

Gyártásszimulációs eszköz, illetve annak állomásai
használatának elsajátításához szükséges zárt rendszerű
elektronikus távoktatási tananyag – Technológiai alapok
Kézirat

Kéziratíró:	Raptis Dimitrios
Szakmai lektor:	Dr. Tóth János

IKK Innovatív Képzéstámogató Központ Zrt.
H-1055 Budapest, Honvéd u. 13-15.
www.ikk.hu | iroda@ikk.hu

GINOP-6.1.10-VEKOP-19-2020-00002
azonosító számú, „A gazdaság fokozatváltását
támogató innovatív képzések” c. projekt

Kezünkben a digitális jövő

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

TARTALOMJEGYZÉK

1	Villamos hajtástechnológia alapjai: motorok, enkóder rendszerek, kontrollerek.....	5
1.1	Villamos hajtások általános felépítése	5
1.2	A villamos gépek alapjai	7
1.3	Háromfázisú aszinkronmotorok	10
1.4	Egyfázisú váltóáramú motorok	12
1.5	Egyenáramú motorok.....	13
1.6	Forgómező fordulatszámának változása aszinkronmotorokban	15
1.6.1	A frekvenciaváltó elve	15
1.7	Szervo hajtások.....	17
1.8	Léptetőmotorok	23
1.9	EC-motorok – elektronikus kommutálású motorok.....	27
1.10	A villamos hajtások védelme	30
1.11	Forgójeladók.....	30
2	Villamos vezérléstechnológia alapjai: PLC, numerikus vezérlőrendszerek, mozgásvezérlők, robotvezérlő rendszerek, interfészek.....	34
2.1	Programozható logikai vezérlők (PLC).....	34
2.2	Numerikus vezérlőrendszerek, mozgásvezérlők, robotvezérlők, interfészek	39
3	Pneumatika alapjai: fizikai alapelvek, sűrítettlevegő előállítás, karbantartási egységek, pneumatikus hajtások, különböző szeleptípusok, speciális pneumatikus eszközök	42
3.1	Bevezetés az ipari pneumatikába.....	42
3.2	Pneumatikus elemtechnika	52
3.1.	Pneumatikus Alapkapcsolások	62
3.3	Elektropneumatikus elemtechnika	66

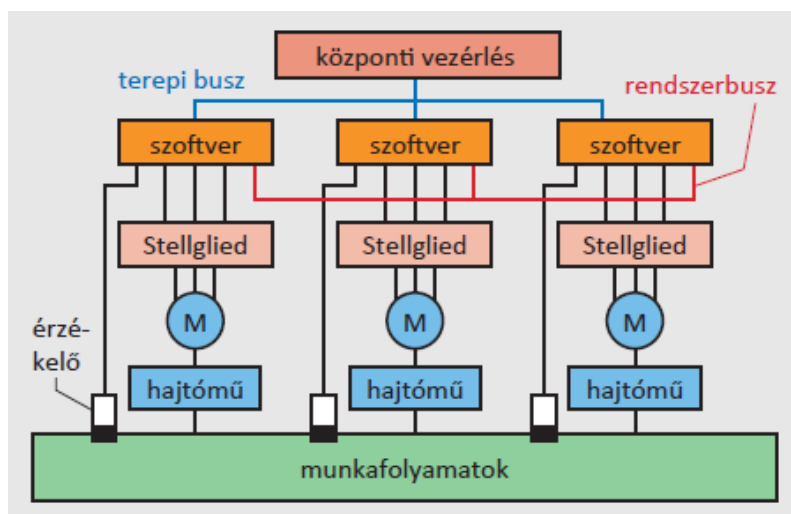
3.4	Elektropneumatikus Alapkapcsolások.....	74
3.5	Vákuumtechnika.....	77
3.6	Komplex kapcsolási rajzok.....	83
4	Lineártechnika alapjai: alapelvek, profilsín rendszerek, lineárvezetékek, lináris mozgatások	87
4.1	Mechatronikai rendszerek funkcionális egységei	87
4.2	Energiaátviteli funkcionális egységek	88
4.3	Hajtásra szolgáló funkcionális egységek	92
4.4	Lineáris hajtások.....	94
4.5	Tengelykapcsolók	99
5	Szenzortechnika: Induktív, kapacitív, ultrahangos, optoelektronikus, mágneses érzékelők	104
5.1	Bevezetés - az érzékelők csoportosítása	104
5.2	Mechanikus végálláskapcsolók	109
5.3	Induktív érzékelő	110
5.4	Mágneses-induktív érzékelő	114
5.5	Kapacitív érzékelők.....	115
5.6	Ultrahangos érzékelő	119
5.7	Optikai érzékelők.....	123
6	Biztonságtechnika: A gépbiztonság alapelvei, alkalmazása	133
6.1	A gépek biztonságának alapjai – jogszabályok és normatív követelmények 133	
6.2	Európai uniós irányelvek és nemzeti jogszabályok	134
6.3	A gépbiztonság meghatározásának lépései	140
7	Tesztkérdések.....	141

8	Ábrajegyzék	144
9	Táblázatjegyzék	151

1 VILLAMOS HAJTÁSTECHNOLÓGIA ALAPJAI: MOTOROK, ENKÓDER RENDSZEREK, KONTROLLEREK

1.1 VILLAMOS HAJTÁSOK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE

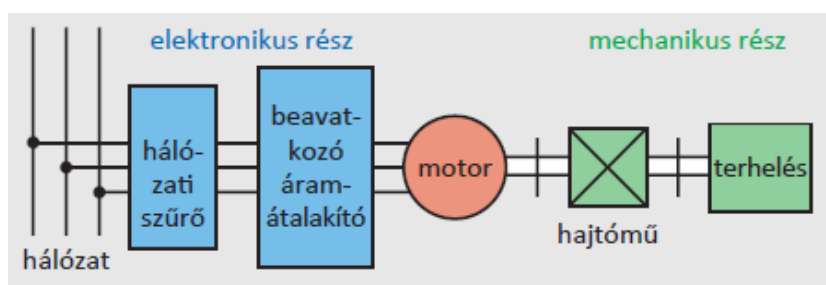
A múltban az olyan gépek, mint az esztergagépek, vagy az állványos fúrógépek egyetlen központi hajtással voltak felszerelve, amely hajtásokon és közlőműveken keresztül juttatta el a mechanikus mozgást a munkagépekhez. Manapság a hardver- és szoftverkomponensekből álló, változtatható fordulatszámú egyedi hajtások a jellemző megoldások. A villanymotorból, hajtóműből, a munkagépből és az elektronikus működtetőből álló hardverelemeket jól kiegészítik a szoftverek. Ez biztosítja a decentralizált intelligenciát és kompenzálja az olyan hiányosságokat, mint például a hardveres rész nem állandó fordulatszáma. A mai automatizálás igényeinek kielégítése érdekében a centralizált energiaátalakítástól a speciálisan erre a célra kialakított motormodulok (pl. frekvenciaváltóval ellátott hajtások) decentralizált energiaátalakítása felé vezet az út. Ezeket a decentralizált rendszereket diódákkal, tranzisztorokkal és tirisztorokkal ellátott elektronikus áramkörök támogatják, így egyre több olyan feladatot vesznek át, amelyeket korábban a magasabb szintű vezérlőrendszerek végeztek. Ez azt jelenti, hogy az egyre összetettebb gyártási folyamatokban az olyan követelmények, mint a pontos pozicionálás vagy az együttfutás – szinkronizálás. Amelyek mechanikus összekapcsoló elemek nélkül, kopás nélkül, és így karbantartás nélkül teljesíthetők.



1. ábra: Decentralizált intelligens hajtástechnika

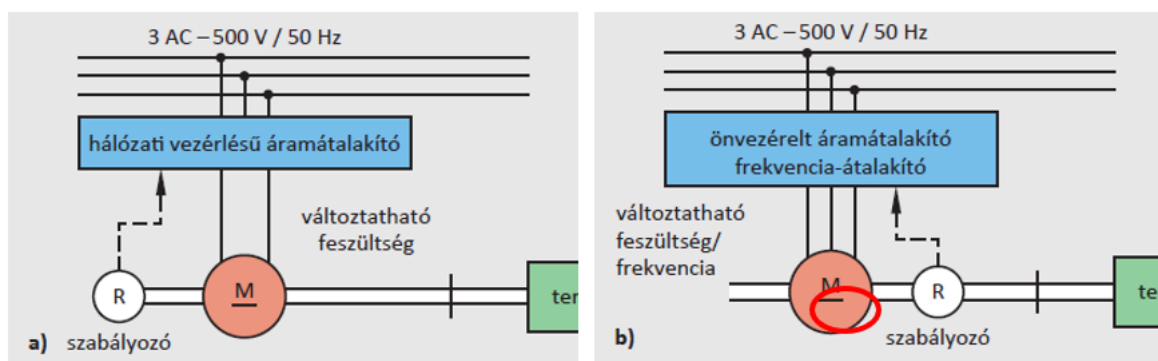
A változtatható fordulatszámú villamos hajtás a következő elemekből épül fel:

- működtető, szűrő (elektronikus rész)
- motor
- hajtómű, teher (mechanikus rész)



2. ábra: Változtatható fordulatszámú hajtás működési elve

Korábban az egyenáramú motorhoz mechanikus kommutátorra volt szükség, amely erős kopásnak volt kitéve, és így az állandó karbantartást igényelt. Ma már a hálózati vezérlésű áramátalakítókkal széles tartományban, szinte veszteségmentesen állítható az egyenáramú motorok armatúrafeszültsége és így a fordulatszáma is. A forgatónyomaték is szabályozható, illetve korlátozható az armatúraáram segítségével. Az előre beállított fordulatszám a terheléstől függetlenül állandó marad, a munka pedig nagy dinamikával végezhető. A háromfázisú, rövidre zárt forgórészű motor a forgómező segítségével kopás nélkül továbbítja az elektromos teljesítményt az állórésztől a forgórésznek. Ekkor a motor a hálózat által fixen meghatározott fordulatszámhoz kapcsolódik.

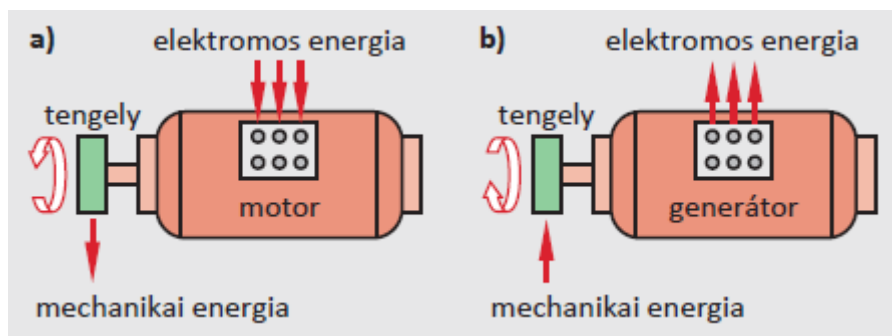


3. ábra: Változtatható fordulatszámú hajtás: a) egyenáram; b) váltóáram

A háromfázisú motor egy frekvenciaváltón keresztül kapja meg a fordulatszám változását, az egyes szabványos háromfázisú motorok fordulatszáma tetszőlegesen állítható a fordulatszám-beállítási tartományon belül. A frekvenciaváltó lehetővé teszi a munkagép jellemzőihez való optimális illeszkedést is.

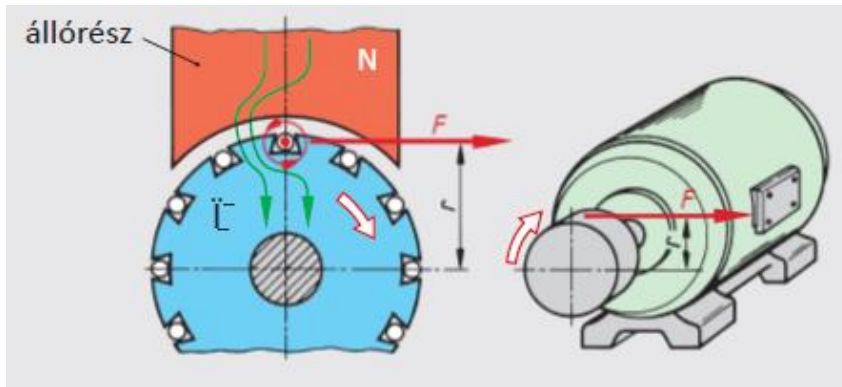
1.2 A VILLAMOS GÉPEK ALAPJAI

Az elektromos gépek olyan elektromágneses energiaátalakítók, amelyeket motorokként, vagy generátorokként használnak. A motorok működés közben elektromos energiát vesznek fel a hálózatról, és mechanikus energiát adnak le a tengelynek. A generátoros üzemet gyakran alkalmazzák a forgó mozgások fékezésére az automatizálásban és a járműgyártásban. Ekkor mechanikus energia kerül a villamos gépbe a tengelyen keresztül. Az átalakított elektromos energiát a kapcsokon veszik le.



4. ábra: Energiaátalakítás a) Motoros üzem; b) Generátoros üzem

A villanymotorok jellemzően állórészből (stator) és forgórészből (rotor) állnak. A villanymotorok működési elve a mágneses tér árammal átjárt vezetőre gyakorolt erőhatásán alapul.



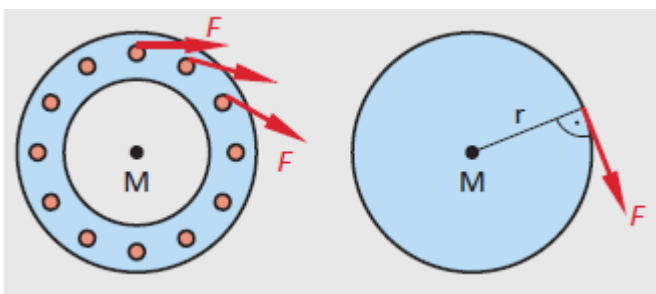
5. ábra: Erők keletkezése és forgatónyomaték a forgórészen

A váltakozó áramú motorokban a mágneses mezőt (a váltakozó mezőt) a váltakozó áram hozza létre. Az egyenáramú motorokban a mágneses mezőt (statikus mezőt) az egyenáram hozza létre.

A forgómező n_s fordulatszámát az f váltakozó áramú hálózati frekvencia és a p póluspárszám határozza meg:

$$n_s = \frac{f}{p}; [n_s] = \text{s}^{-1}; n_s = \frac{f}{p} \cdot 60; [n_s] = \text{min}^{-1}$$

A forgómező fordulatszámán kívül a villamos gépek fontos paramétere a forgatónyomaték is. Mivel a forgórész tekercselése a forgórész teljes kerületén el van osztva, így minden egyes vezetőre erő hat, amikor átfolyik rajta az áram. Az F erő nem a forgórész középpontjában, hanem az r távolságban hat.

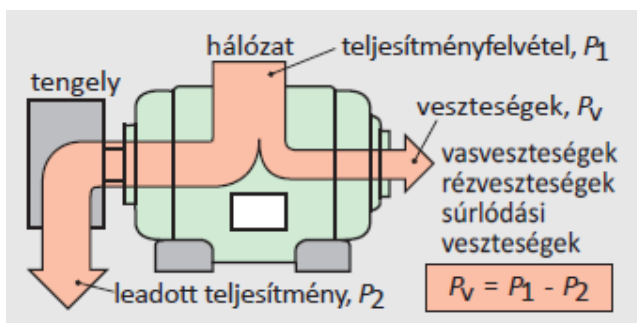


6. ábra: Az M forgatónyomaték keletkezése

M (forgatónyomaték) = F (erő) x r (távolság)

M = F x r; [M] = Nm (newtonméter)

A villamos gépek nemcsak mechanikai munkát (terhelést) adnak le, hanem veszteségek is keletkeznek az energiaátalakítás során. A gép összes veszteségének mérőszáma az η hatásfok (éta).



7. ábra: Villanymotor teljesítményfolyama

A hatásfok a leadott és a felvett teljesítmény hányadosa.

Mivel a forgatónyomaték nincs feltüntetve a teljesítménytáblán, ezért ki kell számítani:

$$\text{Hatásfok} = \frac{\text{leadott teljesítmény}}{\text{felvett teljesítmény}}; n = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P = \frac{W}{t}; \text{ tehát } W = F \cdot s; \text{ ezért: } P = \frac{F \cdot s}{t}; \text{ és } v = \frac{s}{t}; \text{ azaz } P = F \cdot v$$

ahol v a forgási sebességet jelenti, ezért:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n; \text{ behelyettesítve: } P = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n;$$

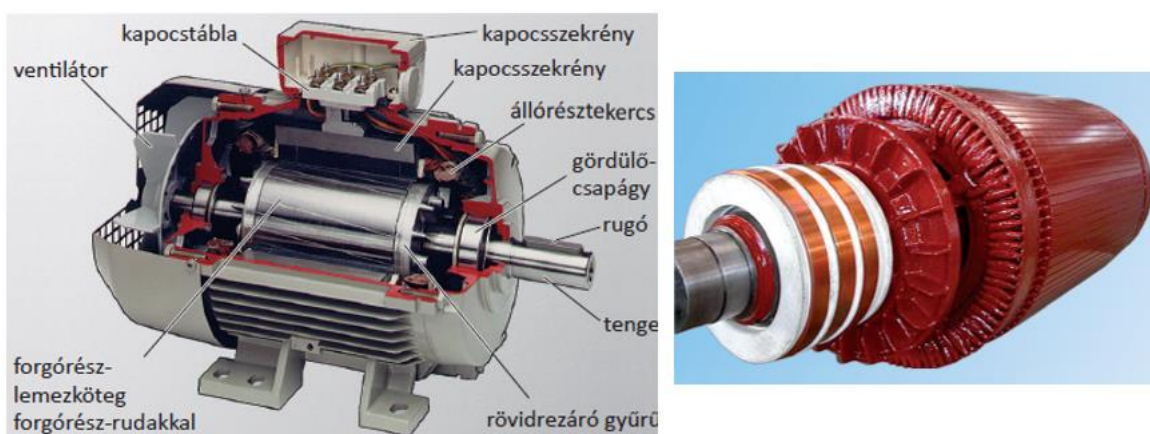
$$\text{mivel } F = \frac{M}{r}; \text{ ezért: } P = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M;$$

$$M = \frac{P}{2 \cdot p \cdot n}; \quad [M] = \frac{W}{s} \cdot s = N \cdot n$$

1.3 HÁROMFÁZISÚ ASZINKRONMOTOROK

Az aszinkronmotorokat az egyszerű, megbízható és olcsó kialakítás jellemzi. A forgórész kialakításától függően megkülönböztetjük a következőket:

- Kalickás- vagy rövidre zárt forgórészű motor
- Csúszógyűrűs forgórészű motor



8. ábra: Háromfázisú rövidre zárt forgórészű motor; Csúszógyűrűs forgórész

A háromfázisú váltakozó feszültségre történő csatlakoztatáskor az állórész forgó mágneses tere feszültséget indukál a forgórészben, aminek következtében forgórész-áram jön létre. Ez az áram mágneses mezőt hoz létre, aminek hatására pedig forgatónyomaték keletkezik. Ez a forgatónyomaték az állórész forgómezejének irányába forgatja a forgórészt. A forgórész azonban soha nem érheti el az állórész forgómezejének fordulatszámát (ekkor nulla lenne a fluxus változás), máskülönben nulla lenne a forgórészben indukált feszültség, és így a forgatónyomaték is.

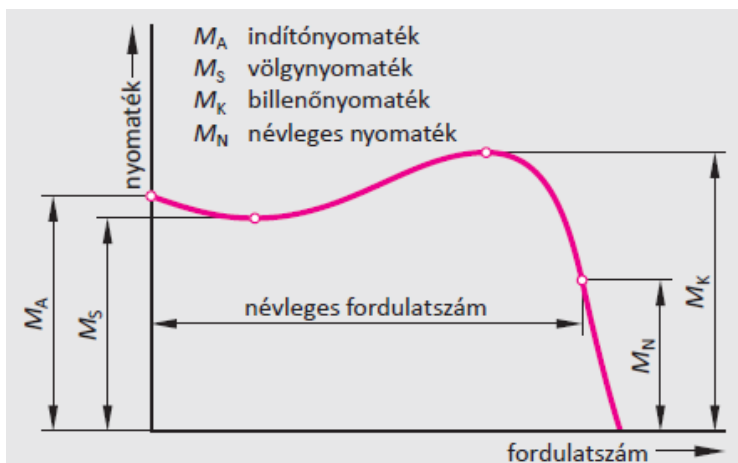
A Δn , szlip – a forgómező n_s fordulatszáma és a forgórész n fordulatszáma közötti különbséget jelenti.

$$\Delta n = n_1 - n$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \%$$

Az állórész forgómezeje mindig csak aszinkron módon hajtja meg a forgórészt, innen kapta a motor a nevét.

A forgatónyomaték és a fordulatszám közötti kapcsolatot a forgatónyomaték-jelleggörbe szemlélteti. Az M_A **indítónyomaték** az a forgatónyomaték, amelyet a motor indításkor lead. Az M_S **völgynyomaték** az indítás közbeni legkisebb forgatónyomaték. A motor az M_N **névleges nyomatékon** adja le az n_n névleges fordulatszámát. Az M_K **billenőnyomaték** az a legnagyobb forgatónyomaték, amelyet a motor képes leadni. Ha a forgatónyomaték értéke a túl nagy terhelés miatt túllépi a billenőnyomatékot, akkor a motor átbillen, vagyis leáll.



9. ábra: Aszinkronmotor nyomaték-jelleggörbéje

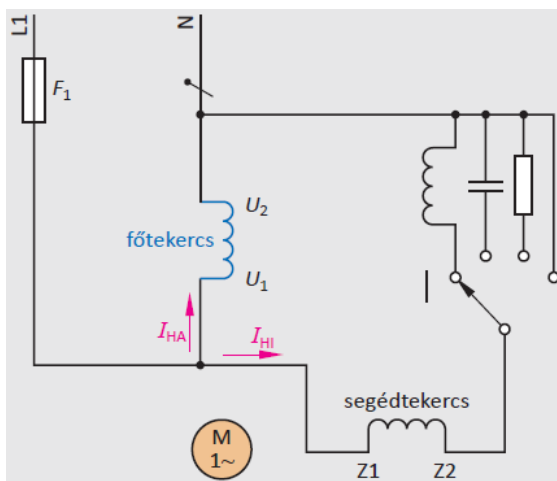
Az aszinkronmotorok az indítás pillanatában nagy áramot vesznek fel a hálózatról, ami feszültségesést okozhat a táphálózatban. Az áramszolgáltató vállalatok műszaki csatlakoztatási feltételei az egyes motorok esetében a következő teljesítményhatárokat írják elő:

- közvetlen bekapcsolás; max. 4 kW teljesítményű motorok esetében alkalmazható,
- indítási eljárással, például indító transzformátorral vagy csillag-delta kapcsolással történő bekapcsolás.

Az aszinkronmotort motorvédő kapcsolókkal, illetve motorvédő relékkel (bimetálos kioldókkal), valamint elektromágneses gyorskioldókkal (rövidzárlati áramkioldókkal) védik.

1.4 EGYFÁZISÚ VÁLTÓÁRAMÚ MOTOROK

Nem mindenhol áll rendelkezésre háromfázisú váltakozó áramú hálózat. Ilyenkor aszinkronmotor is használható hajtógépként, kihasználva a váltakozó áramú aszinkronmotor minden előnyét. Az állórészben két tekercs található: az úgynevezett főtekercs az U1 és U2 jelölésű kapcsokkal, valamint a segédtekercs a Z1 és Z2 jelölésű kapcsokkal. A segédtekercs térben el van tolvá a főtekercshez képest.



10. ábra: Egyfázisú váltóáramú motor

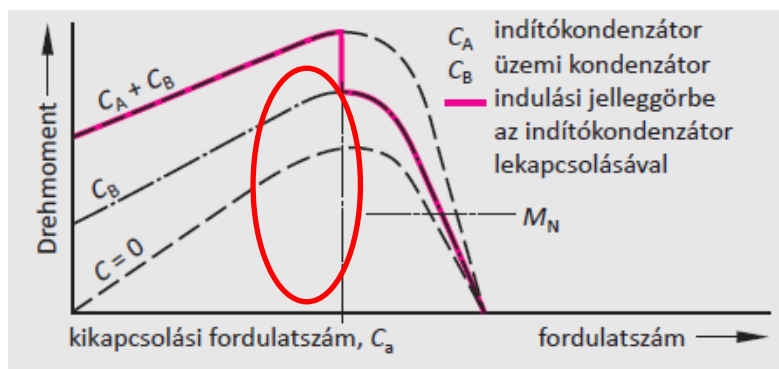
Az egyfázisú váltóáramú motorok esetében akkor jön létre forgómező, ha sorba kapcsolnak a segédtekercssel:

- egy tekercset, vagy
- egy kondenzátort, vagy

- egy ohmos ellenállást.

Mivel az ellenállásos segédtekercsű egyfázisú váltakozó áramú motornak nagy az indítóárama, a segédtekercsben fojtótekerccsel ellátott motornak pedig rosszabb az indítónyomatéka, mint a kondenzátoros motornak, ezért általában üzemi kondenzátorral felszerelt egyfázisú váltakozó áramú motorokat használnak. Az indítónyomaték növelése érdekében az üzemi kondenzátorral párhuzamosan egy indítókondenzátort is lehet csatlakoztatni.

Ha az egyfázisú aszinkronmotor üzemi kondenzátorral és indítókondenzátorral van felszerelve, akkor az indítónyomaték a névleges indítónyomaték értékének két-háromszorosára is növelhető.



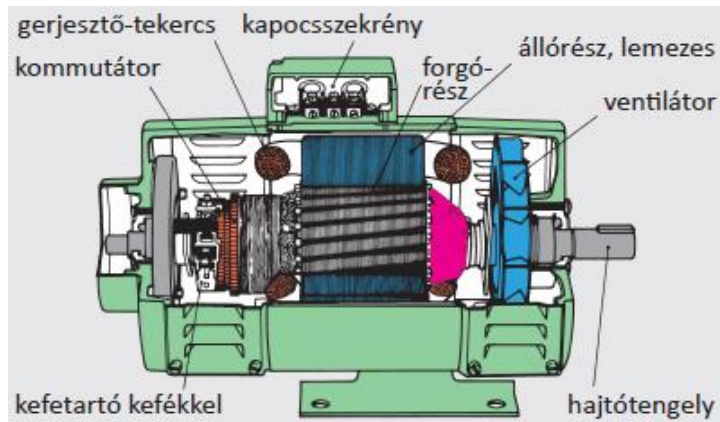
11. ábra: Nyomaték jelleggörbe/kondenzátoros motor

1.5 EGYENÁRAMÚ MOTOROK

A forgómező felfedezésének eredményeként az egyenáramú gépeket egyre inkább kiszorítják az aszinkron gépek. Mindazonáltal jó vezérlési és szabályozási jellemzői miatt fennmaradt az egyenáramú gép is, pl. NC-gépek fő orsóhajtásaként vagy szerszámgépek előtoló hajtásaként a pozicionáláshoz, ahol egyenáramú szervomotoroként használják. Az egyenáramú motorok általában külső pólusú gépek, ami azt jelenti, hogy a mágnespólusok az állórészben találhatóak. Ezek a mágnespólusok lehetnek:

- egyenárammal gerjesztett kialakításúak (10 kW feletti motorok)

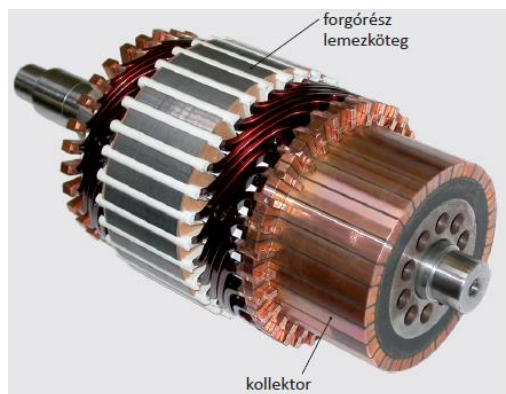
- állandó mágneses gerjesztésűek (állandó mágnesekkel).



12. ábra: Egyenáramú motor felépítés

Az egyenáramú motor lényegében a következőkből áll:

- egy nyugvó mágnesből, vagyis az állórészből
- egy forgó tekercsből, az armatúrából, más néven forgórészből
- kollektorból, amelyet kommutátornak is neveznek.



13. ábra: Egy egyenáramú motor forgórésze

A forgórészbe mechanikusan, a kollektoron dörzsölődő szénkefék segítségével juttatják be az áramot. A kommutátor gondoskodik arról, hogy az áram mindig azonos irányban folyjon az armatúratekercsben a pólusok alatt. A kefetartók általában a pólusok közötti geometriailag semleges zónában helyezkednek el.

1.6 FORGÓMEZŐ FORDULATSZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA ASZINKRONMOTOROKBAN

Az automatizálás terén egyre nagyobb igény van olyan gépekre, amelyeket egyrészt gazdaságosabban lehet legyártani, másrészt pedig nagyobb termelékenységet nyújtanak. A megoldást a teljesítmény és a vezérlés szabad kombinációja, valamint az egy- és többtengelyes hajtási rendszerek és a hozzájuk rendelt mozgásvezérlés segítségével lehet megtalálni. Manapság a frekvenciaváltókkal kombinált aszinkron gépek többek között a következő funkciókat kínálják a gép- és berendezésgyártók számára:

- fordulatszám-nyomatékszabályozás,
- szabályozott betáplálás/visszatáplálás a nemkívánatos hálózati visszahatások elkerülése érdekében,
- pozícionálási funkciók,
- indítási funkciók,
- energia-visszavezetés féküzemben,
- elektromos hajtások energiahatékonyságának növelése (a frekvenciaváltók segíthetnek csökkenteni a résztartományban működő aszinkronmotorok (vas) veszteségeit).

1.6.1 A frekvenciaváltó elve

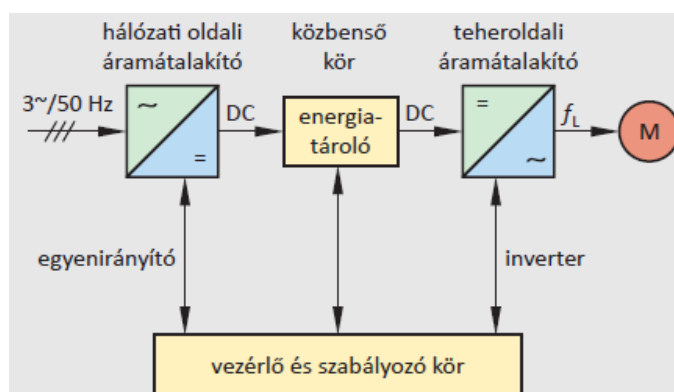
A forgómezős gép (szinkron vagy aszinkronmotor) forgórészének fordulatszáma az állórészben jelenlévő forgómező n_f fordulatszámától függ. Az állórész forgómezeje viszont a tápfeszültség f frekvenciájától és a motor p póluspár számától függ. Így az $n_f = f/p$ egyenletből következik, hogy egy forgómezős gép fordulatszáma a tápfeszültség frekvenciájával változtatható, mivel a gép póluspárjainak száma egy fix mennyiség, amely a kialakítástól függ. Mivel azonban a közüzemi hálózat amplitúdója és frekvenciája rögzített nagyságú, a motor a hálózathoz igazodó, rögzített fordulatszámmal fog működni. Aszinkron gépek esetében figyelembe kell venni a csúszást is (amely terhelésfüggő

menyiség), mert ez adja meg a forgómező fordulatszáma és a forgórész fordulatszáma közötti relatív különbséget.

A forgórész fordulatszámának megváltoztatása (állandó terhelőnyomaték mellett) ezért csak a következőkkel érhető el:

- Pólusváltásra képes motorok segítségével meghatározott arányokban megváltoztatjuk a gép póluspárjainak számát (pl. Dahlander-motor; 1:2 fordulatszám-arány). Ily módon a motorok akár négy fix fordulatszámon is működhetnek. Fokozatmentes fordulatszám-szabályozást azonban nem lehet végezni.
- Megváltoztatjuk a tápfeszültség amplitúdóját és frekvenciáját. Ezek tetszőlegesen módosíthatók, így egy háromfázisú gép bizonyos határokon belül bármilyen fordulatszámot elérhet. Megfelelő szabályozással így a forgórész tetszőleges fordulatszámokat és pozíciókat érhet el (függetlenül a terhelőnyomatéktól).

A motor tápvezetékében lévő **frekvenciaváltó** képes szükség szerint változtatni a tápfeszültség amplitúdóját és frekvenciáját, és ezeket a motor rendelkezésére bocsátani.

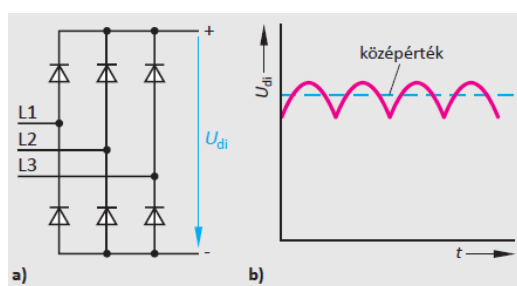


14. ábra: A frekvenciaváltó elvi kapcsolása

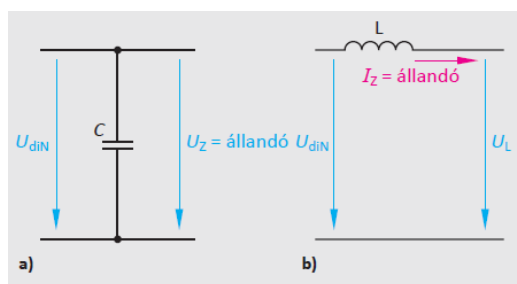
A háromfázisú hálózatról 50 Hz-es frekvenciájú feszültséget érkezik. Ezt egy egyenirányító egyenfeszültséggé alakítja át, majd pedig egy inverter tetszőleges háromfázisú váltakozó feszültséggé alakítja át. **Az egyenirányító** hídegyenirányítóként van bekötve, és vezérelt

(tirisztoros) vagy nem vezérelt (diódás) kialakítású lehet. Ez az egyenirányító pulzáló egyenfeszültséget hoz létre.

A közbenső kör feladata kisimítani a hullámzó egyenfeszültséget. Ez történhet egyrészt feszültségi közbenső körrel vagy feszültésgváltóval, illetve áram közbenső körrel vagy áramváltóval.



