

Dr. Hegedűs János: Kétállapotú, elektronikus közelítéskapcsolók

Bevezetés:

A Mechatronikában az érzékelők (szenzorok) szinte minden fajtáját alkalmazzák.

Ebben a segédletben ezek közül az *elektronikus közelítéskapcsolók* családja kerül ismertetésre.

A leírás célja röviden összefoglalni a közelítéskapcsoló család tagjainak működési elvét, értelmezni a katalógusokban megadott paramétereket, továbbá méréseken keresztül bemutatni és megismertetni a paraméterek fizikai tartalmát.

Az elektronikus közelítéskapcsolók közös jellemzője, hogy érintésmentesen érzékelnek, kimenetükön kétállapotú (digitális) jel jelenik meg.

A közelítéskapcsolók csoportosítása a működési alapelvük szerint:

1. mágneses közelítéskapcsolók;
2. induktív közelítéskapcsolók;
3. optikai közelítéskapcsolók;
4. kapacitív közelítéskapcsolók;
5. ultrahangos közelítéskapcsolók.

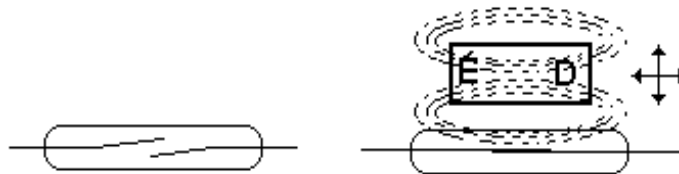
1. A közelítéskapcsolók működési elvének részletes ismertetése:

1.1 Mágneses közelítéskapcsolók:

a.) Működési elv: A mágneses közelítéskapcsoló permanens mágnes vagy elektromágnes tér jelenlétére kapcsol.

b.) Alkalmazási területe: Leggyakoribb alkalmazási területe a pneumatikus és hidraulikus munkahengerek végállás-jelzőiként. A munkahenger háza műanyag, így az állandó mágnes is tartalmazó dugattyútest a házon keresztül kapcsolni tudja a hengertest mentén, kívülről felerősített mágneses közelítéskapcsolót.

c.) Felépítés: Két speciális fém érintkező (Fe-Ni ötvözet) helyezkedik el semleges gázzal töltött (pl. nitrogén), két végén zárt üvegcsőben.



Alaphelyzetben a két érintkező között néhány tized milliméter nagyságú rés van, tehát az érintkezőpár (a kapcsoló) nyitott. Mágneses térben azonban az érintkezők deformálódnak, melynek során ráhajlanak egymásra: a kapcsoló zár. A mágneses tér megszűnésével a deformáció is megszűnik és a kapcsoló újból kinyit.

Természetesen mágneses tér hatására bontó áramkör is létezik.

d.) Jellemző paraméterek:

érintkező típusa:	1 db. záró
kapcsolási teljesítmény:	40 W AC 40 VA DC
max. kapcsolási áram:	2.0 A
max. kapcsolási feszültség:	24 ±10%
átmeneti ellenállás:	100 mΩ
kapcsolási pontosság:	±0.1 mm
kapcsolási frekvencia:	1000 Hz
kapcsolási idő:	≤2ms
környezeti hőmérséklet:	-20...+60 °C

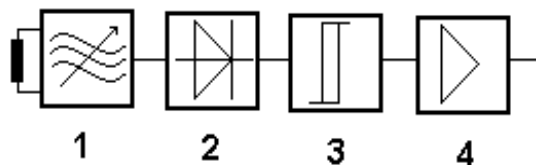
1.2 Induktív közelítéskapcsolók:

a.) Működési elv: Az induktív közelítéskapcsoló az általa előállított mágneses terébe belépő mágnesezhető anyagok megjelenésére kapcsol.

b.) Alkalmazási terület: mindenhol, ahol rendkívüli körülmények fordulnak elő, mint:

- szennyezett, olajos környezet (kenőanyagok, hűtőfolyadékok stb.);
- rezgő szerelvények;
- vízállósági követelmények;

c.) Felépítése:



1. csillapítható rezgőköri tekercses oszcillátor, 2. demodulátor, 3. trigger, 4. kimeneti erősítő. A tápfeszültség rákapcsolásával a közelítéskapcsoló aktív felülete előtt induktív, váltakozó mágneses tér alakul ki, amelyet a nagyfrekvenciás oszcillátor rezgőköri tekercse hoz létre.

