

ELEKTOR

Elektronikai folyóirat

Olcsó LC-mérő készülék

Telefonhangosító

Jelkövető

Metronóm

Telepvizsgáló

Fényérzékeny kapcsoló

Állóhelyzet-világítás
kerékpárokhoz



TARTALOM

- 6 Olcsó LC-mérőkészülék
- 13 Telefonhangosító
- 14 Metronóm
- 15 Impulzusformáló
- 16 FM 2000 (2. rész)
- 19 Jelkövető
- 20 Újdonságok
- 23 Aszimmetrikus tápfeszültségű WIEN-híd
- 26 70 W-os MOSFET-erősítő
- 28 Bekapcsolási késleltetés töltés-szivattyúval
- 29 Időkód interfész (2. rész)
- 33 A Multi-Track rendszer
- 34 A 6502 újrahasonosítása
- 39 Univolt – kompakt hálózati tápegységmodul
- 43 8051-es Mikrokontroller- és Assembler-tanfolyam (6. rész)
- 48 PC interrupt kezelő
- 49 230 V-os fázisszögmérő
- 50 Univerzális, 50 Hz-es lyukszűrő
- 51 Jelfogós biztosíték
- 52 Bekapcsolási késleltetésszámláló IC-vel
- 53 Túlfeszültség/alulfeszültség-detektor
- 54 Fényérzékeny kapcsoló triak-kal
- 55 Általános impulzusszélesség-vezérlés
- 56 Optikai kódolóval működő oda-vissza számláló
- 57 RS232 meghajtó egyszeres tápfeszültséggel
- 58 Egyetlen 4066-tal működő impulzusgenerátor
- 61 RAM-bővítés
- 63 RS232-interfész zsebszámológépekhez
- 64 HPGL a Mondrianhoz
- 68 Kapcsolóórává bővített parkolóóra

AZ R-C ELEKTRONIKA KFT. KIFIZETI ÖN HELYETT! Térítés nélkül juttatjuk el a megadott címre azon olvasóinknak lapunkat, akik előfizetői lesznek az ELEKTOR-nak!

Legyen Ön is az Elektor előfizetője!

Előfizetési lehetőséget biztosítunk Önnek, ha a bármelyik postahivatalban beszerezhető rózsaszínű befizetési csekket megfelelően kitöltve elküldi címünkre (1064 Budapest, Vörösmarty u. 67.). A csekk közlemény-rovatában kérjük, jelezze, hogy mely számokra tart igényt (pl.: 1992/1., 2. stb.).

ÖN SZERENCSES EMBER! Hiszen nemcsak térítésmentesen juttatjuk el az előfizetett példányokat címére, hanem amennyiben valamilyen külső körülmény miatt kénytelenek lennénk árainkat emelni, úgy természetesen az eredetileg befizetett áron kapja továbbra is az Elektort.

Előfizetési díjak: három hónapra 525 Ft, hat hónapra 1075 Ft, kilenc hónapra 1575 Ft, tizenkét hónapra 2100 Ft, de egyedi előfizetéseket is teljesítünk (175 Ft/szám).

Heti 25, ill. 15 órás tanfolyamainkon megtanítjuk az IBM PC számítógép kezelésére, szövegszerkesztésre. Szakirányú oklevél szerzhető. Telefon: 116-2680

Az újságban megjelenő valamennyi rajz, ábra és az újság teljes tartalma szerzői jogilag védett. A kiadás, a szövegek, a képek, a grafikák utánközlésének, másolásának és bármilyen feldolgozásának joga a Magyar Köztársaság területén kizárólag az R-C Elektronika KFT-t illeti meg.

Sokszorosítás fénymásolóval vagy más eszközökkel, bemutatás a rádió- és tv-műsorokban, az újságban megjelent bármilyen anyag tárolása adatfeldolgozó rendszerekben csak az R-C Elektronika KFT. előzetes engedélyével lehetséges!

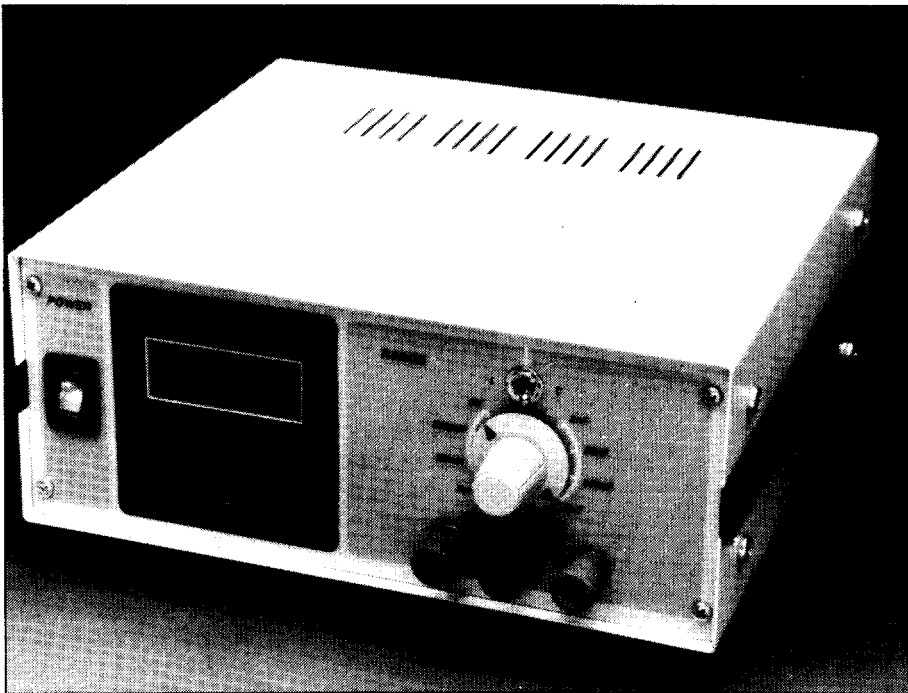
Felhívjuk figyelmüket, hogy a hirdetési szövegeért felelősséget nem vállalunk!

© Uitgeversmaatschappij Elektor B.V. (Beek, Hollandia) 1991.