15. ábra: a) vezérlés nélküli hídegyenirányító b) pulzáló egyenfeszültség U_{di}



16. ábra: a) feszültésgváltó b) áramváltó

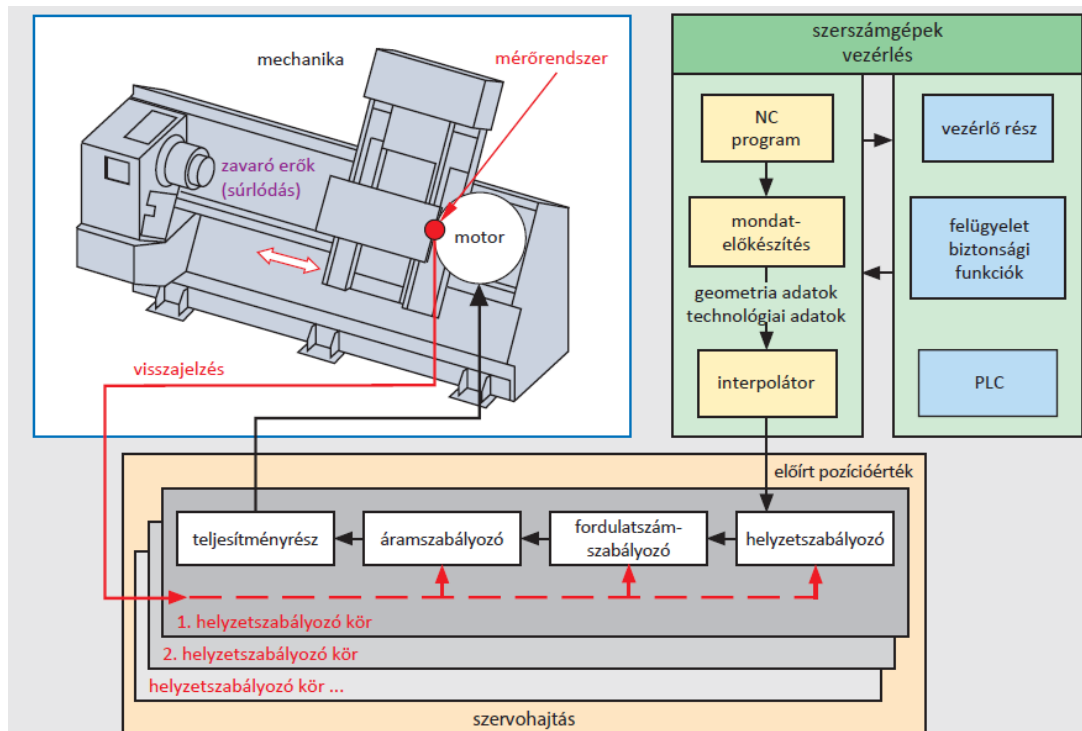
A mai frekvenciaváltókban költséghatékonysági okokból feszültésgváltókat használnak.

1.7 SZERVO HAJTÁSOK

A szervo hajtásokat elsősorban pozicionálási feladatokra használják, például szerszámgépekben, ipari robotokban és beültető automatákban. Itt a gépalkatrészeket meghatározott pályákon kell mozgatni meghatározott időn belül, és meghatározott pontossággal kell a véghelyzetükbe mozgatni. A pozicionálási pontossággal és dinamikával kapcsolatban a legszigorúbb követelményeknek kell megfelelni!

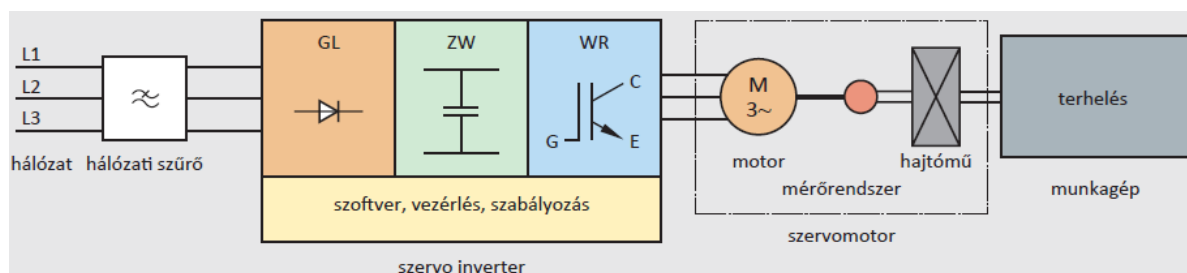
A szervo rendszerekkel szemben támasztott követelmények

- széles fordulatszám-beállítási tartomány ($0,01-10.000 \text{ min}^{-1}$),
- nagymértékű rövid idejű túlterhelhetőség,
- jó körfutási tulajdonságok minden fordulatszámon,
- motor magas védettségi fokozata,
- nagy forgatónyomaték (indítási nyomaték akár 500 Nm),
- névleges teljesítmény kb. $100 \text{ W} - 20 \text{ kW}$,
- nagy dinamika (akár $6 M_0$ csúcsnyomaték),
- nagy pozícionálási és ismétlési pontosság,
- alapjelképző (automatizálási számítógép, például NC-vezérlés),
- szabályozó (áram-, helyzet-, fordulatszám szabályozó) digitális; analóg,
- teljesítményvezérlő (teljesítményrész), teljesítményi félvezető, inverter,
- energiaátalakító (motor); egyenáramú motor, szinkronmotor, aszinkronmotor, léptetőmotor,
- mérőrendszer vagy jeladó-rendszer (pl.: tachogenerátor, inkrementális kódoló, rezolver);



17. ábra: Szerszámgép szervo hajtással az előtoláshoz

A felsorolt alkatrészek szorosan összefüggő rendszert alkotnak a mechanikus erőátviteli elemekkel, például a (forgó vagy lineáris) hajtóművekkel, így ezeket az elemeket egy egységként kell kezelni.

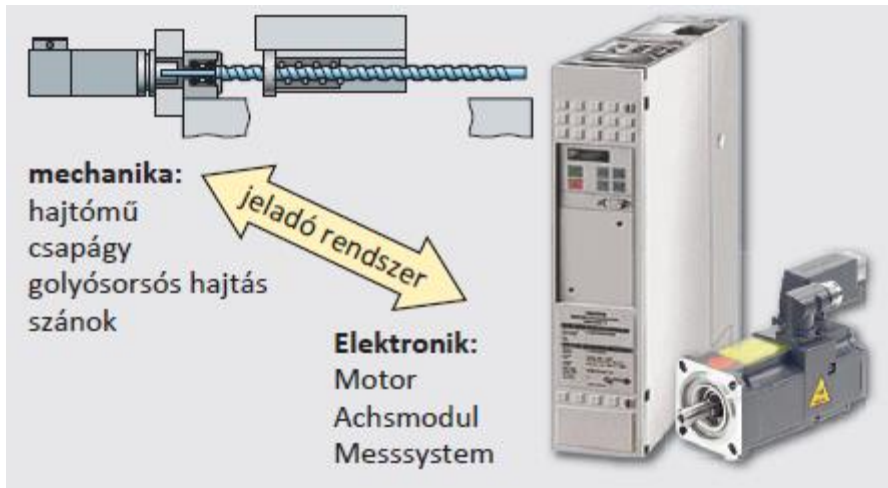


18. ábra: Egy szervo hajtás tömbvázlata

A **szervo inverter** a szervo hajtás minőségének az egyik meghatározó tényezője. Az alapját szolgáló szoftver képes kompenzálni a szervomotor hiányosságait (kőralaktól eltérő futás), illetve a mechanikus átviteli rendszer gyengeségeit (pozícióeltérés).

Szervomotorokként aszinkronmotorok, állandó mágneses gerjesztésű szinkronmotorok, kefe nélküli egyenáramú motorok, állandó mágneses gerjesztésű egyenáramú motorok és léptetőmotorok használhatók; az utóbbi időben egyre népszerűbbek az aszinkron- és a szinkronmotorok.

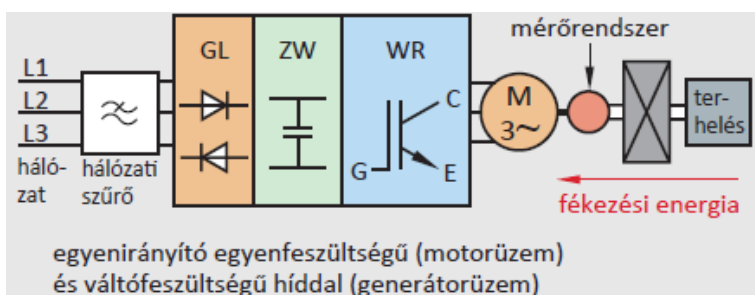
A szervo rendszer pontossága a mechanika és az elektronika összehangolt működésétől függ. Minél pontosabb a mechanika visszajelzése, annál pontosabban működik a szervo hajtás. Minél pontosabban érzékeli a forgórész pozícióját a jeladó (inkrementális jeladó vagy rezolver stb.), annál nagyobb a szervo rendszer pontossága.



19. ábra: Egy szervo rendszer mechanikája és elektronikája

Mivel a mechanikus mozgások egy részét le is kell fékezni például robotokban vagy szerszámgépekben, az inverteres táplálású szervomotorok általában generátorüzemben működnek. Ilyenkor energiát táplálnak vissza a szervo inverterbe. Ekkor az inverter egyenirányítóként működik (inverz üzem), és elektromos energiát táplál a közbenső körbe. A közbenső kör feszültségét azonban az alkatrészek védelme érdekében korlátozni kell, máskülönben tönkre mehetnek. Ezt a korlátozást a következő módokon végzik:

- bekapcsolnak egy fékellenállást (veszteséges fékezés),
- visszatáplálják az energiát a hálózatba (regeneratív fékezés).

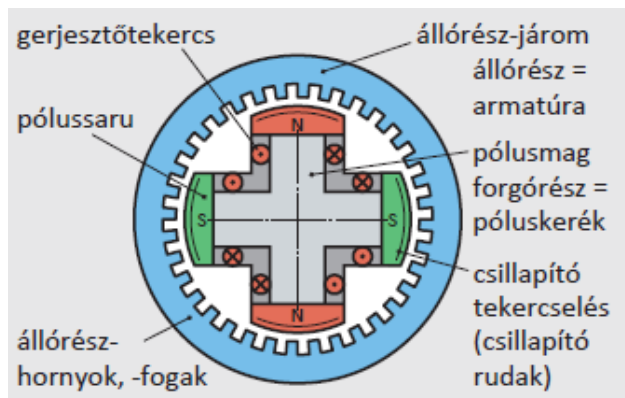


20. ábra: Visszatápláló fékezés, szervo hajtás

A szervo inverterben található hajtásvezérlők olyan biztonsági funkciókat is lehetővé tesznek, mint a biztonságos megállás, a biztonságosan korlátozott fordulatszám vagy a biztonságos leállítás.

Napjainkban az inverteres táplálású **szinkrongépeket** főként nagy dinamikájú vagy nagy forgatónyomatékú hajtásokként használják, például szerszámgépekben vagy járművekben. Ezeknél a gépeknél elsősorban a mágneses körök és az inverter teljesítménye határozza meg a jellemzőket. A szinkronmotor elvileg a következőkből áll:

- állandó mágnesekkel vagy gerjesztő tekercssel ellátott forgórész, amelyhez csúszógyűrűkön keresztül egyenáramot vezetnek (elektromágnesként, póluskerékként működik),
- háromfázisú tekercselésű állórész a mágneses forgómező létrehozására, mint az aszinkron gépekben.

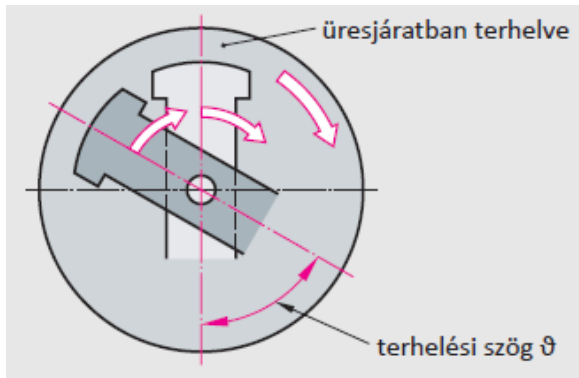


21. ábra: A szinkronmotor elvi felépítése

A motor bekapcsolása után az állórész mezője azonnal eléri a hálózati frekvenciának és a pólusszámnak megfelelő fordulatszámot. Mivel az állórész forgómezejének ellentétes pólusai vonzzák a forgórész pólusait, rövidebb idővel pedig a hasonló pólusok taszítják őket, a szinkronmotorok nem indulnak el maguktól.

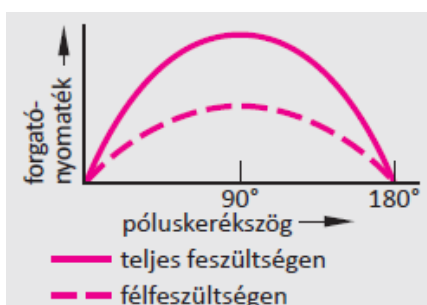
A szinkronmotor az aszinkronmotorhoz hasonlóan tud felfutni, a forgórészben lévő, rövidre zárt csillapító tekercselésnek köszönhetően. Amikor a forgórész már majdnem elérte a forgómező fordulatszámát, a két forgómező szinkronizálódik, és a forgórész is a forgómező fordulatszámán forog. Amikor a forgórészre forgatónyomaték hat a tengelyen,

akkor a forgórész a terhelési szögnek megfelelő mértékben rugalmasan visszatolódik a forgómezőhöz képest, de megtartja a forgómező fordulatszámát (szlip $s = 0\%$).



22. ábra: Szinkronmotor terhelési szöge

Két állórész pólus között alakul ki (kétpólusú gépeknél a terhelési szög 90°) a motor legnagyobb forgatónyomatéka (billenőnyomaték), mert a forgásirányban siető pólus húzza, a késő pólus pedig tolja a póluskereket. Ha a terhelés meghaladja a billenőnyomatékot, megszűnik a mágneses csatolás az állórész és a póluskerék között. A forgórész kiesik a szinkronból és leáll. A szinkronmotor indítása és szinkronizálása elegánsabban is elvégezhető egy frekvenciaváltóval. Ennek segítségével lassan lehet felpörgetni álló helyzetből a motort a névleges fordulatszámra, majd pedig szinkronizálni. Egy forgásjeladó (rezolver) folyamatosan méri a motor pozícióját, és ebből a vezérlőelektronika meghatározza a tényleges fordulatszámot.

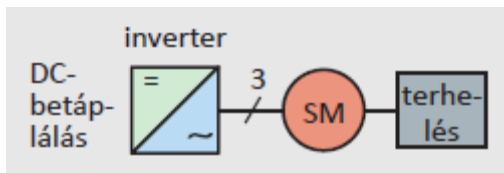


23. ábra: A forgatónyomaték alakulása a terhelési szög függvényében

1.8 LÉPTETŐMOTOROK

A léptetőmotorokat a hajtás- és vezérléstechnikában az előtoló berendezések gyors és pontos pozicionálására használják szerelősorokon, beültető automatákban, robotokban, CNC-szerszámgépekben és egyéb berendezésekben. Jellemző rájuk a hosszú élettartam, a karbantartás mentesség, a jó pozicionálási viselkedés, a digitális vezérlés, a nagy fordulatszám-beállítási tartomány, az állandó fordulatszámok állandó vezérlési frekvenciák esetén, illetve a magas tartóáram-nyomaték a forgórész leállításakor.

A kialakítástól függően megkülönböztetünk **reluktancia-, állandó mágneses és hibrid léptetőmotorokat**. Mivel a hibrid motor egyesíti magában a reluktancia motor (kis lépésszögek) és az állandó mágneses motor (nagy nyomaték) előnyeit, ma már szinte kizárólag ezt alkalmazzák. A léptetőmotorokat egyenáramú feszültségimpulzusokkal vezérlik. A forgórész minden egyes impulzus hatására egy pontosan meghatározott szöggel, az úgynevezett lépéssel fordul el.



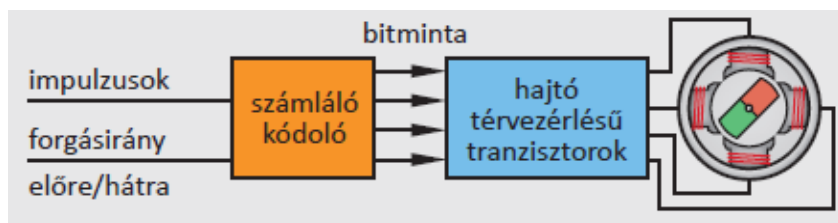
24.ábra: A léptető hajtás sematikus ábrázolása



25.ábra: Léptető hibrid motor

Az egyes impulzusokat egy kódoló áramkörbe táplálják be, amely minden egyes további impulzus esetében más-más bitmintát generál. Ezt a bitmintát ezután az állórész tekercseinek vezérlésére használják a meghajtó fokozatokon keresztül. Ha az állórésznek

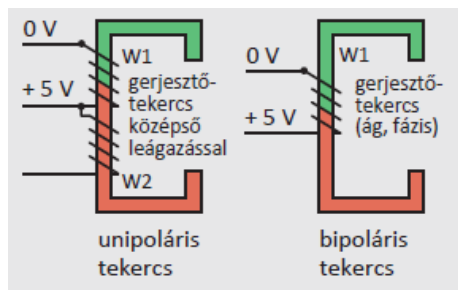
4 tekercse van, akkor a bitmintázat 4 bit széles. A tekercseket meghatározott sorrendben kapcsolják be egymás után, így létrejön egy állórész-forgómező, amelyet követ a forgórész.



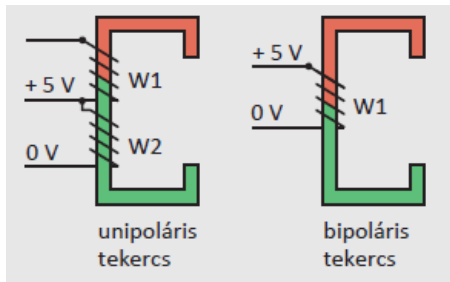
26. ábra: A léptető hajtás vázlatos felépítése

Attól függően, hogyan van kapcsolva a 4 állórész-tekercs (egyenként, párokban, sorban vagy párhuzamosan) egy léptetőmotornak 4, 5, 6 vagy 8 csatlakozókábele lehet. A vezérlőelektronika a megfelelő bitmintával és a megfelelő sorrendben táplálja ezeket a csatlakozásokat. A léptetőmotorok a vezérlőimpulzusok számolásával egyszerűen tudnak pontosan a meghatározott pozíciókba mozogni.

Az állórész mágneses mezejét egy- vagy kétpólusú tekercseléssel lehet létrehozni. A mágneses mező polaritása a bipoláris tekercsben ellenkező irányban folyó áram hatására fordul meg (az áramot a vezérlőelektronika fordítja meg). Unipoláris tekercselés esetén a W2 kap feszültséget, a W1 pedig nem. Az unipoláris léptetőmotorok esetében minden egyes tekercsen csak egy irányban folyik az áram.

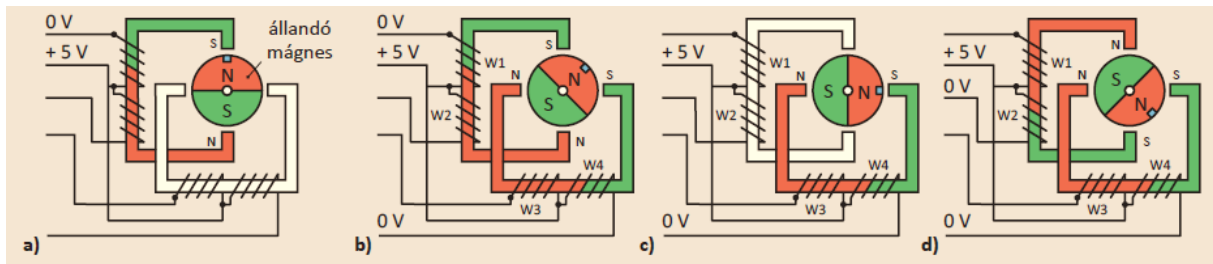


27. ábra: Az állórész mágneses mezejének létrehozása



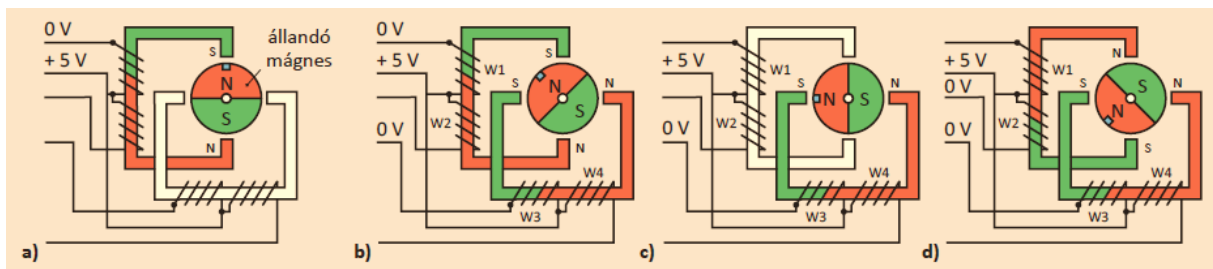
28. ábra: Az állórész mágneses mezejének pólusfordítása

Ahhoz, hogy a kétfázisú unipoláris léptetőmotor 45° -kal jobbra forduljon, a W4 tekercs végét a földhöz kell kapcsolni, így lesz aktív a W4 tekercs. Ha a léptetőmotornek további 45° -kal jobbra kell elfordulnia, akkor le kell választani a földről a W1 tekercs elejét.



29. ábra: Unipoláris, 2-ágú léptetőmotor; jobbra forgás; féllépéses üzem

A motor további 45° -ot fordul el, ha a W2 és W4 tekercsvégek a földhöz kapcsolódnak. Az következő ábra a balra forgás bitmintázatát mutatja, vagyis hogy hogyan kell a tekercsre kapcsolni a vezérlőfeszültségeket a forgásirány megfordításakor.

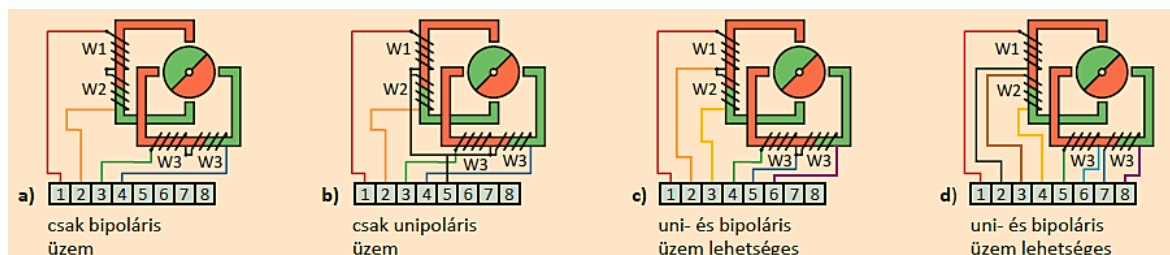


30. ábra: Unipoláris, 2-ágú léptetőmotor; balra forgás; féllépéses üzem

A féllépéses üzem azt jelenti, hogy a léptetőmotor lépésszöge 45° . Ha a motor teljes lépéses üzemmódban működik, akkor a lépésszög 90° , ami azt jelenti, hogy a motornak 4

lépésre van szüksége egy teljes fordulat megtételéhez. Fállépéses üzemmódban ehhez 8 lépésre van szüksége.

A következő ábra azt mutatja, hogyan kell feszültséget kapcsolni a kábelekre, hogy a léptetőmotort unipoláris vagy bipoláris módon lehessen működtetni.



31. ábra: Léptésmotor csatlakoztatása 4, 5, 6 vagy 8 csatlakozókábellel

A **lépésszög**et úgy lehet $4,5^\circ$ -ra, vagyis a fállépés $1/10$ -ére csökkenteni, hogy egy $10:1$ áttételű fogaskerék-hajtóműhöz csatlakoztatják a léptetőmotor forgórészét. A forgásirány megfordulását, amelyet hajtómű okoz, a motor visszafelé fogatásával kompenzálják. Fállépéses üzemmódban a motornak most $8 \times 10 = 80$ lépést kell végeznie ahhoz, hogy a második fogaskerék egy fordulatot tegyen meg. A pontosság 10-szeresére növelésével és a második fogaskerékre ható nyomaték fenntartása érdekében a léptetési frekvenciát is meg kell növelni a 10-szeresére. Alternatív megoldásként a kétpólusú mágneses forgórész helyettesíthető egy húspólusú forgórészszel, amelynek 80 lépés/fordulat esetén a lépésszöge $4,5^\circ$. A léptetőmotorok esetében általában a következő megoldásokat használják:

- 1 pólussaru-pár \rightarrow 4 lépés / fordulat \rightarrow 90° lépésenként,
- 20 pólussaru-pár \rightarrow 80 lépés / fordulat \rightarrow $4,5^\circ$ lépésenként,
- 24 pólussaru-pár \rightarrow 96 lépés / fordulat \rightarrow $3,75^\circ$ lépésenként,
- 50 pólussaru-pár \rightarrow 200 lépés / fordulat \rightarrow $1,8^\circ$ lépésenként,
- 100 pólussaru-pár \rightarrow 400 lépés / fordulat \rightarrow $0,9^\circ$ lépésenként.

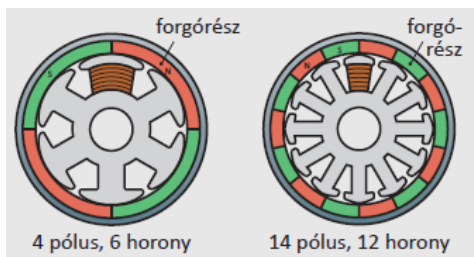
Az összes leírt léptető üzemmódban a motor minden egyes kapcsoláskor lökészerűen tovább forog egy bizonyos szögértékkel. **Mikrolépéses üzemmódban** nem kapcsolják be

és ki a tekercsáramokat, hanem azok folyamatosan változnak egy szinusz- vagy koszinuszgörbe szerint. Így nem jönnek létre rángatózó mozgások a motortengelyen. A motor forgatónyomatéka csak az áramtól függ, és ezért nem kisebb, mint a teljes és a féllépéses üzemben.

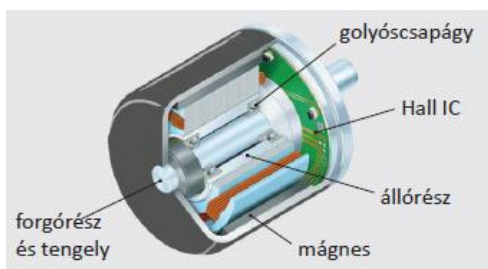
1.9 EC-MOTOROK – ELEKTRONIKUS KOMMUTÁLÁSÚ MOTOROK

Az EC-motorok állandó mágneses gerjesztésű, kefe nélküli szinkronmotorok. Ezért **BLDC motoroknak (brushless DC)** is hívják őket. A működési elvük megegyezik az mellékáramkörű egyenáramú motoréval. A forgatónyomatékot az állandó mágnes és a motoráram közötti fluxuskapcsolat hozza létre. Az EC-motorok nem hálózati kommutálásúak, ezért kommutációs elektronikára van szükség a működésükhöz. Ehhez Hall-érzékelőkkel kell érzékelni a forgórész helyzetét. Mivel nincs bennük kommutátor és nincsenek kommutátorkefék sem, ezért hosszú az élettartamuk. Szinkronban futnak, vagyis a forgó állórészmező mindig fázisban van a forgórészszel. A forgatónyomaték arányos az árammal.

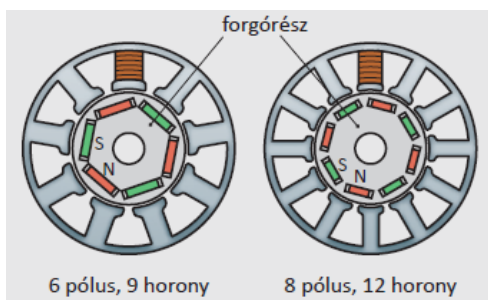
Az EC-motorok alapvetően a kialakításukban különböznek egymástól. Megkülönböztetjük egymástól a különböző sorozatú **külső forgórészes motorokat** és a **belső forgórészes motorokat**. További megkülönböztető jegyek találhatóak a tekercselés elvi felépítésében és a motor aktív alkatrészeiben. Ilyenek például az állórész hornyainak száma és a mágneses forgórész póluspárjainak a száma. **A motorok vezérlése** alapvetően a **blokk-kommutáció** egyszerűbb változatával, illetve a **szinuszkommutáció** összetettebb változatával végezhető el. Blokk-kommutáció esetén a kapcsolási impulzusok száma a tekercs fázisszámából és a forgórész pólusszámából adódik. Szinuszkommutáció esetén mindhárom tekercsfázisban folyamatosan történik az áram kommutációja. Ilyenkor egy folyamatos szinusz/koszinusz érzékelőjel alapján nagyfrekvenciás PWM-modulációval (impulzusszélesség-moduláció) táplálják megfelelően eltolt fázisú szinuszáramokkal a három tekercsfázist, ami egyenletesebb futást és alacsonyabb fordulatszámot tesz lehetővé.



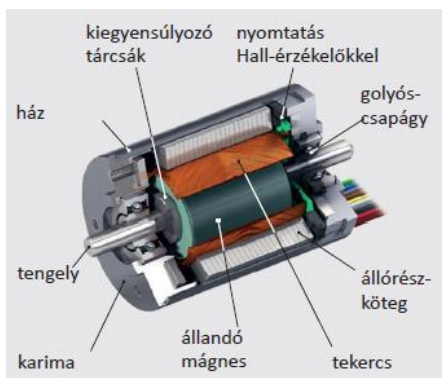
32. ábra: A külső forgórészes motor aktív alkatrészei



33. ábra: Külső forgórész – metszetrajz

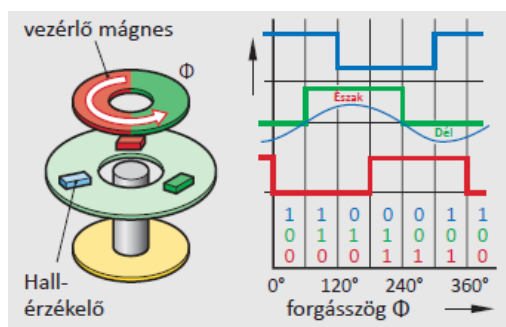


34. ábra: A belső forgórészes motor aktív alkatrészei



35. ábra: Belső forgórész – metszetrajz

A **belső forgórész** esetében a mágnesek közvetlenül a tengelyre vannak szerelve. A visszazárás egy rétegelt vaskötegből áll, hogy kicsik legyenek a vasveszteségek. Az állórész-köteg belsejében található a tekercselés. A tengely csapágyazása a házat lezáró két karimában található. A forgórész helyzetét mágneses érzékelők (Hall-érzékelők) észlelik a főmezőben, vagy pedig valamelyik vezérlőmágnes mezejében. Ahhoz, hogy az EC-motor forgórésze folyamatosan forogjon, változtatni kell a tekercsben lévő áram irányát. A hagyományos felépítésű egyenáramú motorokban ez mechanikusan, kommutátorok és kefék segítségével történik. Ezt a mechanikus áramirány-változtatást az EC-motorban az érintésmentes elektronikus kapcsolást alkalmazó **elektronikus kommutáció** helyettesíti. Az állórész kerületén elosztott tekercskötegek egy vagy több elektronikus kapcsolón keresztül csatlakoznak egy-egy feszültségforráshoz. Ezeknek a kapcsolóknak a vezérlése a forgórész helyzetétől függ. A forgórész helyzetének érzékelésére Hall-érzékelőket használnak.



36. ábra: A forgórész helyzetének érzékelése Hall-érzékelőkkel; impulzusdiagram

A **belső forgórészes EC-motorokat** ott használják, ahol nagy dinamikára van szükség, pl. szállítószalagok hajtásaihoz, szállítógörgőkhöz, csomagológépekhez, állítóművekhez, az ipari automatizálásban (robotika), illetve az orvosi és textiliparban. Ezek a motorok max. 48 V névleges feszültséggel 750 W kimenő teljesítményt, 30.000 1/min névleges fordulatszámot és 1,8 Nm névleges forgatónyomatékot is képesek elérni.

A **külső forgórészes motorokat** általában ventilátorokban és szellőztető berendezésekben használják, például a tisztatér-technológiában használt radiális ventilátorokban, az adatközpontok légkondicionáló berendezéseiben, az informatikai és távközlési ágazat

hűtőiben stb. Ezek a motorok 48 V névleges feszültségen 125 W névleges teljesítményt, 4.000 1/min névleges fordulatszámot és 0,3 Nm névleges forgatónyomatékot is képesek elérni.

1.10 A VILLAMOS HAJTÁSOK VÉDELME

A villamos gépeket általában védeni kell a termikus túlterhelés ellen. Erre a célra olyan védőeszközök állnak rendelkezésre, mint például:

- áramfüggő védőberendezések, amelyek közvetve, a bejövő gépáram révén érzékelik a tekercselés hőmérsékletét. Ezek az úgynevezett bimetál kioldású motorvédő kapcsolók.
- hőmérsékletfüggő védőberendezések, amelyek közvetlenül, például a tekercsbe épített hőmérséklet érzékelőkön keresztül érzékelik a tekercselés hőmérsékletét. Így a kritikus pontokban (tekercsfejek, csapágyak) lehet érzékelni a hőmérsékletet PTC termisztorok segítségével.

A DIN EN 60034-5 szabvány további védettségi fokozatokat is előír a villamos gépek számára. Ezeket a védettségi fokozatokat két jelzőszámmal azonosítják, az első szám az érintés és az idegen testek elleni védelmet, a második szám pedig a víz elleni védelmet jelöli.

Az egyenáramú és háromfázisú gépeket gyakran IP 23 védettségű belső szellőzéssel, illetve IP 44 vagy IP 54 védettségű felületi szellőzéssel alakítják ki. Az IP 44 vagy IP 54 védettségi osztályú gépek ugyanakkora a tengely forgatónyomaték leadása mellett lényegesen nagyobbak és ezért drágábbak, mint IP 23-as kivitelben.

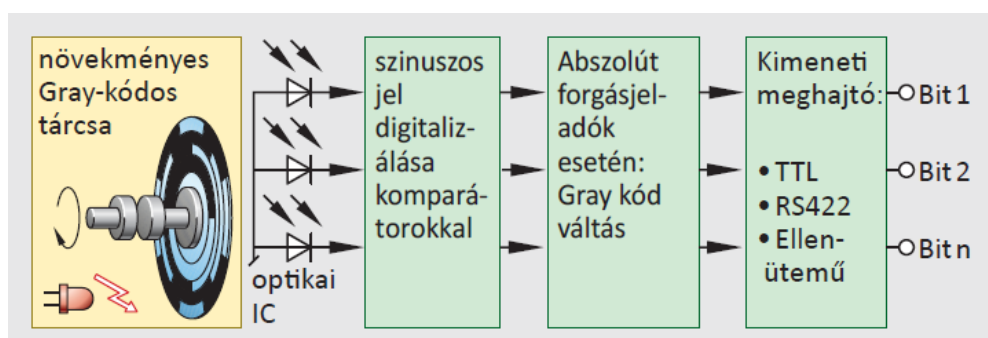
1.11 FORGÓJELADÓK

Forgásjeladók használata út és szög mérésére

Automata berendezések irányításához információk szükségesek, például arról, hogy robotkarok az előírt utakat követik-e, szerszámok a helyükön vannak-e, vagy szállítóeszközök elérték-e véghelyzetüket. Ha rögzített véghelyzeteket vagy referenciapontokat kell figyelni, lehetőleg induktív vagy kapacitív közelítés kapcsolókat vagy optikai érzékelőket használunk. Ha egyenes vonalú és/vagy forgó mozgásokat kell nagy pontossággal és rövid idő alatt mérni, akkor elektronikus mérőrendszereket (pl. forgásjeladót) használunk. Szinte minden lineáris mozgás forgó mozgáshoz kapcsolódik (például előtolás hajtótengely forgatásával). Ugyanígy szinte minden lineáris mozgás forgó mozgássá alakítható, s ezáltal a forgásjeladók útmérésre is használhatók.

