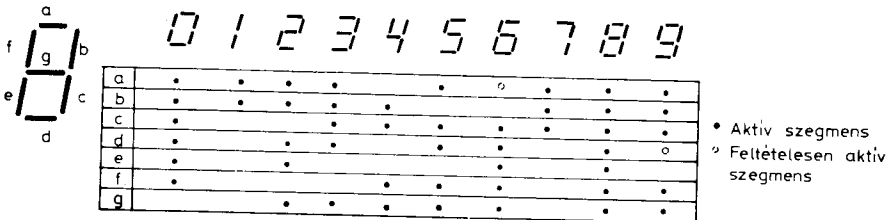


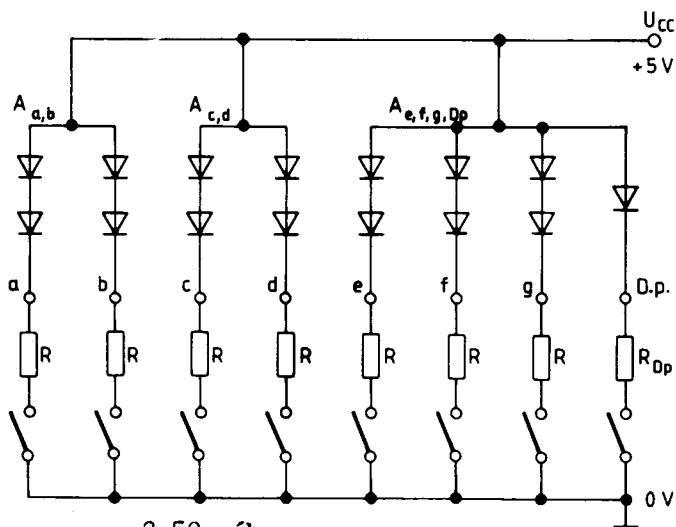
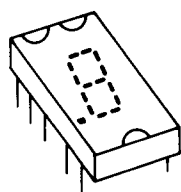
2.3.1. Szám kijelzők

Legegyszerűbb esetben (kalkulátorokban, elektronikus műszerekben, stb.) csak számok kijelzésére a 7-vonalas (seven segment) megjelenítést használjuk, mert ehhez kell a lehető legkevesebb kép-elem, bár a számjegyek szépsége vitatható. A szokásos formákat a szegmensek betűjelével a 2.49. ábra mutatja. A táblázatból megállapítható, hogy egy-egy szegmensre melyik szám



2.49. ábra.

kialakításakor van szükség. A 9-nél nagyobb számokra decimális kijelzés esetére nincs előírás, hiszen ilyen eset nem fordulhat elő decimális rendszerben. A 7-vonalas LED számkijelző talán a leggyakrabban használt eszköz néhány jegyből álló számok megjelenítésére. Nagy előnye a "szilárdtest megbízhatóság" és élettartam (100 000 h üzemidő után a fényemisszió max 10 %-kal csökken). Sokféle változatban gyártják: mérete néhány mm-es számjegy magasságtól, (kalkulátorhoz) néhány cm-ig terjed. Színe legtöbbször piros, de használnak sárga, zöld kijelzőket is. Előny, hogy a LED-es kijelzőnek saját fénye van, így rossz megvilágítású helyeken jól leolvasható. Hátrány, hogy a kívánt fényerőtől függő, viszonylag nagy áramot kell átfolyatnunk a szegmenseken: "kis" kijelzőknél 0,1...2 mA, nagyobbaknál 2...20 mA a nyitóáram igény. Egy-egy szegmensben legtöbbször két darab elemi LED van sorbakötve, így az igényelt nyitófeszültség 3,2...3,4 V körüli. A hét vonalon kívül a kijelzőben általában tizedes pont is van, ennek egyszeres a nyitófeszültsége (!). A hét szegmens és a tizedes pont diódáinak elektródjait nem vezetik ki egyenként; vagy az anódokat, vagy a katódokat a kijelző token belül összekötik és egyetlen kivezetésre, vagy csoportonként egy-egy kivezetésre hozzák ki. Előbbi



2.50. ábra.

