési állapotot létrehozni.

Igen célszerűnek mutatkozott valamennyi szimmetrikus antennát hangolatlan, 240 ohmos hullámellenállású szalagkábelhez méretezni. Ekkor a sugárzó a kereskedelemben kapható URH laposkábel segítségével közvetlenül táplálható, miközben az illesztés beállítása az utolérhetetlenül olcsó kétlámpás indikátorral történhet. Egy 60 ohm hullámellenállású koaxiális kábel mindenféle antennaillesztési mérőműszer nélkül impedanciahelyesen a következő módon csatlakoztatható:

A sugárzót először kísérletképpen összeállítva 240 ohmos vezetéken keresztül tápláljuk, és kétlámpás indikátor segítségével leillesztjük. Ha ennek segítségével az állóhullámot eltüntettük, akkor számítani lehet arra, hogy az antenna bemenet tiszta ohmos, 240 ohmos impedanciát képvisel. Ezután a szalagkábelét eltávolítjuk és helyébe egy félhullámú hurokcsatlakozót csatolunk a táplálási pontokban. Ez a hurokvezeték 60 ohm ellenállású koaxiálkábelből készül és tudvalevően az impedanciát 4:1 arányban transzformálja, egyidőben pedig a szimmetrikus bemenetet asszimmetrikus kimenetté változtatja. Ez a tulajdonság lehetővé teszi, hogy egy 60 ohmos koaxiálkábelrel a hurokkal ellátott talpponthez csatlakozhassunk, miközben biztonsággal számíthatunk helyes illesztésre és pontos szimmetriakörülmények jelenlétére.

Aki nem akar drága koaxiális kábelét használni hurokillesztőnek, a koaxiális kábel illesztését szimmetrikus antennához a jól bevált „Gamma-Match”, vagy annak egy javított kiviteli formája az „Omega-Match” segítségével készítheti el. Ilyen esetekben azonban egy antenneszkóp, vagy Match-Makernek használata feltétlenül célszerű.

Amint a fentiekből látható, a pontos antennaillesztés megvalósítása egyáltalán nem túl nehéz. Aki az eddigieket figyelemmel kísérte és ebből logikus következtetéseket vont le, komplikáltabb irányító antennákat is bonyolult mérőberendezés nélkül optimálisan be tud állítani.

II. A TÁPVEZETÉK CSATOLÁSA AZ ADÓ VÉGFOKOZATÁHOZ

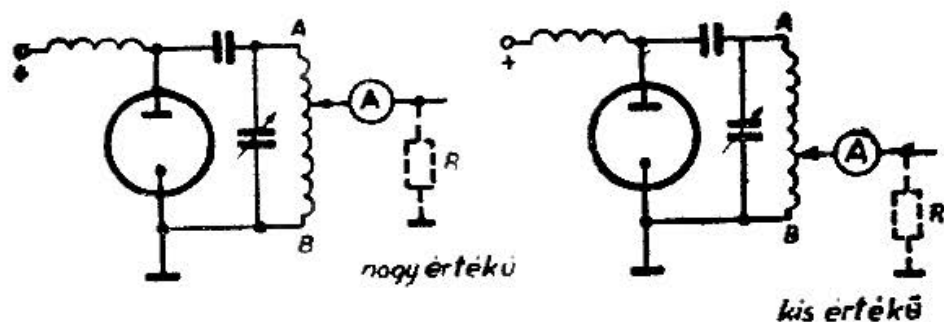
Hogy a lehető legnagyobb teljesítményátvitelt érjük el az adó végfokáról a tápkábelen keresztül a sugárzóhoz, — ehhez két alapvető követelményt kell kielégíteni.

1. *A fogyasztó (antenna) a generátor részére (adó kimenő kör) tiszta ohmos ellenállást kell hogy képviseljen.*

2. *A fogyasztó impedanciáját a generátor impedanciájához illeszteni kell.*

Az első feltétel mindig teljesül, hogyha a sugárzó (fogyasztó) rezonáns frekvenciája pontosan megegyezik az adóvégfok (generátor) frekvenciájával. Mivel a tulajdonképpeni sugárzó és a generátor között a legtöbb esetben energiaszállító vezeték (tápvezeték) van, ezért ezt úgy kell kialakítani, hogy a generátor és a fogyasztó közötti rezonanciaviszonyt ne zavarja. Ez azt jelenti, hogy hangolt tápkábel esetében ezt szintén a rezonáns frekvenciára kell hangolni, míg hangolatlan tápkábel esetén állóhullámnak fellépnie nem szabad. Az adó kimenő impedanciája általában néhány kilóohm nagyságrendű szokott lenni, míg a hangolt tápkábel impedanciája feszültségcsatolás esetén nagy ohmikus, vagy áramcsatolás esetén kis ohmos. Hangolatlan tápkábelek hullámellenállása amatőr üzemben 50 és 600 ohm között mozog. A tápvezeték illesztését egy sugárzó talpponti impedanciájához már részletesen megtárgyaltuk az előző füzetekben. Ezért a további gondolatmenethez feltételezhetjük azt, hogy a fogyasztó (antenna) a végfok tank-köréhez az első számú követelménynek megfelelően tiszta ohmos terhelést képvisel. Most tehát arról van szó, hogy ezt az *ellenállást impedanciahelyesen kell a generátor ellenállásához illeszteni.* Ez a folyamat elvben hasonlít a hangszóró, illetve a fülhallgató (fogyasztó) illesztéséhez egy hangfrekvenciás erősítő esetén.

Az impedancia-illesztés legegyszerűbb formáját a 19. ábra mutatja. Az ilyen impedancia-illesztés úgy képzelhető el legegyszerűbben, hogy a tank-kör meleg vége A-nál legnagyobb impedanciát képvisel. Minél jobban közeledünk a hideg véghez, annál kisebb lesz az ellenállás, és végül B-nél 0-val lesz egyenlő. A tank-körrel egyszerűen azt az impedancia értéket csatoljuk le, amely a fogyasztó talpponti impedanciájának megfelelő. A maximális energia kicsatolást ebben az esetben az A antennamérő műszerrel ellenőrizhetjük. Az antennaáram nagyságából



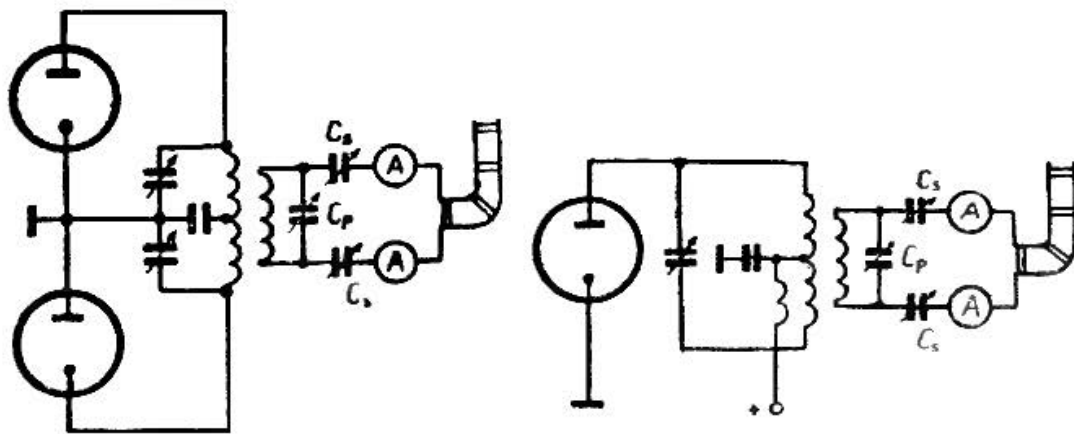
19. ábra. A legegyszerűbb antenna csatolási módok. (Balról: nagy ohmikus munkaellenállás feszültség csatlakozás esetén. Jobbról: alacsony ohmikus munkaellenállás áramcsatlakozás esetén és hangolatlan tápvezetéknel.)

a lesugárzott teljesítményre következtetni nem lehet, mert áramcsatolás esetén az antennaáram igen nagy (árammaximum) és feszültségcsatolás esetén olyan kicsiny (áramcsomópont), hogy a szokásos nagyfrekvenciás árammérő műszerekkel legtöbbször már nem is mérhető. Az antennacsatolásnak ettől a módjától azonban célszerű eltekinteni, mivel a tank-körben jelenlevő összes felharmónikusok és esetleges mellék-harmónikusok szintén lesugárzásra kerülnek. Mivel ma az amatőr-technika egyik legnagyobb problémája a rádió és televíziózavar elhárítás, (BCI és TVI) ezért a következőkben csak olyan kicsatolásmódokat tárgyalunk, amelyeknél a melléksugárzás lehetőleg alacsony.

1. Az antenna csatolása hangolt tápkábellel

Erről a kérdéstről az Amatőrantennák I. füzetben (25. old.) már részletesebb adatokat közöltünk. Mivel hangolt tápkábelű antennák szinte mindig többsávós sugárzók, ezért ajánlatos mindjárt a 25/c. ábrán közölt univerzális hangoló berendezést alkalmazni. Ennek segítségével úgy feszültség, mint áram-kicsatolást el lehet érni. Egy hangolt tápkábel földszimmetrikus, és ezért ezzel egy ellenütemű végfokozat hangolása különösen egyszerű, mivel ez is egy földszimmetrikus kapcsolás. Ezt az esetet láthatjuk a 20/a. ábrán.