ELEKTOR	Európai iroda:	FRANCIAORSZÁG	INDIA	OLASZORSZÁG	SPANYOLORSZÁG
Főszerkesztő: Lakatos András Olvasószerkesztő: Sárdi Mária Művészeti szerkesztő: Pécsi Gábor Kiadja: R-C Elektronika KFT.	Postbus 75 6190 AB BEEK The Netherlands Telephone: +31 46 38 94 44 Telex: 5661 (elekt n1) Fax: +31 46 37 01 61 Vezérigazgató: M.M.J. Landman	Elektor sarl Les Trois Tilleuls B.P. 59., 59850 NIEPPE Szerkesztők: D.R.S. Meyer és G.C.P. Raedersdorf	Elektor Elektronics PVT Ltd. Chhotani Building 52 C, Proctor Road, Grant Road (E) BOMBAY 400/007 Szerkesztő: C.R. Chandarana	Gruppo Editoriale JCE Via Ferri 6, 20092 CINISELSAMO (Mi) Italy Szerkesztő: Mr. Castelfranchi	Resistor Electronica Aplicada Calle Maudes 15 Entlo C. 28003 MADRID Szerkesztő: Augustin Gonzales Buelta
(Nytsz: B/SZI/920/91.) A szerkesztőség és a kiadóhivatal címe: 1064 Budapest, Vörösmarty u. 67. Szerkesztőségi titkár: Ferenczy Barbara Telefon: (36-1) 111-6640 HU ISSN 1215-380 X Szedés, nyomás és kötés: Dorogi Nyomda Kft. Felelős vezető: Miseje Attila	Nemzeti szerkesztőségek: ANGLIA Elektor Electronics (Publishing) P.O. Box 1414 Dorchester DT2 8YH England Szerkesztő: Len Seymour	GÖRÖGORSZÁG Elektro EPE Kariskaki 14 16673 Voula-ATHÉN Szerkesztő: E. Xanthoulis	IZRAEL Elektorcal P.O. Box 41096 TEL AVIV 61410 Szerkesztő: M. Avraham	PAKISZTÁN Electro-Shop 35 Naseem Plaza Lasbella Chawk KARACHI 5. Szerkesztő: Zain Ahmed	SVÉDORSZÁG Electronic Press AB Box 5505 14105 HUDDINGE Szerkesztő: Bill Cedrum
		HOLLANDIA Elektor BV Peter Treckpoelstraat 2-4. 6191 VK BEEK Szerkesztő: P.E.L. Kersemaker	NÉMETORSZÁG Elektor Verlag GmbH. Süsterfeld Strasse 25. 5100 AACHEN Szerkesztő: E. J. A. Krempelsauer	PORTUGÁLIA Ferreira & Bento Lda R. D. Estefani, 32-1 1000 LISSZABON Szerkesztő: Jeremias Sequeira	USA és KANADA Elektor Electronics USA P.O. Box 876 PETERBOROUGH NH 03458-0876 Kiadó: Edward T. Dell

OLCSÓ LC-MÉRŐKÉSZÜLÉK

A veszteségi ellenállás automatikus kompenzálásával



Írta: Harro Kühne, mérnök

Különösen tekercsek inuktivitásának mérésénél fontos, hogy a veszteségi ellenállás a mérési eredményt ne hamisítsa meg. Az itt bemutatott mérőműszer kapcsolása a veszteségi ellenállás hatását nullára csökkenti és egyidejűleg kondenzátorok mérésére is alkalmas.

A tekercs inuktivitásának vagy a kondenzátor kapacitásának pontos megmérése messze nem olyan egyszerű, mint az ellenállásmérés. A feladatot a következő két tényező nehezíti:

- Az inuktív, illetve kapacitív impedancia frekvenciafüggő.
- A tekercsek és kondenzátorok veszteséggel terhelt elemek.

Az első pontból fakadó követelmény kielégítése egyszerű. Az impedanciát meghatározott frekvencián mérjük és a frekvencia, valamint az impedancia ismeretében számítjuk ki az inuktivitást, illetve a kapacitást.

Ilyen mérésnél azonban a mért elemek ohmos veszteségei is beleszólnak a mérés eredményébe és az eredményt meghamisítják. Ezzel már el is jutottunk a második ponthoz. A kondenzátorok (R_p párhuzamos belső ellenállással szimbolizált) veszteségei, különösen a fóliás

típusoknál, még határok között tarthatók. Tekercseknél azonban (az R_s soros belső ellenállással szimbolizált) veszteségek már jelentős szerepet játszanak. Az ideális megoldást egy olyan mérési eljárás jelenti, mely a veszteségek befolyását leválasztja és kompenzálja. Pontosan ez a helyzet az itt leírt LC-mérő esetében.

A mérési elv

A mérési elv megvalósítását az 1. ábra mutatja be. Az E ponton konstans amplitúdójú és frekvenciájú szinus alakú váltakozó feszültség áll referenciaként rendelkezésre. Tekercs mérésénél a kapcsolás gondoskodik arról, hogy a mérendő L_x tekercsen konstans váltakozó áram folyjék. Az A ponton fellépő feszültség így az inuktivitással (plusz a veszteségi ellenállással) egyenesen arányos. Kondenzátor mérésénél a

keresett C_x kondenzátor konstans váltakozó feszültség alatt van, úgyhogy a C_x -en átfolyó áram és így az R_C ellenálláson keletkező feszültségésés a kapacitással (plusz a veszteségekkel) egyenesen arányos.