Forgásjeladó felépítése

Infravörös adódióda fényt bocsát kódtárcsára. Optika párhuzamos fénynyalábbá alakítja a kibocsátott fényt. Ez áthalad rácsos blendén és az impulzustárcsa vonalas rácsán. Az impulzustárcsa mögött elhelyezkedő fotodiódák a fényintenzitással arányos, szinuszos áramot keltenek. A fotodiódákat követő elektronika a szinuszos jelet négyszögjellé alakítja. Abszolút forgásjeladó esetén kódváltást is kell végezni. A kimeneti meghajtó áramkör 5 V és 24 V szintűre dolgozza fel a jeleket.



37. ábra: Forgásjeladó felépítése

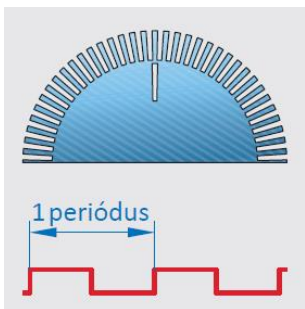
Növekményes (inkrementális) és abszolút forgásjeladók

A mérési és értékelési módszerek alkalmazásától függően megkülönböztetünk növekményes és abszolút forgásjeladókat.

Növekményes forgásjeladók

Növekményes forgásjeladók kódtárcsáján két kódsáv van:

- Az egyik kódsávon szabályosan váltakoznak a világos és sötét mezők (vonalak). Minél több a vonal, annál nagyobb a forgásjeladó felbontása, mert annál több impulzust szolgáltat a tárcsa egy körül fordulása alatt.
- A másik kódsáv az indexpálya, amely egy körül fordulás alatt egyetlen impulzust ad.



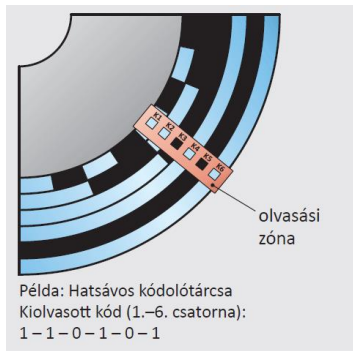
38. ábra: Növekményes forgásjeladó

Az érzékelővel meghatározható az impulzusok időegység alatti száma és ezzel a tengely fordulatszáma. A forgásirány azonban nem határozható meg.

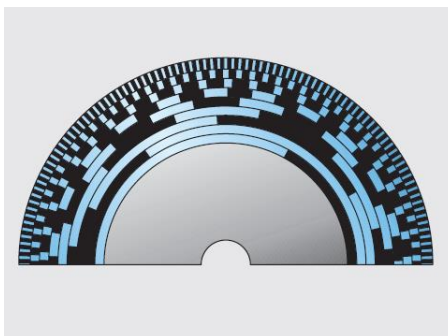
Legnagyobb megengedett fordulatszám

Forgásjeladók határfrekvenciája a körül fordulásonkénti impulzusszámtól, az adó elektronikájától és az utána kötött kiértékelő elektronikától függ. Mivel ritka az a PLC vezérlő, amely 300 kHz feletti frekvenciával képes dolgozni, a növekményes jeladó kimenő frekvenciáját a számlálóhoz kell igazítani. 5000 impulzus/fordulat és 300 kHz megengedett kimeneti frekvencia esetén **3600 perc⁻¹ adódik a tengely legnagyobb fordulatszámára.**

Abszolút forgásjeladó



39. ábra: Abszolút forgásjeladó sávjai



40. ábra: Gray-kódos kódtárcsa

A növekményes jeladók elvesztik az információt, ha elmegy a tápfeszültségük. A feszültség visszatérésekor, illetve visszakapcsolásakor a jeladó az inicializáló fázisban a referencia jelhez kell, hogy menjen. Ez megfigyelhető robot indításakor is, amely először lassan mozgatja tengelyeit az úgynevezett „alaphelyzetbe”. Ez inicializálja (alaphelyzetbe állítja) a növekményes jeladó számlálót. Az abszolút forgásjeladónak nincs szüksége inicializáló menetre. A feszültség bekapcsolása után az abszolút elfordulási szöget, azaz a pillanatnyi helyzet abszolút értékét adja ki. A kimenő jelet digitális formában adja ki. Az egyfordulatú forgásjeladónak sávonként akár 13 bitje lehet (1 bit = 1 csatorna). A többfordulatú abszolút forgásjeladók akár 25 bitesek is lehetnek (13 bit adja meg a körül forduláson belüli helyzetet, 12 bit a körül fordulások számát). Jeladóknak gyakran használják a Gray-kódot. A Gray-kód egylépéses, azaz két állapot között mindig csak egy bit változik. Ezzel elkerülhető a köztes eredmények miatti félreértelmezések.

2 VILLAMOS VEZÉRLÉSTECHNOLÓGIA ALAPJAI: PLC, NUMERIKUS VEZÉRLŐRENDSZEREK, MOZGÁSVEZÉRLŐK, ROBOTVEZÉRLŐ RENDSZEREK, INTERFÉSZEK

2.1 PROGRAMOZHATÓ LOGIKAI VEZÉRLŐK (PLC)

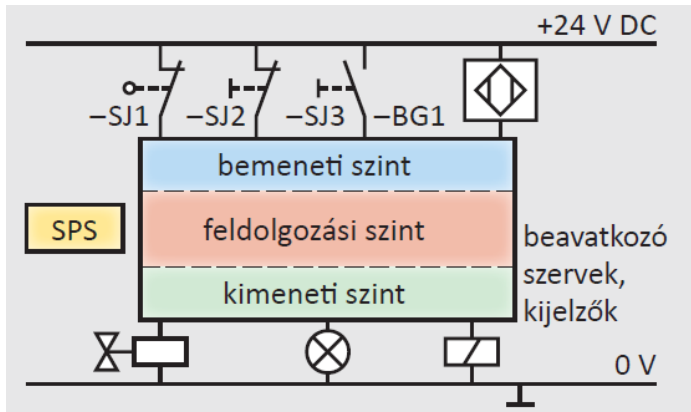
A programozható logikai vezérlő (angolul Programmable Logic Controller) leginkább az ipari irányítástechnikában a villamos, vagy villamosan működtetett folyamatok irányításában használt berendezés, ami nem számítógép.

A PLC-k olyan intelligens vezérlő rendszerek, amelyek lehetővé teszik a berendezések programozható vezérlését adaptív módon azáltal, hogy egy adott berendezés a betöltött programnak megfelelően akár több vezérlési feladatot is meg tud valósítani, igazodva az aktuális követelményekhez. Ez különösen a mai fejlett mechatronikai rendszereknél igen fontos szempont, ha arra gondolunk, hogy a jelenlegi piaci igények megkövetelik a technológia rugalmasságát a termékek előállítása során. Amennyiben egy termék előállítási technológiáján változtatni szükséges, a hagyományos kötött programszerkezetű, huzalozott vezérlések átalakítása időigényes, körülményes és ennek megfelelően költséges. A PLC alkalmazása az egyszerűbb módon történő vezérlés átalakítás mellett egy sor más előnyös lehetőséggel is rendelkezik.

Kiválóan alkalmazható vezérlés diagnosztikai eszközként is, hiszen amennyiben bekövetkezik egy meghibásodás a technológiai folyamat során, a programfutás elemzés során nagy pontossággal lokalizálható a hiba helye és oka.

PLC felépítés és működés

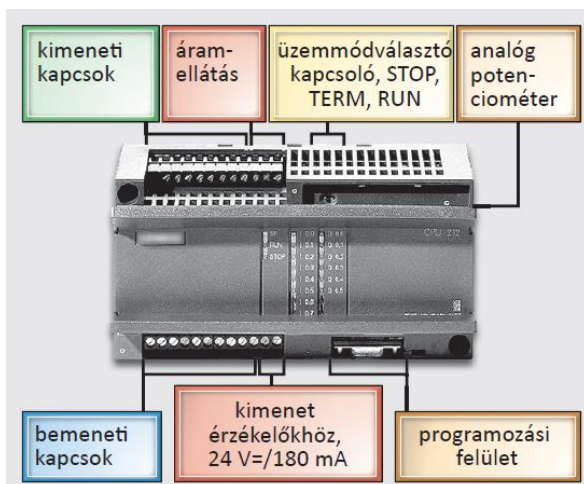
A PLC indítja, figyeli, befolyásolja, és definiált módon befejezi a gép üzemi folyamatát. Mivel a PLC egy mikroprocesszorral vezérelt rendszer, a tárolt program bármikor módosítható.



41. ábra: A PLC vezérlő struktúrája

Kompakt PLC

A kompakt vezérlők egyetlen házban egyesítik az összes hardver összetevőt az alábbi struktúra szerint.

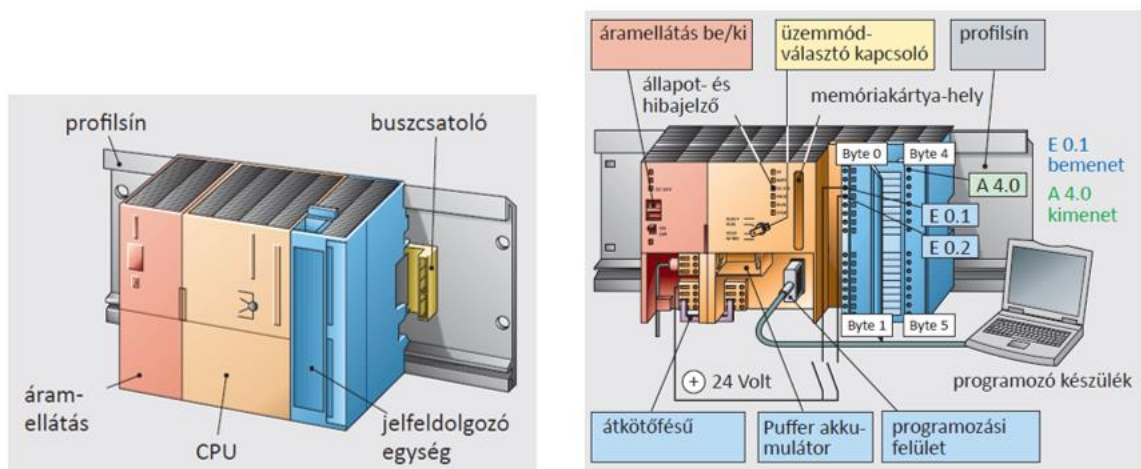


42. ábra: Kompakt PLC elvi felépítése

- analóg és digitális jelek bemeneti és kimeneti felülete – I/O,
- programozási felület.

Moduláris PLC

A moduláris PLC elvi felépítése a következő az alábbi ábrán látható. Jellemzője, hogy bővíthető a vezérlési feladatnak megfelelően.

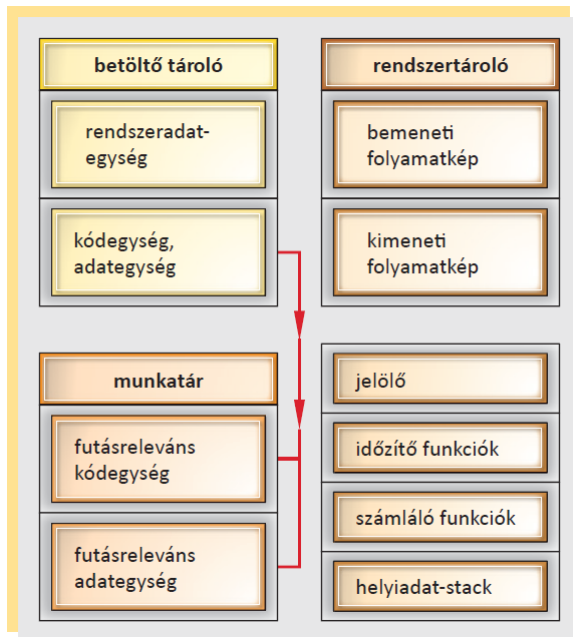


43. ábra: Moduláris PLC elvi felépítése

A processzor többnyire 24 V-os egyenfeszültségű táplálást kap, a tápegységhez kapcsolódó gyűjtősínen keresztül. A tápegységet 230 vagy 120 V-os váltakozó feszültségre kell kötni, ami beállítható a tápegységen. A processzoregység RAM memóriájában tárolt programokat és adatokat pufferakkumulátor védi az elvesztéstől áramkimaradás esetén. A programozó készülék és a processzoregység közötti adatcsere programozói interfészen folyik.

A processzoregység (CPU, Central Processing Unit)

A központi egység (CPU) mikroprocesszorból, tárolókból és az összes részt összekapcsoló rendszerbuszból áll. A felhasználói program a betöltő tárolóban és a dinamikus munkatárolóban egyaránt megtalálható. A **betöltő tároló** feldugaszolható memória vagy beépített munkatároló. Ezen található a teljes felhasználói program, ideértve a modulok konfigurációját és paramétereit is. A **munkatároló** gyors RAM memória, amely tartalmazza a felhasználói program futtatandó részeit, például a programkódot és a felhasználói adatokat. A **rendszer tároló** tartalmazza a program által használt változókat. A változók (operandusok) tartományokba vannak osztva. A processzoregység tartományai a következők:

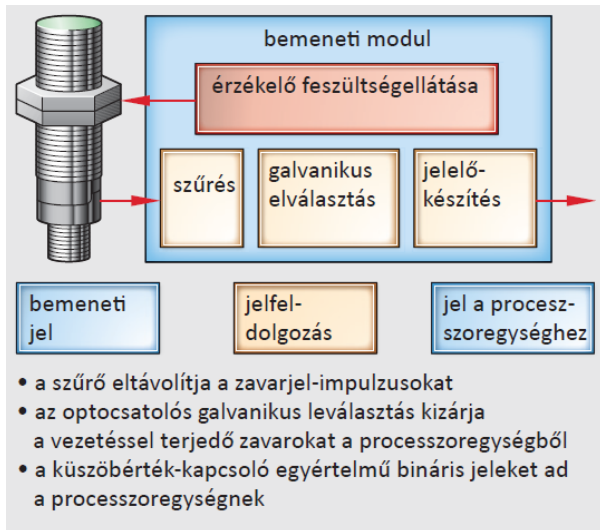


44. ábra: A PLC CPU egységének tartományai

- **bemenetek (I);** a digitális bemeneti modulok folyamatképe,
- **kimenetek (O);** a digitális kimeneti modulok folyamatképe,
- **jelölők (M);** információtárak, amelyek az egész program számára elérhetők,
- **időzítő funkciók (T);** felügyeleti és várakoztató időzítő tagok,
- **számláló funkciók (C);** szoftveres felfelé vagy visszafelé számlálók,

Bemenetek, bemeneti modul

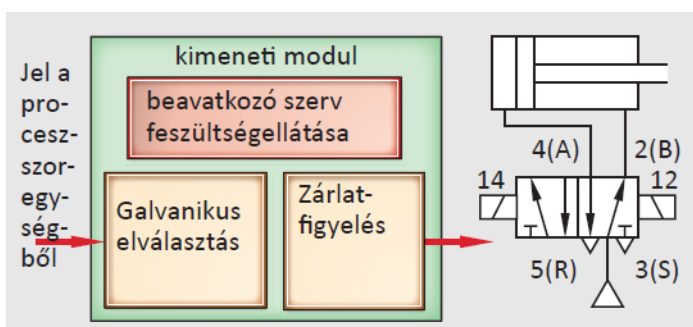
A bemenet bit leképezése a digitális bemeneti modulra. A processzoregység operációs rendszere minden programciklusban a program feldolgozása előtt a bemeneti folyamatképbe másolja a modul jelállapotait. Így kerülnek a bemenőjelek a bemeneti modul útján a PLC processzoregységébe. A bemenőjel „0” és „1” szintje túrásának tartása és a processzoregység védelme érdekében minden bemeneten van szűrő, optocsatoló a galvanikus leválasztáshoz és küszöbérték-kapcsoló a jel előkészítéséhez. Ezenkívül a bemeneti modulokban diódák is vannak, amelyek egyenáramú jelek esetén védenek a fordított polaritás ellen; váltakozó feszültségű jelekhez egyenirányító áramköröket tartalmaznak.



45.ábra: PLC bemeneti modulja

Kimenetek, kimeneti modul

A kimenet leképezi a megfelelő bitet a digitális kimeneti modulon. A kimenet beállítása egyenértékű a megfelelő bit beállításával a modulon. A kimeneti folyamatkép átmásolását a processzoregység operációs rendszere végzi. A kimeneti modul kapcsolódik a folyamathoz. Egyrészt be, illetve ki kapcsolja a folyamat beavatkozó szerveit, például a szelepeket (24 V/500 mA), másrészt optocsatolókkal védi magát és a processzoregységet (az optocsatolók galvanikusan különválasztják a PLC vezérlőt és a folyamatot). A beavatkozó szervek zárlatai ezáltal nem teszik tönkre a tárolt programú vezérlőt.



46.ábra: PLC kimeneti modulja

Megjegyzés: Biztonsági okokból a kimeneti modulok lekapcsolják az összes kimenetet, ha hiba esetén a rendszeres programciklus megghiúsul. A ciklusidő lejártá után a PLC vezérlő

és a folyamat így elválik egymástól. Ez megakadályozza veszélyes üzemi állapotok kialakulását a folyamatban.

2.2 NUMERIKUS VEZÉRLŐRENDSZEREK, MOZGÁSVEZÉRLŐK, ROBOTVEZÉRLŐK, INTERFÉSZEK

Numerikus vezérlőrendszerek

Numerikus vezérlés (NC), egy olyan, elsősorban a megmunkáló berendezéseknél elterjedt vezérlés, melynél a berendezés vezérlése az adatok közvetlen bevitelével történik, számok, betűk, szimbólumok, szavak, vagy ezek kombinációinak formájában. A numerikus vezérlés a számítógéppel integrált gyártás egyik fő eleme, különösen elterjedt a szerszámgépek esetében, de a korszerű ipari robotrendszerek működésénél is alkalmazott megoldás. Az NC rendszerek az egyik alapvető típusa a pont-pont, amelyben egy készüléket rögzített kezdő- és leállítási ponttal rendelkező mozgássorozat végrehajtására programoznak. A másikban programozás a folyamatos útvonal, amelyben egy pont-pont programozott eszköz tartalmaz elegendő memóriát, hogy „tisztában legyen” korábbi cselekedeteivel és azok eredményeivel, és ennek az információnak megfelelően cselekedjen.

Mozgásvezérlők

A mozgásvezérlők (Motion Controllers) olyan nagysebességű programozható egységek, melyek képesek egy- vagy több hajtás tengely önálló, vagy egyidejű szinkron vezérlésére. A mozgásvezérlők segítségével egyszerűbb, vagy akár összetett mozgásvezérléseket lehet végrehajtani.

Az általános rendeltetésű, több tengelyes mozgásvezérlőket csatlakoztatni lehet szabványos kommunikációs felülettel rendelkező motormeghajtó teljesítmény elektronikákhoz.

Egyes egytengelyes mozgásvezérlők motormeghajtó elektronikával is rendelkeznek, ami nagymértékben egyszerűsíti a bekötést és alkalmazást. A legtöbb mozgásvezérlő bináris be- kimenetekkel, valamint terepi-busz interfésszel is rendelkezik, ezáltal a hozzákapcsolt hajtás egységek kívülről vezérelhetők.

Robotvezérlők

A robotirányításra kifejlesztett vezérlők a robot és a felhasználó közötti kapcsolatot teremtik meg és biztosítják annak a lehetőségét, hogy a robot végrehajtsa a program szerinti feladatot. A hardvereszköz fogadja a pozíciók információit, adatait, valamint a robot érzékelőktől érkező egyéb jeleket. A robotvezérlő processzora nagy számítási kapacitással rendelkezik. A hardver kialakításánál két megoldása terjedt el.

Központi vezérlő felépítés esetén a teljes szoftver a vezérlő egységben fut, ahol is a robot programozási, számítási (kinematikai és geometriai) és a pályavezérlési algoritmusok és irányítási feladatok mennek végbe. Az I/O modulok csak a mérésekért felelősek, valamint kapcsolatot teremtenek az erősáramú rész, a perifériák és a robotkar között.

Elosztott vezérlő felépítés esetén, a központi egységen futnak a robot programozási, számítási (kinematikai és geometriai) és a pályatervezési feladatai. A robot pozícióihoz megadott értékek kiküldésre kerülnek az irányítási processzor felé, amelyen az irányítási algoritmus fut.

Minden egyes csuklópont rendelkezik egy irányítási processzorral. Az irányítási processzor csak a saját csuklójáról kap mérési eredményeket, ezért ezek a processzorok képesek egymással kommunikálni, ugyanis a csukló beavatkozó jele függhet a többi csukló pozíciójától sebességétől is. A korszerű robotvezérlők tehát beépített I/O kártyával és terepi busz kártyával is rendelkeznek így a robottól független feladatokra is használhatók, akár egy PLC. Alkalmasak különböző komplex mozgásvezérlési feladatok megoldására, mint PTP (point-to-point - ponttól pontig mozgás), lineáris mozgás, CP (continuous path - folyamatos mozgás), vagy egyéb speciális mozgásokra is.

AS-interfész és működési elve

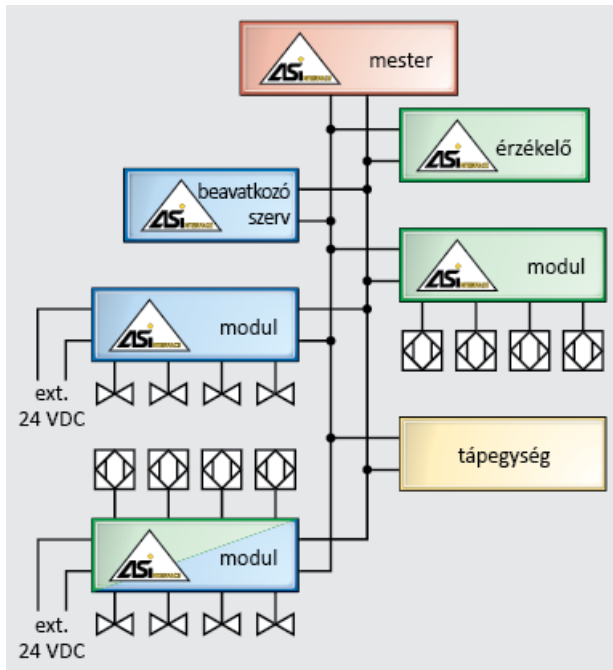
A hagyományos szenzor – aktuátor vezetékezési megoldással szemben az AS – interfész egy hatékonyabb kapcsolatot jelent, amely egyetlen kábelben át történő kommunikációs és energiaátvitelt biztosít a berendezéseknél.

Az AS-interfész egy nyitott rendszer, amely kompatibilis minden, elterjedt terepibusz rendszerrel, mint az InterBus, PROFIBUS, CAN és sok más buszrendszer. Ez azt jelenti, hogy AS-i termékek sok forrásból beszerezhetők, nemcsak egy gyártótól. Biztosított továbbá a buszrendszer kifogástalan működése abban az esetben is, ha különböző gyártók termékei csatlakoznak a buszra (átjárhatóság, interoperability).

Az AS-interfész főként igen kis adatforgalmú készülékekhez lett kifejlesztve, struktúráját tekintve Master/Slave – mester/szolga szerkezetű.

A 2.0 vagy korábbi specifikáció szerint működő mester legfeljebb 31 szolga egységet tud kezelni. A 31 szolga mindegyike pontosan 4 bites adatokat szolgáltat.

Az AS-interfész intelligens szolgákat is tud kezelni, ezek közé tartoznak a saját AS-i interfészt tartalmazó érzékelők és beavatkozó szervek, és az úgynevezett modulok. A modulok csatolófelületet képeznek az AS-i rendszer és a szabványos érzékelők és beavatkozó szervek között.



47.ábra: AS-interfész struktúrája

3 PNEUMATIKA ALAPJAI: FIZIKAI ALAPELVEK, SŰRÍTETTLEVEGŐ ELŐÁLLÍTÁS, KARBANTARTÁSI EGYSÉGEK, PNEUMATIKUS HAJTÁSOK, KÜLÖNBÖZŐ SZELEPTÍPUSOK, SPECIÁLIS PNEUMATIKUS ESZKÖZÖK

3.1 BEVEZETÉS AZ IPARI PNEUMATIKÁBA

A gépek és az ipari gyártástechnológia elmúlt évszázados fejlődését folyamatosan végig kísérte a pneumatika alkalmazása. Napjainkban a mikroelektronika új lehetőségeket kínál a gyártási folyamatok automatizálásra.

„Az ipari pneumatika a sűrített levegő energiáját munkahengerekben és motorokban felhasználva, szelepekkel vezérelve mozgásokká és erőkké alakítja át gépek meghajtásához”.

Emiatt az ipari pneumatika a sűrített levegős technológia része, amelyhez további gyártóiparágak is tartoznak. Kompresszorok és vákuumszivattyúk a járműpneumatikában, valamint légfékek és sűrített levegős szerszámok.

E területek közös jellemzője a sűrített levegőben tárolt energia létrehozása és munkavégzési célra történő átalakítása. Az ipari pneumatika széles körben használatos a gépgyártás legtöbb területén, különböző iparágakban és a kisiparban is. A modern gyártási eljárásokat magas fokú automatizáltság jellemzi, amelynél elektronika vezérli a megmunkáló és mozgató berendezéseket. Ehhez a hajtóerőt igen gyakran a pneumatika biztosítja. Ennek oka, hogy a gépekben történő mozgások több mint 60 százaléka lineáris, ami pneumatikus munkahengerekkel egyszerűen megvalósítható. Így a gyártási folyamatok automatizálása során rendkívül gyakran előforduló befogási, tartási és szállítási műveletek a pneumatika révén gyorsan, egyszerűen és költségtakarékosan megoldhatók. Az ipari pneumatikát a hidraulikával együtt fluidtechnikának szokás hívni a hajtás- és vezérléstechnikában.

A mechanikához hasonlóan a pneumatika, illetve aeromechanika is két részre tagolódik, statikára és dinamikára. Az aerostatika a nyugalomban lévő, míg az aerodinamika a mozgó gázokkal foglalkozik.

A légköri levegő

A légkört a következő módon szokás felosztani:

- Troposzféra, 11 km-es magasságig,
- Sztratoszféra, 50 km-es magasságig,
- Mezoszféra, 80 km-es magasságig.

A mai korszerű vezérlések a munkaközeg jelét elektromos jellel kombinálják pl. sűrített levegő pneumatika esetén, tehát elektropneumatikus vezérlések.

A pneumatikus rendszerek fő paramétere a nyomás, melyet a Pascal törvény ír le.

$$p = \frac{F}{A}; \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

A nyomás mértékegységei

A sűrűség SI - szabványos mértékegysége a pascal, jele a Pa.

- 1 pascal= 1 newton · m²,
- 1 Pa = 1 N · m⁻²,
- bar, jele a bar, ami 10⁵ Pa nyomásnak felel meg, 1 bar=1000 mbar=10⁵ Pa= 10⁵ N · m⁻².

Abszolút nyomás

A P_{abs} abszolút nyomás a légüres térhez viszonyított nyomás.

Nyomáskülönbség, különbözeti nyomás

Két, p₁ és p₂ nyomás különbségét $\Delta p = p_1 - p_2$ nyomáskülönbségnek, illetve ha azok mérési értékek, akkor p_{1,2} különbözeti nyomásnak nevezzük.

Légköri nyomáskülönbség, túlnyomás

Egy P_{abs} abszolút nyomás és a mindenkor P_{amb} (ambient) légköri nyomás különbsége a p_e. légköri nyomáskülönbség; amit túlnyomásnak nevezünk:

$$P_e = P_{abs} - P_{amb}$$

A P_e túlnyomás akkor pozitív érték, ha az abszolút nyomás nagyobb a légköri nyomásnál, és akkor negatív érték, ha kisebb nála.

Vákuum

A vákuum olyan gáz állapota, amelynek részecskesűrűsége kisebb, mint a földfelszíni légköré. Mivel a részecskesűrűség bizonyos határok között időtől és helytől függ, nem adható meg a vákuum általános felső határa.

Vákuumtartományok

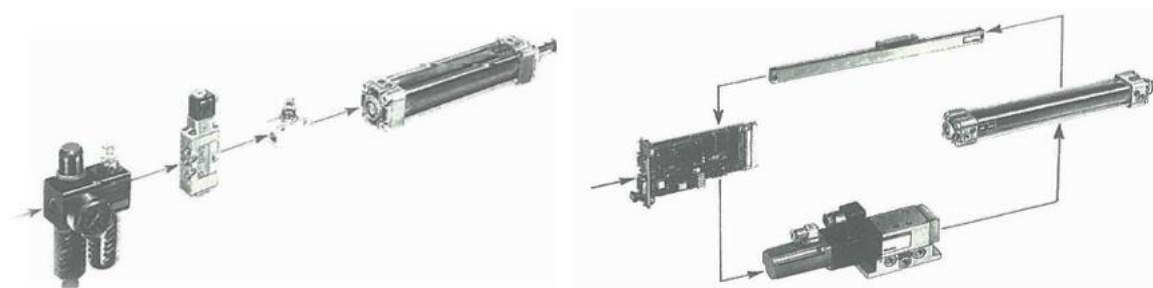
A vákuumtartományok a nyomások és részecskesűrűségek tartománya, amelyekben a vákuum megegyezés szerint oszlik meg. Ahogy egyetlen gáznak sem, a levegőnek sincs saját alakja, sem forma- vagy alaktartása.

A pneumatikus hajtás

Egy pneumatikus hajtás több elemből áll:

- hajtóegységek = hengerek vagy motorok,
- vezérlőelemek = szelepek,
- vezetékek és vezetékcsatlakozók.

A pneumatikus hajtások nagyobb része vezérelt. Alkatrészeik működés közben vezérlési láncon alkotnak. A jelzőegységek és a teljesítményszelepek vezérlik a működés és a munkahengerrel együtt jelláncot alkotnak. A külső zavarokat, illetve a sűrített levegő összenyomhatóságát a vezérlési lánc nem küszöböli ki. Jelzőegységek segítségével több pneumatikus hajtás egy nagyobb rendszerbe szervezhető.



48.ábra: Vezérelt és szabályozott pneumatikus rendszer

A szabályozott hajtás

Szabályozási körök is kialakíthatók pneumatikus munkahengerek számára a gyorsabb elektronikus szabályozóknak és szabályozószelepeknek köszönhetően. A külső zavarokat, valamint a sűrített levegő összenyomhatóságát a szabályozási kör kompenzálja. Tulajdonságai révén ezzel számos automatizálási feladatra adható hosszú távú megoldás. Helyesen méretezve és a működési folyamatnak megfelelően elrendezve a hengerek és

szelepek összessége pneumatikus hajtást alkot. Szabályozástechnikai értelemben minden pneumatikus hajtás vezérelt, vagy szabályozott. E két csoport a működési elvben, a jelfolyamban és a készüléktechnikai felépítés különbözik egymástól.

Műszaki rendszerleírás

Az energiaáramlás sorrendjét tekintve a pneumatikus berendezések a következő csoportokra tagolhatók:

- sűrítettlevegő-termelés (energiaátalakítás),
- sűrítettlevegő-elosztás (energiaátvitel),
- sűrítettlevegő-előkészítés teljesítményvezérlés (energiavezérlés),
- hajtás jelfeldolgozása (energiaátalakítás).

Sűrítettlevegő-termelés és elosztás

Ipari berendezésekben a sűrített levegőt egy elektromos meghajtású kompresszorokból álló központ hozza létre és sűrítettlevegő-tartályok tárolják. Egy központi vezetérendszer osztja szét ezt a sűrített levegőt úgy, hogy az minden felhasználási helyen rendelkezésre álljon, dugaszaljakhoz hasonló egységekből.

Sűrítettlevegő-előkészítés

A sűrítettlevegő-előkészítés, amely egy szűrőből, nyomásszabályozóból és olajozóból álló kombinált egység (másnéven karbantartó egység), köti össze a tulajdonképpeni hajtást és a vezérlést a sűrítettlevegő-hálózattal.

Teljesítményvezérlés és jelfeldolgozás

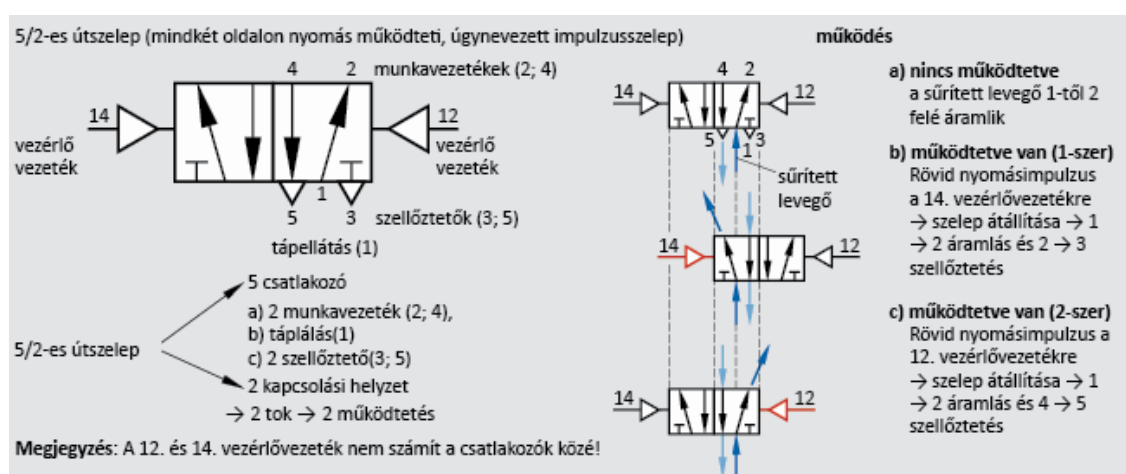
A teljesítményvezérlés, amelyhez a szükséges áramlásnak megfelelő méretű szelepek tartoznak, osztja el a sűrített levegőt a hajtások között és vezérli az elmozdulási irányt és sebességet. A jelfeldolgozáshoz, amelyhez a mechanikusan, pneumatikusan vagy elektromosan működtetett szelepek tartoznak, a hajtások és a teljesítményvezérlés közötti jelkapcsolatért felelnek.

Hajtások

A hajtások elemei – elsősorban a hengerek, de a motorok és a forgatóegységek is, amelyek erőket és elmozdulásokat hoznak létre.

Kialakítás és tervezés

A pneumatikus berendezések kialakítása és tervezése során először a munkahengereket méretezik, aztán következnek a teljesítményszelepek. A működési folyamat határozza meg az elemek elrendezését és kapcsolatát a hajtással és a teljesítményszelepekkel.



49. ábra: Az 5/2-es útszelep megnevezése és működése

A szelepek csatlakozásait számokkal jelöljük, a DIN ISO 5599 szabvány szerint (például tápnyomás 1, üzemi vezeték 2 és 4, szellőztető 3 és 5, vezérlő vezeték 12 és 14).

Sok helyen használnak még szelepeket, amelyek régebbi szabvány szerint betűkkel jelölnek.