Ha szimmetrikus tápkábelt egyszerű végfokhoz akarunk csatolni, akkor a 20/b. szerinti tank-kör földszimmetrikussá tehető, amennyiben a tekercs közepéhez vezetjük az anódtápfeszültséget. Mivel ez a pont a földhöz képest le van blokkolva, ez hideg pontnak tekinthető, és a tekercs két vége a meleg

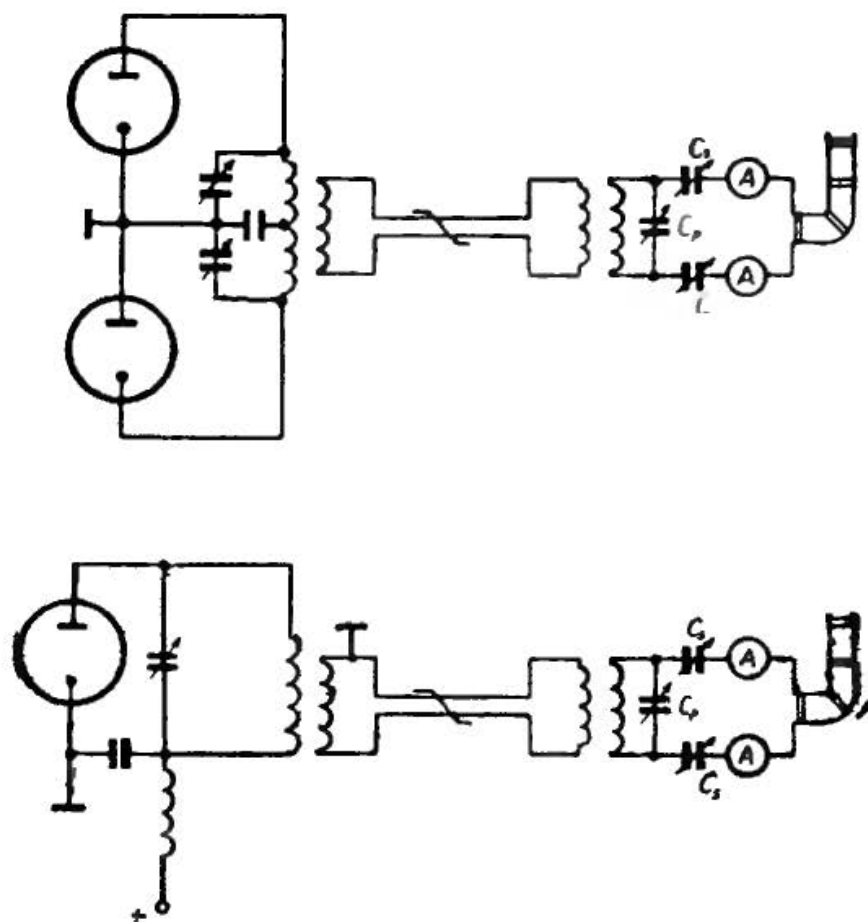


19. ábra. A legegyszerűbb antenna csatolási módok. Balról: nagy ohmi-fokozatnál. Jobbról: együtemű végfokozatnál.

pont. Ezzel az egyszerű tank-kör földszimmetrikussá vált, itt minden esetre figyelembe kell venni, hogy most már a hangoló kondenzátorok forgórészei is melegek, ezért célszerű egy kettős forgókondenzátort alkalmazni, amelynek a forgórészeit közösen lehet földelni, míg az állórészeket a tekercsvégekhez kötjük. A tank-kör és a kicsatoló kör közötti induktív csatolást lehetőleg változtathatóra kell kiképezni. Ez általában elrendezési problémákat vet fel az adó végfoknál. Ezért sok esetben célszerű az antennacsatolót a végfoktól térben elválasztani, és ún. „Link”-csatolással létrehozni az összeköttetést. (Lásd 21. ábra.)

Link-vezető készíthető egyszerűen többesű kettős vezeték összesodrásával; lehetőleg nagy keresztmetszetű vezetéket alkalmazzunk, melynek hossza tetszőleges lehet. Mindkét véget egy-egy csatolótekercs zárja le, amelynek menetszáma a szokásos rövidhullámú sávokban kettő és négy menet között van. Ezzel a végtekercssel a helyes csatolás a tank-kör és a hangoló berendezés között egyszerűen beállítható. Egy Link-vezeték alacsony ohmos, és ezenkívül gyakorlatilag egyáltalán nem sugároz. Az antennahangoló berendezést az antennakivezetés közelében helyezhetjük el, és a lakáson belül Link-vezetékekkel könnyedén köthetjük össze az adó-végfokkal. Ezáltal a hangolt tápkábelen kialakuló állóhullámok a lakószobából és annak hálózati vezetéseitől távoltarthatók, és így a BCI és a TVI erősen redukálható. Az ábrázolt antenna-csatoló berendezés segítségével célszerűen a kihangolás a következőképpen történik:

1. A végfok tank-körét antennaterhelés nélkül rezonanciára hangoljuk, miközben az anódfeszültséget esetleg csökkenthetjük. Ez a beállítás a továbbiakban végig változatlan marad



21. ábra. Közbenső kapcsolás „link” csatolással. Felül: ellenütemű végfokozatnál. Alul: együtemű végfokozatnál.

2. Feszültség-kicsatolás esetén a két C_s kondenzátort kapacitás értékük maximumára állítjuk, és a továbbiakban így is hagyjuk. Ezután C_p -vel hangolunk, amíg a két antenna-áram műszer maximumot mutat. Az antennaáram feszültségcsatolás esetén igen minimális, ezért esetleg a feszültség-maximumot csak a C_s kondenzátor közelében elhelyezett glimmlámpa segítségével tudjuk kimutatni. A tekercsek közötti csatolás mértékét, és a C_p beállítását addig változtatjuk, amíg maximális, és mindkét árammérő műszernél azonos antennaáramot tudunk elérni. Áramcsatolásnál a két C_p kondenzátort minimális értékére állítjuk és a továbbiakban így is hagyjuk. A C_s kondenzátorok és a kicsatolás változtatásával most ismét maximumra, és azonos antennaáramra állunk be. (A mérőműszerekre vigyázni kell ilyenkor, mert áramkicsatolásnál igen nagy antennaáram folyik.) Ha most valóban elértük az optimumot, akkor a tanköri hangolásnak igen csekély és óvatos utánaállításával meg lehet kísérelni még további javulást elérni.

Egy úgyszólván ideális antenna-hangoló berendezés „Col-

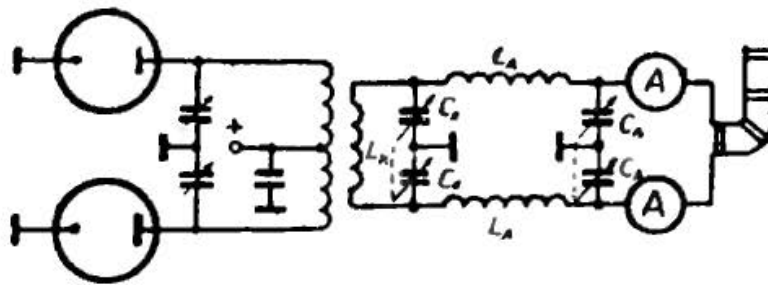
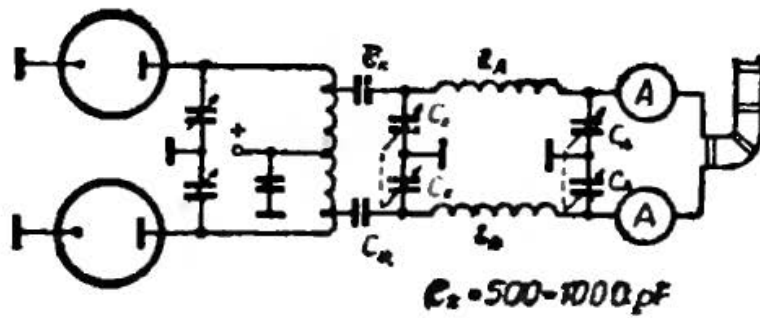
lins-szűrő” néven ismeretes, és majdnem minden rövidhullámú amatőrnél fellelhető. A legtöbb esetben azonban ilyen antenna-szűrő segítségével hosszabb-rövidebb drótdarabkákat kényszerítenek sugárzásra, annál is inkább, mivel elterjedt az a hit, hogy Collins-szűrő segítségével még egy „nedves cipőmadzag” is rezonanciába hozható. Ez az ismert π (Pi)-szűrő egy egész sor tekintélyes előnyt egyesít magában, és ezért még nem tudta más berendezés kiszorítani. A legfontosabb előnyök az alábbiak:

1. Collins-szűrők segítségével egy félreméretezett sugárzót vagy tápkábelt rezonanciára lehet lehangolni, tehát nem szükséges, hogy kínosan ügyeljünk a hangolt tápvezeték rezonancia-hosszára.

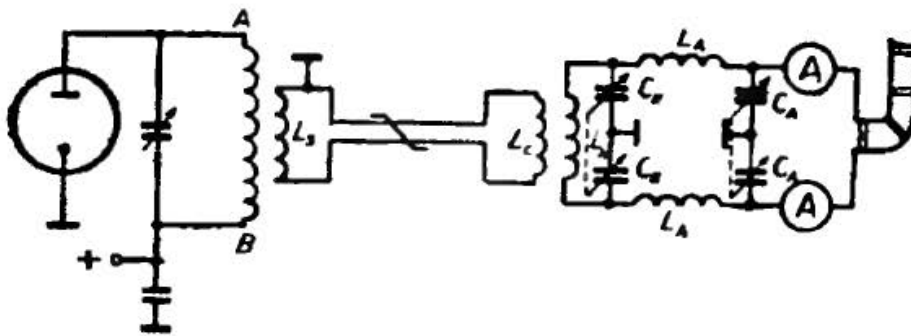
2. Collins-szűrők segítségével gyakorlatilag minden előforduló sugárzó és tápkábel impedanciát optimálisan illeszthetünk az adó végfokhoz.

3. A Collins-szűrő mint aluláteresztő szűrő is tárgyalható, tehát csak az üzemi frekvenciát és az alatta fekvő kisebb frekvenciákat engedi át.

