

RLC₀-MÉRŐ

Típus: Q 52

TR 2102/A



RLC_{f0} – mérő

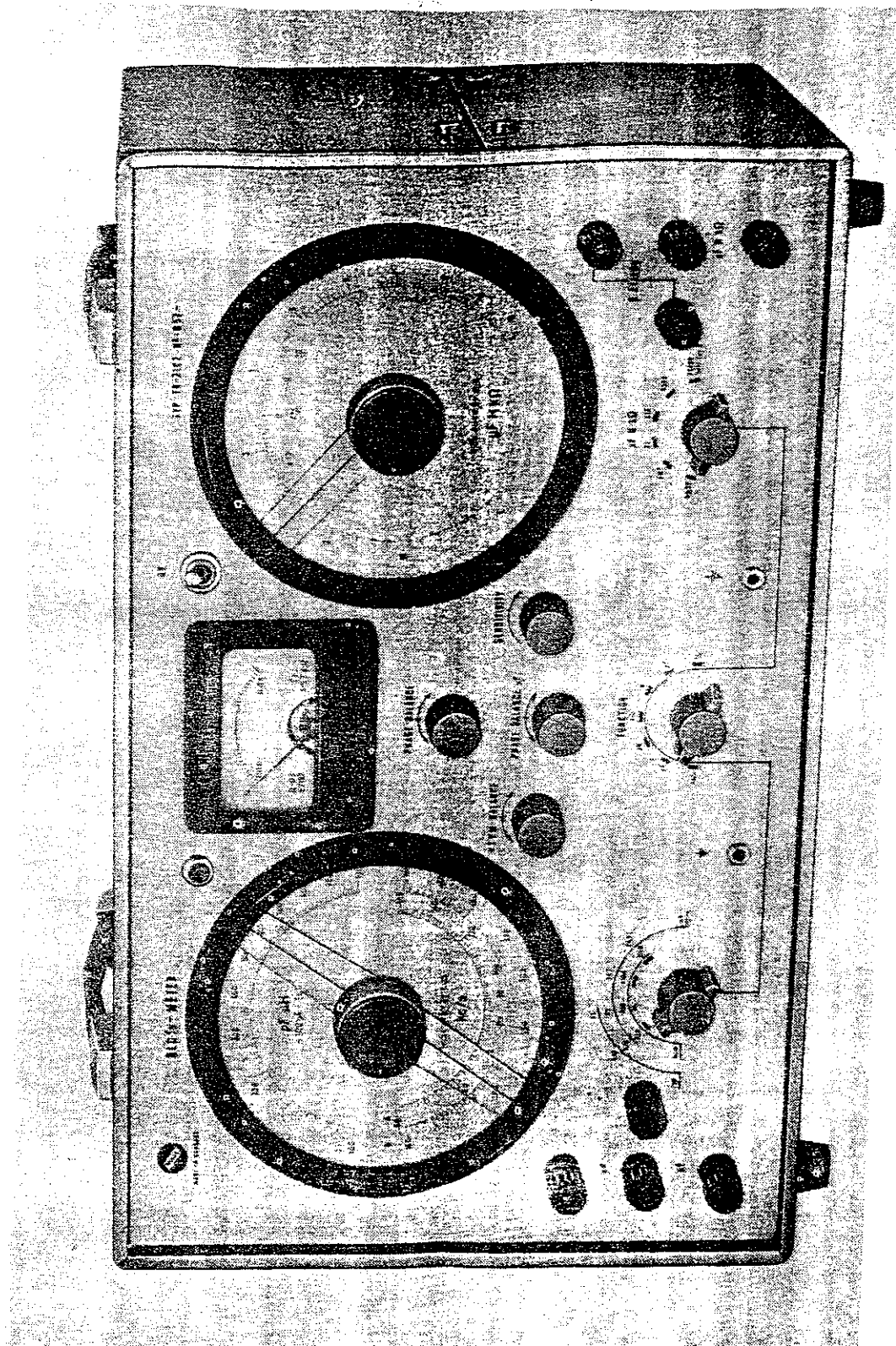
Típus: Q52

TR 2102/A

Műszaki leírás

és

használati utasítás



A készülék előlnézeti képe

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
1. A műszer rendeltetése és felhasználási területe	7
2. Működési elv és felépítés	7
2.1 A működési elv általános ismertetése	7
2.2 A készülék felépítése	9
3. Műszaki adatok	9
4. Kicsomagolási előírás	12
5. A műszer részletes leírása	13
5.1 Ellenállásmérés	13
5.2 Kapacitásmérés	14
5.3 Induktivitásmérés	15
5.4 Rezonancia-frekvenciamérés	17
5.5 Százalékos ellenálláseltérés mérése	17
6. Kezelési utasítás	18
6.1 Hálózatra kapcsolás előtti teendők	18
6.2 A készülék előlapján és hátlapján található kezelőszervek és azok funkciói	19
6.3 A készülék kezelése	23
6.3.1 A kezelőszervek alaphelyzete	23
6.3.2 A kezelőszervek beállítási sorrendje	24
6.3.3 A készülékhez történő csatlakoztatások módja	24
7. Használati utasítás	25
7.1 Előkészítés	25
7.2 Üzemeltetés, mérés	26
7.3 A készülék üzemén kívül helyezése	27
8. Karbantartási utasítás és szerviz utmutató	28
8.1 Karbantartási utasítás	28
8.2 Szerviz utmutató	28
Püggelék: Elektromos anyagjegyzék	31
Elvi kapcsolási rajz	35

ÁBRÁK ÉS RAJZOK JEGYZÉKE

	Oldal
A készülék előlnézeti képe	3
1. ábra. A készülék tömbvázlata	8
2. ábra. Ellenállásmérés hidmódszerrel	13
3. ábra. Kapacitásmérés rezonancia-módszerrel	14
4. ábra. Kapacitásmérés hidmódszerrel	15
5. ábra. Induktivitásmérés rezonancia-módszerrel	16
6. ábra. Induktivitásmérés hidmódszerrel	16
7. ábra. Rezonancia-frekvencia mérése	17
8. ábra. Százalékos ellenálláseltérés mérése	18
9. ábra. A készülék előlapján található kezelőszervek	21
10. ábra. A készülék hátlapján található kezelőszervek	22
Q51/Z1 Elvi kapcsolási rajz	35

MŰSZAKI LEÍRÁS ÉS HASZNÁLATI UTASÍTÁS

1. A MŰSZER RENDELTETÉSE ÉS FELHASZNÁLÁSI TERÜLETE

A Q52, TR 2102/A típusu $RLCf_0$ - mérő az elektrotechnika, a híradástechnika legfontosabb alkatrészeinek, áramköri elemeinek; ellenállások, kapacitások, induktivitások mérésére szolgál.

Az ipar és a tudományos kutatás számos területén alkalmazható, nagy megbízhatóságu üzemi mérőeszköz.

Az $RLCf_0$ - mérő előnyösen alkalmazható beépítésre szánt híradástechnikai elemek gyors mérésére, alkatrészek válogatására, osztályozására; ezenkívül rezgőkörök rezonancia-frekvenciájának (f_0) meghatározására. A műszer elsősorban híradástechnikai készülékek, berendezések, illetve elektronikus mérőeszközök gyártásánál nélkülözhetetlen, de híradástechnikai szerviztevékenységet folytató üzemegységek sem nélkülözhetik.

Alkalmazása minden olyan helyen ajánlott, ahol a technológiai folyamat — akár beépítésre szánt, akár már beépített — passzív áramköri elemek gyors, üzemi pontos-ságu ellenőrző mérését igényli.

Rendeltetésének megfelelően a műszer széles mérési tartománnyal rendelkezik, s így segítségével egyszerűen és gyorsan mérhetők mind az egészen kis értékű, mind a gyakorlatban előforduló nagy értékű kapacitások és induktivitások. Ellenállások mérése esetén a műszer speciális szolgáltatása, hogy lehetőséget biztosít ellenállások, ellenállásértékek százalékos eltérésének meghatározására, s így a műszer mint gyors válogatóeszköz ellenállások pontosság szerinti osztályozására, párbaválogatására is alkalmazható.

A műszer kezelése egyszerű, különösebb szakképzettséget nem igényel. Előnyös tulajdonságai közül kiemelhető még nagy megbízhatósága, pontossága, viszonylag kis súlya és a hálózati feszültség-ingadozástól való függetlensége.

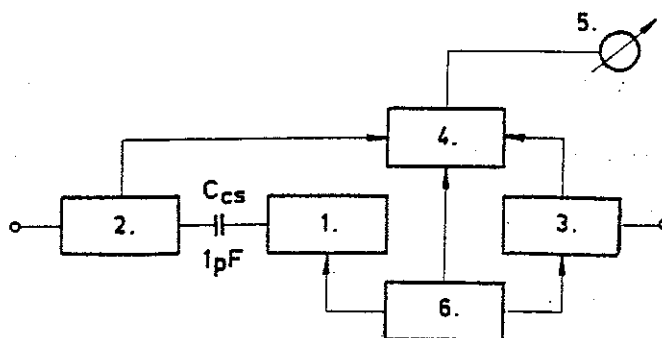
2. MŰKÖDÉSI ELV ÉS FELÉPÍTÉS

2.1 A működési elv általános ismertetése

A műszer kétféle, egymástól független mérőrendszer szerint működő mérőegységet tartalmaz. Az alkalmazandó mérőrendszer kapcsoló segítségével választható ki. Az egyik mérőegységgel kisértékű kapacitások és induktivitások, valamint rezonancia-frekvenciák (f_0) mérhetők ún. rezonancia módszerrel; a másik mérőegységgel nagyértékű kapacitások, induktivitások, ellenállások, valamint ellenállások százalékos

eltérései mérhetők különböző felépítésű mérőhid kapcsolásokban ún. hidmódszerrel. A hid kiegyenlítését, illetve rezonancia módszer esetén a hangolást indikátor műszer könnyíti meg.

A fenti adatok végrehajtására alkalmas, realizált készülék tömbvázlatát az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

1. nagyfrekvenciás oszcillátor, - 2. nagyfrekvenciás mérőkör
3. mérőhid, - 4. indikátor-erősítő, - 5. indikátor, - 6. tápegység

A készülék működési elvét a tömbvázlat alapján, a részegységek feladatainak leírásával együtt ismertetjük.

A műszer egyik mérőegysége a rezonancia-műszer alapján működik. Ebben az üzemmódban a mérendő kapacitás, vagy induktivitás a nagyfrekvenciás mérőkörre (2) csatlakozik. Méréskor a készülékre kapcsolt kapacitás vagy induktivitás a beépített etalon induktivitással, ill. kapacitással párhuzamos rezgőkört alkot. E párhuzamos rezgőkört a nagyfrekvenciás oszcillátor (1) táplálja. Az oszcillátor az 50 kHz - 5 MHz frekvenciasávban szolgáltat mérőjelet, s négy fokozatban, fokozatokon belül folyamatosan hangolható. A mérés folyamán az oszcillátor hangolásával a párhuzamos rezgőkör rezonanciába hozható, s ez az állapot az indikátorral (5), az indikátor-erősítő (4) segítségével kimutatható. A hangolás elvégzése után az oszcillátor frekvenciájának és az etalon induktitásnak, vagy az etalon kapacitásnak ismeretében a mérendő kapacitás (vagy induktitás) értéke meghatározható. A mért érték egyszerű meghatározásának érdekében az oszcillátor hangolóegysége olyan mérőskálával rendelkezik, amely közvetlen kapacitás, ill. induktitás mértékegységekben van kalibrálva, s így a mért érték a mérőskáláról közvetlenül leolvasható.