A kapcsolási helyzetek és a csatlakozások jelölése mellett a szelep működtetési módjait is meg kell adni.

izomerős működtetésű		mechanikus működtetésű		elektromos működtetésű	
	általános		nyomógombos		1-tekerces elektromágneses
	karos		tolórudas vagy nyomógombos		2-tekerces elektromágneses, a tekercsek egymás ellen hatnak
	pedálos		tapintógörgős		villanymotoros hajtás
	Helyzetbeállító (utólag beépítve kapcsolási helyzet tartására)				
pneumatikus működtetésű				kombinált működtetésű	
közvetlen		közvetett, elővezérelt			
	nyomás rákapcsolásával		a fő vezérlőszelep nyomás alá helyezésével az elővezérlő szelep útján		elektromágneses és elővezérlő szeleppel
	nyomás lekapcsolásával		a fő vezérlőszelep nyomásmentesítésével az elővezérlő szelep útján		elektromágneses vagy elővezérlő szeleppel

50. ábra: Működtetési módok

A szelepnek a hálózati nyomás rákapcsolása utáni helyzetét **kiindulási helyzetnek** nevezzük. Ez a kapcsolási rajzon fel van tüntetve. Rugó visszatérítéses, vagy meghatározott középhellyel rendelkező szelepeknek van **nyugalmi helyzete**, illetve **nullhelyzete** is. Kapcsolási rajzokon a vezetékek a kiindulási, illetve nullhelyzet mezőjéhez csatlakoznak. Mivel egyes szelepeknek nincs nullhelyzetük, beépítés előtt meghatározott kapcsolási helyzetbe kell hozni őket. Kiindulási helyzetben működtetett szelepeknél a vezetékeket a kapcsolási helyzethez rajzoljuk, és működtetési szimbólumot rajzolunk a működtetett oldalra.

szimbólum	megnevezés	kiindulási helyzet
	2/2-es útszelep	zárva
	3/2-es útszelep	zárva
	3/2-es útszelep	nyitva
	4/2-es útszelep	1 vezeték nyomás alatt 1 vezeték szellőztetve
	5/2-es útszelep	1 vezeték nyomás alatt 1 vezeték szellőztetve
	5/3-es útszelep	középhelyzet zárva

51. ábra: Különböző útszelepek

A pneumatika előnye a levegő egyszerűen tömöríthető, tárolható és osztható el,

- egyszerűen állítható a munkahengereken a működési gyorsaság/erő, a motorokon a fordulatszám/forgatónyomaték,
- a pneumatikus vezérlések karbantartása egyszerűek, üzembiztosak és hosszú élettartamúak,
- a sűrített levegős készülékek egészen a leállásig túlterhelhetők,
- sűrített levegős vezérlések tűz- és robbanásveszélyes környezetekben is használhatók,
- rövid válaszidők és nagy kapcsolási gyakoriságok érhetők el velük.

A pneumatika hátrányai

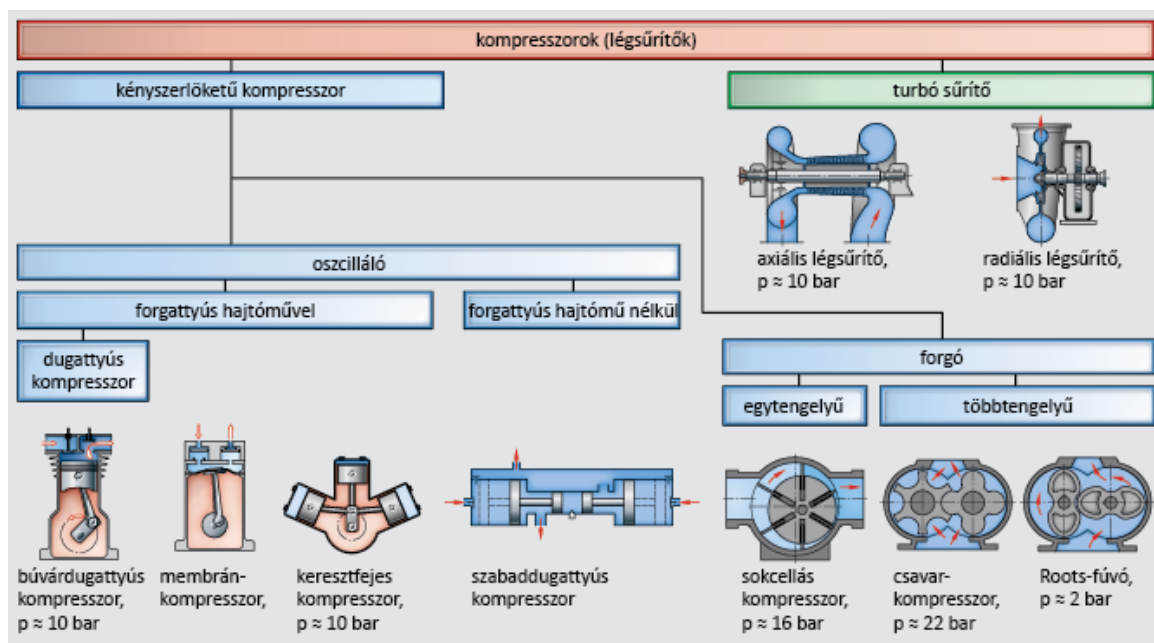
- a sűrített levegőt meg kell tisztítani a szennyeződésektől, víztől, olajtól (sokba kerül),
- a levegő összenyomhatósága miatt nehezen érhető el az egyenletes mozgás,
- mivel az üzemi nyomás általában 10 bar alatti, kicsi a dugattyúerő; nagy dugattyúerőhöz nagy hengerátmérő szükséges,
- a hengereket csak rögzített ütközőkkel lehet pontos helyzetbe mozgatni,
- a kiáramló levegő zajos, és az olajköd miatt veszélyes az egészségre.

Kompresszorok

A kompresszorok végzik a sűrített levegő előállítását. Működési elvük szerint két osztályba sorolhatók.

A turbókompresszorok (illetve *dinamikus kompresszorok*) úgynevezett járókeréken lévő lapátok segítségével felgyorsítják az összenyomandó gázt, és ezzel növelik a nyomását. Ezt a típust kis nyomáson nagy szállításhoz alkalmazzák. A **kényszerlökötű kompresszorok** a kiindulási térfogatot erőhatással folyamatosan csökkentik, és ezzel növelik a nyomást. Ezt a típust nagy nyomáson kis szállításhoz alkalmazzák.

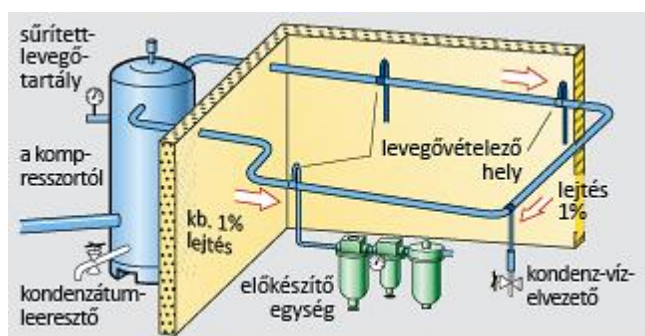
Az ipari és a kereskedelmi kompresszorok többségének üzemi nyomása legfeljebb 15 bar. Kompresszorként egy- és kétfokozatú dugattyús kompresszorokat, egy- és kétfokozatú csavarkompresszorokat, valamint rotációs kompresszorokat használunk.



52. ábra: Kompresszorok és működési módjuk

A sűrített levegő előkészítése és elosztása

A sűrített levegő előállításához a kompresszor a környezeti levegőt szívja be és sűríti. A levegő szennyező anyagokat is tartalmaz. Az alkalmazástól függően a sűrített levegőre különböző követelmények vonatkoznak. A sűrített levegő minőségét az ISO 8573-1 szabvány minőségi osztályokra osztja. Az előkészített sűrített levegő körvezetékeken keresztül éri el a vételezési pontokat.

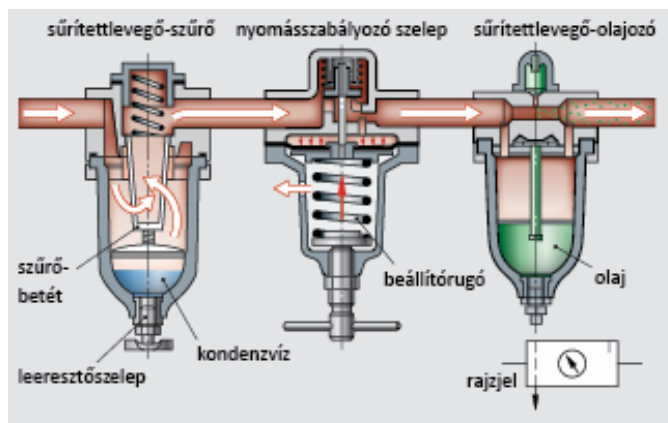


53. ábra: Sűrítettlevegő-elosztás

A sűrített levegős hálózattal szemben támasztott követelmények

- a levegőellátást lehetőleg körvezetékekkel kell megoldani, hogy az ellátás javítás vagy karbantartás esetén is biztosított legyen,
- a vezeték keresztmetszete legyen elég nagy,
- az elágazások mindig fent legyenek (kondenzvíz elkerülése),
- a vezetékek lejtsek (kb. 1%) és a legmélyebb ponton gondoskodni kell a kondenzátum elvezetéséről.

A kompresszor által okozott nyomáskülönbségek és a hosszú vezetékek nyomásingadozásokhoz vezetnek, amelyek meghibásodásokat okozhatnak. Ennek megelőzésére a fogyasztás helyén gyakran használnak levegő előkészítő egységet, amely nyomásszabályozóból, beépített szűrőből és esetleg olajozóból áll. Újabban az olajozó elmarad, nincsen szükség a levegő olajozására a korszerű pneumatikus rendszerekben.



54. ábra: Levegő előkészítő egység

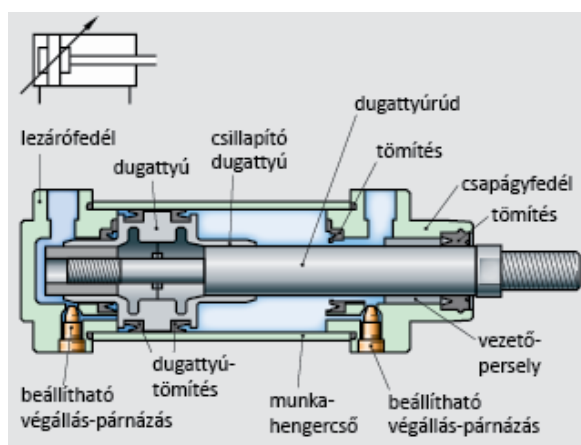
Célszerű a lágyindító szelepek beépítése a levegő tápegység oldalán, amelyek lassan növelik a nyomást a tápnyomás rákapcsolása után, ezzel megakadályozzuk a levegő rákapcsolásakor keletkező kellemetlen dinamikus és megelőzhetők az ellenőrizetlen mozgások.

3.2 PNEUMATIKUS ELEMTECHNIKA

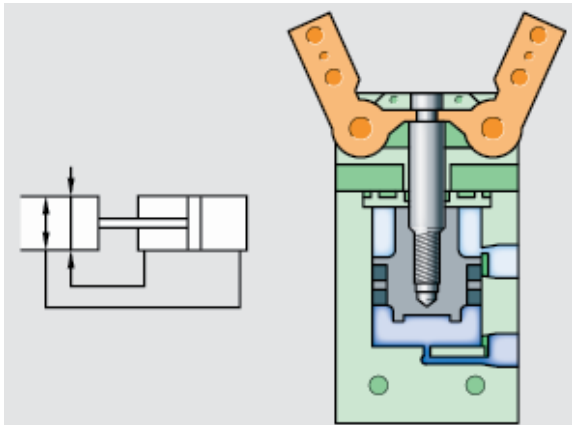
A pneumatikus működtető elemek (másnéven beavatkozó szervek) egyenes vonalú mozgás esetén munkahengerek, forgó mozgás esetén motorok és lengő hajtások.

Pneumatikus munkahengerek

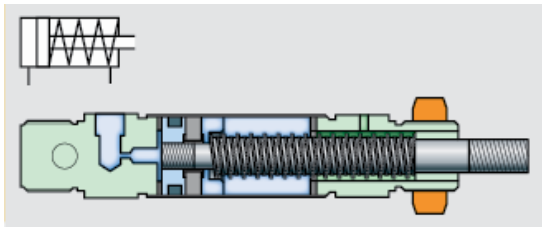
A pneumatikus munkahengerek lineáris mozgást végeznek. Az **egyszeres működésű** munkahenger az egyik oldalára ható nyomás hatására kinyom. A nyomás megszűntekor az ellenkező oldalon beépített rugó visszanyomja. Ez a munkahenger csak a rugóerő ellenében elmozdulva tud munkát végezni. A **kétszeres működésű** munkahenger dugattyúját mindkét oldalról tudja működtetni a ráadott nyomás. Mivel a dugattyúkorona felülete a dugattyúrúd felöli oldalon kisebb, a kétszeres működésű munkahenger kinyomó és behúzó ereje eltérő. A pneumatikus megfogók működési elve megegyezik a kétszeres működésű munkahengerével.



55. ábra: Kétszeres működésű munkahenger



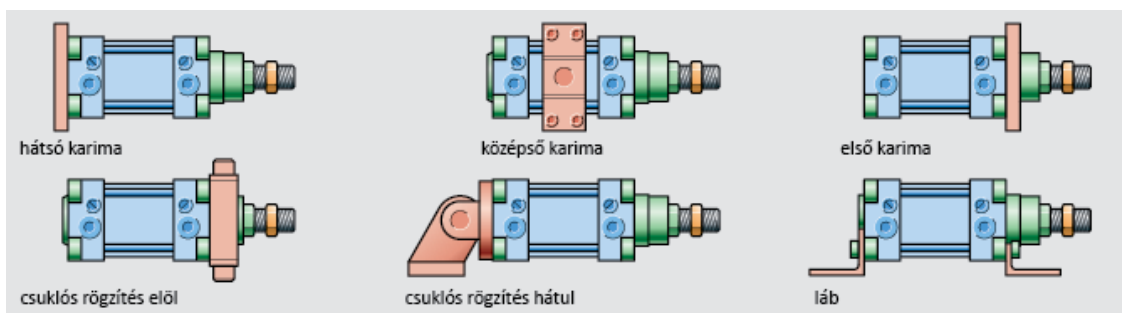
56. ábra: Pneumatikus megfogó



57. ábra: Egyszeres működésű munkahenger

Löklet végi csillapítók akadályozzák meg lökészerű felütközésüket a lökethossz végén. Röviddel a véghelyzet elérése előtt egy csillapítócsap megakadályozza a levegő eltávozását a középfuraton keresztül. Ez után a levegő már csak egy beállítható fojtórésen keresztül tud távozni. Ez rugalmasan lefékezi a dugattyút és lassan engedi a véghelyzetébe.

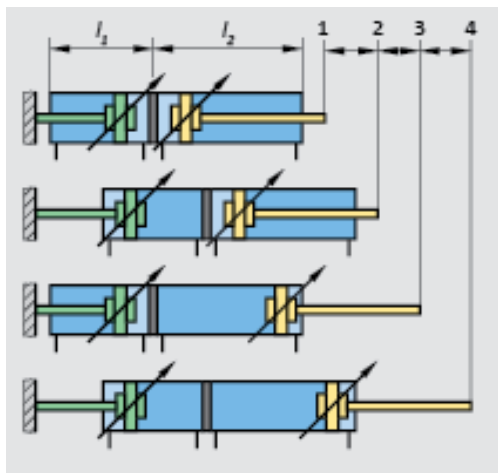
Funkcióiktól és beépítési lehetőségeiktől függően a munkahengereket többféleképpen rögzíthetjük.



58. ábra: Példák pneumatikus munkahengerek rögzítési módjai

Különleges kivitelű munkahengerek

Többállású henger kettő kétszeres működésű munkahenger egymásra építésével kapunk. Ha azonos a löketük, akkor három, ha nem, akkor négy munkahelyzetet kapunk.



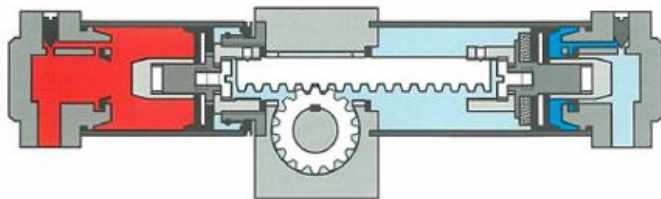
59. ábra: Többállású henger

Megakasztó munkahengerek leállítják a munkadarabtartókat a szállítószalagon. Nyomás hatására a dugattyú visszahúzódik. A dugattyúra ható ütési energia ($E_{kin} = 1/2 m \cdot v^2$) megengedett értékét nem szabad túllépni, mert különben megsérülhet a munkahenger.

Lengő hajtás esetén a forgatónyomatékot a közvetlenül a hajtótengelyre erősített lengőszárny állítja elő. A lengési szög a változattól függő mértékben, többnyire 180°-ig, fokozatmentesen állítható. Ez a hajtás kis forgatónyomatékot kelt. A lengő hajtások nagy ismétlési pontosságúak és holtjáték nélkül viszik át az erőt.



60. ábra: *Lengő hajtás*



61. ábra: *Forgató munkahenger*

A **forgató munkahenger** hasonlít a kétszeres működésű munkahengerre, azzal a különbséggel, hogy itt a dugattyú mozgását fogaslécra kell átvinni. A fogasléc kivezetett tengelyű fogaskereket forgat. A forgató munkahengereket rögzített forgásszög-tartományokkal gyártják, 90° ; 180° ; 270° és 360° . A dugattyúlököt átállításával közbenső értékek is beállíthatók.

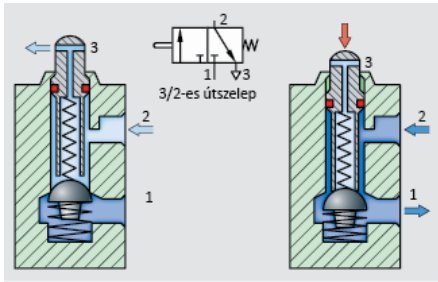
Pneumatikus szelepek

A beavatkozó szerv a sűrített levegőt vezetéken kapja. A szükséges paraméterek (erő, forgatónyomaték) eléréséhez energiavezérlő elemként szelepeket építünk be. Ezek a szelepek vezérlik, és adott esetben szabályozzák, a sűrített levegőt. Funkciójuk szerint lehetnek útszelepek, zárószelepek, nyomásszabályozó szelepek és áramlásszabályozó szelepek.

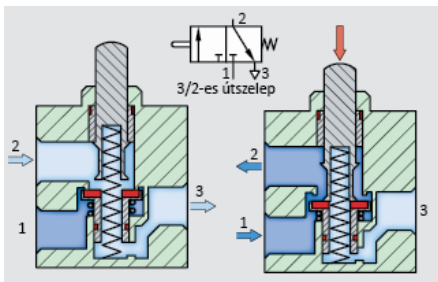
Útszelepek

Útszelepekkel a sűrített levegő indítható, leállítható és áramlási iránya megváltoztatható a pneumatikus vezérlésekben. Ezzel vezérelhetők beavatkozó szervek, munkahengerek, motorok és más útszelepek kapcsolási helyzetei. Két alapkivitelben készülnek:

Ülékes szelepeknél a szelep ülék tömítésére golyó, vagy tányér szolgál. A szelepemelő működtetésakor a 2 – 3 szellőztetés zárul és a sűrített levegő áramlása megindul az 1 – 2 úton.

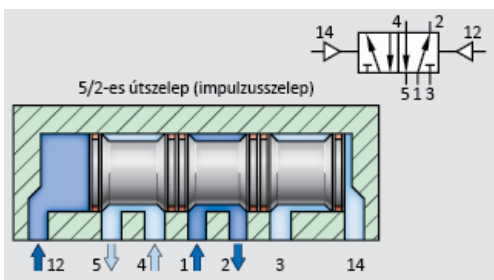


62. ábra: Golyós ülésű szelep

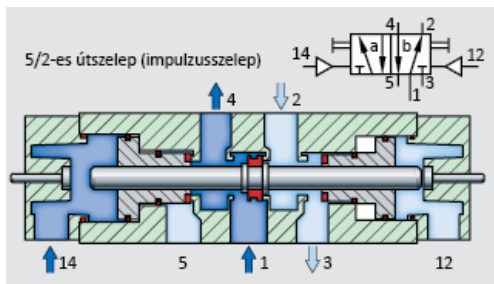


63. ábra: Tányéros ülésű szelep

Tolattyús szelepeknél hosszirányban eltolható tolattyú vezérli a sűrített levegő áramlását. A szelep az 12 vagy 14 vezérlővezetékre adott nyomással kapcsol át. Ha a 12 (14) bemenet kapja a vezérlőnyomást, a levegő 1 – 2 (1 – 4) irányban áramlik. Az átkapcsoláshoz elegendő a megfelelő vezérlővezetékre adott rövid impulzus. A szelep ellenkező irányú impulzus érkezéséig tárolja kapcsolási helyzetét. Impulzusszelepeknél figyelni kell arra, hogy nincs definiált alaphelyzetük.



64. ábra: 5/2-es bistabil tolattyús útszelep



65. ábra: 5/2-es bistabil úszótányéros ülékes szelep

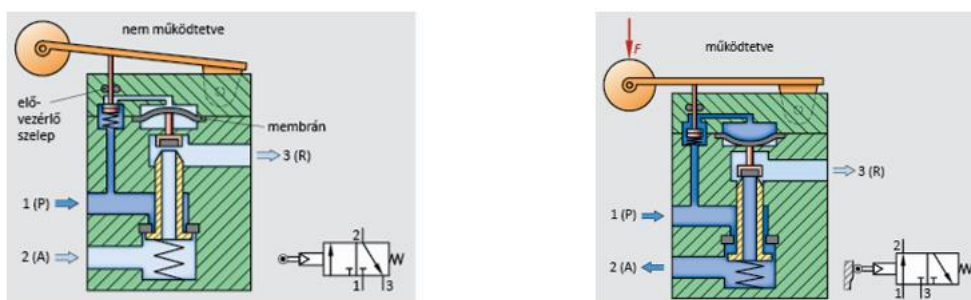
Ülékes szelepek

- kicsi a működtetési útjuk és ezért rövid a válaszidejük,
- kevésbé kopnak és érzéketlenek a szennyeződésekre,
- nagy működtető erőt igényelnek és ezért a nagyméretű szelepeknél gondoskodni kell az elővezérlésről.

Tolattyús szelepek

- nagyobb működtetési útjuk miatt hosszabb a válaszidejük,
- erősebben kopnak, mert érzékenyek a szennyeződésekre,
- kis működtető erőt igényelnek.

Ha a pneumatikus berendezésben nagy levegőfogyasztású beavatkozó szervek vannak, kellően nagy áteresztésű útszelepeket kell alkalmazni, ezek azonban nagyobb működtető erőt is igényelnek. Ilyen berendezésekben használjuk a közvetve működtetett szelepeket. Ilyenkor a főszelepet úgynevezett elővezérlő szelep kapcsolja.



66. ábra: Az elővezérlési elv

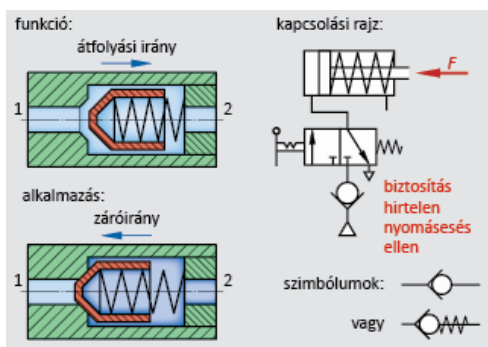
Az 1 nyomáscsatlakozót kis kiegészítő furat köti össze az elővezérlő szeleppel. A görgős kar lenyomásakor nyit az elővezérlő szelep és a membránra engedi a sűrített levegőt. A membrán elmozdul lefelé és elzárja a 3 – 2 szellőztető járatot. Ekkor a nagy tolórúd felnyitja a második szeleptányért és szabaddá válik a sűrített levegő 1 – 2 útja.

A görgős kar felengedésekor nyomásmentessé válik a membrán feletti tér. A visszaállító rugó felnyomja a vezérlődugattyút, ami elzárja a 1 – 2 összeköttetést. A 2 – 3 szellőztető út megnyílik. Az elővezérlési elv a legkülönbözőbb működtetéseknél alkalmazható.

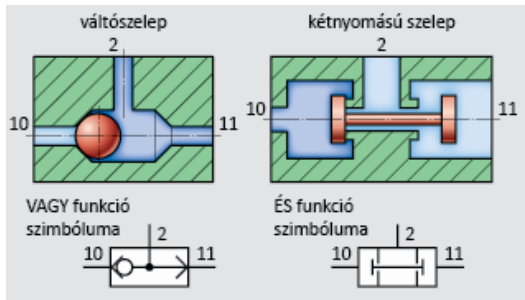
Záró- és áramlásszabályozó szelepek

A zárószelepek a sűrített levegő áramlási irányát állítják, közéjük soroljuk a visszacsapó szelepeket, váltószelepeket és kétnyomású szelepeket. Az **áramlásszabályozó szelepek** az átáramló mennyiséget befolyásolják. A legfontosabb áramlásszabályozó szelep a fojtószelep. Viszonylag gyakran találkozunk kombinált záró- és áramlásszabályozó szelepekkel.

A visszacsapó szelepek egyik irányban elzárják, másik irányban megnyitják az áramlás útját. Rögzítő munkahengereknél megakadályozzák a rögzítési nyomás hirtelen leesését nyomáskimaradás esetén.



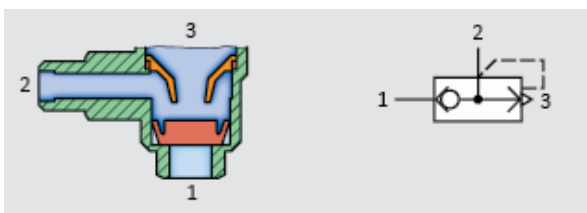
67. ábra: Visszacsapószelep



68. ábra: Logikai szelepek

A **váltószelepek** pneumatikus VAGY kapuként működnek. Két bemenetük (10, 11) és egy kimenetük (2) van. A sűrített levegő akkor áramlik a kimenetre, ha a beömlő vezetékek egyike, vagy mindkettő nyomás alatt áll. A **kétnyomású szelepek** pneumatikus ÉS kapuként működnek. Két bemenetük (10, 11) és egy kimenetük (2) van. A sűrített levegő akkor áramlik a kimenetre, ha mindkét bemenet nyomás alatt áll. A kétnyomású szelep és a váltószelep egyaránt úgy van kialakítva, hogy a vezérlővezetékek között ne áramolhasson át a sűrített levegő.

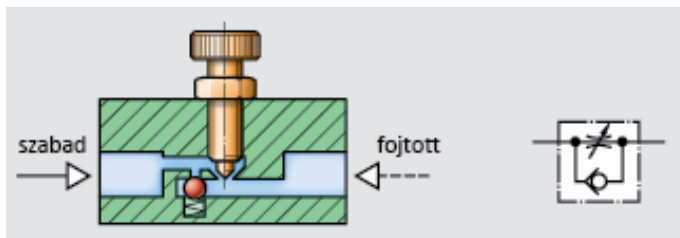
A **gyorsszellőztető szeleppel** gyorsan nyomás mentesíthetők a vezetékek. A szellőztetés nem a beavatkozó szervig történik, hanem közvetlenül a gyorszellőztető szelepnél. A szelep közvetlenül a működtető elem helyezkedik el, s ezáltal rövid a szellőztetési (leürítési) út. A gyorsabb szellőztetés révén ezekkel a szelepekkel nagyobb dugattyúsebességek érhetőek el.



69. ábra: Gyorsszellőztető szelep

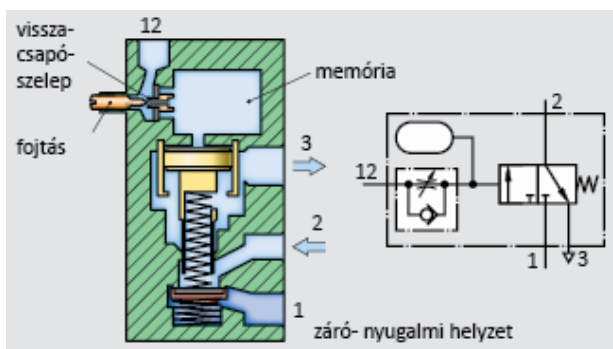
Áramlásirányító szelepek

A **fojtó-visszacsapó szelep** a fojtószelep és a visszacsapó szelep kombinációja. Az egyik áramlási irányban az átfolyás fokozatmentesen állítható, a másik irányban akadálymentes. Munkahenger sebességének állítására használjuk.



70. ábra: Fojtó-visszacsapó szelep

Az **időkésleltető szelep** egy fojtó-visszacsapó szelep, egy 3/2-es útszelep és egy tároló kombinációja. Ha a 12 vezérlőbemenet sűrített levegőt kap, elkezd töltődni a tároló – a fojtó beállításától függő gyorsasággal. Amikor létrejön a szükséges vezérlőnyomás, a szelep kapcsol. A kapcsolási nyomás felépüléséhez szükséges idő a szelep időkésleltetése. Szellőztetésnél a szelep kiindulási helyzetbe kapcsol, ahol a tároló leürül.



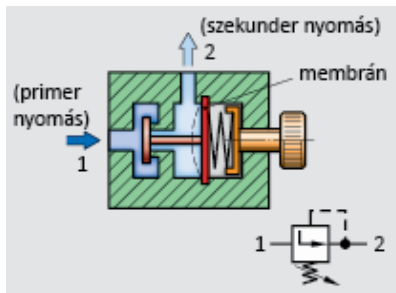
71. ábra: Időkésleltető szelep

Nyomásirányító szelepek

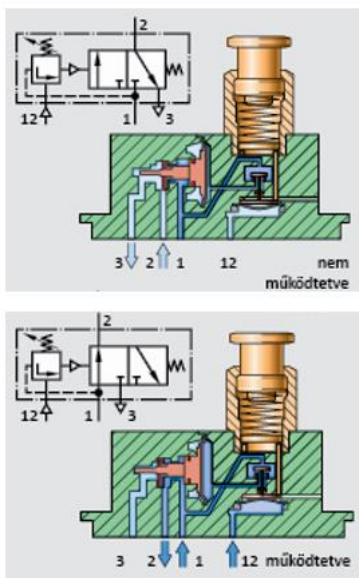
Pneumatikus berendezésekben a nyomásszabályozó szeleppel

- a fennálló nyomás vagy,
- az áramló levegő nyomása befolyásolható.

Nyomásszabályozó szeleppel a primer nyomástól független, állandó szekunder nyomás állítható be és szabályozható. A szabályozást membrán és rugó végzi. Minden karbantartó egységben található ilyen nyomásszabályozó. Nyomásszabályozó szeleppel ezenkívül munkahenger dugattyúereje is szabályozható.



72. ábra: Nyomásszabályozó szelep



73. ábra: Nyomáskapcsoló szelep

A követőszelepnél, vagy szekvencia-szelepnél nincs szellőztetés. A dugattyú nyitásakor a levegő munkavezetékbe áramlik. Ez a vezeték többnyire útszelep vezérlőbemenetére csatlakozik, és az útszelepet kapcsolja.

3.1. PNEUMATIKUS ALAPKAPCSOLÁSOK

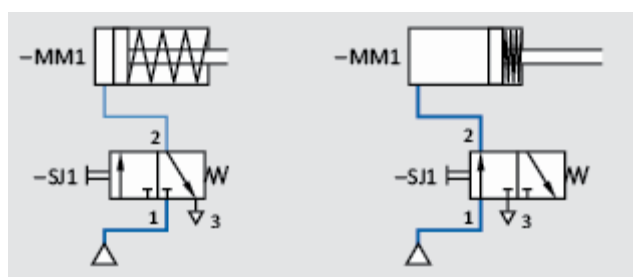
Bonyolultabb kapcsolások tervezéséhez nélkülözhetetlen előfeltétel a pneumatikus elemek tulajdonságainak ismerete. Ismerni kell a konstrukciós különbségeket (például a tolattyús- és ülékes szelepek között) és az ezekből eredő sajátosságokat és kapcsolási viselkedést. Működőképes kapcsolások építéséhez fontos előfeltétel a szelepek működtetési módjának, működtető erejének és áramlási viselkedésének ismerete is. Kapcsolási rajzok elemzése azt mutatja, hogy azok mindig a következő alapáramkörökből állnak.

Hengerek egyszerű kinyomása és visszahúzása

A pneumatikai alapfeladatok egyike (egyszeres vagy kétszeres működésű) henger kinyomása és visszahúzása. Ennek különféle módjai vannak.

Egyszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése

A –MM1 henger a –SJ1 3/2-es útszelep megnyomásakor kinyom. A –SJ1 elengedésekor visszaáll kiindulási helyzetében (a rugó visszaállítja). A –MM1 henger csak akkor éri el első véghelyzetét, ha a –SJ1 kapcsolót a teljes kinyomódásig nyomva tartják.

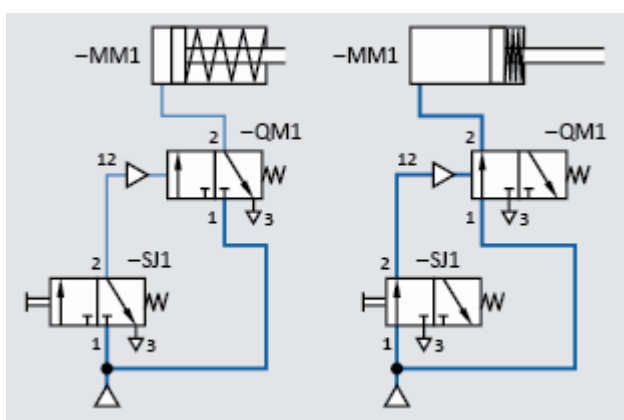


74. ábra: Egyszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése

A közvetlen vezérlést csak akkor választjuk, ha a henger térfogata nem túl nagy és a kapcsolási folyamatot egyetlen jelformálóról vezéreljük. A közvetlen vezérlés olcsóbb a közvetettnél, mert csak egy 3/2-es útszelep kell hozzá.

Egyszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése

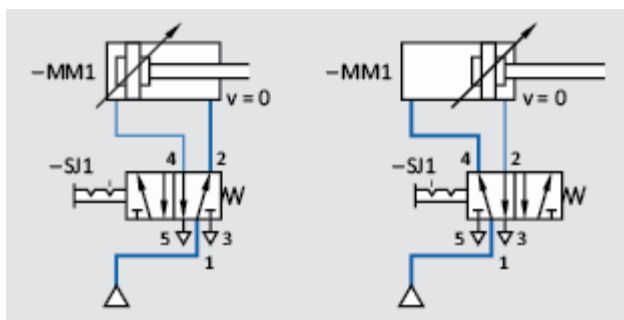
A vezérlés ugyanúgy működik, mint fent, de itt beavatkozó szervként egy levegő nyomással működtetett 3/2-es útszelepre is szükség van. A közvetett vezérlés különösen a nagyobb térfogatú munkahengereknél előnyös, mert a –SJ1 jelformáló kicsi maradhat (jobban kézre áll és rövidebb kapcsolási idejű). Csak a –QM1 beavatkozó szervet (más szóval teljesítményszelepet) kell a henger méretéhez és átfolyásához illeszteni. A –SJ1 és –QM1 közötti jelvezetékek is rövidek lehetnek. Csak a –QM1 beavatkozó szerv rövid vezetékeit kell a hengerparamétereknek megfelelően méretezni. A rövid szakaszok előnyösek, mert lerövidítik a holtteret és ezzel csökkentik a levegőfogyasztást is.



