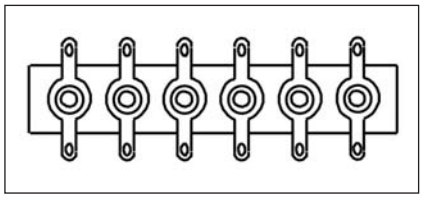
CMOS világ a próbapanelon

1. rész

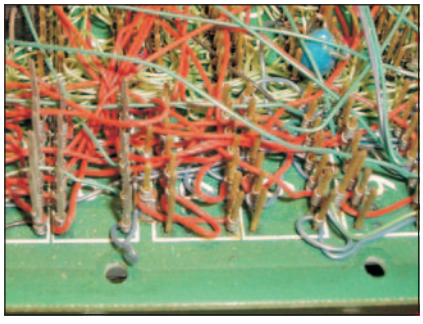
Dr. Madarász László okl. villamosmérnök,
madarasz@3lan.hu

A forrasztás nélküli próbapanelon, a protoboardon gyorsan, egyszerűen felépíthető egy-egy kisebb-nagyobb kapcsolás. Most induló, az elektronikával ismerkedő, kezdőkhöz szóló sorozatunk cikkeiben egy ilyen panel segítségével a digitális CMOS világba kapunk betekintést. Ma a digitális technikában, a mikroelektronikában ez az áramköri technológia az uralkodó, a mikroprocesszorok, a memória-áramkörök, a mikrovezérlők mind CMOS IC-k. Mintaáramköreinkben, kísérleteinkben a legegyszerűbb CMOS áramköröket fogjuk felhasználni, ezek segítségével ismerjük meg a CMOS áramkörök tulajdonságait, lehetőségeit.

A „CMOS világ a próbapanelon” további cikkei a „Rádiótechnika” folyóiratban és/vagy annak honlapján, az interneten jelennek majd meg.



1.1. ábra



1.2. ábra

A sorozat címe azt ígéri, hogy megismertetjük az olvasókat a CMOS digitális áramkörök világával, ugyanakkor ez az első rész másról sem szól, mint a próbapanelről. Mi indokolja ezt?

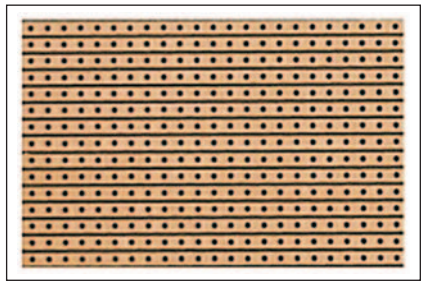
Minden mintakapcsolást, kísérleti összeállítást a próbapanelon állítunk majd össze. Nagyon fontos, hogy az áramkörök építésekor, tesztelésekor már ne kelljen a próbapanel tulajdonságaival foglalkoznunk, azt már rutinszerűen tudjuk alkalmazni. Egy-egy áramkör összeállítását az alkatrészek kiválasztásával, előkészítésével kezdjük. Eközben folyamatosan ügyelnünk kell arra, hogy az elemeket a próbapanelon fogjuk felhasználni. Ez befolyásolja a beépítésre kerülő alkatrészek kivitelét, a kivezetések jellegét, méreteit, az összekötő vezetékek jellegét, az áramkörben fellépő feszültség- és áramértékeket. Azért, hogy az egyes kapcsolásoknál már ne kelljen ilyen részletekkel kapcsolatban magyarázkodnunk, előre alaposan meg kell ismernünk fő munkaeszközünket, a próbapanelt, melyet a cím melletti fotón láthatunk.

Korábbi megoldások áramköri kísérletekhez

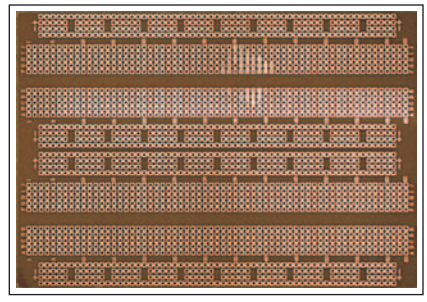
Az elektroncsöves készülékek korai változataiban a csőfoglalatok kivezetései szolgáltak forrasztási pontokként, ide erősítették az alkatrészeket, az összekötő vezetékeket. Ez az elrendezés egyúttal forraszthatóvá kísérleti eszközként is szolgált, hiszen tetszőlegesen lehetett az alkatrészeket cserélgetni, a vezetékeket áthelyezni. Ha nagyszámú alkatrészt kellett elhelyezni, a forrléceket hívtuk segítségül (**1.1. ábra**). Két ilyet párhuzamosan felszerelve, közöttük az ellenállások, kondenzátorok, egyéb huzalkivezetésű alkatrészek már kényelmesen szerelhetővé váltak.

A komoly kutatóhelyek egy költséges, de mutatós megoldást alkalmaztak kísérleti áramkörök készítésére, a csavart huzalos kötéssel (Wire-Wrap) szerelhető panelt (**1.2. ábra** [1]). A szerelési oldalon lévő csatlakozókba, foglalatokba lehetett behelyezni az alkatrészeket, s az összekötő vezetékeket a négyzetes rudakra célszerszámmal lehetett szorosan feltekerni. Különféle foglalatokat is gyártottak csavarkötéses kivezetésekkel, így akár integrált áramkörös elektronikát is szerelhettek ilyen módon. Egyes készülékekben a végleges áramköröket is ezzel a kötési móddal építették meg.

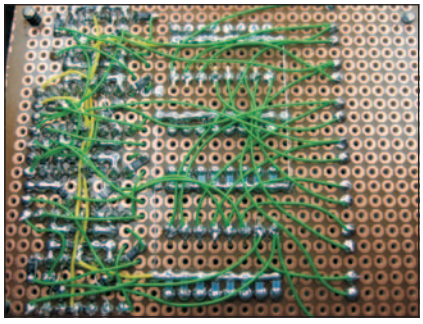
A forrasztással felhasználható (nyák) próbapanelok legegyszerűbb változatá-



1.3. ábra



1.4. ábra



1.5. ábra

ban párhuzamos vezető sávokat láthatunk (**1.3. ábra** [2]), ez a forrasztási oldal. Az alkatrészek oldalán a panelon nincs vezető mintázat. Az alkatrészek kivezetéseit átdugva a furatokon a vezető sávokhoz forrasztják, majd a sávokat, ahol szükséges, megszakítják, máshol vezetékkel összekötik (szintén forrasztással), így alakul ki az áramkör. Ezt a megoldást végleges áramkörök építésére is használják egyszerűbb kapcsolások esetén, elkerülve így a nyomtatott huzalozású panel készítését. Egyes forraszthető panelok összetettebb mintázattal készülnek, az **1.4. ábrán** [3] látható változat pl. integrált áramkörökhöz használható. Nem véletlen, ha ennek furatelrendezése és a cím melletti fotón látható panel között rokonságot látunk!

A perfboard olyan forrasztásos kísérleti panel, melyen raszterpontokon elhelyezett, egymástól elválasztott négyzetes forrasztási felületek vannak, közepükön furattal, a két oldalt furatgalvanizálással összekötötték. Itt, ha szükséges, a szomszédos forrasztási pontok önnal köthetőek össze (**1.5. ábra** [4]). A bemutatott forraszthető kísérleti panelokon a furatok természetesen a 2,54 mm-es egységes rasztertávolság szerint helyezkednek el.

A mi próbapanelunk forrasztás nélküli kísérleti panel, próbapanel. Szokás dugdosósnak nevezni, mivel az alkatrészek, az összekötő vezetékek dugaszolással csatlakoznak a panelhoz, vagy

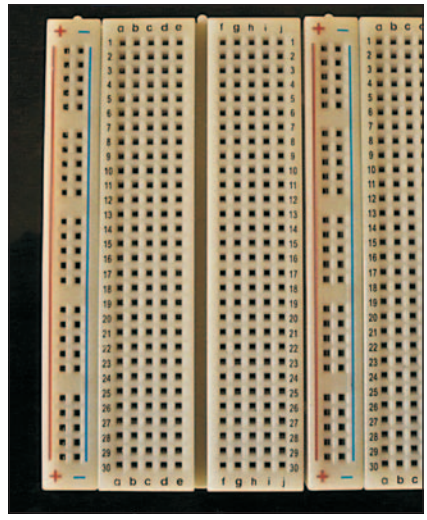
1.6. ábra

1.7. ábra

raszteresnek, miután a csatlakozópontok távolsága az elektronika szokásos rasztermeretének, a 0,1 col-nak (2,54 mm) felel meg. Az angol szövegekben is több különféle elnevezéssel szerepel ez a próbapanel. Esetenként kiírják a Solderless (forrasztás nélküli) jelzőt is eléjük, de legtöbbször ezt elhagyják. A gyakoribb elnevezések: Plugboard, Protoboard, Experimentier Board, Breadboard. (Az első három (dugaszolható panel, prototípuspanel, kísérleti panel) nem szorul magyarázatra, de a negyedik a szótár szerint nem egyéb, mint a kenyérvágó deszka! Ez azért meglepő!)

Amikor még az elektronikus áramkörök néhány terjedelmes alkatrészből álltak, esetenként a fiatal kísérletező a konyhából elcsente a kenyérvágó deszkát, rárajzolta az áramkört, a csomópontokhoz rézfejű rajzszeget szúrt be, és forrasztással rögzítette az alkatrészeket, majd hasonló módon hozta létre az

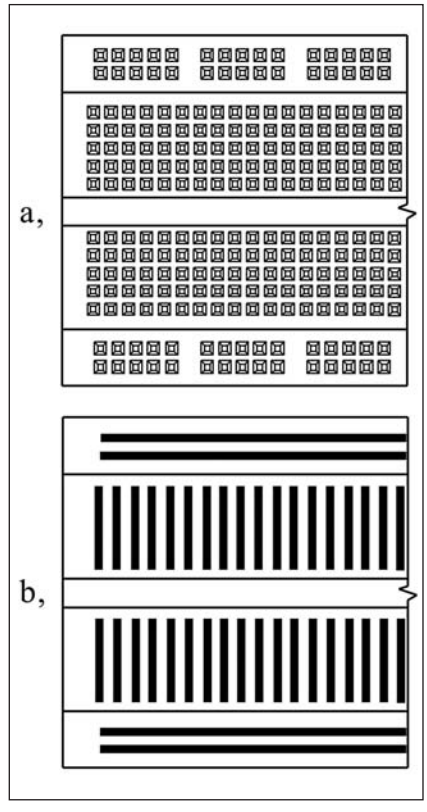
1.8. ábra



1.9. ábra

összekötéseket is. Egy ilyen prototípus látható az **1.6. ábrán** [5]. A Bread Board vagy Breadboard annyira elterjedt elnevezése lett a próbapaneleknek, hogy a keresőprogramok a Protoboard keresőszóra is többségében Bread Board találatokat mutatnak! A mi próbapanelunkat is Bread Boardnak nevezte el a gyártó, a Delight.

A továbbiakban egyszerűen próbapanelnak hívjuk ezt a segédeszközt. A próbapanel megtartja az alkatrészeket



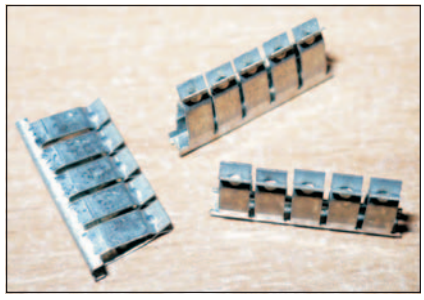
1.10. ábra

és egyúttal össze is köti a kivezetéseket, a villamos kapcsolatokat is létrehozza. A próbapanel egyszerű és megbízható eszköz a kezdők számára, de a profik is szívesen használják! A tervezési folyamat egyik fontos lépéseként alkalmazható, a megépített áramkör tesztelhető, mérhető, vizsgálható, mielőtt egy nyomtatott huzalozású panelba beforrasztanánk az alkatrészeket.

A próbapanel felépítése, jellemzői

Az **1.7. ábrán** látható Delight Bread Board feliratú próbapanelünk a HAM-bazárból való, megvásárlása után a banánhüvelyeket nekünk kell felszerelnünk, és a négy lábat is a fém alaplap alsó felületére mi ragasztjuk fel. (Jómagam a biztonság kedvéért nem hagyatkoztam a gumilábakon gyárilag elhelyezett kétoldalas ragasztószalag erejére, hanem azt eltávolítva egy-egy csepp pillanatragasztóval rögzítettem a gumilábakat.) A panelhoz gyári kivitelű összekötő huzalkészlet is kapható a HAM-bazárban (**1.8. ábra**).

A panelen láthatóan logikus rendben csatlakozópontokat találunk, három fő mezőben elrendezve. Az egyik ilyen mezőt az **1.9. ábra** mutatja be közelről. Az 1.10.a ábrán egy ilyen mező felső részét látjuk, az 1.10.b részleten pedig azt mutatjuk be, hogyan vannak egymással összekötve a csatlakozó nyílások. A csatlakozópontok rendszerét kétféle részletből állították össze: az ötpontos elosztókból (elosztó-csatlakozók, kivezetés-csatlakozók) és a sokpontos tápfeszültség-csatlakozókból. Az elosztók (Distribution Strip, Terminal Strip) ötpontosak, öt vezetéket, alkatrész-kivezetést fogadhatnak be, azokat galvanikusan egymással összekötve. Az elosztók dugaszolási pontjainak középpontjai a raszteres felépítésnek megfelelően egymástól 2,54 mm-re helyezkednek el. Az elosztók egymással párhuzamosan találhatóak, a mi panelunkon 30 db-ot helyeztek el. Ez a teljes tömb ismétlődik, a kettő között a panel felszínén egy árok húzódik. Az árokkal elválasztott elosztók természetesen nincsenek egymással összekötve. Az árok szélességét úgy választják meg, hogy a két oldalán, azonos magasságban lévő elosztók legközelebbi csatlakozópontjainak távolsága pontosan 3 raszternyi, így a „keskeny” DIL tokozású IC-ket ide be lehet helyezni (erről a következőkben majd részletesen is írunk). Az elosztók csatlakozópontjai betű- és számjelzést kaptak, ami az 1.9. ábrán jól látható. Az elosztók tömbjének szélein hosszú csatlakozópontsorok, a tápfeszültség-csatlakozók (Power Rail) futnak, színes festékcsíkkal megjelölve. Itt is csoportosítják a csatlakozópontokat, a mi panelunkon itt is ötös csoportokat látunk. Az egy egyenesbe eső pontok itt végig össze vannak egymással kötve, és a GND (ground, azaz föld, testelés) vagy a tápfeszültség csatlakoztatását biztosítják. Célszerűen a – jellel és kék csíkkal jelölt pontok lehetnek a GND (0 V) pontok, a + jelzésű, piros csíkkal megjelölt pontok pedig a pozitív tápfeszültséghez használhatóak. A csatlakozópontok galvanikus kapcsolatát az **1.10. ábra** is segít megérteni.

