

16.1. ábra.
Lumineszcens dióda vezérlése váltakozóárammal

Modulált adó lumineszcens diódák

A lumineszcens dióda sugárzása modulált, azaz a lumineszcens diódot egy szinuszos jellegű váltakozó árammal kell modulálni, akkor munkapontját az I_F előárammal be kell állítani.

A lumineszcens dióda működés közben keletkezett hő számítástól a 11.2. fejezetben volt szó. Impulzus üzemmódban nem szükséges előáramot biztosítani (lásd a 11.7. fejezetben leírtakat).

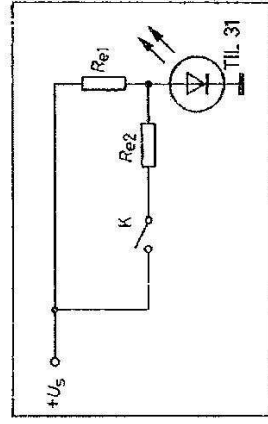
16.1.

A leggyeszerűbb modulátor áramkörök lumineszcens diódák számára

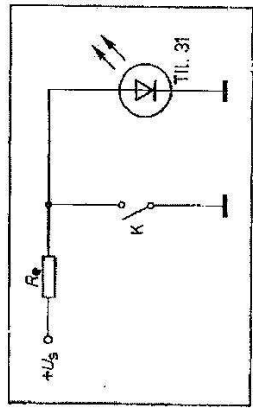
A 16.1. ábrán látható a leggyeszerűbb modulátor kapcsolás, amellyel a lumineszcens dióda sugárerőssége mo-

dulálható. A TIL 32 típusú GaAs diódot szinuszos váltakozó árammal vezérlik. A párhuzamosan kapcsolt Si dióda vált meg a lumineszcens dióda működését.

A 16.2. és 16.3. ábrákon két további elvi modulátorkapcsolás látható. A megfelelő ütemben vezérelt K kap-

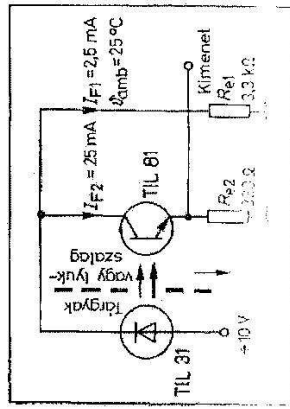


16.2. ábra
Egyszerű modulátor kapcsolás a GaAs dióda periodikus K kapcsoló általi billentyűzésével



16.3. ábra

Egyszerű modulátorkapcsolás a GaAs dióda periodikus K kapcsoló állati rövidzárásával



16.4. ábra

Egyszerű modulátorkapcsolás optikailag zárt visszacsatoló hurokkal

cens diódán átfolyó I_{F1} nyitóirányú áramot az R_{e1} előtétellenállás értéke határozza meg:

$$I_{F1} = \frac{U_{\text{isp}} - U_{F, \text{TIL 81}}}{R_{e1}} = \frac{10 \text{ V} - 1,6 \text{ V}}{3,3 \text{ k}\Omega} = 2,45 \text{ mA}$$

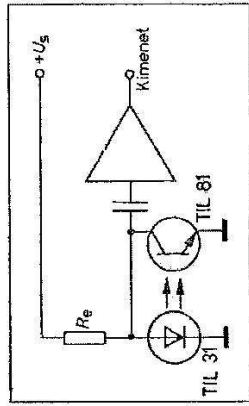
Ha a visszacsatoló hurok záródik, azaz a lumineszcens dióda sugárzása a fototranzisztorra esik, akkor a csatlólsnak megfelelő áram I_{F2} értékre növekszik. Ennek az áramnak a nagysága a következő összefüggéssel számítható ki:

$$I_{F2} = \frac{U_{\text{isp}} - U_{F, \text{TIL 81}} - U_{\text{CSsat, TIL 81}}}{R_{e2}} = \frac{10 \text{ V} - 1,6 \text{ V} - 0,3 \text{ V}}{330 \Omega} = 24,5 \text{ mA}$$

Ebből az áramból kiszámítható a TIL 31 típusú lumineszcens dióda $I_{F, \text{össz}}$ teljes nyitóirányú árama:

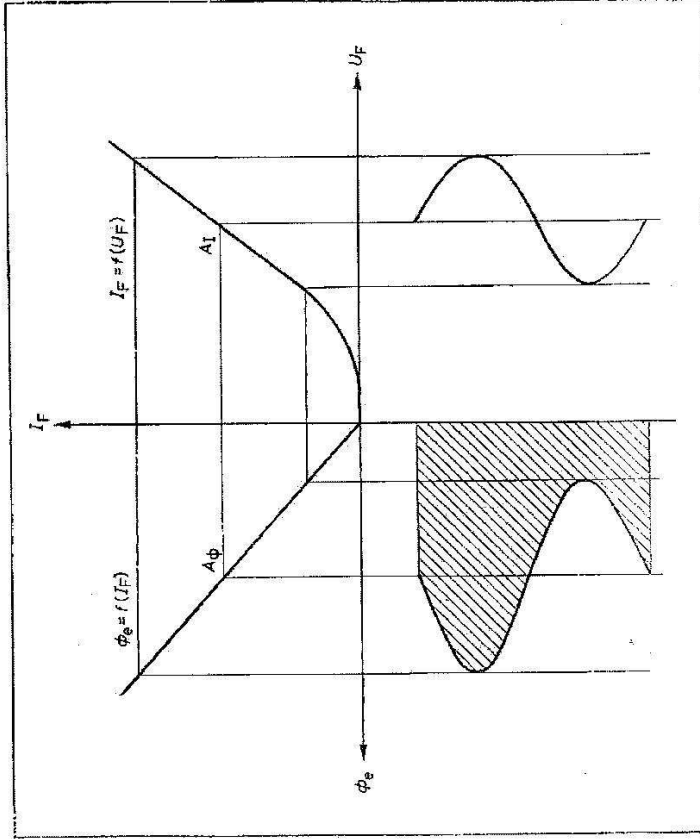
$$I_{F, \text{össz}} = I_{F1} + I_{F2} = 2,45 \text{ mA} + 24,5 \text{ mA} = 26,95 \text{ mA}$$