75. ábra: Egyszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése

Kétszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése

Az –MM1 munkahenger az 5/2-es útszelep működtetésekor kinyom, vissza kapcsolásakor visszahúz. Itt 4/2-es szelep is alkalmazható. Ez csak egy kimeneten szellőztet, és nem teszi lehetővé a kinyomási és visszahúzási távozó levegő külön kezelését, mint az 5/2-es szelep.



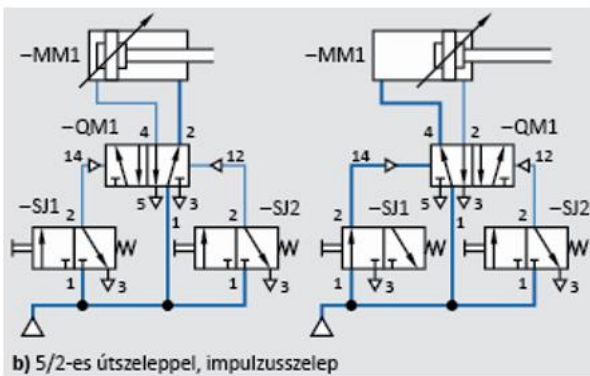
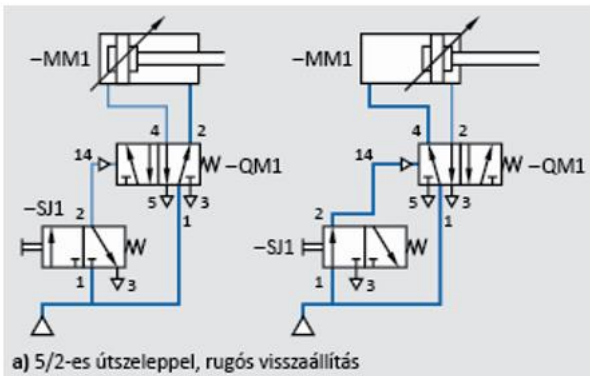
76. ábra: Kétszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése

Az egyszeres működésű munkahengerrel ellentétben a kétszeres működésű henger a kinyomáshoz és a visszahúzáshoz is tápnyomást igényel. A hozzá tartozó beavatkozó szerv két vezérelt sűrítettlevegő-kimenettel kell, hogy rendelkezzen. Beavatkozó szervként leggyakrabban 5/2-es útszelepet használunk. Ennek van 2 munkavezetéke (2, 4), 2 szellőztető vezetéke (3, 5) és egy táplevegő csatlakozója (1). Az egyik kapcsolási helyzetben a levegőáramlás iránya 1-2 és 4-5 szellőztet. A másik kapcsolási helyzetben a levegőáramlás iránya 1-4 és 2-3 szellőztet. A működtetés módjától függően többféle módon vezérelhető. A kinyomás és visszahúzás elvileg két különálló 3/2-es útszeleppel is vezérelhető, de ebben az esetben figyelembe kell venni a jelátfedéseket.

Kétszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése

Az –MM1 munkahenger az –SJ1 jelformáló működtetésekor kinyom, elengedésekor visszahúz. A henger itt is csak akkor nyom ki teljesen, ha az –SJ1 jelformálót a teljes kinyomódásig működtetik. A közvetlen és közvetett vezérlés alapvető előnyei és hátrányai megegyeznek az egyszeres működésű munkahengernél leírtakkal.

Az –MM1 munkahenger az –SJ1 működtetéskor teljesen kimegy és csak a –SJ2 működtetésekor húzódik vissza. Ezt a vezérlési módon impulzusvezérlésnek nevezzük, mert a –QM1 beavatkozó szervnek elég egy rövid nyomásimpulzus is. Ezt a szelepfajtát memóriaszelepnek (vagy tárolószelepnek) is nevezzük, mert a vezérlőjelnek már egy rövid impulzusa átállítja a szelepet a másik helyzetébe, és utána ott is marad.

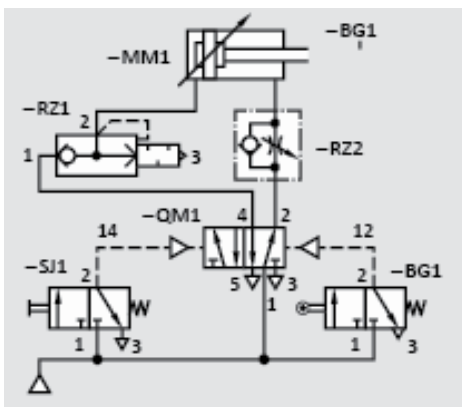


77. ábra: Kétszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése

A működési sebesség befolyásolása

Sok gyakorlati alkalmazásban a henger kinyomási és/vagy visszahúzási sebessége állítható kell, hogy legyen.

A mintapélda azt mutatja, hogy a sebesség kétféle módon befolyásolható. Az egyik a dugattyúsebesség minél nagyobbra **növelése**, a másik a **csökkentése**.

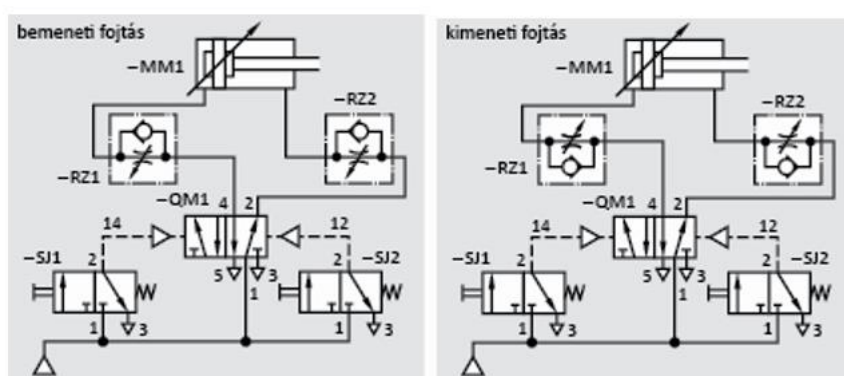


78. ábra: Sajtoló készülék

Tisztán vezérlés technikailag csak **gyorsszellőtető szeleppel** lehet növelni a sebességet. Ha ez nem elegendő, akkor más (nagyobb csatlakozási keresztmetszetű) szelepeket kell beépíteni.

A sebesség csökkentésére főként **fojtó-visszacsapó szelepeket** használnak. A beépítés helyétől függően beszélünk kimeneti és bemeneti fojtásról.

Bemeneti fojtás használata kerülendő, mert már kis terhelésingadozás is nagy rendellenességeket okozhat a dugattyú mozgásában.



79. ábra: Bemeneti és kimeneti fojtás

Kimeneti fojtás használatakor a dugattyú két levegőpárna (egy bemenő és egy kimenő oldali) között mozog. Ez vezeti és egyenletessé teszi a mozgását. Emiatt a kimeneti fojtást részesítjük előnyben. Rövid löketű hengereknél a kimeneti fojtás nem alkalmazható, mert itt nem tud képződni kellően nagy levegőpárna.

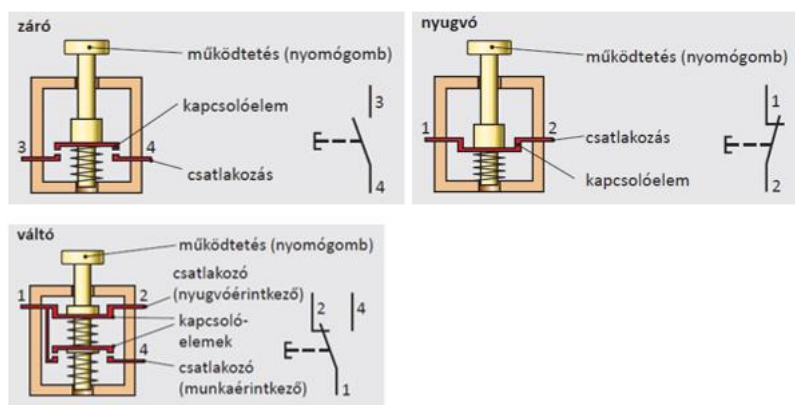
3.3 ELEKTROPNEUMATIKUS ELEMTECHNIKA

Az iparban leginkább az elektropneumatikus megoldások terjedtek el. Itt a pneumatika képviseli a vezérlés erőátviteli részét, a jelrész pedig elektromos jelekkel (leggyakrabban

24 V egyenfeszültséggel) és logikai összekapcsolásukkal valósítják meg. Alkalmas alkatrészek összekapcsolják a két energiakört. Az ilyen szelepeket EP-átalakítónak (Elektro-Pneumatikus átalakító) is nevezik.

Elektromos beviteli elemek

Ezek áramkörben nyitják, illetve zárják a fogyasztó áramútvját. Működési módjuk szerint lehetnek **beállító** és **nyomógombos kapcsolók**, szerkezeti kialakításuk szerint pedig **záróérintkezős**, **bontóérintkezős** és **váltó kapcsolók**. Beállító kapcsolók két kapcsolási helyzete mechanikusan reteszelt, így pillanatnyi kapcsolási helyzetüket addig tartják, amíg a kapcsolót ismét működtetik.



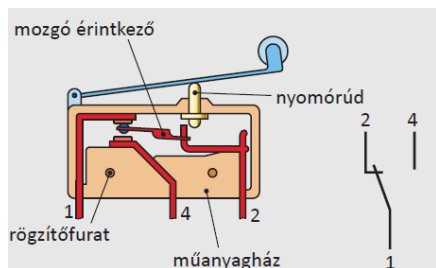
80. ábra: Villamos jelbeviteli elemek

Érzékelők

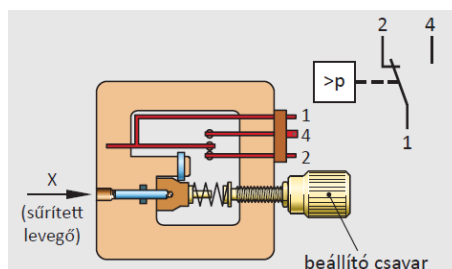
Ha építő- és szerkezeti elemek állapotáról információt kell küldeni a vezérlésnek (például munkadarab befogva, munkahenger véghelyzetben, nyomás és töltöttség figyelése), e célra érzékelőket használunk.

Mechanikus végállaskapcsolót használunk, ha a vezérlésnek munkadarab vagy géprész adott helyzetének eléréséről kívánunk jelet küldeni. A végállaskapcsoló gyakran váltókapcsoló, hogy áramkör nyitását, zárását és átkapcsolását egyaránt el tudja végezni.

A nyomáskapcsoló áramkört nyit, zár vagy kapcsol át előre beállított nyomás elérésekor. A bemenő nyomás dugattyú felületén nyomóerőt kelt. A nyomóerőt rugóval beállítható erő ellensúlyozza. Amikor a nyomóerő meghaladja a rugóerőt, az érintkező átkapcsol. Új változata a **membrános nyomáskapcsoló**, amelyik elektronikusan kapcsol.

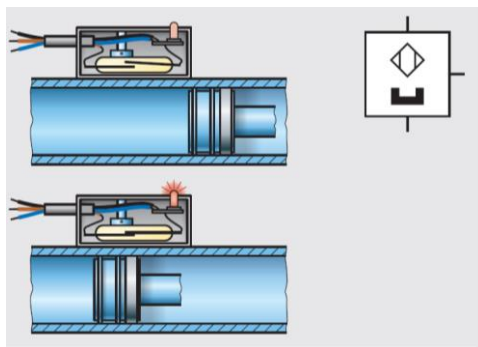


81. ábra: Végálláskapcsoló



82. ábra: Nyomáskapcsoló

Munkahengerek véghelyzetének lekérdezésére nagyon gyakran használnak **érintésmentes, mágneses közelségi kapcsolókat**, másnéven **Reed érintkezőket**, vagy **mágnetóinduktív érzékelőket**. A Reed érintkező tokozásán általában világító dióda is található, amely az érintkező kapcsolási helyzetét jelzi. Fontos jellemzői a következők:



83. ábra: Mágneses közelségi kapcsoló (Reed érintkező)

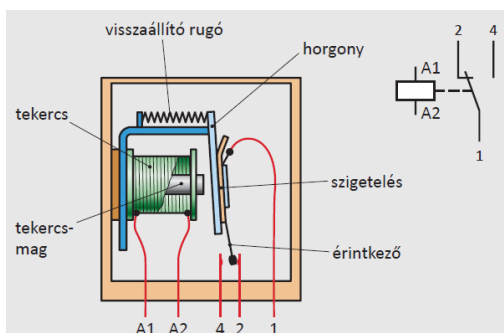
Ha külső mágnes közelít a belső érintkezőnyelvhez, a nyelv elmozdul és (a kivitelől függően) nyit, zár vagy átkapcsol egy áramkört.

A mágnes gyakran eleve a dugattyúkoronára van építve, úgyhogy elég a külső reed érintkezőt felhelyezni. Jellemzői:

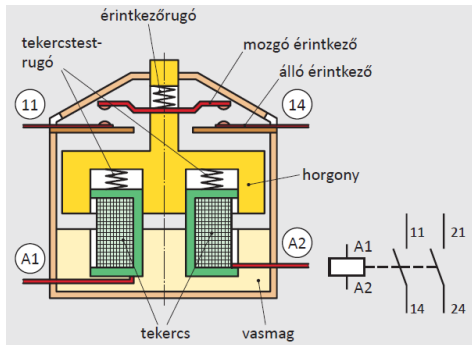
- mechanikus végálláskapcsolókkal ellentétben nem igényel külső működtető erőt,
- rövid, körülbelül 0,2 ms kapcsolási idejű,
- nem igényel karbantartást,
- hosszú élettartamú,
- korlátozott a megszólalási érzékenysége,
- nem használható erős mágneses terek közelében,
- kis helyigényű.

Relé és mágneskapcsoló

A relék (jelfogók) és mágneskapcsolók elektromágnesesen működtetett kapcsolók. Ha a gerjesztő tekercsen áram folyik (A1 és A2 kivezetés), akkor a tekercs behúzza a horgonyt (armatúrát), amely működteti az érintkezőket. Ha megszakad a gerjesztő tekercs árama, a rugó visszaállítja kiindulási helyzetébe a horgonyt (armatúrát).



84. ábra: Relé



85. ábra: Mágnescapcsoló

A relék és mágnescapcsolók működési elve és áramköri jele azonos. Relével viszonylag kicsi (legfeljebb 1 kW) teljesítményt kapcsolunk, mágnescapcsolóval nagyobbat. Reléekkel az áramkör potenciálfüggetlenül kapcsolható, azaz az érintkezők eltérő potenciálú áramkörökbe köthetők. A relétet különféle szabályozó, vezérlő és felügyelő feladatokra használjuk.

- átmenetet képeznek a jelrész és az teljesítményrész között,
- reléknél eltérő feszültség szintek használhatók a jel- és teljesítményrészben,
- reléekkel különválasztható az egyenáramú és váltakozó áramú rész,
- reléekkel többszörözhetők a jelek,
- reléekkel késleltethetők a jelek (időrelék).

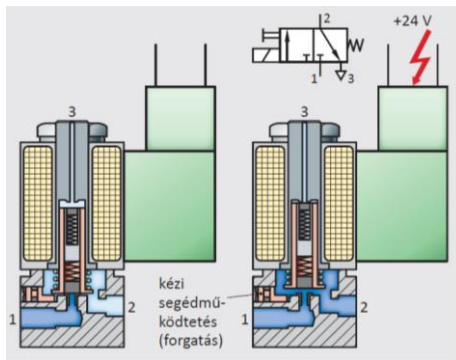
Kivitelüktől függően a reléken több-kevesebb nyugvó, munka- és/vagy váltóérintkező lehet. A relék jelölése szabványosítva van:

- a gerjesztőtekerccs sarkainak neve A1 és A2,
- a relé neve K1, K2, K3 stb.,
- a relével kapcsolt érintkezők neve szintén K1, K2 stb. a kapcsolási rajzokon,
- relék kapcsolóérintkezői kétjegyű számot kapnak; az első számjegy a sorszám. A második számjegy (funkciós szám) az érintkező fajtáját jelöli.

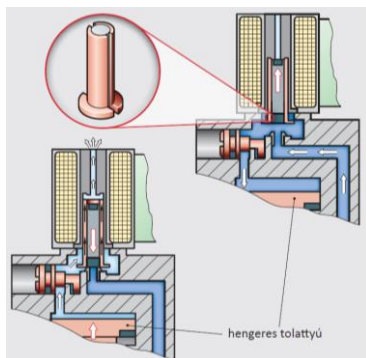
Mágnesszelepek

A mágnesszelepek elektropneumatikus átalakítók és hidat képeznek a vezérlés pneumatikus és elektromos része között. Két fő részük a mágnes-tekerccs (az elektromos

kapcsolóelem) és a pneumatikus szelep. Ha elektromos áramot kap a mágnes-tekercs, elektromágneses tér épül fel, amely elmozdítja a tekercs horgonyját. A tekercs horgonya (armatúra) össze van kapcsolva a szelepemelővel, amely a levegő áramlását szabályozza a tolóka eltolásával, amely megváltoztatja a kapcsolási helyzetet.



86. ábra: Elektromágneses működtetés

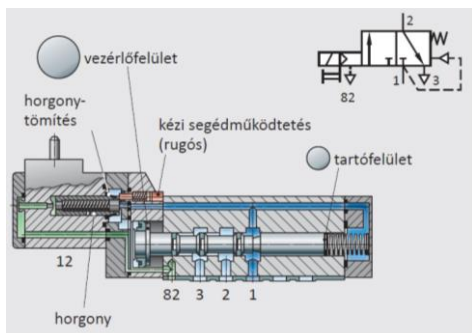


87. ábra: Elővezérlés szelepeknél

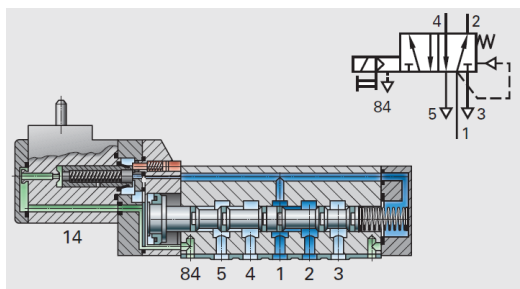
Az elektropneumatikában is vannak elővezérelt szelepek. Ennek az az előnye, hogy a mágnes-tekercs kicsire méretezhető, ezáltal kicsi az áramfogyasztása és ezzel teljesítményfelvétele. A villamos jel működésbe hozza a horgonyt (armatúrát), az nyit egy elővezérlő szelepet, amely a vezérlődugattyúra adja a szelep átkapcsolásához szükséges nyomást.

Az 88. ábra szerinti rugóvisszatérítéses, elővezérléses 3/2-es mágnesszelep alaphelyzetében zárja az utat az 1 és 2 csatlakozó között, miközben a 3 – 2 szellőztető út nyitva áll. Az 1 csatlakozó nyomása a bal oldali tartófelületen és a horgonytömítés előtt is

megjelenik. A mágnesetekercs gerjesztése balra húzza a horgonyt (armatúrát) és leemeli a horgonytömítést. Ezáltal a sűrített levegő a vezérlőfelületre áramlik és jobbra nyomja a vezérlődugattyút. Ez megnyitja az 1 – 2 utat (ez a szelep második kapcsolási helyzete) és zárja a 3 – 1 szellőztető utat.



88. ábra: 3/2-es mágnesszelep, rugóvisszatérítés, elővezérelt

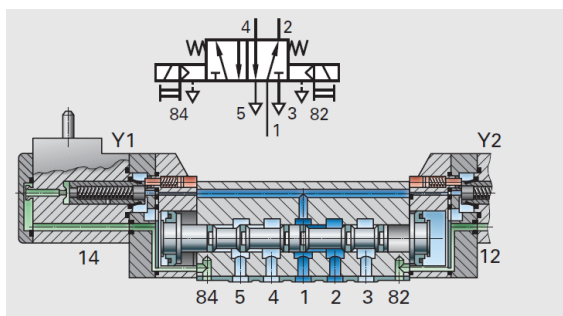


89. ábra: 5/2-es mágnesszelep, elővezérelt rugóvisszatérítéses

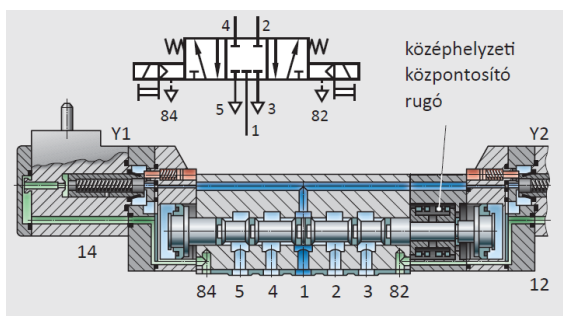
A vezérlőjel elvételekor a visszaállító rugó és a tartófelületre ható nyomás balra, alaphelyzetbe tolja a vezérlődugattyút, és az elővezérlő szelep a horgony (armatúra) furatán át a 82 csatlakozó felé szellőztet. A kézi segédműködtetés mechanikusan emeli le a horgonytömítést és ezzel megnyitja a sűrített levegő útját a vezérlőfelülethez.

A 89. ábra szerinti rugóvisszaállítós, elővezérléses 5/2-es mágnesszelep csak a szeleptestben különbözik a fenti szeleptől. Mindkét szelepre érvényes, hogy a mágnesetekercset addig kell gerjesztve tartani, amíg a második kapcsolási helyzetre szükség van.

Az 5/2-utas mágneses impulzusszelep elővezérlési elve azonos az előző szeleppel, de e szelepnek nincs definiált alaphelyzete. Itt elegendő a mágnesetekercsre adott rövid impulzus a szelep tartós átállításához másik kapcsolási helyzetébe. A pneumatikus impulzusszelepphez hasonlóan e szelep beépítésénél is ügyelni kell a szelep kapcsolási helyzetére.



90. ábra: Elővezérléses 5/2-es mágneses impulzusszelep



91. ábra: Elővezérléses 5/3-as mágnesszelep

Az 91. ábra szerinti elővezérléses (nyugalmi helyzetben zárt) 5/3-utas mágnesszelep alaphelyzetében zárja az utat az 1 és 2, valamint az 1 és 4 csatlakozó között. A két horgonytömítés közötti összekötő furat az 1 csatlakozó felől nyomás alatt áll. Egy mágnesszelep gerjesztésével ismét előtérbe lép az elővezérlési elv és a vezérlődugattyú a megfelelő kapcsolási helyzetbe toródik. A mágneses gerjesztés elvétele lehetővé teszi, hogy a központosító rugó ismét középhezletbe állítsa a vezérlődugattyút. A működtetett elővezérlő szelep a 82 vagy 84 nyíláson át szellőztet. Ennél a szelepnél figyelembe kell venni, hogy az Y1, illetve Y2 vezérlőjelének a munkaelmozdulás teljes idejére fenn kell maradnia; ez nem impulzusszelep, a vezérlőjel elvételekor a szelep középhezletbe áll.

3.4 ELEKTROPNEUMATIKUS ALAPKAPCSOLÁSOK

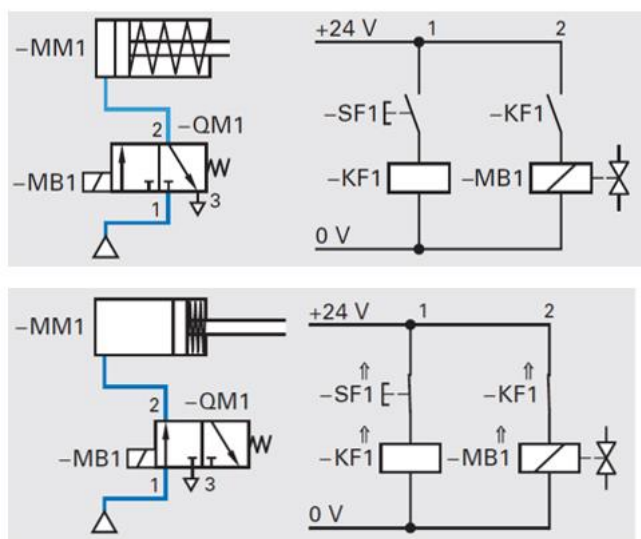
A pneumatikához hasonlóan az elektropneumatikában is vannak alapkapcsolások, amelyekből komplex kapcsolások építhetők. Az ilyen kapcsolásokra is vonatkozik az intelem, hogy működő és biztonságos vezérlések építéséhez elengedhetetlen a szerkezeti elemek működésének és tulajdonságainak ismerete.

Munkahengerek kinyomása és visszahúzása

A pneumatikával ellentétben itt nem alkalmazunk közvetlen vezérlést, mert az EP gyakorlatban szinte kizárólag a relés közvetett vezérlés terjedt el. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a relé kapcsolási jele sok áramútba továbbítható.

Egyszeres működésű munkahenger

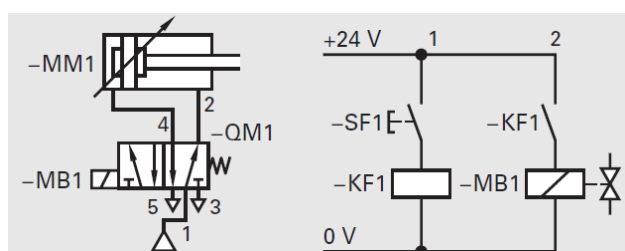
A –SF1 nyomógomb működtetése aktiválja a –KF1 relét, és ezzel bekapcsolja a relé érintkezőjét a 2. áramúton, amely viszont működteti a –QM1 beavatkozó szerv –MB1 mágnesszelepét és ezzel átállítja a 3/2-es irányított szelepet. A –SF1 működtetésekor kinyom a –MM1 munkahenger, de csak akkor éri el véghelyzetét, ha a –SF1-et a véghelyzet eléréséig nyomva tartják.



92. ábra: Egyszeres működésű munkahenger 3/2-es rugóvisszatérítéses mágnesszeleppel

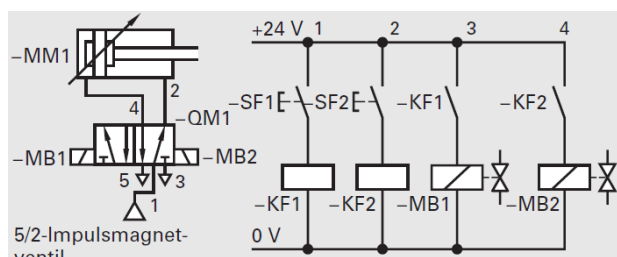
Kettős működésű munkahenger

A pneumatikához hasonlóan itt is többféle vezérlési lehetőség adódik, mert a kétszeres működésű munkahengert két vezérelt sűrítettlevegő-kimenetes beavatkozó szerv működteti. Az –MM1 munkahenger csak akkor megy teljesen ki, ha a –SF1 gombot a kinyomás teljes időtartama alatt lenyomva tartják, ha monostabil szelepet alkalmazunk.



93. ábra: Kétszeres működésű munkahenger monostabil szeleppel működtetve

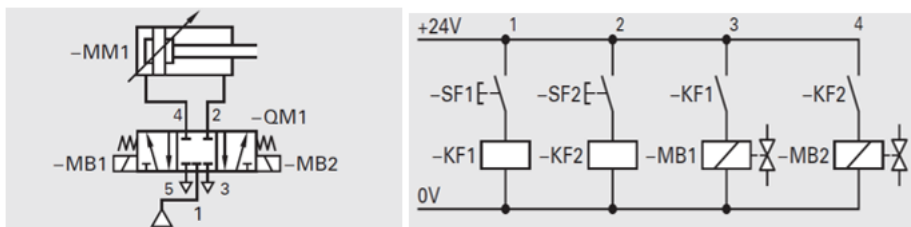
Bistabil szelep esetén az –MM1 munkahenger a –SF1 impulzusszerű működtetése hatására teljesen kinyom, majd a –SF2 rövid idejű működtetése hatására visszatér. A –QM1 5/2-es útszelep tárolószelep. A szelep átállításához elegendő egy rövid elektromos impulzus, mert utána a szelep tárolja új kapcsolási helyzetét. Ha azonban a –SF2 megnyomásakor a –SF1 még le van nyomva, akkor a –MB1 és –MB2 mágnesstekercs egyszerre aktív és a –QM1 szelep nem tud átkapcsolni. A –QM1 impulzuszelep tehát tárolja az elsőként érkező jelet.



94. ábra: Kétszeres működésű munkahenger bistabil szeleppel működtetve

Rögzítés és leállítás közbenső helyzetekben

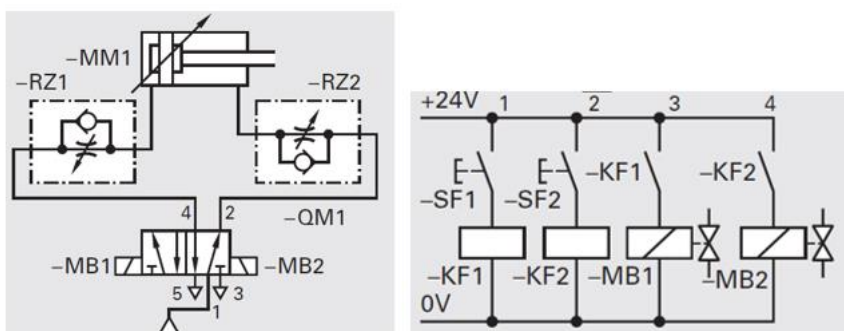
Itt a munkahenger a lökettartományán belül bárhol leállítható a –SF1 gomb (kinyomás) vagy –SF2 gomb (visszahúzás) pillanatnyi megnyomásával.



95. ábra: Kétszeres működésű munkahenger, 5/3-as mágnesszeleppel működtetve

A sebesség befolyásolása

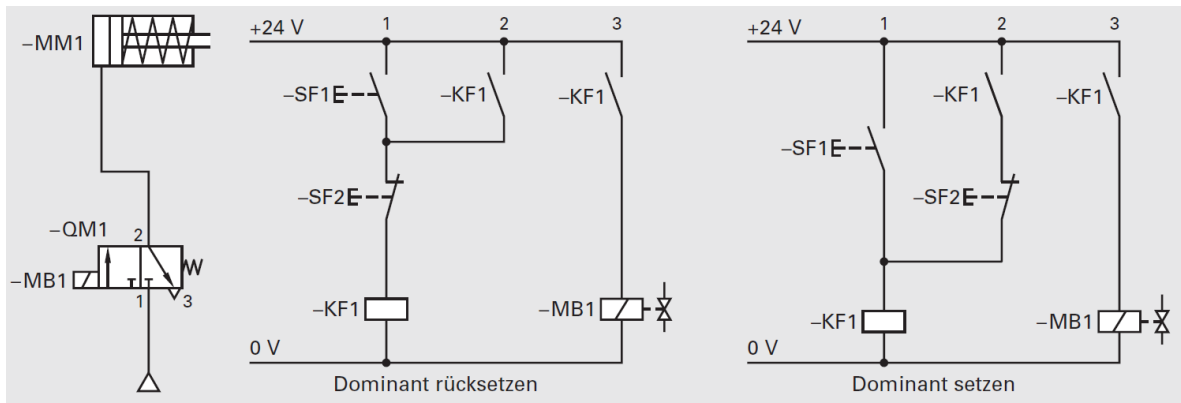
A sebesség befolyásolása nem az elektromos jelrészben történik, hanem a pneumatikus teljesítményrészben.



96. ábra: A sebesség befolyásolása

Öntartás

Elektropneumatikus vezérlésekben gyakran előfordul, hogy impulzusjellet tartós jellé kell alakítani. Különösen rugóvisszatérítéses mágnesszelepeknél van erre szükség, mert a kapcsolási folyamat csak a működtetés tartamára marad fenn. A működtetés megszűnésekor a rugó visszaállítja a szelepet alaphelyzetébe. Ha kétszeres működésű munkahengert impulzussal kell kitolni, illetve visszahúzni, 3/2-es, illetve 5/2-es impulzusszelepet használhatunk erre a célra. Ha rugóvisszatérítéses útszeleppel dolgozunk, úgynevezett **öntartásra** van szükségünk a rövid idejű impulzus tartós impulzussá alakítására.



97. ábra: Törlő és beíró öntartás

–SF1 működtetésekor zár az 1. áramút és átkapcsol a –KF1 relé. Mivel a relén több nyugvóérintkezős/munkaérintkezős/váltóérintkezős érintkezőpálya van, egy munkaérintkezőjével működtethetjük a –MB1 mágnesszelepet (3-as áramút). Egy másik munkaérintkezőt, a 2. áramúton, párhuzamosíthatunk a –SF1-el. Ezáltal a relé akkor is meghúzva marad, ha –SF1 már kikapcsolt. Az öntartás oldásához kell a –SF2 záróérintkező. Attól függően, hogy a 2. vagy az 1. áramútba van-e építve, megkülönböztetünk **dominánsan beíró** (a –SF1 és –SF2 egyidejű működtetése működteti a –KF1 relét), illetve **dominánsan törlő** (–KF1 feszültségmentes marad) viselkedést.

3.5 VÁKUUMTECHNIKA

Vákuumtechnika

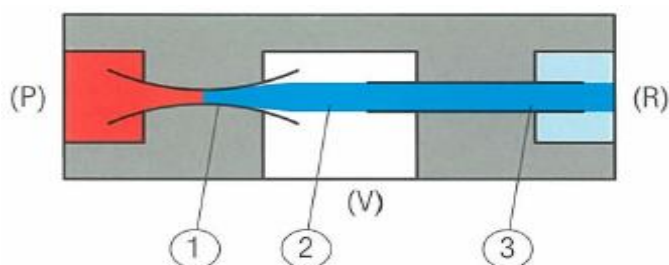
A vákuumtechnikai termékei elsősorban sima, nagy tömörségű, kemény és egyenes felületű munkadarabok felszívására és megtartására használatosak. Munkadarabok megtartása és befogása, szállítása, fordítása és tárba rakása. Széles alkalmazási kört jelentenek a nehezen megfogható munkadarabok. Rugalmas automatizálás a fa-, üveg, élelmiszer-, üdítő- és elektronikai iparban, valamint a nyomdaiparban és a gyógyszeriparban. Gőzök elszívása.

Ejektorok jellemzői:

- eloxált alumínium ház,
- sárgaréz fúvókarendszer kisméretű,
- kompakt csekély tömegű kivitel nincsenek mozgó alkatrészek,
- emiatt kopás- és karbantartásmentes,
- közvetlenül a szívás helyére szerelhető,
- nincs szükség hosszú vákuumvezetésekre,
- nagy szívási teljesítmény, nagy vákuum,
- gyorsabban kialakuló nyomáshiány,
- csekély levegőfogyasztás,
- nem melegszik,
- egyszerűen szerelhető.