Az oszcillátor rezgőkörének tekercsét egy ún. fazékvasmag veszi körül, amelynek tetejét szándékosan nem zárják le mágnesesen (aktív felület). A teljes áramkör egy mágnesesen jól árnyékolt fémcsőbe van szerelve. A műanyaggal lezárt cső vége mágnesesen nyitottnak tekinthető, így a nyitott vasmagos tekercs mágneses erővonalai kilépnek a cső végén.

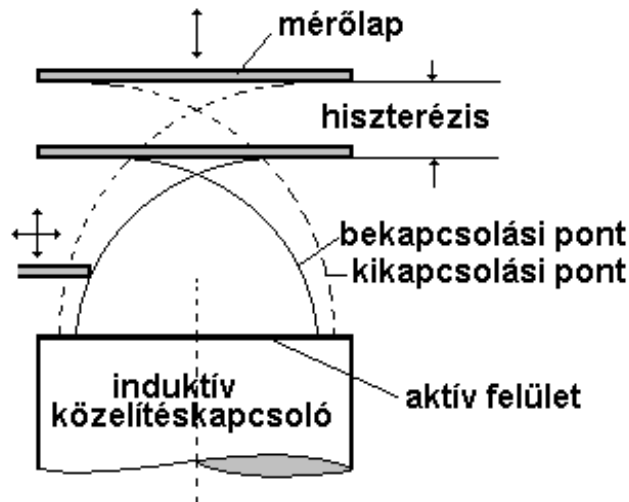
Ha ebbe a mágneses mezőbe fémtest kerül, az oszcillátor rezgése csillapodik, azaz egy előre meghatározott megszólalási szintnél csökken az oszcillátor feszültség és ez által a demodulált feszültség is, mindaddig, míg átbillen a triggerfokozat és ez a kimeneti kapcsolási állapot megváltozásához vezet. Egyenfeszültségű kapcsolóknál a kiment PNP (pozitív kapcsolású), vagy NPN (negatív kapcsolású) teljesítménytranszisztorok kapcsolják.

Váltakozófeszültségű kapcsolóknál Graetz-hídelőtéses tirisztorok vezérlik a kimenetet.

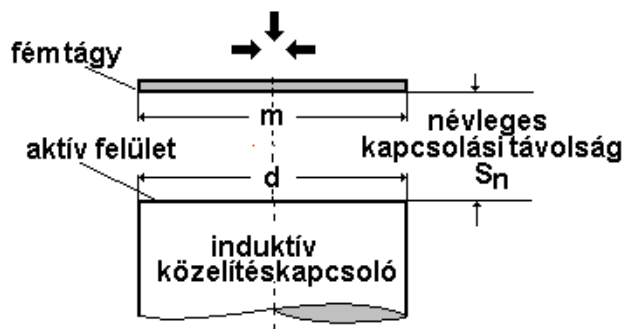
Kiviteli forma: leggyakoribb a kívül menetes hengeres forma két hatlapfejű csavarral. A kapcsolási távolság a kapcsolást kiváltó anyag mágneses tulajdonságaitól és az érzékelő paramétereitől egyaránt függ.

d.) Jellemző paraméterek:

- A kapcsolási terület karakterisztikája: A kapcsoló fémtárgy szemből és oldalról érkező érzékelési térbe.



- **Aktív felület:**
A közelítés kapcsoló aktív felülete az a felület, melyen kilép a nagyfrekvenciás elektromágneses tér (mágneses erők azonban nem lépnek fel).
- **Mérőlap:**
Mérőlap 1 mm vastag acélból készült (St37), alakja négyzetes. Oldalmérete megegyezik a kapcsoló aktív felületének átmérőjével, amely a négyzetbe írható körrel azonos.
Ha a 3-szoros névleges kapcsolási távolság nagyobb, mint az aktív felület átmérője, akkor a mérőlap oldalméretét ezzel azonos mértékűre kell választani.
A mérőlappal az aktív felületre mindig párhuzamos állásban kell a kapcsolási távolság összehasonlító méréseit végezni.
A jellemző értékeket az EN 50010 Európai szabvány tartalmazza.
- **Kapcsolási távolság:**
az a távolság, melynél a szenzor aktív felületéhez közelítő mérőlap jelváltozást idéz elő.