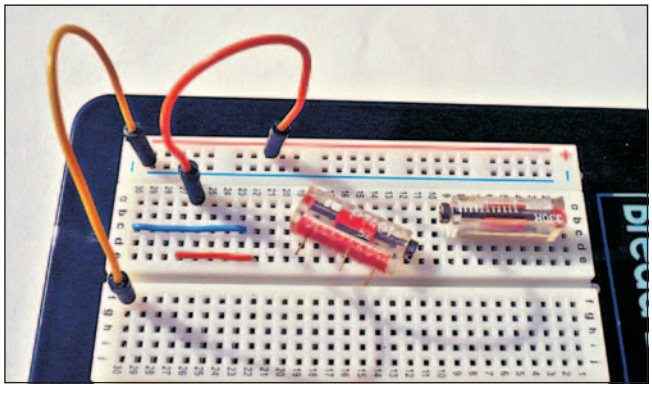


1.11. ábra

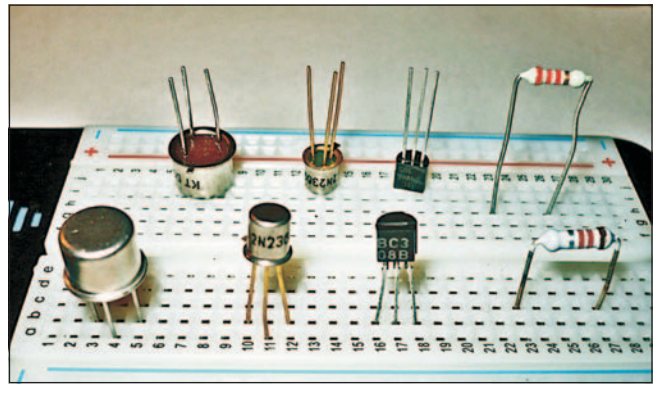
Az érintkezők anyaga foszforbronz, nikkel bevonattal (**1.11. ábra**). A gyártók általában 50 000 bedugaszolás után még garantálják a biztos érintkezést. A panelon a megengedett legnagyobb feszültség 36 V, a megengedhető legnagyobb áramerősség egy-egy csatlakozóponton 2 A. A feszültségkorlát azt is jelzi, hogy *230 V-os hálózati áramkörök építésére ne használjuk a panelt!* Ez biztonságtechnikai szempontból sem lenne megengedhető!

A csatlakozópontokba bedugaszolható vezeték egyeres, átmérője 0,4 mm...0,7 mm közötti lehet, de célszerűbb a vékonyabb vezetékekkel dolgozni. A 0,6...0,7 mm-es átmérő inkább azért van megadva, ha egy-egy nagyobb méretű alkatrészt szeretnénk felhasználni, meg tudjuk állapítani, bedugaszolható-e közvetlenül a panelba, vagy célszerűbb a kivezetéseihez vékonyabb huzalt forrasztani. Ha alkalmilag egy vastag, 0,7 mm-es vezetéket dugaszolunk be, a lehető leghamarabb távolítsuk el, mert egyébként az érintkező tartósan deformálódik, s akkor a vékonyabb vezetékek már nem érintkeznek biztonságosan. Ha az alkatrész kivezetése téglalap-keresztmetszetű, az a célszerű, ha e téglalap hosszabb tengelye a csatlakozósor hosszanti tengelye irányába esik, nem arra merőleges. Ha egy alkatrész kivezetéseinél ez nem teljesül, az érintkező rugót túlságosan szétfeszítenénk, ezért a behelyezés előtt fogóval csavarjuk meg a kivezetéseket. (Mindezt majd a tápfesz. stabilizáló IC-vel kapcsolatban be is mutatjuk.)

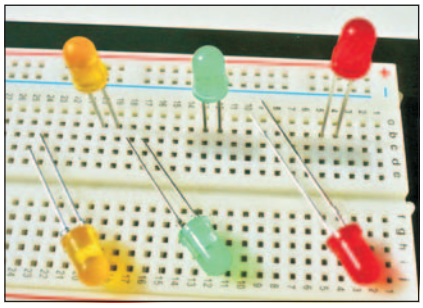
A panelunkon három banánhüvely helyezhető el (ezeket a gyári csomagolás tartalmazza). Célszerű a feketét a GND rajzjeléhez felszerelni, a pirosat a Va jelzéshez , a sárgát pedig közéjük, a Vb jelöléshez. A feketét használhatjuk majd a GND fogadására, a pirosat a pozitív tápfeszültséghez, a sárgát pedig tetszőleges célra. Fontos megjegyezni, hogy a banánhüvelyek sehova nincsenek bekötve.



1.12. ábra



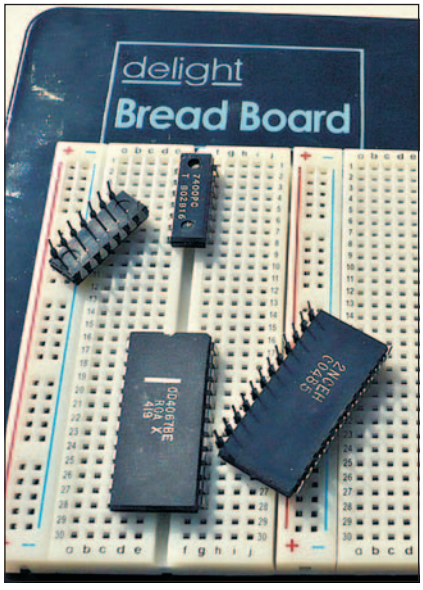
1.13. ábra



1.14. ábra

Ha a tápfeszültséget itt kívánjuk fogadni (pl. tápegységről, banándugós zsinórok útján), akkor a fekete banánhüvelyt nekünk kell vezetékkel valamelyik kékkel jelölt tápfeszültség-csatlakozósorhoz kötnünk, a pirosat pedig a mellette lévő piros jelölésűhöz. A sárga banánhüvely arra is felhasználható, hogy a vizsgált áramkör egyik belső pontját ide kivezessük, s innen pl. oszcilloszkópra vagy mérőműszerre csatlakoztathassuk banándugós mérőzsinórokkal. A protoboard nagyszerű segédeszköz elektronikus áramkörök ideiglenes megépítésére, kísérleti prototípusok kialakítására, s mindezt forrasztás nélkül! Forgalmaznak néhány négyzetcentiméteres kis panelokat is, alig 100 csatlakozóponttal, de bonyolult áramkörökhöz sok ezer pontos is beszerezhető. A mi panelunk 1100 csatlakozópontot tartalmaz.

A próbapanel legfontosabb előnye éppen az, hogy az alkatrészeket nem kell forrasztani, így azok több használat után is újszerűek. A kapcsolások átalakítása, bontása gyorsan, egyszerűen



1.15. ábra

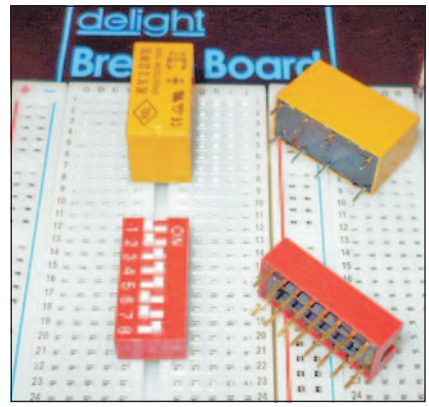
megoldható, az alkatrészeket az esetleges többszörös beforrasztás, kiforrasztás nem károsítja. Hátránya, hogy csak furatba szerelhető alkatrészeket lehet felhasználni. Ha az alkatrész kivezetései nem felelnek meg a panel kívánalmainak (átmérő, kivezetés-távolság, csatlakozó-geometria miatt), akkor adapterrel vagy felforrasztott huzalokkal segíthetünk magunkon (ld. később). Az SMD kivitelű alkatrészeket, IC-ket kis segédpanelekkel, adapterekkel lehet a panelhoz csatlakoztatni.

Nagyfrekvenciás áramkörök kísérleti megépítésére nem minden esetben alkalmas a próbapanel. Egyrészt nem érvényesíthető a legrövidebb összekötő vezetékek elv, másrészt a szomszédos elosztók közötti kapacitás jelentősen befolyásolhatja a működést! A szomszédos elosztórugók közötti kapacitás kb. 2 pF értékű! Általában 10 MHz alatt működő áramköröket célszerű a panelon megépíteni.

Az alkatrészek behelyezése

Az alkatrészeket úgy helyezzük el, hogy minden kivezetésük másik elosztóhoz csatlakozzon. Azután a szükséges további összekötéseket gyári összekötőkkel vagy megpucolt végű szigetelt merev vörösrézhuzallal hozzuk létre (**1.12. ábra**). A vezetékeket mindig függőlegesen dugjuk be a csatlakozókba, így könnyű a behelyezésük, nem hajlanak el. A tranzisztorok is könnyen felhasználhatóak a panelon (**1.13. ábra**), arra kell ügyelni, hogy mindhárom kivezetésük más-más elosztósorhoz kapcsolódjon. A hengeres ellenállások és más huzalkivezetésű alkatrészek (diódák, kondenzátorok stb.) kivezetéseit lehajlítjuk, mintha forrasztáshoz készítenénk elő azokat. Így pl. a 0,4 W-os fémréteg ellenállások (2 raszter az ilyen ellenállástest hossza) lábait lehajlítva, azok között 3 raszter lesz a távolság. A 3 raszter hosszú 0,6 W-os fémréteg ellenállás lehajlított lábai között a távolság 4 raszter. Az 1.13. ábrán az ellenállásokat is megfigyelhetjük. Az 5 mm átmérőjű LED-ek lábait nem kell meghajlítani, azok pontosan egy raszternyi távolságra vannak egymástól (**1.14. ábra**).

A próbapanel a raszteren elhelyezett, vezeték jellegű kivezetésekkel készített alkatrészekhez készült, melyeket nyomtatott huzalozású panelon átmenő furatokba lehet beforrasztani. A panelon található csatlakozópontok elrendezése a DIL tokozású összetettebb alkat-

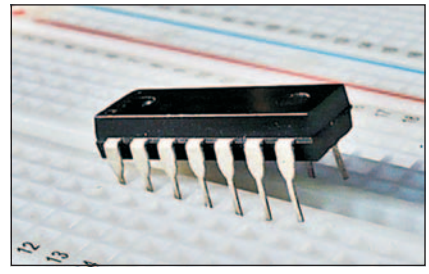


1.16. ábra

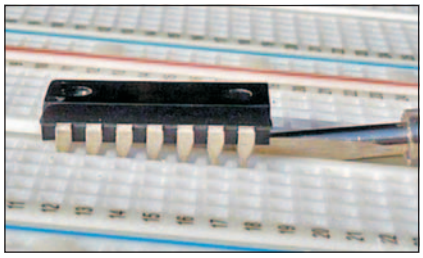
részekhez ideális. A DIL (Dual-In-Line) tokozás, azaz DIP (Dual-Inline-Package) téglatest alakú alkatrészek kivezetés-elrendezése, a két hosszanti oldala mentén sorakozó, raszter-távolságú lábakkal. A digitális integrált áramkörök kedvelt tokozási megoldása, egyeduralkodó volt a felületen szerelt technológia (SMT, Surface Mounted Technology) megjelenéséig.

Az **1.15. ábrán** DIL tokozású IC-k láthatóak. A keskeny DIL tok lábsorainak távolsága 3 raszter, így a középső árok melletti két csatlakozósorba dugható be. A „széles" DIL toknál a lábsorok távolsága 6 raszter, így távolabbra kell a kivezetés-sorokat bedugaszolni. A DIL tokozású egyéb alkatrészeket is kezelhetjük a panelon. Az **1.16. ábrán** DIP kapcsolósor és DIL tokozású jelfogó látható.

Az integrált áramkörök behelyezése előtt a lábaikat célszerű egyenes felületen tőből kissé befelé hajlítani, mert eredetileg terpesztetten állnak. Ha a lábak nincsenek egy sorban, vagy van közöttük görbe, fogóval vagy erős csipesszel kell egyengetni a kivezetéseket. Ha már a lábsorok távolsága megfelelő (3, ill. 6 raszter), akkor az egyik keskeny él melletti lábpárt helyezzük be először a csatlakozókba (**1.17. ábra**), az így ferdén álló IC-t óvatosan(!), finoman nyomjuk le a panel felületére, közben a lábak sorban a helyükre ke-



1.17. ábra



1.18. ábra

rülnek. Ezzel a megoldással könnyebben behelyezhető az IC, mintha egyszerre próbáljuk meg az összes lábát bedugaszolni. A behelyezés közben figyeljük az integrált áramkör lábait, ha valamelyik nem csúszna a helyére és elkezdene görbülni, vegyük ki az áramkört és egyenesítsük ki a lábait! Az IC kivételéhez célszerű csavarhúzóval a tokozás teste alá nyúlni és óvatosan(!), finoman felfelé kiemelni előbb az egyik, majd a másik végén (**1.18. ábra**). Előfordul, hogy olyan alkatrészt kell felhasználnunk, amit nem lehet bedugaszolni a panel csatlakozónyílásaiba. Lehet ugyan vásárolni raszteres kivezetésű miniatűr kapcsolókat, nyomógombokat, de a legtöbb kapcsolóelem kivezetései nem huzal-jellegűek. Ilyenkor forrasszunk rövid vezetékeket a csatlakozókra, s azokkal kössük be az áramkörbe. Az **1.19. ábrán** bal oldalon egy ilyen, vezetékkel megtoldott kapcsolót látunk, mellette egy bedugaszolható miniatűr nyomógombot. Izzókat egy vezetékekkel kiegészített foglalattal lehet bekötni, vagy az izzóra forrasztott vezetékekkel.

