

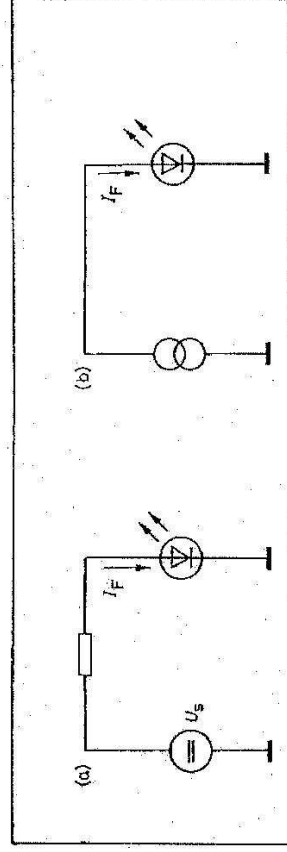
Lumineszcens diódák egyenáramú üzemeletése

Lumineszcens diódás kapcsolások méretezésénél elsősorban azt kell figyelembe venni, hogy a diódák differenciális belse ellenállása igen kicsiny értéke csak néhány ohm. Kiegészítésként figyelembe veendő még az egyes példányok szórásából adódó U_F nyitófeszültség térése és annak hőmérséklettől való függése. A közöltekn alapján ezeknek a diódáknak csak nagy belse ellenállású kapcsolásokkal való táplálása javasolt. A legegyszerűbb esetben ez úgy érhető el, hogy a tápfeszültség U_s értékét nagyra választják és az R_e előtétellenállással a kívánt diódaáramot. [14.1. (a) ábra]. Korszerűbb megoldás a diódának áramgenerátorról való táplálása [14.1. (b) ábra]. A dióda előbb említett paramétereit ebben az esetben figyelmen kívül hagyhatók.

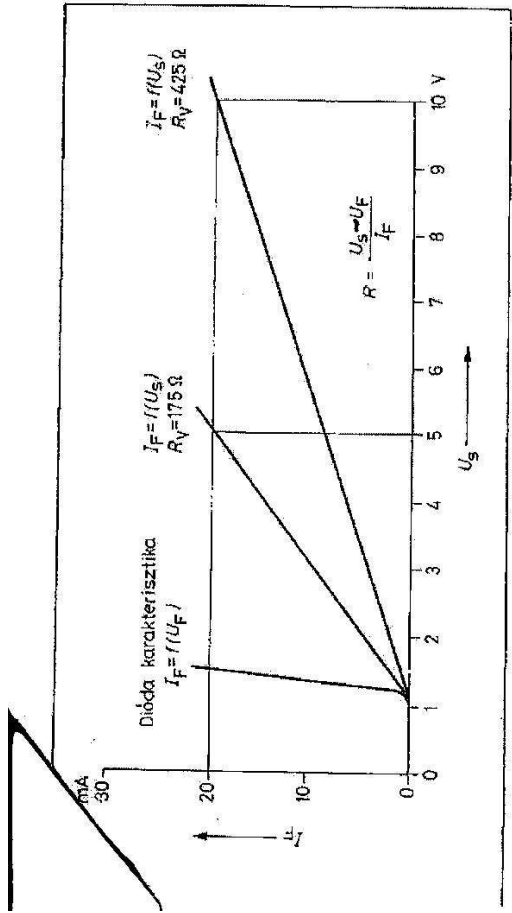
14.1. Üzemeletés előtétellenálláson át

Egy feszültségforrás pl. egy telep sorbakapcsolt előtétellenállással egyszerű áramforrást alkot. Ebben az esetben azonban az üzemi feszültség változása az I_F nyitóirányú áramának a változását és ezzel egyidejűleg a dióda sugárzástejlesítményének a változását okozza. A 14.2. ábra az R_e előtétellenállásnak a lumineszcens dióda átvezető karakterisztikájára gyakorolt hatását szemlélteti. Nagy üzemi feszültség és nagy előtétellenállás mellett a feszültségváltozásnál viszonylag kisebb sugárzási teljesítményváltozást okoz.

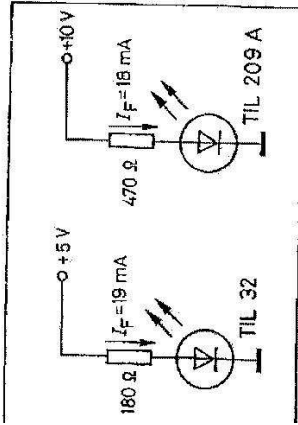
A gyakorlatban az R_e előtétellenállást a megadott üzemi feszültség alapján a készülékben határozzák meg. A 14.3. ábra két előtétellenállásra kapcsolást ábrázol két különböző üzemi feszültséggel.