az un. közös anódu, utóbbi a közös katódu típus. Közös anódu pl. a TIL 302 típus, amely a LED-vonalakat átlátszó tokban tartalmazza és meglehetősen "éles fénye" van (2.50. ábra). Más típusokban diffuzorokkal ellátott, egyenletesebben (de általában még rosszabb hatásfokkal) kivilágított vonalakat találunk (pl. LITRONIX DL... sorozat). A 2.50. ábra a meghajtás vázlatát is mutatja: a közös anódot a szokásos +5 V-os tápfeszültségre kötjük, minden diódával sorosan áramkorlátozó ellenállást kapcsolunk, és a megfelelő szegmens a hozzá tartozó "le-huzó" kapcsoló bekapcsolásával világítható ki (sajnos a közös anód vezetékébe elhelyezett egyetlen korlátozó ellenállás nem elegendő, mert a fogyasztás változó - gondoljunk pl. az 1-es és 8-as szám kijelzése közötti különbségre!). Az ellenállások méretezése a kívánt fényerőhöz szükséges áram ismeretében Ohm törvénye alapján történik. A szegmens-diódák soros korlátozó ellenállása, ha a kapcsolókon maradó feszültséget elhanyagoljuk:

$$R = \frac{U_{CC} - 2U_D}{I_D} \approx \frac{5V - 3,3V}{I_D} = \frac{1,7V}{I_D}$$

$$(pl.: R = \frac{1,7V}{15 \text{ mA}} \approx 100 \Omega).$$

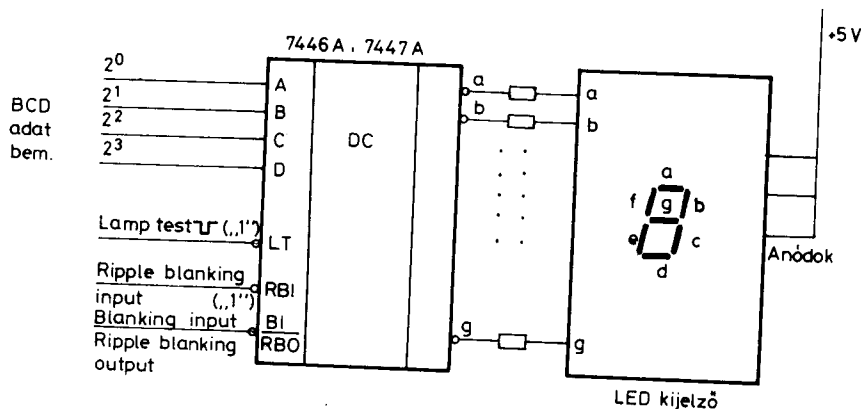
és:

$$R_{D.p} = \frac{U_{CC} - U_D}{I_D} \approx \frac{5V - 1,65V}{I_D}$$

$$(pl.: R_{D.p} = \frac{3,35V}{10 \text{ mA}} \approx 330 \Omega)$$

a tizedespont diódájának soros korlátozó ellenállása. (Megjegyzendő, hogy a közös katódú típusok meghajtása azonos elven történik, csupán a "kapcsolók" elhelyezése más: a $+U_{CC}$ -re menő, korlátozó ellenállásokkal ellátott anód ágakban "húzzák fel" a feszültséget.)

Meghajtó áramkörként - főleg közös anódú típusokhoz - a "kapcsoló" funkció ellátására a 7-vonalas dekódoló-meghajtó áramkörök széles választéka ismert. Leggyakrabban BCD-jegyeket kívánunk kijelezni, ehhez kaphatók a BCD-7-vonalas (BCD-seven segment) dekódoló változatok. A TTL családban erre a célra legismertebb, legtöbbször használt típus a 7446A és 7447A (30 V, 40 mA, ill. 15 V, 40 mA kimeneti határadataival). Adat bemenetükre (A, B, C, D) a BCD jelet kell vezetnünk, a...g kimeneteire az áram-korlátozott kijelző katód-ágakat kell bekötnünk, az aktív 0 kimenetek a bemeneti adatnak megfelelő szegmenst "kigyújtják" (2.51. ábra). A 15-ös bináris szám érkezése esetén a kijelző kialszik.



0123456789c34568
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

2.51. ábra.