A vezetékezés, összekapcsolás

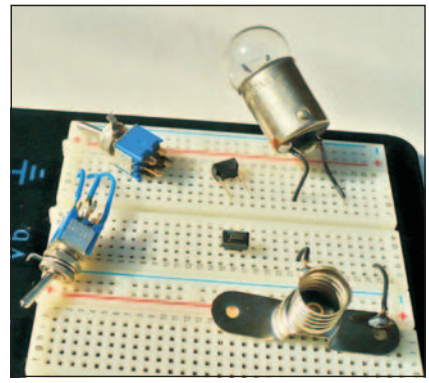
Az 1.12. ábrán már láttuk, hogyan kell vezetékekkel összekötni a csatlakozópontokat. Az összekötő vezeték, mint említettük, 0,4 mm...0,7 mm közötti vezeték-átmérőjű, szigetelt és egyeres legyen. A 0,5 mm vezetékátmérőjű ónozott rézhuzal, színes műanyag szigeteléssel (bekötőhuzal) jól megfelel a célnak, vagy a merev vezetőszálakból álló, színes szigeteléssel ellátott erekből álló kábelek (pl. UTP kábel) szétbontásából nyert vezeték.

A levágott vezeték végeit 5 mm...8 mm hosszan kell megcsupaszítani. Ha rövidebb a csupasz rész, az érintkezés bizonytalan lehet. Ha hosszabban válik a vezető ér szigeteletlenné, könnyen előfordulhat nemkívánatos érintkezés, rövidzárlat.

Nagyon jó megoldás a gyári összekötőhuzalok használata, erre a mi esetünkben is van lehetőség, hiszen a Delight próbapanelhez összekötő vezetékek is kaphatóak. Ezek merev huzalban végződnek, aminek az átmérője tökéletesen illeszkedik a próbapanelhez, maga az összekötő vezeték különféle színű műanyag szigeteléssel ellátott hajlékony huzal (**1.20. ábra**). A hajlékony huzal és az egyeres vörösréz csatlakozó rész forrasztott kötését fekete műanyag henger fedi, ez segíti a vezeték megfogását, a csatlakozó furatba bevezetését is.

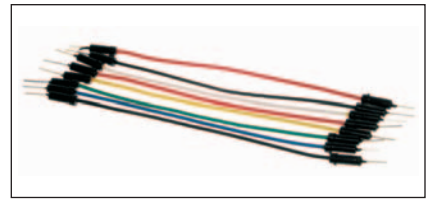
Az **1.21. ábrán** egy oszcillátor-kapcsolást mutatunk be, hajlékony, gyári összekötő-vezetékekkel szerelve. Ugyanezt merev vezetékekkel az **1.22. ábrán** láthatjuk. Nyilvánvaló, hogy a 22. ábra alapján könnyen összeállítható a kapcsolás, az 1.21. ábra alapján azonban nehéz.

A későbbiekben is általában merev vezetékekkel alakítjuk ki a mintakapcsolásokat, mert ezek jól áttekinthető, követhető kapcsolások. Az olvasó ezek

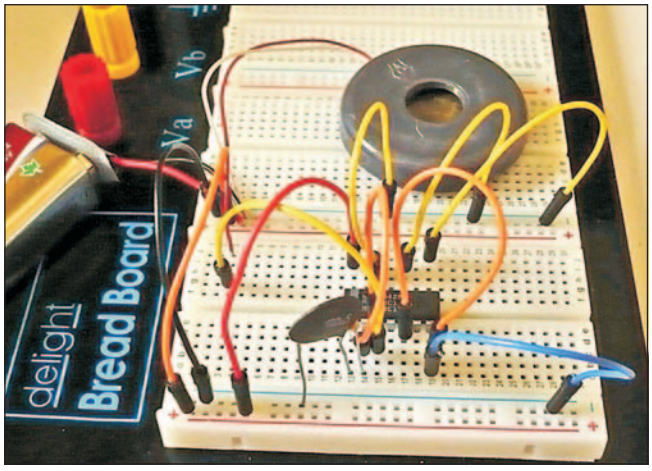


1.19. ábra

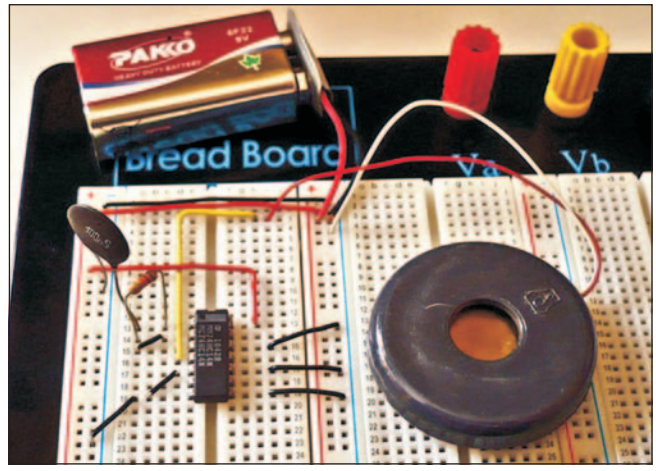
alapján könnyen és biztonságosan építheti meg a saját áramkörét, először behelyezve a képnek megfelelően az alkatrészeket, majd a vezetékeket, a képen látható merev vezetéknek megfelelő pontok közé a kényelmesen használható hajlékony gyári összekötőket alkalmazva. Az áramkörök építése közben a tápfeszültség ne legyen a panelra kapcsolva! Az alkatrészek, vezetékek behelyezése, kihúzása közben véletlenül összeérhetnek vezetékek, elemek, tápfeszültség mellett egy-egy ilyen érintkezés az alkatrészt vagy a panelt károsíthatja! Ha módosítunk egy megépített áramkört, előzőleg akkor is célszerű feszültségmentesíteni.



1.20. ábra



1.21. ábra



1.22. ábra

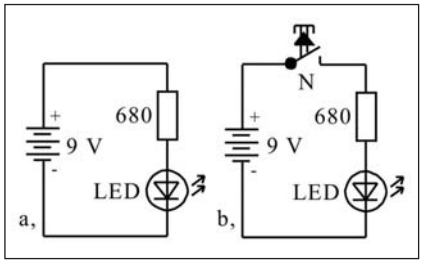
1.1. táblázat. Bekötési lista

Csatlakozóelem megnevezése	Csatlakozópont
Telep + kivezetés	(+ táp) csatlakozók
Telep – kivezetés	(- táp) csatlakozók
1. vezeték (piros)	(+ táp) – 5a
680 ohm	5e – 7c
LED anód	7e
LED katód	8e
2. vezeték (kék)	8b – (- táp)

Első példakapcsolásunk

Első áramkörünk kapcsolási rajza igen egyszerű, az **1.23. ábrán** látható. A 680 ohmos előtétellenállás a LED áramát korlátozza. Az áramkör sok különféle elrendezésben kialakítható a próbapanelon, egy lehetséges megoldást az **1.24. ábra** mutat be. A 9 V-os rádiótelep csatlakozóvezetékeit a panel bal szélén lévő tápfeszültség-csatlakozókhoz dugaszoltuk be.

A pozitív sarkot a + jelű, piros vonallal is megjelölt sor tetejére, a negatív kivezetést a – jelzésű, kék csíkkal is kiemelt csatlakozósorhoz. (Későbbiekben a LED-ekkel részletesen foglalkozunk.) A kapcsolás és a kép alapján összeállítható a kis áramkör.



1.23. ábra

Ha szükséges, a csatlakozópontok jelölési rendszerét felhasználva, az **1.1. táblázatban** megadott bekötési lista segítségével is megadható az 1.24. ábrán látható áramköri elrendezés. Ez rendkívül körülményesnek tűnhet, egy fénykép sokkal praktikusabb. Akkor alkalmazzák ezt a bekötési listás leírást, ha átláthatatlan a huzalozás és az összeállítást dokumentálni kell (pl. mérési jegyzőkönyvben). Akkor is hasznos lehet az egyes csatlakozópontok megnevezése, ha a behelyezett alkatrész takarja az alján lévő kivezetéseket, így a fényképen nem látható, hova dugaszoltuk be.

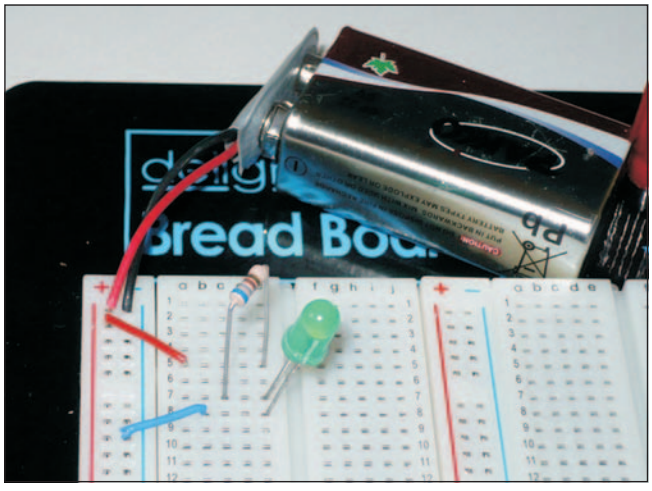
Az 1.24. ábrán két merev vezetéket használtunk fel, ha helyesen építettük fel a kapcsolást, a telep bekötése után a LED azonnal világít. Ha nem így lenne, meg kell keresni a hibát. Leggyakrabban egy-egy vezeték rossz helyre dugaszolása vagy a LED fordított bekötése a hiba. Az **1.25. ábrán** is merev huzalokkal építettük fel az áramkört, egy miniatűr nyomógombot is beiktatva (a kapcsolás az 1.23.b ábra szerinti). A képen miniatűr nyomógomb látható, melynek a kivezetései bedugaszolhatóak a próbapanelba. Ebben az áramkörben a LED csak akkor fog világítani, ha megnyomjuk a nyomógombot!

Haladunk tovább...

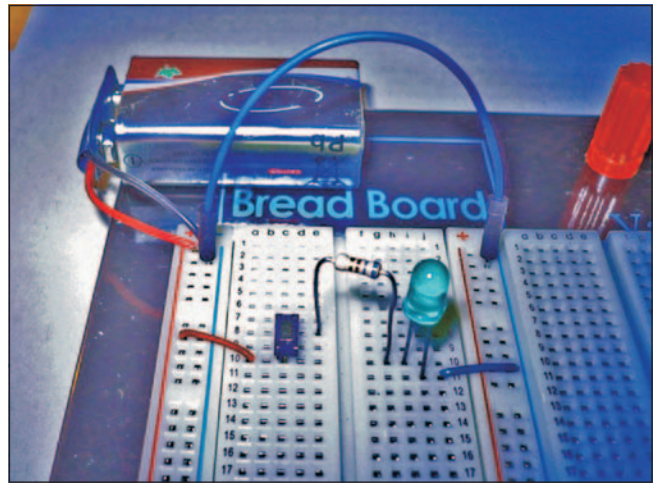
A következőkben a digitális multiméter kerül sorra, de közben már az alkatrészdobozt is elő kell venni. Egy 9 V-os rádiótelepet a hozzá való telepcsatlakozóval, három különböző színű 5 mm-es átmérőjű LED-et, egy BC308B típusjelű tranzisztort, egy 1N4148 típusú szilíciumdiódát, egy tranzisztortokozású miniatűr potenciométert és ellenállásokat (300 ohm, 470 ohm, 1,2 kohm, 890 kohm értékűeket, 0,4 W-os vagy 0,6 W-os fémréteg kivitelűeket) fogunk felhasználni.

A felsorolásból látszik, hogy még mindig nem kerülnek elő a digitális integrált áramkörök, még mindig alapozunk, sőt még a következő részeket is alapozásra szánjuk. Miért is? Reményeink szerint ez a sorozat sok részes lesz. Ha egyszer a teljes sorozatot végigtekinti valaki, láthatja majd, hogy az alapozó részek száma nem is olyan nagy. De nem ez a számszerűség a fő indokunk! Ha valakinek módja van egy csodálatos, tágas családi ház építésére, türelemmel el kell viselnie azokat a heteket, amikor még csak az alap készül. Azért is, mert az építkezés sorrendje ezt kívánja meg, de azért is, mert a szilárd, jól méretezett alap biztosítja azt, hogy fel lehessen építeni álmaink épületét!