A műszer másik mérőegysége hidmódszer alapján működik. Ebben az üzemmódban a mérendő alkatrész (ellenállás, kapacitás vagy induktitás) a mérőhid (3) kapcsaira csatlakozik. A hid kiegyenlítetttségét az indikátor (5), az indikátor-erősítő (4) segítségével jelzi. A váltakozóáramú mérőhid táplálása az 50 Hz-es hálózati tápfeszültségből táptranszformátor segítségével előállított, kb. 10 V nagyságú feszültséggel történik.

A mérőhid rendszerének kapcsolása a mérendő alkatrész szerint változik; ellenállások mérésére Wheatstone, kapacitások mérésére Wien, induktivitások mérésére Maxwell

rendszerű hidkapcsolásban történik. A mérőhid mind a valós, mind a képzetes rész kiegyenlítéséhez tartalmaz hangolóelemet, de csak a valós rész hangolóegysége rendelkezik mérőskálával. A mérőskáláról a mért érték a megfelelő mértékegységben közvetlenül leolvasható.

A műszer részáramköreinek energiaellátását a tápegység (6) hivatott biztosítani. A tápegység a nagyfrekvenciás oszcillátor (1) és az indikátor erősítő (4) részére az aktív elemek táplálásához egyenfeszültséget és fűtőfeszültséget; a mérőhid (3) táplálásához táptranzformátoron keresztül hűtőfeszültséget szolgáltat.

2.2 A készülék felépítése

A műszer elektromos és mechanikai felépítése megfelel a korszerű műszerkezelési elvek követelményeinek. A műszerben ergonómiai szempontoknak megfelelő kezelőszervek elrendezése, egyszerű mechanikai szerkezet párosul korszerű elektromos áramkörök és építőelemek alkalmazásával.

A két mérőegység szerkezetiileg is elkülönül egymástól, az áramkörök zavarmentes működését megfelelő árnyékoló elemek biztosítják, s így sem külső sem belső zavarforrásból származó zavarójel a műszer működését nem befolyásolja.

A mért értékek megbízható, pontos leolvasását nagyméretű mérőskálák biztosítják, a hangolóegység precíz beállítását nagy áttételű finombeállító szerkezet könnyíti meg.

A mérőhid hangolóeleme speciális kiképzésű, az elforgatás függvényében logaritmikusan változó huzalpotencióméter.

A műszer, a hasonló rendeltetésű és kivitelű műszerekhez képest, viszonylagosan nagy pontosságát az egyszerű szerkezeti felépítésen kívül a mérőskálák egyedi kalibrálását is biztosítja.

3. MŰSZAKI ADATOK

3.1 Ellenállásmérés

3.1.1 Mérési tartomány	10 Ohm - 10 MOhm 6 sávban
3.1.2 Ellenállásmérés sávfelosztása	
x 0,01	10 Ohm - 100 Ohm
x 0,1	100 Ohm - 1 kOhm
x 1	1 kOhm - 10 kOhm
x 10	10 kOhm - 100 kOhm
x 100	100 kOhm - 1 MOhm
x 1000	1 MOhm - 10 MOhm
3.1.3 Ellenállásmérés pontossága	
x 0,01 sávtól x 100 sávig	$\pm 1,5\%$, $\pm 0,3$ Ohm
x 1000 sávon	$\pm 5\%$
Leolvasás	μF H kOhm feliratu mérőtárcsáról
Mérőfeszültség	0 - 10 V _{eff}
Mérőfrekvencia	50 Hz-es hálózati frekvencia

3.2 Kapacitásmérés

3.2.1 Kapacitásmérés rezonancia módszerrel

Mérési tartomány	10 pF - 10000 pF
	2 sávban
A kapacitásmérés sávfelosztása	
x 1 sávban	10 pF - 900 pF
x 10 sávban	900 pF - 9900 pF
Kapacitásmérés pontossága	$\pm 2\% \pm 5 \text{ pF}$
Leolvasás	pF μH f_0 feliratu mérőtárcsáról (a leolvasott értékből a 100 pF-et mindig le kell vonni)
Mérőfrekvencia	50 kHz - 500 kHz között a mérendő kapacitás értékétől függően

3.2.2 Kapacitásmérés Wien-hidban

Mérési tartomány	0,01 μF - 1000 μF 5 sávban
Kapacitásmérés sávfelosztása	
x 0,01	10 nF - 100 nF
x 0,1	100 nF - 1 μF
x 1	1 μF - 10 μF
x 10	10 μF - 100 μF
x 100	100 μF - 1000 μF
Kapacitásmérés pontossága ($\text{tg } \delta \leq 0,5 \times 10^{-1}$)	$\pm 2\%$
Leolvasás	μF H kOhm feliratu mérőtárcsáról
Mérőfeszültség	0 - 10 V_{eff}
Mérőfrekvencia	50 Hz-es hálózati frekvencia
Veszteségi szög	szabályozó szervvel kiegyenlíthető

3.3 Induktivitás mérése

3.3.1 Induktivitásmérés rezonancia módszerrel

Mérési tartomány	1 μH - 10000 μH 4 sávban
Induktivitásmérés sávfelosztása	
x 0,01	1 μH - 9 μH
x 0,1	9 μH - 100 μH
x 1	100 μH - 1 mH
x 10	1 mH - 10 mH
Induktivitásmérés pontossága	$\pm 2\% \pm 0,2 \mu\text{H}$
Leolvasás	pF μH f_0 feliratu mérőtárcsáról. (A leolvasott értékből 1 μH -t mindig le kell vonni.)
Mérőfrekvencia	50 kHz - 5 MHz között, a mérendő induktivitás értékétől függően.

3.3.2 Induktivitásmérés Maxwell-hidban

Mérési tartomány	10 mH - 1000 H 5 sávban
Induktivitásmérés sávfelosztása	
x 0,01	10 mH - 100 mH
x 0,1	100 mH - 1 H
x 1	1 H - 10 H
x 10	10 H - 100 H
x 100	100 H - 1000 H
Induktivitásmérés pontossága	
($Q > 1$)	$\pm 2\%$
Leolvasás	μF H kOhm feliratu mérőtárcsáról
Mérőfeszültség	0 - 10 V _{eff}
Mérőfrekvencia	50 Hz-es hálózati frekvencia
Veszteségi szög	szabályozó szervvel kiegyenlíthető

3.4 Rezonáns frekvencia mérése

Mérési tartomány	50 kHz - 5 MHz
Frekvenciamérés sávfelosztása:	
I. sáv (x 1 B skála)	50 kHz - 158 kHz
II. sáv (x 1 A skála)	158 kHz - 500 kHz
III. sáv (x 10 B skála)	500 kHz - 1,58 MHz
IV. sáv (x 10 A skála)	1,58 MHz - 5 MHz
Frekvenciamérés pontossága	$\pm 2\%$ ha $30 < Q < 500$
leolvasás	pF μF f ₀ feliratu mérőtárcsáról

3.5 Százalékos eltérés mérése

Mérési tartomány ellenállásoknál	10 Ohm - 10 MOhm
Mérhető eltérés	A névleges értékhez képest +20%, ill. -20% a skáláról leolvashatóan
Mérési pontosság	$\pm 3\%$ a mérendő névleges értékére vonatkoz- tatva, valamint a külső etalon hibája
Mérőfeszültség	0 - 10 V _{eff}
Mérőfrekvencia	50 Hz-es hálózati frekvencia

3.6 Egyéb adatok

Indikátor műszer	100 μA alapérzékenységi DA 70 típusu mű- szer
Indikátor érzékenysége	0,1 mV/skálaosztás
Táplálás	110, 127, 220 V 50 Hz
Hálózati feszültségfüggés	A hálózati feszültség $\pm 10\%$ -os ingadozá- sa esetén a készülék a specifikált adato- kat teljesíti

Teljesítményfelvétel	kb. 25 VA
Méret	kb. 450x300x250 mm
Súly	kb. 9,5 kg
Alkalmazott elektroncsövek és félvezetők	3 x ECC 82, 4 x SIEK-5 3 x OA 1160, 1 x NG 8
Klímaadatok	
Referencia klímaadatok	a készülék a fenti műszaki adatokat olyan zártterű laboratóriumi környezetben teljesíti, ahol a hőmérséklet: (+15 °C) - (+35 °C), relatív légnedvesség: max. 80%.
Üzemi klímaadatok	a készülék károsodás nélkül alkalmazható normál zártterű laboratóriumi környezetben, ahol a hőmérséklet: (+5 °C) - (+40 °C), a készülék az előírt export csomagolásban károsodás nélkül szállítható, raktározható, ha a környezeti hőmérséklet: (-25 °C) - (+50 °C), a relatív légnedvesség: max. 98%
Szállítási és raktározási klímaadatok	
Árban foglalt velejáró tartozékok	2 db 110, 127 V-hoz alkalmazható 0,5 A-es biztosító betét 2 db 220 V-hoz alkalmazható 0,2 A-es biztosító betét. 1 db „Műszaki leírás és használati utasítás”

4. KICSOMAGOLÁSI ELŐÍRÁS

A gyártómű a berendezést az előírásoknak megfelelő kartonpapír csomagolásban szállítja. A törzesspecifikációban részletezett, az árban bennfoglalt tartozékok az alapkészülék csomagjában külön polietilén- és papírtasakban csomagolva találhatók.

A készülék a normál technoklíma előírásainak megfelelő üzemi körülmények között használható, szállításnál, raktározásnál a klímahatárok betartására ügyelni kell. A klímahatárok vagy az előírt csomagolás be nem tartása esetén a berendezés a gyártóműn kívülálló okok miatt meghibásodhat.

A többretegű burkolatba csomagolt készülék külső burkolata a hullámpapír doboz, melyet kicsomagoláskor a ragasztások mentén kell felbontani. A hullámpapír doboz eltávolítása után a készüléket a műanyag (polietilén zsák) borítástól kell megszabadítani és ezután a készülék a belső papír borításból kibontható.

A berendezés két hordfogantyú segítségével könnyen szállítható. Kicsomagolás után a készüléket lehetőleg nagy szabad felületű asztalon kell elhelyezni. Üzembehelyezés, bekapcsolás előtt célszerű és ajánlatos a gépkönyv beható tanulmányozása.

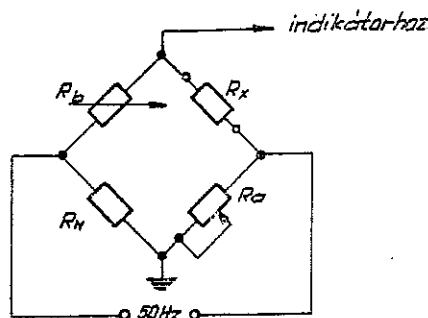
Amennyiben a berendezés újbóli szállításra kerül, becsomagolása a fentiekben ismertetett mód fordított sorrendjében történjék, lehetőleg minden csomagolási anyag felhasználásával, nehogy a készülék az újabb szállítás folyamán károsodást szenvedjen.