A 16.5. ábrán egy optikai visszacsatolású oszcillátor áramkör kapcsolási



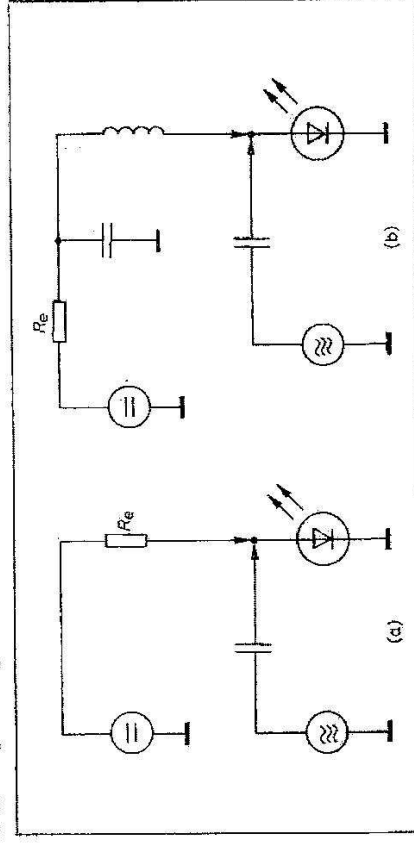
16.5. ábra

Modulátorkapcsolás lumineszcens dióda részére egy optikailag visszacsatolt sugárcapuzal



16.6. ábra

A munkapont megválasztása lumineszcens dióda kistorzítási kiveztéséhez



16.7. ábra

Modulátorkapcsolás lumineszcens diódához (párhuzamos táplálás)

csolóval a diódán átfolyó áram megnövelhető (16.2. ábra), vagy a dióda rövidre zárható (16.3. ábra). Ha egy részt a 16.2. ábra K kapcsolóját a fénydiódával ellentétes oldalon felszerelt fototranzisztorral (pl. a TIL 81-el) helyettesítjük, másrészt a sugárútba (a TIL 31 típusú sugárdióda és a TIL 81 típusú fototranzisztor között) egy az órajel ütemében továbbított lyukszalagot kell helyezni, akkor a 16.4. ábrán látható sugárcapuzrendszert nyerünk. Ebben a rendszerben a sugárdióda letapogatásáról egy optikai visszacsatolás gondoskodik. Abban az esetben, ha a fototranzisztor elsőtétítjük, a TIL 31 típusú lumineszcens

rajza látható. Ebben a kapcsolásban a 16.3. ábrán látható K kapcsolót a TIL 31 típusú lumineszcens diódával szemben fekvő TIL 81 típusú fototranzisztor helyettesíti. Ha a fototranzisztor sugárzás éri, akkor a GaAs dióda rövidre záródik, ezáltal a lumineszcens dióda kikapcsol, azaz a fénysugárzás megszűnik. A sugárzás nélküli fototranzisztoroknak nagy lesz az ellenállása, ezért ismét nyitóirányú áram folyik keresztül a GaAs diódán. Ez a jelenség ezután periodikusan ismétlődik. Az oszcillátornak a frekvenciája a kisfrekvenciás tartományba esik. A frekvencia nagyságát a fototranzisztorok a tárolási ideje (és ezáltal a tranzisztorok a túlvezérlési foka) határozza meg, a túlvezérlési mértéke az optokapucsatolási karakterisztikájával (a távolsággal) befolyásolható. Az oszcillátor bemeneti

jele a tranzisztorok és az oszcillátor optokapucsatolási és az oszcillátor bemeneti jeleire van szabályozva. Az oszcillátor bemeneti jele a tranzisztorok és az oszcillátor bemeneti jeleire van szabályozva.

16.2. Szinuszosan modulált adó lumineszcens diódával

A lumineszcens dióda nyugalmi áramát szinuszosan modulálni az R_1 előtét ellenállásra rákapcsolt feszültségforrással vagy konstans áramforrással lehet.

16.2.1. Modulátor üzem mód előfeszültség-forrása

Ha a lumineszcens dióda nyugalmi áramát feszültségforrásból kell biztosítani, akkor az R_1 előtétellenállás

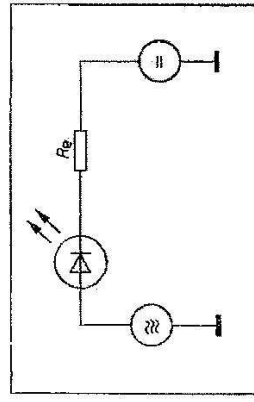
nagysága a következő egyenlettel társítható meg:

$$R_1 = \frac{U_{HP} - U_F}{I_F}$$

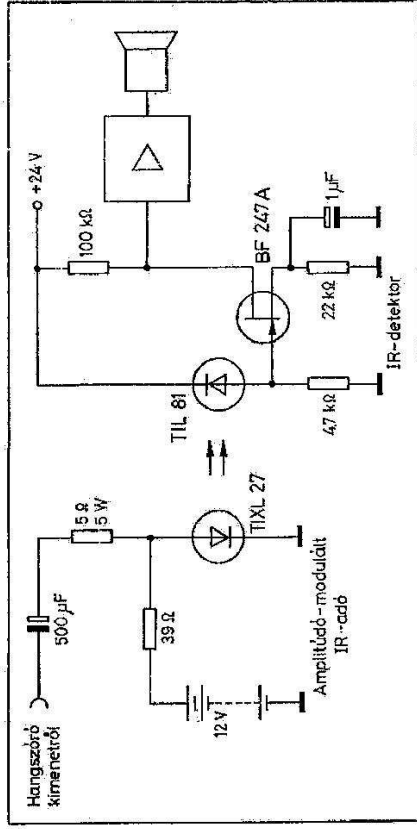
A minél kisebb torzítású moduláció érdekében az $I_F = f(U_F)$ karakterisztika nemlineáris szakaszát a maximális modulációs feszültség a negatív félperiódusban nem érheti el. A 16.6. ábrán az A_1 és az A_2 munkapontok a lumineszcens dióda torzításmentes üzemmodóját biztosítják.