a.) *névleges kapcsolási távolság* (S_n)

A névleges kapcsolási távolság az a jellemző kapcsolási érték, amelynél a külső befolyások - pl. hőmérséklet, feszültség - hatására létrejövő szórásokat és eltéréseket nem vesszük figyelembe.

b.) *valóságos kapcsolási távolság* (S_r)

A valóságos kapcsolási távolság a névleges feszültség és hőmérséklet mellett mért, és a gyártási tűréssel kiegészített névleges kapcsolási érték.

$$\text{pl. } 10\% \text{ tűrés esetén : } 0.9 S_r \leq S_n \leq 1.1 S_r$$

c.) *hasznos kapcsolási távolság* (S_u)

Ezt a távolságot meghatározott hőmérsékleti és feszültségviszonyok között mérik.

$$\text{pl. } 0.9 S_r \leq S_u \leq 1.1 S_r$$

d.) *munkatávolság* (S_a)

Az a kapcsolási távolság, amely a valóságos üzemi feszültség és hőmérsékleti viszonyok között biztonságosan reprodukálható.

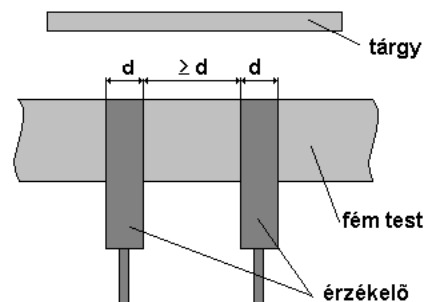
$$0 < S_a \leq 0.9 \times 0.9 S_n$$

e.) Korrekciós tényezők St37 acéltól eltérő anyagok esetén:

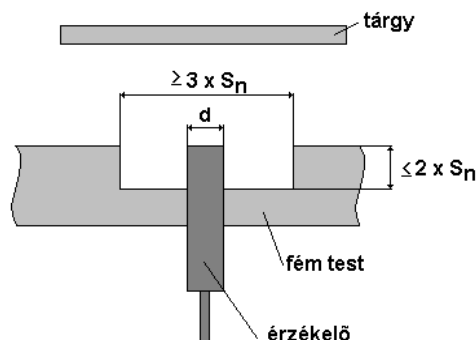
Acél (St 37)	$1.0 \times S_n$
Króm- Nikkel	kb. $0.9 \times S_n$
Sárgaréz	kb. $0.9 \times S_n$
Alumínium	kb. $0.5 \times S_n$
Vörösréz	kb. $0.4 \times S_n$

Ha a közelítéskapcsolót vékony fóliával vonjuk be, a megszólalási távolság várhatóan megnő.

- Reprodukálhatóság (R)
A kapcsolási pont reprodukálhatósága megadja a hasznos távolság ismétlési pontosságát két egymást követő kapcsolásnál 8 órán belül $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti környezeti hőmérséklet és olyan feszültség mellett, mely a névleges feszültségtől max. $\pm 5\%$ -ban tér el.
- Kapcsolási hiszterézis (H)
A kapcsolási hiszterézis alatt a bekapcsolási pont és kikapcsolási pont közötti (út) különbségét értjük, mely a mérőlapnak a közelítéskapcsolóhoz történő közelítése- és távolítása között jön létre.
- Kapcsolási frekvencia:
A kapcsolási frekvencia a max. lehetséges másodpercenkénti impulzusszám. A kapcsolási frekvencia adat 2:1-es impulzus/szünet viszonyt tételez fel.
- Fémbe szilárdan beépíthető a közelítéskapcsoló:
ha azt az aktív felületig fém veheti körül anélkül, hogy az befolyásolná a rá megállapított jellemző értékeket.



- Fémbe szilárdan nem beépíthető a közelítéskapcsoló:
ha az előírt jellemzőit csak egy szabad sáv (szabad tér) mellett tartja.