5. A MŰSZER RÉSZLETES LEÍRÁSA

A műszer elvi kapcsolása a Q52-Z1 számú rajzon látható. A műszer részletes leírása során e rajzra, az 1. ábra (a készülék tömbvázlatára), valamint a kezelőszervek elrendezését szemléltető 9. és 10. ábrára hivatkozunk. A készülék működését az alkalmazható üzemmódok szerinti csoportosításban ismertetjük.

5.1 Ellenállásmérés

Az ellenállásmérés az 1. jelű (K1) üzemmódkapcsoló 4. állásában történik. A mérendő ellenállást (R_x) a 15. és 16. jelű csatlakozók közé kell kapcsolni. A mérés híd módszerrel történik. Az elvi kapcsolási rajzon követhető, hogy az R_{30} , R_{31} , P_4 elemek és a 4. jelű (K3) kapcsolóval megválasztható R_{21} - R_{26} ellenállások valamelyike, valamint a mérendő (R_x) ellenállás a 2. ábrán látható hidkapcsolást alkotják.



2. ábra

A híd táplálása a Tr2 transzformátorról az R_{28} , R_{29} ellenállásokon keresztül 50 Hz frekvenciájú árammal történik. A híd kiegyenlítési állapotát a hidátlóra kapcsolódó indikátor jelzi.

A híd kimeneti feszültségét a V3 elektroncsőből és a hozzátartozó elektronikus elemekből álló kétfokozatu RC erősítő erősíti és a D2 dióda egyenirányítja. Az indikátor-erősítő kimeneti jele a V2a, V2b elektroncsövekkel felépített differenciál-erősítőt vezérli, s így a híd kiegyenlítetttségét a differenciál-erősítő kimenetére kapcsolt 6. jelű mérőműszer jelzi. A mérőműszerre jutó feszültség nagysága, az indikátor-erősítő érzékenysége a 8. jelű (P1-1, ill. P1-2) potencióméterekkel szabályozható.

A mérendő ellenállás a híd egyenletéből az R_a , R_b és R_N ismeretében az

$$R_x = \frac{R_b}{R_N} \cdot R_a$$

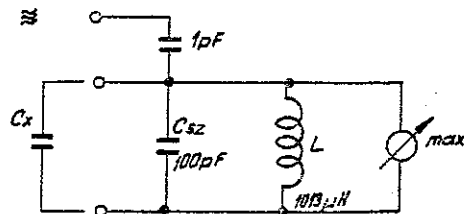
összefüggésből határozható meg. A híd kiegyenlítését R_p , ill. R_g változtatásával kell elvégezni. R_g nagyságát lényegében a speciális kivitelű P4 potencióméter határozza meg. A híd hangolóeleme (P4) a szögelfordulás függvényében logaritmikusan változtatja értékét, s így a teljes mérési tartományban azonos relatív mérési hibát biztosít. A híd kimeneti feszültsége kiegyenlített állapotban zérus, ezért a kiegyenlítést az indikátor műszer minimumra állításával kell elvégezni, s közben a kiegyenlített állapot közelítésével az indikátor-erősítő érzékenységét állandóan fokozni kell. A mért érték a hangolóelemhez tartozó mérőskáláról olvasható le.

5.2 Kapacitásmérés

A kapacitásmérés rezonancia-módszerrel, vagy híd módszerrel, az 1. jelű üzemmódkapcsoló (K1) második, illetve 6. állásában történik.

Rezonancia-módszerrel történő kapacitásmérés esetén (az üzemmódkapcsoló 2. állásában) a mérendő kapacitást a 12, 13. jelű kapocspár közé kell kapcsolni.

A mérendő kapacitás a beépített L2 etalon induktivitással és a beállító C12, C21, C22 kondenzátorokkal párhuzamos rezgőkört alkot, melyet a C13 kondenzátoron keresztül a V1a triódával felépített hangolható oszcillátor táplál. Rezonancia esetén a rezgőkör kapcsain feszültségmaximum alakul ki, s e maximum az indikátor segítségével kimutatható. A mérési módszer segítségével a kapacitásmérés frekvenciamérésre vezethető vissza, ugyanis rezonancia esetén a rezgőköri induktivitás (L2) és az oszcillátorfrekvencia ismeretében a rezgőköri kapacitás, s így a mérendő kapacitás meghatározható. A mérőkör vázlatos elrendezését a 3. ábra szemlélteti.



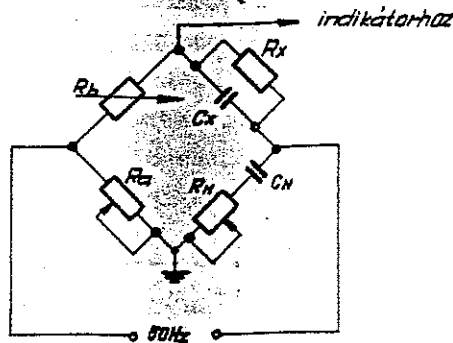
3. ábra

A rezgőkört tápláló oszcillátor a 2. jelű (K2) kapcsoló segítségével fokozatosan, a C1 forgókondenzátorral folyamatosan hangolható, s így a rezonáns állapot 10-10000 pF értékű mérendő kapacitások esetén az oszcillátor hangolásával beállítható. A hangolókondenzátor mérőskálával rendelkezik, melyről a mérendő kapacitás mért értéke közvetlenül leolvasható. A mérőkör szórt kapacitása a C12, C21, C22 kondenzátorokkal 100 pF-ra van kiegészítve, ezt az értéket a mért értékből le kell vonni, mivel a skála kalibrálásánál ez nincs figyelembe véve.

Az oszcillátor és a rezgőkör között a kis értékű (1 pF) csatolókapacitás biztosít laza kapcsolatot s ezáltal a rezgőkör csak elhanyagolhatóan kis mértékben terheli az oszcillátort. Így a terhelésváltozásra bekövetkező frekvenciaelhúzás minimális, a mérések során figyelemen kívül hagyható. A mért értéket befolyásolhatja a mérendő kondenzátor induktivitása. Az ebből származó mérési hiba kb. 10 μH induk-

tivitásig kisebb mint 1%; 10 μH induktivitásérték felett μH -ként kb. 0,1%. A mérésnél ezt figyelembe kell venni és szükség esetén megfelelő korrekciót kell alkalmazni.

Hidmódszerrel történő kapacitásmérés esetén (az üzemmódkapcsoló 6. állásában) a mérendő kapacitást a 15, 16. jelű kapocspár közé kell kapcsolni. Az elvi kapcsolási rajzon követhető, hogy az R_3 , P_4 , C_{17} és P_3 , az R_{21} - R_{26} ellenállások valamelyike, valamint a mérendő kapacitás (C_x) és a mérendő kapacitás veszteségi ellenállása (R_x) a 4. ábrán látható hidkapcsolást alkotják.



4. ábra

A hid táplálása és a kiegyenlítés indikálása egyezik az 5.1 pontokban leírtakkal.

A mérendő kapacitás értéke a Wien-hid egyenletéből R_a , R_b , R_N és C_N ismeretében meghatározható:

$$C_x = \frac{R_a}{R_b} \cdot \frac{C_N}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}$$

ahol $\operatorname{tg} \delta = \omega R_N C_N$ a mérendő kondenzátor vesztesége.

A kifejezésből látható, hogy a mérés pontossága függ a mérendő kondenzátor veszteségétől. A mérési hiba 1% alatt marad mindaddig, amíg a mérendő kondenzátor vesztesége kisebb, mint 0,1.

A hid kiegyenlítését R_b , R_a , ill. R_N változtatásával kell végezni. A kiegyenlítés folyamatára, az indikálás módjára és a hid hangolóelemére vonatkozó ismertetés lényegében megegyezik az 5.1 pontban leírtakkal, a különbség az R_N fáziskiegyenlítő pontencióméter alkalmazásában jelentkezik. Az R_N fáziskiegyenlítő potencióméter kalibrációval nem rendelkezik, csak tájékoztató jellegű jelzésekkel van ellátva, ezért veszteségi szög mérésére a műszer nem használható.

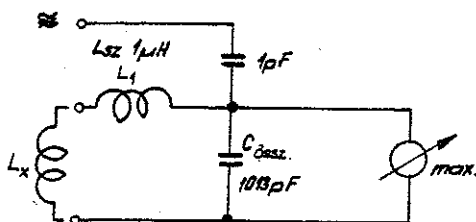
5.3 Induktivitásmérés

Az induktivitásmérés rezonancia-módszerrel, vagy hidmódszerrel az 1. jelű üzemmódkapcsoló (K1) harmadik, ill. 5. állásában történik.

Rezonancia-módszerrel történő induktivitásmérés esetén (az üzemmódkapcsoló 3. állásában) a mérendő induktivitást a 11., 12. jelű kapocspár közé kell kapcsolni. A mérendő induktivitás a beépített C_{11} , C_{20} , C_{23} (etalon) kapacitásokkal párhuzamos

rezgőkört alkot, melyet a C13 kondenzátoron keresztül az 5.2 pontban ismertetett hangolható oszcillátor táplál. A mérőkör működése megegyezik az 5.2 pontban ismertetett hangolható kapacitásmérő áramkör működésével. A mérőkör vázlatos elrendezését az 5. ábra szemlélteti. Rezonancia esetén a rezgőköri induktivitás, azaz a mérendő induktivitás az oszcillátorfrekvencia és a rezgőköri kapacitás ismeretében meghatározható.

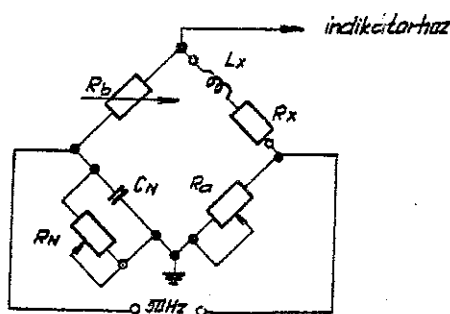
A rezgőköri kapacitás $C_{össz} = C_{11} + C_{20} + C_{23} + C_{sz}$ alkalmasan 1013 pF értékre van beállítva. A szórt induktivitás az L_1 induktivitással $1 \mu H$ értékre van kiegészítve, ezt az értéket a mért értékből le kell vonni, mivel a mérőskála kalibrálásánál az nincs figyelembe véve.



5. ábra

A mért értéket befolyásolhatja a mérendő induktivitás önkapacitása. Az ebből származó mérési hiba kb. 10 pF kapacitásértékgig kisebb mint 1%, nagyobb önkapacitású tekercsek esetén 1 pF-onként 0,1 %-nak megfelelő induktivitásérték levonásával korrekciót kell alkalmazni.

Hídmódszerrel történő induktivitásmérés esetén (az üzemmódkapcsoló 5. állásában) a mérendő induktivitást a 15, 16. jelű kapocspár közé kell kapcsolni. Az elvi kapcsolási rajzon követhető, hogy az R31, P4, C17, P3 és P5, az R21-R26 ellenállások valamelyike, valamint a mérendő induktivitás a veszteségi ellenállásával (L_x , R_x) a 6. ábrán látható hidkapcsolást alkotják.



6. ábra

A hid táplálása és a kiegyenlítés indikálása egyezik az 5.1 pontban leírtakkal.