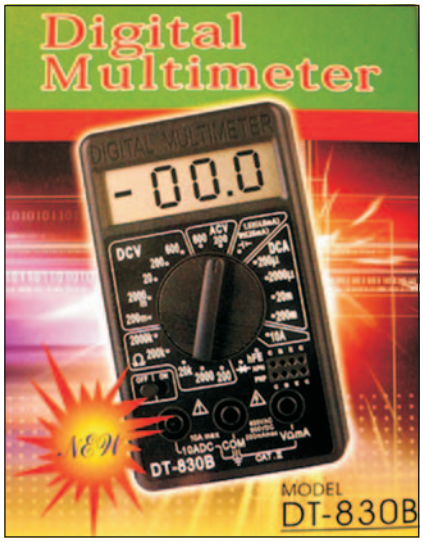
A CMOS világot szeretnénk bemutatni. Ahhoz, hogy a CMOS kapcsolások megépítésekor már ne kelljen alapismeretekkel foglalkoznunk, ehhez szükséges az alapozás. Arra szeretnénk biztatni az érdeklődőket, hogy olvassák át ezeket az első részeket! A gyakorlott áramkörtervezőknek is igyekszünk érdekességeket, újdonságokat leírni. Akik viszont most kezdenek el áramköröket építeni, ezekkel kísérletezni, nekik mindenképpen szükségük van az itt szereplő ismeretekre! Ezek egy része az elektrotechnika elemi ismeretei közül kerül ki, más részük a próbapanelos építés, vizsgálódás technikájával, fogásaival kapcsolatos. Ha a gyakorlatlanság miatt hibát követne el az olvasó, itt



1.24. ábra



1.25. ábra

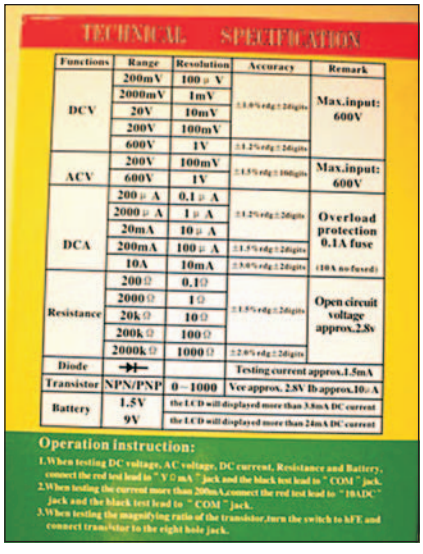


1.26. ábra

még legfeljebb egy LED vagy egy olvadó biztosító bánja, nem egy féltett CMOS IC! Az alapozó részekben igyekszünk a szükséges tudnivalókat felsorakoztatni, de nem tankönyv-jelleggel! Az egymás után adódó feladatok megoldása során ismétlünk át összefüggéseket, képleteket, tudnivalókat. A CMOS világot úgy tudjuk biztonságosan, jól felhasználható módon építeni (a próbapanelunkon), ha ez az építés biztos alapokon nyugszik…

A DT-830B digitális multiméter

A próbapanelon megépített áramkörök vizsgálata során igen jó szolgálatot tesz egy digitális multiméter (Digital Multimeter, DMM). Bármilyen DMM alkalmas a céljainkra, mi egy DT-830B


TECHNICAL SPECIFICATION

Functions	Range	Resolution	Accuracy	Remark
DCV	200mV	100μV	±0.8%rdg±2dgits	Max.input: 600V
	2000mV	1mV		
	20V	10mV		
	200V	100mV		
	600V	1V	±1.2%rdg±2dgits	
ACV	200V	100mV	±1.5%rdg±10dgits	Max.input: 600V
	600V	1V		
DCA	200μA	0.1μA	±1.2%rdg±2dgits	Overload protection 0.1A fuse (10A no fused)
	2000μA	1μA		
	20mA	10μA	±1.5%rdg±2dgits	
	200mA	100μA		
	10A	10mA	±3.0%rdg±2dgits	
Resistance	200Ω	0.1Ω	±1.5%rdg±2dgits	Open circuit voltage approx.2.8v
	2000Ω	1Ω		
	20kΩ	10Ω		
	200kΩ	100Ω		
	2000kΩ	1000Ω	±2.0%rdg±2dgits	
Diode	→|←		Testing current approx.1.5mA	
Transistor	NPN/PNP	0 – 1000	Vce approx. 2.8V Ib approx.10uA	
Battery	1.5V		the LCD will displayed more than 3.0mA DC current	
	9V		the LCD will displayed more than 24mA DC current	

Operation instruction:

1.When testing DC voltage, AC voltage, DC current, Resistance and Battery, connect the red test lead to " V Ω mA " jack and the black test lead to " COM " jack.
2.When testing the current more than 200mA,connect the red test lead to " 10ADC " jack and the black test lead to " COM " jack.
3.When testing the magnifying ratio of the transistor,turn the switch to hFE and connect transistor to the eight hole jack.

1.27. ábra

CAT. II műszert (**1.26. ábra**) fogunk használni. (Ha a továbbiakban a multimétert említjük, erre a típusra utalunk.) Kis méretű (100 58 25 mm), kényelmesen kezelhető műszer. Az előlapján láthatóak a mérési módok és a méréshatárok. Egy tolókapcsolóval lehet a műszert be-, illetve kikapcsolni. A mérőzsinórok csatlakoztatására három banánhüvely szolgál. A COM minden mérési mód esetén az egyik mérővezeték csatlakozója. A 10 A-es egyenáramú méréshez külön banánhüvelyt találunk az előlapon, az összes többi esetben a második mérővezetéket a jobb oldali banánhüvelybe kell bedugaszolni. A hFE felirat a tranzisztor-tesztelő működést jelzi, mellette két sorban négy-négy csatlakozópont látható a vizsgált tranzisztor számára. A mérési módokat, a használatukkal kapcsolatos tudnivalókat a továbbiakban részletesen bemutatjuk majd. (A DT-830B-t a különféle cégek egymástól kissé eltérő változatban gyártják. Lásd pl. a HAM- bazár „sárga” DT-830B-jét.)

A DT-830 a legegyszerűbb, legkisebb DMM-ek közé tartozik, számunkra bármelyik verziója megfelelő. Egyébként a különféle digitális multiméterek alapszolgáltatásai megegyeznek, a magasabb árúak általában pontosabbak, esetenként további mérésekre is felhasználhatóak (pl. hőmérséklet-mérés, kapacitásmérés, frekvenciamérés stb.).

A DMM jól használható, de érzékeny kis műszer. Csak a 200 ...200 m jelzésű árammérő állásokban védi olvadóbiztosító a belső elektronikát. Már a 10 A-es méréshatárú, külön csatlakozóval kialakított árammérési lehetőség használatakor sincs a műszer biztosítóval védve. A 10 A-es méréshatár közelében egyébként csak néhány másodpercig szabad mérést végezni, egyébként a beépített söntellenállás túlmelegszik és a műszer károsodik. A DMM hasonlóképpen „védtelen” a többi mérési módban és tartományban is. Hosszú ideig működőképes marad, ha néhány kezelési ajánlást betartunk a használatakor.

Feszültség mérésekor legfeljebb 600 V kerülhet a műszer bemenetére, árammérésekor a mérési tartomány határozza meg a megengedett értéket. A mérési módot és a mérési tartományokat kiválasztó forgókapcsoló elforgatása előtt a mérővezetékeket húzzuk ki a vizsgált áramkörből! Gondosan válasszuk ki a mérési módot! Ha a mért értékben nem vagyunk biztosak, mindig célszerű a legnagyobb méréshatá-

1.28. ábra

ron kezdeni a mérést! Miután a forgókapcsoló helyes állásáról meggyőződtünk, akkor csatlakozzunk (a polaritásra ügyelve) a mérendő áramkörhöz. Csak akkor kapcsoljunk alacsonyabb méréshatárra, ha a kijelzett érték ezt indokolja. Ha pl. 2000 ohmos ellenállás-méréshatár esetén a kijelzőn csak egy-két számjegy látszik, akkor célszerű a mérést a 200 ohmos méréshatáron folytatni. Az árammérést biztonságossá tevő biztosító hagyományos üvegcsö-

1.29. ábra

ves alkatrész, 100 mA-es normál kivitelű. Sajnos, a DMM-ben nem helyeztek el biztosítótartót, hanem beforrasztották a nyomtatott huzalozású panelra. Ezért az esetleg szükségessé váló cserét körültekintően kell elvégezni. A cserére előkészített új biztosító két fémkupakján előre be kell ónozni egy-egy kis részt, hogy ha kiforrasztottuk a kiégett darabot, a lehető legrövidebb idő elég legyen az új biztosító beforrasztásához.

A biztosítócseréhez a DMM-et szét kell csavarozni. Ugyanígy szét kell csavarozni az esetleges telepcseréhez. A műszer egy 9 V-os rádióteleppel működik. (Ez lehet normál vagy alkáli telep, amely hosszú élettartamú, vagy 9 V-os, az előzőkkel azonos méretű akkumulátor.)

A DMM papírdobozának hátsó lapján (**1.27. ábra**) vagy a műszerhez mellékelt adatlapján sok fontos adatot találunk. Itt olvasható az is, hogy feszültségmérőként használva a legnagyobb bevezethető érték 600 V, de itt látható az árammméréskor védő olvadóbiztosító értéke is. A táblázat felsorolja a mérési lehetőségeket, a mérési tartományokat, de a pontosságra vonatkozó adatokat is megtaláljuk itt. A multiméter forgókapcsolójának állását a forgató fül egyik végén lévő hosszúkás mélyedés segítségével lehet azonosítani (**1.28. ábra**). A gyakorlatban sokszor megesik, hogy figyelmetlenségből a forgató fül másik végét tekintjük mérvadónak, s ebből rossz mérés, esetleg a műszer meghibásodása is következhet. A fényképeken sem látszik jól ez a kis mélyedés. Célszerű ezért követni a szerzőt, s ezt a kis mélyedést fehér festékkel kitölteni. Így biztonságosan leolvasható a forgókapcsoló állása (**1.29. ábra**).

A műszerhez jó minőségű csatlakozóvezetékeket is kapunk (**1.30. ábra**). Ezek tapintói azonban túlságosan vastagak, a próbapanelba ilyen vastagságú vezetéket tilos beerőltetni! Ezért már az ismerkedés kezdetén készítsünk két új mérővezetéket, a panelba bedugható

1.30. ábra

1.2. táblázat. Ellenállások színkódja

Szín	1. szám	2. (3.) szám	Nagyságrend	Tűrés
Fekete	–	0	–	–
Barna	1	1	10	1%
Piros	2	2	10^2	2%
Narancs	3	3	10^3	–
Sárga	4	4	10^4	–
Zöld	5	5	10^5	0,5%
Kék	6	6	10^6	–
Lila	7	7	10^7	–
Szürke	8	8	10^8	–
Fehér	9	9	10^9	–
Arany	–	–	10^{-1}	5%
Ezüst	–	–	10^{-2}	10%
(Nincs)	–	–	–	20%

szigetelt vezetékekből és banándugókból (**1.31. ábra**). Az egyik vezeték kék legyen (kék vagy fekete banándugóval), a másik piros (piros banándugóval). A vezetékek végét, ahogyan azt korábban olvastuk, 5...8 mm hosszan csupaszítsuk le, s ezeket már bátran dugaszolhatjuk a próbapanelba.

A műszerrel való megismerkedést néhány egyszerű alkatrész vizsgálatán keresztül folytatjuk a továbbiakban, közben ezekről az alkatrészekről is sok mindent megtudva.

A legegyszerűbb alkatrész, az ellenállás és az Ohm-törvény

Az ellenállásnak számos kiviteli formája van, a mi céljainknak a kisméretű fémréteg-ellenállások tökéletesen megfelelnek. Az ellenállás értékét ohmban adják meg, a nagyobb értékeket kohmban, Mohmban, esetleg Gohmban fejezik ki (1 k = 10^3, 1 M = 10^6, 1 G = 10^9). A régi, elektroncsöves készülékek ellenállásaira még egyszerűen felírták az értéket, de a mai, kisméretű alkatrészeken már kevés a hely. Ha számértékkel adják meg az ellenállás értékét, többnyire a tizedesvessző (tizedespont) helyére kerül a k, M betű. Így a 4,7 kohm felirata 4k7, a 150 khmos ellenállásé pedig M15 (vagy 150k). Az 1 kohmnál kisebb ellenállásokon csak számérték áll. (A „Rádiótechnika” folyóiratban megjelenő kapcsolási rajzok alkatrészeinél is ezt a jelölésmódot használják.)

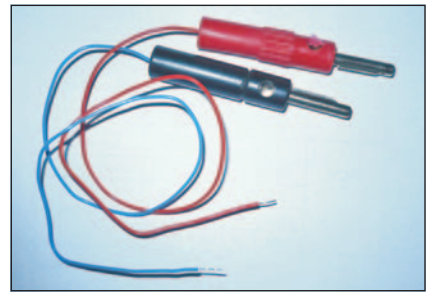
Sokszor az apró fémréteg-ellenállásokon nincs szám, csak színes gyűrűket látunk. Az érték ugyanis nemzetközileg elfogadott színkóddal is megadható. A színkód négy vagy öt színes csíkból állhat. A legutolsó a tűrés értékére utal, az előtte lévő a számérték után álló nullák számát adja meg. Az elöl álló színek a számjegyeket jelölik. A színkód megfejtéséhez a **1.2. táblázatot** lehet felhasználni.

Vegyünk elő egy 300 ohmos színkódos fémréteg-ellenállást! A következő színeket látjuk rajta: narancs, fekete, barna, arany. A táblázat segítségével a kódot meg tudjuk fejteni: narancs: 3, fekete: 0, barna: 10, azaz a 30 számjegyeket egy nulla követi (300). Az arany zárócsík 5%-os tűrést jelez. Mérjük meg az ellenállást! A szerző példányát a műszerünk 299 ohmnak mérte (**1.32. ábra**). Ez megengedett, hiszen a tűrés az arany csík alapján ±5%. A 300 ohm 5%-a 15, így ezek az ellenállások a következő értéktartományba esnek: 285…315 ohm.

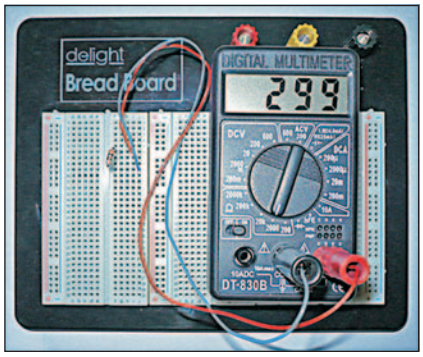
Az alkatrészüzletekben nem lehet tetszőleges értékű ellenállásokat vásárolni. A már idézett csöves világban az ellenállások többségének 20% volt a tűrése, és pl. a 10...100 ohmos tartományban csak ezeket az értékeket gyártották: 10, 15, 22, 33, 47, 68.

Honnan adódnak ezek az érdekes számértékek? A 10 ohm névleges értékű ellenállások többsége kb. 10 ohm értékű, de a gyártott példányok között eltérőeket is találunk, a megengedett ±20%-os tűrésnek megfelelően. Az előforduló legnagyobb érték 10 ohm helyett 10 1,2 = 12 ohm. A 12 ohm tehát a 10 ohm névleges értékű ellenállások között a legnagyobb értékű.