14.1. ábra
Lumineszcens diódák elvi működése;
(a) előtétellenállással, (b) állandó áramforrással



1.2. ábra
 lumineszcens diódák jellemző áteresztési karakterisztikái előtétellenállással és anélkül



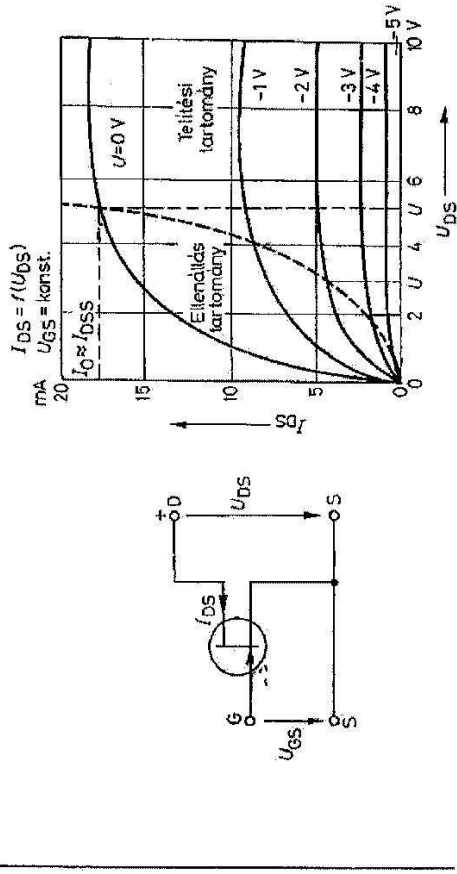
3. ábra
 lumineszcens diódák működése előtétellenállással

2. zsemeltetés áramgenerátorral

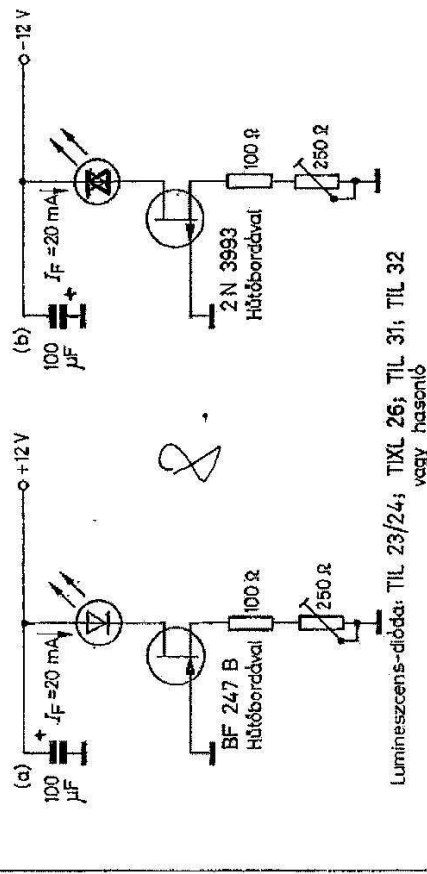
lumineszcens diódát áramgenerátorral célszerű üzemeltetni. Ebben az esetben az üzemi feszültség változása nem befolyásolja az I_F nyitóirányú áramot és ezáltal a lumineszcens dióda árzási teljesítményét. Egyszerű áramgenerátor mind bipoláris tran-

zisztorokkal, mind unipoláris tranzisztorokkal (FET) építhető.

A 14.4. ábra egy n-csatornás FET $I_{DS} = f(U_{DS})$ kimeneti karakterisztikáit ábrázolja; paraméter a gate és source közötti U_{GS} feszültség. A karakterisztikáserreg bal oldalán, az ellenállástartományban, az I_{DS} kimeneti áram erősen függ a drain és source közé kapcsolt U_{DS} feszültségtől. A karakterisztikáserreg jobb oldalán, a telítési áram tartományban az I_{DS} kimeneti áram a rákapcsolt U_{DS} feszültség változásától csak igen kis mértékben függ. Az ilyen kapcsolásoknál arra kell ügyelni, hogy a tranzisztor minden körülmények között ebben a tartományban üzemeljen. A 14.5. ábrán között kapcsoltban tervezérlésű tranzisztorral alkalmaznak $5...20 \text{ mA/V}$ meredekségű és egy $5...7 \text{ V}$ pinch off feszültségű. A lumineszcens diódaénál kisebb teljesítményhez szükséges áramoknál $I_F = 5...40 \text{ mA}$ a szükséges gate előfeszültség. $U_{GS} = 0...5 \text{ V}$. A 14.5. ábra