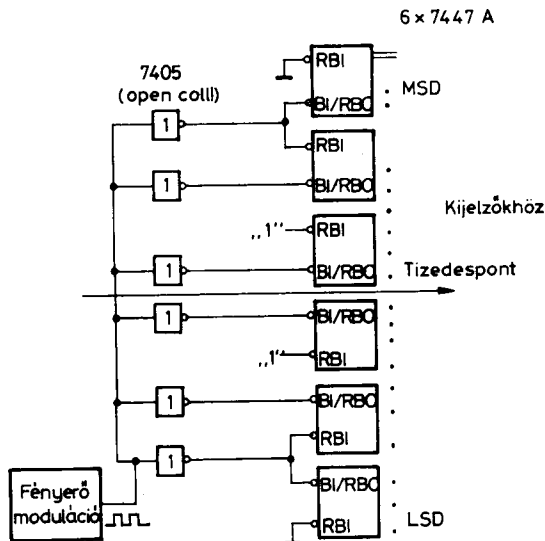
Egyéb, vezérlő bemeneteket is találunk e típusokon:

LT (Lamp Test = "lámpa ellenőrzés"): ha ezt "0"-ba visszük, akkor valamennyi szegmens világít, így ellenőrizhető a kijelző hiánytalan működése.

RBI (Ripple Blanking Input, értelmezése soros kioltó bemenet): ha ezt a bemenetet 0-ba visszük, akkor a kijelző kialszik BCD zérus adatbemenetek esetén.

BI/RBO (Blanking Input/ripple Blanking Output, kioltó bemenet /soros kioltó kimenet): ez egyszerre bemenet és kimenet (éppen ezért csak nyitott kollektoros áramkörrel, vagyis csak 0-ba huzással szabad vezérelni). Ha erre 0 szintet adunk, a dekódoló összes kimenete 1 lesz, a kijelző kialszik, függetlenül a bemenetek állapotától. Ha kimenetnek használjuk, akkor ezen a ponton 0 jelet kapunk zérus kijelzendő szám esetében, feltéve, hogy az RBI bemenet 0 vezérlést kap.

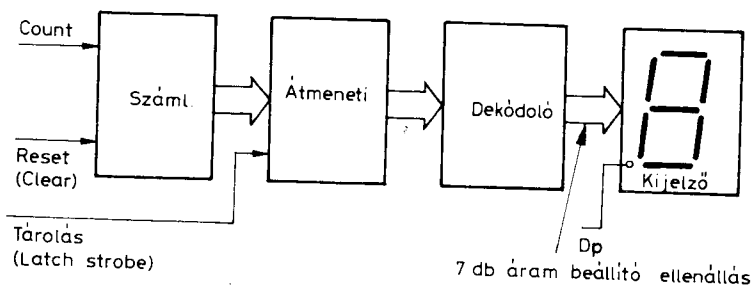
A két utóbbi bemenet (ki- bemenet) a "felesleges nullák" kioltására használható egy több digitos kijelzőben (pl. 001,030 helyett: 1,03 - vagyis rögzített tizedes vessző esetén az MSD felől minden, egymás után következő nullát kioltunk, kivéve a tizedes vessző előtti jegyet, ugyanígy az LSD felől az egymást követő nullákat kioltjuk, kivéve a tizedes vessző mellet-



2.52. ábra.

ti jegyet - erre mutat példát 6 digitos esetre a 2.52. ábra, középen rögzített tizedes vesszővel). A BI/RBO ezenkívül "fénymodulációra" használható; a kijelző fényereje veszteség nélkül folyamatosan változtatható 0-ról az áramkorlátozás által meghatározott maximumig, ha a dekódolókat periódikusan letiltjuk, ill. engedélyezzük, és ezt változtatható idő-arányban végezzük egy változtatható kitöltési tényezőjű négyszögjellel. A kijelzőket ki- bekapcsolgató négyszögjel frekvenciájának olyannak kell lennie, hogy a szem a villogást ne észlelje, csak az átlagot (n.100 Hz...n.1 kHz) - részleteket a katalógusból és az irodalomból [1] tudhatjuk meg.

Nemcsak a TTL, hanem a CMOS áramkör családban is van BCD-7-vonalas kódoló. A régebbi, hagyományos típusok (pl. CD 4056A) közismerten nem alkalmasak LED-es kijelzők meghajtására, csak LCD (folyadékkristályos - l. később) eszközökhöz, kis kimeneti áramuk miatt. Ujabban már CMOS dekódoló-LED meghajtó áramkörök is vannak, mint pl. a MOTOROLA MC 1543B, MC 1544B ($I_{max} = 10 \text{ mA}$).