A mérendő induktivitás értéke a Maxwell-híd egyenletéből R_a , R_b , R_N és C_N ismeretében meghatározható:

$$L_x = R_a R_b C_N$$

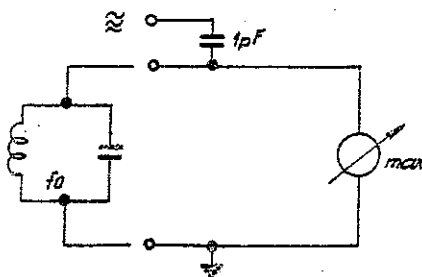
A $Q = \omega R_N C_N$ és az $R_x = \frac{R_a R_b}{R_N}$ összefüggésekből a tekercs jósági tényezője (Q), ill. a veszteségi soros ellenállás (R_x) határozható meg.

A híd kiegyenlítését R_b , R_a ill. R_N változtatásával kell elvégezni. A kiegyenlítés folyamatára az indikálás módjára és a híd hangolóelemére vonatkozó ismertetés lényegében megegyezik az 5.1 pontban leírtakkal. A különbség az R_N fáziskiegyenlítő potencióméterek ($R3$, $R5$) alkalmazásában jelentkezik. A fáziskiegyenlítő potencióméterek kalibrációval nem rendelkeznek, csak tájékoztató jellegű jelzésekkel vannak ellátva, ezért a veszteségi ellenállás (R_x) mérésére a műszer nem használható.

5.4 Rezonancia-frekvenciamérés

Az üzemmódkapcsoló első állásában a 12., 14. jelű csatlakozópár közé kapcsolt rezgőkör rezonancia-frekvenciájának mérése végezhető el.

A mérendő rezgőkört a laza csatolást biztosító C13 kondenzátoron keresztül hangolható oszcillátor gerjeszti. A rezonancia állapotot az előzőekben már ismertetett indikátor jelzi. A rezonancia-frekvencia az oszcillátor hangoló kondenzátorához tartozó mérőskáláról közvetlenül leolvasható. A mérőkör vázlatát a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra

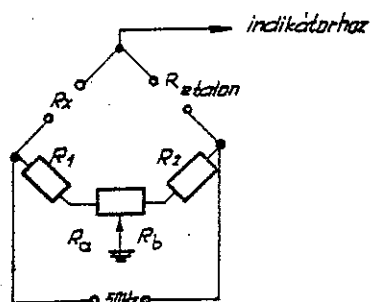
5.5 Százalékos ellenállásetérés mérése

A százalékos eltérés mérése hidkapcsolásban történik az 1. jelű üzemmódkapcsoló 7. állásában.

A mérőkör vázlatát a 8. ábrán szemléltethető.

A mérendő ellenállást a 15., 16. jelű csatlakozópár közé, a viszonyítási alapot képező ellenállást (R_{etalon}) 17., 18. jelű csatlakozópár közé kell kapcsolni. A híd egyenletéből $R_1 = R_2$ és $R_a = R_b$ esetében $R_x = R_{etalon}$ egyenlőség adódik. Ha a mérendő ellenállás értéke nem egyezik meg az etalon ellenállás értékével, akkor

a híd kiegyenlítése után az $R_a = R_b$ egyenlőség sem áll fenn. Az eltérés a híd hangolóeleméhez tartozó mérőskáláról közvetlen % eltérés formájában olvasható le.



8. ábra

A mérési elrendezés nagymennyiségű ellenállás pontosság szerinti gyors osztályozását, ellenállások kényelmes párbaválasztását teszi lehetővé.

6. KEZELÉSI UTASÍTÁS

6.1 Hálózatra kapcsolás előtti teendők

A készüléket kicsomagolás után gondos szemrevételezésnek kell alávetni. Első hálózatra kapcsolás előtt ajánlatos a műszaki leírás gondos és figyelmes tanulmányozása, az abban foglaltak messzemenő szem előtt tartása, mert a berendezés rendeltetésétől eltérő üzemeltetése esetén keletkező meghibásodásért a gyártómnem vállal felelősséget.

Gyártómnem a berendezést 220 V névleges feszültségű, 50 Hz frekvenciájú hálózatra kapcsolható állapotban szállítja, és ennek megfelelő hálózati biztosító betéttel szereli fel. Hálózatra kapcsolás előtt ellenőrizni kell a 22. jelű hálózati feszültségváltó állását (a rendelkezésre álló hálózati tápfeszültségnek megfelelően kell beállítani), valamint a 23. jelű biztosító betét épségét, az előírt névleges érték betartását. A biztosító betét esetenkénti cseréjénél ügyelni kell az előírt értékek betartására.

A berendezés hálózatra kapcsolása a 25. jelű, fix bekötésű, háromerű, csatlakozó dugóval felszerelt hálózati csatlakozó kábel segítségével történik. A csatlakozó dugó földelő érintkezővel van ellátva, így alkalmas a védőföldelés készülékhez történő csatlakoztatására. A csatlakozó aljzat védőföldeléssel való ellátása a felhasználó feladata.

A védőföldelés elmulasztása esetén (egy esetleges testzárlat következtében) a készülék kezelőjét veszélyes áramütés érheti!

Hálózatra kapcsolás előtt a 21. jelű hálózati kapcsolót kikapcsolt helyzetbe (alsó állásba) kell állítani. A készülék üzembe helyezése hálózatra kapcsolás után a kapcsoló bekapcsolásával történik.

Az üzemelési állapotot a 20. jelű jelzőlámpa fénye jelzi. A hálózati kapcsoló bekapcsolása után néhány perc bemelegedési idő elteltével a műszer üzemkész, de specifikált pontosságú mérések elvégzésére csak kb. 30 perc melegedés után válik alkalmassá a készülék.

Hálózatra kapcsolt állapotban a készülékben életbiztonságot veszélyeztető feszültségek is keletkeznek, ezért a berendezést kidobozolt állapotban üzemeltetni életveszélyes és szigorúan tilos!

6.2 A készülék előlapján és hátlapján található kezelőszervek és azok funkciói

A kezelőszervek elrendezése a 9. és 10. ábrán látható. A kezelőszervek ismeretése az ábrák alapján a vonatkozó számjelzések szerint történik.

1. kezelőszerv: „FUNCTION” feliratu hétállású fokozatkapcsoló, a készülék üzemmódkapcsolója. Az első három állásában rezonáns módszerrel mérhető rendre kc/S , pF , μH ; a további négy állásában hidmódszerrel mérhető kOhm , H , μF és $\%$ eltérés.
2. kezelőszerv: „ kc/s , pF , μH ” feliratu négyállású fokozatkapcsoló rezonancia-módszerrel történő mérések esetén működik, a nagyságrend meghatározására szolgál (szorzó kapcsoló). A 3. jelű mérőskáláról leolvasott értékeket a kapcsoló egyes állásainak megfelelő szorzószámmal kell beszorozni.
3. kezelőszerv: „ kc/s , pF , μH ” feliratu, kettős mutatóval felszerelt mérőskála. Rezonancia módszerrel történő mérések esetén a mért érték kijelzésére szolgál. Három különböző beosztású skálával rendelkezik, amelyekről a kis értékű kapacitás, induktivitás és f_0 rezonancia értékek olvashatók le. A mért értékek meghatározásánál a 2. jelű kapcsoló által meghatározott szorzószámot is figyelembe kell venni.
4. kezelőszerv: „ μF , H , kOhm ” feliratu hatállású fokozatkapcsoló. Hidmódszerrel történő mérések esetén működik, a nagyságrend meghatározására szolgál (szorzókapcsoló). Az 5. jelű mérőskáláról leolvasott értékeket a kapcsoló egyes állásainak megfelelő szorzószámmal kell beszorozni.
5. kezelőszerv: „ μF , H , kOhm , $\%$ ” feliratu, mutatóval felszerelt mérőskála. Hidmódszerrel történő mérések esetén a mért érték kijelzésére szolgál. Két különböző beosztású skálával rendelkezik, az egyikről a kapacitás, induktivitás és ellenállás értékek, a másiktól a $\%$ -os eltérések olvas-

hatók le. A mért értékek meghatározásánál a 4. jelű kapcsoló által meghatározott szorzószámot is figyelembe kell venni.

6. szerv:

Indikátor mérőműszer. A hangolás mértékének jelzésére szolgál. Tájékoztató jellegű skálával és az indikációs irány jelzésére szolgáló „min” és „max” feliratokkal rendelkeznek.

Rezonáns módszerrel történő mérések esetén a hangolást az indikátor által mutatott maximális értékre, hidmódszerrel történő mérések esetén minimális értékre kell elvégezni.

7. kezelőszerv:

„V.T.V.M. BALANCE” feliratu potencióméter, a csővoltmérő (indikátor műszer) elektromos nullázására szolgál.

8. kezelőszerv:

„SENSITIVITY” feliratu potencióméter, a csővoltmérő érzékenységének szabályozására szolgál.

9. és 10. kezelőszervek:

„PHASE BALANCE” feliratu potencióméterek. Hidmódszerrel történő mérések esetén a hid „képzetes” kiegyenlítésére szolgálnak. Az egyik potencióméterrel a kiegyenlítés durván, a másikkal finoman végezhető el.

11. és 12. szerv:

„ μ H” feliratu, szorítócsavaros egysarku csatlakozó hüvelypár. Rezonáns módszerrel történő mérések esetén a kis értékű mérendő induktivitások csatlakoztatására szolgál. A 12. jelű csatlakozó a „hideg” (test) pont.

13. és 12. szerv:

„pF” feliratu, szorítócsavaros egysarku csatlakozó hüvelypár. Rezonáns módszerrel történő mérések esetén a kis értékű mérendő kapacitások csatlakoztatására szolgál.

14. és 12. szerv:

„ko/s” feliratu, szorítócsavaros egysarku csatlakozó hüvelypár. Rezonáns módszerrel történő frekvenciamérések esetén a műszer bemeneti csatlakozója.