A lumineszcens dióda sugárzásának modulálása oly módon történhet, hogy a moduláló frekvenciáját előfeszültség-táplálással párhuzamosan csatolják be. A 16.7. ábrán további alkatrészeket (fojtótekercest és szűrő-kondenzátort) is használnak annak érdekében, hogy megakadályozzák a frekvencia modulálást.

Gyakoribb megoldás a moduláló feszültséggenerátor és a nyugalmi áramot előállító generátor sorba kapcsolása, mint ahogy az a 16.8. ábrán is látható. Ez az eljárás, amelyben a két művelet egy kapcsolásban kombinált, a legtöbb későbbi alkalmazási példában szerepel.

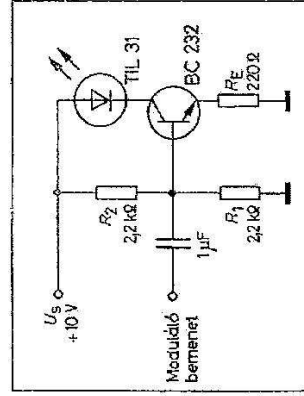


16.8. ábra Modulátor-kapcsolás lumineszcens diódához (soros táplálás)



16.9. ábra Egyszerű IR-hangfrekvenciás átvitel

A 16.7. ábrán látható elvi kapcsolást alkalmazva nagyon kevés alkatrészel lehet az egyszerű moduláló adó. A 16.9. ábrán hangfrekvenciával modulált és zenei programok továbbítására alkalmas adó látható. A moduláló jelet az adó a rádióképszűlő hangszóró kimenetéről kapja. A főtvevő magnetofon készülék előerősítőjére kapcsolható. TIXL 27 tí-



16.10. ábra Ennél a modulátornál az erősítő és nyugalmi áram létrehozó sorba van kapcsolva

pusú lumineszcens dióda, TIL 81 típusú fototranzisztor és megfelelő lencserendszer alkalmazva ezzel a kapcsolással $r \geq 10$ m távolság is átvihető. A 16.10. ábrán a nyugalmi áramot előállító káprámforrás és a modulátor erősítő egymással sorba kapcsoló. A nyugalmi áramot tranzisztor szolgáltatja, amely itt áramforrásként működik. A nyugalmi áram nagysága a következő képletből számítható:

$$I_{F,ny} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \frac{U_{HP} - U_{BE}}{R_E} = \frac{2,2 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega + 2,2 \text{ k}\Omega} \frac{10 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{220 \Omega} = 20 \text{ mA}$$

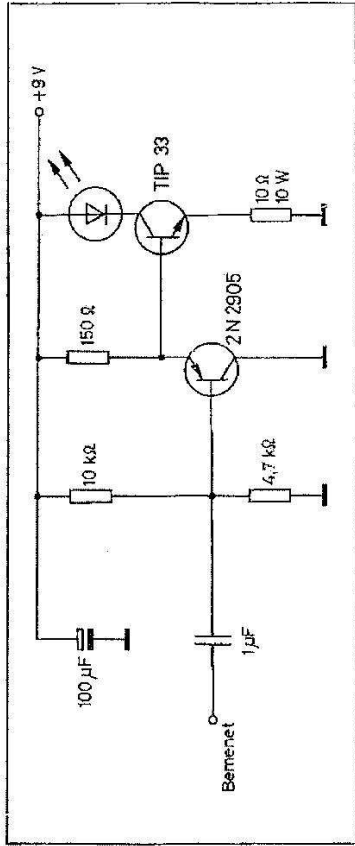
A moduláló feszültség a tranzisztor bázisára jut. Az A áramellenosztatolás

következtében a tranzisztoron átfolyó váltakozó áram nagysága arányos lesz a moduláló feszültséggel.

A 16.11. ábrán hasonlóan kialakított kapcsolás látható. A kapcsolásban a TIXL 27 típusú lumineszcens dióda $I_F = 300$ mA-rel üzemel. Meg-

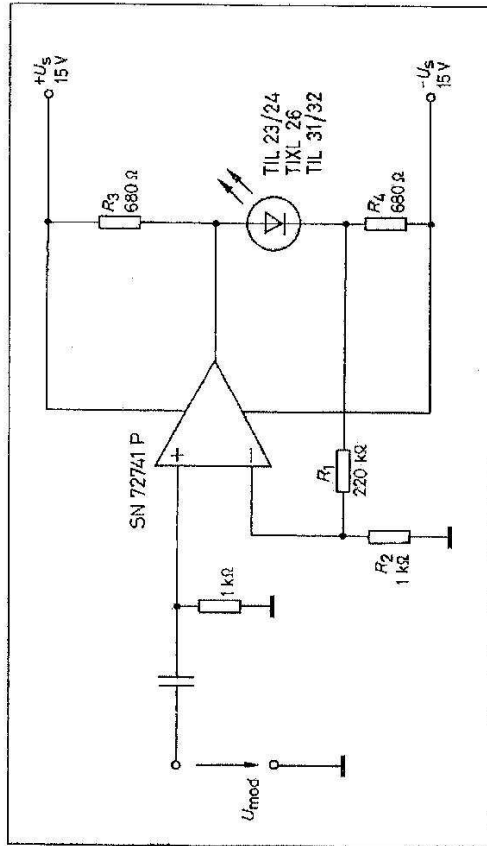
hajtásáról TIP 33 típusú teljesítménytranszisztor gondoskodik, amely elé kötött emitterkövető fokozat biztosítja, hogy a moduláló feszültségforrás ne legyen terhelve.