2.53. ábra.

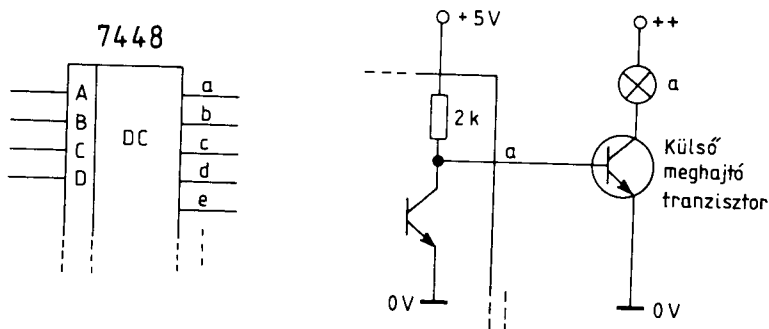
Szintén "második generációs" dekódolóknak mondhatók azok, amelyek a decimális kijelzésben a kijelzett eredmény előállításában szokásosan résztvevő áramköri egységeket is tartalmazzák; legtöbbször egy BCD számlálóval adott ideig impulzusokat kell számolnunk (számláló-készülékek, frekvencia-időmérők, fordulatszámérők, egyes analóg-digitál átalakítók), majd a számolási ciklus végétével a számláló tartalmát egy átmeneti tárolóba kell írunk, és ezt kell dekódolva kijeleznünk. A tárolás megtörténte után, a számláló azonnal új ciklusba kezdhet, a kijelzőn nem lép fel zavaró villódzás, hiszen a tároló

"tartja" az utolsó eredményt, és csak az újabb ciklus végén íródik át tartalma az új kijelzendő számértékre, amit ismét tart, és így tovább. Az ehhez szükséges elrendezés tömbvázlatát mutatja a 2.53. ábra. "Hagyományosan" ez pl. egy 7490-es dekád-számlálóból, egy 7475-ös vagy 74175-ös tárolóból és egy 7447A dekódoló-meghajtóból építhető fel, ehhez csatlakoztatható a kijelző - mindez egyetlen számjegyhez! Ezeket az amugyis össze-rendelt áramköröket egyetlen tokban tartalmazza pl. a 74143-as (igaz, hogy 24 kivezetésű) áramkör. A kijelzőre menő kimenetek áramgenerátorosak, kimondottan LED-meghajtáshoz készültek (15 mA húzóárammal). Ez nagy előny, mert megtakarítjuk a digitenként szükséges 7 db árambeállító ellenállást!

Még jobban takarékoskodhatunk hellyel, huzalozással, anyaggal, ha az optoelektronikus eszközök között nyilvántartott integrált LED kijelző egységeket használjuk. Alakjuk hasonló a 2.50. ábrán láthatóhoz. A kissé megnövelt hosszúságú átlátszó tokban benne van az integrált áramköri lapka is, amely pl. a TIL 306-307-es típusok esetében tartalmazza a 2.53. ábrán felvázolt, számláláshoz, tároláshoz, kijelzéshez szükséges összes elektronikát, csupán a megfelelő vezérlésről kell gondoskodnunk. Van olyan változat, amely számlálót nem tartalmaz, "csak" tárolót, kódoló-meghajtót és kijelzőt arra az esetre, ha nem impulzusszámot, hanem adott pillanatban előálló párhuzamos BCD adatot kívánunk megjeleníteni (TIL 308-309). Az integrált LED kijelző egységek ma már kevésbé drágák, felhasználásukkal a készülékek mechanikai, villamos felépítése egyszerűsödik (lényegesen egyszerűbb nyomtatás, kevesebb forrasztás, stb.), tehát alkalmazásuk mindenképpen gazdaságos.

