

Elektró 9

9. Fotometria. Optoelektronikai alkatrészek, fotoellenállás, fotodióda, fototranzisztor, fénydióda, optocsatoló

-Fotometria az elektromágneses spektrum 430nm -780nm hullámhossz-tartományba eső sugárzásának, a látható fény méréstechnikájának és alkalmazásának a tudománya.

-fotometria a tipikusan jó fényviszonyokhoz adaptálódott szem érzékenységén alapul

-fényelektromos eszközök képesek elektromágneses sugárzást kibocsátani, amikor áram halad rajtuk keresztül vagy az elektromágneses sugárzás elnyelésével mérhető elektromos mennyiségek előállítására (feszültség, áram, ellenállás változás) alkalmas.

-Fénykibocsátó (emittáló) foto elektromos eszköz: izzólámpa, fénykibocsátó dióda(LED), lézer dióda, különböző katódsugárcsővek.

-Fényenergiát villamos mennyiséggé átalakító fényelektromos eszköz: fotoellenállás, fotodióda, fotoelem, fototranzisztor

-Elektromágneses sugárzás (fény) alatt a $0.3 \mu\text{m}$ – $1.5\mu\text{m}$ hullámhosszúságú tartományt értjük.

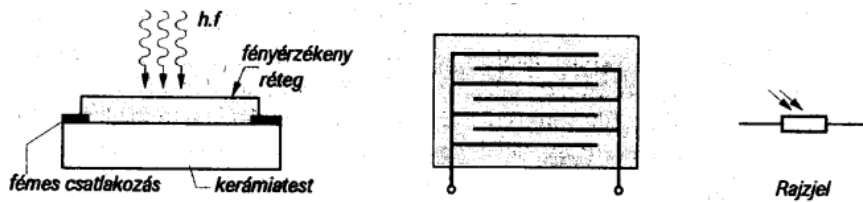
$\lambda = \frac{c}{f},$	ahol:	λ	<i>a fény hullámhossza,</i>
		c	<i>a fény sebessége vákuumban ($c \approx 300\,000 \text{ km/s}$),</i>
		f	<i>a fény frekvenciája.</i>

A fény a hullámhossz függvényében három tartományra bontható:

- ☐ **Ultraibolya fény** (*ultraviolet light*) - $0,4 \mu\text{m}$ alatt.
- ☐ **Látható fény** (*visible light*) - $0,4 \mu\text{m}$ és $0,7 \mu\text{m}$ között.
- ☐ **Infravörös fény** (*infrared light*) - $0,7 \mu\text{m}$ felett.

Fotoellenálás:

- zároréteg nélküli passzív félvezető elem
- fénysugárzás hatására változtatja ellenállását
- a fotoellenálás aktív rétegei olyan vegyület típusú félvezető kristályból állnak, amelyekben a belső fotoelektromos hatás különösen erős
- kadmium-szulfid, ólom-szulfid, szelén.

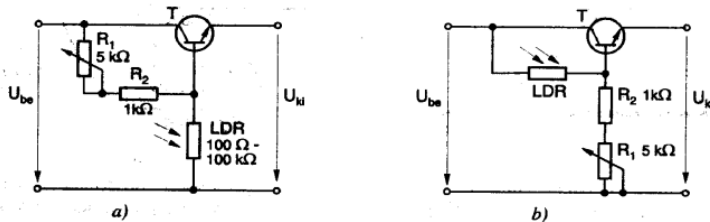


-az aktív félvezető-réteget vákuumban hordozóként szolgáló szigetelő anyagú felületre párologtatják, amelyre előzőleg vékony rácsszerű fémcsíkokat visznek fel a jó villamos csatlakozás biztosítására. A felületét lakkal védik

- megvilágítás nélkül a fotoellenállásra nem esik fény, a töltéshordozók nincsenek gerjesztve, emiatt a fotoellenállás nagy ellenállást képvisel
- megvilágítás alatt a fény töltéshordozókat gerjeszt, így a fotoellenállás ellenállása kisebb értékű lesz.

-egyik előnytelen tulajdonsága: az erős hőfüggés ($0.1-0.3\% / ^\circ\text{C}$),
másik hogy igen nagy a tehetetlensége, amely nem teszi alkalmassá gyors működést igénylő gyarkorlati alkalmazások esetén (pl számítógépek és digitális információátvitel.)