Egyúttal tehát igen hatásos felharmónikus elnyomás lép fel. Ez igen eredményes rádió és televízió zavar szűrést tesz lehetővé. Azonban Collins-szűrőktől sem várhatók csodák. Ha az adó kapcsolásánál és felépítésében nem tettünk meg mindent annak érdekében, hogy a nem kívánatos felharmónikusokat elnyomjuk, nem várható az ilyen típus szűrőktől, hogy a felharmónikusokat olyan mértékben szűrje ki, ahogyan azt az egyre inkább érzékenyebb váló televízió vevőkészülékek irányító antennájukkal megkövetelik. A Collins-szűrő csak egy módja a felharmónikus elnyomásnak. Hangolt tápvezetékes antennák részére csak a szimmetrikus π -szűrő jöhet tekintetbe. A 22. ábra mutatja, hogy egy szimmetrikus Collins-szűrőt ellenütemű végfokhoz hogyan lehet csatlakoztatni. Ha együtemű végfokot akarunk szimmetrikus π -szűrőhöz csatlakoztatni, akkor a tankkört a 20/b. ábra szerint szimmetrizáljuk, majd úgy kezeljük a 21. ábra szerint, mint hogyha ellenütemű végfok-kör lenne. Ha azonban a szimpla tank-kört nem akarjuk megváltoztatni, és a tápvezeték szimmetriája mégis megmarad, akkor célszerű a szimmetrikus Collins-szűrőt a 23. ábra szerint egy Link-vezeték segítségével induktíve csatolni a tank-körhöz. Ilyenkor figyelembe kell venni, hogy a Link-vezeték L_s adó felé eső csatoló tekercsét földelni kell, amely tehát a tank-köri rezgőkör (A) meleg végéhez csatlakozik. Az L_s és a BA tekercs közötti csatolást,



22. ábra. Szimmetrikus Collins-szűrő, hangolt tápvezetékekkel. Felül: kapacitív csatolás a PA-körre. Alul: induktív csatolás a PA-körre.



23. ábra. A szimmetrikus Collins-szűrő csatolása az asszimmetrikus Tank-körre.

továbbá az L_c és L_k közötti csatolást igen szorosra kell méretezni. L_s és L_c rövidhullámú tartományban két-három menettel rendelkezik. L_k vagy egyenlő L_c -vel, vagy valamivel nagyobb. Az L_c és L_s tekercsek helyzete egymáshoz képest változtatható kell legyen, mivel kis helyzetváltoztatásokkal a szimmetria sokszor javítható. A C_e kondenzátor szokásos értéke 2×300 pF, míg a $C_a = 2 \times 500$ pF. (Ügyeljünk a kis kezdőkapacitásra.) L_a optimális menetszámait minden sávban ki kell próbálni. Irányadatként szolgáljon a 80 m-es sávra: 3 mm-es ezüstözött rézhuzal, 50 mm átmérőn 30 menet. Átkapcsolható Collins-szűrők tekercsadatai a szakirodalomban fellelhetők.

A kihangolás menete a következő:

1. A Collins-szűrőt a tank-körtől elválasztjuk és utóbbit rezonanciába hozzuk az adó frekvenciával. Előzőleg esetleg a végcső anód és segédrács feszültségét csökkentjük. A PA kör már egyszer beállított rezonanciáját a továbbiakban semmiképpen nem szabad megváltoztatni.

2. A Collins-szűrőt hozzácsatolt antennával a tank-körhöz csatoljuk. Ezáltal ez most a rezonanciából kiesik. C_e megfelelő változtatásával a tank-kör rezonanciáját ismét helyreállítjuk. Eközben C_a kb. középállásban van.

3. Most C_a értékét kis határok között fokozatosan változtatjuk és eközben C_e segítségével a tank kör rezonanciáját állandóan utána állítjuk. Eközben hamarosan megállapítható lesz, hogy C_a értékét melyik irányba kell változtatni ahhoz, hogy az antennaáram növekedését eredményezze. Ilyen módon C_a és C_e azon állásai, amelynél maximális antennaáramot érünk el, hamarosan fellelhetők. Ha az antennaáram mindkét vezeték-ágban egyenlő nagyságú, akkor az egész lehangolási folyamat ezzel be is fejeződött.

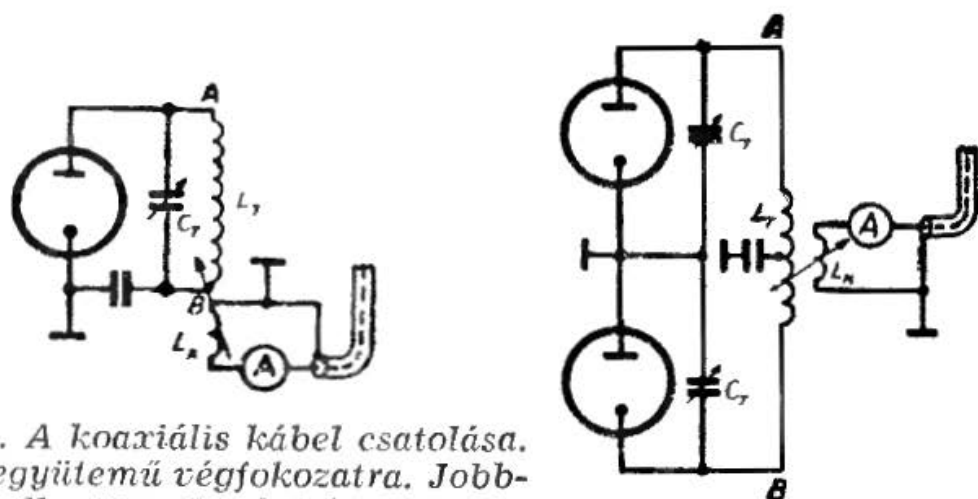
Valamely új Collins-szűrő, vagy új antenna elsőízben történő lehangolásánál szükséges, hogy a hangolási folyamat 2. és 3. pontjait L_a különböző menetszámaival megismételjük, hogy itt megtaláljuk az optimális indukció értékeit. Hogyha az antennaáramok eltérő nagyságúak, akkor a Collins-szűrő és a tank-kör közötti csatolás nagyságát addig változtatjuk, amíg mindkét antennaáram mérő műszer azonos értéket mutat. Ezzel a tekercsállással a hangolási folyamat második és harmadik pontját még egyszer meg kell ismételni.

2. Hangolatlan tápkábelek csatolása a végfokhoz

Modern egysávós rövidhullámú antennák majdnem mindig, az ultrarövidhullámú antennák pedig kizárólag hangolatlan tápkábelek segítségével vannak gerjesztve. Ezek minden táplálási mód közül a legbiztosabb védelmet nyújtanak a kellemetlen rádió és televízió zavarok ellen. URH antennák táplálására újabban már csak kétféle vezetéktípust alkalmaznak: a 60 ohmos koaxiális kábelt és a 240 ohm hullámellenállású URH szalagkábelt. Emellett még néha találhatunk 52, 70 és 75 ohmos koaxiális kábeleket, továbbá 280 és 300 ohmos szalagkábelt is.

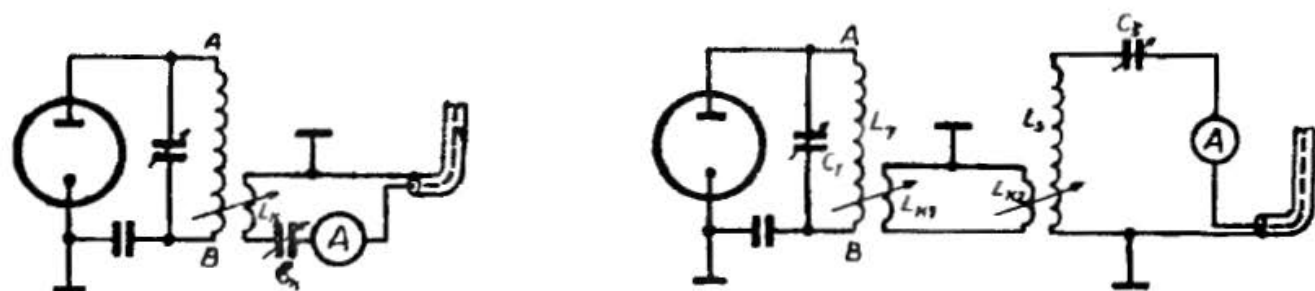
a) koaxiális kábelek csatolása

A koaxiális kábelek végfokhoz való csatolásának a legegyszerűbb módját a 24. ábra szemlélteti. Mindkét esetben az L_k



24. ábra. A koaxiális kábel csatolása. Balról: együtemű végfokozatra. Jobbról: ellenütemű végfokozatra.

csatolótekerccs kb. 4—5 menetből áll 80 méteren, 3 menetből 40 és 20 m-en, és 2 menetből 10—15 m-en. Hogy az optimális csatolási fokot könnyen be tudjuk állítani, az L_k csatolótekerccs helyzete az L_l tank-körhöz változtatható kell hogy legyen. A csatolást mindig az L_l hideg végén kell eszközölni. Hogy a két tekerccs közötti kapacitív csatolás minél kisebb legyen, az L_k tekerccs földelt végét a PA tekerccs alsó, (B) végéhez kell elhelyezni. Ellenütemű végfok rezgőkörét a 24/b. ábra szerint a tekerccs közepén csatoljuk ki L_k segítségével, mivel a 0 potenciál ott van. Ebben az esetben mindegy, hogy az L_k tekerccsnek melyik végét földeljük, mivel A és B pont egyformán meleg pontok. A csatolótekerccsel és annak hozzávezetésével egy induktív tag lép fel, ezért célszerű a 25/a. ábra szerinti csatolást választani.