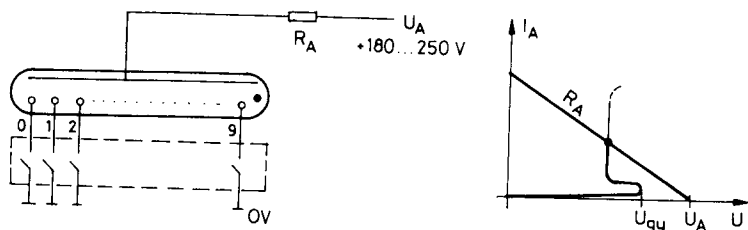
A "szilárdtest" LED kijelzőkön kívül, sokféle más kijelző típust használunk még a gyakorlatban. Nagyméretű, nagy fényerejű megjelenítéshez ma is sokszor izzószálas, izzólámpás eszközöket veszünk igénybe, számkijelzéshez ezeket is legtöbbször 7-vonalas elrendezésben. Rendszerint nagy a teljesítmény igényük, ezért nem közvetlenül a dekódoló kimenetéről, hanem szegmensenként legalább egy-egy teljesítménytranzisztor (esetleg tirisztor) közbeiktatásával hajtjuk meg őket. Erre a célra aktív 1 kimenetű dekódolót kell használnunk, mint pl. a TTL 7448-as típust (2.54. ábra). A külső meghajtó tranzisztorok bá-

zsisát közvetlenül csatlakoztatjuk a kimenetekhez, mert az IC-ben lévő $2\text{ k}\Omega$ -os felhúzó ellenállások látják el a bázis-áram-beállítás, korlátozás szerepét (kb. 2 mA). A külső meghajtó tranzisztorok kollektor munkaelőfeszítése a megfelelő szegmenshez tartozó izzólámpa, vagy izzólámpa-sor. Nagyobb áramigény esetén Darlington-meghajtót kell alkalmaznunk.

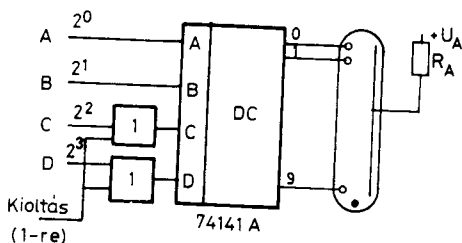


2.54. ábra.

A "hagyományos" (de még néha megtalálható) kijelző fajták között említettük a gáztöltésű számkijelző (NIXIE) csöveket. Jellemzőjük, hogy meglehetősen nagy, $180\ldots 250\text{ V}$ -os anódfeszültség, és ehhez alkalmas meghajtó áramkör kell a működtetésükhöz.



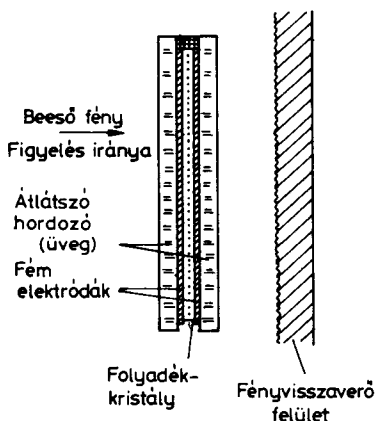
2.55. ábra.



2.56. ábra.

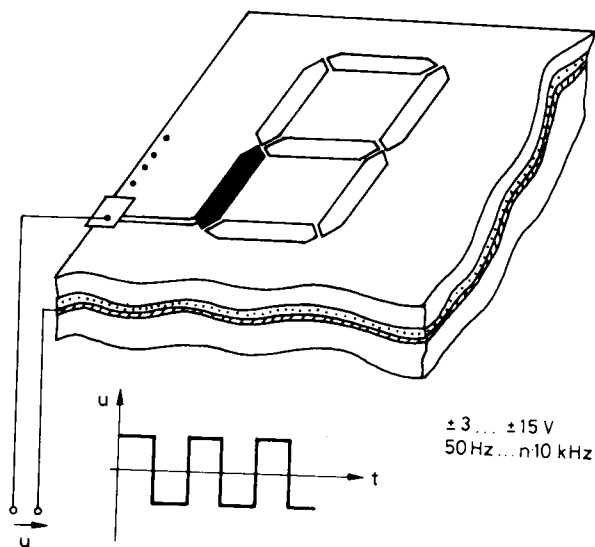
Az anódot korlátozó munkaellenálláson keresztül erre az anód-feszültségre kapcsoljuk és a kívánt számot a 10 db, számjegy alakú katód valamelyikének 0 V-ra vitelével jelenítjük meg: ezt a katódot piros vagy narancs színű "ködfény" veszi körül (az áram ezen a katódon 1-2 mA). Most elegendő egyetlen R_A korlátozó ellenállás, mivel értelemszerűen egy időben csak egyetlen katód "gyújt be" (a cső karakterisztikája és munkapont szerkesztése is látható a 2.55. ábrán: U_{gy} a gyújtási feszültség, ennél mindenképpen nagyobb tápfeszültség szükséges). A NIXIE csőhöz szinte kizárólagosan a TTL 74141 dekódoló-meghajtó áramkört használják (2.56. ábra), ami végeredményben egy "tisztá" BCD-decimális dekódoló, megfelelő feszültségtűrő végfokozattal, aktiv "0" kimenettel. A dont'care állapotokban (9-nél nagyobb szám érkezése esetén) mindegyik kimenet passzív, a cső kialszik. Ezért, ha egy számjegyet ki kell oltanunk, nem szükséges a nagyfeszültségű körbe beavatkoznunk, elegendő valamely (pl. 12. vagy annál nagyobb) tiltott bit-kombinációt a bemenetre adni. Egy ilyen, kioltó vezérléssel kiegészített változatot mutat a kapcsolási rajz. Számlálási, tárolási, dekódolási, meghajtási feladatra NIXIE csőhöz a 74142-es IC alkalmas.