Vákuum létrehozása

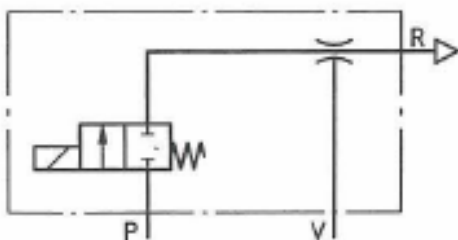
A vákuumgenerátor az ejektor-elv alapján működik. Amikor a sűrített levegő áthalad a meghajtó fúvóka (Venturi-fúvóka **1**) beszűkülő keresztmetszetű részén, megnő a levegősebesség. A meghajtó fúvókából a hangsebességet meghaladó sebességű sugár (szabad sugár **2**) lép ki. A szabad sugár a két fúvóka közötti hézagban nyugalomban lévő levegőt szív magával, nyomáshiányt okozva ezzel. A diffúzor (**3**) bemeneténél lép be a sugár a környezetből magával hozott levegővel. A diffúzor folyamatosan növekvő keresztmetszete miatt a levegő sebessége lecsökken, nyomása pedig megnő, így a levegősugár akadálytalanul tud kiáramlani az ejektorból. A szívóhatás és a szívólevegő-teljesítmény a fúvóka keresztmetszetétől függ. Nagyobb teljesítmény és nagy vákuum eléréséhez vákuumgenerátorral valósítható meg, egymással párhuzamosan kapcsolt fúvókákkal.



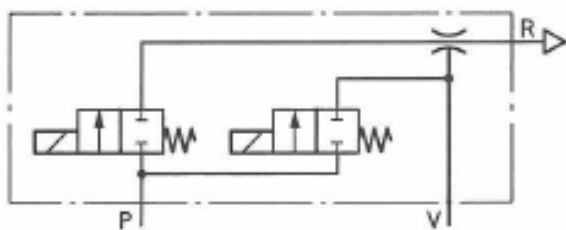
98. ábra: Vákuumejektor

Az ejektorok jellemzői:

- nincsenek forgó alkatrészek, emiatt karbantartás- és kopásmentesek,
- egyszerű felépítés, tetszőleges beépítési helyzet,
- nincs hő fejlődés,
- ex-védelem a tisztán pneumatikus működésnek hála (földelés szükséges)
- kisméretű, kompakt és könnyebb, mint más vákuumszivattyúk, így közvetlenül a szívás helyén (pl. robotkaron) helyezhetők el,
- nincs szükség hosszú vákuumvezetésekre, ami gyorsabb felépülést garantál a vákuum számára,
- energia megtakarítás a sűrített levegő tetszőleges idejű be- és kikapcsolásával,
- több funkciót egyetlen készülékben összefogva megtakarítás érhető el a konstrukció, a megmunkálás, a szerelés, az üzembe helyezés és a pótalkatrész-ellátás területén.

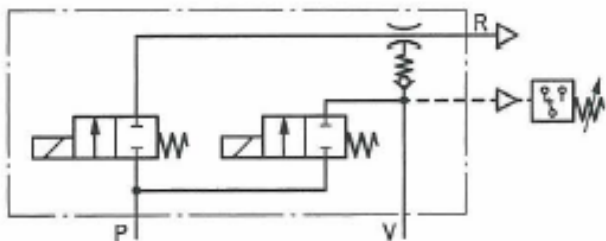


99. ábra: Ejektor belépő levegő vezérléssel



100. ábra: Ejektorok belépő levegő vezérléssel és kilökő impulzussal

Elektromos működtetésű 2/2 útszelep a sűrített levegő be- és kikapcsolásához. Léptetett üzem, A szelepek nyomástartománya 0-7 bar.

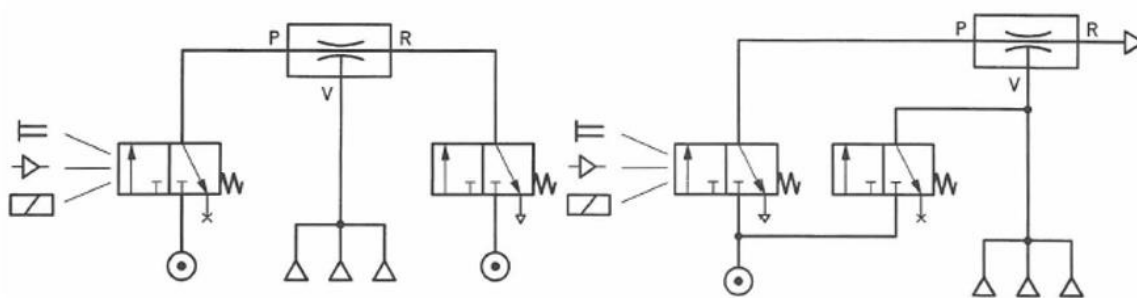


101. ábra: Ejektorok levegőmegtakarító automatikával

Integrált kivitel, Nagyobb biztonság a vákuum folyamatos ellenőrzésével, Zajszegény emelés, Az emelőelemek megbízható kilökése, A szelepek nyomástartománya 0-7 bar.

A levegőmegtakarító automatika működése

A P/E-átalakítónál beállított nyomáshiány elérése után egy mágnesszelep lekapcsolja a nyomásellátást. Az integrált visszacsapó szelep megtartja a nyomáshiányt a rendszerben. Ha az előírt érték szivárgás miatt túllépésre kerül, a mágnesszelep rövid időre bekapcsolja a sűrített levegőt az előzetesen előírt érték eléréséhez.

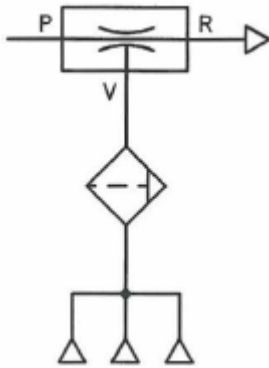


102. ábra: Ejektor kapcsolási lehetőségei szívásra és kilökésre

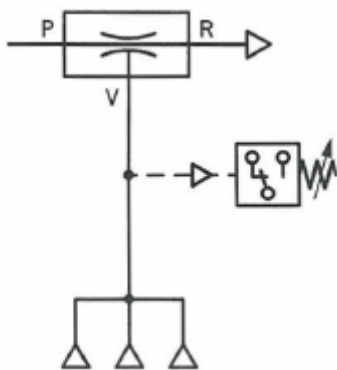
Működtetése

- alaphelyzetben nincs szívás,
- baloldali 3/2-es útváltó szelep bekapcsolására szívás lép fel (van levegőfogyasztás),

- baloldali 3/2-es útváltó szelep kikapcsolása után a szívás megszűnik,
- jobboldali 3/2-es útváltó szelep bekapcsolására a kilökés megvalósul (van levegőfogyasztás).



103. ábra: Szűrő, ejektor poros környezetben történő beszívásnál



104. ábra: PIE - átalakító az ejektor vákuum lekérdezéséhez

Lapos tapadókorongok

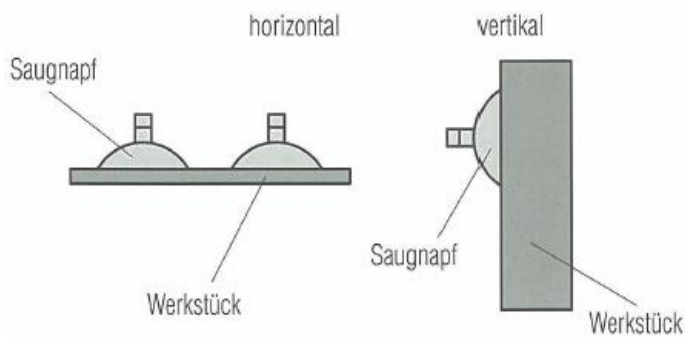
A **lapos tapadókorongok** elsősorban a munkadarab vízszintes helyzeténél használatosak. A megfogó felső felületén kialakított bütykök megakadályozzák, hogy a tapadókorong teljesen felfeküdjön a munkadarab felületére. Ezzel elkerülhető a hasznos felület és ezzel együtt a szívóerő csökkenése.

Lapos tapadókorongok jellemzőik:

- sajtolt poliuretán elasztomer,
- nem krétásodik

- nagy mechanikai szilárdság,
- nem érzékeny a sorjával és az éles szélekkel szemben,
- kiváló kopási viselkedés,
- jó tapadás és fogás,
- nagy rugalmasság,
- kimagasló ellenállás az oxigénnek és az ózonnal szemben,
- ellenáll a benzinnel és az ásványi olajoknak.

Lehetőség szerint a munkadarab vízszintes helyzetében használatos, függőleges helyzetben csökken a tartóerő.



105. ábra: Megfogási elrendezések

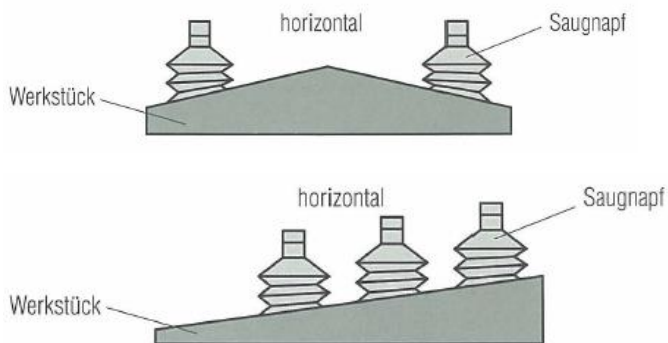
Teleszkópos (harmonikás) tapadókorongok

A **teleszkópos tapadókorongok** különösen a nagy felületű, hajlásra hajlamos, illetve egyenetlen felületű munkadarabokhoz valók. Szíváskor emelőhatás jelentkezik, a teleszkópos működés pedig rugózást eredményez.

A teleszkópos tapadókorongok a munkadarab függőleges helyzetében nem használhatók! A teljes szívóhatás eléréséhez a tapadókorong nem nyúlhat túl a munkadarabon. Több tapadókorong használata esetén ügyelni kell arra, hogy a munkadarab ne tudjon lebillenni.

Teleszkópos tapadókorongok jellemzőik:

- sajtolt poliuretán elasztomer,
- nem krétásodik
- nagy mechanikai szilárdság jellemzi, és nem érzékeny a sorjával és az éles szélekkel szemben,
- kiváló kopási viselkedés Jó tapadás és fogás,
- nagy rugalmasság,
- kimagasló ellenállás az oxigénnek és az ózonnal szemben,
- ellenáll a benzinnek és az ásványi olajoknak.



106. ábra: Teleszkópos (harmonikás) tapadókorongok

3.6 KOMPLEX KAPCSOLÁSI RAJZOK

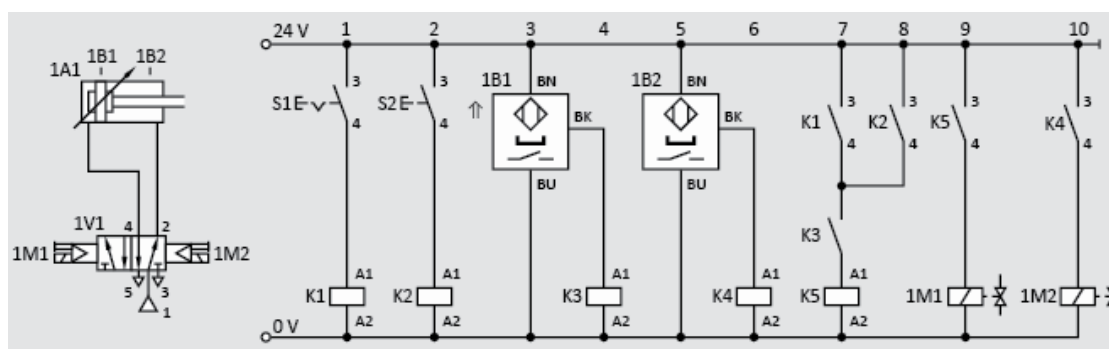
Kapcsolási rajzokon a vezérlést szabványos rajzjelekkel jelöljük. Ez meghatározza a készüléktechnikai (például pneumatikus, elektropneumatikus, hidraulikus, elektrohidraulikus) kivitelét.

Manapság a CAD programok úgy támogatják a kapcsolási rajzok készítését, hogy közben a kapcsolás működése is szimulálható.

Gyakran elrendezési rajzok teszik teljessé a kezelési és szerelési utasításokat.

Az elrendezési rajzok a vezérlőelemek térbeli helyzetének ábrázolásával egészítik ki a dokumentációt.

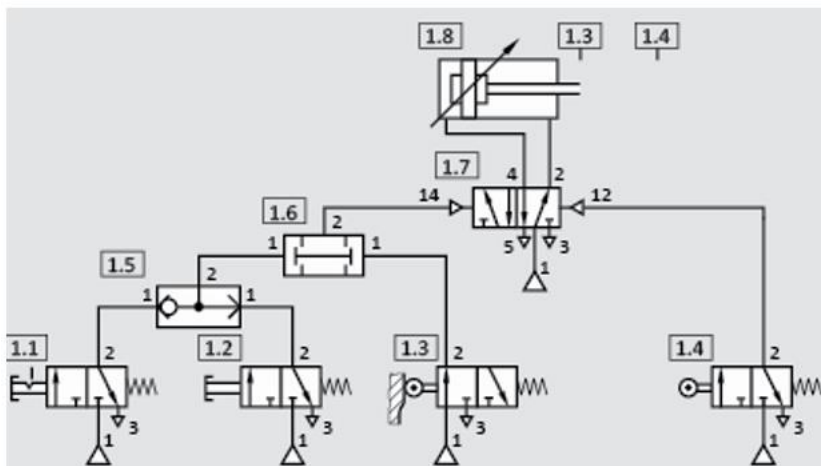
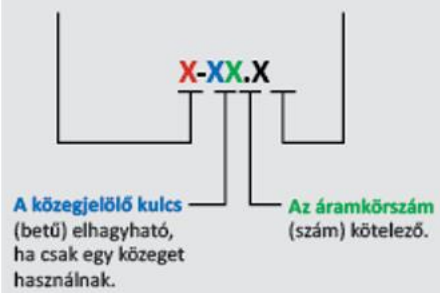
Elektropneumatikus kapcsolási rajzokon is gyakran előfordulnak még a pneumatikus részre vonatkozó DIN ISO 1219-2:1995-12 szerinti és az IEC 81346-2:2009-05 (aktuális) jelölések. Itt az elektromos alkatrészek osztályozási jelöléseire betűket használnak (például B = érzékelő).



107.ábra: Elektropneumatikus kapcsolási rajz a DIN ISO 1219-2:1995 és IEC 81346-2:2009 szerint

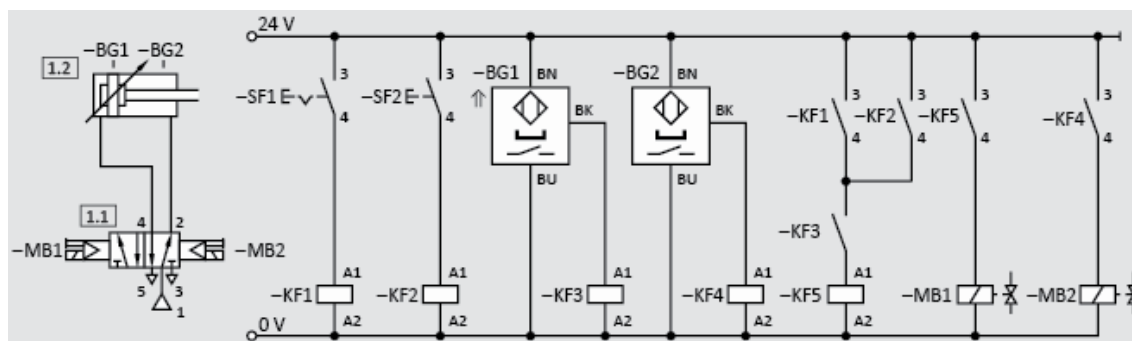
Az ISO 1219-2 legújabb kiadásában elhagyták a betűjelölést és az alkatrészek azonosító kulcsot kapnak. A kulcsot keretbe kell írni. A különböző vezérlési láncok (= áramkörök) áramkörszámot kapnak. Az áramkörön belül az alkatrészek számozása alulról felfelé és balról jobbra nő.

A berendezés megnevezése (szám vagy betű) elhagyható. **Az alkatrészszám** (szám) kötelező.



108.ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz az ISO 1219-2:2012 szerint

A pneumatikus részre (ISO 1219-2) és az elektromos részre (IEC 81346-2) hivatkozás az elektromos alkatrészekre két betű és előjel használatával) vonatkozó legfrissebb szabványok szerint készült elektropneumatikus rajzokon ezáltal keverednek a jelölések.

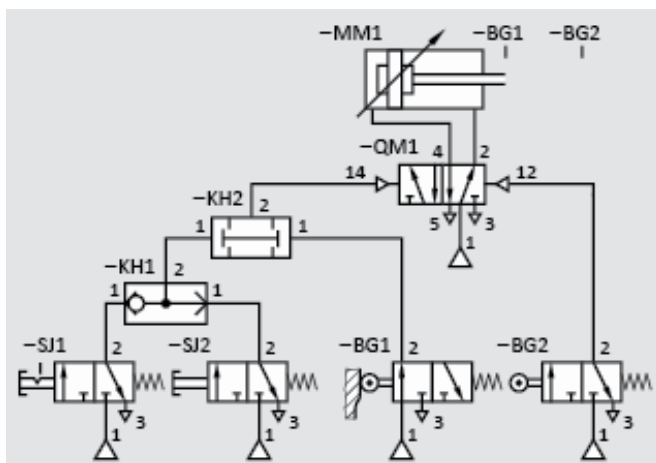


109.ábra: Elektropneumatikus kapcsolási rajz az ISO 1219-2:2012 és az IEC 81346-2:2009 szerint

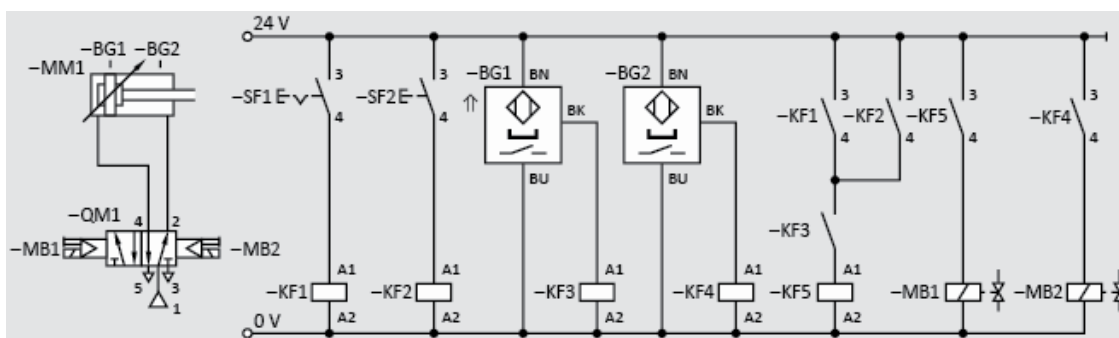
Az ISO 1219-2:2012-09 szerinti azonosító kulcs ezenkívül nem ad felvilágosítást az alkatrész funkciójáról.

Áttekinthetőbbek és következetesebbek a csak az IEC 81346-2:2009-10 szerint készült kapcsolási rajzok, amelyeket egyre elterjedtebben alkalmaznak az iparban is.

A hivatkozás, illetve az üzemi eszköz jele előtt előjel áll, amely a funkcionális szemponthoz (=), a termékszemponthoz (–) vagy a helyszemponthoz (+) kapcsolódik. Hivatkozási azonosító jelként főként betűket alkalmazunk.



110. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz az IEC 81346-2 szerint



111. ábra: Elektropneumatikus automata, félautomata működtetési rajz az IEC 81346-2 szerint

A pneumatikus berendezések aktuátorainak állapotait út–lépés diagramban ábrázoljuk, ami egy egyszerűsített állapotdiagram. A hajtások sebességeinek fel és lefutását nem mutatja meg, csak az egyes lépéseket.



112. ábra: Egyszerűsített állapotdiagramja kettő hengeres folyamatra

4 LINEÁRTECHNIKA ALAPJAI: ALAPELVEK, PROFILSÍN RENDSZEREK, LINEÁRVEZETÉKEK, LINÁRIS MOZGATÁSOK

4.1 MECHATRONIKAI RENDSZEREK FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEI

A rendszerszemléletű megközelítés a műszaki rendszerek feladatainak vizsgálatát szolgálja, függetlenül az adott eszköz műszaki kialakításától. Amikor a bemeneti és kimeneti változók összehasonlításán keresztül megismerjük ezeket a feladatokat, akkor a műszaki megvalósításhoz a megfelelő műszaki eszközökkel kell helyettesíteni a „fekete dobozt”. Ekkor nevet kap a műszaki rendszer (például szerszám gép, szerelőállomás, emelőszerkezet stb.), a szükséges alrendszereket pedig funkcionális egységeknek hívjuk. A funkcionális egységek a következő feladatokat láthatják el:

- Tartók és oszlopok: Ezek az elemek felveszik, hordozzák, és működési helyzetbe hozzák a többi funkcionális egységet (pl. állványok, csapágycsuklók, vezetők),
- Energiaátvitel: Ezek az eszközök elosztják és illesztik a rendelkezésre álló energiát (pl. sebességváltók, kapcsolatok segítségével),
- Munkavégzés: A rendelkezésre álló energiát munka végzésére fordítják (pl. szerszámok, emelőeszközök segítségével),

- Hajtás: A hajtások a kívánt formára alakítják és rendelkezésre bocsátják a betáplált energiát (pl. villanymotorok, hidromotorok),
- Vezérlés és szabályozás: Ezek az eszközök az energia-, anyag- és információáramlást szabályozzák (pl. PLC, ipari PC, kapcsolóberendezések).

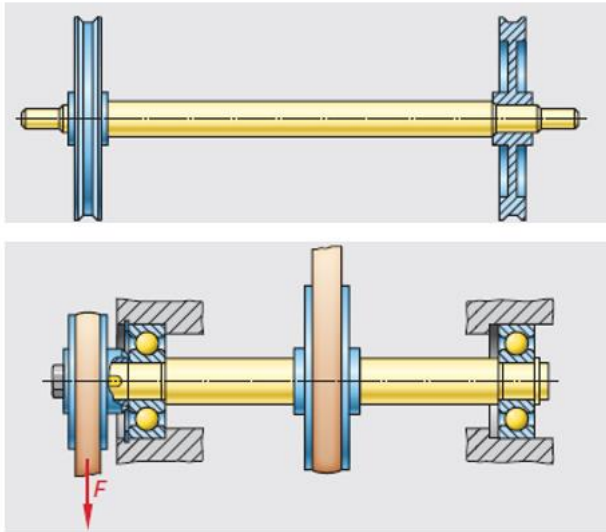
A funkcionális egységeket gyakran **részegységeknek** is nevezik. A funkcionális egységek, vagy részegységek általában egyedi **alkatrészekből** állnak.



113. ábra: Egy mechatronikai rendszer funkcionális egységei

4.2 ENERGIAÁTVITELI FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK

A hajtóegységek által biztosított mozgási energia leggyakrabban forgó formában adódik át a rendszereknek. A tengelyek, vagy tengelykapcsolók közvetítik a forgó mozgást. Az állótengelyekkel ellentétben, amelyek csak teherhordásra szolgálnak, a forgótengelyek forgatónyomatékokat továbbítanak.

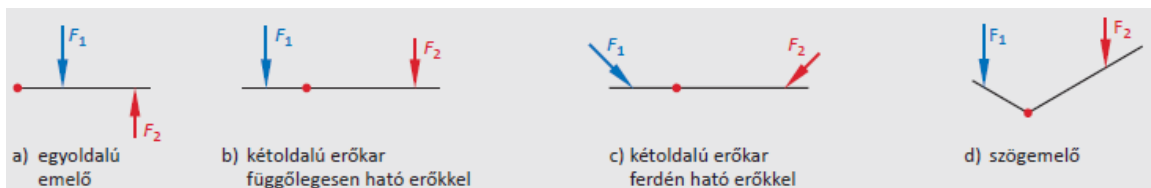


114. ábra: Állótengelyek és forgótengelyek

A forgatónyomaték az erő és az erőkar szorzata.

$$M = F \cdot l$$

Ekkor az erőkart az erő hatásvonala és a forgáspont közötti merőleges távolságként definiáljuk.



115. ábra: Erőkar típusok

Forgótengelyek

A forgótengelyeket **merev tengelyekre**, **hajlékony tengelyekre** és **kardántengelyekre** osztjuk. Mivel ezek a tengelyek erőket és így forgatónyomatékokat továbbítanak, csavarodásnak (torzióknak) és hajlításnak vannak kitéve.

Merev tengelyek esetén a hajtó és a hajtott oldal azonos pozícióban és helyzetben van. A kardántengelyek viszont lehetővé teszik a helyzet megváltoztatását, akár működés közben is.

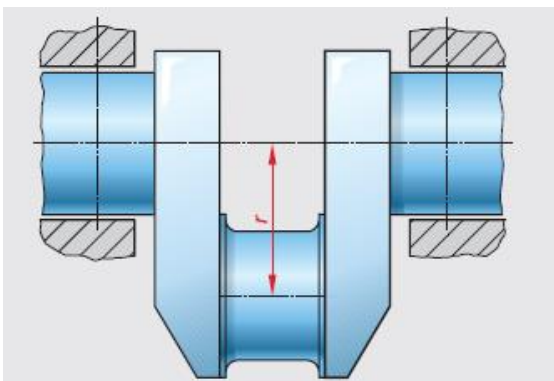
A merev tengelyeket a kialakításuk szerint különböztetjük meg:

- A **sima tengelyek** keresztmetszete végig azonos, és nagy távolságokra továbbítják a forgatónyomatékokat.
- A **lépcsős tengelyek** keresztmetszete változik a tengely mentén. Ezt elsősorban csapágyak, fogaskerekek stb. felszerelésekor használják, mivel a különböző átmérők lehetővé teszik a tévedésmentes felszerelést.



116. ábra: Lépcsős forgótengely

A **könyökös tengelyek** lehetővé teszik a forgó mozgások átalakítását egyenes vonalú mozgásokká, és fordítva. Például forgattyús tengelyként használják őket dugattyús szivattyúkban.



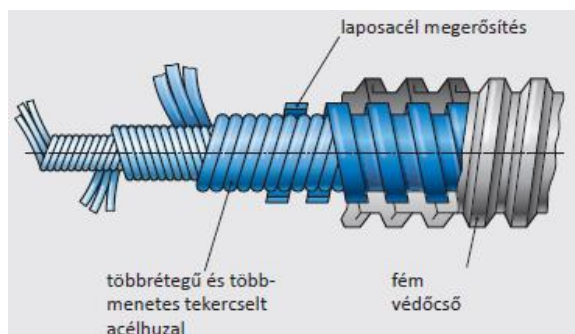
117. ábra: Könyökös tengely

Az alakos és az idomtengelyek kerületén például fogas- vagy sokszöges idomok találhatóak. Ennek eredményeként képesek fogadni a fogaskerekeket vagy hasonló gépelemeket, és nagy forgatónyomatékok továbbítására alkalmasak.



118. ábra: Idomtengely

A rugalmas tengelyek kis forgatónyomatékok továbbítására használhatók. Egyrészt tekercselt huzalrétegekből állnak, és például a tachométerekben használják őket tengelyként.



119. ábra: Hajlékony tengely

A kardántengelyek működés közben képesek kismértékben korrigálni a hajtó és/vagy a hajtott oldal távolságát és helyzetét.

4.3 HAJTÁSRA SZOLGÁLÓ FUNKCIONÁLIS EGYSÉGEK

A hajtásra szolgáló funkcionális egységek, amelyeket gyakran hajtásegységeknek is neveznek, a rendszer működtetéséhez szükséges energiát biztosítják. Ez jellemzően úgy történik, hogy az egyik energiaformát átalakítják egy másik energiaformává. A villanymotor például kinetikus energiává alakítja át az elektromos energiát.



120. ábra: Funkcionális egység: villanymotor

A pneumatikus hajtóelemek lineáris vagy rotációs mozgási energiává alakítják át a sűrített levegőben tárolt energiát. A pneumatikus hajtóelemek, mint a sűrített levegős motorok, a lengőmotorok, vagy a pneumatikus munkahengerek lineáris vagy rotációs mozgási energiává alakítják át a sűrített levegőben tárolt energiát.



121. ábra: Sűrített levegős motor

Ugyanezen elv szerint működnek a hidraulikus hajtásegységek is. Ezek a hidraulikafolyadékban tárolt energia átalakításával hozzák létre az egyenes vonalú vagy körkörös mozgásokat.



122. ábra: Funkcionális egység: pneumatikus munkahenger és hidromotor

Forrás: <https://hu.depositphotos.com/stock-photos/pneumatic-piston.html?offset=200&qview=526740216> (2022.03.20.)



123. ábra: Funkcionális egység: pneumatikus munkahenger és hidromotor 2.

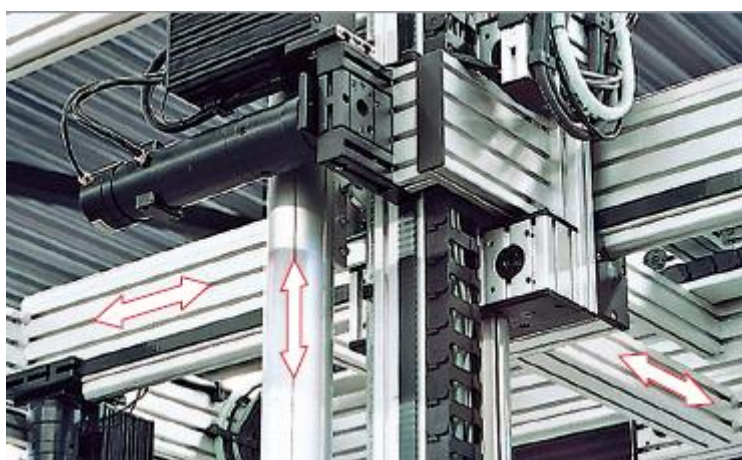
Forrás: <https://hu.depositphotos.com/stock-photos/hydraulik-motor.html?qview=5999060> (2022.03.20.)

A kémiai energiát kinetikus energiává átalakító hajtóegységeket, mint amilyenek például a belső égésű motorok, ritkán használják a mechatronika területén.

4.4 LINEÁRIS HAJTÁSOK

A mechatronikai rendszerekben sok mozgást lineárisan, azaz egyenes vonalban hajtanak végre. Ezek elsősorban emelő és szállító mozgások, mivel ezekre van szükség az anyagmozgató berendezésekben, illetve a megmunkáló állomásokban.

A legtöbb esetben (a pneumatikus vagy hidraulikus hengerrel ellátott lineáris hajtások kivételével) forgó mozgás átalakításával hozzák létre a lineáris mozgást.



124. ábra: Lineáris hajtású megmunkáló állomás

Menetes orsók

A menetes orsót használó hajtások mozgatómenetek. Ezekben az orsó forgása lineárisan mozgatja az anyát. Ha trapéz alakú orsókat használnak ehhez, akkor viszonylag nagy lesz a súrlódás. Mivel a trapéz alakú orsók esetében bizonyos mértékű játékot kell biztosítani, a mozgási irány megváltoztatásakor nemkívánatos visszacsapás lép fel. A trapéz alakú orsót ezért csak korlátozott mértékben használják, mert gondot okozhat a megfelelő pontosság elérése.

A golyóorsós hajtásokat játék nélkül lehet használni. Ebben golyók forognak az orsó és az anya közötti vágatokban, majd pedig egy visszavezető csatornán keresztül térnek vissza. A nagy pontosság miatt golyóorsókat használnak például az NC gépek vagy koordinátaasztalok előtoló hajtásaihoz.



125. ábra: Golyósorsós hajtás

Fogasléces hajtás

A fogasléces hajtásokat nagy erők továbbítására használják, a pontos pozícionálásra kevésbé alkalmasak. Ekkor egy fogasléc mozdul el a fogaskerék forgómozgásának hatására.



126. ábra: Fogasléces hajtás

Szalaghajtás

A szalag, vagy lánc lineáris mozgása a szíjhajtásban használatos lapos szíj mozgásához hasonló. A hajtómű egyik tengelyét villanymotor hajtja, ez mozgatja a forgótengelyen lévő szalagot, amelyet egy második forgótengely vagy állótengely térít el.

Vonóelemes hajtás

A mechatronikai rendszerekben sok helyen használják a vonóelemes hajtásokat, például ékszíj- vagy fogasszíj hajtások, ritkábban lánchajtások formájában is.



127. ábra: Fogasszíz hatás

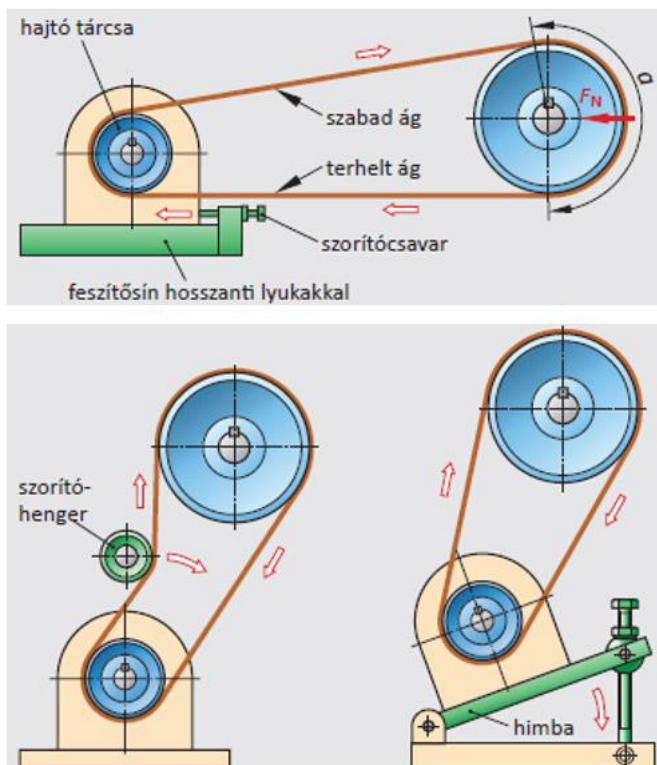
A vonóelemes hajtás előnyei:

- nagyobb távolságok hidalhatók át,
- olcsóbb a fogaskerék-hajtásoknál,
- kevésbé zajos,
- nincs csúszás (a szíjhajtások kivételével).

A hátrányai a következők:

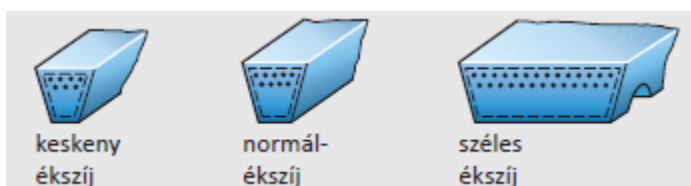
- az erőátvitel nem olyan nagy,
- nagyobb kopás,
- nagyobb helyigény,
- nagy csapágyterhelés az előfeszítés miatt.

Az ékszíjhajtások a szíj és a szíjtárcsa között ható súrlódási erőken keresztül továbbítják a forgatónyomatékot (erőzáras). A súrlódási erőt az érintkezőerővel (normál irányú erővel), illetve a szíj és a szíjtárcsa közötti súrlódási együtthatóval lehet befolyásolni. Az érintkezőerő a szíj előfeszítésével növelhető.



128. ábra: Szíjfeszítők

A szíj anyagaként manapság műanyag szövetet vagy szövettel bevont gumimagot használnak. Ezek az anyagok garantálják a lehető legcsendesebb futást. Az ékszíjak különböző kivitelben léteznek. A leggyakrabban a nagy teljesítményű keskeny ékszíjakat használják. Nagy forgatónyomatékok továbbítására több ékszíjat, vagy pedig hosszbordás ékszíjat használnak.