25. ábra. A legmegfelelőbb csatoló kapcsolások. Balról: kompenzált ellenállásokkal. Jobbról: link-vezetékes csatlakozással.

tani. Ezzel az induktív terhet egy kis C_k forgókondenzátorral vagy légtrimmerrel (kb. 75—100 pF) kapacitíve kompenzáljuk. A 25/b. ábra egy olyan kapcsolást ábrázol, amelyben egy közbenső kör is be van építve. Ez a L_s/C_s soros rezgőkör további szűrést biztosít és ezért a felharmónikus kisugárzást elnyomja,

amely elnyomás az előbbi kapcsolás esetén nem áll fenn. C_s és L_s optimális értékeit az alábbi táblázat tartalmazza:

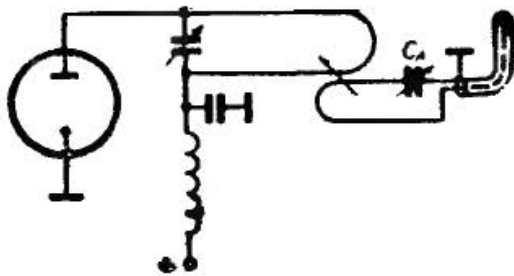
Amatőrsáv	C_s (pF)	L_s (μ H)
10 m	90	0,32
15 m	120	0,45
20 m	190	0,70
40 m	380	1,40
80 m	800	2,80

(Ezek az értékek egy 60 ohmos koaxiális kábelre értendők.)

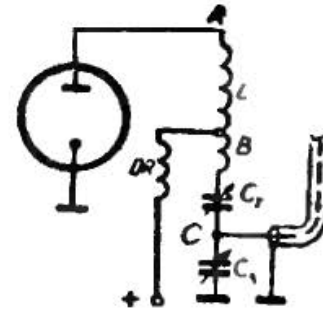
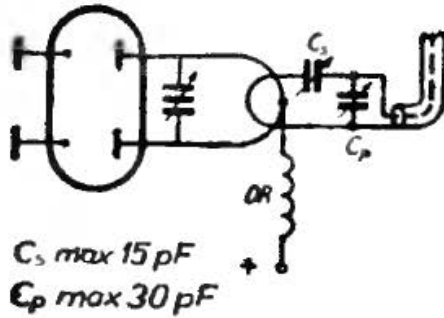
A C_s -hez egy kb. 500 pF végkapacitású forgókondenzátort vehetünk, amelyhez a 80 m-es sávban még egy 500 pF-es kondenzátort párhuzamosan kötünk. Az L_{k1} és az L_{k2} csatolóköri kb. 2—4 menettel rendelkeznek. A lehangolásnál az L_{k1} Link-vezeték csatolókört először nagyon lazán csatoljuk az L tank körrel. A C_t -vel a tank kört rezonanciába hozzuk (anódáram minimum), majd C_s -t addig változtatjuk, amíg az anódáram kifejezett maximumot mutat. Ebben az esetben az L_s/C_s az üzemi frekvenciával rezonanciában van. Ezekután meg lehet kísérelni, hogy az L_{k1} és L_{k2} csatolásnak szorosabbá választásával az üzemi körülményeket tovább javítsuk. A helyes beállítást akkor értük el, hogyha a rezonanciától jobbra vagy balra elhangolva C_s -t, az anódáram mindkét esetben csökken. Hogyha az anódáram C_s elhangolásakor növekszik, akkor az L_{k1} és L_t , illetve L_{k2} és L_s közötti csatolás túl szoros.

A 24. ábra szerinti csatolás lehangolása igen egyszerű. Az L_k és L_t közötti csatolást C_t egyidejű rezonanciára való hangolásával addig kell változtatni, amíg az üzemi anódáram értékét elértük, és a maximális antennaáram mutatkozik. Hogyha a koaxiális kábel a hullámellenállásával a sugárzóhoz jól van illesztve, akkor a csatolás változtatásával C_t -t csak igen kevéssé kell utánahangolni. Hogyha a tank-kör rezonanciája a csatolás fokától nagyon erősen függ, ez biztos jele annak, hogy a kábelben állóhullámok alakultak ki. Az antennaáram mérése nem feltétlenül szükséges, az egész kicsatolás menetét az anódárammérő műszerrel könnyedén lehet ellenőrizni.

Koaxiális kábellel táplált URH antennákat máshogy is ki



26. ábra. Példák koaxiális kábel csatlakozására URH antennánál. Balra: egyszerű kapcsolás. Balra alul: együtemű végfokozat soros rezgőkörrel. Jobbról csatoló kapcsolás szimmetrikus Tank-körhöz.



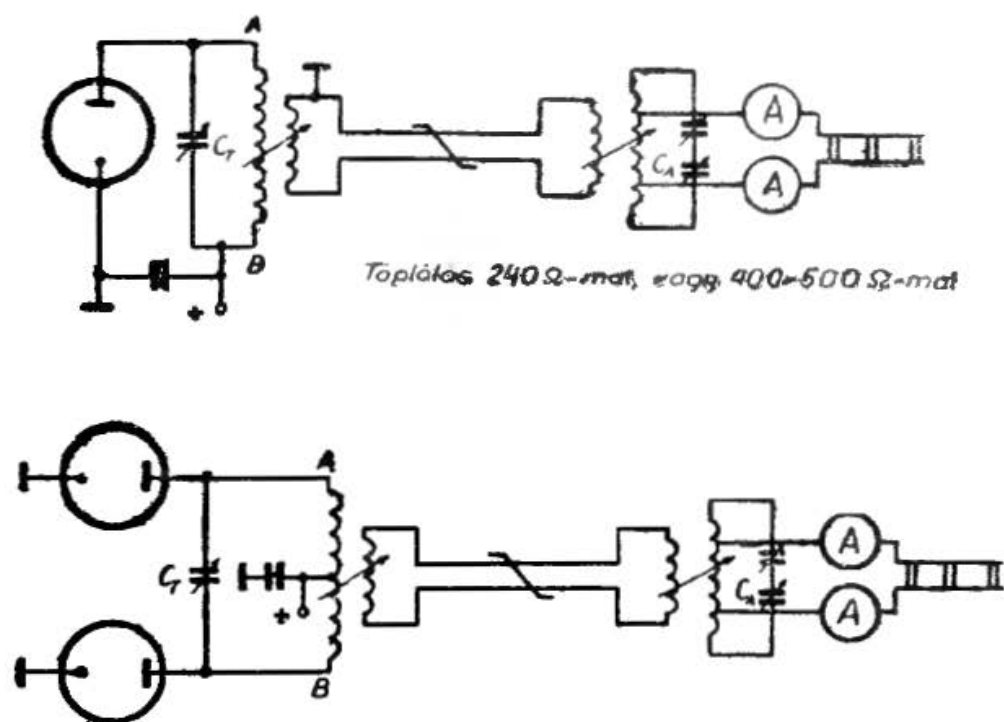
szoktak csatolni. Példa erre a 26. ábra. A 26/a. szerinti kapcsolás a legelterjedtebb és legszokásosabb. Éppúgy alkalmazható ellenütemű, mint együtemű végfokokhoz. Teljesen hasonló csatolásmódot (speciálisan szimmetrikus tank-körökre) mutat a 26/c. ábra. Itt a csatolótekercshez még egy C_p forgókondenzátor is csatlakozik.

Mivel az URH tartományban párhuzamos rezgőköröknél rossz L/C viszony érhető el, az együtemű végfokoknál gyakran használnak soros rezgőköröket. Ezeknél még az URH tartományban is meglepően nagy induktivitások alkalmazhatók. A 26/b. ábra egy ilyen együtemű végfokot mutat soros rezgőkörrel. Ez egy L tekercsből és a vele sorbakötött C_t és C_a kapacitásokból áll. Az anódfeszültséget itt a tekercs közepéhez vezetjük, azonban éppúgy csatlakozhatnának A, ill. B. pontokban is. A forgókondenzátorok C_t és C_a kapacitív feszültségosztást képviselnek. Ezzel könnyen beállítható egy olyan kapacitás arány, amelynél a koaxiális kábel a C pontban pontosan a hullámmellenállásával csatlakozik a tank-körhöz. Ezt az állapotot akkor értük el, hogyha a lehető legnagyobb antennaáram folyik. Mivel C_a és C_t egyaránt a tank-kör hangolókondenzátorai, ezért C_a elhangolásával C_t -t mindig rezonanciára kell utána állítani.

b) szimmetrikus, hangolatlan tápkábelek csatolása

A csatolás módja szempontjából teljesen közömbös, hogy 240 ohm hullámmellenállású URH szalagkábelt, vagy pedig 400

—600 ohm hullámellenállású nyitott párhuzamos vezetékét alkalmazunk. Elvileg a 20. és 23. ábrákon bemutatott csatolási módok bármelyike alkalmazható. Egy szimmetrikus hangolatlan vezeték legegyszerűbben induktív módon csatolható a tank-körhöz. Mivel azonban 240—600 ohmig a hullámellenállás meglehetősen nagy, a csatolótekercsnek kb. fele akkora menetszáma kell legyen, mint a tank-körnek. Ekkor a csatolótekercsben indukált feszültség elég csekély, és így nehézségekbe ütközik ele-



27. ábra. Hangolatlan szimmetrikus párhuzamos vezetékű antennák legmegfelelőbb csatolási módjai. Fent: együtemű végfokozathoz. Alul: ellenütemű végfokozathoz.

gendő teljesítményt kicsatolni. Ezt a hátrányt elkerülhetjük, ha a tápvezetékét hangolt körrel zárjuk le, és ezt a tank-körhöz Link-vezetékkel csatoljuk. A 27. ábra egy ellenütemű és egy együtemű végfokozathoz való csatolást mutat. A hangoláshoz a Link-vezeték csatolótekercsét először nagyon lazán csatoljuk, majd C_1 -vel rezonanciára hangolunk (anódáram minimum). Ezután a zárókörüi tekercs leágazását a tekercsközéphez szimmetrikusan valamilyen középértékre állítjuk be, és a zárókört C_2 változtatásával rezonanciába hozzuk (anódáram maximum). Ilyenkor rendszerint megállapítható, hogy a tank-kör most már nincsen pontos rezonanciában, ezért ezt utána kell hangolni. Ezután a Link-vezeték csatoló tekercsének csatolási fokát vál-

toztatjuk, miközben a tank-kör és a zárókör rezonancia beállítását minden esetben meg kell ismételni. A helyes beállítást arról lehet felismerni, hogy C_a változtatásával a tank-kör rezonanciája már nem tolódik el, hanem a rezonancia-beállítástól két oldalt anódáram csökkenés jelentkezik: az impedancia-illesztés tisztán ohmikus. Ha nem sikerül ezt az állapotot előidézni, akkor az egész folyamatot megváltoztatott zárókör-leágazásokkal meg kell ismételni. Természetesen Collins-szűrők is alkalmazhatók hangolatlan tápvezetékek minden fajtájának kicsatolására. Ilyenkor a nem szimmetrikus vezeték (koaxiális kábel) csatolásához az egyszerű π -szűrő használható, míg szimmetrikus párhuzamvezetékeknel az antennaszűrő szimmetrikus kivitele szükséges. A tápkábelnek az antenna végfokhoz való illesztésére rendszerint kevesebb gondot szoktak fordítani, mint a sugárzó és a tápvezeték illesztésére. Ez nagy hiba, mert mindkét beállítás egyenlő fontosságú. Rossz és helytelen energia kicsatolás a hatásfokot erősen csökkenti, ilyenkor az anód veszteségi teljesítmény (disszipációs hő) megnövekszik és a végcső veszélybe kerülhet.