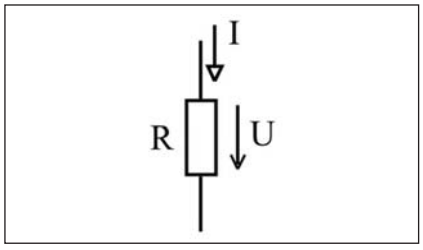
Ugyanakkor a 12 ohm a következő lehetséges névérték, a 15 80%-a is, vagyis a 15 ohm feliratúak között található legkisebb érték. Ha egy kapcsoláshoz 11 ohmos érték szükséges, a 10 ohmosok között kell válogatni, ott található 11 ohmos is. Ha viszont a szükséges érték 13 ohm, azt már a 15 ohmosok között kell keresni. A kisebb tűrésű ellenállásoknál több névleges értéket



1.31. ábra



1.32. ábra



1.33. ábra

alkalmaznak (**1.3. táblázat**), hogy továbbra is a tűrésekkel együtt minden lehetséges értéket lefedjenek az ellenállások. A táblázatban a 10 és a 100 közötti értékeket tüntettük fel, ennek tízzel, százzal, ezerrel stb. osztott és szorzott értékei alkotják a kisebb, illetve a nagyobb értékeken a lehetséges értéksort. Ugyanezeket az értékeket alkalmazzák a kondenzátorok esetében is. A kedves olvasó a Rádiótechnika 2015 áprilisi számában megjelent cikkben (*Pálinkás Tibor:* 4,7? 5,1? Miért nem 5!?) további részletekkel is megismerkedhet az ellenállások értéksoraival kapcsolatban.

Az ellenállásnak még egy alapvető paramétere van, a terhelhetőség. A fémréteg-ellenállás esetében már a mérete tájékoztat a megengedhető terhelésről. Ha az ellenállás teste 2 raszter hosszúságú (azaz 5,08 mm), a terhelhetősége 0,4 W, ezeknél az ellenállás test átmérője általában 1,9 mm. A három raszter (7,62 mm) hosszúságú példányok 0,6 W-ot viselnek el, hengeres testük átmérője1,9 mm vagy 2,4 mm. (Előzőek jó közelítéssel irányadatok.)

1.3. táblázat. Ellenállások értéksora

Sor jele (tűrés)	Értékek
E6 (20%)	10, 15, 22, 33, 47, 68
E12 (10%)	10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82
E24 (5%)	10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91

Az ellenállás értéke (R), a rákapcsolt feszültség (U) és a rajta átfolyó áram (I) között az Ohm-törvény teremt kapcsolatot: R = U/I. Természetesen kifejezhető a képletből az I is: I = U/R és az U is: U = I R. Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a fenti képletek a mértékegységek kapcsolatát is megmutatják! Ez azt jelenti, hogy ohm = V/A, A = V/ohm, V = A ohm.

Ez azért fontos, mert ha egy számítás végén pl. V/ohm adódik mértékegységként, a felsorolás alapján látható, hogy ez átírható az áram mértékegységére, azaz A-re. A gyakorlott áramkörépítők nem mindig írják a mérőszámok mellé a mértékegységeket, miközben számításokat végeznek. Ha minden mennyiséget alap mértékegységgel helyettesítünk be, akkor így sem vétünk hibát. Bonyolódik a helyzet, ha a feszültséget V-ban, az ellenállást kohmban helyettesítjük a képletbe. Ekkor is helyes a végeredmény, ha figyelembe vesszük, hogy nem A-t, hanem mA-t kaptunk. Bonyolultnak tűnik? Könnyen eltéveszthető? Akkor a legbiztosabb út, ha minden esetben beírjuk a képletekbe a számolás során a mennyiségek mértékegységét is!

A gyakorlás kedvéért válasszunk egy másik ellenállást, egy 1,2 kohm értékűt! A színkódolt fémréteg ellenálláson a színes jelzések sorrendben: barna, piros, piros, arany. A 2. táblázatból keressük ki a számértékeket! Barna: 1, piros: 2, piros: két nulla (azaz 1200), a tűrés pedig 5%.

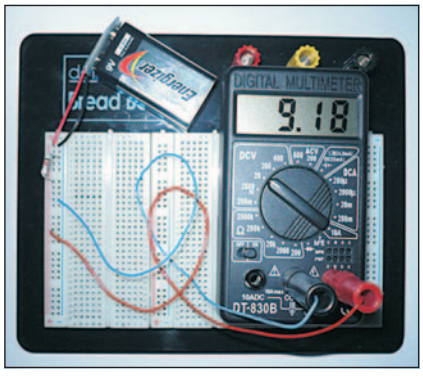
Az Ohm-törvényben szereplő mennyiségeket a **1.33. ábra** szerint jelöljük, a feszültséget irányhelyes nyíllal, az áramot irányhelyes üresfejű nyíllal.

A mérés során a feszültséget 9 V-os rádióteleppel állítjuk elő. Először ennek a feszültségét mérjük meg, miközben a kivezetései között már ott van az ellenállás (**1.34. ábra**). A feszültség 9,18 V-nak adódott. Az áramérték méréséhez az ellenállás egyik végét a telep pozitív sarkához kapcsoltuk, a másikat az árammérésre állított műszeren (200 mA) keresztül a telep negatív sarkára. 200 mA-es mérési tartományban a mért érték nagyon kicsi, átkapcsolhattunk kisebb tartományra. 20 mA-es állásban a leolvasható áramérték 7,9 mA (**1.35. ábra**). Végül megmértük az ellenállást is, amit a műszer 1180 ohmosnak mutatott (**1.36. ábra**). A mért ellenállásérték a névlegestől 20 ohmmal tér el, ez 1,7%, ami az 5%-os tűrési határnál kisebb, azaz elfogadható.

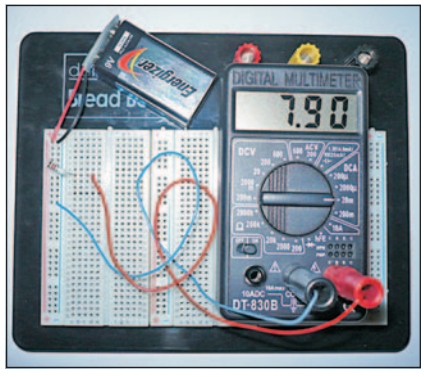
A három mért érték birtokában ellenőrizzük, hogy teljesül-e Ohm törvénye a mi esetünkben! A képletbe alapmértékegységekben helyettesítsük be az értékeket, s ekkor a kiszámított érték is alapmértékegységben adódik (V, A, ohm). Két-két mért értékből számoljuk ki a harmadik mennyiséget! Első lépésben számoljuk ki a feszültséget:

$$U = I\,R = 7{,}9\ 10^{-3}\ A\ 1180\ ohm = 9{,}32\ V,$$

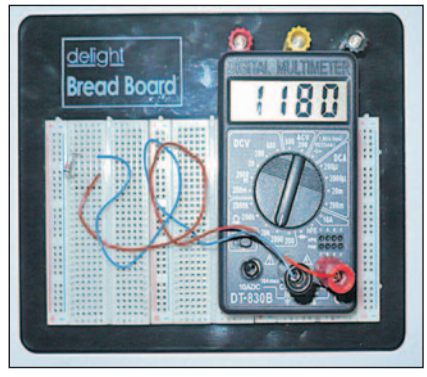
ami eltér a mért értéktől (az 9,18 V). Most számoljuk ki az áramot:



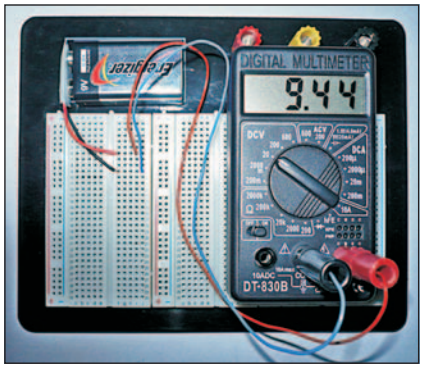
1.34. ábra



1.35. ábra



1.36. ábra



1.37. ábra

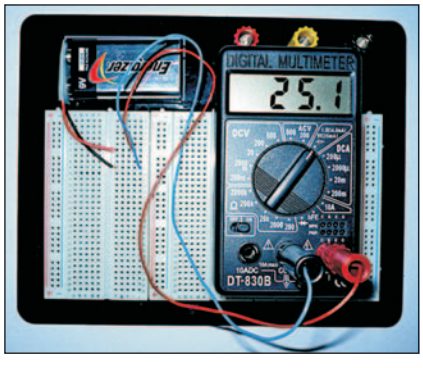
$$I = U/R = 9{,}18\ V/1180\ ohm = 7{,}78\ 10^{-3}\ A = 7{,}78\ mA,$$

ez is eltér a mért áramértéktől (7,9 mA-t mértünk). Végül számoljuk ki az ellenállás értékét:

$$R = U/I = 9{,}18\ V/7{,}9\ 10^{-3}\ A = 1162\ ohm = 1{,}162\ kohm,$$

ami ismét eltér a mért ellenállás-értéktől (méréskor 1180 ohmot kaptunk).

Mi okozza az eltéréseket? Hol hibáztunk? A méréskor vagy a számoláskor? Nem mi követtünk el hibát, a kis DMM, sajnos, nem abszolút pontos! A doboz hátoldalán lévő táblázat (amit az 1.27. ábrán mutattunk be) minden méréshatárhoz megadja a pontosság mértékét (Accuracy). A kiszámított értékek és a megfelelő mért értékek eltérése 1,5...1,6%, s a használt mérési beállításoknál megadott pontossági értékekbe ekkora eltérés belefér. Természetesen felmerül a kérdés, hogy melyik az igazi. Az ellenállásunk, aminek a névleges értéke 1200 ohm, valójában 1180 vagy 1162 ohm értékű? Azt kell mondanunk, hogy nem tudhatjuk. Ha pontosabb értékekre van szükségünk, akkor olyan műszerrel kell mérnünk, amelynek nagyobb a pontossága, kisebb hibával mér. Az ilyen műszerek természetesen drágábbak, mint a mi DMM-ünk.



1.38. ábra

Érdekes elgondolkodni azon, hogy van-e a közelünkben valami, aminek a megmérésével a műszerünk pontosságát tesztelni tudjuk. Azt kell mondanunk, hogy nincs. A hálózati feszültség névleges értéke 230 V, de ha időnként – *az eredeti mérőzsinórokkal és az érintésvédelmi szabályok betartásával* – megmérjük a fali konnektorban a feszültséget, láthatjuk, hogy alkalmanként más és más a kapott érték! Ezt a mérést a váltakozó feszültség (ACV) mérésére szolgáló beállításoknál, a 600 V-os méréshatárnál lehet elvégezni.

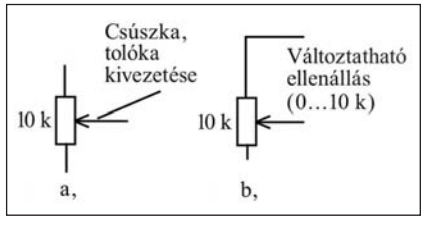
A galvánelemek, telepek feszültsége új állapotban magasabb a névlegesnél, használat közben folyamatosan csökken. Az akkumulátorok feszültsége a feltöltöttségtől függ. Sőt, egy kisméretű áramforrás feszültsége a terheléssel is változik! Az alkatrészeink (pl. az ellenállások), mint tudjuk, pontatlanok. Talán a leginkább hozzáférhető „pontos” alkatrész egy ellenállás lehet, ún. műszer-ellenállás, melynek a tűrése igen kicsiny: 0,5%. Néhány ilyet beszerezve minősíthetjük a műszerünket.

Szerencsére, mint majd látni fogjuk, a digitális elektronikában nincs olyan nagypontosságú mérésekre szükség, mint az analóg áramköröknél. A digitális áramkörök kevésbé érzékenyek az alkatrészek pontosságára, tűrésére! A mi olcsó műszerünk, az 5%-os ellenállások mind nagyon jól kiszolgálnak majd bennünket!

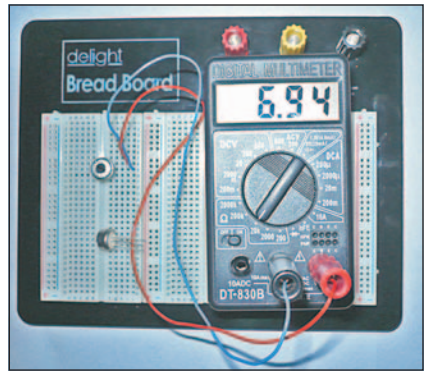
Az 1200 ohmos fémréteg ellenállás, amit felhasználtunk a mérésekben, 3 raszter hosszúságú, azaz 0,6 W-os terhelhetőségű. Számoljuk ki, mekkora teljesítményt kellett a mérés során hővé alakítania! A mért értékekkel dolgozzunk! A teljesítmény (P, mértékegysége W) a feszültségből és az áramból számolható ki:

$$P = U\ I = 9{,}14\ V\ 7{,}9\ 10^{-3}\ A = 72{,}2\ 10^{-3}\ W = 0{,}072\ W.$$

Mivel ez az érték alig több, mint a tizedrésze a megengedhető terhelésnek,



1.39. ábra

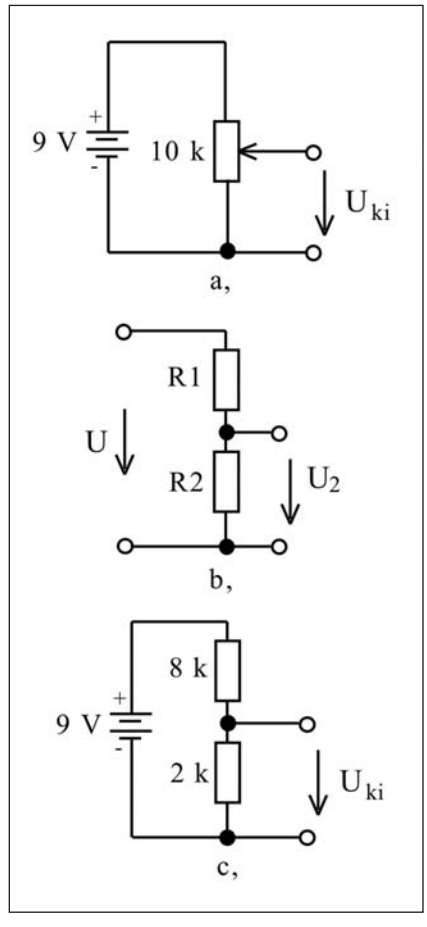


1.40. ábra

nem kell az ellenállás leégésétől tartanunk!