A folyadékkristályos (LCD = Liquid Crystal Display) kijelzők alkalmazási köre napjainkban is egyre bővül. Az önállóan fényt nem kibocsátó megjelenítők legfontosabb képviselője. Működésének alapja, hogy egyes anyagok (folyadékkristályok) optikai jellemzőjét, főleg átlátszóságát a rájuk ható villamos mező befolyásolja. A leggyakrabban használt ("twisted nematic", "transmissive") megjelenítő szerkezetét a 2.57. ábra mutatja



2.57. ábra.

vázlatosan, nagyítva, nem méretarányosan. A folyadékkristály két átlátszó, rendszerint üveglemez között van nagyon vékony (μm) rétegben. Az üveglemezek belső oldalára gőzölögtetik fel a villamos teret létrehozó átlátszóan vékony fémréteget: egyik oldalon rendszerint a "közös" elektróda van, a másikon a szegmensek alakját meghatározó mintázat (2.58. ábra). A villamos

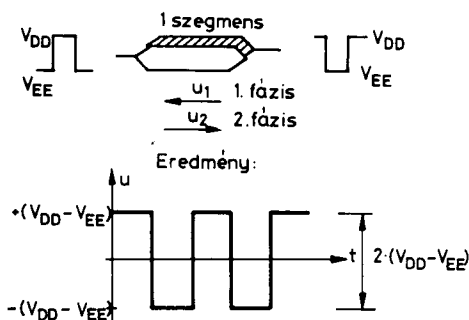


2.58. ábra.

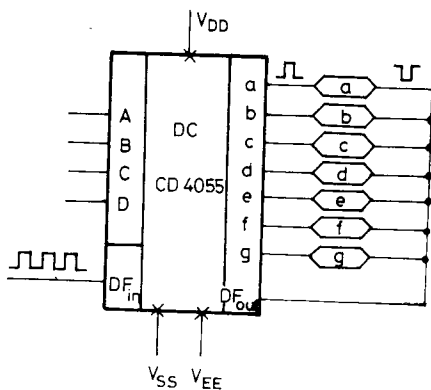
teret a közös elektródára és az aktiválni kívánt szegmensre kapcsolt feszültséggel hozzuk létre. Ennek a feszültségnek szimmetrikus váltakozó feszültségnek kell lennie, zérus egyen-komponenssel (azért, hogy a folyadékkristályban kémiai változás ne következzen be). A rendszerint négyyszögfeszültséggel aktivált vonalak elnyelik a fényt, míg a feszültségmentesek átlátszók maradnak. Azért, hogy a néző felől beeső fény hatására az átlátszó, nem aktivált részek világosak legyenek, az LCD panel mögé matt-ezüst színű fényvisszaverő (és szóró) felületet helyeznek el. A karaktereket a megfelelő vonalak (szegmensek) váltakozó feszültséggel való meghajtásával alakítjuk ki. A meghajtáshoz áramra gyakorlatilag "nincs szükség" a folyadékkristály nagy ellenállásának köszönhetően, ezért a kijelzéshez szükséges teljesítmény is gyakorlatilag zérus - ez az LCD kijelzők legfőbb jellegzetessége és előnye. Ez teszi lehetővé kis fo-