III. IMPEDANCIA MÉRŐ 47—67 MHz-RE

Az alábbiakban szereplő egyszerű amatőr műszert elsősorban azok tudják előnyösen használni, akik antennák vagy antenna rendszerek építésével foglalkoznak. Ez a műszer felépítésénél fogva impedancia mérésére alkalmas oly módon, hogy az impedanciának, mint komplex ellenállásnak, mind a valós mind a reaktív (kapacitív vagy induktív) részét mutatja. A műszer frekvenciája az OIRT 1 és OIRT 2 TV csatornák frekvenciáira beállítható 47 MHz és 67 MHz között.*

Elvi működés

Ezen impedanciamérő elvi működése az egyenáramú technikából jól ismert közvetlen mutató ohm-mérők működési elvéhez hasonlít (28. ábra). A potencióméterrel változtatható U egyenfeszültség egy ismert R_1 ellenálláson és az ezzel sorba kapcsolt ismeretlen R_x ellenálláson létrehoz egy bizonyos áramot az Ohm-törvény szerint. A két ellenálláson átfolyó áram

* A leírás megjelent a Rádiótechnika 1959 decemberi számában.
Szerző: Hetényi László.

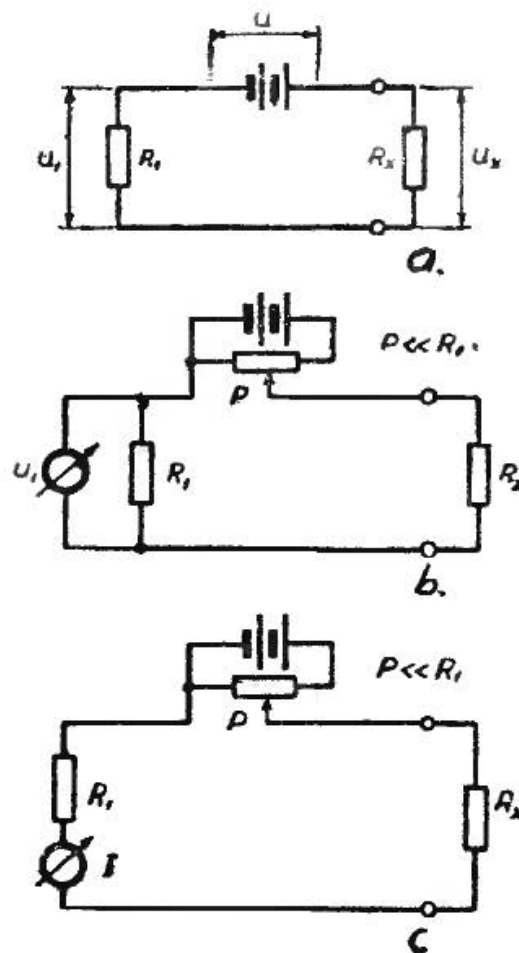
U_1 és U_x nagyságú feszültségesést hoz létre, az R_1 , illetve R_x ellenállásokon. A két feszültségesés összege egyenlő a beállított U feszültséggel.

$$U = U_1 + U_x$$

Az ellenállásokon fellépő feszültségek arányosak az ellenállások értékeivel:

$$\frac{U_x}{U_1} = \frac{R_x}{R_1}$$

Az R_x értékének megállapításához elegendő csupán a tápfeszültség (U) és az ismert ellenálláson (R_1) fellépő feszültséget (U_1) ismernünk, ha a második egyenlőségbe behelyettesítjük az elsőt:



28. ábra.

$$\frac{U_1}{U - U_1} = \frac{R_1}{R_x}$$

Ezen egyenletből R_x értékére kapjuk:

$$R_x = R_1 \cdot \frac{U - U_1}{U_1}$$

Az ismeretlen ellenállás (R_x) meghatározásához tehát három másik mennyiséget (U_1 ; U ; R_1) kell ismernünk, vagy méréssel meghatároznunk. Mivel R_1 értéke fixen megadható, csak az U -t és az U_1 -et kell műszerrel megmérnünk. Az U_1 feszültség megmérése érdekében az R_1 ellenállással egy voltmérőt kapcsolunk párhuzamosan (28/b. ábra). (Ilyenkor az ellenállás és a vele párhuzamosan kapcsolt műszer belső ellenállása együttesen határozza meg R_1 értékét.) Az U tápfeszültség megmérése úgy történik, hogy az ismeretlen R_x ellenállás helyét rövidre zárjuk. Ilyen esetben a tápfeszültség párhuzamosan kapcsolódik az R_1 ellenállással és a műszerrel. Az U tápfeszültséget kerek értékre, rendszerint a műszer végkitérítésére állítjuk be a potencióméterrel, majd az R_x ismeretlen ellenállást a kapcsolókra kötve leolvassuk az R_1 ellenálláson létrejövő U_1 feszültséget.

Az R_1 szorzójaként szereplő

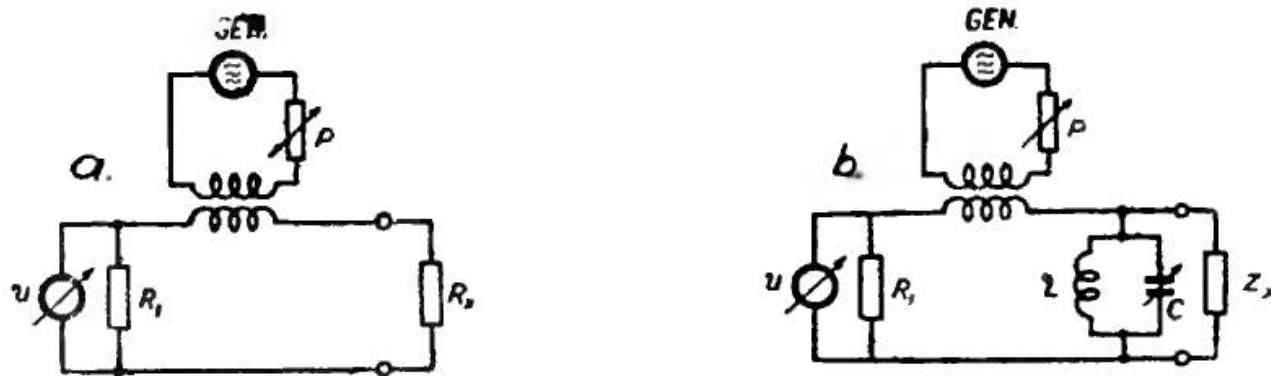
$$\frac{U - U_1}{U_1}$$

hányados értékére a műszer skálája közvetlenül kalibrálható, és az R_x meghatározásához csupán a műszer által mutatott értéket kell megszorozni az R_1 ellenállás értékével. Ha R_1 értéke állandó (nincs kapcsolóval váltva), akkor a műszer skálája az egész szorzat

$$R_1 \cdot \frac{U - U_1}{U_1}$$

értékére kalibrálható és R_x értéke közvetlenül leolvasható.

A közvetlen mutató ohmmérők gyakran a 29/c. ábra szerinti kapcsolásúak. Ezeknél az ellenállásokon átfolyó I áramerősséget mérjük, amely az Ohm törvény szerint lineáris összefüggésben van az ellenálláson létrejövő U_1 feszültségeséssel.



29. ábra.

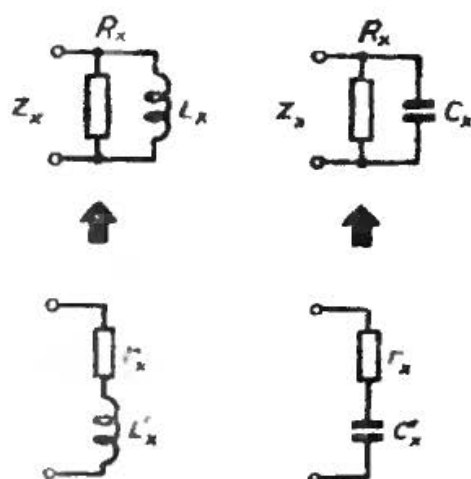
A mi impedanciamérőnk működése a 28/b. ábra elve szerint van felépítve. Ezen elv nagyfrekvenciákra való alkalmazását mutatja a 29/a. ábra. A változtatható frekvenciájú mérőfeszültség betáplálása a generátorból a mérőrészbe induktív úton történik. Az R_1 ellenállással párhuzamosan kapcsolt műszer a rajta fellépő nagyfrekvenciás feszültséget méri.