Egymással szemben elhelyezendő közelítéskapcsolók közötti minimális távolság legalább $3 \times S_n$ legyen.

e.) Egy induktív közelítéskapcsoló tipikus adatai:

logikai kimenet	NPN vagy PNP
kivitel (hengeres ház)	M6 x 0.5
névleges kapcsolási rés	0.8 mm
csatlakozás	3 vezetékes
névleges tápfeszültség:	24 V DC (10 ÷ 30 V)
max. kapcsolási áram	75 mA
környezeti hőmérséklet	-25 ÷ 80 °C
élettartam	nagyon hosszú
érzékenység piszkos környezetre	nem érzékeny

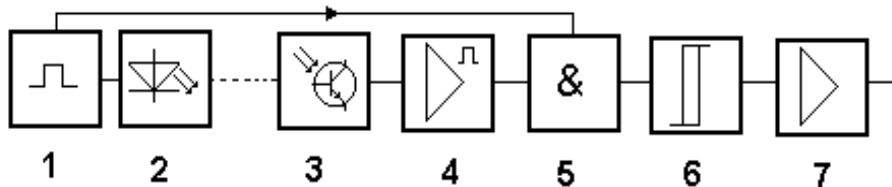
1.3 Optikai érzékelők:

a.) Működési elv: A fényérzékelők és fénySOROMPÓK pulzáló fényt sugároznak a nemlátható, infravörös tartományban. A kötegelt fénycsóva a felismerendő tárgyról közvetlenül vagy reflektor közbeiktatásával visszasugárzódik.

b.) Alkalmazási terület: A fényérzékelők és fénySOROMPÓK (fotócellák) közvetlen letapogatással szinte minden anyagot érzékelnek. Az induktív és kapacitív közelítéskapcsolókhoz képest lényegesen nagyobb megszólalási távolságuk van, azonos építési nagyság esetén. Minden területen létjogosultsága van felhasználásuknak, ahol nem kell tartani az optikai lencsék gyors elszennyeződésétől:

szerszámgépek, műanyagfeldolgozó gépek,
fafeldolgozó gépek;
textilgépek,
csomagológépek,
szerelőszalagok,
szállítóberendezések,

c.) Felépítése:



1. impulzus generátor, 2. infravörös fényt kibocsátó dióda, 3. infravörös fényt érzékelő tranzisztor, 4. jelformáló erősítő, 5. a kisugárzott és a vett fényimpulzusokat szinkronizáló fokozat, 6. trigger, 7. kimeneti erősítő.

Fényadó dióda optikai kábel nélkül:

- IRED, anyaga GaAlAs
- hullámhossz: 880 nm (nem látható)

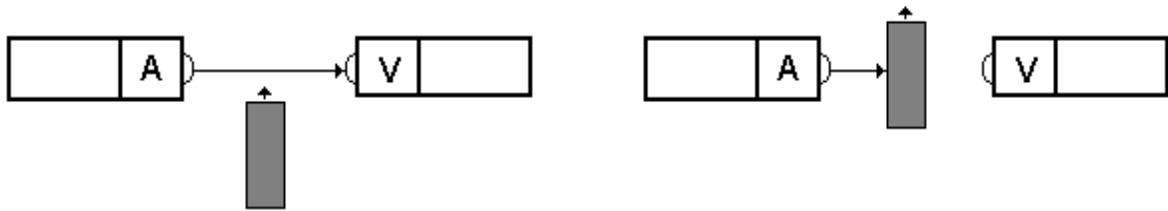
Fényadó dióda optikai kábellel:

- RED, anyaga GaAlAs
- hullámhossz: 660 nm (látható)

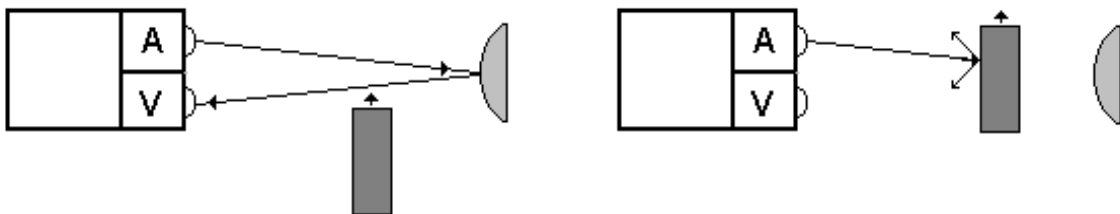
Elrendezés:

- Adó- és vevőelektronika egymással szemben, külön házban:

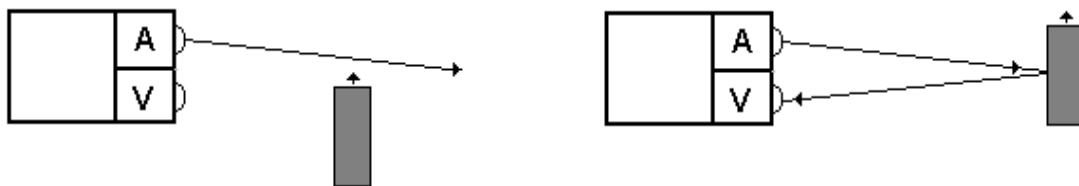
Az adó által kibocsátott fénysugár mindaddig a vevőbe jut, míg a fény útját az érzékelendő tárgy meg nem szakítja.



- *Reflexiós fényérzékelő, reflektorral:* A közelítéskapcsoló aktív oldalára, egymás mellé van elhelyezve az adó és a vevő. Az adó által kibocsátott fény mindaddig visszaverődik a reflektorról, amíg az érzékelendő tárgy a fény útját meg nem szakítja.. A tárgyra sugárzott fény szétszóródik, és nem jut vissza a vevőre.



- *Reflexiós fényérzékelő, reflektor nélkül:* A közelítéskapcsoló aktív oldalára, egymás mellé van elhelyezve az adó és a vevő. A fény közvetlenül az érzékelendő tárgyról verődik vissza. (sötét tárgyakról is).



d.) Jellemzők paraméterek:

Megszólalási távolság:

- Egyuras (külön házba épített adó és vevő): max. 16 m.
- Reflexiós fényérzékelők (d=80 mm reflektorral): max. 4 m.
- Reflexiós érzékelők reflektor nélkül: max. 400 mm, mely 100 x 100 mm-es fehér felületre vonatkozik.

Korrekciós tényezők az anyag függvényében:

matt, fehér papír (200g/m ²)	1
fényes fém	1,2...1,6
fekete, eloxált alumínium	1,1...1,8
fehér hungarocell	1

fehér gyapot	0,6
szürke PVC	0,5
nyers fa	0,4
fekete matt karton	0,1
fekete fényes karton	0,3

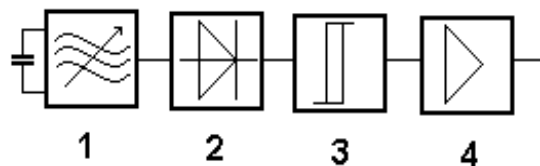
Átlátszó tárgyak felismerése: üveg, plexi vagy más átlátszó anyag érzékelésénél az anyag fényvisszaverése bizonytalan, így a külön reflektoros megoldás ajánlatos.

e.) Egy reflektor nélküli reflexiós optikai közelítéskapcsoló tipikus adatai:

logikai kimenet	NPN vagy PNP
kivitel (hengeres ház)	M12 x 1
névleges kapcsolási tartomány (beállítható)	50 mm ÷ 2 m
csatlakozás	3 vezetékes
névleges tápfeszültség	24 V DC (10 ÷ 30 V)
max. kapcsolási áram	75 mA
környezeti hőmérséklet	-25 ÷ 80 °C
élettartam	hosszú (típ. 100 000 h)
érzékenység piszkos környezetre	nagyon érzékeny

1.4 Kapacitív közelítéskapcsolók:

- Működési elv:** Az aktív felület tárggyal történő megközelítésekor (fém vagy nemfém) megnövekszik a test és az érzékelő aktív zónája közötti kapacitás.
- Alkalmazás terület:** Különösen tartályok szintmérésére alkalmas folyékony, por alakú vagy szemcsés anyagok esetén. Természetesen felhasználják a kapacitív közelítéskapcsolót, mint érintésnélküli érzékelőt szerszámgépekben ellenőrzésre, tájolásra, mint impulzusadó számoló feladatokra, továbbá szinte minden fém és nemfém érzékelésére is.
- Felépítés:** A beállított érték túllépésekor rezgésbe jön az oszcillátor, megváltozik az oszcillátor feszültség, átbillen a trigger fokozat és átkapcsolja a kimeneti állapotot. A kimeneti erősítő be van építve, így nincs szükség kiegészítő készülékekre.