gyasztásu, telepes készülékekben való alkalmazásukat (egy CMOS karóra, kalkulátor, digit, műszer évekig működhet egyfolytában, egészen kis méretű telepről), az LCD-k ezen a téren felülmulhatatlanok. Előny ezenkívül az is, hogy a kijelezhető alakzatok nem kötöttek; attól függően, hogy gyártáskor a megrendelő kívánságára milyen mintázatot visznek fel, LCD-ből skálák, grafikonok, közös lemezen a legkülönbözőbb jelzők készíthetők, vagy akár TV kép is létrehozható. Az előnyök mellett hátrány egyrészt, hogy ez a fajta kijelző saját fényt nem emittál, így akkor látható jól, ha a külső világítás erős (sötétben külön megvilágításról kell gondoskodni, ami viszonylag nagy teljesítményt igényel). A másik hátrány: az LCD üveg-alapu, ezért törékeny, sérülékeny, kémiaailag agresszív közegnek a folyadékkristály anyaga nem áll ellen - mindez sok helyen, ipari környezetben előnytelen. Az LCD kijelzők megbízhatósága, élettartama (néhány év), működési hőmérséklet tartománya (kb. $0^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$) sem vetekedhet a szilárdtest eszközökével (LED-del).

LCD számkijelzők meghajtó áramkörként bármely kis kimeneti áramu típus megfelelő, a kisfogyasztásu MOS áramkörök ugyanugy, mint a még kevesebbet fogyasztó CMOS változatok bármelyike. Amire vigyáznunk kell az, hogy a meghajtó jel, amelyet egy-egy szegmensre ráadunk, zérus DC-középértékű négyzögjel legyen. LSI áramkörök (óra, kalkulátor, digitális műszerek egy-egyeinek) kimenetén közvetlenül ezt a jelet állítják elő, de ha valamely elektronikához nekünk kell LCD-t csatlakoztatnunk, akkor gondoskodnunk kell a megfelelő meghajtóról. TTL-ben ez általában bonyolult és ezért célszerűtlen, nagy is a fogyaszt-



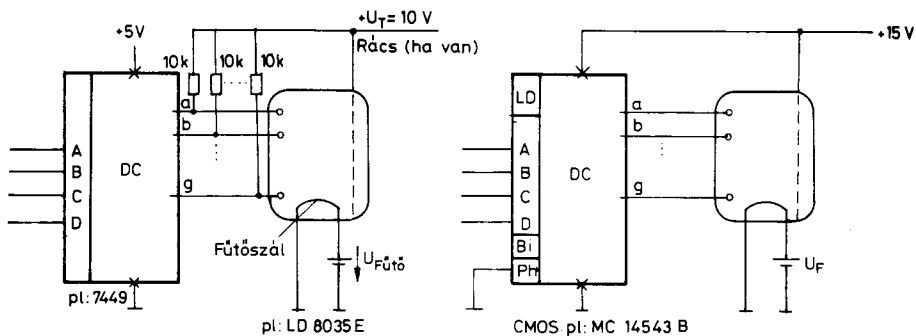
2.59. ábra.




2.60. ábra.


tása, viszont a CMOS típusválasztékában többféle - főleg 7-vonalas - dekódoló-meghajtó van. Azért, hogy a kijelző kiválasztott szegmense a megfelelő kontraszt arányhoz szükséges ele-
gendően nagy amplitudójú négyszögjelet kapjon az általában kis tápfeszültségű meghajtó áramkörből, némi "trükköt" alkalmaznak; a szegmens két fegyverzetét ellenütemű négyszögfeszültséggel hajtják meg (2.59. ábra), ezáltal a teljes feszültség-amplitudó a tápfeszültség ($V_{DD}-V_{EE}$) kétszerese lesz. Egy ilyen, szokásos elrendezés látható a 2.60. ábrán pl. CD 4055-ös CMOS dekódolóval, amelynek DF_{in} - Display Frequency In - bemenetére 30...200 Hz-es négyszög-vezérlő jelet kell adnunk. Hasonló el-
ven működő, de egy tápfeszültségű "második generációs" változat pl. a már említett CMOS MC 14543 B, MC 14544B, amely LCD és LED meghajtásra közvetlenül alkalmas.