Elemek, telepek tesztelése a műszerrel

Az 1.34. ábrán a 9 V-os rádiótelep feszültségét úgy mértük meg, hogy közben a sarkai közé kapcsoltuk az 1200 ohmos ellenállást. Az **1.37. ábrán** megismételjük a mérést, de most ellenállás nélkül, a kapott feszültség így na-



1.41. ábra

gyobb (9,44 V). A készülékekben (pl. a DMM-ben is) a telepre kisebb-nagyobb terhelés kapcsolódik, s ilyen helyzetben kell(ene) 9 V-ot biztosítania. A mi DT-830B DMM-ünk lehetőséget ad az elemek, telepek terheléses vizsgálatára, az elem/telep teszt állásban (**1.38. ábra**).

A kijelzőn 25,1 látható. Mit jelent ez a szám? Az 1.27. ábrán szereplő táblázat szerint a 9 V-os telep tesztelésekor a kijelzőn legalább 24 mA egyenáramot kell látnunk (a DMM kezelőlapján is feltüntették ezt az értéket, az elem/telep teszt állásnál). Nos, a látható számérték nagyobb, mint a minimális érték, azaz a telep még használható. De honnan adódik ez a 24-es határ?

A DMM az elem/telep tesztelő beállításkor a mért áramforrás sarkai közé egy ellenállást kapcsol, melynek értéke 360 ohm. A 24 mA áramértéket az ellenálláson Ohm törvénye szerint

$$U = R\ I = \\ = 360\ \text{ohm}\ \ 24\ \ 10^{-3}\ \text{A} = 8{,}64\ \text{V}$$

feszültség alakítja ki. A DMM tehát akkor minősít használhatónak egy 9 V-os telepet, ha a 360 ohmos terhelés mellett a feszültsége legalább 8,64 V (ez a 9 V 96 %-a). Az 1,5 V-os elem tesztelésekor a 3,8 mA-es áram

$$U = R\ I = \\ = 360\ \text{ohm}\ \ 3{,}8\ \ 10^{-3}\ \text{A} = 1{,}364\ \text{V}$$

feszültséget jelent. A használhatóság feltétele tehát az, hogy 360 ohmmal terhelve az elem feszültsége legalább 1,368V legyen (ez az 1,5 V 91,2%-a).

Ha 4,5 V-os lapos zseblámpatelepet tesztelünk (ezt a lehetőséget nem tartalmazza a DMM adatlapja), és az előző két százalékos érték közötti értéket fogadunk el működőképesnek (pl. 94%-ot), ez 4,23 V-ot jelent. Az ekkor folyó áram értéke:

$$I = U/R = \\ 4{,}23\ \text{V} / 360\ \text{Ohm} = 11{,}75\ \ 10^{-3} = \\ = 11{,}75\ \text{mA}.$$

Mivel ebben az állásban egy tizedest jelez a műszer, a 4,5 V-os telepet akkor lehet használhatónak minősíteni, ha legalább 11,8-at mutat a kijelző tesztelésekor. Az Ohm-törvény segítségével a fenti adatokból meg tudjuk határozni a felhasznált rádiótelep belső ellenállását. A terheletlen áramforrás feszültségét 9,44 V-nak mértük (**1.37. ábra**). Két megjegyzés kívánkozik ide. Az egyik, hogy valójában most sem terheletlen a telep, hiszen a voltmérő bemenetét rákapcsoltuk. De, mint később majd megvizsgáljuk, a DMM voltmérő állásban megaohm (Mohm) nagyságrendű bemeneti ellenállást mutat, ez pedig gyakorlatilag a telepünk számára terheletlen helyzetet jelent. A másik megjegyzés, hogy a terheletlen áramforráson mérhető feszültséget kapocsfeszültségnek (U_k) szoktuk nevezni.

Az R_t = 360 ohm terhelő ellenálláson keresztül a telep I = 25,1 mA áramot tudott biztosítani (**1.38. ábra**). Számoljuk ki, hogy mekkora feszültség volt ekkor az R_t ellenálláson:

$$U = I\ \ Rt = \\ = 25{,}1\ \ 10^{-3}\ \text{A}\ \ 360\ \text{ohm} = 9{,}036\ \text{V}.$$

A 9,44 V-os U_k és az ellenálláson lévő feszültség különbsége

$$9{,}44\ \text{V} - 9{,}036\ \text{V} = 0{,}404\ \text{V}.$$

Ez a feszültség a telep belső ellenállásán (Rb) esik. Adott tehát a telep belső ellenállásán folyó I áram (ami megegyezik az Rt áramával, azaz 25,1 mA) és a rajta eső feszültség (0,404 V). Ezekből az adatokból pedig kiszámolható a belső ellenállás értéke:

$$R_b = 0{,}404\ \text{V}/25\ \ 10^{-3}\ \text{A} = 16\ \text{ohm}.$$

Ha a terhelő ellenállás a belső ellenálláshoz közeli értékű, a belső ellenálláson eső feszültség jelentős nagyságú. Ha 4-5 nagyságrenddel nagyobb értékű a terhelés mint a belső ellenállás, már közelebb lesz a terhelés feszültsége a kapocsfeszültséghez. Minderre a feszültségosztással kapcsolatban még visszatérünk.

A változtatható ellenállás (potenciométer) és a feszültségosztás

Az elektronikus kapcsolásokban nemcsak állandó értékű ellenállásokat használunk, vannak változó értékűek és változtatható értékűek is. A változó értékűeket érzékelőként, szenzorként használjuk. Beszerezhető pl. fénytől, hőtől függő ellenállás. A változtatható ellenállás, a potenciométer értékét az áramkör felhasználója tudja beállítani. Ezek kényelmes állítási lehetőséget nyújtanak, melyeket vagy a tengelyük forgatásával, vagy egy egyenes mentén mozgatható tolóka eltolásával lehet változtatni. A potenciométer rajzjele az **1.39.a ábrán** látható. Ha a **1.39.b ábra** szerint használjuk a potenciométert, akkor a jobb oldali csatlakozópontok között az ellenállás értékét 0 és a teljes érték között tetszőlegesen be tudjuk állítani. Egy 10 kohmos potenciométer esetén a kapott ellenállás a tolóka (csúszka) helyzetétől függően 0...10 kohm közötti. Az **1.40. ábrán** miniatűr kivitelű 10 kohmos potenciométert használtunk fel az 1.39.b ábra szerinti bekötéssel. Ennek a kis, ún. *trimmer*-potenciométernek nem kézzel, hanem csavarhúzóval lehet forgatni a csúszkáját, a tengelye nincs kivezetve. A méréskor éppen olyan helyzetben volt, hogy a műszer 6,94 kohmot mutatott.

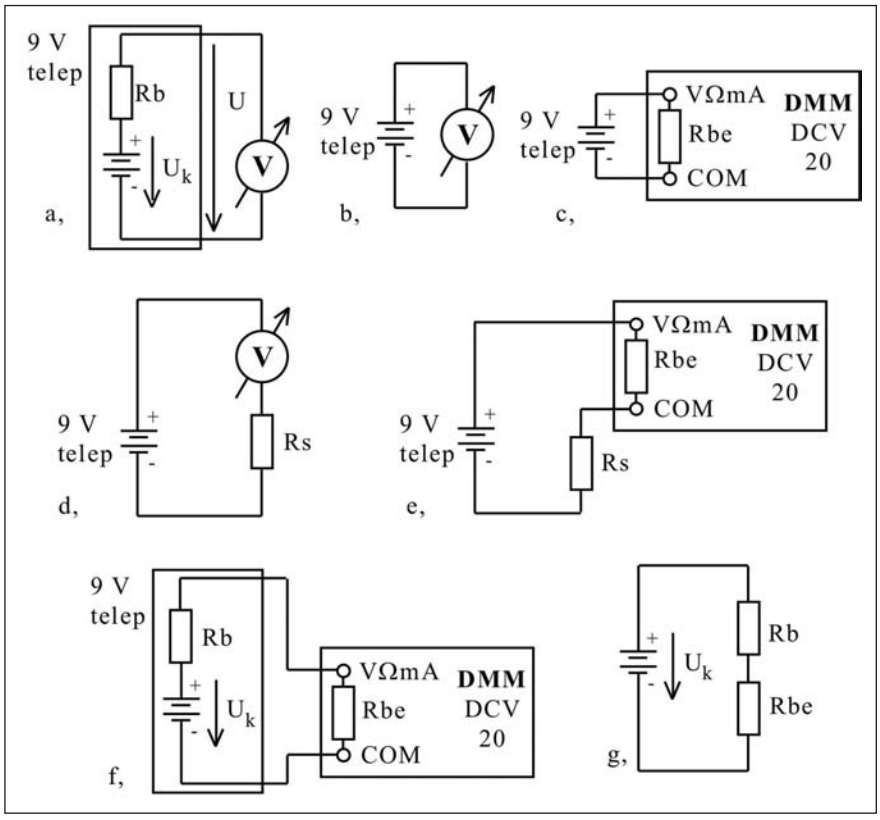
A potenciométer segítségével megoldható, hogy a rendelkezésre álló feszültségnél kisebbet állítsunk elő. Az **1.41.a ábrán** a kiindulási feszültség 9 V, s a csúszka és a potenciométer alsó kivezetése között változtatható, 0 V...9 V közötti feszültséget lehet előállítani a megfelelő csúszkahelyzet beállításával. Nevezzük el a csúszka és a felső pont közötti ellenállásrészt R1-nek, a csúszka és az alsó pont közöttit R2-nek, ekkor az **1.41.b ábrarészlet** szerinti kapcsolás áll előttünk. Itt általánosan U jelöli a beérkező feszültséget, az R2-n kialakuló értéket pedig U_2. Az elektrotechnikában ezt a kapcsolási elrendezést feszültségosztónak nevezzük. Az U_2 természetesen kisebb, mint az U, az értékét a feszültségosztó képlettel lehet kiszámolni:

$$U_2 \quad U \frac{R2}{R1+R2}.$$

Ha a bemenő feszültség 9 V, a potenciométert pedig úgy állítjuk be, hogy a csúszka és a felső pont közötti rész ellenállása 8 kohm legyen, a csúszka és az alsó pont közötti pedig 2 kohm (**1.41.c ábra**), akkor a képlet alapján 1,8 V adódik az R2-n kialakuló U_2 értékére. A felső ellenállásrészen nyilvánvalóan 9 V – 1,8 V = 7,2 V feszültség esik. Ezt az értéket a feszültségosztó képlettel is megkapjuk, ha a keresett feszültségnek megfelelően a képlet számlálójába nem az R2-t, hanem az R1-et, azaz a 8 kohmost helyettesítjük be. A feszültségosztó képletnek a következő kísérletünkben nagy hasznát fogjuk venni!

A voltmérő ellenállása

Amint láttuk, a voltmérő csatlakozó vezetékeit azokhoz a pontokhoz kapcsoljuk, ahol a feszültségre kíváncsiak vagyunk. Ha az 1.41.c ábrán az U_2 érdekel bennünket, akkor a voltmérőt az R2-vel párhuzamosan kapcsoljuk. Az ideális voltmérőnek végtelen nagy a



1.42. ábra

bemenő ellenállása, így valóban az U_2-t fogja mérni. Ha a voltmérő bemenő ellenállása (Rbe) kisebb érték, párhuzamosan kapcsolva R2-vel megváltoznak az ellenállás-viszonyok, s az eredeti U_2 helyett más értéket fogunk mérni. (Az ellenállások párhuzamos és soros kapcsolásaival a későbbiekben majd részletesen foglalkozunk.)

Mérjük meg a rádiótelep feszültségét a DMM-mel: 9,2 V-ot látunk a műszeren. Ez az elrendezés az **1.42.a ábrának** felel meg. A 9 V-os telepnek itt bejelöltük a belső ellenállását (Rb) is. A terhelt telep csatlakozóin U feszültség jelenik meg, ami kisebb, mint a terheletlen telep kapocsfeszültsége (U_k). A továbbiakban kiderül majd, hogy a feszültségmérés során a belső ellenállást el lehet hanyagolni, a számításaink egyszerűsítése érdekében (a pontosságot gyakorlatilag nem rontva) egyelőre így teszünk. Úgy kezeljük tehát a telepet, mintha a csatlakozóin a kapocsfeszültsége jelenne meg (**1.42.b ábra**). A voltmérőnél azonban a bemenő ellenállást figyelembe kell vennünk, mert éppen ennek a hatását vizsgáljuk (**1.42.c ábra**). Mi történik, ha a voltmérővel egy ellenállást (Rs) kötünk sorba, azaz az **1.42.d ábra** szerint alakítjuk ki az áramkört? A voltmérő bemenő ellenállását is feltüntető **1.42.e ábrán** felismerhető a feszültségosztó elrendezés.