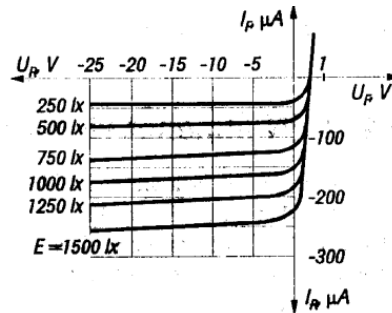
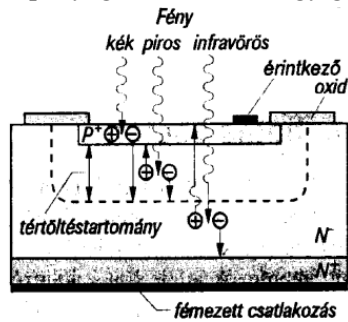
-alkalmasak viszont lassú változást igénylő szabályozás és vezérléstechnikai feladatok ellátására
-pl fénysorompók, közvilágítás-kapcsolókban, megvilágítási erősség mérőkben és vészjelzőkben



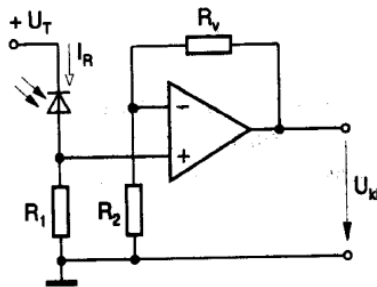
10.5. ábra. Fotoellenállással működő világításkapcsoló áramkörök
a) megvilágításnál $U_{ki} \approx 0$ b) megvilágításnál $U_{ki} \approx U_{be}$

Fotodiódák

- különleges felépítésű félvezető diódák
- PN-átmenete fénysugárzással megvilágítható
- leggyakrabban záróirányban kötik be
- alapanyaguk szilícium vagy germánium



- egy rétegtechnológiás fotodióda felépítése és feszültség áram jelleggörbéjének, a megvilágítás erősségétől való függését ábrázolja
- a diódát záró irányban polarizálva, a megvilágítás hatására záró irányú áramuk megnő. A zárási áram növekedése egyenesen arányos a megvilágítás erősségével. -> jól használhatók fény mérésre
- sok helyen alkalmazzák szabályozás és vezérléstechnikában. Kicsi a helyigényük, ezért alkalmazásukkal nagy alkatrész sűrűség érhető el.

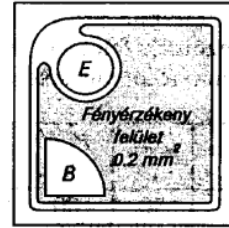
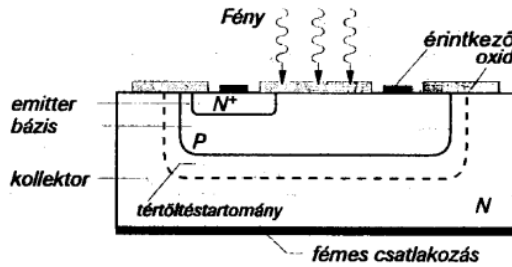


10.9. ábra. Fényerősség mérő áramkör fotodióda felhasználásával

- megvilágítás hatása feszültséget állítanak elő, de kicsi fényérzékeny felületük alacsonyabb hatásfokot biztosít, mint az erre kifejlesztett fotoelemek.
- a kis értékű záróirányú foto áramot nem invertáló erősítő erősíti fel. Mivel a záró irányú árama arányos a megvilágítás erősségével, az U_k kimeneti fesz is arányos lesz a megvilágítás erősségével

Fototranzisztor

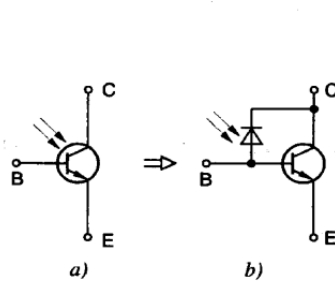
- a fotodiódák érzékenysége tovább növelhető a tranzisztorhatás alkalmazásával.
- a megvilágítható bázis-kollektor átmenettel rendelkező speciális szilíciumtranzisztorok.



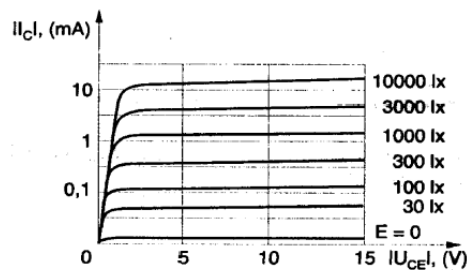
-zárási irányban előfeszített PN-átmenet megfelelő megvilágítása esetén, a fellépő fényelektromos hatás révén keletkező töltéshordozók megnövelik ezt az áramot és $I_B = 0$ beállításában ennek az áramnak a $B+1$ szerese jelenik meg a kollektor körön.