1.elhangolható rezgőköri kapacitású oszcillátor, 2.demodulátor, 3.trigger, 4.kimeneti erősítő.

d.) Jellemzők paraméterek:

Kapcsolási távolság

A tárgy felismeréséhez a szenzor érzékelési távolságát be kell állítani (különösen kis dielektromos állandó esetén). A kapcsoló érzékenysége pótméterrel beállítható. A kapcsolási távolság megadásánál a közeg minőségét kell alapul venni.

A katalógus adatok általában acélokra vonatkoznak.

Korrekción tényezők:

fém	1,0
fa	0,2...0,7

üveg	0,5
víz	1,0
PVC	0,6
olaj	0,1

e.) *Egy kapacitív közelítéskapcsoló tipikus adatai:*

logikai kimenet	NPN vagy PNP
kivitel (hengeres ház)	M6 x 0.5
névleges kapcsolási rés	0.8 mm
csatlakozás	3 vezetékes
névleges tápfeszültség	24 V DC (10 ÷ 30 V)
max. kapcsolási áram	75 mA
környezeti hőmérséklet	-25 ÷ 80 °C
érzékenység piszkos környezetre	érzékeny

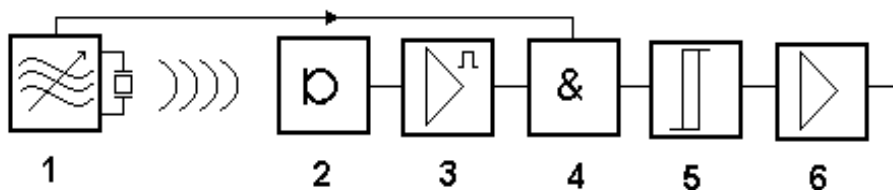
1.5 Ultrahangos közelítéskapcsolók:

a.) *Működési elv:* az ultrahangos közelítéskapcsoló ultrahang csomagokat bocsát ki, amelyek az érzékelendő tárgy jelenléte esetén visszaverődnek (echo).

b.) *Alkalmazás terület:* az ultrahangos érzékelő egyaránt alkalmas szilárd, szemcsés, por alakú és folyékony anyagok jelenlétének érzékelésére függetlenül azok alakjára, színére, a közvetítő közeg lehet poros, füstös vagy gőzpárás is.

c.) *Felépítés:* Az érzékelő ultrahang csomagokat bocsát ki. A hang frekvenciája a hallhatósági határ felett van, tipikus tartománya 30 kHz-300 kHz tartományba esik (kiviteltől függően). A csomagok sűrűsége 1 Hz-125 Hz közötti, szintén kiviteltől függően.

A rezgés előállítására leggyakrabban az *elektrorestriktions* elvet alkalmazzák. A villamos oszcillátor feszültségével mechanikai rezgésbe hozott piezo-kerámia lap hanghullámokat sugároz a közvetítő közegbe. A kibocsátott hullámok terjedési sebessége a közeg jellemzőinek is függvénye: száraz, szobahőmérsékletű levegőben kb. 340 m/s.



1. kvarcoszcillátor, 2. mikrofon, 3. impulzus erősítő, 4. szinkronizáló fokozat, 5. trigger fokozat, 6. kimeneti erősítő

A visszaverődő hullámcsomagot mikrofon (vagy a piezokerámia lap fordított üzemben) érzékeli. A visszaverődési idő kiértékelésének eredménye logikai jelként jelenik meg az érzékelő kimenetén.