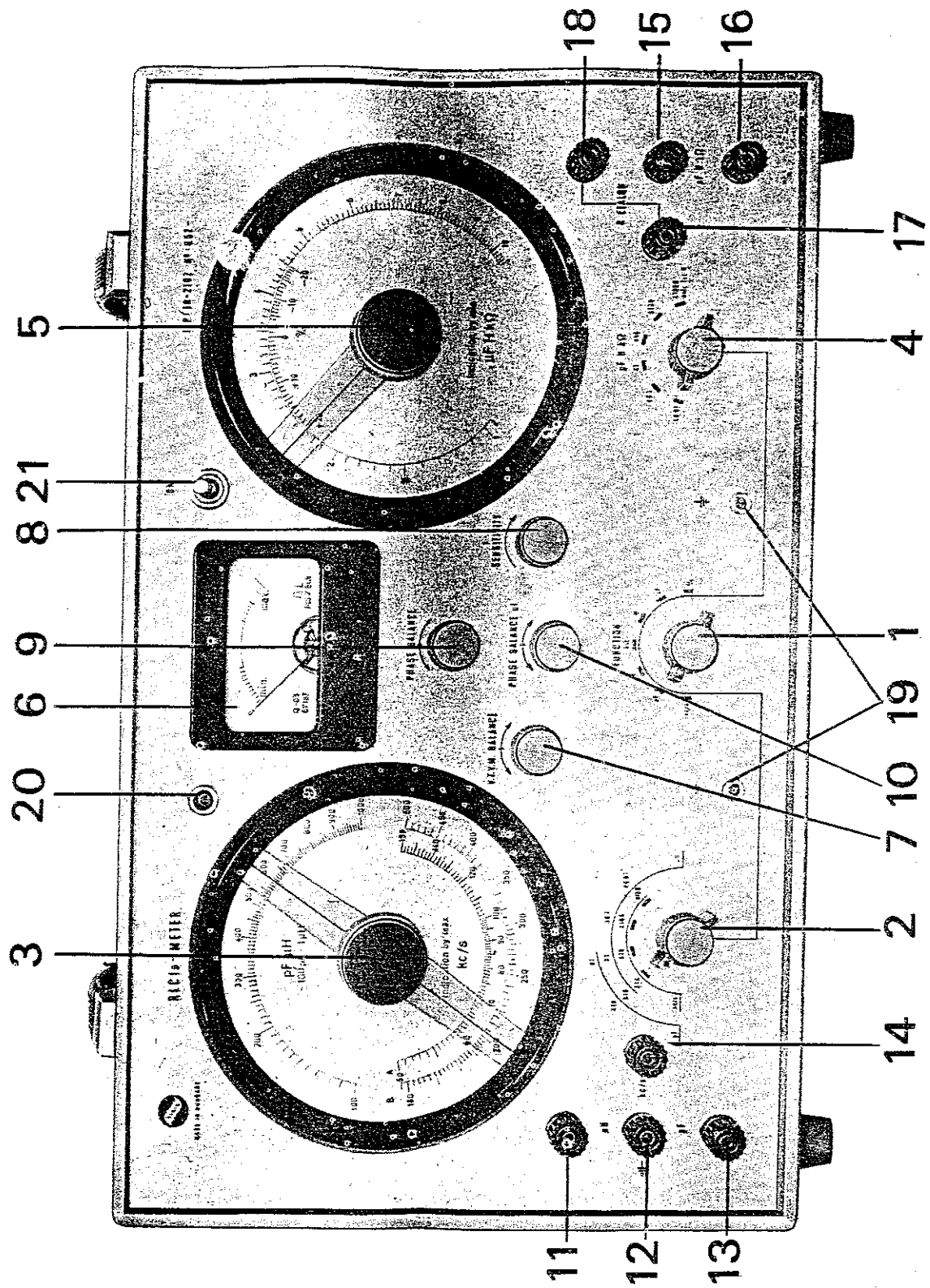
15. és 16. szerv:

„ μ F, H, kOhm” feliratu, szorítócsavaros egysarku csatlakozó hüvelypár. Hidmódszerrel történő mérések esetén a mérendő kapacitás, induktivitás, ill. ellenállás csatlakoztatására szolgál.

17. és 18. szerv:

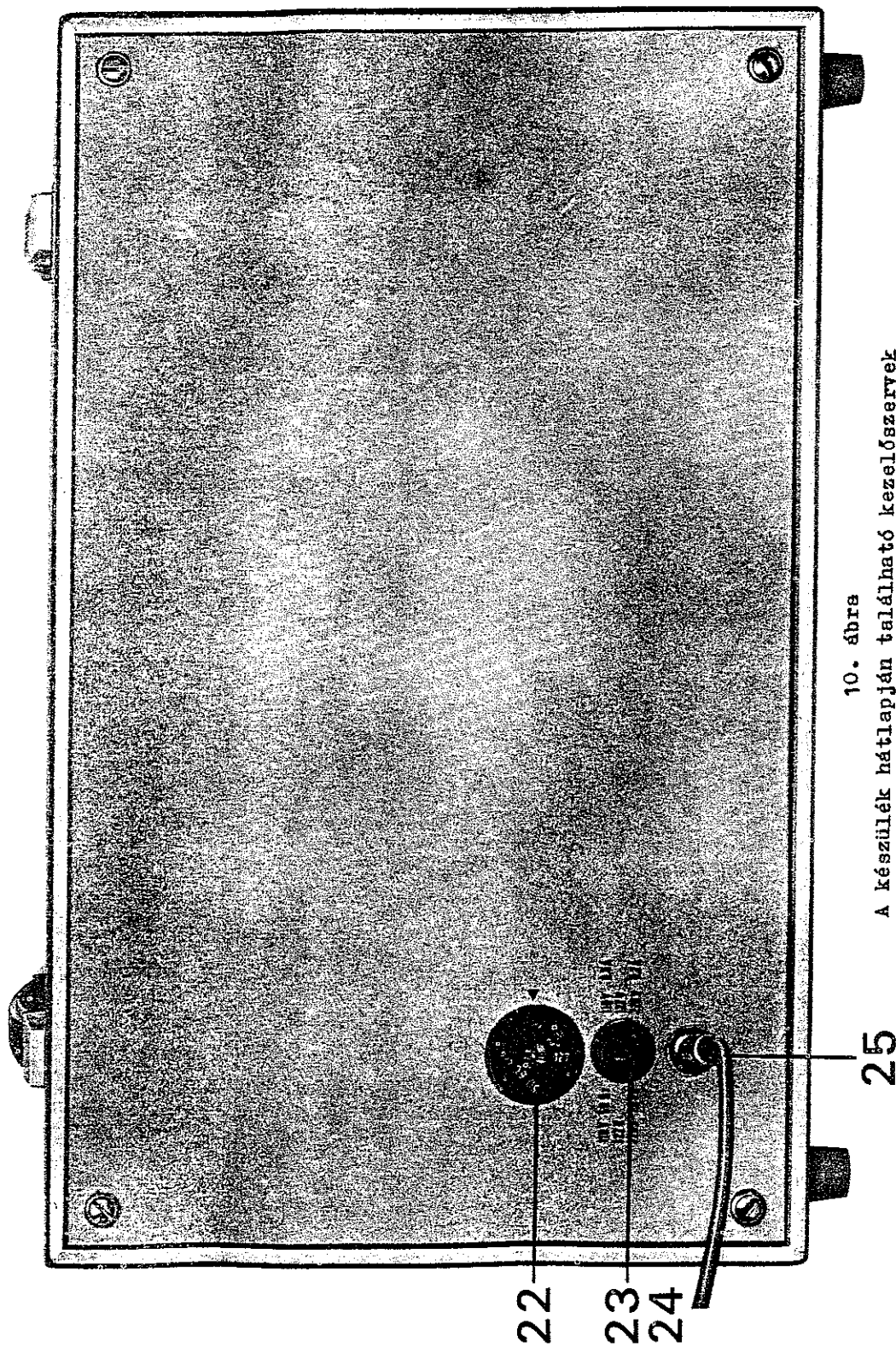
„R ETALON” feliratu, szorítócsavaros egysarku csatlakozó hüvelypár.

A 15. és 16. jelű hüvelypárra kapcsolt mérendő ellenállás etalonhoz viszonyított százalékos eltérésének mérése esetén az etalon ellenállás csatlakoztatására szolgál.



9. ábra

A készülék előlapján található kezelőszervek



10. ábra
A készülék hátlapján található kezelőszervek

19. szerv: A földelés egyezményes jelével ellátott banánhüvely, a mérőföld csatlakoztatására szolgál.
20. szerv: Jelzőglimm, a készülék bekapcsolt állapotának jelzésére szolgál.
21. kezelőszerv: „ON” felíratu, kétállású, kétáramkörös billenőkapcsoló. A hálózati tápfeszültség ki-bekapcsolására szolgál. 1. (felső) állásában („ON”) tápfeszültséget biztosít a készülék számára, 2. (alsó) állásában leválasztja a berendezést a hálózatról.
22. szerv: Hálózati feszültségváltó. A rendelkezésre álló hálózati tápfeszültség szerint kell beállítani. A feszültségváltó dugaszolásától függően a készülék 110, 127 vagy 220 V hálózati feszültségről üzemeltethető.
23. és 24. szerv: Biztosító aljzat csöves olvadó biztosító betéttel. A biztosító betét névleges értéke 110 ill. 127 V esetén 0,5 A, 220 V esetén 0,2 A. A biztosító betétet a 22. jelű feszültségváltásával egyidejűleg az előírt értékű betéttel cserélni kell.
25. szerv: Fix bekötésű, hárommerű, földelő érintkezős csatlakozó dugóval felszerelt hálózati csatlakozó kábel.

6.3 A készülék kezelése

6.3.1 A kezelőszervek alaphelyzete

A készülék kezelőszerveit szállítás, raktározás alatt, illetve hálózatra kapcsolás előtt, üzemén kívül helyezés esetén célszerű és ajánlatos egy meghatározott helyzetbe, alaphelyzetbe állítani. A kezelőszervek alaphelyzetbe állítását egy mérés befejezése után, egy másik mérés megkezdése előtt is célszerű elvégezni, tekintettel arra, hogy a készülék kezelését, beállítását, a mérés lefolytatását az alaphelyzetből való kiindulás egyszerűbbé megbízhatóbbá teszi. Az alábbiakban ismertetjük a készülék fontosabb kezelőszervének alaphelyzetét. Az ismertetésben a 9. és 10. ábra azonosító jeleire hivatkozunk.

2. kezelőszerv: Nagyságrend kapcsoló
Alaphelyzet: 1. állás (x10, ill. x1A)
3. kezelőszerv: Nagyfrekvenciás hangolóegység
Alaphelyzet: Az óramutató járásával ellenkező irányba ütközésig forgatva.
4. kezelőszerv: Dekádkapcsoló
Alaphelyzet: 1. állás (x0,01)

5. kezelőszerv: Hangolóegység
Alaphelyzet: Az óramutató járásával ellenkező irányba a skála kezdetéig forgatva.
8. kezelőszerv: Indikátor érzékenységszabályozó
Alaphelyzet: Az óramutató járásával ellenkező irányba forgatva (minimális érzékenység).
- 9., 10. kezelőszervek: Fáziskiegyenlítő potencióméterek
Alaphelyzet: Az óramutató járásával ellenkező irányba forgatni.

6.3.2 A kezelőszervek beállítási sorrendje

A kezelőszervek beállítását lehetőleg alaphelyzetből kiindulva kell elvégezni. A beállítás sorrendje az alkalmazandó üzemmódtól függ, ezért a beállítást az 1. jelű üzemmódkapcsoló beállításával kell kezdeni. Az alkalmazandó üzemmód kiválasztása után a kiválasztott üzemmódhoz tartozó kezelőszerveket kell megfelelő sorrendben beállítani. A választott üzemmód meghatározza, hogy a rezonancia-módszerrel, vagy híd-módszerrel kell a mérést lefolytatni, tehát az üzemmódkapcsoló beállítása után az aktivizált mérőegységhez tartozó kezelőszerveket kell beállítani. A nagyfrekvenciás mérőegységgel rezonancia-módszerrel történő mérések esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 1., 2. és 3. állásában) a 2., 3. és 8. jelű kezelőszerveket, híd-módszerrel történő mérések esetén (az üzemmódkapcsoló 4, 5, 6. és 7. állásában) 4, 5, 9, 10. és 8. jelű kezelőszerveket kell működtetni.