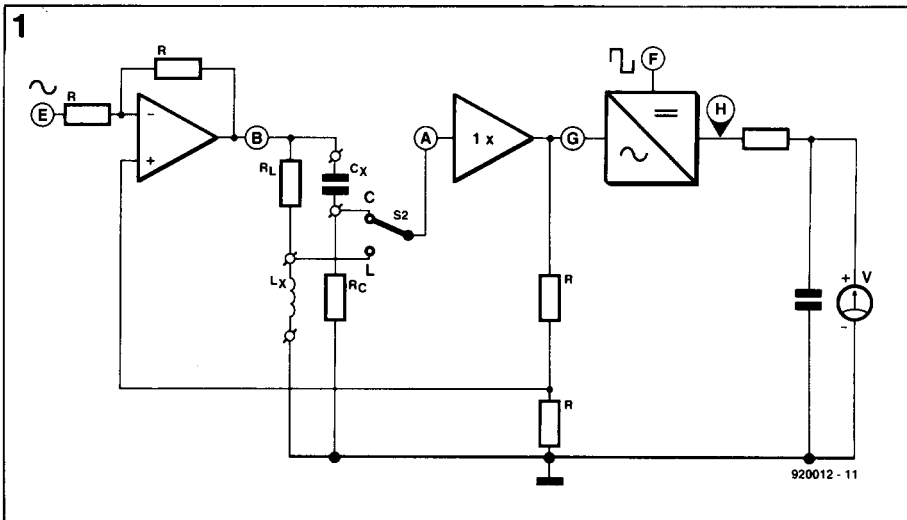
Első pillantásra nem is olyan könnyű megérteni, hogyan hozza a kapcsolat létre L_x -en a konstans áramot, illetve C_x -en a konstans feszültséget. Az E pont feszültsége a differenciálerősítőn keresztül fázisban 180° -kal eltolva és felerősítve jelenik meg a B ponton. A B pont és a test között található a tekercs-, illetve kondenzátormérésre szolgáló két frekvenciafüggő feszültségosztó. Mindkettő felületáteresztőként viselkedik. Az A pontról levett feszültség egy erősítővel leválasztva (erősítési tényezője =1) a G ponton jelenik meg. Ez a - G ponton megjelenő - feszültség maga a mérendő jel. Ennek a feszültségnek a fele ugyancsak a differenciálerősítőre, annak neminvertáló bemenetére kerül. Mivel valamennyi R ellenállás azonos értékű, a neminvertáló bemenetre adott jelek kétszeres felerősítésre kerülnek. A felezés és az azt követő kétszeres erősítés következtében a B ponton olyan feszültség jelenik meg, mely az E ponton és az A ponton lévő feszültségek összegének felel meg. Matematikai formában kifejezve: $U_B = U_E + U_A$. Az R_L ellenálláson, illetve a C_x -en tehát az $U_B - U_A = U_E$ feszültség jelenik meg és U_E konstans. Az R_L ellenálláson fellépő konstans feszültség azt jelenti, hogy L_x -en konstans áram folyik és így az U_A , illetve az U_G feszültség értéke L_x -től függ. A C_x -en fellépő konstans feszültség R_C -n C_x -től függő áramot és ezzel C_x -től függő U_A , illetve U_G feszültséget jelent.

A mérendő U_G feszültség egyértelműen a mért elem értékétől függ ugyan, de az inuktív, illetve kapacitív összetevő mellett sajnos a mért alkatrész ohmos veszteségi összetevőit is tartalmazza. Az $R_L + L_x$, illetve $C_x + R_C$ mérési elrendezésnél felületáteresztővel van dolgunk. Ideális tekercsek, illetve kondenzátorok esetében U_A pontosan 90° -os fáziseltolásban lenne U_E -hez képest. Valójában csak a mért elem inuktív, illetve kapacitív komponense hoz létre 90° -os fázistolást. A veszteségi komponens azonban azonos fázisban (0°) van. Valóságos tekercsek vagy kondenzátorok mérése során ennek következtében U_A fáziseltolódása 90° alatt van. Éppen ez a tény teszi a kapcsolást alkalmassá a veszteségi összetevő leválasztására.

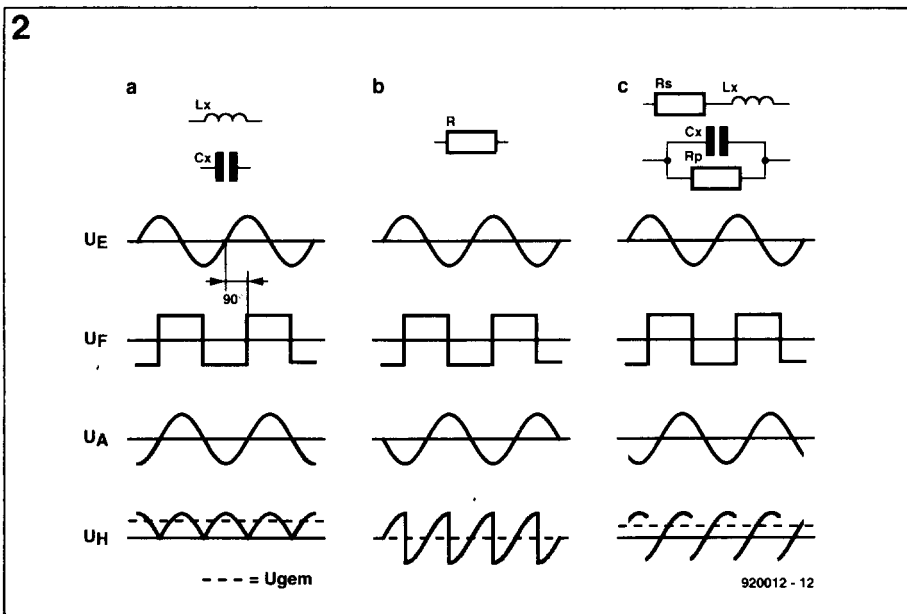
Az egyes fontosabb mérési pontokon megjelenő feszültségalakok és fázistolások a 2. ábrán láthatók. A 2a ábra a helyzetet ideális tekercs, illetve kondenzátor esetén szemlélteti, a 2b ábra a mért tekercs, illetve kondenzátor helyett ohmos ellenállás alkalmazása esetén kialakuló helyzetet mutatja be, a 2c ábrán a veszteséges tekercs, illetve kondenzátor esetén kialakuló valós viszonyok láthatók. Itt meg kell jegyezni, hogy U_B a differenciál-erősítő invertáló erősítése következtében U_E -hez képest már 180° -kal eltolódott. Ennek megfelelően U_A az U_E -hez képest nem 90° -ot siet, mint annak a felüláteresztőnél lennie kellene, hanem 90° -ot késik (3a ábra). A 3b ábrán U_A ezért U_E -hez képest 180° -os fáziseltolásban van. A 3c ábrán U_A -nak U_E -hez képesti fáziseltolása 90° és 180° közé esik (a jellemző érték 90° és 95° között szokott lenni), a veszteségi komponens részarányától függően.

Az induktív, illetve kapacitív összetevő leválasztása egy, az U_E bemeneti jellel csatolásban lévő fázis stabil egyenirányítás útján történik. U_E -ből 90° -kal eltolt négyszögfeszültséget (U_F) generálunk. Ez az U_F feszültség vezéri az egyenirányítót. A 2a ábrán látható, hogy U_F az U_A -val pontosan azonos fázisban van. Ennek megfelelően az egyenirányító U_H kimeneti feszültsége az U_A pontos teljeshullámú egyenirányításnak felel meg. U_H folyamatos görbéje a szűrés nélküli feszültség-görbének, a szaggatott görbe az integrálás után kapott középértéknek felel meg. A 2b ábrán azt láthatjuk, hogy ohmos ellenállás esetén U_F az U_A -hoz képest 90° -kal eltolódik. Innen adódik az egyenirányítás U_H eredményének fűrészfogszerű alakulása, melynek következtében U_H középértéke természetesen nullának adódik. A mért alkatrész ohmos összetevőjét az ily módon történő egyenirányítás (a 3c ábrán láthatóan) hatékonyan elnyomja. Azáltal, hogy az egyenirányítás fázishelyzetét U_A helyett U_E -hez kötöttük, U_H középértéke pontosan az ohmos összetevő értékével adódik kisebbre annál, mintha az egyenirányítás fázishelyzetét U_A -hoz kötöttük volna (és így U_A -t itt is pontos teljeshullámú egyenirányításnak vetettük volna alá).