Mérés előtt rövidre zárjuk a mérőkapcsokat ($R_x = 0$) és a mérőfeszültség amplitudóját (U) a potencióméterrel szabályozva a műszert végkitérésre állítjuk. Ezután a rövidzárt a mérőpontokról eltávolítva elvégezhetjük az ismeretlen ellenállás mérését. Ha a végkitérés beállítása után a mérőkapcsokat nyitva hagyjuk ($R_x = \infty$), akkor a műszer mutatója nem tér ki baloldali nyugalmi helyzetéből. A műszer skálája tehát olyan, hogy azon az $R_x = 0$ érték a jobboldali végkitérésnél, az $R_x = \infty$ pedig a skála baloldalán a mutató alaphelyzeténél lesz. A skála kezdete és vége között pedig minden lehetséges ellenállásérték (0 és ∞ között) szerepel.

Módosítanunk kell a 29/a. ábra kapcsolását akkor, ha az ismeretlen ellenállás nem tiszta ohmos, hanem reaktív részt is tartalmaz, azaz impedancia (Z_x). Minden impedancia érték előállítható mint egy ohmos ellenállás (R_x) és egy induktivitás (L_x), vagy kapacitás (C_x) párhuzamos kapcsolása (30/a. ábra). Ez az eset még akkor is igaz, ha az impedanciát képviselő elem esetleg soros kapcsolású ohmos és reaktív tagból áll (30/b. ábra). A soros kapcsolásnak megvan az azonos impedanciát mutató párhuzamos megfelelője.

A 29/a. ábra kapcsolásának módosítása annyit jelent, hogy a mérőkapcsokkal párhuzamosan kötünk egy széles határok között hangolható párhuzamos rezgőkört (29/b. ábra). A rezgőkör hangolási tartományát úgy kell megválasztani, hogy a műszer üzemi frekvencia sávja (47—67 MHz) ezen tartománynak valahova a közepére essen. A rezgőkör impedanciája rezonanciafrekvenciáján elméletileg végtelen nagy, míg ettől a frekvenciától az alacsonyabb frekvenciák felé elhangolva kapacitívá, a magasabbak felé elhangolva pedig induktívá tehető. Gyakorlatilag tehát ez a párhuzamos rezgőkör rezonanciára hangolva igen magas impedanciája miatt alig befolyásolja a mérést, míg ettől a frekvenciától elhangolva — az elhangolás irányától függően — kapacitást vagy induktivitást képvisel. Ez a kapacitás vagy induktivitás párhuzamosan kapcsolódik be a mérőkapcsokra csatlakoztatott Z_x ismeretlen impedanciával. Ha az ismeretlen impedancia reaktív része induktív jellegű

(lásd 30. ábra baloldal), akkor a rezgőkör alacsonyabb frekvenciák felé történő elhangolásával egy olyan nagyságú kapacitást kapcsolhatunk párhuzamosan az ismeretlen impedancia induktivitásával, amely azzal a mérés frekvenciáján rezonanciát ad. Ez röviden úgy is meghatározható, hogy kihangoljuk a mérendő impedancia reaktív részét. A rezgőkör forgókondenzátorával tehát a minimális műszerkitérésre állunk (rezonancia), amely megfelel egy maximális mutatott ellenállásértéknek. Ez az ellenállásérték, amelyet a műszer minimumra hangolás esetében mutat, nem más, mint az ismeretlen impedan-



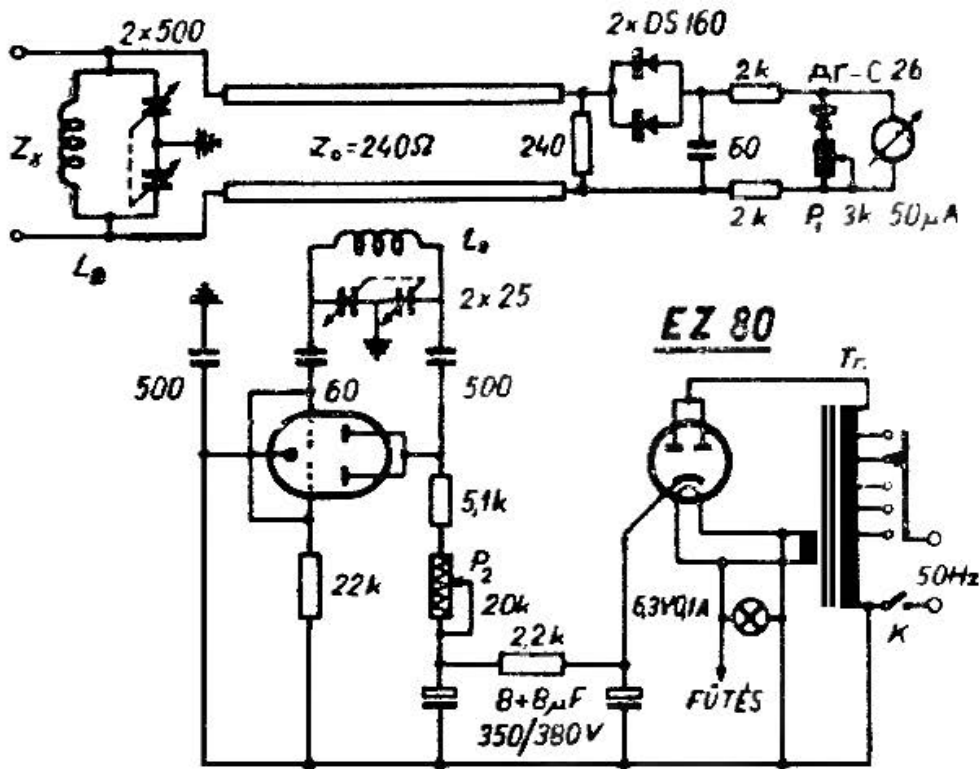
30. ábra.

cia párhuzamos helyettesítő képében a valós (ohmos) ellenállásérték.

Az ismeretlen impedancia reaktív részének kapacitív vagy induktív voltát, továbbá annak nagyságát a forgókondenzátor skálájáról olvashatjuk le. Ha az ismeretlen impedanciának a mérőpontokra való kapcsolása után a forgókondenzátort a nagyobb kapacitásértékek felé kellett elhangolni az eredeti rezonanciafrekvenciától, akkor az impedancia reaktív része induktív, ha pedig ellenkező irányban, akkor kapacitív jellegű. A forgókondenzátornak a mérendő impedancia rákapcsolása nélkül a skálán mutatott rezonancia helytől való elhangolása egyenesen arányos a mért impedancia kapacitásával és az ellenkező irányú elhangolás mértéke fordítottan arányos a mért impedancia induktivitásával.

Műszaki leírás

A 29/b. ábra elvi kapcsolási rajza szerint az indikátorrészt egy nagyfrekvenciás generátorral kell táplálni. A műszerben a generátor szerepét egy ultraaudion kapcsolású 6 J 6-os csővel felépített oszcillátor látja el (31. ábra). Ez az oszcillátor egy 2×25 pF-os forgókondenzátorral 47 MHz és 67 MHz között hangolható. Az L_1 tekercs 1 mm átmérőjű csupasz huzalból készült. A tekercs átmérője 20 mm, hossza 16 mm, menetszáma



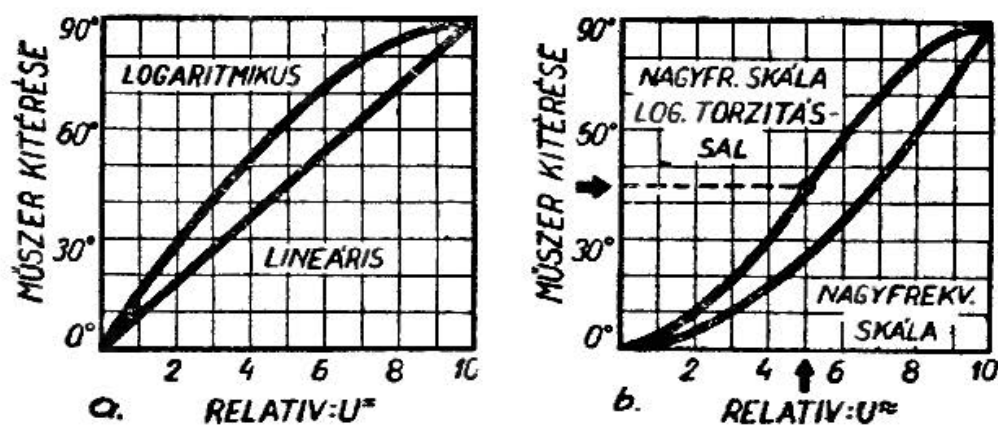
31. ábra.

6. Az indikátor részbe betáplált teljesítmény változtatható a P_2 20 k Ω -os huzalpotencióméterrel, annak érdekében, hogy mérés előtt a műszer rövidrezárt mérőkapcsok mellett végkitérésre legyen állítható. Életvédelmi okokból az oszcillátorcsőnek és az anódpótlónak egyetlen pontja sincs egyenáramú vagy alacsonyfrekvenciás szempontból (hálózat) a készülék dobozával összekötve. Ugyanis a felhasznált hálózati transzformátor egy VT R 545 készülék transzformátora. Mint ilyen autótrafó rendszerű, tehát az egyenirányított áram a hálózattal közvetlen kapcsolatban van. Természetesen semmi akadálya annak, hogy más rendszerű transzformátort használjunk.