A 16.12. ábrán egy SN 72741 P típusú műveleti erősítő alkalmazásával



16.11. ábra

Műveleti erősítéssel és TIXL 27 típusú GaAs teljesítménydióda részlete



16.12. ábra

Amplitúdómodulált adó műveleti erősítővel

kialakított amplitúdómodulált adó kapcsolási rajza látható. Az R_1 és R_2 feszültségosztó a munkapontot állítja be és szabályozza egyúttal az erősítési tényezőt is. Az R_4 ellenállás az I_F nyugalmi áram értékét szabályozó nagysága:

$$I_F = \frac{U_{\text{tap}}}{R_4} = 22 \text{ mA}$$

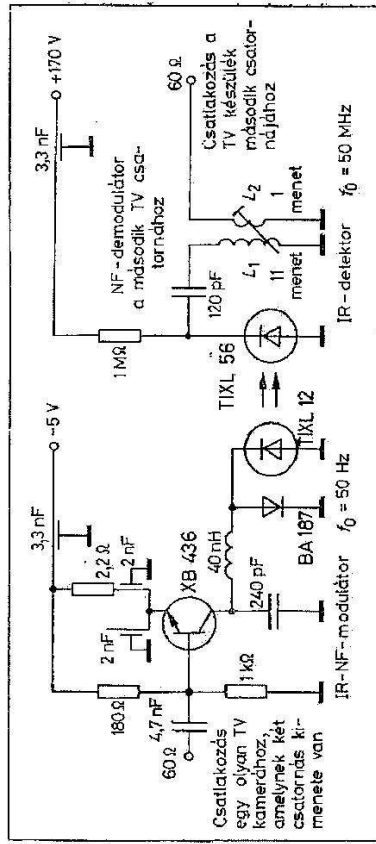
A műveleti erősítő veszteségi teljesítményét kis értékű tartandó ennek az arányáramnak a nagyobb részét R_3 ellenállásra kell vezetni. A műveleti erősítő kb. ± 10 mA-es moduláló áramlöketet enged meg, ebből számítható adatiál az erősítő bemenetére adandó U_{mod} szükséges modulációs feszültség nagysága:

$$U_{\text{mod, eff}} = \frac{10 \text{ mA} \cdot 680 \Omega \cdot R_3}{\sqrt{2} \cdot (R_1 + R_2)} = 22 \text{ mV}$$

A 16.13. ábrán egy nagyfrekvenciával modulált adó kapcsolási rajza látható, amellyel a televíziós kép a második

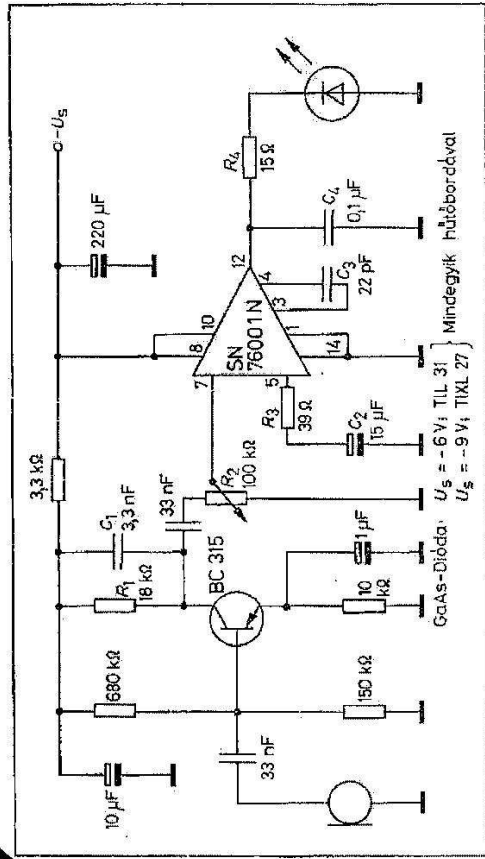
csatornára vihető át. A modulátor bemenetét közvetlenül a televízió felvévő kamerának a nagyfrekvenciás kimenetével kell vezérelni. Az XB 436 típusú nagyfrekvenciás teljesítménytranszisztor egy $f_0 = 50$ MHz-es frekvenciára hangolt rezgőkörrel dolgozik. A lumineszcens dióda a rezgőkör tekercsével van sorba kapcsolva. Egy ellentétes irányban párhuzamosan kötött Si dióda gondoskodik a GaAs dióda védelméről nagy negatív zárlóirányú feszültségek esetén. Ennek a kapcsolásnál vigyázni kell arra, hogy a GaAs diódák sugárthatásfoka (így az itt alkalmazott TIXL 12 típusú is) $f = 50$ MHz-es frekvencián nagyon kis értékű. A kapott sugártejesítmény ennek ellenére elegendő a fotovevő vezérlésére.

Fotodetektorként igen érzékeny TIXL 56 típusú Si-lavina fotodióda alkalmazandó. Ennek a diódnak a határfrekvenciája igen nagy. Munkapontját úgy kell beállítani, hogy a nagy lavina erősítés jó jel-zaj viszony mellett következzen be (lásd a 9. fejezetet). A TIXL 56 típusú lavina



16.13. ábra

Egyszerű IR-nagyfrekvenciás vonal a tv-kép 2. csatornái átviteléhez



16.14. ábra
Amplitúdómodulált IR-adó, integrált kisfrekvenciás teljesítményerősítővel

... és a kapcsolás saját kapacitásából áll. Az L_2 tekercsen azt mint kis impedancia keresztlátást lehet látni. Az antenna csatlakozójára kell vezetni.