14.4. ábra
 Sajátvezetéses n-csatornás FET kimeneti karakterisztika szerepe



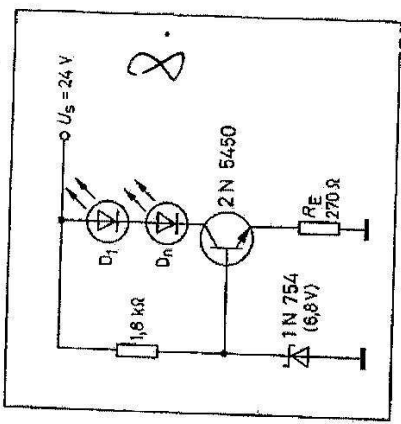
14.5. ábra
 Lumineszcens diódák működésére állandó áramforrású FET-tel; (a) n-csatornás FET-tel, (b) p-csatornás FET-tel

mindkét kapcsolásnál a szükséges U_{GS} gate előfeszültséget a forrásvezérlébe iktatott ellenállás automatikusan állítja elő. A kívánt diódaáram 250 Ω -os potenciométerrel pontosan beállítható. Ezekhez a kapcsolásokhoz a szükséges üzemi feszültségek a következők:

- Gate előfeszültség U_{GS} 0...5 V
- Drain-source feszültség U_{DS} > 4 V
- A dióda nyitófeszültsége U_F = 1,5 V
- Minimális üzemi feszültség U_{tp} = 10,5 V

A nagy drain-source feszültségesés miatt a veszteségi teljesítmény a tranzisztorban igen nagy lesz, ezért ezt a kapcsolás általában csak 40 mA-es áramokig alkalmazható.

Áramgenerátorok bipoláris tranzisztorokkal is felépíthetők. Ebben az esetben a tranzisztor bázisának külön előfeszültséget kell biztosítani, amely a 14.6. ábra szerint — egy z-diódával stabilizált. Az ilyen kapcsolások



14.6. ábra Lumineszcens diódák sorbakapcsolt állandó áramforrással

ban több lumineszcens dióda egyidejűleg is sorba kapcsolható. A diódaáram az U_z feszültségből és az R_E emitterellenállásból a következő módon számítható:

$$I_F = I_C \approx I_E = \frac{U_z - U_{BE}}{R_E} = \frac{6,8 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{270 \Omega} = 22,6 \text{ mA}$$

Ennek a kapcsolásnak a méretezésnél arra kell ügyelni, hogy a tranzisztor ne működjön a telítési tartományban ($U_{CE} < U_{BE}$).

A kollektorkörben megengedhető maximális n diódaszám az alábbi képlettel számítható.

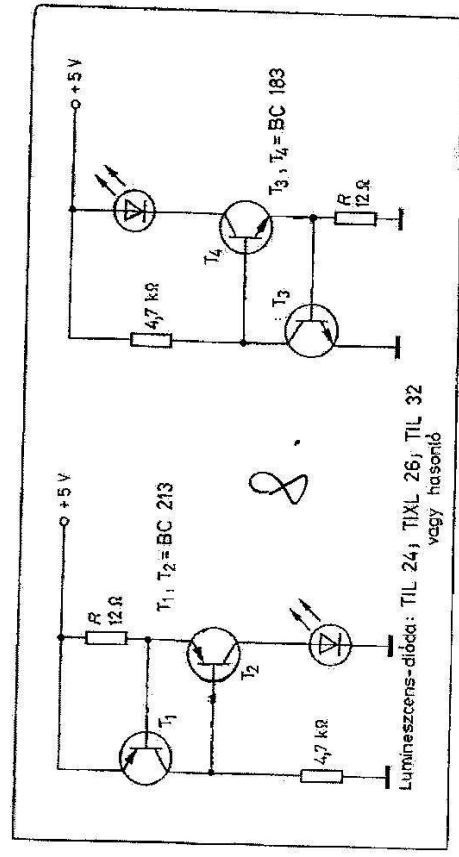
$$U_{tp} \approx n \cdot U_F + U_{CE, \min} + U_E$$

$$n \approx \frac{U_{tp} - U_{CE, \min} - U_E}{U_F} = \frac{24 \text{ V} - 0,7 \text{ V} - 6,1 \text{ V}}{1,6 \text{ V}} \approx 10$$

Egyszerű áramforrások két tranzisztorral is felépíthetők (14.7. ábra). Az áramot ebben az esetben is az R_E emitterellenállással szabályozzák. A tranzisztor, amelynek U_{BE} bázis-emitter feszültsége egyidejűleg referenciafeszültségeként is szolgál, mélt az emitterellenálláson eső feszültséget és vezérli a T_2 tranzisztor. Az I_E diódaáram ebben az esetben a következő képlettel számítható.