Az **1.43. ábrán** a kiválasztott soros ellenállást, aminek a felirata szerint 910 kohm az értéke, megmértük DMM-mel. A méréskor 890 kohm (0,89 Mohm) értéket kaptunk, ezzel fogunk tehát számolni. A 91 számérték csak az 5%-os értéksorban szerepel a **1.3. táblázat** szerint, feltehetőleg az ellenállásunk ilyen tűrésű. Ennek megfelelően a lehetséges valódi érték 864,5 kohm... 955,5 kohm között lehet. Látható, hogy a mért értékünk ezen a tartományon belül van. Az **1.44. ábrán** látható az 1.42.d ábrának megfelelő kísérleti elrendezés, valamint az is, hogy a voltmérő az előbbi 9,2 V helyett csak 4,83 V-ot mutat! A feszültségosztó két ellenállása Rbe és Rs = 0,89 Mohm, a bemenő feszültség pedig 9,2 V. Írjuk fel a feszültségosztás képletét az Rbe ellenálláson kialakuló feszültségre:

$$4{,}33\ \text{V} = 9{,}2\ \text{V}\frac{\text{Rbe}}{\text{Rbe} + 0{,}89\ 10^6}.$$

Az Rbe értéket kifejezve Rbe = 0,98 10^6 ohm = 0,98 Mohm adódik, azaz a műszerünk bemenő ellenállása (egyenfeszültség mérésekor) közel 1 Mohm. Most pedig térjünk vissza a telep belső ellenállásának (Rb) vizsgálatához. Jogos volt-e az a lépésünk, hogy az előző mérések során eltekintettünk ettől, azaz zérus értékűként kezeltük? Egészítsük ki az 1.42.c ábrán látható kapcsolási rajzot a telep belső ellenállásával! Az 1.42.f ábrán látható az így kialakló kapcsolás. Ezt kissé átrajzolva (1.42.g ábra) már egyértelmű, hogy feszültségosztás jelentkezik, a telep belső ellenállása (Rb) és a műszer bemenő ellenállása (Rbe) között. Írjuk fel a műszer kapcsain fellépő feszültség (U_{Rbe}) értékét a feszültségosztás képletének felhasználásával:

$$U_{Rbe} \quad U_k \frac{\text{Rbe}}{\text{Rbe} + \text{Rb}}.$$

Vezessünk be egy K tényezőt, amelyik megmutatja, hogy az Rbe értéke hányszorosa az Rb értékének, azaz

$$K = \text{Rbe}/\text{Rb}.$$

A feszültségosztó képletünkben a törtkifejezés minden tagját osszuk el Rb értékkel:

$$U_{Rbe} \quad U_k \frac{\dfrac{\text{Rbe}}{\text{Rb}}}{\dfrac{\text{Rbe}}{\text{Rb}} \quad \dfrac{\text{Rb}}{\text{Rb}}} \quad U_k \frac{K}{K \quad 1}.$$

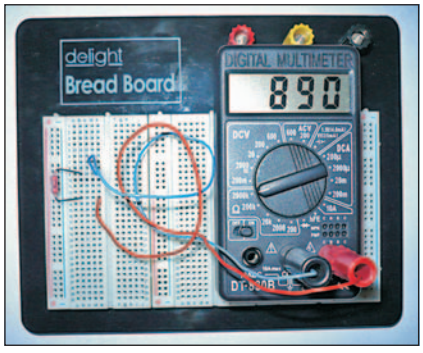
A műszerünk bemenő ellenállása közel 1 MOhm, a telep belső ellenállása 16 ohm. A K értéke így K = Rbe/Rb = = 1 000 000/16 = 62 500. A K/(K+1) szorzó értéke így adódik:

$$K/(K + 1) =$$
$$= 62\ 500/(62\ 500 + 1) = 0{,}999\ 984.$$

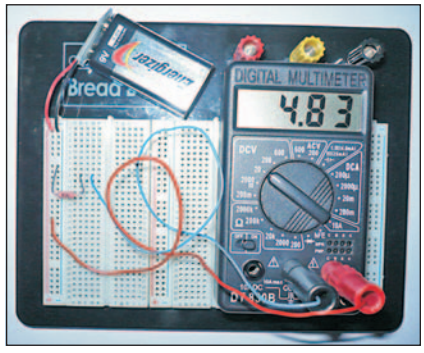
A belső ellenállás figyelmen kívül hagyása ilyen arányban változtatta meg a számított értékek pontosságát. A kapocsfeszültség 0,999 984-szerese helyett vettük figyelembe magát a kapocsfeszültséget, ez a számítási hiba valóban elhanyagolható! Más a helyzet, ha a terhelő ellenállás értéke közel megegyezik a belső ellenállással, vagy csak kevéssel nagyobb annál, ilyenkor figyelembe kell venni! Ha pl. 500 ohmos terhelést kapcsolunk a telepre, a K = 500/16 = 31,25, a K/(K + 1) szorzótényező pedig 0,969. Ez azt jelenti, hogy ha a kapocsfeszültség 9,2 V, a terhelésen már csak 8,91 V jelenik meg!

Teszteljünk diódákat!

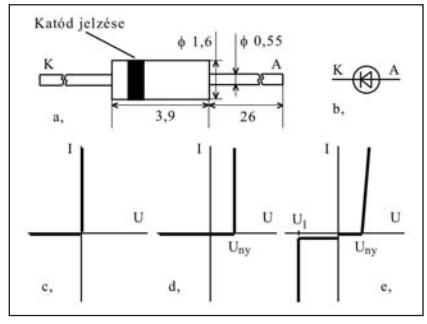
A DMM alkalmas diódák tesztelésére is. Ma már szinte kizárólag félvezető diódákat használunk, az elektronika korai sza-



1.43. ábra



1.44. ábra

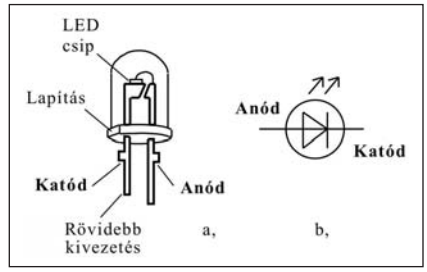


1.45. ábra

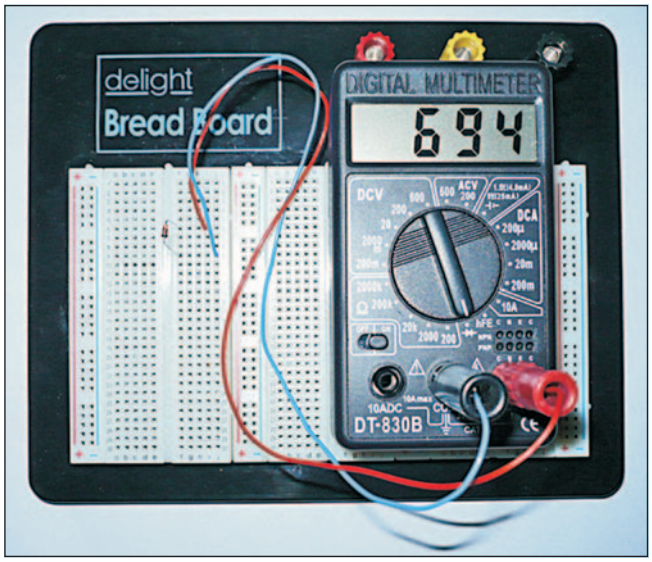
kaszában más megoldásokat alkalmaztak (pl. dióda elektroncsövet, szelén-egyenirányítót stb.). A félvezető dióda egy olyan germánium (Ge) vagy szilícium (Si) tömb, melynek egyik felét (anód oldal) p-típusú, a másik felét (katód oldal) n-típusú adalékanyaggal kezelték. Az így kialakított p- és n-jellegű térfogatrészek határfelülete, a p-n átmenet valósítja meg a dióda-működést. Kísérleti példányunk egy kisméretű, elterjedten használt Si dióda, az 1N4148. (Az interneten megtalálható a részletes katalógusa. Az elektronikus alkatrészek katalógusadatait hajdanán atlaszokban kiadták, az elektronikával foglalkozók polcain ott sorakoztak a diódaatlaszok, a tranzisztoratlaszok stb. Már évtizedek óta nem készülnek ilyen kiadványok, mindenki az internetet használja a katalógusoldalak tanulmányozására.) A katalógusban az 1N4148 bekötése az **1.45.a ábra** szerinti, a tokozása üvegből készül. Az üvegtesten az egyik kivezetés közelében fekete csíkot helyeztek el, ez jelzi a katód csatlakozást. Ennek a tokozásnak a hivatalos megnevezése SOD27, illetve DO-35. Az **1.45.b ábrán** a dióda rajzjelét tüntettük fel.

A dióda, kicsit eltúlozva, olyan áramköri elem, mely a rákapcsolt feszültség polaritásától függően vezetőként vagy szakadásként viselkedik. (A továbbiakban pontosítani fogjuk majd a viselkedését.) Ha az anódjára a katódhoz képest pozitív feszültséget kapcsolunk, vezetni fog. Ebben a vezető állapotban (nyitó irány) a diódán az anyagától függő feszültség esik (Uny), az áram értékét pedig külső ellenállással kell korlátozni (a dióda belső ellenállása ilyen helyzetben igen kicsiny). Egy diódát *soha nem szabad nyitó irányban közvetlenül rákapcsolni egy feszültségforrásra*, mert tönkremegy! A fordított polaritású feszültség hatására a dióda lezár, nem vezet.

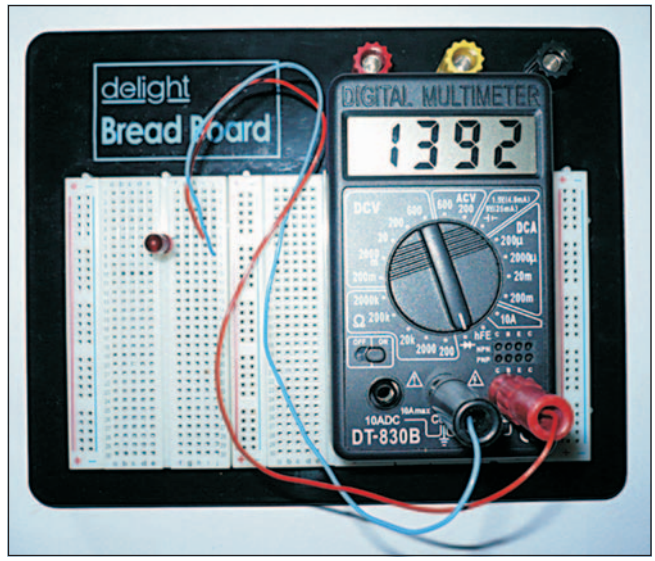
A dióda viselkedését sokszor elég úgy megközelíteni, hogy nyitó irányban rövidzárként, záró irányban szakadásként viselkedik, ezt az **1.45.c ábrán** látható karakterisztika fejezi ki. Mivel azonban a nyitó irányú feszültségesés sokszor befolyásolja a működést, pontosabb az **1.45.d ábrán** látható karakterisztika. Itt nyitó irányban a dióda belső ellenállása zérus, de egy állandó Uny feszültség van jelen a csatlakozópontjai között. Az **1.45.e ábrán** látható karakterisztika már sokkal pontosabb. Látható, hogy a nyitó irányban működő diódán az átfolyó áramtól kissé függ a feszültség értéke. A záró irányú viselkedés sem szakadás, minden diódának van ún. szivárgási árama. Még egy fontos jellemző látható itt, a *záró irányú feszültség nem lehet tetszőlegesen nagy!*



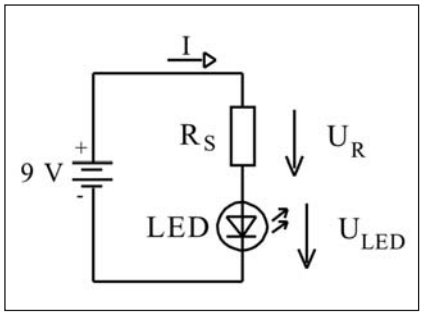
1.47. ábra



1.46. ábra



1.48. ábra



1.49. ábra

Egy bizonyos értéknél (letörési feszültség, U_l) a diódán igen nagy áram folyik keresztül, ami azonnali tönkremenetelhez vezet. Készülnek olyan diódák, melyeket a letörési tartományban üzemszerűen lehet használni, ezek a zener- (ejtsd: céner-) diódák, melyekkel később meg fogunk ismerkedni. A pontos dióda-karakterisztikák abban különböznek az 1.45.e ábrán szereplőtől, hogy az egyes szakaszok találkozásánál az átmenetek íveltek. Az 1N4148 legnagyobb megengedett záró irányú feszültsége 100 V, a nyitó irányú áramának felső határa 200 mA.

A DMM dióda-teszt állásban 1,5 mA áramot vezet át a diódán, ha azt nyitó irányban vizsgáljuk, azaz a műszer COM csatlakozójához a katódot kapcsoljuk hozzá. Az **1.46. ábrán** látható, hogy a kijelzőn 694 jelenik meg. A műszer ebben a működési módban a diódán eső feszültséget jelzi ki, mV (millivolt) értékben. A diódánkon tehát 694 mV feszültség van jelen nyitó irányban (1,5 mA-es áram esetén), azaz U_{ny} = 0,694. Szilícium diódák esetében ez az érték általában kb. 0,6...0,7 V, germánium diódák esetén alacsonyabb, kis áramok mellett 0,2 V...0,3 V közé esik. Ha a teszt során a diódát záró irányban csatlakoztatjuk (a COM feliratú műszerkivezetést a dióda anódjára kötjük rá), akkor a kijelző bal szélén az 1 számjegylátható.

Mivel a LED (Light Emitting Diode, fénykibocsátó dióda) nem egyéb, mint egy világító dióda, a DMM dióda-tesztelő lehetőségét LED-ek vizsgálatára is fel lehet használni. A LED nyitó irányú kapcsolásban ad fényt. A LED-eken nem találunk jelölést vagy feliratot. A tokozásuk (**1.47.a ábra**) vagy a kibocsátott fénnyel megegyező színű, vagy víztiszta műanyag henger, felül általában félgömb alakkal lezárva. Alul nagyobb átmérőjű keskeny peremet alakítanak ki, amit a katód-kivezetés oldalán egy kis darabon lelapítottak. De felismerhető a katód akkor is, ha belenézünk a LED belsejébe. A katód-kivezetés szokta tartani a LED csipet, ezért kiszélesedő felső része van. Az anód-kivezetésen nincs ilyen nagyméretű kiszélesedés. Végül azzal is megjelölik a katód-csatlakozást, hogy az a kivezetés valamivel rövidebb, mint az anódé. Az **1.47.b ábrán** a LED rajzjelét láthatjuk.