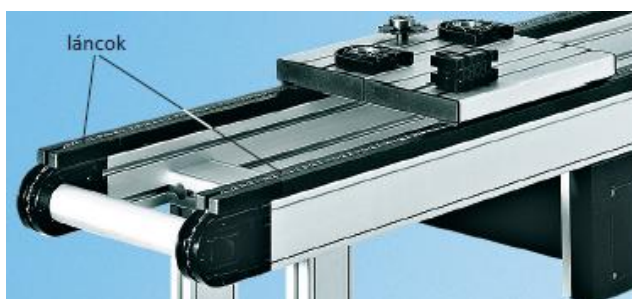


129. ábra: Ékszíjtípusok

A fogasszíj hajtások esetében a forgatónyomaték átadása nem csak erőzárással, hanem a szíj fogain keresztül alakzárással is megtörténik. Ennek köszönhetően lényegesen nagyobb

forgatónyomatékokat lehet továbbítani anélkül, hogy lemondanánk a szíjhajtás előnyeiről.

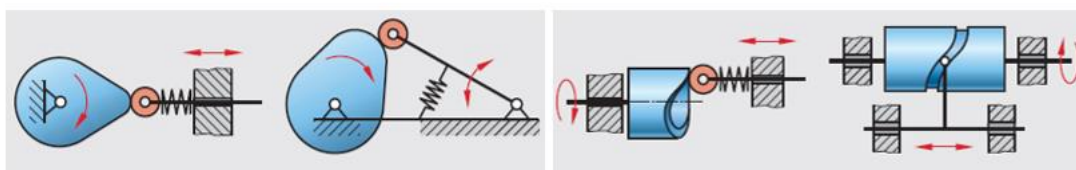
A lánchajtásokat akkor használják, ha nagy távolságokat kell áthidalni, és nagy forgatónyomatékokat kell átadni. Általában csuklós láncokat használnak, ilyenek találhatóak például a kerékpárokban is. A súrlódást görgős láncok segítségével lehet csökkenteni. A lánchajtások sokkal csendesebbek a szíjhajtásoknál. Ráadásul csúszásmentesen működnek, így garantálva a megbízható áttételt. A lánckerekek méreteit hozzá kell igazítani a lánchoz.



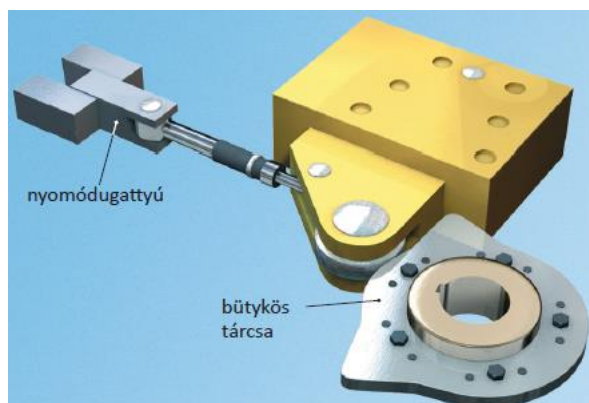
130. ábra: Lánchajtás

Bütykös hajtás és forgattyús hajtás

A bütykös hajtások segítségével egyenletes mozgásokat alakítanak át egyenetlen, oda-vissza vagy oszcilláló mozgásokká. Olyan területeken használják őket, ahol nagy számban fordulnak elő ismétlődő mozgások. A legismertebb alkalmazási példa erre a belső égésű motor szívó- és kipufogó szelepeinek vezérlése a vezérműtengelyen keresztül. A mechanikus gyártásban is alkalmazhatók a bütykös hajtások, például perselyek ciklikus besajtolására. Az előnyük az egyenetlen mozgások nagy pontosságában és megismételhetőségében rejlik. Hátrányként meg kell említeni a magas gyártási költségeket és a viszonylag kis rugalmasságot.



131. ábra: Bütykös hajtás



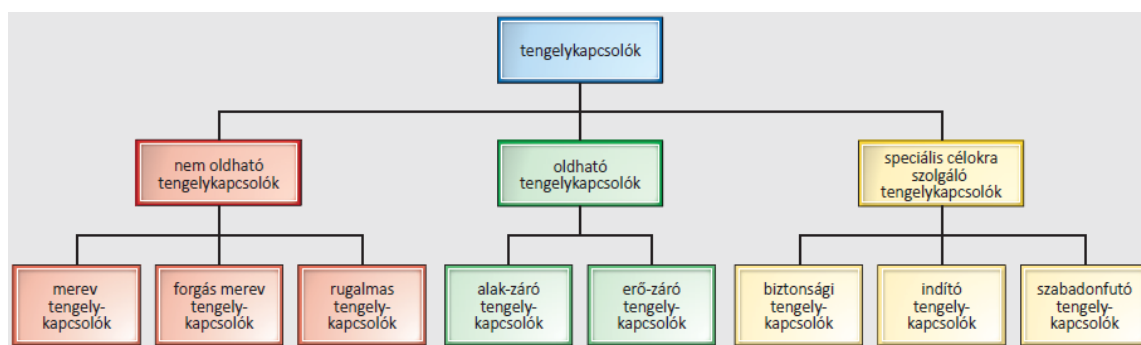
132. ábra: Bütykös hajtás ciklikus szereléskor

A forgattyús hajtások ide-oda mozgásokká alakítják át az egyenletes forgómozgásokat. A mechatronika területén elsősorban a pneumatikus rendszerek dugattyús kompresszoraiban találkozhatunk velük.

4.5 TENGYELYKAPCSOLÓK

Az egymáshoz nyomódó erőátviteli tengelyeket tengelykapcsolók kötik össze. Ezek a tengelykapcsolók adják át a hajtómotor forgatónyomatékát a lineáris hajtóműnek. A kivitelől függően képesek elnyelni a kisebb ütéseket, illetve kompenzálni a tengelyek közötti kisebb különbségeket.

A típusuk és funkciójuk szerint a következőképpen osztályozzuk a tengelykapcsolókat:



133. ábra: Tengelykapcsolók osztályozása

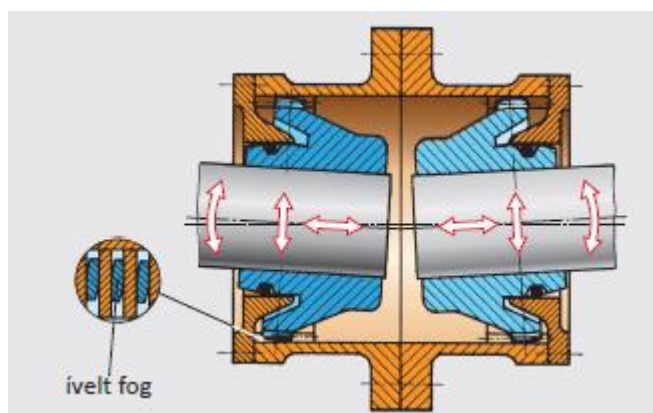
A nem oldható tengelykapcsolók olyan tengelykapcsolók, amelyekben szilárdan össze van kötve egymással a hajtó és a hajtott tengely.

- A **merev tengelykapcsolóban** (pl. tárcsás tengelykapcsoló) szilárdan össze van kötve a két, egymással egy vonalban lévő tengely. A tengelyek eltolásait nem lehet kompenzálni.



134. ábra: Tárcsás tengelykapcsoló

- A **forgásmerev tengelykapcsolók** lehetővé teszik a tengelyek kismértékű kompenzációs mozgásait, amelyeket például a behajlás okoz. A fogazott tengelykapcsoló esetében a két tengelyvéget gömb alakú külső fogazattal látják el, amely a ház belső fogazatához kapcsolódik. A kardántengelyek is forgásmerev tengelykapcsolóknak tekinthetők.



135. ábra: Fogazott tengelykapcsoló

- A **rugalmas tengelykapcsolók** a kisebb radiális és axiális tengelytolódások korrigálása mellett az ütések és a rezgéseket is képesek csillapítani. Ezt úgy érik el, hogy rugalmas anyagokat használnak az átviteli pontoknál. A mechatronika területén a rugalmas tengelykapcsolókat elsősorban fémharmonikás tengelykapcsolók formájában használják. A koordinátaasztalokban vagy CNC-gépekben például gyakran fémharmonikás tengelykapcsolókkal kötik össze a golyósorsókat és a szervomotort. Ez ütésmentes és egyenletes mozgatót tesz lehetővé, még kis fordulatszámokon is. A forgatónyomaték speciális alakú fémharmonikákon keresztül adódik át. Ez a forma nagy csavarodási szilárdságot biztosít, így 0,1 és 4000 Nm közötti forgatónyomatékok továbbíthatók.



136. ábra: Fémharmonikás tengelykapcsoló

Az oldható tengelykapcsolók lehetővé teszik a tengelyek ideiglenes szétválasztását, és ezáltal megszakítják a forgatónyomaték átadását leálláskor, illetve működés közben. A kialakításuk szerint lehetnek alakzárók, illetve erőzárók.

- Az **alakzáró tengelykapcsolókban** az egymásba behatoló alakú alkatrészek (karmok vagy fogak) továbbítják a forgatónyomatékot. Az alakzáró tengelykapcsolókat csak álló helyzetben szabad oldani/zárni.

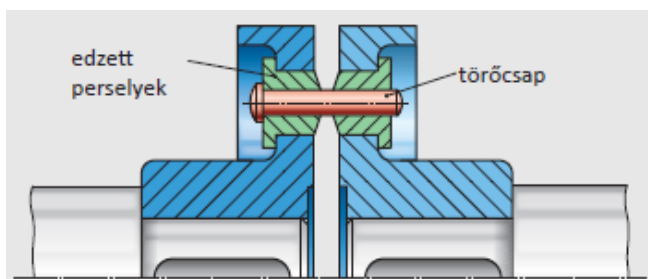


137. ábra: Körmös tengelykapcsoló

- Ha a nyomatékot **erőzárással** kívánják átadni, akkor egy külső erővel kell megnövelni az érintkező felületek közötti súrlódási erőt. Ez történhet rugóerővel, szorítókkal, hidraulikusan vagy elektromágneses működtetéssel.

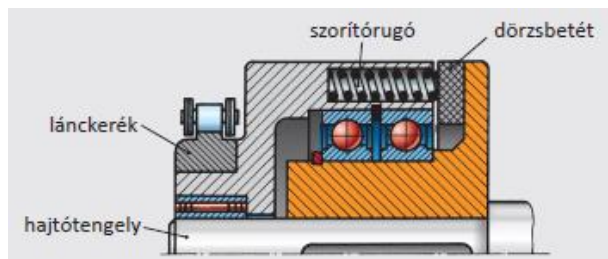
A megfelelő kialakítású betétfelületek is növelik a súrlódást. Ha megfelelő tervezéssel a súrlódó felületek számát is megnövelik, akkor még nagyobb forgatónyomatékokat lehet továbbítani.

A speciális célokra szolgáló tengelykapcsolók közül főként a **biztonsági tengelykapcsolóknak** van nagy jelentősége. Ezeknek az a feladatuk, hogy a megengedett forgatónyomaték túllépése esetén megszakítsák a forgatónyomaték átvitelét. A legegyszerűbb esetben ez egy alakzáró kapcsolatban lévő törőcsap (pecek) segítségével történik. A pecek feladata, hogy elnyíródjon az előírt törési pontban, amikor a berendezés túllépi a maximális forgatónyomatékot.



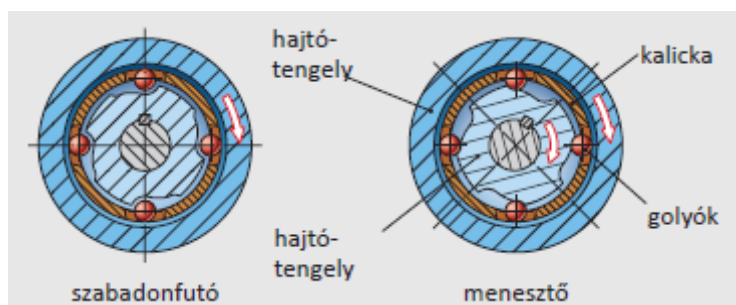
138. ábra: Törőcsapos tengelykapcsoló

A csúszó tengelykapcsolók lamellás tengelykapcsolókként vannak kialakítva. Az átadható forgatónyomatékat a súrlódó tárcsák érintkezőerejével lehet beállítani.



139. ábra: Csúszó tengelykapcsoló

Gyakran van szükség arra, hogy a motor alapjáraton járjon, és csak bizonyos fordulatszám elérésekor „kapcsolódjanak be” más funkcionális csoportok. Ilyen esetben **indító, vagy szabadonfutó tengelykapcsolókat** használnak. Ezek például a centrifugális erő elvén alapulnak. A fordulatszám növekedésével a súrlódó elemek kifelé mozognak, és nekinyomódnak a ház falának, amely megfelelő nagyságú érintkezési erő esetén átveszi a mozgást.



140. ábra: Szabadonfutó kerékagy

Szabadonfutó tengelykapcsolókat szerelnek be például a kerékpárok szabadonfutó kerékagyába. Ezekben a külső és a belső tengely közötti megfelelő sebességkülönbség esetén a golyók nekinyomódnak a kerékagy falának, és így átadódik a forgatónyomaték.

5 SZENZORTECHNIKA: INDUKTÍV, KAPACITÍV, ULTRAHANGOS, OPTOELEKTRONIKUS, MÁGNESES ÉRZÉKELŐK

5.1 BEVEZETÉS - AZ ÉRZÉKELŐK CSOPORTOSÍTÁSA

A mechatronikát ma már széles körben használjuk a gyártás- és folyamatirányítás területén, a raktározásban, a logisztikában és általában a köznap életben:


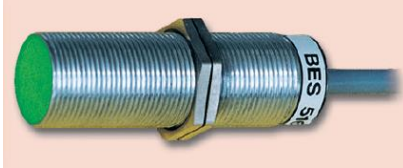

- a termékek minőségének javítása,
- energia- és anyagtakarékosság,
- a termelékenység növelése,
- a környezetterhelés csökkentése,
- ergonomikus munkahelyek kialakítása.

A hangsúly általában a számítógépes, vagy PLC - vezérléses megvalósításán van. Ezek a rendszerek csak akkor tudják elvégezni feladatukat, ha megbízhatóan ellátják őket a szükséges folyamatinformációkkal.

Az információkat különböző fizikai elveken működő érzékelők szolgáltatják. A nem elektromos folyamatváltozókat – például út, szögérték, helyzet, töltöttségi szint, hőmérséklet, nyomás stb. – a vezérlőben vagy szabályozóban feldolgozható elektromos jelekké alakítják.

Pillanatnyilag kb. 100 fizikai-kémiai-biológiai hatást használó „technikai érzékelő” típus van forgalomban, vagy fejlesztés alatt. Különböző működési elvük miatt az egyes érzékelő típusok csak meghatározott alkalmazási területeken használhatók.

Az érzékelők rögzítik a nem elektromos fizikai mennyiségeket és átalakítják azokat elektromos jellé.

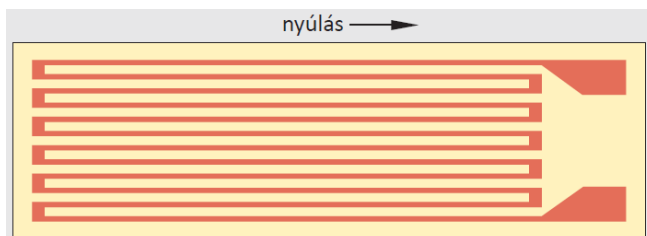
fizikai mennyiségek	érzékelés	feldolgozás	továbbadás	elektromos mennyiségek
hosszúság, távolság, nyúlás, idő, hőmérséklet, megvilágítás, sebesség, szögsebesség, nyomaték, nyomás, rétegvastagság.		 <p>Különféle fizikai elvek alkalmazásával a baloldali mennyiségeket a jobboldalon feltüntetetté alakítjuk.</p>		feszültség, energia, ellenállás, kapacitás, elektromos térerősség, rezgőkör jósági tényezője.

1. táblázat: Folyamatváltozók átalakítása

Mérőérzékelő fajták

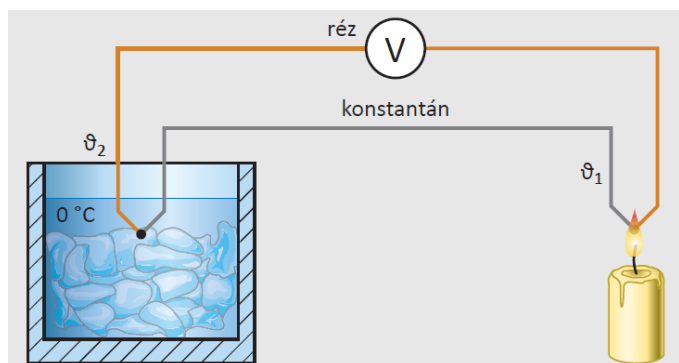
A különféle fizikai mennyiségek rögzítésére aktív és passzív érzékelőket használjuk fel:

Passzív mérőérzékelőket a mért változó ohmos ellenállása, induktivitása, kapacitása vagy ezek kombinációját befolyásolja. A passzív mérőérzékelőknek külső segédenergiára van szükségük elektromos jel előállításához.



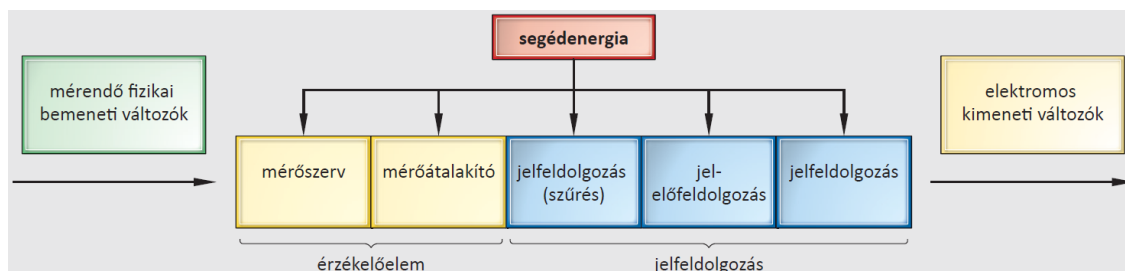
141. ábra: Passzív mérőérzékelő, nyúlásmérő bélyeg

Aktív mérőérzékelők közvetlenül alakítják elektromos jelekké az érzékelt nem elektromos fizikai mennyiségeket. Az aktív mérőérzékelők energiaátalakítók, amelyek működnek segédenergia nélkül.



142. ábra: Aktív mérőérzékelő, hőelem

Az érzékelők két részből állnak: az érzékelőelemből és a jelfeldolgozó összetevőből. Az utóbbi elektromos kimenőjellé alakítja az érzékelőelem jelét.



143. ábra: Érzékelő felépítése

Mechatronikai rendszerekben gyakran meg kell határozni egy adott tárgy tulajdonságait és helyzetét, tartályban lévő folyadék szintjét, esetleg egy legyártott alkatrész geometriáját, egy hajtás pozícióját, vagy a forgácsolószerszáma nem tört-e el vagy le. Ezen információk rögzítésére szolgálnak az érzékelők, amelyek a következő három csoportba sorolhatók:

- Bináris érzékelők (kimenőjelük, kapcsolójelük BE/KI állapotú; feszültségük 0 V vagy 24 V; áramuk 0 mA vagy 20 mA)

- Digitális érzékelők (úthosszok számszerű meghatározására szolgálnak, például növekményes útérezékelők)
- Analóg érzékelők (időfüggő mennyiségek, például hőmérséklet, nyomás, vastagság meghatározására szolgálnak)

Bináris érzékelők

A bináris érzékelők olyan kétállapotú szenzortípusok, amelyek kapcsolt állapotban 1-es jelszintet adnak, az érzékelési tartományon kívül pedig a 0 jelszintjük.

Bináris érzékelők áttekintése			
Érzékelő típusa	Érintés mentes	Fizikai elv	Amit érzékel/mér
Végállás kapcsoló	nem,	Emelőkaros érintkező működtetés	Távolság, szint, nyomás
Induktív érzékelő	igen	Mágneses szórt teret kelt A térbe belépő elektromosan vezető anyag megváltoztatja a mágneses teret és kapcsolási folyamatot indukál	Fém tárgyak távolsága helyzete
Kapacitív érzékelő	igen	Elektromos szórt teret kelt. A szórt térbe lépő tárgy ϵ_r dielektromos állandójától függően megváltozik az érzékelő elem kapacitása, ami kapcsolási folyamatot indít.	Tárgyak távolsága, helyzete vártnál, A tárgy korlátozott térben található-e,
Optoelektronikai érzékelők	igen	Fénysugár megszakítása fénysorompónál; Fényérzékelő kapcsolók érzékelik a tárgyról, vagy prizmáról visszavert fény mennyiséget.	Annak felismerése, hogy tárgy adott térben van-e. Tárgyak távolsága Munkadarab geometria
Ultrahangos érzékelő	igen	Rövid hangimpulzus kibocsátásával és a tárgyról visszavert hanghullám késési idejének mérésével távolságot mér.	Tárgy adott térben érzékelése Tárgyak távolsága Szint érzékelés

Passzív infravörös jelző	igen	Tárgy hőszugárzási tőrésének meghatározása és kiértékelése.	Tárgy érzékelése a meghatározási tartományban
---------------------------------	------	---	---

2. táblázat: Bináris érzékelők áttekintése

Az itt felsorolt érzékelő típusok - a mechanikus végálláskapcsoló kivételével - érintésmentes működésűek. A mechanikus kapcsolók azonban még mindig fontosak az iparban, mert számos előnyük van. Például viszonylag olcsók és érzéketlenek külső zavaró terekre. Nem igényelnek segédenergiát, ezért mindenütt alkalmazhatók.

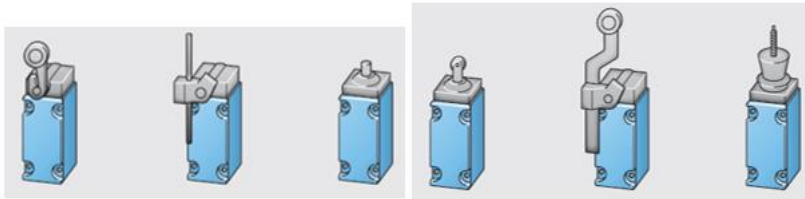
5.2 MECHANIKUS VÉGÁLLÁSKAPCSOLÓK

A mechanikusan működtetett végálláskapcsolók kétállapotúak (binárisak). Lifteken, darukon, szerszámgépeken, munkagépeken, présgépeken, fafeldolgozó gépeken, szalagos berendezéseken stb. alkalmazzuk őket.

- könnyű kivitel, kevésbé poros környezetekhez, például nyomtatókhoz, másolókhöz,
- tokozott kivitel gép- és berendezésgyártóknak.
- egyen- és váltakozó áramot egyaránt kapcsol, különböző feszültség szinteken, gyengeáramtól erősáramig,
- száz százalékosan galvanikusan választ le,
- olcsóbb az érintésmentes érzékelőknél,
- működtetése mechanikus.

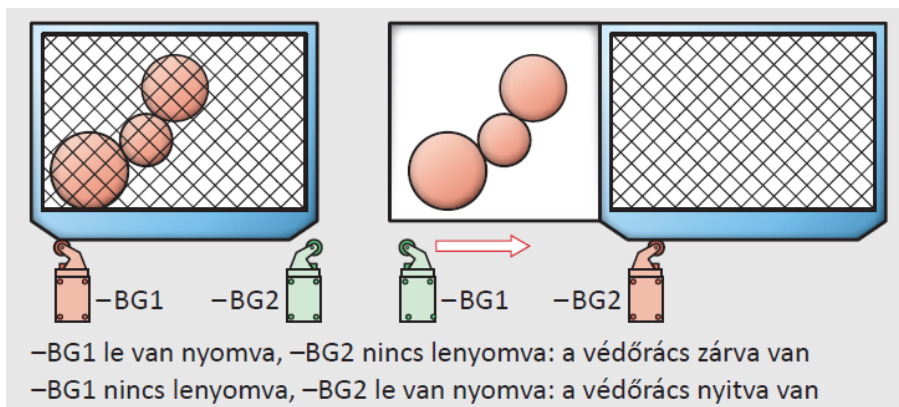


144. ábra: Végálláskapcsoló



145. ábra: Tokozott kivitel, különféle működtető elemekkel

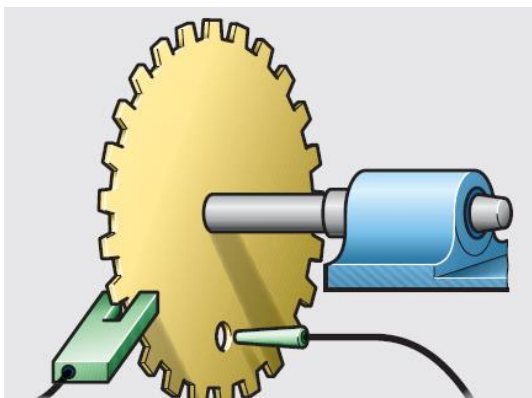
Olyan gépeken, ahol a véghelyzet túllépése élet- vagy balesetveszélyes (például portáldaruknál) a mechanikus végálláskapcsolók **biztonsági kapcsolóként működnek**. A végálláskapcsoló ilyenkor többnyire közvetlenül van bekötve a veszélyes beavatkozó szerv áramkörébe.



146. ábra: Alkalmazási példa végálláskapcsolóra

5.3 INDUKTÍV ÉRZÉKELŐ

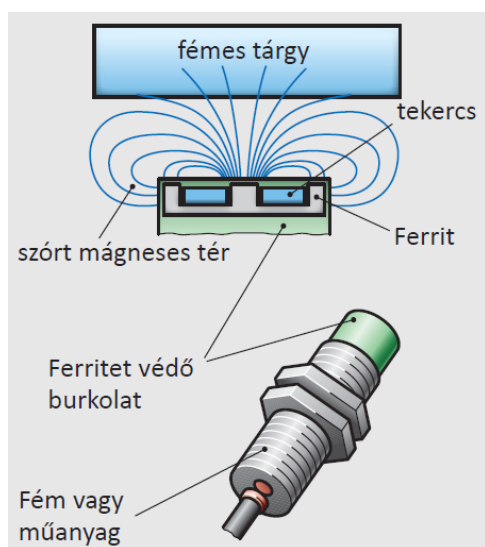
Az inductív érzékelők érintésmentesen működő elektronikus kapcsolók. Fémek és grafit detektálására alkalmasak. Többek között fordulatszámok figyelésére és mérésére, véghelyzetek érzékelésére és forgó gépeknél impulzusok felvételére használjuk őket.



147. ábra: Részérzékelős fordulatszámérés

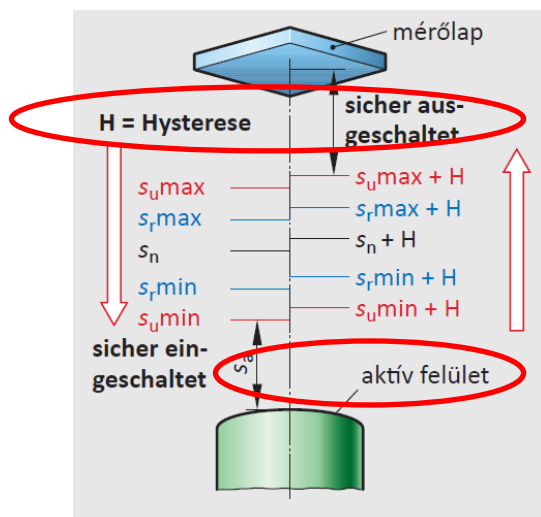
Működési elv

Oscillátor részét képező tekercs nagyfrekvenciás szórt mágneses teret kelt. Ha elektromosan vezető és/vagy mágnesezhető tárgy lép a szórt térbe, örvényáramok keletkeznek benne, amelyek lerontják a rezgőkör jósági tényezőjét. Ferromágneses anyagok esetén az átmágnesezési és örvényáramú veszteségek együtt rontják le a jósági tényezőt. Ha a tárgy a kritikus távolságon túl van, az oszcillátor nagy amplitúdóval rezeg. Ha a kritikus távolságon belülre kerül, lecsökken a rezgési amplitúdó. Az amplitúdó csökkenést kapcsolófokozat érzékeli és az érzékelő végfokozatában meghatározott jellé alakítja.



148. ábra: Az induktív érzékelő működési elve

Az örvényáramú veszteség a tárgy fajlagos ellenállásától és permeabilitásától, geometriájától (felületétől, vastagságától) és az oszcillátor frekvenciájától függ. A névleges kapcsolási távolság függ még az aktív felület mögött elhelyezkedő tekercs inductivitásától is. A konstrukciós kivitel és a kapcsolási távolság tehát összefügg.



149. ábra: Kapcsolási távolság induktív érzékelőnél

Maximális kapcsolási távolság $\hat{=}$ az érzékelő átmérőjének a fele.

A névleges kapcsolási távolság (s_n) nem veszi figyelembe a példányok közötti szórást és a külső behatásokat. A kiválasztási táblázatokban csak ezt adják meg.

A tényleges kapcsolási távolságot (s_r) adott hőmérsékleten ($23\text{ °C} + 5\text{ °C}$) és meghatározott táplálási feltételek mellett adják meg. Ez már figyelembe veszi a sorozatszórásokat. $0,9 \cdot s_n \leq s_r \leq 1,1 \cdot s_n$.

A hasznos kapcsolási távolság (s_u) adott tápfeszültség tartományban (a névleges üzemi feszültség 85 és 110%-a között) és hőmérséklettartományban ($-25\text{ °C} \dots 70\text{ °C}$) érvényes. $0,81 \cdot s_n \leq s_u \leq 1,21 \cdot s_n$.

s_a a biztos kapcsolási távolság. Ezen belül az érzékelő 100% biztonsággal kapcsol.

Az induktív érzékelők kapcsolási távolságával kapcsolatos összes adat az E 320 (St37) gyártmányú, meghatározott méretű működtető elemeken alapul (DIN EN 60947-5-2 VDE 0660-208). Más szerkezeti anyagok és nem szabványos méretek (élhosszúság, anyagvastagság) szintén megváltoztatják a kapcsolási távolságot. Rögzített korrekciós tényezők megadása meghatározott szerkezeti anyagokra nem szakszerű. Minden fémnek van tőrési zónája. Ennek okai az oszcillátor tulajdonságai (frekvenciája) és a csillapító szerkezeti anyag tulajdonságai (tisztasági fok, szerkezet, geometria).

Kapcsolási gyakoriság

A kapcsolási gyakoriság a csillapított állapotról csillapítatlanra váltások másodpercenkénti maximális száma. Minél nagyobb az oszcillátor frekvenciája, annál gyorsabban tud reagálni az érzékelő; minél nagyobb az érzékelő, annál kisebb a kapcsolási gyakorisága.

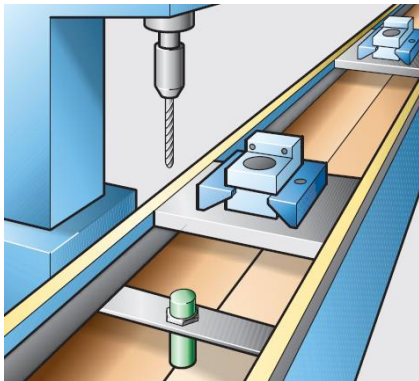
Mozgó érzékelőknek elsősorban a bekötő kábele sérülékeny. Úgy kell szerelni, hogy ne hajoljon meg.

Induktív érzékelők előnyei:

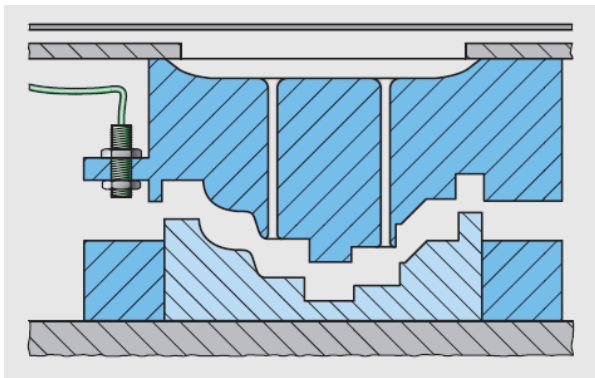
- nagy megbízhatóság ritka és gyakori kapcsolások esetén egyaránt,
- nagy működtetési sebesség (5 kHz-ig),
- érintésmentes működés, visszahatás nélkül a tárgyra,
- nemfémes anyagokkal (például por, nedvesség) való erős szennyeződés sem befolyásolja a kapcsolási pontosságot,
- kétvezetékes kivitelben készíthető, mert nagyon kicsi a fogyasztása,
- olcsóbb például az optikai érzékelőknél,
- nagy mérési pontosság érhető el (< 0,01 mm).

Hátrányai

- csak fémek és grafit érzékelésére használható,
- csak kis távolságból érzékeli a tárgyat.



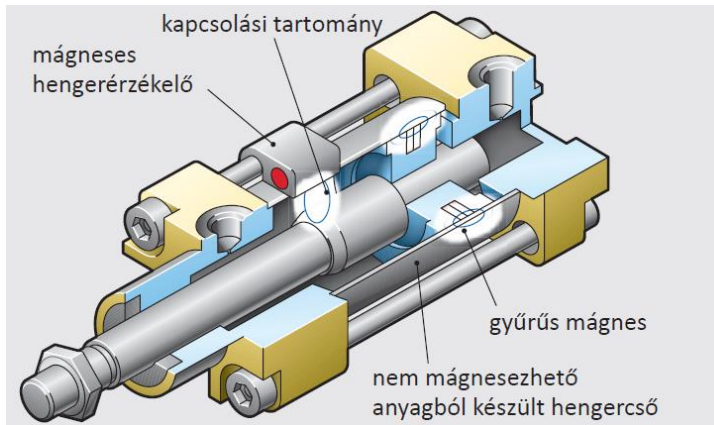
150. ábra: Automatikus gyártósor felügyelete



151. ábra: Alkalmazás munkadarab pozicionáláshoz

5.4 MÁGNESES-INDUKTÍV ÉRZÉKELŐ

Különleges inductív érzékelők, amelyek mágneses térben kapcsolnak. Alkalmasak például a permanens mágnes gyűrűvel ellátott pneumatikus munkahengerek esetén a hengerdugattyú helyzetének a jelzésére.



152. ábra: Mágneses-induktív érzékelők alkalmazása

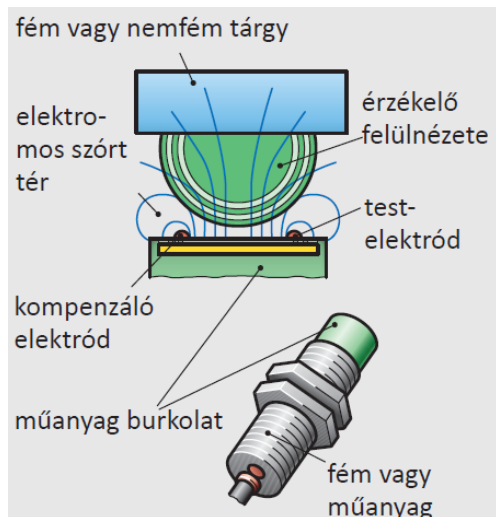
A dugattyúba épített állandómágnes-gyűrű közeledésekor az érzékelő jelet ad. Az érzékelők kapcsoláspont - pontossága nagy, $\pm 0,1$ mm (UB und TU = állandó).