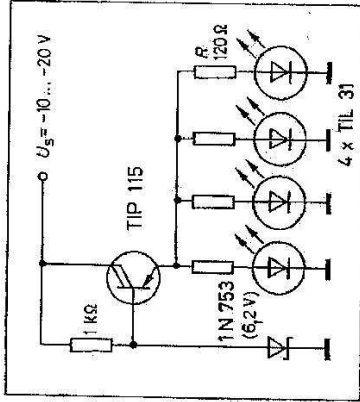
$$I_F \approx I_{E2} = \frac{U_{BE1} - 0,65 \text{ V}}{R_E} = \frac{54 \text{ mV}}{12 \Omega} = 54 \text{ mA}$$

Ha a lumineszcens diódát olyan kézüzeműben üzemeltetik, amelynél nagy üzemi feszültség-változással kell tartani, ajánlatos a diódák tápfeszültsé-



14.7. ábra Tranzisztoros állandó áramforrás

gének stabilitása (14.8. ábra). Ebben az esetben a diódákat párhuzamosan üzemeltetik. A pontos áramelosztás biztosítása céljából mindegyik dióda elé saját ellenállás kapcsolandó. Az I_E diódaáram a tranzisztor emitterfeszültségével és az R_E előfeszültsé-



14.8. ábra Lumineszcens diódák működése állandó feszültségforrással; a lumineszcens diódák tápfeszültsége z-diódával stabilizált

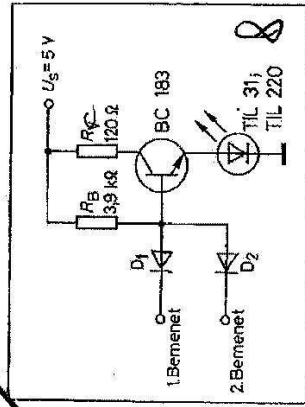
sal szabályozható, és a következő képlettel számítható:

$$I_F = \frac{U_z - U_{BE} - U_F}{R_E} = \frac{6,2 \text{ V} - 1,5 \text{ V} - 1,6 \text{ V}}{120 \Omega} = 25,8 \text{ mA}$$

Mivel ebben a kapcsolásban mindegyik lumineszcens dióda anódiára földpotenciálú, szükség esetén a diódák közös hűtőtestre szerelhetők.

14.3. Lumineszcens diódák vezérlése logikai kapcsolásokkal

Digitális rendszerekben a lumineszcens diódákat gyakran digitális jelekként kell be- és kikapcsolni. Ilyen esetekben a kapcsolásokat úgy kell kialakítani, hogy a digitális jelek a kívánt működést eredményezzék. A 14.9.



14.9. ábra
TTL kompatibilis vezérlőkapcsolás lumineszcens diódákhoz

ábra kapcsolása közvetlenül TTL kapcsolással kivétel nélkül. A dióda szükséges I_F nyitóárama mellett biztosítani kell azt is, hogy a diódában a TTL kapcsolások szintje által meghatározott áramok folyanak. A dióda az emitterkörbe van kapcsolva. Ezért a tranzisztor bázisán a feszültség minimális értéke, amely mellett a diódán keresztüli áram folyik: $U_{iB} = U_F + U_{BE} = 1,6 \text{ V} + 0,7 \text{ V} = 2,3 \text{ V}$.

A D_1 és D_2 dióda bemeneti feszültsége ebben az esetben $U_i = U_{iB} - U_D = 2,3 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 1,6 \text{ V}$. Ha $U_{iB, \max} \approx 0,8 \text{ V}$ és $U_{iB, \min} \approx 2,0 \text{ V}$ a kapcsolás TTL kompatibilis.

