

A robotok szeme

Dr. Fábíán Tibor okl. villamosmérnök, itaf70@gmail.com

A humanoid robotoknál egyszerűbb kivitelű manipulátorok mozgásának vezérléséhez speciális reflexiós érzékelők (is) használhatók. E szenzoroknál nincs képalkotás, alakfelismerés, hanem csak „egyszerű” távolságmérést végeznek. A reflexiós tárgyérzékelés területe azonban nem korlátozódik a robotokra, nap mint nap találkozhatunk azokkal pl. a tömegközlekedési eszközök ajtóinak vezérlésénél vagy az ételmisszer-automaták „érintős” nyomógombjainál.

Az *optikai csatoló* (optocoupler, optically-coupled isolator, Optokoppler) egymástól galvanikusan elválasztott bemeneti és kimeneti négy pólus. A bemenőoldalon többnyire IRLED-et, a kimenőoldalon pedig fényérzékeny félvezetőt: fotodiódát, -tranzisztort, -darlingtonot vagy -tirisztort tartalmaz. A két oldal közötti csatolást a fénysugárzás hozza létre.

A jelátviteli csatorna zárt vagy nyitott lehet. A teljesen zárt, fényzáró házban, egymással szemben elhelyezett, egymáshoz *optikailag és spektrálisan illesztett* adó-vevő pár a klasszikus értelemben vett optocsatoló.

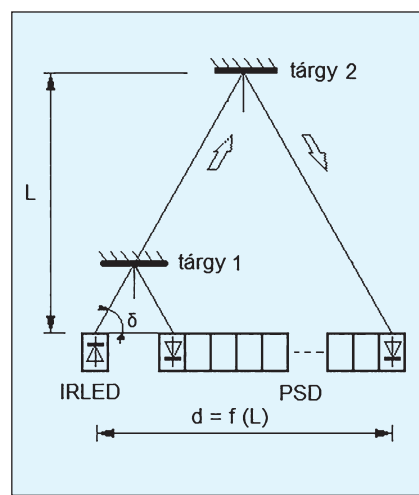
A nyitott sugármenetű optocsatolót *optoelektronikai kapunak* (röviden optokapunak, néhol fénysorompónak) nevezik. Az optokaput optikailag vezérik, azaz a sugármenetet szakítják meg, vagy a sugárzás reflexióját, abszorpcióját érzékelik. Az adó és a vevő távolsága változó, pontos szembenállásuk nem minden esetben biztosított.

Az egymással szemben elhelyezett adó-vevő páros a *közvetlen su-*

gármenetű optokapu (light barrier, light fork coupler, slotted optointerrupter, Gabellichtschranke), de a hazai szakirodalomban az optovilla, résérzékelő kifejezés is előfordul. A rés névleges szélessége rendszerint 3 mm, de van 1,2...26 mm-es változat is. Gyártanak egymás mellett elhelyezett egy adó - két vevő változatot is (pl. Honeywell HOA0901, HOA0902, Motorola MOC70W1 típusok) [1, 2].

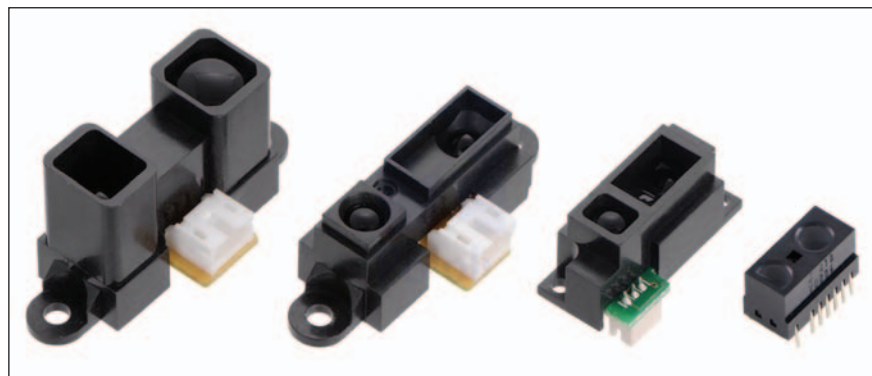
A közvetlen, egyutas optokapu a sugármenetet megszakító réstelt vagy lyuksoros tárccsával elfordulás/elmozdulás érzékelőként (pl. régebbi „egerek” pozícióérzékelése, „digitális forgatógomb”), fordulatszám-lélőként vagy forgásirány érzékelőként, a résben elmozduló takaró zászló esetén pedig kétállású helyzetjelzőként alkalmazható.