Az adó és vevő általában közös házba van építve, de külön házban is lehet egymással szemben elhelyezve.

d.) *Jellemzők paraméterek:*

- Szükséges minimális oldaltávolság két párhuzamosan dolgozó ultrahangos érzékelő között:

Egy érzékelő érzékelési távolsága (cm)	Minimális távolság két érzékelő között
6...30	>15
20...100	>60
80...6000	>250

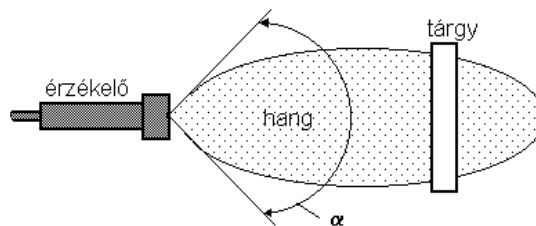
- Szükséges minimális távolság két szemben dolgozó ultrahangos érzékelő között:

Egy érzékelő érzékelési távolsága (cm)	Minimális távolság két érzékelő között
6...30	>120
20...100	>400
80...6000	>2500

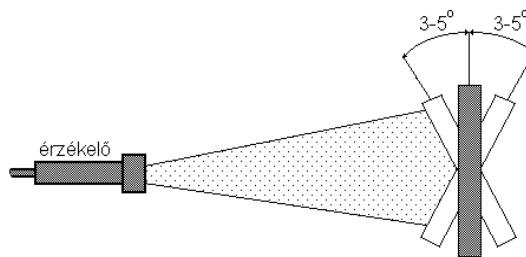
- Szükséges minimális oldaltávolság az ultrahangos érzékelő és visszaverő fal között:

Egy érzékelő érzékelési távolsága (cm)	Minimális távolság két érzékelő között
6...30	>3
20...100	>15
80...6000	>40

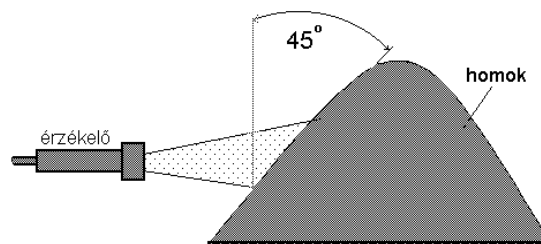
- Az érzékelendő tárgy minimális mérete: a kisugárzott hang kúpszögének és a távolságnak függvénye.



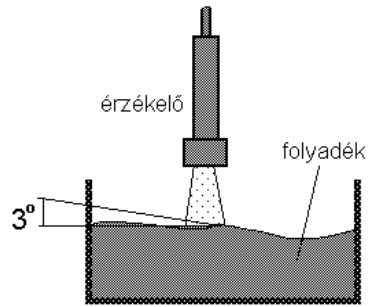
- Sima felületű tárgy maximális dőlésszöge a merőlegeshez viszonyítva:



- Egyenetlen vagy érdes felületű tárgy maximális dőlésszöge a merőlegeshez viszonyítva:



- Folyadék felületének maximális hullámzása:

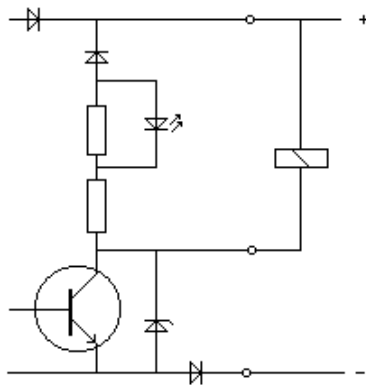


e.) Egy ultrahangos közelítéskapcsoló tipikus adatai:

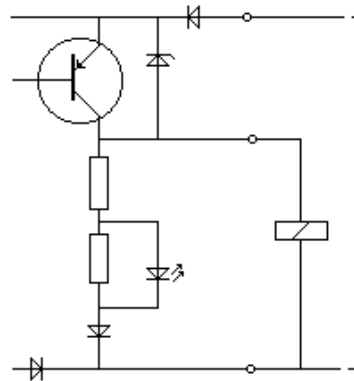
névleges kapcsolási távolság:	300...3000 mm-ig
névleges tárgyfelület	100 x 100 mm
sugárzási kúp	kb. 5° (-3 dB esetén)
kibocsátott ultrahang frekvencia tartománya:	130 kHz
névleges tápfeszültség:	24 V DC (10 ÷ 30 V)
válaszási idő	< 150 ms
hiszterézis	< 4 cm
kapcsolási áram:	max. 100 mA DC
reprodukálhatóság	< 2%
Üzemi hőmérséklet:	-10 °C...+50°C
Érzékenysége a szennyeződésre:	közepes
Élettartam:	hosszú
Kapcsolási frekvencia:	1...125 Hz
Kivitel:	hengeres vagy négyszögletes ház
Védettség:	típ IP 65 (esetenként IP 67)