A diódaáram a következő képlettel számítható:

$$I_F = I_C + I_B.$$

Mivel $I_C \gg I_B$ -nél a számítás egyszerűsíthető:

$$I_F = \frac{U_{iB} - U_{CE, sat} - U_F}{R_C} = \frac{5 \text{ V} - 0,3 \text{ V} - 1,6 \text{ V}}{180 \Omega} = 20,6 \text{ mA}.$$

Ahhoz, hogy a tranzisztor vezérlése a telítési tartomány belsejében menjen végbe, $h_{FE} \approx 30$ áramerősítési tényezővel számolnak. Ebben az esetben $R_B = 3,9 \text{ k}\Omega$. A kapcsolás I_{IL} bemeneti árama ezzel 1 mA alatti, ez azt jelenti, hogy fan-in = 1.

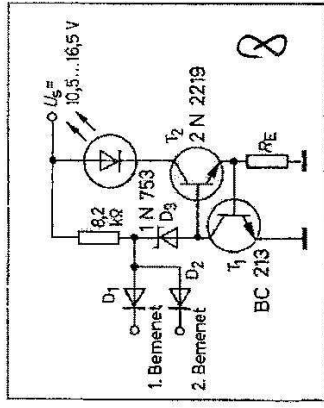
Hasonló módon építhetők kapcsolások diszkrét elemekkel, amelyek kompatibilisek a High-Level-Logic családokhoz. A 14.10. ábra olyan kapcsolást ábrázol, amely a 300-as HLL-család építőelemeinek a kivételére alkalmas. Mivel itt nagyobb üzemi feszültségigadozások megengedettek ($U_{iB} = 10,5 \dots 16,5 \text{ V}$); a diódaáramnak előtétellenállással való beállítását nem ajánlatos, a 14.10. ábrán ezért olyan kapcsolás látható, amely a 10.7. ábrához hasonlít.

A bemeneti körben a D_2 jelű z-dióda az U_{iB} küszöbfeszültséget a logikai családnak megfelelő értékhez illeszti:

$$U_{iB} = U_{RE} + U_{BE} + U_{DS} - U_{D1/2} =$$

$$= 0,7 \text{ V} + 0,7 \text{ V} + 6,2 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 6,9 \text{ V}.$$

A lehetséges maximális diódaáramot a T_2 tranzisztor ($P_{v, \max} = 0,8 \text{ W}$) vesz-



14.10. ábra
High-Level-Logik-Gatter (magasszintű logikai kapu) lumineszcens dióda kivételéhez

teségi teljesítményből határozzák meg és a következő módon számítható:

$$I_{F, \max} = \frac{P_{v, \max}}{U_{iB, \max} - U_{RE} - U_F} = \frac{0,8 \text{ W}}{16,5 \text{ V} - 0,7 \text{ V} - 1,6 \text{ V}} = 56 \text{ mA}.$$

$$(q_{\text{amb}} = 25^\circ \text{C}).$$

Az R_E emitterellenállás értéke:

$$R_E = \frac{U_{BE}}{I_F} = \frac{0,7 \text{ V}}{56 \text{ mA}} = 12,5 \Omega.$$

Ugyanígy lehetséges a lumineszcens diódák közvetlen vezérlése TTL-kapcsolásokkal. Különösen alkalmasak erre az SN 7416 N és SN 7417 N típusok, amelyek $I_{OL} = 40 \text{ mA}$ kimeneti áramot képesek szállítani. Az áramot ebben az esetben újra előtétellenállással szabályozzák (14.11. ábra). Értéke a következő képlettel számítható:

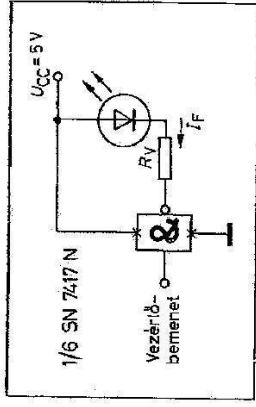
$$I_F = \frac{U_{CC} - U_{OL} - U_F}{R_E} =$$

$$= \frac{5 \text{ V} - 0,7 \text{ V} - 1,6 \text{ V}}{R_E} = \frac{2,7 \text{ V}}{R_E},$$

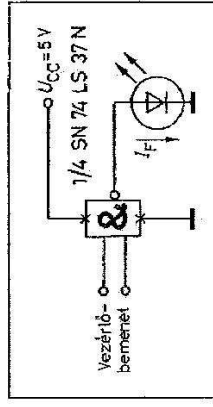
$$R_E = \frac{2,7 \text{ V}}{I_F}.$$

Elméletileg lehetséges a lumineszcens diódát az I_C kimenete és a földelés közé kapcsolni (GND), ha az illető kapcsolás ellenütemű (totempole) kimenetű (14.12. ábra). Az áramot ebben az esetben az IC belső kapcsolása alapján határozzák meg.