A Xeroxnál 1985-től a kézi vonalkód leolvasókhoz fejlesztett *reflexiós optokapunál* (reflective opto- vagy object sensor, proximity sensor, Reflexionslichtschranke) az adó és a vevő optikai tengelye egymással hegyesszöget

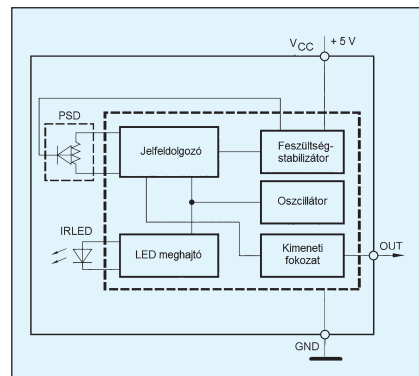


2. ábra

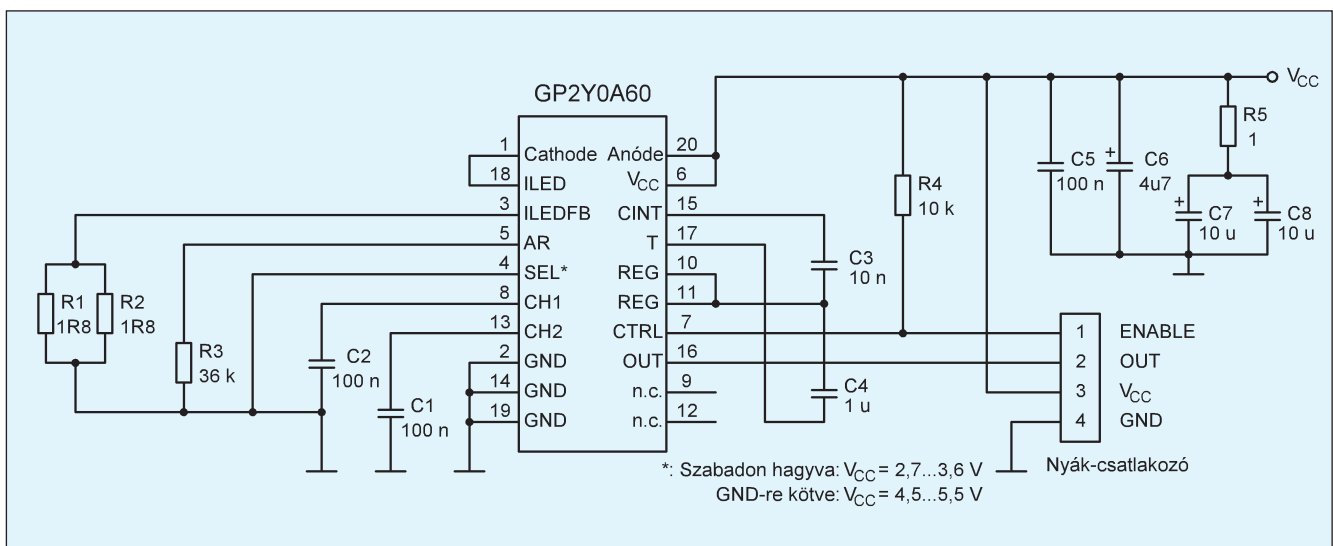
zár be. A vevő közvetlenül a tárgyról (pl. címkéről) vagy speciális fényvisszaverő anyagról reflektált sugárzást detektálja. Az optikai csatolást ebben az esetben az érzékelni kívánt tárgy hozza létre. A tárgy távolság általában 2...15 mm, ennek függvényében változik a kimenőáram. Ez utóbbit a tárgy reflexiós tényezője, az IRLED árama és az optokapuk többségénél használt fototran-



1. ábra



3. ábra



4. ábra

zisztor vagy fotodarlington U_{CE} feszültsége is befolyásolja. A reflexiós szenzorok széles választékát kínálja a texasi OPTEK Technology, Inc. (pl. OPB70x, 74x típuscsaládok) [3].