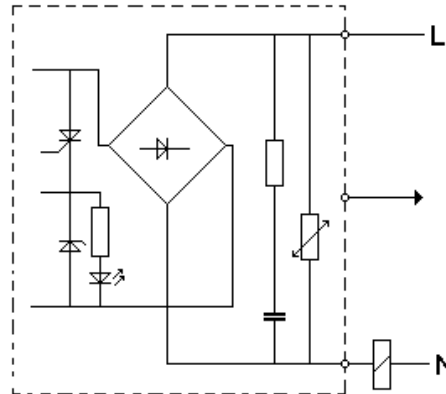
2. Az elektronikus közelítéskapcsolók villamos kimenete:

Az itt tárgyalt kapcsolások és paraméterek a fentiekben tárgyalt összes érzékelőre érvényesek.
Az egyenfeszültségű kimenetnek két alaptípusa van:



PNP típusú kimenet
NPN típusú kimenet

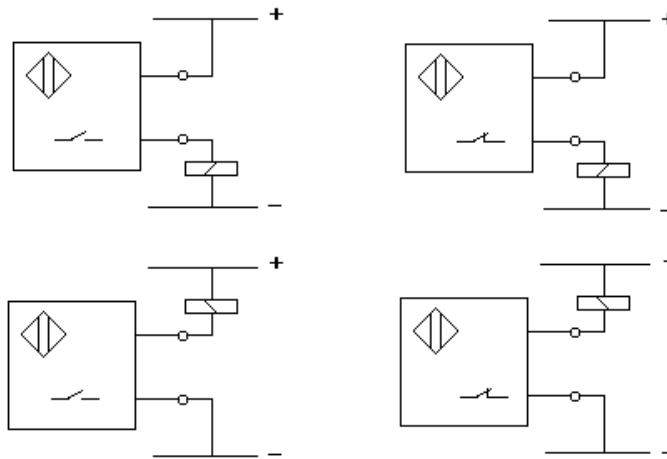




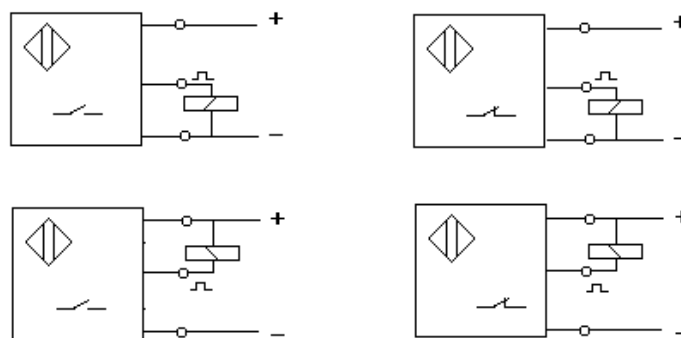
Váltófeszültségű (AC) közelités kapcsoló kimenete

Az egyenfeszültséggel táplált közelités kapcsolók két-, három- és négyvezetékes kivitelben készülnek.

- Kétvezetékes közelités kapcsolók:

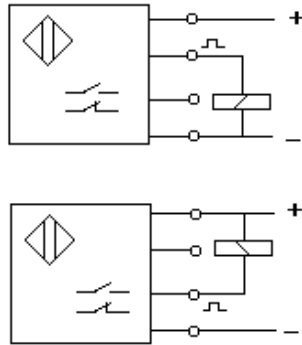


- Háromvezetékes közelités kapcsolók:



- Négyvezetékes közelités kapcsolók:

1.



Készítette: Dr. Hegedűs János adjunktus
Miskolci Egyetem. Elektrotechnikai - Elektronikai Tanszék