A vákuum fluoreszcens cső (vacuum fluorescent tube, VF) hazánkban ritka, de külföldi (főleg japán gyártmányu) elektro-
nikus berendezésekben előszeretettel alkalmazzák számkijelzési célra. Elénk, zöldes fénnel világít, jellegzetessége, hogy fűtőszál van benne (0,5...1,5 V fűtőfeszültségre), amely elek-
tronemissziót hoz létre. Anódként az aktivált szegmensnek szol-
gálnak, ezek fluoreszcens anyagát készítetik világitásra az elektronok. Ebből következik, hogy a számok kijelzéséhez a meg-
felelő szegmensre adott pozitív feszültségre van szükség. Áram-
igénye szegmensenként általában mA nagyságrendű, a nehézséget



Kijelzési képek:

 7 szegmenses

 8 szegmenses

 9 szegmenses

2.61. ábra.

inkább az okozza, hogy az igényelt tápfeszültség legtöbbször több a logikai eszközök +5 V tápfeszültségénél (+10...30 V), ezért járulékos tápegység kell, a meghajtást pedig TTL-ben open collectoros, felhúzó ellenállással ellátott nagyobb feszültséget tűrő dekódolóval, CMOS-ban aktiv 1 kimenetű dekódolóval (ha a tápfeszültsége 15 V) végezhetjük (a 2.61. ábra vázlata szerint).

2.3.2. Hexadecimális kijelzők

A hexadecimális kijelzésnek, mint a bináris számok "érthető" formában való kijelzésének, a mai technikában igen nagy a jelentősége (pl. mikroprocesszoros fejlesztő rendszerek, digitális logikai vizsgáló műszerek egyes típusai). Tudvalevő, hogy a karakter-készlet 0-tól 9-ig, majd A-tól F-ig terjed, tehát a hexadecimális kijelzés átmenetet képez a számkijelzés és az alfanumerikus megjelenítés között.

Hexadecimális kijelzés 7-vonalas kijelzővel

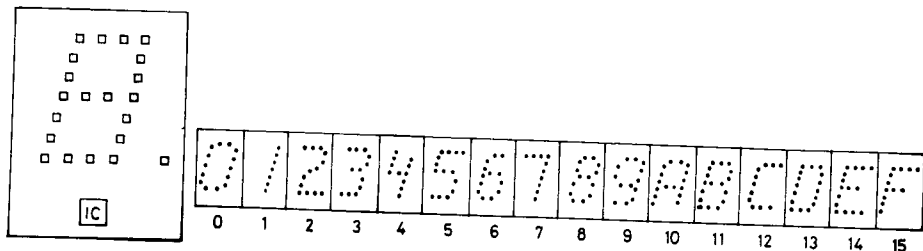
Ez a legolcsóbb, legegyszerűbb módszer, "igénytelen" helyeken használják. A 7 vonalból az ABC első nagybetűi nem állíthatók össze egyértelműen, ezért vegyesen kis- és nagybetűket jeleznek ki, általában a 2.62. ábrán látható módon. Meghajtáshoz természetesen nem használhatók a BCD 7-vonalas dekódolók és meghajtók (ezen IC típusok tervezésekor valószínűleg nem gondoltak a hexadecimális kijelzés elterjedésére). A kódolást mai berendezésekben ilyen kijelzőhöz rendszerint "software uton" végzik (kijelző szubrutint használnak fel), ezután már csak buffer (meghajtó) elemekkel, esetleg tranzisztorokkal hajtják meg a kijelzőt.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A b c d e f
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A b c d e f

2.62. ábra.

Kijelzés hexadecimális kijelző elemmel

Kaphatók integrált kijelzők, amelyek a számkijelzőkhöz hasonlóan tartalmazzák a meghajtó elektronikát is: 4 bites tárolót, dekódolót és az áramgenerátoros meghajtót. Elterjedt típus pl. a TIL 311, amelyben a kijelzési képet LED-pontokból hozzák létre (2.63. ábra). A karakterek így igazán felismerhetők, az "IC"-vel való építkezés nagyon egyszerű: fél byte-onként négy-négy vezetékre egy-egy ilyen kijelző négy adatbemenetét kell csatlakoztatnunk, a kijelzés tetszőleges "bit-szélességre" kiterjeszthető.



2.63. ábra.