A 16.14. ábrán IR amplitúdómodulált adó kapcsolási rajza látható, amely egy megfelelő vevővel fénytelefonként alkalmazható (lásd 17.10. ábrán). A erősítő frekvencia tartománya ebből adódóan a 300...3000 Hz-es tartományba esik, azonban ez az érték megfelelő alkatrészekkel 50...60 000 Hz-re növelhető. A mikrofontól jövő jelet egy zajszegény transzisztoros fokozat erősíti fel. A feszültség-erősítés a következő összefüggéssel

$$A_u = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_C = \frac{18 \text{ k}\Omega \cdot 100 \text{ k}\Omega}{18 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega} \cdot 0,1 \text{ mA} = 59 = 26 \text{ mV}$$

származtatjuk:

cia és fázismenetét és így megakadályozzák a kapcsolás berezgését. Minthogy a pozitív pólus a földelésre van kötve a GaAs dióda nagyfelületű hűtőbordára szerelhető, anélkül, hogy a szigetelésről gondoskodni kellene. A dióda I_{F0} nyugalmi árama az R_4 ellenállással állítható be. 6 V-os tápfeszültség és TIL 31 típusú dióda esetén:

$$I_{F0} = \frac{U_{lap} - U_f}{R_4} = \frac{3 \text{ V} - 1,5 \text{ V}}{15 \Omega} = 0,1 \text{ A}$$

9 V-os tápfeszültség ill. TIXL 27 típusú dióda esetén:

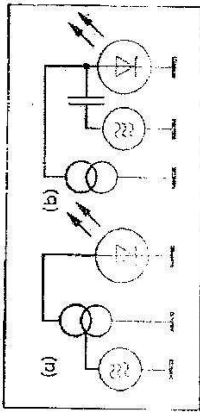
$$I_{F0} = \frac{4,5 \text{ V} - 1,5 \text{ V}}{15 \Omega} = 0,2 \text{ A}$$

TIL 31 típusú adó-dióda és a 17.10. ábrán látható érzékeny fotovevő használata esetén a sugárzás távolsága 100 méterig is növelhető. A dióda és a vevő között megfelelő lencsék vannak a fénysugár nyálábolására, akkor ezzel a kapcsolással néhány 100 méteres távolság is áthidalható. Ebben az eset-

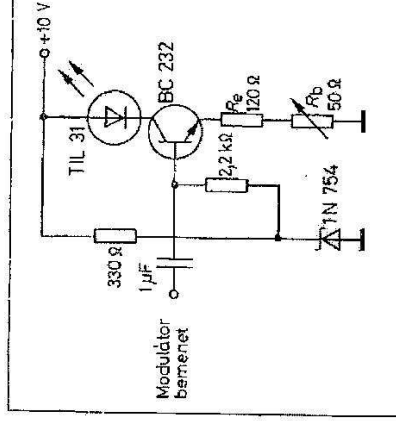
ben azonban az adó és a vevő nagyon pontos beállítása (állványon rögzítve) szükséges. A napsugárak elleni védelemre RG 38 típusú IR szűrőt kell a dióda elé tenni, mivel a nyáláboló napsugárzás a fotodióda és a lumineszcens dióda lapkját tönkretetheti.

16.2.2. Modulátor üzemmód előkészítési forrásait

Áramgenerátorral üzemelő lumineszcens diódaokról már a 14. fejezetben is volt szó, ezért ezekről bővebben nem kell szólni.



16.15. ábra
Lumineszcens dióda sugárzásának modulálása áramgenerátorral

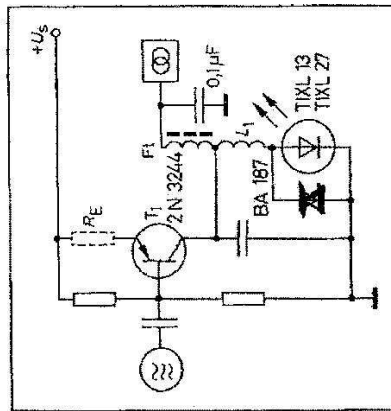


16.16. ábra
Áramforrások lumineszcens dióda modulátorerősítőiként

A 16.15. ábrán látható a modulátor kapcsolás áramgenerátorral. A 16.15. (a) ábrán látható kapcsolás esetén maga az áramforrás modulált, így a dióda árama a moduláló feszültség ütemében változik. A 16.15. (b) ábrán a moduláló feszültség párhuzamosan táplálja a diódát.

A 16.16. ábrán látható kapcsolásban az áramgenerátor egyidejűleg a modulátorerősítő feladatát is ellátja. A moduláló jelet az áramgenerátor menetével párhuzamosan kell kötni. Az R_6 ellenállás és az R_6 beállítható ellenállásnak nagysága határozza meg a nyugalmi áramot.

A 16.17. ábra a lumineszcens teljesítménydióda nagyfrekvenciás vezérlését mutatja. A T_1 tranzisztor B üzemmódban működik. A tranzisztor emittor ellenállása a kollektorokörben



16.17. ábra Lumineszcens diódák nagyfrekvenciás kivézelése

nagy kollektor áram folyik a rezgőkörben. A GaAs diódán átfolyó áram Q -szor akkora, mint a kollektor áram (Q a rezgőkör jósági tényezője.) Lineáris modulációs üzemmódban a GaAs dióda munkapontját az áramgenerátor állandó árama határozza meg. Ha a GaAs dióda impulzus üzemmódban működik, nincs szükség áramgenerátorra. A lumineszcens diódát a nagy negatív zárófeszültségtől óvni kell, ezért BA 187 típusú Si dióda köztendő vele ellenlétes irányban párhuzamosan.