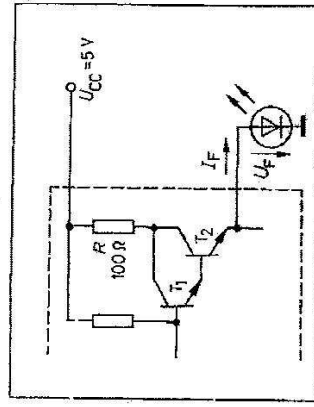
A 14.13. ábra az SN 74LS37 N kapunak a kimeneti áramot meghatározó részét ábrázolja. A lumineszcens



14.11. ábra
Lumineszcens dióda kivérlése TTL IC-kkel



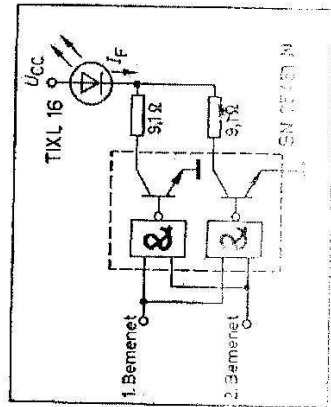
14.12. ábra
Lumineszcens dióda kivérlése TTL IC-kkel



14.13. ábra
Kapcsolás a diódaáram meghatározásához SN 74LS37 N típusú kapu alkalmazásával

diódán keresztülfolyó áram a következő képletel számítható:

$$I_F = \frac{U_{CC} - U_{CBsat1} - U_{BE2} - U_F}{R} = \frac{5V - 0,3V - 0,7V - 1,8V}{100\Omega} = 24\text{ mA.}$$



14.14. ábra. Lumineszcens dióda kivételése illesztő (interface) építőelemekkel

Ennél a kapcsolásnál két dolgot kell figyelembe venni: először az ellenállás tűrésének az értéke $R \pm 30\%$ és így reprodukálható értékek csak nehezen érhetők el, másodszor figyelembe veendő a megengedett maximális veszteségi teljesítmény 14 pólusú toknál ($P_{v, \max} = 600\text{ mW}$).

Lényegesen nagyobb áramok érhetőek el az SN 75400 integrált interfész (illesztő) IC szerozattal. Az SN 75450, SN 74454 IC-knél a kimenetenként megengedett I_{OL} maximális kimeneti áram értéke 300 mA, ezért párhuzamosan kapcsolt kimenetknél az elérhető diódaáram értéke 600 mA (14.14. ábra). Mindégyik kollektor körbe egy külön ellenállás kapcsolandó a pontos áramelosztás érdekében. A szükséges előfeltételek a következő képlettel számíthatók:

$$R = \frac{U_{CC} - U_{OL} - U_F}{I_{OL}} = \frac{5V - 0,7V - 1,6V}{300\text{ mA}} = 9\Omega.$$

15. Fotovevőkapscsolások

15.1. Elvi működési mód	305	15.3.1. Fototranzisztorok üzemmódjai	319
15.2. Vevőkapscsolások két-pólusú félvezető fotovevők részére	306	A TIL 81 típusú fototranzisztor fotodiódás és fényelemes üzemmódban	320
15.2.1. Közvetlen relévezérlés fototranzisztorral	306	A TIL 81 fototranzisztor előnyel fotodióda és fényelem üzemmódban	321
15.2.2. Foto-Darlington-kapcsolások	306	A TIL 81 fototranzisztor üzemmódban	322
15.2.3. Tirisztor- és triac-vezérlés fototranzisztorral	307	15.3.2. Erősítők vezérlése három-pólusú fototranzisztorral	325
15.2.4. Tranzisztorok és műveleti erősítők vezérlése fototranzisztorokkal, fotodiódákkal és fényelemekkel	311	15.3.3. Foto-trigger és foto-billenő-kapcsolások	326
15.2.5. Billenőáramkörök vezérlése fototranzisztorokkal	316	15.4. Egyszerű optokapu izobámpával és kétpólusú tranzisztorral	331
15.3. Fényvevő kapcsolások hárompólusú fototranzisztorokkal	319	15.5. Logikai kapcsolások fototranzisztorokból	335
		15.6. Fotovevő-kapcsolások TTL áramkörök vezérlésére	337