A műszer indikátor része egy 240 Ω hullámellenállású vezeték darabból áll, amelynek a feszültségmérő felőli oldala hul-

lámellenállásának megfelelő ellenállással van lezárva (240Ω , $\frac{1}{4}$ W rétegellemállás). Ez a vezetékdarab két egymástól 20 mm-re elhelyezett, 5 mm átmérőjű és 165 mm hosszú sárgaréz csőből áll. A csövek végei szabadon kiállnak a doboz oldalán vágott nyíláson és egyben a mérőkapcsokat képezik. A vezeték mérőkapcsok felőli oldalához van csatlakoztatva egy 2×500 pF-os VT gyártmányú forgókondenzátor, amelynek két állórészére forrasztottuk az L_1 tekercset. Ez a tekercs ugyancsak 1 mm átmérőjű csupasz huzalból készült. A tekercs átmérője 10 mm, hossza 12 mm, menetszáma 4. A mérőpontokon földszimmetrikus nagyfrekvenciás feszültség van jelen, a mérő szalagkábel szimmetrikus táplálása érdekében. Ezt a szimmetriát a 2×500 pF-os kondenzátor forgórészének földelése biztosítja. A 240Ω -os ellenálláson (mint az a 29/b. ábrán R_1 -gyel van jelölve) fellépő nagyfrekvenciás feszültséget két párhuzamosan kapcsolt DS 160-as germánium dióda egyenirányítja. A párhuzamos kapcsolás az egyenirányító elem kisebb belső ellenállása érdekében szükséges. A kapcsolás töltőkondenzátoraként egy 60 pF-os kerámikus kondenzátor szolgál. A diódák munkaellenállása valamivel több mint a $4 \text{ k}\Omega$, amelyből két darab $2 \text{ k}\Omega$ -os ellenállás csatlakozik egyenként a 60 pF-os kondenzátorra, amelyen megjelenik az egyenirányított feszültség. A tulajdonképpeni indikálást egy $50 \mu\text{A}$ végkitérésű műszer végzi, amelyel párhuzamosan kapcsoltunk egy $\Delta\Gamma-\Pi$ 26 jelzésű szovjet germánium diódából és egy $3 \text{ k}\Omega$ -os huzalpotencióméterből álló tagot. Ezzel a potencióméterrel látszólagosan a germánium dióda áteresztő irányú belső ellenállását tesszük változtathatóvá. Ennek hatására a műszer skálája logaritmikussá válik (5/a. ábra). (A skála osztásai a nagyobb feszültségek felé sűrűsödnek.)

Erre a logaritmikus skálára azért van szükség, hogy a 240



32. ábra.

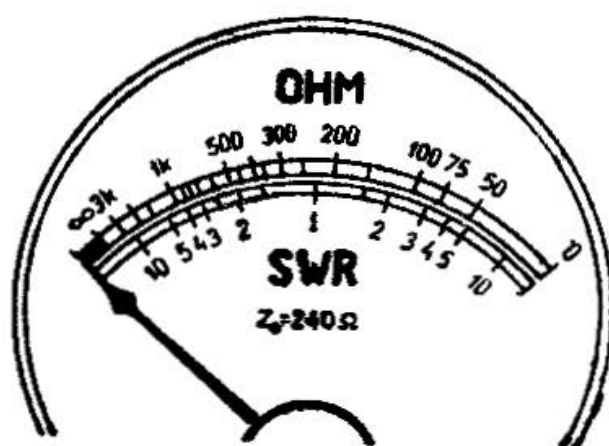
Ω -os valós ellenállásérték a műszer skálájának a közepére kerüljön. Ugyanis ha a skálának ezt a logaritmikus torzítását nem végeznénk el, akkor a nagyfrekvenciás feszültség és a műszer mutatójának kitérése között (fokokban) közel négyzetes összefüggést kapnánk (32/b. ábra). Ilyen görbe mellett a 240Ω -nak megfelelő félfeszültségű pont nem eshet a skála közepére. Ez a közel négyzetes összefüggés a feszültség és a mutató kitérése között az egyenirányító diódák ($2 \times DS 160$) görbe karakterisztikája miatt jön létre.

A teljes kapcsolás karakterisztikája két görbéből keletkezik és ennek a két görbének megfelelően egy „S” alakot mutat (32/b. ábra). Eszerint a skála mind az alacsony, mind a magas nagyfrekvenciás feszültségértékek felé sűrűsödik. Mivel a műszer által mutatott feszültség és a mért ellenállásérték között reciprok összefüggés van, azért a fent elmondottak ellenére, az ohm skála osztása mégsem követheti az „S” alakot. A 31. ábra kapcsolása szerint a végleges ohm skálát a 33. ábra mutatja.

A műszer skálájára felrajzoltuk a 240Ω -os ellenállásra vonatkoztatott állóhullámarány értékeket is (SWR, standing wave ratio). Az állóhullámarány és az adott 240Ω hullámellenállású kábelt (vagy csatlakozási pontokat) lezáró impedancia között szoros összefüggés van:

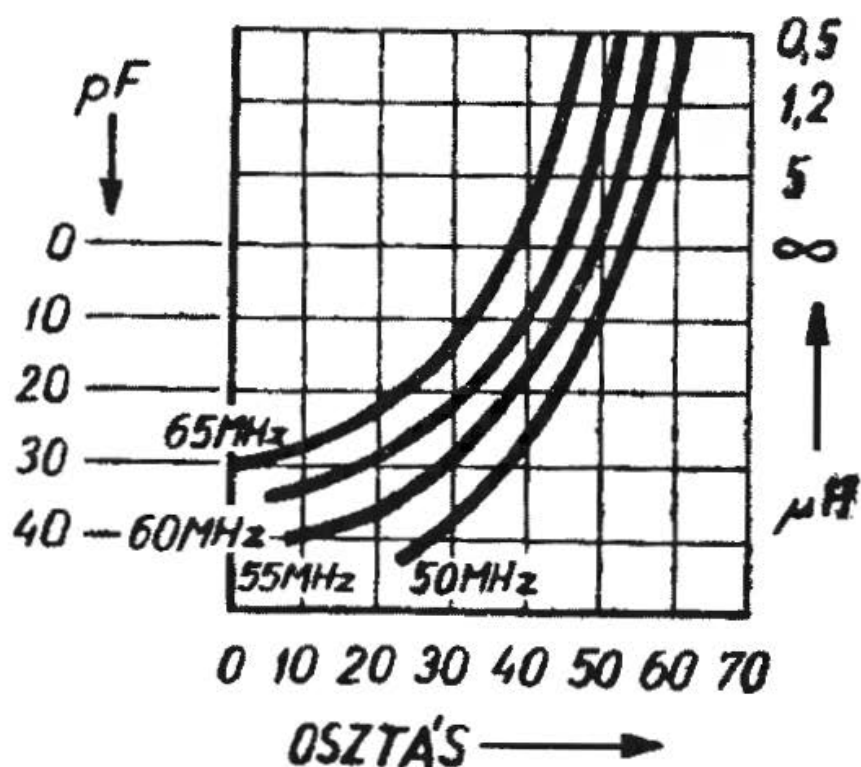
$$SWR = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{R_0}{R}$$

Az impedancia reaktív részét az $1 \times 500 \text{ pF}$ -os forgókon-
denzátor skálájáról csak közvetve olvashatjuk le. A skála lineáris osztású és a mutató által mutatott értéket egy, a műszer



33. ábra.

L-C DIAGRAMM

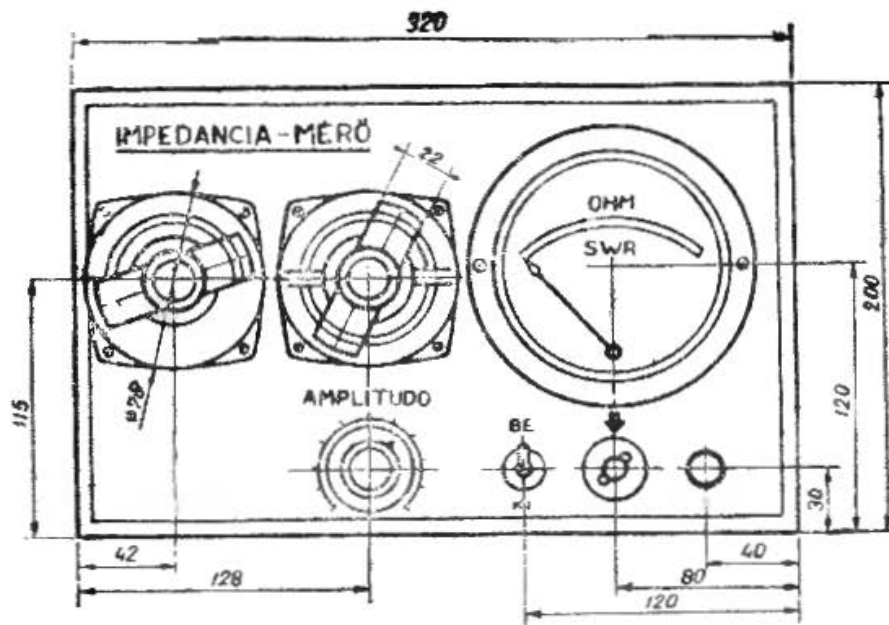


34. ábra.

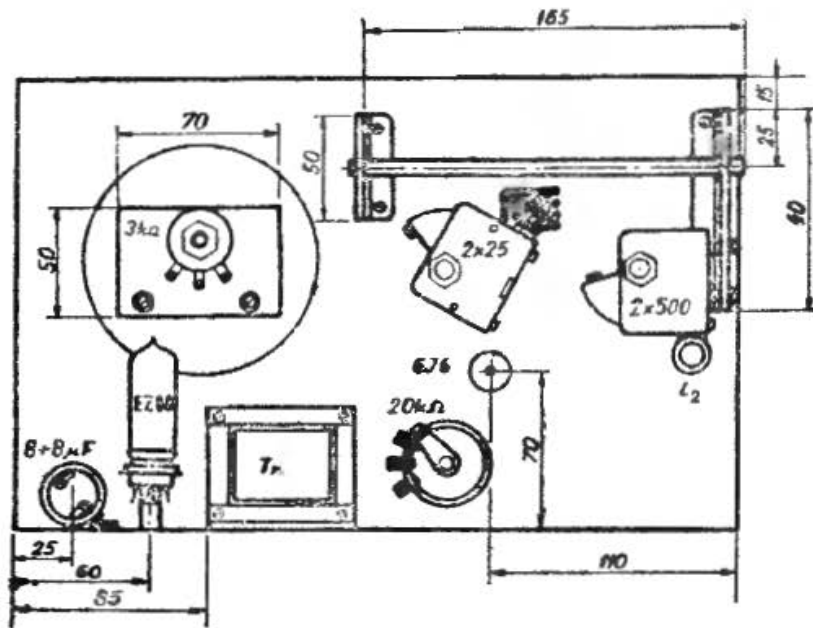
oldalára rögzített diagrammban kell megjelölni. A diagramm görbéi az egyes frekvenciaértékekhez tartoznak (frekvenciában van paraméterezve) (34. ábra).