A 16.18. ábrán egy másik ugyancsak színuszos jelel modulált IR adó kapcsolási rajza látható. Az oszcillátor áramfokozati erősítőtől áll, bemenetes FET-tel. A visszacsatoló (amely R_1 , C_1 és R_2 illetve C_2 , RC tagokból kialakított Wien-hibból áll) határozza

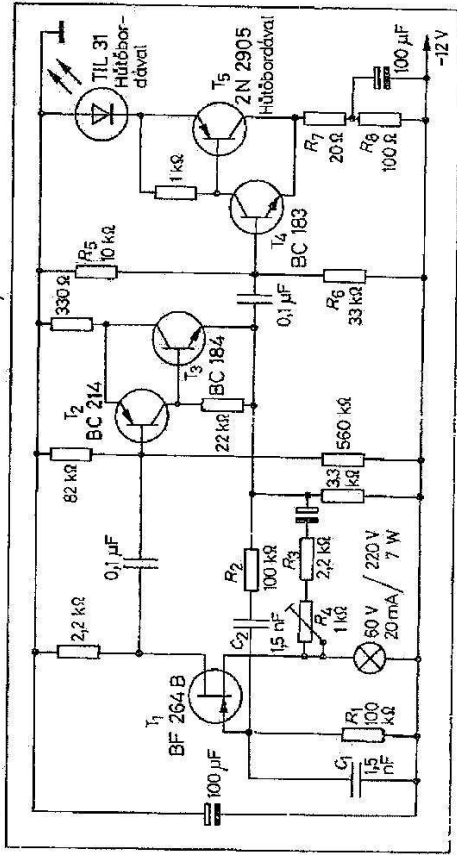
$$2\pi \sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2}$$

Az R_3 és R_4 ellenállásokkal megvalósított frekvenciafüggetlen visszacsatolás (Robinson-ág) és egy izzólámpa stabilizálja az amplitúdót, mivel növekvő oszcillátor amplitúdónál az izzólámpának az ellenállása és ezáltal az ellenesatolás foka megnövekszik.

Ez a kapcsolás nagyon jó frekvencia- és amplitúdóstabilitás is, amire különösen akkor van szükség, ha az optokapu rendszerben keskenysávú erősítőt használnak a zavaró sugárzások elnyomására.

Modulátorként olyan áramforrás szolgál, amelynek I_F nyugalmi áramát az R_5 , R_6 bázisosztók és az R_7 ill. R_8 emittorellenállások határozzák meg.

OSZ



16.18. ábra Wien-oscillátorral színuszosan modulált IR adó

A nyugalmi áram nagysága:

$$9V \cdot \frac{33 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 33 \text{ k}\Omega} - 0,7 V = 15 \Omega + 120 \Omega = \frac{6,2 V}{135 \Omega} = 46 \text{ mA}$$

jesítmény miatt a diódát hűtőbordára kell szerelni. A hűtőbordák távolság kb. 5 m, de ez az érték lensék alkalmazásával megnövelhető.

16.3. Impulzusmodulátorok lumineszcens diódákkal

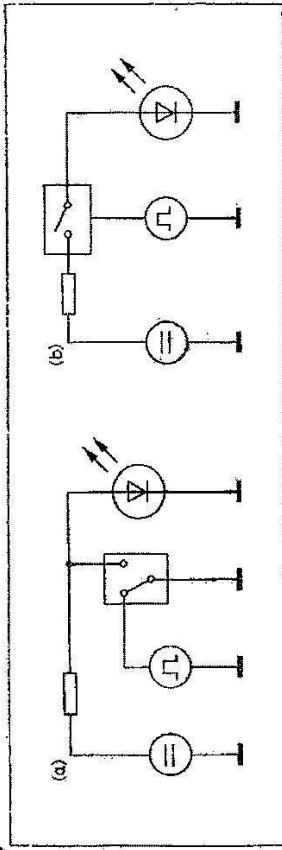
A lumineszcens diódák impulzusmodulációs üzemmódban való működtetéséhez használatos két alapkapcsolás a 16.19. ábrán látható. A dióda áram modulációja a következő módokon érhető el:

1. Az I_F nyitó irányú áram periodikus szaggatásával.
2. Előfeszített lumineszcens dióda periodikus rövidre zárásával.
3. A moduláló erősítő impulzusvezérlésével.

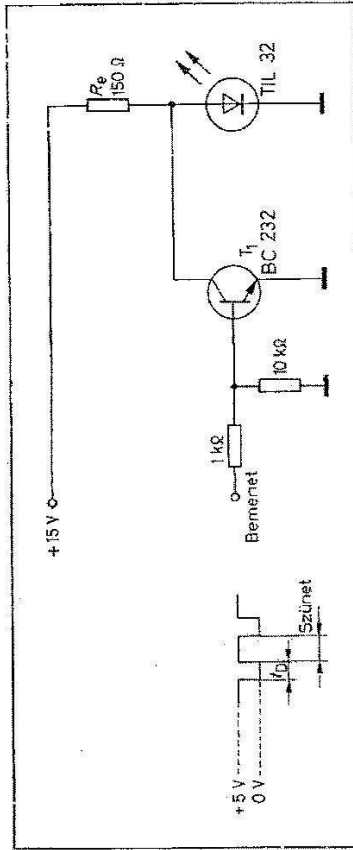
Annak érdekében, hogy kis oszcillátor amplitúdóval ($U_{osz, eff} = 400 \text{ mV}$) nagy modulációs löketet lehessen elérni, az emittorellenállás egy részét kapacitás hidalja át, így a moduláció fokát csak az R_7 ellenállás határozza meg:

$$I_{FMM} = \frac{500 \text{ mV} \cdot 2 \cdot V_2}{15 \Omega} = 94 \text{ mA}$$

A TIL 31 típusú lumineszcens diódán előálló viszonylag nagy veszteségi tel-



16.19. ábra
Élvi kapcsolások lumineszcens diódák impulzusmodulációjára; (a) impulzusmoduláció a lumineszcens diódával párhuzamosan, kapcsoló rövidzárási kapcsolóval, (b) impulzusmoduláció a lumineszcens diódával sorba kapcsolt kapcsolóval

