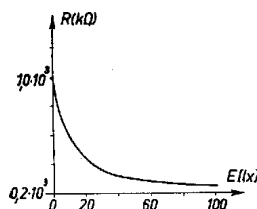


A fényellenállás¹

A fémeknél tapasztalt Hallwachs-effektusnak megtalálhatjuk a félvezető megfelelőjét is. Alkalmasan választott szennyezett alapanyag esetén létrehozhatunk olyan félvezető réteget, amelyben a fénykvantumok elnyelődésekor nagy mennyiségű szabad töltéshordozó pár keletkezik. A Hallwachs-effektusnál a felszabadult elektronok kilépnek a fémből. Itt azonban a fény elnyelődésekor keletkező töltéshordozók a félvezető anyagban maradnak, ezért ezt a jelenséget *belső fényelektromos hatásnak* nevezik. Minden félvezetőben fellép a belső fényelektromos hatás. Gyakorlatilag alkalmazható mértékűvé azonban csak akkor válik, ha olyan alapanyagot választunk, amelynek aktiválási energiája közelítőleg megegyezik a fénykvantumok $h\nu$ energiájával. Ha egy ilyen fényérzékeny félvezetőt áramkörbe iktatunk, és fényt bocsátunk rá, akkor a megvilágítás erősségének növelésekor áramnövekedést, azaz az ellenállás csökkenését tapasztalhatjuk. A fénysugárzás hatására ellenállásukat nagy mértékben megváltoztató félvezetőket fényellenállásoknak nevezzük. A 7. ábrán egy talliumszulfid alapanyagú fényellenállás ellenállás-megvilágításerősség jelleggörbáját láthatjuk.



7. ábra

A fényelemekkel ellentétben a fényellenállásokat elektromos kapcsolásokban csak külső feszültség segítségével alkalmazhatjuk. Így természetesen a fényellenálláson átfolyó fényelektromos áram a megvilágítás erőssége mellett függ az ellenállásra kapcsolt feszültség értékétől is. Adott erősségű megvilágítás esetén a fényellenállásokra is érvényes Ohm törvénye.

A fényellenállások fontos jellemzője az érzékenység. A gyakorlatban megvilágításra legtöbbször összetett fényt alkalmazunk. Erre vonatkozik az *integrális érzékenység*, melynek definícióját a következő kifejezés adja:

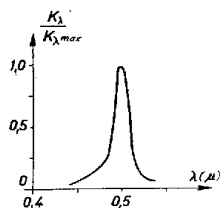
$$K = \frac{I_f}{\Phi}, \text{ ahol}$$

Φ a fényáram erőssége lumenben, I_f pedig az adott feszültség esetén létrejövő fényvillamos áram A-ben.

A fényellenállások másik fontos jellemzője a *spektrális érzékenység*. λ hullámhosszúságú monokromatikus fényt sugárzó fényforrásra vonatkoztatva

$$K_\lambda = \frac{I_f}{P_\lambda},$$

ahol K_λ a spektrális érzékenység, I_f a fényelektromos áram A-ben mérve, P_λ pedig az ellenállásra jutó fényáram mechanikai teljesítményegységben, wattban kifejezve. A fényellenállások a színek szélesebb tartományában érzékenyek, azonban K_λ -nak – anyagonként más-más értéknél – határozott maximuma van. A gyakorlatban a $\frac{K_\lambda}{K_{\lambda\max}}$ képlettel megadható *relatív spektrális érzékenységet* használják, amelynek a hullámhossztól való függését általában grafikonon ábrázolják. A 8. ábrán egy kadmiumszulfid fényellenállás spektrális jelleggörbáját láthatjuk.

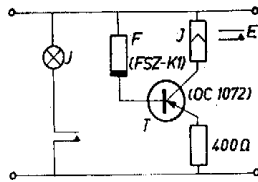


8. ábra

A környezet hőmérsékletének megváltozása kismértékben megváltoztatja a fényellenállás vezetőképességét, illetve a $K_{\lambda\max}$ értékét is. Ezenkívül hátránya a fényellenállásoknak az, hogy nagy a tehetetlenségük, azaz nem képesek gyors fényváltozásokra reagálni. Ezt többek között avval magyarázhatjuk, hogy a nagy fényérzékeny felület biztosítása érdekében a fényellenállásokra 2–3 cm hosszú rétegben viszik fel a félvezető anyagot, ezért a külső feszültség csak kis térerősséget tud létrehozni a félvezetőben. Így a felszabadult töltéshordozókra kis erő hat, tehát csak lassan tudnak a félvezető réteghez kapcsolt elektródák felé áramlani. A gyakorlatban olyan helyeken alkalmazzák a fényellenállásokat, ahol viszonylag lassú, de nagymértékű fényerősség-változások lépnek fel.