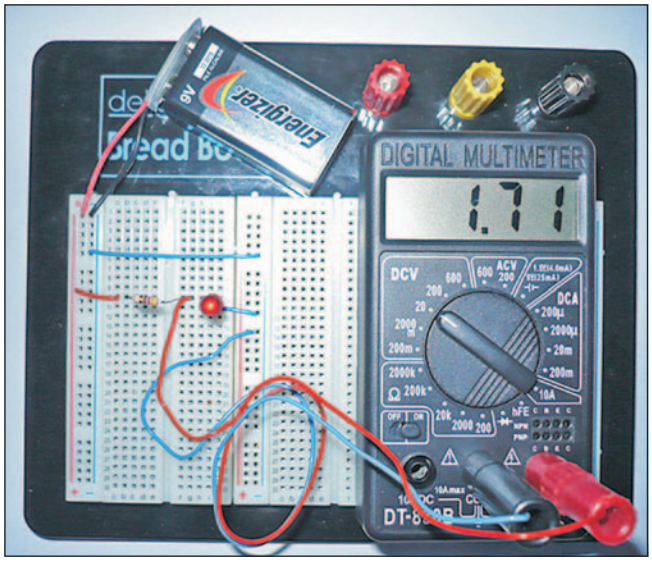
Kapcsoljunk egy 5 mm-es piros LED-et záró irányban a DMM-hez dióda-teszt állásban! Ha a LED valóban záró irányban van csatlakoztatva, nincs átütve, nem zárlatos, ismét egy 1-es szám látható a kijelző bal szélén. Fordítsuk meg a LED-et! A kijelzőn 1392 mV, azaz 1,392 V olvasható le (**1.48. ábra**), a LED pedig egészen gyengén világít. Ennek az a magyarázata, hogy a hagyományos LED-ek üzemi nyitó irányú árama 5 mA...20 mA közötti, ilyen érték esetén világítanak erős fénnyel. Ilyen áramértékhez adják meg a katalógusokban a nyitó irányú feszültség értékét is. A DMM azonban, mint láttuk, csak 1,5 mA áramot hajt keresztül a tesztelt diódán, ilyen áram mellett a nyitó irányú feszültség kisebb, és a LED nem világít normál fényerővel.

A világító LED-ek mérése

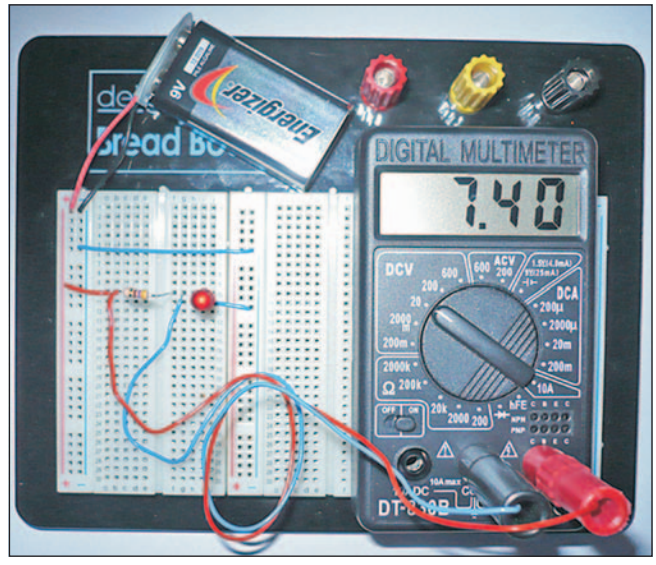
A dióda-teszt vizsgálat a világító diódákat nem a névleges működési tartományban vizsgálja. Ha a 9 V-os rádiótelepről működtetjük a LED-et, a nyitó irányú áramot egy soros ellenállással (Rs) kell korlátoznunk (**1.49. ábra**).

Az áramkorlátozó Rs ellenállás legyen 470 ohm. (A pontosabb számolás érdekében megmértük ellenállásunkat, az 455 ohmosnak mutatkozott. Színkódolt példány, a sárga, lila, barna sávok 470 ohmra utalnak, a negyedik, az arany sáv pedig 5%-os tűrést mutat. A 470 ohmos ellenállás megengedett értéktartománya ennek megfelelően 446,5 ohm...493,5 ohm, a 455 ohmos érték tehát megfelel a színkódnak.)

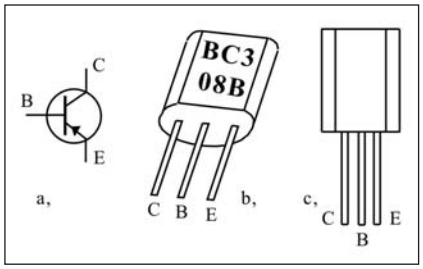
Az **1.49. ábra** szerinti kapcsolást először egy piros, 5 mm-es LED-del állítottuk össze. Megmértük a világító LED-en fellépő feszültséget (**1.50. ábra**, 1,71 V), és az Rs-en lévő feszültséget (**1.51. ábra**, 7,4 V). A zöld LED esetén a LED feszültsége 2,04 V, ekkor az ellenálláson 7,07 V esett. A sárga



1.50. ábra



1.51. ábra



1.52. ábra

LED nyitó irányú feszültsége 1,98 V, az ellenálláson 7,12 V mérhető.

A mért értékeket az **1.4. táblázatba** foglaltuk. A táblázat utolsó oszlopába az áramértékeket Ohm-törvény segítségével számoltuk ki (az ellenállás értéke és a rajta lévő feszültség alapján). Mivel 15 mA körüliek az áramértékek, a LED-ek közel teljes fénnyel világítottak. (Egy későbbi részben pontosabban kiszámoljuk majd a LED elé szükséges soros ellenállás értékét, a kívánt nyitó irányú áramnak megfelelően.) Azt is megfigyelhetjük, hogy a különböző színű LED-ek nyitó irányú feszültségesése más és más, ami azzal magyarázható, hogy a vegyi összetételük, azaz az anyaguk is különbözik. (Éppen annak érdekében, hogy a színük a megfelelő legyen.)

Tranzisztor tesztelési lehetőség

A tranzisztor háromrétegű félvezető eszköz. A műszerünk alkalmas a tranzisztorok tesztelésére is, egy BC308B típust fogunk megvizsgálni. Ez szilíciumból (Si) készül, pnp jellegű, azaz a középső rétege (bázis) n-típusú, a két szélső része (emitter és kollektor) p-adalékoltságú. Úgy is készülnek tranzisztorok, hogy a bázis térfogata p-jellegű, a két szélső pedig, az emitter és a kollektor n-jellegű; ezek az npn tranzisztorok. Megvizsgálható a tranzisztor a dióda-tesztelő lehetőséggel is, két lépésben. Tesztelhető az emitter-bázis dióda, majd a bázis-kollektor dióda. Egyszerűbb azonban a tranzisztor-tesztelő lehetőséget használni, ami több információt ad a tranzisztorról.

A pnp tranzisztor rajzjele az **1.52.a ábrán** látható. A teszteléshez ismernünk kell a tranzisztor tokbekötését. A három belső résznek megfelelően három kivezetése, lába van a tranzisztorunknak, melyet ún. TO-92 tokban gyártják. Ez a tokozás egy fekete műanyag henger, amelynek egy részét két alkotó között levágták, ott sík a felület (**1.52.b ábra**). A katalógusokban vagy elölnézetben rajzolják meg TO-92 tokozású tranzisztort (**1.52.c ábra**), vagy alulnézetben. A fémtokozású tranzisztorokat mindig alulnézetben ábrázolják (azoknál a tokozás teljesen hengeres). A tokrajzokon feltüntetik a tranzisztor kivezetéseinek megnevezését is, a mi ábráinkról is leolvasható a bekötés.

A tranzisztoroknak igen sok fajtája van, a bemutatott felépítés a bipoláris tranzisztorok jellemzője. A BC308B teljes megjelölése tehát így szól: *bipoláris, pnp, Si tranzisztor.*

A tranzisztor erősítő elem. A bázisáram változásait erősíti fel, a kollektoráram változása ugyanis a bázisáram többszöröse. E változások hányadosa a tranzisztor kisjelű erősítési tényezője, a h_{21e}. Pl. szinuszos bázisáram esetén a kollektoráram is szinuszos lesz, de az amplitúdója nagyobb.

Ha egyenáramot vezetünk a bázisba, a kollektoráram is állandó lesz. Ilyen esetben a kollektoráram és a bázisáram hányadosa a tranzisztor nagyjelű erősítési tényezője. Ennek az egyik jelölése: h_{FE}. A digitális áramkörökben általában a nagyjelű erősítést használjuk ki, az analóg elektronikában viszont elsősorban a kisjelű erősítésre építik a kapcsolásokat.

A műszerünk a hFE állásban végzi el a tranzisztor tesztelését és a h_{FE} értékét mutatja meg a kijelzőn. Külön foglalat szolgál az npn (a műszer felirata szerint NPN) tranzisztorokhoz, és egy másik a pnp változatokhoz (a műszeren PNP). A BC308B az alsó foglalatba kerül, mivel pnp jellegű. A tranzisztornak három kivezetése van, a műszeren mégis négy csatlakozópont szolgál ki egy tranzisztort! Ennek az a magyarázata, hogy a tranzisztorok tokbekötése nincs szabványosítva, a gyártók pl. a TO-92 tokozás esetén sem minden esetben az **1.52. ábrán** szereplő lábkiosztást használják. Azért van négy pont (C-B-E-C), hogy bármilyen kivezetési elrendezés esetén viszonylag egyszerűen be lehessen dugni a csatlakozóba a tranzisztort. Természetesen minden esetben egy csatlakozópont kihasználatlan marad. Behelyezzük a tranzisztort a PNP jelzésű csatlakozóba, mégpedig „balra zártan”, mivel ott a műszeren a C-B-E jelzések láthatóak, s az 1.52. ábra szerint, ha felénk áll a tokozás lapos része, a tranzisztor kivezetései éppen ilyen sorrendűek. Bedugva a tranzisztort, bekapcsolva a műszert, leolvasható a nagyjelű erősítés értéke (**1.53. ábra**). A kijelzőn 341 látható. Ha tehát egy kapcsolásban 50 mA-es kollektoráramra van szükség, ehhez a bázisáramot

$$50\ \text{mA}/h_{FE} = 50\ \text{mA}/341 = 0{,}147\ \text{mA}$$

értékűre kell beállítanunk.

A BC308B katalógusát is megtaláljuk az interneten. Legnagyobb kollektor-feszültsége 25 V lehet, kollektorárama 100 mA, a megengedett disszipációja 500 mW. A h_{FE} érték a katalógus szerint 180...460 között, a mi mérési eredményünk megfelel ennek, a tranzisztorunk tehát jól működik. A tranzisztor-teszt során a műszerünk $U_{CE} = 2{,}8$ V feszültséget és $I_B = 10$ A bázisáramot használ.

1.4. táblázat. LED mérések eredményei

LED színe	U_{LED} (V)	U_R (V)	I (mA)*
Piros	1,71	7,4	16,26
Sárga	1,98	7,12	15,65
Zöld	2,04	7,07	15,54
* Számított értékek			

1.53. ábra

A képek forrásai:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Veroboard
3. http://www.veroboard.com
4. http://s18.photobucket.com/user/klee27x/media/logicprobe005.jpg.html
5. https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard

(A további képek a szerkesztőség és a szerző felvételei.)

Próbapanelek és hozzá való vezetékek – kezdőknek és haladóknak!

csak **2490 Ft**

Próbapanel kicsi
165 x 55 x 8,5 mm
bekötési pontok száma: 630
fővonal bek. pontok száma: 200

csak **4990 Ft**

Próbapanel nagy
145 x 82 x 8,5 mm
bekötési pontok száma: 900
fővonal bek. pontok száma: 200

Próbapanel vezeték szett: 115 mm 55 db, 160 mm 10 db, 200 mm 5 db, 250 mm 5 db **csak 1490 Ft**

HAM-bazár, Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép, nyitva: H-P. 09–14 óra, csütörtökön 09–17 óra
Postán is elküldjük a postaköltség felszámításával 1374 Budapest, Pf. 603
(06 1) 239-4932 / 36 mell. 239-4933 / 36 mell. hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

2

PMR AKCIÓ a HAM-bazárban! Nyitva: H-P. 09 - 14 óra, csütörtökön: 09 - 17-ig

2 db TLKR T80Extreme szett ára most csak: 54.950 Ft!

és most jár még hozzá 2 db digitális multiméter, ajándékba: + !

Motorola TLKR T80Extreme
(29.950 Ft)
- 2 db PMR adó-vevő
- 0,5 W ERP
- CTCSS, DCS és VOX
- Ütésálló műanyag hordtáska

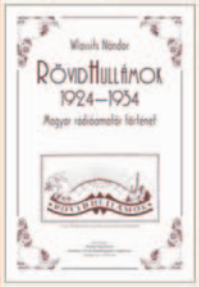
MOTOROLA minőség - ajándék áron!
- Scan üzem
- Csoport mód
- Hívóhangok
- Vibra hívásjelzés
- Rengeteg árban foglalt tartozék!

A PMR-ekről bővebb információ honlapunkon: www.radiovilag.hu/pmradat.htm

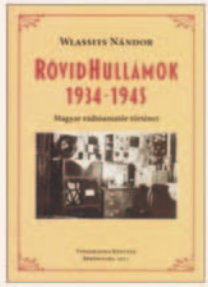
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép (+36 1) 239-4932/36 (+36 1) 239-4933/36
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu www.radiotechnika.hu

3

A hazai rövidhullámozás története +1



Wlassits Nándor
Rövid Hullámok
1924 - 1934
1990 Ft +posta

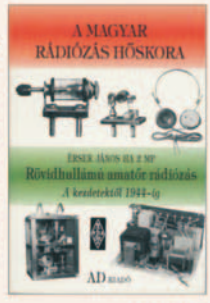


Wlassits Nándor
Rövid Hullámok
1934 - 1945
2990 Ft +posta

Stefanik Pál
A magyar rövidhullámú amatőr rádiózás
1945 - 1955
1990 Ft +posta

Wlassits Nándor
Rádióamatőr-múlt Békés megyében
1954 - 1960
590 Ft +posta

Érsek János
Rövidhullámú amatőr rádiózás
A kezdetektől 1944-ig
1990 Ft +posta



Dr. Falus László
Zelenka László, a rádiótechnika úttörője, a „magyar Edison"
2990 Ft +posta

A 6 db könyv együttes ára: csak 9.990 Ft (+ posta)

Rádiótechnika szerk., HAM-bazár Bpest. XIII., Dagály u. 11.
I. em. folyosóközép H - P. 09 - 14 ó. Cs. 09 - 17 ó.
1374 Budapest, Pf. 603 239-4932/36, 239-4933/36 www.radiovilag.hu
hambazar@radiovilag.hu

1