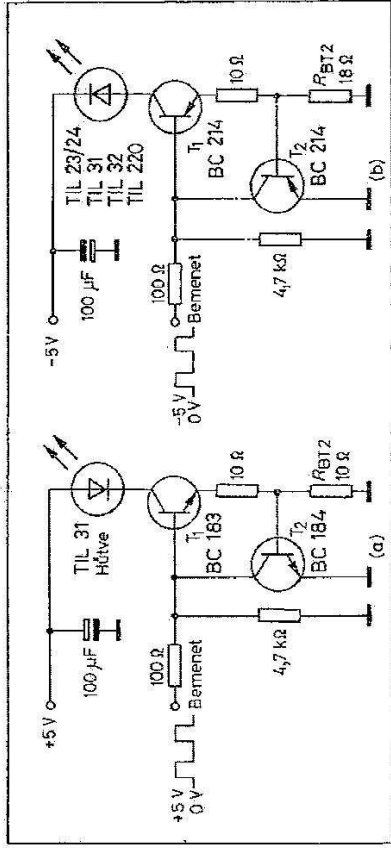


16.20. ábra
Egyszerű impulzusmodulátor kapcsolás lumineszcens dióda vezérléséhez

4. Negyretégű félvezető kisítő kapcsolásával.

A 16.20. ábrán látható kapcsolás a TIL 32 típusú lumineszcens dióda modulátorkapcsolását mutatja. Az I_F nyitó irányú áram csak a t_p impulzus szélesség ideje alatt folyhat át a GaAs diódán:

$$I_F = \frac{U_{dnp} - U_F}{R_e} = \frac{5\text{ V} - 1,5}{150} = 23,3\text{ mA}$$

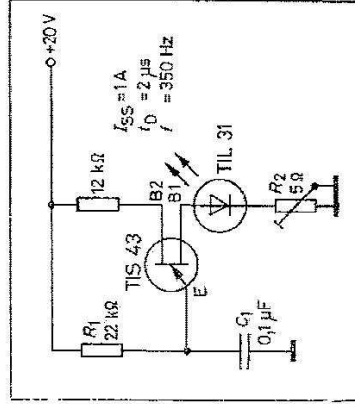


16.21. ábra
Impulzusmodulátorok lumineszcens diódák vezérléséhez; (a) n-típusú tranzisztorral, (b) p-típusú tranzisztorral

ható ki:

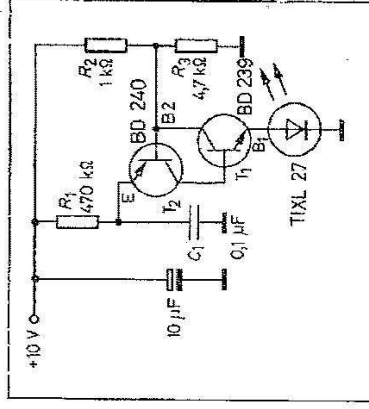
$$I_F = \frac{U_{BE, T_2}}{R_{B, T_2}}$$

Nagyobb impulzusáramok előállítására négyretégű félvezetőből kialakított kisítő áramkör alkalmas. A 16.22. ábrán egy TIS 43 típusú UJT-ből (egyretégű tranzisztorból) kialakított

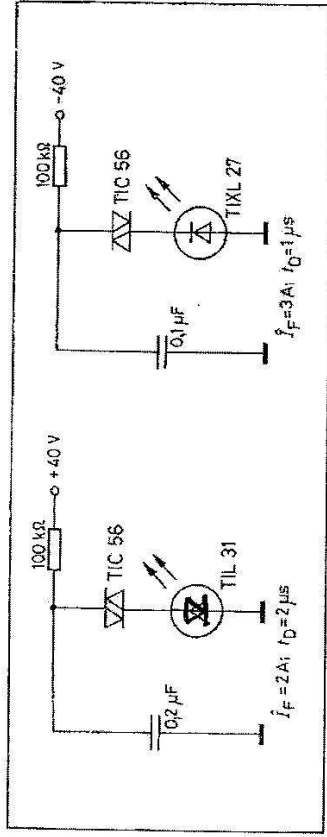


16.22. ábra
Egyszerű négyretégű tranzisztoros impulzusgenerátor lumineszcens diódák vezérléséhez

oszillátor kapcsolás látható. A C_1 kondenzátor R_3 ellenálláson keresztül töltődik fel. Ha a kondenzátoron a feszültsége eléri az UJT küszöbszintjét, az emitter-bázis ellenállás ugrás-szerűen lecsökken és a kondenzátor kisül a lumineszcens diódán át. Az R_2 ellenállással lehet az I_F csúcsáramot beállítani.