Mechanikai felépítés

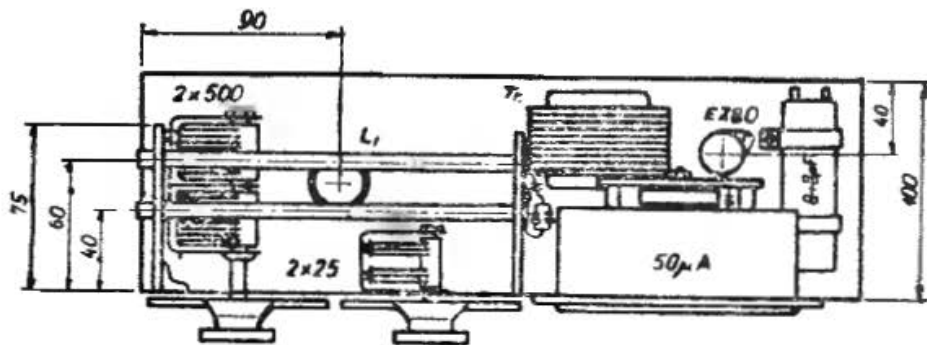
A műszer egy „L” alakban, derékszögben meghajlított 2 mm-es alumínium lemezre épült a klasszikus sasszérendszer elhagyásával. Ez a lemez alkotja a műszer elő- és fenéklapját. A rácsavarozható doboz a többi négy oldalról burkolja a műszert. Az előlap méreteit a 35. ábra mutatja. Az alkatrészek elhelyezését a 36. ábrán látható hátulnézet és a 37. ábra, mint felülnézet, szemlélteti. A műszerben az alábbi „plexiglas” alkatrészek szükségesek. 2 darab mutató, 22x76 mm, a gombokra ragasztva. Egy 50x70 mm-es lemez, a 3 kΩ-os potencióméter és a ДГ-Ц 26 germánium dióda rögzítésére. A plexi lemezek lombfűrészsel vágott éleit finom csiszolóvásznon, majd Odol fogkrémes rongyon polírozzuk fényesre. Az előlapot drótkefével mattítottuk, majd a tufeliratok elkészítése után szintelen nit-



35. ábra. Az impedanciamérő előlapja



36. ábra. Az alkatrészek elrendezése az előlapon hátulról nézve.



37. ábra. A készülék elrendezési rajza felülről.

rolakkal befűjtük. A két cső (EZ 80 és 6 J 6) egy-egy csavarral rögzített lábon áll, az elő-, illetve fenéklaptól kb. 20 mm távolságban.

Behangolás

A forgókondenzátorok skáláinak kalibrálása előtt a 240 Ω -os impedanciaértéket a műszer skálájának közepére állítjuk. A mérőkapcsokat rövidrezárva a műszert a 20 k Ω -os potencióméterrel végkitérítésre állítjuk, majd a mérőkapcsokra egy 240 Ω -os $\frac{1}{4}$ W-os rétegellenállást téve a 3 k Ω -os potenciómétert változtatva a műszert középállásba hozzuk. Ezt a műveletet többször megismételjük, míg rövidrezárás esetén a műszer végkitérítést, 240 Ω ráhelyezése esetén pedig középértéket nem mutat. Ha a 20 k Ω -os potencióméterrel rövidzár esetén nem tudnánk a végkitérítést biztosítani, akkor az L_1 tekercset a 240 Ω -os vezetékdarabhoz közelítjük vagy távolítjuk.

Ennek megtörténte után következik a műszer ohm skálájának a kalibrálása. A mérőkapcsokra különböző értékű $\frac{1}{4}$ W-os rétegellenállásokat kapcsolunk, 0 és 3000 Ω között, majd az egyes mutatott értékeket bejelöljük az 50 μ A-es műszer skáláján. Ügyeljünk arra, hogy minden ellenállásérték bejelölésekor a 2x500 pF-os forgóval minimumot hangoljunk. Az állóhullámarány (SWR) skáláját nem kell kalibrálni, csak egyszerűen az ismert képlet alapján az impedancia skáláról átjelölni.

Az oszcillátor behangolása a 2x25 pF-os forgó skálájának kalibrálása — a fenti műveletek elvégzése után — abszorpciós hullámmérővel történhet.

A fentiek végeztével rajzoljuk meg az impedancia méréshez szükséges diagrammot. Ez úgy történik, hogy először lezárjuk a mérőkapcsokat egy 240 Ω -os $\frac{1}{4}$ W-os rétegellenállással. Ezután az oszcillátort beállítjuk egy adott frekvenciára, majd a műszer minimumra hangolásával megkeressük a diagramm $C = 0$; $L = \infty$ közös pontját. Majd a mérőpontokra különböző kapacitás és induktivitás értékeket helyezve bejelöljük a diagramm egyes pontjait. Ezt a műveletet a néhány paraméter-frekvencián egymás után elvégezzük.

TARTALOMJEGYZÉK

I. ANTENNAMÉRÉSEK	— — — — — — — — — —	3
1. A rezonanciafrekvencia meghatározása	— — — — —	6
2. Az illesztés ellenőrzése	— — — — —	8
3. A „kétlámpás indikátor” és hasonló mérési berendezések	—	9
4. Koaxiális kábelek illesztésének mérésére szolgáló berendezések	— — — — — — — — — —	13
5. A reflektométer	— — — — —	15
6. Hídkapcsolások, mint illesztésmérő berendezések	— — —	16
a) az antenna talpponti impedanciájának meghatározása	—	19
b) tetszőleges nagyfrekvenciás kábel rövidülési tényezőjének meghatározása	— — — — — — — — — —	20
7. A „Matchmaker”	— — — — —	22
8. Egy ipari állóhullámarány mérőhíd	— — — — —	25
9. Egyszerű térerő indikáló műszerek	— — — — —	25
10. Az antenna hangolása	— — — — —	27
II. A TÁPVEZETÉK CSATOLÁSA AZ ADÓ VÉGFOKOZATÁHOZ		31
1. Az antenna csatolása hangolt tápkábelrel	— — — — —	32
a) koaxiális kábelek csatolása	— — — — —	37
b) szimmetrikus hangolatlan tápkábelek csatolása	— — —	40
III. IMPEDANCIA MÉRŐ 47—67 MHz-RE	— — — — —	42

A MAGYAR HONVÉDELMI SPORTSZÖVETSÉG

Rádióamatőr füzetek

A SZERZÉS EDDIG MEGJELENT SZÁMAI:

1. sz. BÁNSZEGI: **Hogyan lehetsz rádióamatőr?** (3,00)
2. sz. FÜVESI: **Első rádiókészülékem** (3,60)
3. sz. STEFANIK: **Tanuljunk morzét!** (3,60)
4. sz. LENGYEL: **Rékavadászat rádióval** (2,40)
5. sz. KUN: **Televízió távolsági vétel** (3,60)
6. sz. MAKAI: **Amatőr magnetofon három sebességre** (3,60)
7. sz. HETÉNYI: **Televízió- és URH-antennák** (3,60)
8. sz. FÜVESI: **Építjük első hangszórós rádiókat** (4,80)
9. sz. GYURKOVICS: **Televízió készülékek javítása I. (AT 301)** (3,60)
10. sz. ZOLTÁN: **Amatőr TV vevőkészülékek** (4,80)
11. sz. GYURKOVICS: **Televízió készülékek javítása II. (AT 501)** (3,60)
12. sz. SÖREG: **Hat elektronikus hangszer** (3,60)
13. sz. HÁZMAN—HRABÁL: **1000 tranzisztor és dióda adatai I.** (6,00)
14. sz. HÁZMAN—HRABÁL: **1000 tranzisztor és dióda adatai II.** (7,20)
15. sz. HIDVÉGI: **Kezdő rádióamatőr adástechnikája** (6,00)
16. sz. RADVÁNYI: **Hazai magnetofon készülékek** (6,50)
17. sz. HEIM: **Elektronikus készülékek fotoamatőröknek** (4,80)
18. sz. SZÉKELY: **HI—FI erősítők** (4,80)
19. sz. GYURKOVICS: **Televíziókészülékek javítása III. (AT 403)** (4,80)
20. sz. ÉRCZFALVI: **Televízió készülékek javítása IV. (Munkácsy)** (3,60)
21. sz. ROSTÁS: **URH vételtechnika amatőröknek I.** (4,80)
22. sz. ROSTÁS: **URH vételtechnika amatőröknek II.** (6,—)
23. sz. GONDA: **Stabilizátorok elektroncsővel és tranzisztorral** (6,—)
- 24—25. sz. SZÉPE: **Rádióamatőrök matematikája I.—II.** (4,80—6,—)
26. sz. **Hús tranzisztoros kapcsolás** (3,60)
27. sz. HÁZMAN—KOVÁCS: **Tranzisztoros rádiót építünk** (4,80)
28. sz. **Amatőrantennák (I) RH**
29. sz. **Amatőrantennák (II.) URH, TV**
30. sz. **Amatőrantennák (III.) (Mérések, illesztések)**

ELŐKÉSZÜLTBEN:

Magnetofonkészülékek javítása (Mambo)

A füzet sorozat megjelent számai beszerezhetők a

KISZ rádióamatőr és ezermester boltjában és a könyvesboltokban,
vagy postán megrendelhetők az amatőr.bolt címén:

Budapest, VI. Lenin-krt. 92.