De térjünk most vissza az 1. ábrához. U_H annak a jelnek felel meg, melyet az integrálás (az ábra jobb oldalán berajzolt, ellenállásból és kondenzátorból álló aluláteresztő szűrő) következtében egy analóg vagy digitális voltmérő mutat. A kijelzés így egyenesen arányos egy tekercs induktív összetevőjével, illetve egy kondenzátor kapacitív összetevőjével. A végeredmény tehát egy pontos mérés, melyet nem hamisít meg a mért alkatrész vesztesége.



1. ábra. A mérési elv magyarázatára az LC-mérő elvi kapcsolása szolgál



2. ábra. A feszültségek alakulása és fázishelyzete a kapcsolás különböző pontjain. A 2a ábrán az ideális tekercs, illetve kondenzátor esetében kialakuló helyzet látható, a 2b ábra a tiszta ohmos ellenállás mérésének, a 2c ábra pedig a valóságos, veszteséges alkatrészek méréséhez tartozó helyzeteket mutatja

A váltakozó referencifeszültség

A kapcsolás lelkét a váltakozó feszültségű generátor képezi, melynek amplitúdóban és frekvenciában különösen stabil szinuszos váltakozó feszültséget kell szolgáltatnia. Ennek a váltakozó referencifeszültségnek a precizitásán áll vagy bukik a mérés pontossága. Ezért a szinuszgenerátort a 3. ábrán látható Wien-hidas oszcillátorként alakítottuk ki IC1b segítségével. Az oszcillátor frekvenciáját az R_8 , R_9 , C_3 , és C_4 elemek határozzák meg és elég pontosan 1 kHz-re állítják be. A frekvencia abszolút értéke egyébként ebben a kapcsolásban messzemenően nem játszik olyan fontos szerepet, mint annak stabilitása. A stabilitás viszont az ilyen jellegű oszcillátorkapcsolásoknál természetükből

adódóan igen nagy. Ugyanakkor a Wien-hidas oszcillátorok amplitúdójának stabilizálása kiegészítő megoldást tesz szükségessé. A stabilizálás itt alkalmazott módszere a következőképpen működik: A tulajdonképpen oszcillátor, IC1b kimeneti jele először az IC1b OTA vezérlését végzi. Az OTA kimenetén (12-es láb) így olyan négyszögfeszültség jelenik meg, mely az IC1b jelével azonos fázisban van. Mivel IC5b jele az U_F egyenirányító vezérlőjelét képezi, IC1b jelét IC1c-vel fázisban 90° -kal eltoljuk (ez a P1 potencióméterrel állítható be), annak érdekében, hogy megfelelő U_E referencia-ként jelenhessen meg. U_F ezzel egyidejűleg vezéri az IC4a analóg kapcsolót. Ez a kapcsoló úgy működik, mint egy olyan dióda, mely IC1b-ről csak a pozitív félhullámokat engedi át az IC3a integrátor beme-

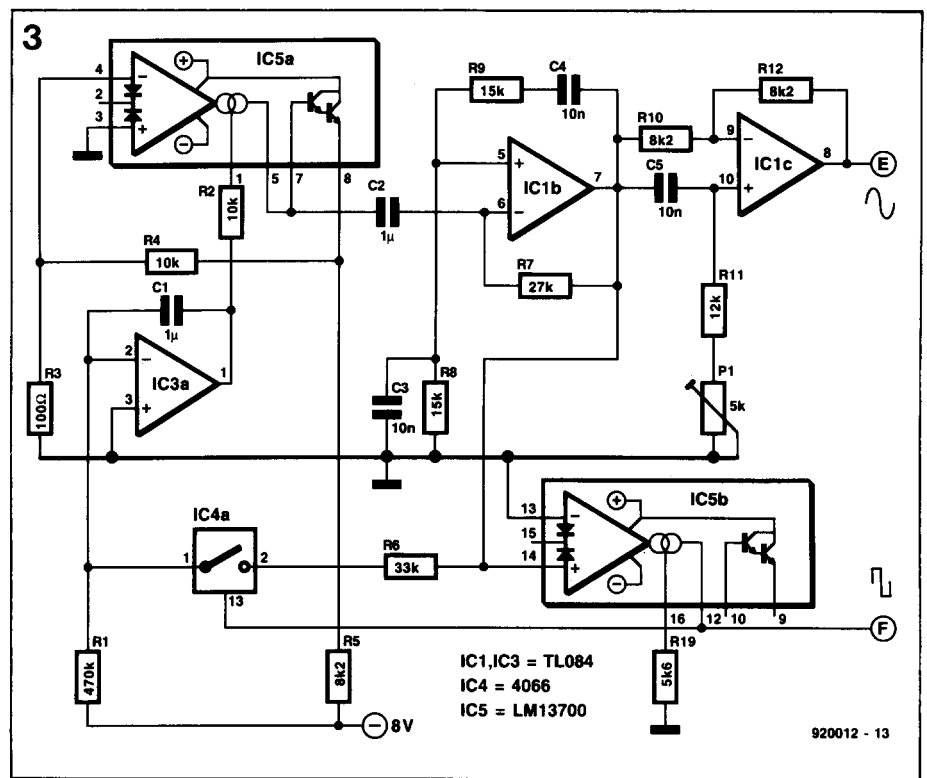
netére. IC3a 2-es kivezetésén így olyan feszültség lép fel, mely körülbelül az IC1b (egyutasan) egyenirányított váltakozó feszültségéhez tartozó középértéknek felel meg. Az IC5a OTA veszi végül át azt a feladatot, hogy az IC1b negatív visszacsatolásába beiktatott (C₂-ről a testre vezető) változó ellenállás szerepét töltsse be és ezzel annak erősítését vezérelje. Az OTA által mutatott ellenállás az 1-es kivezetésen átfolyó vezérlőáramtól függ. Mivel IC3a invertál, az IC1b növekvő amplitúdójával IC3a kimeneti feszültsége csökken. Ezzel csökken IC5a vezérlőárama, nő IC5a ellenállása, csökken IC1b erősítése és vele együtt annak amplitúdója. Ez az egész folyamat természetesen megfordítva is ugyanígy történik, ezért U_E mindig stabil marad. Az alkatrészek megadott értékei mellett az amplitúdó kb. 1,2 V_{eff} értékre áll be.