-Tehát közös emitterkapcsolásban a kollektor a fototranzisztor B egyenáramú áramerősítési tényezőjének megfelelően megnövelt fotoáramot állít elő.

-a szükséges munkapont önműködően beáll, ha csuán az emitter és a kollektor közé kapcsolunk feszültséget és engedjük, hogy szabadon hagyott bázis az áramnak megfelelő potenciált vegyen fel.



10.17. ábra. A fototranzisztor
a) rajzjele b) helyettesítő kapcsolása



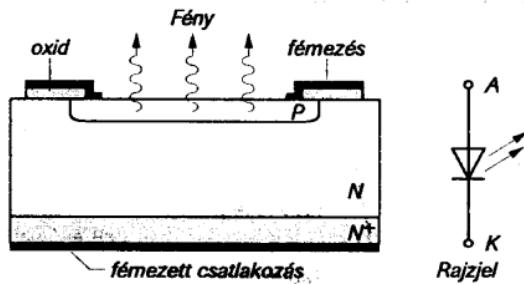
10.18. ábra. A fototranzisztor $U_{CE}-I_C$ jelleggörbéi különböző megvilágításnál ($I_B = 0$)

-a fotodiódán átfolyó áram bázis áramot hoz létre, amelynek következtében felerősített kollektoráram keletkezik

-alkalmazási területük megegyezik a fotodiódákéval. Fotodiódákhoz viszonyítva nagyobb érzékenységet de alacsonyabb határfrekvenciát biztosítanak.

Fénydióda (LED)

-speciális felépítésű diódák, amelyek az elektromos energiát fényenergiává alakítják



-ha nyitóirányú áram folyik keresztül a PN-átmeneten az N rétegből az elektronok a P rétegbe, a P rétegből a lyukak az N rétegbe diffundálnak.

-a diffúziós kisebbségi és többségi töltéshordozók között rekombinációs folyamatok indulnak meg, amelyek során a felszabaduló energia fotonok formájában kisugárzódik.

-a sugárzási rekombináció csak úgy jöhet létre, ha az elektronok átkerülnek a nagy energiájú vezetési sávból, a kisebb energiájú vegyértéksávba. A félvezető anyag sáv szerkezete határozza meg a kibocsátott fény hullámhosszát a következő összefüggés szerint:

$$\Delta W = h \cdot f, \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta W}$$

-a rekombináció kb 1% tekinthető sugárzási rekombinációnak (amely fotonok kibocsátásával jár), tehát a túlnyomó rész nem jár fotonok kibocsátásával.

-gallium-arzenid, gallium-foszfid, vegyület típusú félvezetők

-elsődlegesen jelző és kijelző-elemként kerülnek felhasználásra, pl műszer előlapokon, kijelzőkben. Infravörös fényforrások fényforrása.

-mivel működésük alacsony feszültséget és áramot igényel ezért közvetlenül illeszthető a legtöbb digitális áramkör csatláchoz.

Optocsatolók

-egy fénykibocsátó és egy fényérzékelő elemből állnak

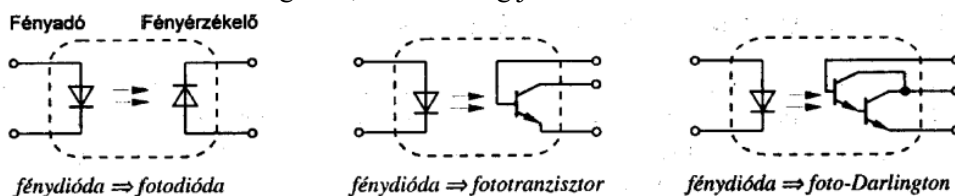
-diszkrét és integrált áramkörös formában is gyártják

-fénykibocsátó elemként a jó hatásfok miatt általában infravörös tartományban sugárzó fénydiódákat alkalmaznak.

-fényérzékelő elem lehet fotodióda, fototranzisztor.

-a fénycsatolók elektronikus elemek között visszahatásmentes, galvanikusan leválasztott kapcsolatot tesznek lehetővé.

-lehetővé teszik mind digitális, mind analóg jelek átvitelét.



-minden olyan helyen alkalmazhatók, ahol elektroniai elemeket galvanikusan és visszahatásmentesen el kell választani.

-vezérlés és szabályozástechnikai áramkörökben, mérőműszerekben, analóg és digitális jelátvitelben, orvosi elektronikában.