A kezelőszervek beállítási sorrendjének meghatározásánál általános szempont, hogy az indikátor érzékenységét minimális érzékenységből kiindulva a kihangolás során folyamatosan növelni kell. Ebből adódik, hogy a 2. jelű nagyságrend kapcsoló beállítását a 3. jelű hangolóelem és a 8. jelű érzékenységszabályozó szükség szerint váltott kezelése, illetve a 4. jelű dekádkapcsoló beállítását az 5. jelű hangolóelem és a 8. jelű érzékenységszabályozó, szükség esetén a 9., 10. jelű fáziskiegyenlítő váltott kezelése követi.

A többi kezelőszerv beállítási sorrendje közömbös, kezelésük tetszőleges sorrendben a felmerült igény szerint történik.

A mérés befejezése után a kezelőszerveket célszerű ismét alaphelyzetbe állítani.

6.3.3 A készülékhez történő csatlakoztatások módja

A műszerhez mérendő alkatrészeket, ellenállásokat, kondenzátorokat és rezgőköröket kell, ill. lehet csatlakoztatni. A mérendő alkatrészek közül az ellenállásokat, induktivitásokat a 15., 16. jelű csatlakozópár közé, ill. rezonancia-módszerrel történő mérés esetén a kapacitásokat a 12., 13. jelű csatlakozópár közé, az induktivitásokat a 11., 12. jelű csatlakozópár közé kell csatlakoztatni. A mérendő rezgőkört a 12., 14. jelű csatlakozópár közé kell beiktatni. Ellenállások százalékos

mérése esetén az etalon ellenállást a 17., 18. jelű, a mérendő ellenállást a 15., 16. jelű csatlakozópárok közé kell csatlakoztatni.

A csatlakoztatásokat gondosan kell kivitelezni, ügyelni kell a megbízható, jó érintkezések megteremtésére, mert bizonytalan csatlakozások, kontakthibák a lefolytatandó mérést lehetetlenné tehetik. A csatlakoztatások kivitelezésénél általános szempont, hogy az alkatrészeket a lehető legrövidebb vezetékkel a legmegbízhatóbb helyzetben, zavarforrásoktól távol (vagy megfelelően árnyékolva) kell a mérőkapcsokhoz csatlakoztatni, hogy a mérést zavaró körülmények (pl. mérővezeték induktivitása, kapacitása, hozzávezetési ellenállása stb.) minél kisebb mérési hibát okozzanak. Az elkerülhetetlen zavaró körülményeket (pl. mérővezeték kapacitása) a mérésnél, a mért érték megfelelő korrigálásával figyelembe kell venni. Ilyen esetben ajánlatos állandósított, kézben tartható körülményeket biztosítani (pl. merev alhelyezésű, ismert kapacitású vagy egyéb paraméterű mérővezeték alkalmazása) és a mérést többször megismételni.

A zavaró körülmények, a külső zavaró jelforrások hatásának csökkentése érdekében a műszert megfelelő, megbízható mérőföld csatlakoztatásával kell használni.

7. HASZNÁLATI UTASÍTÁS

7.1 Előkészítés

A készüléket a használatba vétel előtt a mérések lefolytatásához elő kell készíteni. Az előkészítés során a kicsomagolt és megfelelő helyen alkalmasan elhelyezett készüléket mindenek előtt gondos szemrevételezéssel kell ellenőrizni. Ellenőrizni kell a kezelőszervek állapotát, s amennyiben az szükséges, a kezelőszerveket alaphelyzetbe kell állítani. Ellenőrizni kell a hálózati feszültségváltó állapotát is, hogy a beállított feszültségérték egyezik-e a rendelkezésre álló hálózati tápfeszültség értékével. Szükség esetén a hálózati feszültségváltót a megfelelő állásba kell állítani (dugaszolni). A hálózati feszültségváltó átváltásával egyidejűleg a készülék hálózati biztosítóját is ki kell cserélni. A készülék 110, 127 és 220 V névleges feszültségű hálózatról üzemeltethető. A hálózati biztosító betét névleges értéke 110 és 127 V esetén 0,5 A, 220 V esetén 0,2 A. Csak az előírt biztosító betét alkalmazható!

Ellenőrzés után a készülék hálózatra kapcsolható és azt követően a 21. jelű kapcsoló segítségével üzembe helyezhető. A készülék a bekapcsolást követően (kb. 1 perc múlva) üzemképes, de a specifikált pontosságú mérések elvégzésére csak kb. 30 perc melegedés után válik alkalmassá. A mérés megkezdése előtt ki kell építeni a megfelelő csatlakoztatásokat. A csatlakoztatásokat a szükségletnek megfelelően a 6.3.3 pont szerint kell kivitelezni.

A mérés megkezdése előtt célszerű a kezelőszerveket alaphelyzetbe állítani, de legalább a 8. jelű kezelőszervet az óramutató járásával ellenkező irányba ütközésig forgatni. Erre a műszer kimérése érdekében van szükség. Általános szempont, hogy az érzékenységet a 8. jelű potencióméterrel mindig a szükségnek megfelelően kell beállítani úgy, hogy a műszer mutatója állandóan a hasznos skálaíven belül maradjon. A műszer nullázását minimális érzékenység mellett a 7. jelű potencióméterrel kell elvégezni.

7.2 Üzemeltetés, mérés

A mérés a mérendő alkatrésztől és a mérési módszertől függően hét különböző üzemmódban bonyolítható le. Az 1. jelű üzemmódkapcsoló egyes állásaiban a következő mérések végezhetők el: a kapcsoló első állásában rezonanciafrekvenciamérés, 2. állásában kapacitásmérés rezonancia-módszerrel, 3. állásában induktivitásmérés rezonancia-módszerrel, 4. állásában ellenállásmérés, 5. állásában induktivitásmérés, 6. állásában kapacitásmérés, 7. állásában százalékos ellenálláseltérés-mérés valamennyi hidmódszerrel.

A mérés lefolytatását a mérendő alkatrészek szerinti csoportosításban ismertetjük, az ismertetés során a kezelőszervek alaphelyzetéből indulunk ki.

Ellenállásmérés esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 4. állásában) a mérendő ellenállást az Rx csatlakozó hüvelypárra (15. és 16. jelű csatlakozók) kell csatlakoztatni. Ezután egyrészt az 5. jelű hangolóelem, másrészt a 4. jelű kapcsoló segítségével a 6. jelű indikátor műszeren minimumot állítunk úgy, hogy közben a 8. jelű érzékenységszabályozó potencióméterrel a műszer érzékenységet úgy állítjuk be, hogy a műszer mutatója legalább a skálaív közepére (általában a skálaív kétharmad részére) mutasson. A hid kiegyenlítése során a 4. jelű és az 5. jelű kezelőelemek váltott sorrendben történő kezelése — a mérendő ellenállás nagyságrendjétől függően — a gyakorlatban általánosan előforduló eset. A hid tökéletes kiegyenlítése után a mért érték az 5. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról leolvasható. Az ellenállás skáláról leolvasott értéket a 4. jelű szorzókapcsoló állásához tartozó szorzótényezővel meg kell szorozni, ez a szorzat a mérendő Rx ellenállás mért értékét adja.

Kapacitásmérés két módszerrel történhet. Az egyik módszerrel (rezonancia-módszerrel) kis és közepes értékű kapacitások mérhetők. A mérendő kapacitást rezonancia-módszerrel történő mérés esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 2. állásában) a 12, 13. jelű kapcsolópár közé kell kapcsolni. Ezután egyrészt a 3. jelű hangolóelem, másrészt a 2. jelű kapcsoló segítségével a 6. jelű indikátorműszeren maximumot állítunk úgy, hogy közben a 8. jelű érzékenységszabályozó potencióméterrel a műszer érzékenységet úgy állítjuk be, hogy a műszer mutatója legalább a skálaív közepére (általában a skálaív kétharmad részére) mutasson. A rezonanciapont megkeresése után a 3. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról a mért érték a 2. jelű szorzókapcsoló állása szerint leolvasható. A kapacitás-skála felosztása az első sávon 10-1000 pF-ig terjed, a második sávon 1000-10000 pF-ig. A leolvasott értékből 100 pF-ot minden esetben le kell vonni, a levonás után a mérendő Cx kapacitás mért értékét kapjuk.

Hidmódszerrel történő kapacitásmérés esetén közepes- és nagyértékű kapacitások mérhetők. Ekkor a mérendő kapacitást (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 6. állásában) a 15, 16. jelű kapocspár közé kell csatlakoztatni. Ezután az 5. jelű hangolóelem és a 4. jelű kapcsoló, valamint a 10. jelű potencióméter segítségével a 6. jelű indikátor műszeren minimumot állítunk úgy, hogy közben a 8. jelű érzékenységszabályozó potencióméterrel a műszer érzékenységet — a már korábban ismertetett módon — mindig az optimális értéken tartjuk. A mérés során több minimum is keletkezhet, de a helyes mérési eredményt mindig a legmélyebb minimum adja. Ezt úgy tudjuk megkeresni, hogy előbb az 5. jelű hangolóelemmel minimumot állítunk be, majd ezt a minimumot a 10. jelű potencióméterrel tovább fokozzuk. A műveletet felváltva mindaddig folytatjuk, amíg a legmélyebb minimumot el nem érjük. A hid tökéletes kiegyenlítése után a mért

érték az 5. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról leolvasható. A kapacitás-skáláról leolvasott értéket a 4. jelű szorzó-kapcsoló állásához tartozó szorzótényezővel meg kell szorozni, ez a szorzat a mérendő C_x kapacitás mért értékét adja.

Induktivitásmérés szintén két módszerrel történhet. Rezonancia-módszerrel történő mérés esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 3. állásában) a mérendő induktivitást a 11., 12. jelű kapocspár közé kell csatlakoztatni. Ezután a kapacitásméréshez hasonlóan a 3. jelű hangolóelem és a 2. jelű kapcsoló segítségével a 6. jelű indikátor műszeren maximumot állítunk a megfelelő műszerérzékenység biztosítása mellett. A rezonanciapont megkeresése után a 3. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról a mért érték a 2. jelű szorzókapcsoló állása szerint leolvasható. A skáláról leolvasott értékből $1 \mu\text{H}$ -t mindig le kell vonni, a levonás utáni érték a mérendő L_x induktivitás mért értékét adja.

Hidmódszerrel történő induktivitásmérés esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 5. állásában) a mérendő induktivitást a 15., 16. jelű kapocspár közé kell csatlakoztatni. Ezután az 5. jelű hangolóelem és a 4. jelű kapcsoló, valamint a 9. és 10. jelű potencióméterek segítségével a 6. jelű indikátor műszeren — a megfelelő műszerérzékenység állandó biztosítása mellett — minimumot állítunk. A több lehetséges minimum közül a legmélyebb pont megkereséséhez a 9. és a 10. jelű kezelőszerveket is használni kell, melyek közül az egyik durva, a másik a finom kiegyenlítést teszi lehetővé. A híd tökéletes kiegyenlítése után a mért érték az 5. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról leolvasható. Az induktivitás-skáláról leolvasott értéket a 4. jelű szorzókapcsoló állásához tartozó szorzótényezővel meg kell szorozni, ez a szorzat a mérendő L_x induktivitás mért értékét adja.