A mérési kapcsolás

Az 1. ábra mérési elrendezésének gyakorlati kivitelezése a 4. ábrán látható. IC1d differenciálerősítőként működik. IC1a-val való furcsa összekapcsolása itt csak a kimenet terhelhetőségének megkétszerezésére szolgál. Ha ugyanis 1 kHz-en 1,2 V_{eff} mellett a C_x mért kondenzátor értéke 2 μF, akkor azon kb. 21 mA csúcsáram folyik, ami egyetlen műveleti erősítőnek túl sok. Mivel a leválasztóként működő IC1a az IC1d 14-es kivezetéséről kap vezérlést, az 1-es (kimeneti) kivezetésén ugyanaz a feszültség lép fel, mint a 3-as kivezetésén (bemenet). R16-on és R17-en tehát azonos feszültségek vannak és az R16-on átfolyó áramhoz még az IC1a által szolgáltatott és R-17-en átfolyó, azonos nagyságú áram is hozzáadódik.

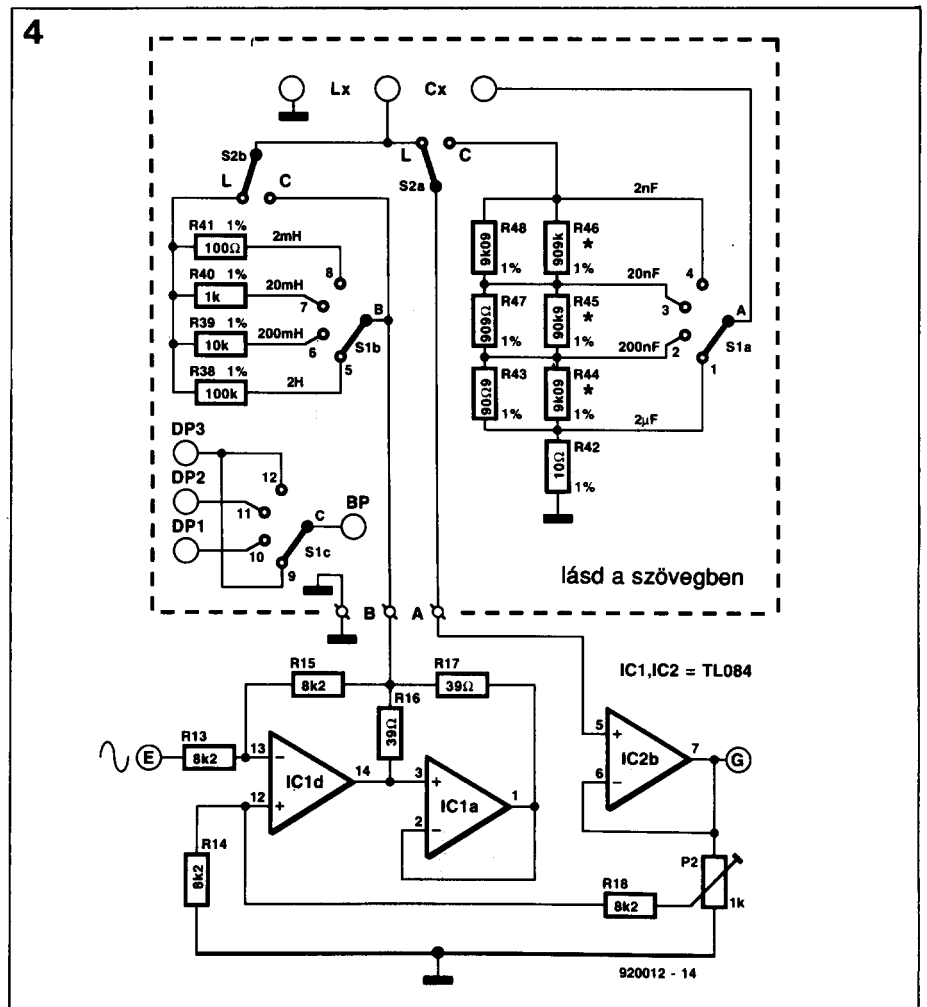
C_x és L_x mérése céljából szükséges még egy, az R_c és R_L céljaira szolgáló, különböző ellenállások mellett négy mérési tartományt megvalósító méréshatárkapcsoló (S1) is. Mivel a négyállású forgókapcsolók rendszerint harmadik síkkal is el vannak látva, ezt, amennyiben valaki az LC-mérőt LED-es vagy LCD-s digitális voltmérő (DVM) egységgel kívánja ellátni, a tizedespontok átkapcsolására lehet felhasználni. LCD modulnál ennek érdekében a BP-jelet (back plane signal) az S1c középponti kivezetésével kell összekötni. LED-modulnál ezzel szemben típusától függően erre a csatlakozási pontra logikai „0” vagy logikai „1” kötendő. Aki az LCD-modult saját maga kívánja megépíteni, a közeljövőben lapunkban az e célra megfelelő kijelzőegység építési leírását is meg fogja találni.

Az egyes mérési tartományok beállítására szolgáló R41...R48 ellenállások pontossága az LC-mérő mé-