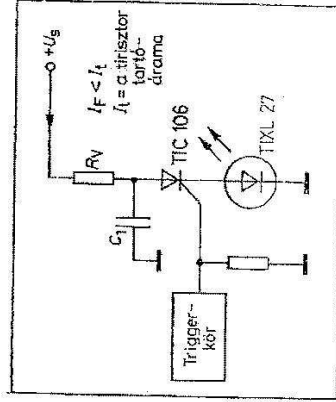
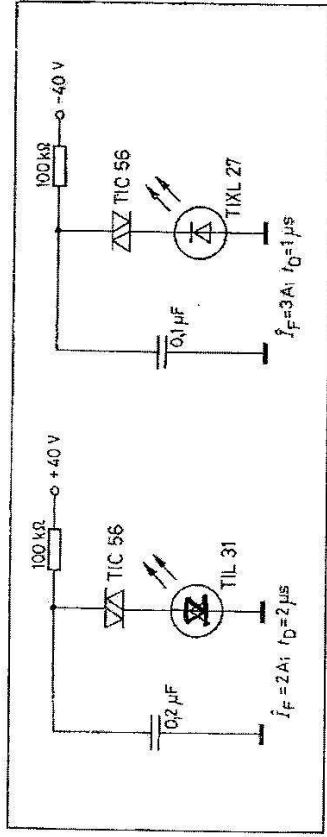
16.23. ábra
Tűimpulzus-modulátor egyátmenetes helyettesítőkapcsolással lumineszcens diódák vezérléséhez



16.24. ábra
Triggerdiódás impulzusmodulátorok

A 16.23. ábrán egy UJT-t helyettesítő p- és n-típusú tranzisztorokból felépített tüimpulzus-modulátor kapcsolási rajza látható. Ennél a kapcsolásban a C_1 kondenzátor a T_3 tranzisztor emittére és bázisa között, a T_1 tranzisztor kollektora és emittére között és a TIXL 27 típusú lumineszcens diódán keresztül sül ki. Ennek a kapcsolásnak a maximális impulzusáramát a T_2 tranzisztor megengedett bázisárama szabja meg. Ha T_1 és T_3 tranzisztorok helyére nagyon gyors teljesítmény tranzisztorok kerülnek, akkor $U_{EM} = +40$ V-os tápfeszültség esetén $I_{FM} = 8$ A-es impulzus állítható elő $t_r = 0,5$ μs-nál.

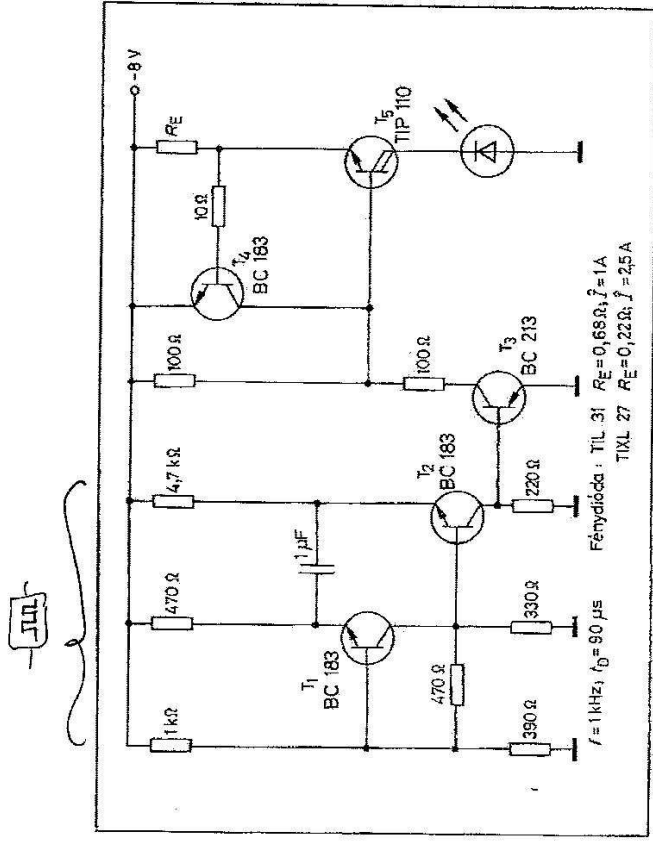
Trigger diódákkal ugyancsak építhető kisütő kapcsolás. A 16.24. ábrán két TIC 56 típusú trigger diódából felépített tüimpulzus-generátor kapcsolási rajza látható. A lumineszcens dióda zárlatponja közvetlenül földelt hűtőbordára szerelhető. A 16.25. ábrán TIC 106 típusú tirisztorból felépített tüimpulzusmodulátor kapcsolási rajza látható. A tirisztor kapujára egy trigger kör indítójele kerül. A C_1 kondenzátor a tirisztoron és a TIXL 25 lumineszcens diódán keresztül sül



16.25. ábra
Tirisztoros tüimpulzus-modulátor nagy impulzusáramokhoz

ki. A tirisztor kikapcsol, ha az R_V ellenálláson keresztül folyó I_r áram kisebb mint a tirisztor I_t tartóárama. Ezután a C_1 kondenzátor ismét feltöltődik. A TIXL 27 típusú GaAs diódán átfolyó I_{FM} csúcsáram nem haladhatja meg a 4 A-t. A t_p impulzusszélességnek 10 μs-nál és a kitöltési tényezőnek 10%-nál kell kisebbnek lennie.

A 16.26. ábrán TIXL 27 és TIL 31 típusú GaAs diódák számára kifejlesztett impulzusadó kapcsolási rajza



16.26. ábra
Nagyteljesítményű IR-impulzusadó

látható. Az emittor-csatolású T_1 és T_2 tranzisztorokat tartalmazó multivibrátoroknak felütési és lefutási ideje nagyon rövid. A T_3 meghajtó tranzisztor vezérfelületét a T_2 tranzisztor mint teljesítményfokozatot, amely fokozatban Darlington-teljesítménytranzisztor használnak azért, hogy kis vezérfelülettel is elég legyen. A T_4 tranzisztor érzékeli a végfokozat emittor-

ellenállásán létrejövő feszültségcsökést és az előre választott értékre szabályozza az áramot. Ez a kapcsolás is olyan megoldás, hogy a lumineszcens dióda anódkivezetése közvetlenül a földelt hűtőbordára köthető. TIL 31 típusú dióda alkalmazásával az adó és vevő közötti távolság külön-jencsék alkalmazása nélkül is több mint 15 méter lehet.