Rezgőkörök rezonancia-frekvenciájának (f_0) mérése esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 1. állásában) a mérendő rezgőkört a 12., 14. jelű csatlakozópár közé kell kapcsolni. Ezután a kapacitásméréshez és az induktivitásméréshez hasonlóan a 3. jelű hangolóelem és a 2. jelű kapcsoló segítségével a 6. jelű indikátor műszeren — a megfelelő műszerérzékenység állandó biztosítása mellett — maximumot állítunk. A rezonanciapont megkeresése után a 3. jelű hangolóelemhez tartozó skáláról a mért érték a 2. jelű kapcsoló állása szerint leolvasható.

Ellenállások százalékos eltérésének mérése esetén (az 1. jelű üzemmódkapcsoló 7. állásában) a mérendő ellenállást a 15., 16. jelű csatlakozópár, az etalon ellenállást — amelyhez a mérendő ellenállás százalékos eltérését kívánjuk mérni — a 17. 18. jelű csatlakozópár közé kell kapcsolni. Ezután az 5. jelű hangolóelem segítségével a 6. jelű indikátor műszeren megfelelő érzékenység biztosítása mellett — minimumot állítunk. A híd tökéletes kiegyenlítése után a mért érték az 5. jelű hangolóelemhez tartozó százalék-skáláról olvasható le.

7.3 A készülék üzemén kívül helyezése

A berendezést a körülményektől függően kétféleképpen lehet üzemén kívül helyezni. Ha a mérések viszonylag rövid idejű szüneteltetése miatt kell a készüléket üzemén kívül helyezni, akkor a 21. jelű hálózati kapcsolót kikapcsolt helyzetbe kell állítani. Ha a mérések tartós szüneteltetése, vagy az üzemeltetési hely megváltoztatása miatt kell a készüléket üzemén kívül helyezni, akkor a hálózati kapcsoló kikapcsolásán kívül a készüléket a hálózatról is le kell kapcsolni.

A műszert pormentes, hűvös, száraz helyen kell tárolni, tárolás alatt célszerű a készüléket a vele együtt szállított polietilén tasakkal is betakarni és így portól, szennyeződéstől óvni.

8. KARBANTARTÁSI UTASÍTÁS ÉS SZERVIZ UTMUTATÓ

8.1 Karbantartási utasítás

A készülék különleges karbantartást — a híradástechnika területén alkalmazott elektronikus mérőműszereknél megszokott karbantartáson kívül — nem igényel. A karbantartás során havonta célszerű meggyőződni a hálózati csatlakozó érintkezőinek tisztaságáról, a biztosító, a feszültségváltó és egyéb csatlakozó alkatrészek épségéről és korroziómentességéről. Évente egyszer célszerű a készüléket kidobozolni, a szokásos híradástechnikai portalanítási és állagmegőrzési munkálatokat elvégezni, a kapcsolók érintkezőit e célra alkalmas folyadékkal (pl. széntetraklorid) megtisztítani stb.

A karbantartást minden esetben megfelelő képzettséggel rendelkező szakemberre kell bízni és meg kell követelni az idevonatkozó biztonsági rendszabályok pontos betartását!

A karbantartási munka befejezésekként műszeres ellenőrzéssel meg kell győződni arról, hogy a készülék teljesíti a specifikált műszaki adatokat. A műszer ellenőrzéséhez nagy pontosságú műszereket, etalonokat kell alkalmazni.

8.2 Szerviz utmutató

A készülék üzemszerű működésekor az egyes fontosabb áramköri pontokon mérhető feszültségeket — a Q52-Z1 sz. kapcsolási rajz jelölésére való hivatkozással — az alábbiakban adjuk meg:

Egyenfeszültségek:	C15	kapcsain kb.	320 V
	C16	kapcsain kb.	300 V
	C6	kapcsain kb.	240 V
	C7	kapcsain kb.	180 V
	V2a	anód kb.	60 V
	V2b	anód kb.	60 V
Váltakozó feszültségek:	Tr1	7-8 pontjai között kb.	230 V _{eff}
		9-10 pontjai között kb.	6,3 V _{eff}
	Tr2	Szekunder kapcsain kb.	10 V _{eff}

A fenti értékeket legalább 10 MOhm bemeneti ellenállású, 1,5 osztálypontosságú egyen-, ill. váltakozó feszültségű csővoltmérővel kell mérni. A feszültségadatok megfelelőnek tekinthetők, ha a $\pm 10\%$ -os értékhatárt nem lépik túl.

Hálózati áramfelvétel: 220 V-nál kb. 90 mA
 127 V-nál kb. 100 mA
 110 V-nál kb. 180 mA.

Ha az ellenőrző mérések fenti adatokat szolgáltatják, akkor a készülék feltehetően működik.

Meghibásodás esetén a durvább hibák (melyek oka rendszerint valamelyik aktív elem, szűrőkondenzátor vagy ellenállás meghibásodása) a készülék kidobozolása után könnyen elháríthatók. Az esetleges hibákat a kapcsolási rajz gondos áttanulmányozása után általában könnyű felderíteni és elhárítani. A működést gátló egyszerűbb hibák módszeres felkutatásának megkönnyítése érdekében az alábbiakban közlünk néhány, a gyakorlatban előfordulható hibát, a hibák feltételezett okát és kijavítási módját.

A javítást minden esetben a tápegység ellenőrzésével és az abban esetlegesen előforduló hibák kijavításával kell kezdeni.

1. hibajelenség

- A készülék nem kap hálózati feszültséget
- Oka: hibás a hálózati biztosító betét
- Elhárítása: a hibás biztosító betétet cserélni kell

2. hibajelenség

- A készülék nem kap anódfeszültséget
- Oka: D4-D7 diódák valamelyike zárlatos, ill. R39 ellenállás leégett
- Elhárítása: Diódák ellenőrzése Ohm-mérővel, az R39 ellenállás leégését előidéző zárlat (pl. zárlatos elkő) megszüntetése (elkőcsere) és a hibás R39 ellenállás cseréje.

3. hibajelenség

- Anódfeszültség van, de erős brumm mérhető
- Oka: elégtelen a szűrés, hibás a szűrő elektrolitkondenzátor
- Elhárítása: a hibás elkőt cserélni kell.

4. hibajelenség

- Anódfeszültség van, de az indikátor nem működik
- Oka: a D3 dióda zárlatos, vagy a műszer áramköre (lengőcsévéje) szakadt
- Elhárítása: a hibás diódát vagy a műszert cserélni kell.

5. hibajelenség

- Anódfeszültség van, de az indikátor nem működik
- Oka: P2 potencióméter szakadt vagy kontakthiba
- Elhárítása: P2 potenciómétert szakadásra ellenőrizni kell, szükség esetén cserélni kell.

6. hibajelenség

- Az indikátor nem nullázható
- Oka: V2 elektroncső, vagy áramkörének alkatrészei közül valamelyik meghibásodott
- Elhárítása: V2 elektroncsövet cserélni kell, R8, R9, R10, R11 elemeket ellenőrizni és szükség esetén a hibás alkatrészt cserélni kell.

7. hibajelenség

- Az indikátor műszer rezonancia-műszer üzemmódokban nem jelez
- Oka: az oszcillátor áramkőre meghibásodott, V1 elektroncső nem működik
- Elhárítása: V1 elektroncső cseréjével, az oszcillátor áramkörének átvizsgálása során talált hibás alkatrész cseréjével.

8. hibajelenség

- Oszcilláció van, de az indikátor nem jelez
- Oka: C13 vagy C14 szakadt, vagy D1 dióda zárlatos
- Elhárítása: a hibás alkatrészt cserélni kell.

9. hibajelenség

- A műszer híd mérésben nem jelez
- Oka: D2 dióda zárlatos, vagy nincs híd tápfeszültség, mert zárlatos Tr2 vagy R28, R29 valamelyike szakadt
- Elhárítása: Táptrafó áramkörének ellenőrzése után a hibás alkatrészt vagy a hibás D2 diódát cserélni kell.

Egy esetleges elektroncsőcserével kapcsolatban megjegyezzük, hogy az elektroncsővek válogatása a készülék működése szempontjából mellőzhető. A műszer az üzemi körben előálló tartós igénybevételek következményeit jól bírja. Előfordulhat azonban, hogy valamely alkatrész (pl. potencióméter) a hosszú használat, gyakori kezelés következtében meghibásodik. Ilyen esetben a hibás alkatrész cseréjét követően szükségessé válhat a műszer hitelesítése is. A műszer hitelesítéséhez nagy pontosságú műszereket, etalonokat kell alkalmazni.