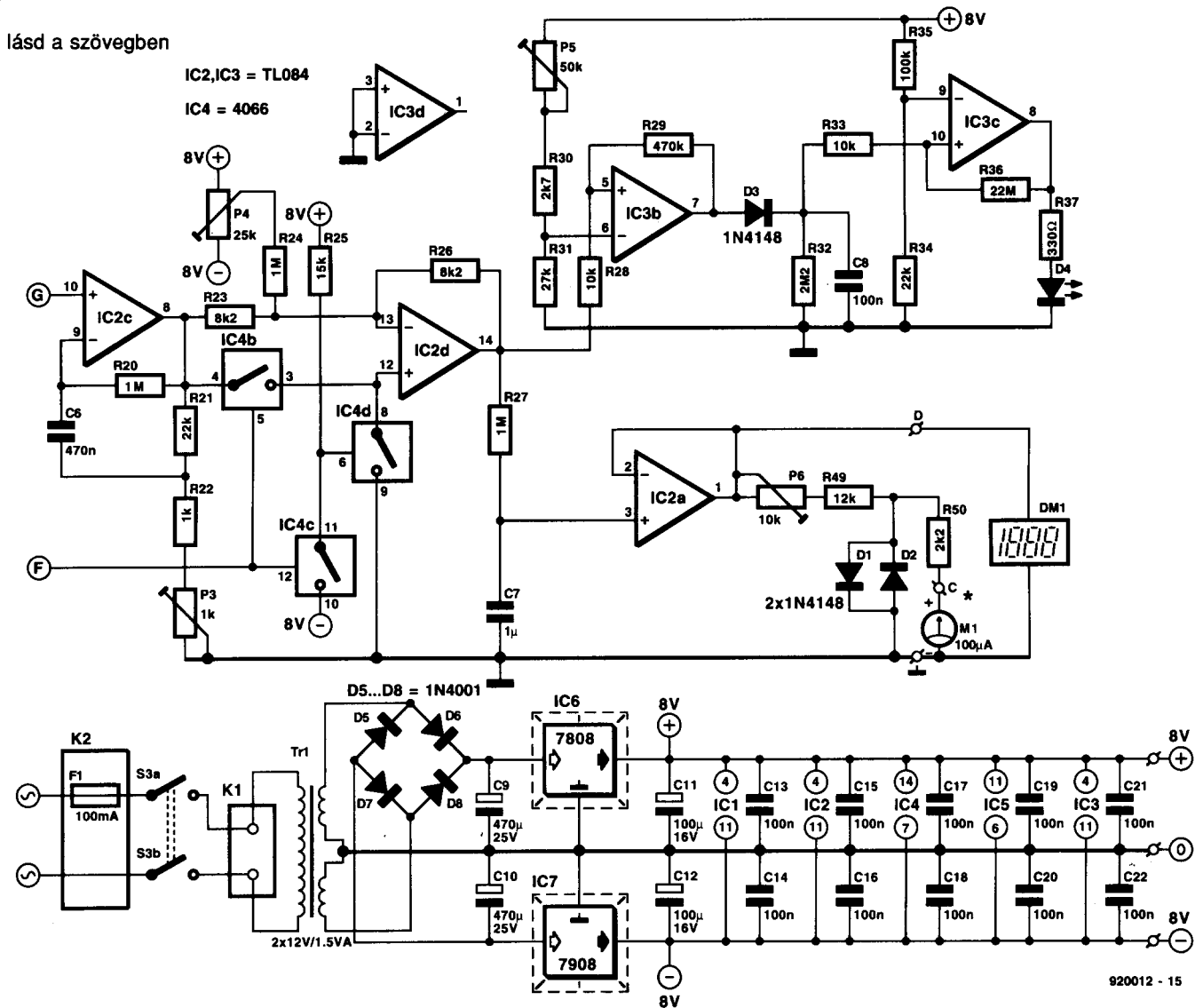
3. ábra. A váltakozó frekvencia generálására szolgáló, amplitúdóstabilizálással ellátott Wien-hidas oszcillátor

4. ábra. A tulajdonképpeni mérőkapcsolás az 1. ábra elvi kapcsolásához hasonló



5

lásd a szövegben



5. ábra. Az LC-mérő kapcsolását hálózati tápegység, vezérelt egyenirányító és túlszordulás-kijelzés teszt teljessé

rési pontossága szempontjából természetesen döntő szerepet játszik. A mérés ezeknek az ellenállásoknak a pontosságánál nem lehet pontosabb. Ezért itt a 0,1%-os ellenállásokat kell előnyben részesíteni. Az R44...R46 ellenállások esetében a pontosság kisebb jelentőségű, mert ezekkel mindig egy százszor kisebb értékű ohmos ellenállás kapcsolódik párhuzamosan. Itt 1%-os tűrés teljesen elegendő (még 5%-os tűrésű R44 és 0,1%-os tűrésű R43 esetén is ezek párhuzamos kapcsolására maximumánál 0,15%-os tűrés adódik). R41...R43, R47 és R48 helyén 0,1%-os ellenállásokat, R44...R46 helyén 1%-os ellenállásokat alkalmazva minden esetben 1,5%-nál pontosabb mérési eredményekre lehet számítani. Ha R41...R43, R47 és R48 helyén 1%-os, R44...R46 helyén pedig 5%-os ellenállásokat alkalmazunk, a mérési pontosság még mindig jobb lesz 2,5%-nál.

Egyenirányító és tápegység

Az LC-mérő kapcsolásának többi része az 5. ábrán látható (egyenirányító, középtérték-képzés, mérőkapcsolás, a mérési tartomány túllépésének kijelzése és a tápegység).

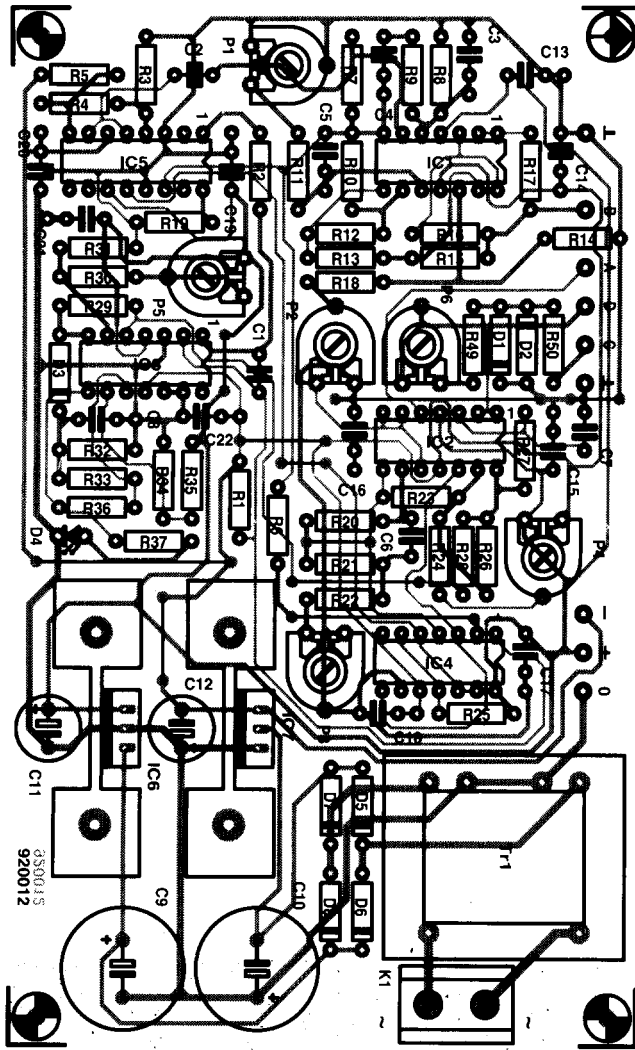
Mivel a G ponton fellépő, maximumánál 150 mV_{eff} feszültség közvetlen egyenirányításra még túl kicsi, azt előbb IC2c-vel lényegesen fel kell erősíteni. Az erősítési tényező P1 segítségével 22 és 11 között úgy állítható be, hogy az egyenirányítás a mérési tartomány határára maximumánál 2 V-ot szolgáltatson. Az aktív egyenirányító IC2d-ből, IC4b-ből és IC4d-ből épül fel. IC4c az IC4d kivezrlését végzi. Ha IC4b le van zárva, akkor IC4d nyitva van (és megfordítva). IC4b lezárt állapota esetén IC2d erősítése egyszeres és neminvertáló. IC4d lezárt állapota