A reflexiós optokapuk speciális változata az *infravörös távolságmérő* (IR ranger, optical range finder, distance sensor). A „klasszikus” optokaputól a Sharpnál az 1990-es évek végén kialakított távolságmérő annyiban tér el, hogy egyrészt az IRLLED sugárnyalábja a fényszűrő bevonatos műanyag (polimetakrilát, polikarbonát) lencsének köszönhetően fókuszált, a nyalábolási szög $4...6^\circ$. Másrészt a vevőoldalon vonalban elrendezett CCD cellasor (PSD, Position Sensitive Detector) érzékeli a „látóterében” lévő tárgyról visszavert infravörös fényt (1. ábra: néhány Sharp távolságmérő szenzor. Balról jobbra: GP2Y0A02, GP2Y0A21 vagy GP2Y0A41, GP2Y0A51, GP2Y0D8xx.) [4].

A távolságmérő szenzor működése a háromszögeléses távolságméréseken alapul. Az elvet az erősen torzított 2. ábra szemlélteti. A „tárgy1” – a lineáris cella-elrendezés „kezdőpontjához” igazítottan – a minimális, a „tárgy2” pedig a maximális érzékelési távolságban helyezkedik el. Mivel a tárgyat „megvilágító” 850 ± 70 nm-es (az újabb típusoknál 870 ± 70 nm-es) fényforrás nem pontszerű, s a visszavert fény is diffúz,

így a cellák közül azt kell a vezérléssel kiválasztani, amely a legnagyobb fény mennyiséget érzékeli. É cella és az adó optikai tengelye közötti távolság a tárgytávolság (L) függvénye: $d = 2L/\text{tg}\delta$. Az is látható, hogy a szenzor „holtterrel” rendelkezik: az L_{\min} -t a konstrukció által meghatározott d_{\min} korlátozza. Az L_{\max} értékét jó közelítéssel a PSD cellák „hossza” határozza meg.

Optimális mennyiségű fény akkor verődik vissza, ha a – közelít a 90° -hoz, vagyis a beesési szög csak pár fokos. A fény sugar kis nyalábolási szöge következtében a maximálisához közel eső érzékelési távolságok esetén a tárgy mérete limitált: egy adott tárgyméretnél kisebb már nem, vagy bizonytalanul lehet detektálni, mert nem reflektálódik elegendő fény. A minimális tárgyméret a távolságtól és a reflexiós tényezőtől is függ, pl. $L = 80$ cm esetén a 90% reflexiójú tárgynak legalább $5...6$ cm átmérőjűnek kell lenni.

A szakirodalomban viszonylag kevés adat található a visszaverő felület anyagától, minőségétől, a fény karakterisztikus hullámhosszától, beesési szögétől stb. függő reflexiós tényezőkről. Általánosságban csak annyi állapítható meg, hogy az érzékelt tárgyak gyakorlatilag anizotropnak tekinthetők, reflexiós tényezőjük – az extrém eseteiktől eltekintve – 10 és 90% közé esik. Például a fe-

hér papír 78...90%-ban, a szürke papír 18...20%-ban, a fekete papír 1...2%-ban, a „tükrösre” felpolírozott alumínium 80...87%-ban, a matt alumínium 55...65%-ban, a csiszolt keményfa lap 25...35%-ban, a rétegelt lemez 25...40%-ban, a durva felületű beton tárgy 20...30%-ban reflektál.

A Sharp távolságmérő szenzorai analóg és digitális kimenettel készülnek. Mindkét változatnak azonos a tömbvázlata (3. ábra). A digitális kimenetű, kapcsoló tulajdonságú szenzor annak megfelelően, hogy a tárgy az előre beállított távolságon kívül vagy belül van-e, kimenetén H vagy L szintű jelet szolgáltat.

A külső megvilágítás és a tárgyak különböző színe okozta interferenciát az IRLLED impulzusos táplálásával küszöbölik ki. A tárgyra eső napfény vagy mesterséges forrás fénye kb. 8000 lux megvilágításig nem okoz számottevő mérési hibát.

Néhány analóg kimenetű típus jellemzőit a táblázatban foglaltuk össze. Az érzékelési tartomány minden esetben 18...90% reflexiós tényezőjű tárgyra vonatkozik. A szenzorok névlegesen 5 V ($4,5...5,5$ V) tápfeszültségről működnek. A típusok részletes összehasonlítása az [5]-ben található.

A táblázatban a tipikus kimeneti feszültségkülönbség a tárgy távolságának a minimumról a maximumra való változása esetén