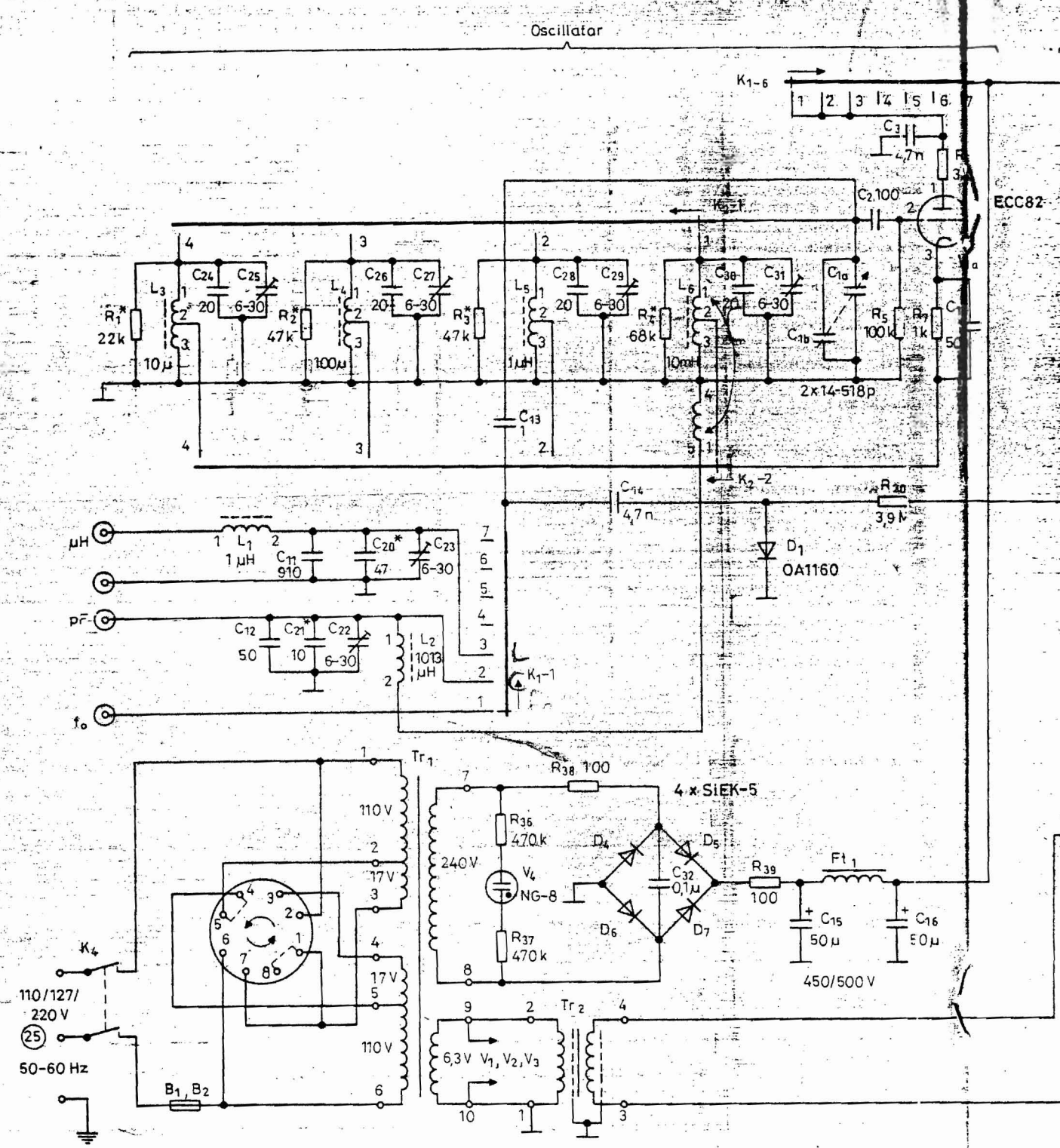
Elektromos anyagjegyzék

Jel	Névleges érték	Terhelés W, V	%	Gyártó cég	Típus
R1*	22 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R2*	47 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R3*	47 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R4*	68 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R5	100 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R6	3 kOhm	1	5	Remix	R510
R7	1 kOhm	1	5	Remix	R510
R8	100 kOhm	1	1	Remix	R512
R9	100 kOhm	1	1	Remix	R512
R10	470 Ohm	1	5	Remix	R510
R11	470 Ohm	1	5	Remix	R510
R12	1 MOhm	0,5	5	Remix	R510
R13	10 kOhm	1	5	Remix	R510
R14	10 kOhm	1	5	Remix	R510
R15	47 kOhm	1	5	Remix	R510
R16	22 kOhm	1	5	Remix	R510
R17	470 Ohm	0,5	5	Remix	R510
R18	1 MOhm	0,5	5	Remix	R510
R19	470 Ohm	0,5	5	Remix	R510
R20	3,9 MOhm	0,5	5	Remix	R510
R21	10 Ohm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0100-C009
R22	100 Ohm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0101-C009
R23	1 kOhm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0102-C009
R24	10 kOhm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0103-C009
R25	100 kOhm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0104-C009
R26	1 MOhm	0,5	0,2	Rosenthal	LCA 0,5
R27					
R28	51 Ohm	1	5	Remix	R510
R29*	51 Ohm	1	5	Remix	R510
R30	5 kOhm	0,6	0,25	Siemens	B-51266-A0502-C009
R31*	4,5 kOhm	0,5	1	Remix	R512
R32	47 kOhm	0,5	2	Remix	R512
R33	22 kOhm	0,5	1	Remix	R512
R34*	5,1 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R35	5,1 kOhm	1	5	Remix	R510
R36	470 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R37	470 kOhm	0,5	5	Remix	R510
R38	100 Ohm	0,125	5	Remix	R510
R39	100 Ohm	0,125	5	Remix	R510

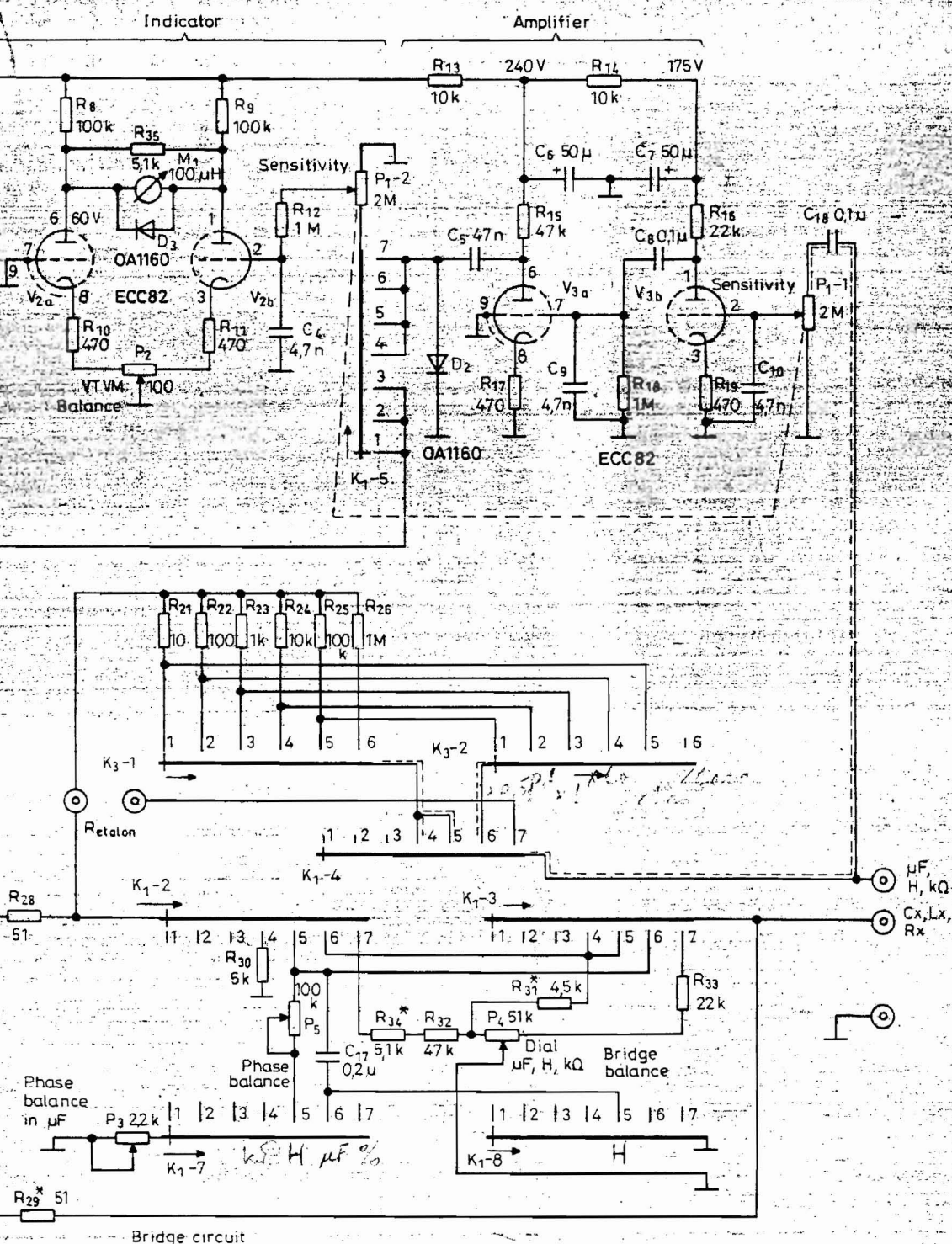
Jel	Névleges érték	Terhelés W, V	%	Gyártó cég	- Tipus
C1	2x14-518 pF	kettős forgókond.		HOPT	G15-00
C2	100 pF	250	5	Remix	KCC-01
C3	4,7 nF	500	-20+40	Kőporc	T4 4700/-20+50 Atc-3 3x16
C4	4,7 nF	400	20	Remix	C210
C5	47 nF	400	20	Remix	C210
C6, C7	50 + 50 μ F	350/385	-10+50	MM	CE 4223
C8	0,1 μ F	400	20	Remix	C210
C9	4,7 nF	400	20	Remix	C210
C10	4,7 nF	400	20	Remix	C210
C11	910 pF	500	5	Remix	KCC-02
C12	50 pF	500	10	Kőporc	N47 50/10 C4 4x16
C13	1 pF	500	10	Kőporc	P33 1/10 Tb $\emptyset$ 5
C14	4,7 nF	400	20	Remix	C210
C15, C16	50 + 50 μ F	450/500	-10+50	MM	CE 4225
C17	0,2 μ F	125	0,2	Remix	C 2053
C18	0,1 μ F	400	20	Remix	C210
C19	500 pF	250	5	Remix	KCC 01
C20*	47 pF	500	20	Kőporc	N750 47/20 Tb $\emptyset$ 12
C21*	10 pF	500	10	Kőporc	N47 10/10 Tb $\emptyset$ 8
C22	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C23	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C24	20 pF	500	20	Kőporc	N750 20/20 Tb $\emptyset$ 8
C25	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C26	20 pF	500	20	Kőporc	N750 20/20 Tb $\emptyset$ 8
C27	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C28	20 pF	500	20	Kőporc	N750 20/20 Tb $\emptyset$ 8
C29	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C30	20 pF	500	20	Kőporc	N750 20/20 Tb $\emptyset$ 8
C31	6-30 pF	350	-10+50	Kőporc	N47 6/30 Bt-17 350 V
C32	0,1 μ F	630	20	Remix	C210
P1	2+2 MOhm	2	20	Remix	KPM-321/A
P2	100 Ohm	1	10	Remix	KPH-121
P3	2,2 kOhm	2	20	Remix	KPM-121/A
P4	51 kOhm	4	1	Elkis	UPI-1
P5	100 kOhm	2	20	Remix	KPM-121/A

Jel	Megnevezés	Gyártó cég	Tipus
D1	Germánium dióda	Tungsram	OA 1160
D2	Germánium dióda	Tungsram	OA 1160
D3	Germánium dióda	Tungsram	OA 1160
D4	Szilícium dióda	Konverta	SiEK-5
D5	Szilícium dióda	Konverta	SiEK-5
D6	Szilícium dióda	Konverta	SiEK-5
D7	Szilícium dióda	Konverta	SiEK-5
L1	1 μ H	Elkis	Q03-133
L2	1013 μ H	Elkis	Q03-132
L3	10 μ H	Elkis	Q03-245
L4	100 μ H	Elkis	Q03-244
L5	1 mH	Elkis	Q03-243
L6	10 mH	Elkis	Q03-242
V1	Elektroncső	Tungsram	ECC-82
V2	Elektroncső	Tungsram	ECC-82
V3	Elektroncső	Tungsram	ECC-82
V4	Jelzőglimm 110 V	Tungsram	NG8T
Tr1	Hálózati transzformátor	Elkis	Q03-26
Tr2	Híd tánteszformátor	Elkis	Q03-25
Pt1	Fojtótekercs	Elkis	UT1-3/A
M1	100 μ A 60 mV-os műszer	EKM	MSZ 808 70 DA
B1	Csőves olvadó bizt. betét	VBKM	B20/5,2 N 0,2 A
B2	Csőves olvadó bizt. betét	VBKM	B20/5,2 N 0,5 A
K1	8x7 8 áramkör 7 állás	Óragyár	1 db. aretáló KT2113-750-313 4 db. 2x7 tárcsa 1,562-0032 8 db. szig. gyűrű 261-1
K2	3x5 3 áramkör 5 állás	Óragyár	1 db. aretáló KT2113-750-313 1 db. 3x5 tárcsa KT211-23 2 db. szig. gyűrű 261-1
K3	2x7 2 áramkör	Óragyár	1 db. aretáló KT2113-750-313 1 db. 2x7 tárcsa 1,562-0032 2 db. szig. gyűrű 261-1
K4	Hálózati kapcsoló	Szovjet	TP1-2

gyári kapcsolás * szerviz * gyári kapcsolás * szerviz



gyári kapcsolás * szerviz * gyári kapcsolás



Q-52 típ. RLCf₀-mérő (TR 2102/A)