esetén IC2d erősítése ugyancsak egyszeres, de invertáló. Diódák helyett két olyan CMOS analóg kapcsolót használva, melyek vezérlését U_F végzi, az U_E fázishelyzetéhez kötött kétutas egyenirányításra van lehetőség.

IC2d egyenirányított feszültsége ezután középtértékképzés céljából az R27 és C7 elemekből álló aluláteresztő útján integrálásra, és IC2a által leválasztásra kerül. Így ez a feszültség a D ponton már rendelkezésre is áll egy DVM-modullal történő mérés céljából. Aki kijelzésre forgótekerccses műszert kíván használni, az a műszer végkitérését P6 segítségével megfelelően kalibrálhatja. DVM-modul használata esetén P6, R49, R50, D1 és D2 elmaradhat.

A méréshatár túllépésének kijelzésére szolgáló kapcsolás DVM-modul használata esetén első pillantásra feleslegesnek látszik, mert

6



6. ábra. Az LC-mérő nyomtatott áramköri lapjának beültetése. A NYÁK fóliarajza, mint mindig, a lap közepén található

az ilyen modul a túlcserélést ön maga is ki tudja jelezni. A méréshatár jelentős túllépése esetén azonban IC2c átbillen és az integrált egyenfeszültség 2 V alá, azaz a mérési tartományba eshet és hamis mérési eredményt hozhat létre. A villogó D4 LED megakadályozza ilyen hamis eredmény valóságosnak való feltételezését. IC3b e célból komparátor kapcsolásban működik. Ha a P5 segítségével beállított feszültségküszöböt IC2d feszültsége akár csak rövid időre is túllépi, akkor D3 útján bekövetkezik a C8 tárolókondenzátor feltöltődése és a Schmitt-trigger kapcsolásban működő IC3c ebben az esetben a kimenetre „1” szintet ad: D4 kigyullad. D4 a C8 tárolóhatása következtében még a méréshatár igen rövid túllépése esetében is 0,2 másodperces, jól látható időtartamra kigyullad.

Megépítés és bekalibrálás

Az LC-mérő megépítése nem jár különösebb problémákkal. A panel (6. ábra) beültetésére a lapos alkatrészeket kezdve, a magasabb alkat-

részek felé haladva kerül sor. Ezután következik a külső alkatrészek bekötése. Csupán arra kell ügyelni, hogy az R41...R48 ellenállások közvetlenül az S1 forgókapcsolóra kerüljenek beforrasztásra. Éppen emiatt ezen a helyen nem nyomtatott áramköri szerelésre alkalmas, hanem huzalok beforrasztására alkalmas kivezetésekkel rendelkező kapcsolótípust kell alkalmazni. DVM-modul alkalmazása esetén ne feledkezzünk meg a tizedesponatok kijelzéséhez szükséges csatlakozási pontoknak az S1 kapcsolóra való bekötéséről.

Az LC-mérő bekalibrálása a hat beállító potméter ellenére elég egyszerű. Forgótekerceses műszer használata esetén az LC-mérő bekapcsolása előtt be kell állítani a műszer mechanikus nullapontját. Kalibrálás céljából még egy multimétert (2 V-os mérési tartománnyal, lehetőleg digitális kivitelűt) kell a D pont és a test közé kötni. DVM-modul használata esetén második mérőműszer természetesen nem szükséges.

ALKATRÉSZJEGYZÉK

Ellenállások:

- R1, R29 = 470k
- R2, R4, R28, R33 = 10k
- R3 = 100 Ω
- R5, R10, R12...R15, R18, R23, R26 = 8k2
- R6 = 33k
- R7, R31 = 27k
- R8, R9 = 15k
- R11 = 12k
- R16, R17 = 39 Ω
- R19 = 5k6
- R20, R24, R27 = 1M
- R21, R34 = 22k
- R22 = 1k
- R25 = 15k
- R30 = 2k7
- R32 = 2M2
- R35 = 100k
- R36 = 22M
- R37 = 330 Ω
- R38 = 100k 0,1%
- R39 = 10k, 0,1%
- R40 = 1k, 0,1%
- R41 = 100 Ω, 0,1%
- R42 = 10 Ω, 0,1%
- R43 = 90 Ω 9, 0,1%
- R44 = 9k09, 1%
- R45 = 90k9, 1%
- R46 = 909 k, 1%
- R47 = 909 Ω 0, 0,1%
- R48 = 9k09, 0,1%
- R49 = 12k
- R50 = 2k2
- P1 = 5k, beállító potméter
- P2, P3 = 1k, beállító potméter
- P4 = 25k, beállító potméter
- P5 = 50k, beállító potméter
- P6 = 10k, beállító potméter

Kondenzátorok:

- C1, C2, C7 = 1μ
- C3...C5 = 10n
- C6 = 470n
- C8, C13...C20 = 100n
- C9, C10 = 470μ/25V, radiális
- C11, C12 = 100μ/16V, radiális
- 1 db 180nF-os, 1%-os kondenzátor (a DVM kalibrálásához) vagy
- 2 db 100nF-os, 1%-os kondenzátor (a forgótekerceses műszer kalibrálásához)

Félvezetők:

- D1...D3 = 1N4148
- D4 = LED, ø 5 mm-es, sárga
- D5...D8 = 1N4001
- IC1...IC3 = TL084
- IC4 = 4066
- IC5 = LM13700
- IC6 = 7808
- IC7 = 7908

Egyebek:

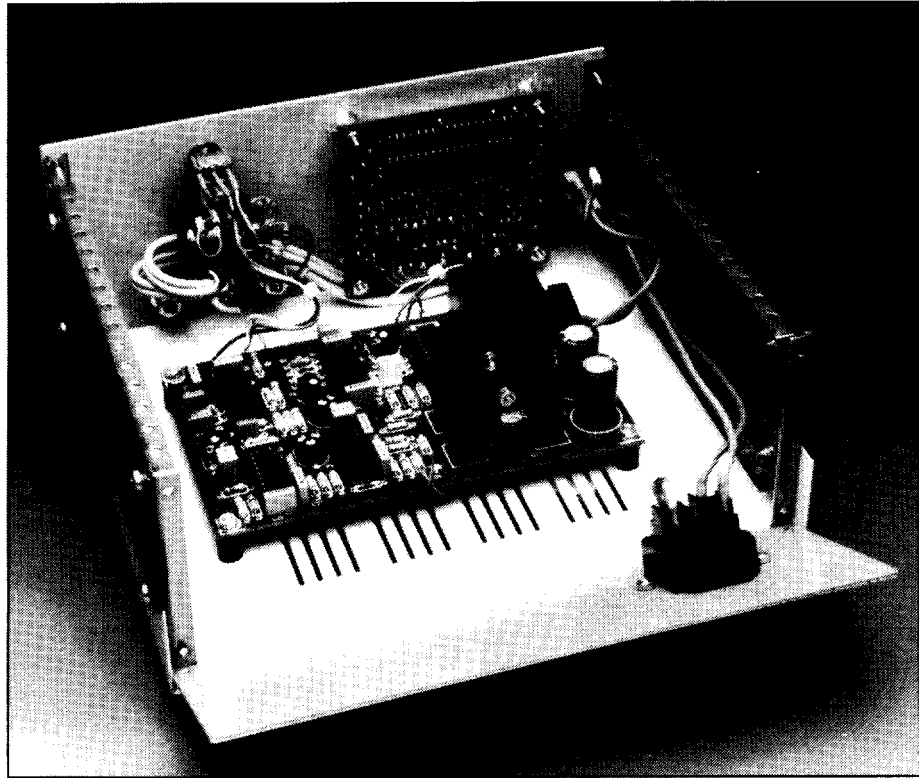
- K1 = 2 áramkörös NYÁK sorkapocs, állómagassága 7,5 mm
- K2 = hálózati csatlakozóaljzat beépített biztosítéktartóval és 100 mA-es „lomha” biztosítékkal
- K3...K5 = banánhüvely (tetszőleges színű)
- S1 = forgókapcsoló, 3x4 állású, NYÁK szerelésre
- S2 = átkapcsoló, 2 áramkörös
- S3 = 1 vagy 2 áramkörös hálózati kapcsoló jelzőlámpával
- Tr1 = hálózati transzformátor: 2x12V/1,5A (pl. Monacor VTR-1212/IV)
- M1 = forgótekerceses mérőműszer, 100 μA-es (2,0 osztályú vagy annál jobb)
- DM1 = 3 1/2 számjegyes DVM-modul, mérési tartománya: 2 V
- 2 db dugaszolható hűtőborda (pl. SK104)
- IC6-hoz és IC7-hez
- NYÁK száma: 920012
- előlapfólia száma: 920012-F

A kalibrálás megkezdésekor kapcsoljuk be az LC-mérőt. Az S2 kapcsolót hozzuk „C-mérés” állásba, de mérendő kondenzátort ne használjunk. Most következik az elektronikus nullapont beállítása: P4-et úgy kell elforgatni, hogy a D ponton pontosan 0 V-ot lehessen mérni.

Ezután S1 segítségével 200 nF-os mérési tartományt állítsunk be és kössünk a mérőkapcsokra két párhuzamosan kapcsolt 100 nF-os kondenzátort. A kondenzátoroknak nem kell túl pontos értékűeknek lenniük. Ezek csupán IC2c erősítésének durva beállítására szolgálnak. A P3 potmétert ebből a célból úgy kell beállítani, hogy a D ponton pontosan 2,0 V (DVM-nél inkább 1,900 V) legyen mérhető. Az R27 és C7 integrálási ideje (1s) miatt eltart egy darabig, míg a stabil kijelzés beáll. Ezt a potmétert tehát csak lassan szabad állítani.

A stabil kijelzés elérése után kapcsoljunk a két 100 nF-os kondenzátorral még egy 10 k Ω -os ellenállást is párhuzamosan. P1 segítségével most az ohmos komponens elnyomását úgy kell beállítani, hogy pontosan az előbbi kijelzést kapjuk.

P2 beállítása céljából a 10 k Ω -os ellenállást megint el kell távolítani, de a két kondenzátor a mérőponton marad. P2 ideális beállítása a bal oldali végkiterés volna (a csúszka az IC2b kimeneten). Ezzel azonban sajnos 1-szeres hurokerősítésű és 90°-os fázistolású visszacsatolást állítanánk be. A 4. ábra szerinti kapcsolás ebben az esetben könnyen gerjedhet. Legjobb, ha a G ponton fellépő feszültséget oszcilloszkópon figyeljük meg és P2-t úgy állítjuk be, hogy berezgési jelenségek éppen ne legyenek észlelhetők. Oszcilloszkóp hiányában P2 egyszerűen úgy állítható be, hogy, csúszkája és a test között 750 Ω -ot lehessen mérni. A beállítás precízebbé is tehető:



A 4. ábra E pontján ebből a célból függvénygenerátor alkalmazásával olyan háromszögjelet adunk be, melynek amplitúdója $3 V_{CSGS}$ és frekvenciája 1 kHz. Oszcilloszkóppal a G ponton a mérési elrendezés differenciáló hatása következtében ekkor négyszögfeszültség látható. P2 most úgy állítandó be, hogy a négy-szög éleinél túllövéssek éppen ne legyenek láthatók.

Végül be kell állítani az LC-mérő pontosságát is. Ehhez mérendő objektumként két párhuzamosan kötött, 1%-os tűrésű 100 nF-os kondenzátor szükséges. DVM-modul használata esetén még jobb, ha egyetlen, 180 nF-os, 1%-os tűrésű kondenzátort használunk. A mérendő alkatrész(ek) rákötése után

DVM-modul esetén a P3 potenciómétert, forgótekerceses műszer esetén pedig a P6 potmétert úgy kell beállítani, hogy a kijelzés pontosan a mért alkatrész(ek) értékének feleljen meg. ■