A 9. ábrán a vezérléstechnikában sokszor használt öntartó áramkör fényellenállásos megoldását láthatjuk.

¹ A cikksorozat első része szeptemberi számunkban jelent meg



9. ábra

Az **E** érintkezőpár zárásához elegendő egy kb. 0,1 szekundumos fényjel. Az **F** fényellenálláson keletkező áramerősítés-változást a **T** tranzisztorral erősítjük. (A tranzisztor az elektroncsövek közül a triódával analóg felépítésű összetett félvezető elem.) A kapcsolás egyben jól mutatja azt, hogy egy jelfogó ún. meghúzási és elengedési árama különbözik egymástól. A kapcsolásban alkalmazott jelfogón 11 mA-nek kell folynia ahhoz, hogy meghúzzon. Ez az **F** ellenállás megvilágításakor be is következik. A **J** jelfogó meghúzásakor zár egy olyan áramkört, mely egy – a fényellenállás közelében elhelyezett – izzót kapcsol be. Így a külső fényjel megszűnése után is meghúzott állapotban marad a jelfogó. Az **I** izzó kisebb fényárama következtében a jelfogón átfolyó áram 1 – 2 mA-rel csökken, de a már bekapcsolt jelfogó működtetéséhez ez a kisebb áram is elegendő. Az öntartó áramkör tipikus *memóriaegység*: tárolja a fényellenállást ért fényhatást. A külső fényjel hatását úgy törölhetjük, hogy átlátszatlan tárgyat helyezünk az izzó és a fényellenállás közé.

Néhány kisebb átalakítással a 9. ábrán bemutatott kapcsolás több irányítástechnikai berendezés modelljeként szolgálhat. Ha az **I** izzót a jelfogótól független áramkörrel izzítjuk, és így helyezünk átlátszatlan tárgyat az **F** ellenállás és a fényforrás közé, akkor ennek hatására a jelfogó érintkezőpárja egy olyan nagyobb teljesítményű áramkört hozhat működésbe, mely már egy riasztóberendezést vagy egy szállodaajtót működtet. A riasztóberendezéssel ellátott betörés-védelmi berendezésnél célszerű infravörös vagy ultrabolya sugarakat, illetve erre maximálisan érzékeny fényellenállást használni.

Ha nem közönséges, hanem ún. számláló jelfogót alkalmazunk, akkor berendezésünk automatikus termékszámológékként működhet. A szállítószalag egyik oldalán kell elhelyezni a fényforrást, másik oldalán a fényellenállást, és minden egyes termék, amely megszakítja a fény útját, egy-egy olyan nagy, áramlökést eredményez a jelfogó körében, hogy az működésbe lép, azaz a számlálóberendezés mindig eggyel tovább lép.

A jelfogó helyére egy ohmikus ellenállást és egy árammérőt iktatva fényképezési megvilágításmérő készülékhez jutunk. Itt az árammérő kalibrálásakor ügyelnünk kell arra, hogy sem a fényellenállás, sem pedig a tranzisztor nem lineáris áramköri elem.

A fényellenállás néhány egészen érdekes ipari alkalmazásával is találkozhatunk. Mint ismeretes, az oldatok fényáteresztő képessége függ az oldat koncentrációjától. Folyékony termékek minőségének ellenőrzése történhet fényellenállás segítségével is. Megfelelő mértékben fényáteresztő oldat esetén ugyanis a koncentráció megváltozása fényellenállás-érzékelő elem segítségével áramerősség-változássá alakítható, s így a változást vagy műszeren leolvashatóvá tehetik vagy pedig azonnal olyan berendezést hoznak működésbe, amely a gyártási folyamatot úgy befolyásolja, hogy az észlelt koncentráció-változás megszűnjön.

Végül még egy közvetett felhasználási lehetőséget említünk. Szabályozási feladatokban az érzékelő műszer mutatójának adott helyzettől való eltérését is érzékelhetjük fényellenállás segítségével, ha a mutatóra tükröt szerelünk, s erre egy fénysugarat ejtünk.