Mágneses-induktív érzékelők villamos paraméterei

- 24 V-os egyenfeszültségű érzékelők: 10 V...30 V; 10 V...60 V; 5 V...60 V,
- 115 V... 230 V-os váltakozó feszültségű: 98 V...253 V; Frekvencia: 48 Hz...62 Hz,
- Mindenfeszültségű érzékelők: 10 V...30 V=; 24 V...240 V~.

5.5 KAPACITÍV ÉRZÉKELŐK

Kapacitív érzékelőknél kondenzátor kiterjedt elektromos szórt teret hoz létre. A kondenzátor rezgőkör része. Az RC-oszcillátor rezegni kezd, amikor tárgy a szórt térbe lép. Az érzékelő kiértékelő elektronikája felismeri ezt és átkapcsolja az érzékelő kimenetét.



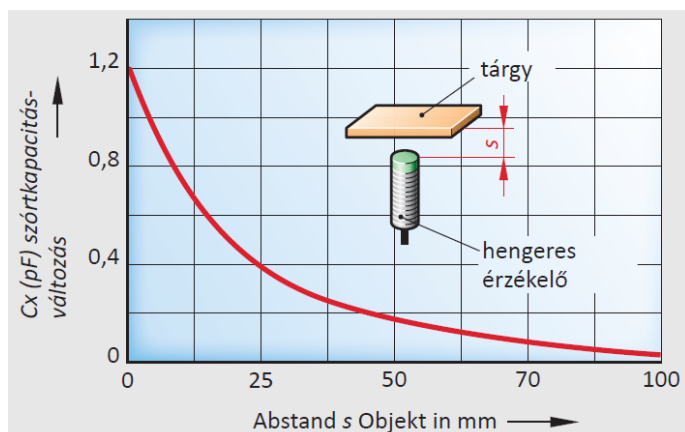
153. ábra: Kapacitív érzékelő felépítése

A kapcsolást a tárgy kapacitásnövelő hatása idézi elő. A következő anyagokat érzékeli:

- fém,
- szinte minden műanyag,
- zsírok, olajok,
- minden víztartalmú anyag (élelmiszerek),
- minden alkohol, oldószerek,
- üveg, kerámia.

A kapcsolási pont ismételhetsége

Ha egy tárgy tengelyirányban (axiálisan) közelíti az aktív felületet, a kapacitás a távolsággal fordított arányban nő. A kapacitás változása nagyon csekély, és függ a tárgy anyagától, felületi kialakításától és hőmérsékletétől. Ezért kapacitív érzékelők kapcsoláspont -ismételhetőségi pontossága elmarad az induktív érzékelőkétől.



154. ábra: Kapacitásváltozás az s függvényében

Szennyeződés hatása

Mivel a kapacitív érzékelők szinte minden anyagra reagálnak, az érzékelő felületének nedvesedése, jégesedése és hasonló szennyeződése átkapcsolhatja az érzékelőt. Ennek megelőzésére a kapacitív érzékelőkbe kompenzáló elektródot építenek, hogy az aktív felület közvetlen közelében térmentes tartomány keletkezzen. Az itt levő tárgyakat, szennyeződést stb. nem veszi észre az érzékelő. A gyakorlatban ez nem nyújt százszázalékos védelmet, de elég jól megakadályozza a nem kívánt kapcsolásokat.

Kapcsolási távolságok

Amíg az induktív érzékelőknél ismerhető a várt kapcsolási távolság, kapacitív érzékelőknél nem annyira, mert az anyagtényező függ az ϵ_r relatív dielektromos állandótól, ami változó. **Fémekre** a legérzékenyebbek a kapacitív érzékelők. Ha a tárgy vezető anyagú és össze van kötve az érzékelő testpontjával, szintén nagyobb az érzékenység, azaz a kapcsolási távolság.

Nem vezető tárgyak esetén a kapacitás változása arányos az ϵ_r -rel és az aktív felülettől mért távolsággal, azonban soha nem nagyobb, mint fémek esetén.

Az alábbi ábra különböző anyagok csökkentési tényezőit adja meg, földelt lemez esetén.

Csökkentési tényezők	
Anyag	Korrekciós tényező
Víz	1,0
Alkohol	0,75
Kerámia	0,6
Üveg	0,5
PVC	0,45
Jég	0,3
Olaj	0,28

3.táblázat: Csökkentési tényezők

Kapacitív érzékelők előnyei:

- szinte minden anyagot érzékelnek, a fémetek a legérzékenyebben,
- nagyon megbízhatóak gyakori vagy ritka kapcsolás esetén,
- a tranzisztorkimeneten nincs érintkezőpergés,
- gyorsabban működnek, mint a mechanikus kapcsolók. Induktív (kapacitív) érzékelők maximális hatótávolsága 100 mm (40 mm), de egyformán gyorsak,
- a kompenzációnak köszönhetően az aktív felület elszennyeződése alig befolyásolja működésüket,
- kétvezetékes kivitelben készíthetők (NAMUR-érzékelő EX alkalmazásokra), mert alig fogyasztanak áramot.

Kapacitív érzékelők hátrányai:

- drágábbak, mint az induktív érzékelők (kisebb darabszám miatt),
- tárgytávolságuk nagyobb, mint az induktív érzékelőké és kisebb, mint az optikai érzékelőké,
- nem lehet olyan kicsire építeni őket, mint az induktív érzékelőket, mert a szükséges kapacitás kellő minimális érzékelő felületet igényel.

5.6 ULTRAHANGOS ÉRZÉKELŐ

Ultrahang hullámok csak anyagban (gáz, folyadék vagy szilárd anyag) terjedhetnek. A hang terjedési sebessége hozzávetőleg 340 m/s.

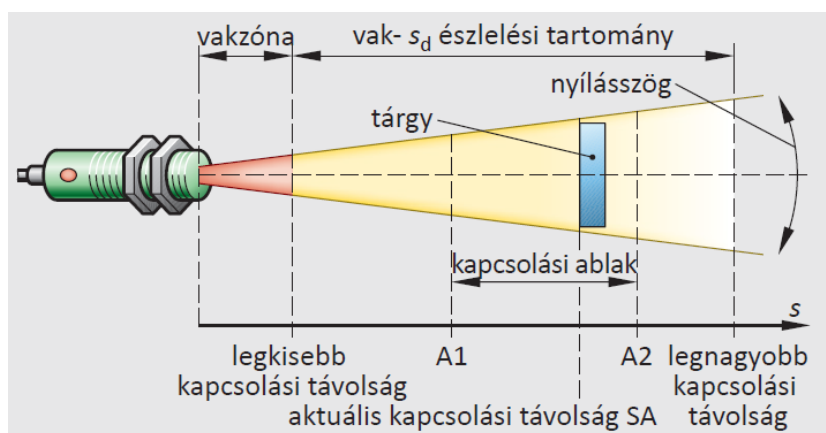
Hangtartományok:

- infrahang 20 Hz-ig; a testünk érzékeli,
- hallási tartomány kb. 18 kHz-ig,
- ultrahang, kb. 1 MHz-ig, levegőben terjed,
- ultrahangos érzékelő, üzemi frekvenciája legfeljebb 400 kHz, ember nem tudja érzékelni.

Az ultrahangos érzékelők „mindenevők”. Szilárd tárgyakat, folyadékokat és porokat egyaránt pontosan felismernek, függetlenül színüktől, átlátszóságuktól vagy minőségüktől. A tárgy helyes beállítása és az érzékelő érzékenységének hozzáillesztése a döntő. Ott alkalmazzák őket, ahol nagy hatótávolságra és nagy pontosságra van szükség. Poros és párás környezetekben gyakran nincs is más választási lehetőség.

Érzékelési tartomány

Az érzékelő kúpszerű nyálkában sugározza ki az ultrahangot. Tárgyakat csak akkor észlel, ha radiális vagy axiális irányban behatolnak ebbe a kúpba. A kúp több tartományra oszlik.



155. ábra: Ultrahangos szenzor érzékelési tartománya

Vakzóna: Itt nem észlelhető a tárgy (az átalakító csengése miatt az adási feszültség kikapcsolása után).

Érzékelési tartomány: Ez az értékelhető tartomány, amelyben az érzékelő képes észlelni a tárgyat és meghatározni távolságát.

Kapcsolási ablak: Egyes érzékelőknél ablakhatárok határozhatók meg az észlelési tartományban. Kapcsolás csak akkor történik, ha az ablakok között van tárgy.

Ultrahangos érzékelő előnyei:

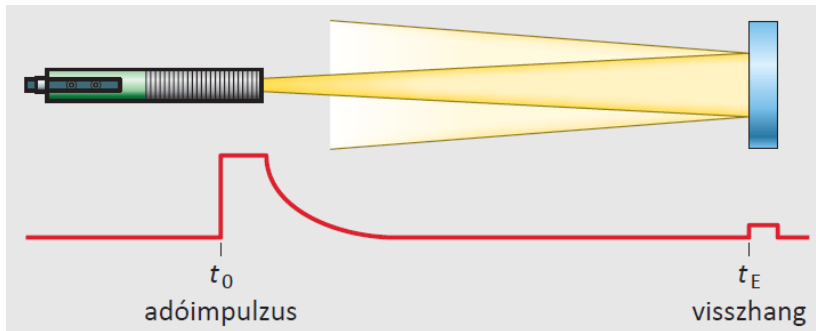
- anyag és tárgy független anyagészlelés,
- 6 cm és 15 m közötti hatótávolság,
- képes letapogatni a tárgy körvonalait,
- optikailag nehezen észlelhető anyagokhoz (vékony fóliák, átlátszó anyagok) is használható,
- nehéz környezetekben (köd, por, pára, erős szennyeződés) is alkalmazható.

Ultrahangos érzékelő hátrányai:

- lassúbbak az optikai és kapacitív érzékelőknél,
- több áramot fogyasztanak, mint az optikai érzékelők, és lényegesen többet, mint a kapacitív érzékelők,
- robbanásveszélyes helyiségekben általában nem működtethető,
- nem alkalmas nagyon forró tárgyak észlelésére, mert a hang megtörik a forró légrétegeken (turbulencia).

Üzem módok

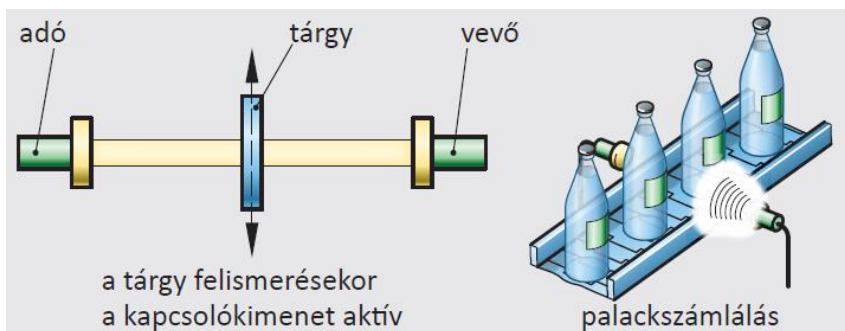
Az ultrahangos érzékelő egyrészt méri a hang futási idejét az adás és vétel között (letapogató üzemmód), másrészt ellenőrzi az adott jel vételét (sorompó üzemmód).



156. ábra: Adóimpulzus és visszhang, futási idő

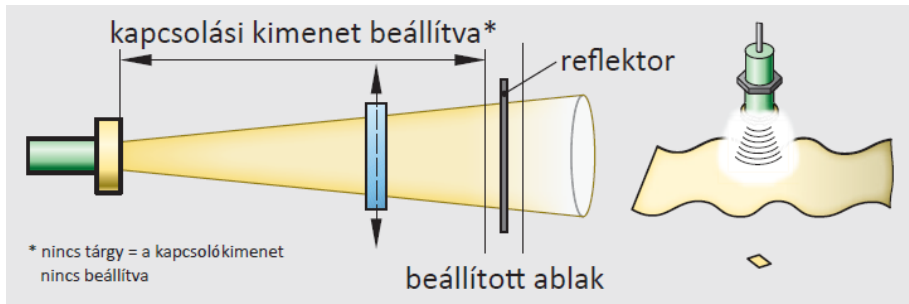
Sorompó üzemmód

- Egyirányú sorompó: Az adó és a vevő egymással szemben helyezkedik el. A kimenet akkor aktiválódik, ha tárgy megszakítja a hang sugarat. Az egyirányú sorompó nagy hatótávolságú. Analógja az egyirányú fénysorompó.



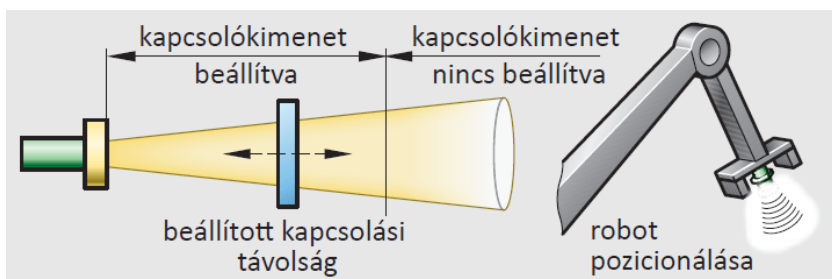
157. ábra: Egyirányú ultrahangos sorompó

- Reflexiós sorompó: Ablaküzemben úgy állítják be az érzékelőt, hogy a rögzített reflektor (hangtükör, például fémlemez) az ablakon belül helyezkedjen el. Az érzékelő bejelez, amikor a tárgy teljesen eltakarja a reflektort. Habok és szabálytalan felületű tárgyak letapogatására.



158. ábra: Reflexiós ultrahangos sorompó

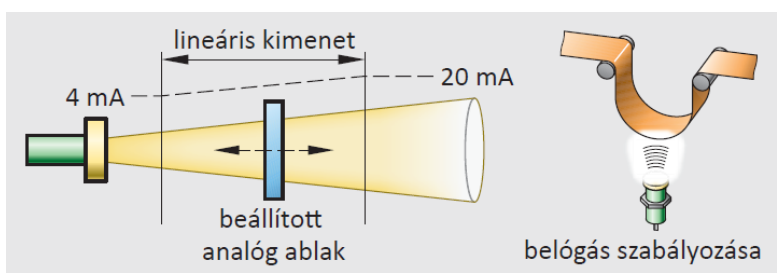
- Visszaverődéses kapcsoló (közelségi kapcsoló): A háttérelnyomást hasznosítja. A kapcsolókimenet a tárgy beállított kapcsolási távolságon belülre kerülésekor aktiválódik. Jelenlét ellenőrzésre, tárgyak számlálására szállítószalagokon.



159. ábra: Reflexiós ultrahangos kapcsoló

Analóg távolságmérés

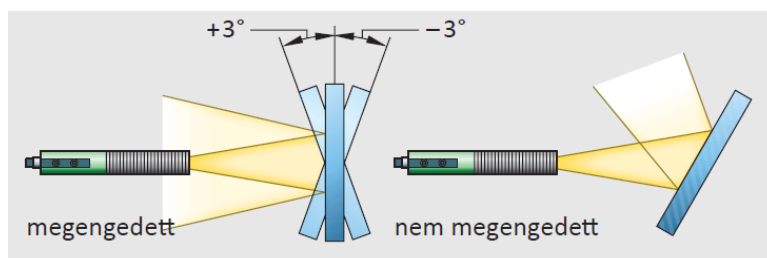
A hangimpulzus futási ideje arányos a tárgy távolságával. Az érzékelő letapogató üzemmódban működik. A mért távolságot a távolsággal arányos feszültség (0 - 10 V) vagy áram (4 - 20 mA) formájában adja ki. A kimeneti jelleggörbe meredeksége potenciométerrel vagy betanító gombbal állítható. Az analóg távolságmérő ultrahangos érzékelők mind kombinálhatók előtérelnyomással.



160. ábra: Analógjel-kimenetű érzékelő, áramkimenettel

Tárgyfelismerés

Akkor a legjobb a hang visszaverődése, ha az érzékelő úgy van beállítva, hogy a hanghullámok lehetőleg merőlegesen ütközzenek a tárgyba. Meghatározott határszög felett a hang teljesen félretükröződik és az érzékelőbe nem jut visszhang. Ha a ferdeségi szög kisebb a határszögnél, az érzékelő legnagyobb hatótávolságát kísérletileg kell meghatározni. Hangelnyelő tárgyak (például habgumi, szövetek, durva, vagy porózus felületek) szórva tükrözik vissza a hangot, ami csökkenti az észlelési tartományt.



161. ábra: Ultrahangos érzékelő határszögei

5.7 OPTIKAI ÉRZÉKELŐK

Az optikai érzékelő fényerősség változására reagál. A fénysugarat az adó dióda bocsátja ki, és a detektálandó tárgy megszakítja (egyirányú fénysorompó), vagy visszaverődik a vevőhöz (reflexiós fénysorompó, reflexiós kapcsoló). A vett fényerősség változása működteti a kapcsolókimenetet.



162. ábra: Optikai érzékelők fajtái

Fizikai alapok

A fény elektromágneses hullámokból áll, amelyek a forrásból minden irányban szétterjednek, vákuumban fénysebességgel (300.000 km/s). Az optikai érzékelők a 400 nm - 800 nm hullámhosszú látható és 800 nm - 1000 nm hullámhosszú infravörös tartományban működnek.

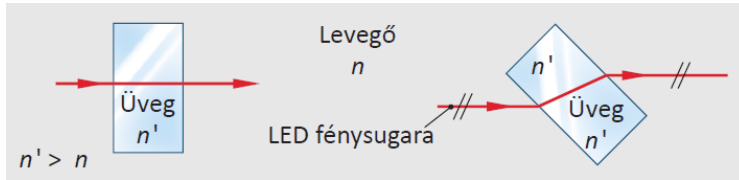
A fényvisszaverődés következő típusait különböztetjük meg:



163. ábra: Fényvisszaverődés típusai

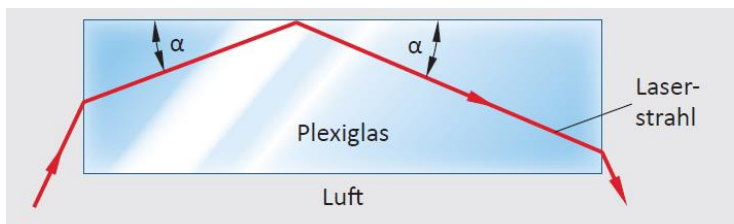
- Tükröződés: Tükrös (például polírozott) felületre eső fény a beesési szöggel megegyező szögben tükröződik vissza.
- Hármasszögletes visszaverődés: A hármasszöglet a beesés irányával párhuzamosan, eltolva veri vissza a beeső fényt
- Diffúz visszaverődés: Ha a tárgy felülete egyenetlen vagy durva, a beeső fényt minden irányban szétszórva veri vissza. A visszaverődés annál veszteségesebb, minél mattabb és sötétebb a felület.

- Fénytörés: Amikor fénysugár optikailag ritkább n közegből optikailag sűrűbb n' közegbe lép, akkor a beesési merőleges felé törik (és fordítva).



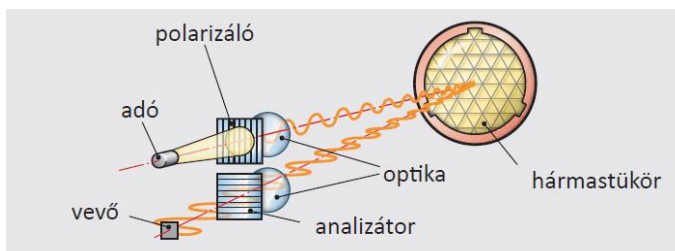
164. ábra: Fénytörés

- Teljes visszaverődés: Két különböző törésmutatójú közeg határfelületéről teljesen visszaverődik a beeső fény, ha beesési szöge nem halad meg bizonyos határértéket.



165. ábra: Teljes visszaverődés

- Polarizáció: Ha polarizálatlan (minden irányban rezgő) fény polarizációs szűrőre esik, akkor csak a polarizáció irányában rezgő összetevője tud áthaladni.

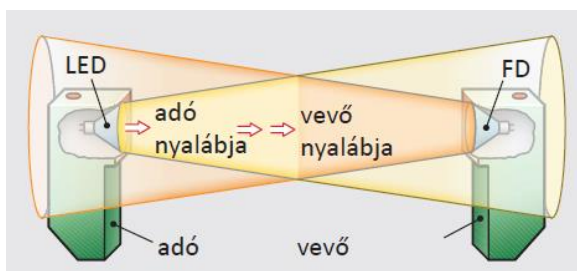


166. ábra: Ultrahangos szenzor polarizációja

Egyirányú fénysorompó

Az adó és a vevő két különböző, egymással szembe helyezett néző tokban van. Ha megszakad a fénysugár az adó és a vevő között, a vevő kapcsolójelet ad.

Az adó és a vevő egy-egy nyalábot képez. Minél szűkebb az adó nyalábja, annál nagyobb a vele áthidalható távolság. Mivel tárgyak észleléséhez a nyaláboknak átfedésben kell lenniük, minél keskenyebbek a nyalábok, annál nehezebb pontosan egymáshoz igazítani az adót és a vevőt.

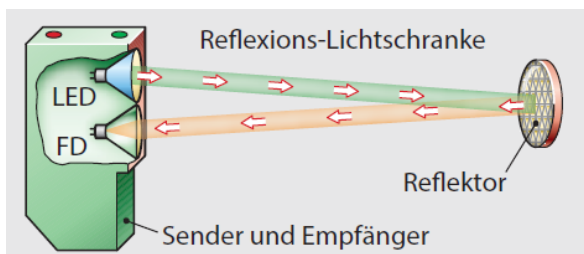


167. ábra: Egyirányú fénysorompó

A fénysorompó pontos működéséhez mindig elegendő fénynek kell érkeznie az adótól a vevőhöz. Az érzékelők műszaki dokumentációjában diagramok mutatják be a működési tartalék és az adó-vevő távolság közötti kapcsolatot.

Reflexiós fénysorompó

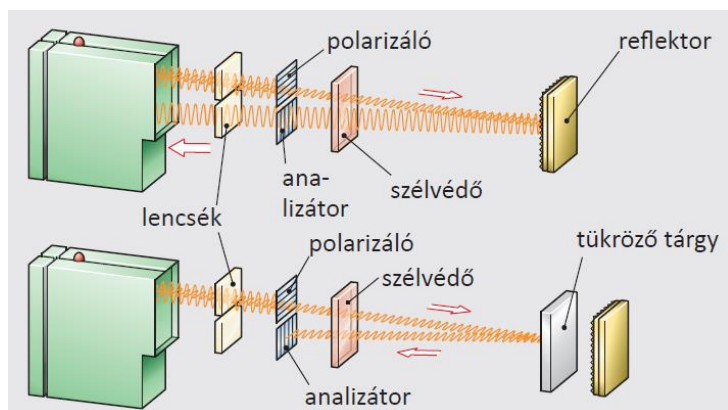
Ennél az érzékelő típusnál az adó és a vevő egy házban helyezkedik el. Az ellenkező oldalon elhelyezett reflektor, prizma visszasugározza a fényt a vevőbe. Ha valami megszakítja a visszavert fénysugarat, megváltozik a kimenőjel.



168. ábra: Reflexiós fénysorompó

Polárszűrős reflexiós fénySOROMPÓ

Ha tüköröző tárgyakat kell érzékelni reflexiós fénySOROMPÓVAL, polárszűrőket kell használni. Ezeket egymáshoz képest 90° -kal el kell fordítani az adó és a vevő optikájában.



169. ábra: Polárszűrős reflexiós fénySOROMPÓ

Az adó sugárzott fény a polárszűrő után már csak vízszintes síkban rezeg. A vevő azonban csak függőleges síkban rezgő fényt tud érzékelni, mert optikája előtt 90° -kal elfordított polárszűrő áll. A hármastükör szintén 90° -kal fordítja el a fény polarizációját. Az ideálisan tüköröző tárgy azonban 180° -ot fordít, tehát megőrzi a vízszintes polarizációt. A vízszintesen polarizált fényt azonban kizárja a második szűrő. Ezáltal a tárgy biztosan felismerhető.

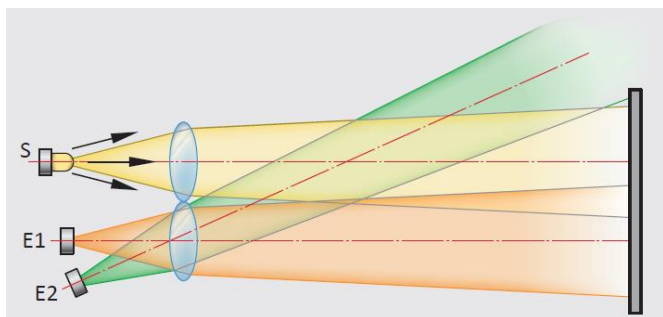
Reflexiós fénykapcsoló

A reflexiós fénySOROMPÓHOZ hasonlóan ennél az érzékelő típusnál is egy házban helyezkedik el az adó és a vevő. Ez az érzékelő típus a tárgy felületén végbemenő diffúz fénySZÓRÓDÁST értékeli ki. Ha a visszavert fényMennyiség meghaladja a kapcsolási intenzitást, az érzékelő átkapcsol. Érzékenysége potenciométerrel állítható.



170. ábra: Reflexiós fénykapcsoló

Háttérelnyomásos reflexiós fénykapcsoló

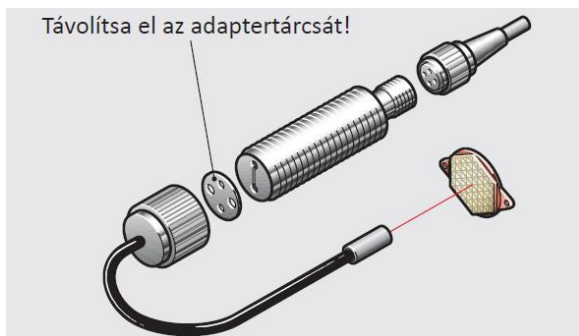


171. ábra: Háromszögletes eljárás

A háttérelnyomásos reflexiós fénykapcsolók a háromszögletes eljárást alkalmazzák. Ezeknél az érzékelőknél egy S adó és két vevő (E1 és E2) van egy házba építve. Ezek a visszavert fénysugár intenzitását és a vevők közötti beesési szögét is mérik. Az E1 és E2 vevőt úgy kell beállítani, hogy a tárgy távolodásakor az E1 növekvő, az E2 csökkenő fény mennyiséget érzékeljen. Maximális kapcsolási távolság az a pont, ahol az E1 és az E2 egyforma fényintenzitást vesz. Az érzékelő a kapcsolási távolságon belül biztosan felismeri, azon túl figyelmen kívül hagyja a tárgyakat. Az érzékelőn levő beállító gombbal módosítható az E1 és az E2 szöge. Ezáltal a tárgyak világos háttér előtt is felismerik a tárgyakat, függetlenül nagyságuktól, színüktől, felületüktől.

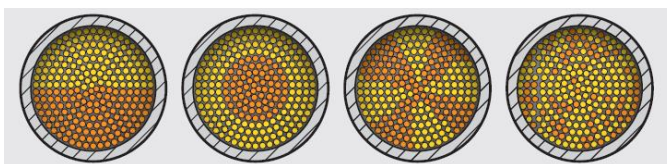
Fényvezető érzékelők

A fényvezető rácsavarozható az érzékelőre, vagy össze van építve vele. Ezek az érzékelők használhatók egyirányú vagy reflexiós fénykapcsolóként. A fényvezető hosszúsága alkalmazásonként egyedileg határozható meg.

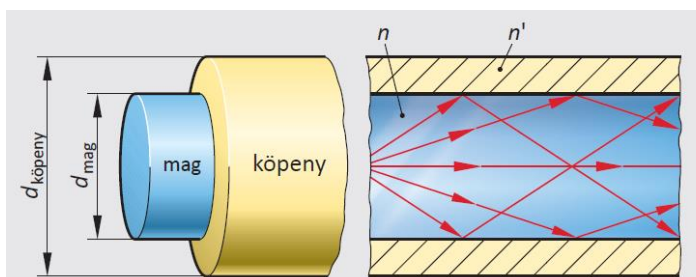


172. ábra: Fényvezető érzékelő

A fényvezetők üvegből vagy műanyagból készült optikai szálak/szálkötegek, amelyek vezetik a beléjük táplált fényt. A fény követi a fényvezető formáját, akkor is, ha meghajlítják. Ezt a teljes visszaverődés okozza. Az optikailag „sűrűbb” közeg a szál (mag, n), a „ritkább” a köpeny (n').



173. ábra: Fényvezető keresztmetszete



174. ábra: Fényvezető szál felépítése; teljes visszaverődés

Üvegszálás fényvezető

2000 vagy kevesebb elemi optikai szálból áll; az optikai szálak átmérője $50 \mu\text{m}$. A szálak eltérően oszthatók el az adó- és vevőoptikán. A rendelkezésre álló szálak számától

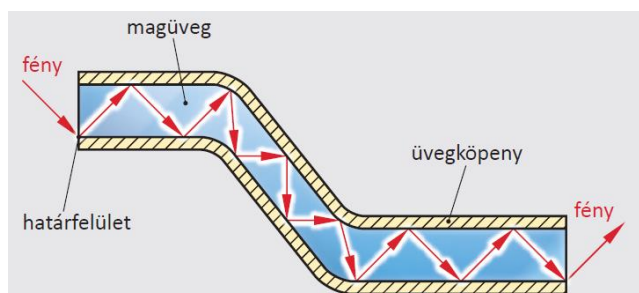
függően nagy fénysugár-keresztmetszet is átvihető. Ez megnöveli vagy lecsökkenti a fényvezető végén elérhető hatótávolságot.

Műanyag szálal fényvezető

Egyetlen, kb. 1 mm - 2 mm vastag szálból állnak az adó és a vevő számára. Azonos hajlékonyság mellett kisebb a hajlítási sugaruk, mint az üvegszálal fényvezetőknek. Nagyobb csillapításuk miatt azonban rosszabbak optikai tulajdonságaik. Az üvegszállal szemben további előnyük, hogy könnyedén hajlíthatók újra és újra.

Fényvezetők alkalmazási területei

- igen kicsiny tárgyak észlelése,
- használat akár 300 °C hőmérséklete,
- használat robbanásveszélyes helyeken,
- használat erős mágneses térben.



175. ábra: Fény visszaverődése fényvezetőben

Az érzékelő és a fényvezető-fej 15 mm-es környezetében a fényvezetőt nem szabad hajlítani.

Alkalmazás

A gyakorlatban gyakran kell gyorsan mozgó kis tárgyakat észlelni. Az ilyen tárgyak csak rövid ideig tartózkodnak a fénysugár útjában. A tárgy biztos felismeréséhez az érzékelő nagy impulzusfrekvenciával (mintavételezési gyakorisággal) kell, hogy dolgozzon.

Tranzisztoros kimeneteken jellemző az 1 kHz-ig terjedő frekvencia.

Kapcsolási módok

Alapvetően két kapcsolási módot különböztetünk meg:

Világosra záró kapcsolás kimeneti viselkedése	
Adó	Vevő
bekapcsolva	kapfényt
kikapcsolva	nemkapfényt

4. táblázat: Világosra záró kapcsolás kimeneti viselkedése

Ezt a kapcsolást leállításra használjuk (például szán véghelyzetbe ért, vagy valamilyen anyag elérte töltési magasságát).

Sötétre záró kapcsolás kimeneti viselkedése	
Adó	Vevő
kikapcsolva	kapfényt
bekapcsolva	nemkapfényt

5. táblázat: Sötétre záró kapcsolás kimeneti viselkedése

A kapcsolást indításra, bekapcsolásra használjuk, például szállítószalag indítása, ha anyag került rá).

Ismétlési pontosság, reprodukálhatóság

Amikor tárgy lép az érzékelő fénynyalábjába, az érzékelőnek mindig ugyanazon a helyen kell kapcsolnia. A fényzorompó ezt nagyon pontosan meg is teszi, ha nem piszkos az objektívja. Ha az alkalmazásokban nagy ismételhetségre van szükség, akkor a reflexiós fényzorompók csak korlátozott mértékben alkalmasak, és kerülni kell a háttérelnyomás nélküli fénykapcsolók használatát, mert még enyhe szennyeződés is eltolja kapcsolási

pontjukat. Általában a környezeti hőmérséklet változása, valamint a hálózati feszültség ingadozása befolyásolhatja a kapcsolási pontot. Nagy reprodukálhatóság fényvezetővel érhető el.

Alkalmazás robbanásveszélyes helyeken

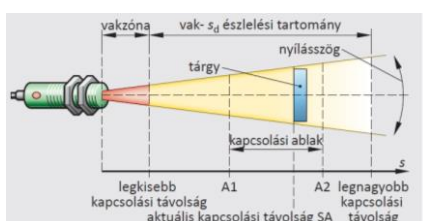
Azt a környezetet nevezzük robbanásveszélyesnek, ahol gázelegyek vannak jelen. Szikrák itt robbanást okozhatnak. Áramfogyasztásuk miatt az optikai érzékelők nem használhatók ilyen helyeken (a speciális NAMUR (Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie - User Association of Automation Technology in Process Industries- gyújtószikramentes kivitelű) érzékelők kivételével. Amennyiben csak a fényvezető van a robbanásveszélyes helyen, és a fénysorompó azon kívül van felszerelve, akkor engedélyezett a használata.

A névleges kapcsolási távolság, s_n , az a kapcsolási távolság, amely nem veszi figyelembe a gyártási tűréseket, a példányok közötti szórást és a külső hatásokat (például hőmérséklet és feszültség).

A vakzóna az aktív felülettől mért legkisebb távolság, amelyen belül az érzékelő nem képes felismerni a tárgyat.

Az észlelési tartomány, s_d , az a tér, amelyen belül beállítható az optikai érzékelő kapcsolási távolsága szabványos mérőlaptól.

A hasznos kapcsolási távolság, s_u , a meghatározott feszültség- és hőmérséklet határok között megengedett kapcsolási távolság.



176. ábra: Optikai szenzor érzékelési tartománya

Optikai érzékelők előnyei

- kapcsoló kivitelben az optikai érzékelők visszahatás nélkül, anyag függetlenül és nagy hatótávolsággal működnek,
- nem használódnak el, amennyiben határértékeiken belül használják őket,
- minden optikai érzékelő pergésmentes kimenő jelet ad.

Hátrányok

- segédenergiát igényelnek a működéshez,
- idegen fény és szennyeződés hibás kapcsolást eredményezhet,
- általában sokkal drágábbak például a mechanikus kapcsolóknál.

6 BIZTONSÁGTECHNIKA: A GÉPBIZTONSÁG ALAPELVEI, ALKALMAZÁSA

6.1 A GÉPEK BIZTONSÁGÁNAK ALAPJAI – JOGSZABÁLYOK ÉS NORMATÍV KÖVETELMÉNYEK

A gép biztonsága fogalom a gép azon képességét vizsgálja, hogy az teljesíti-e tervezett feladatát a teljes élelciklus alatt, amelyre vonatkozóan a kockázatot megfelelően csökkentették.

Irányelvek

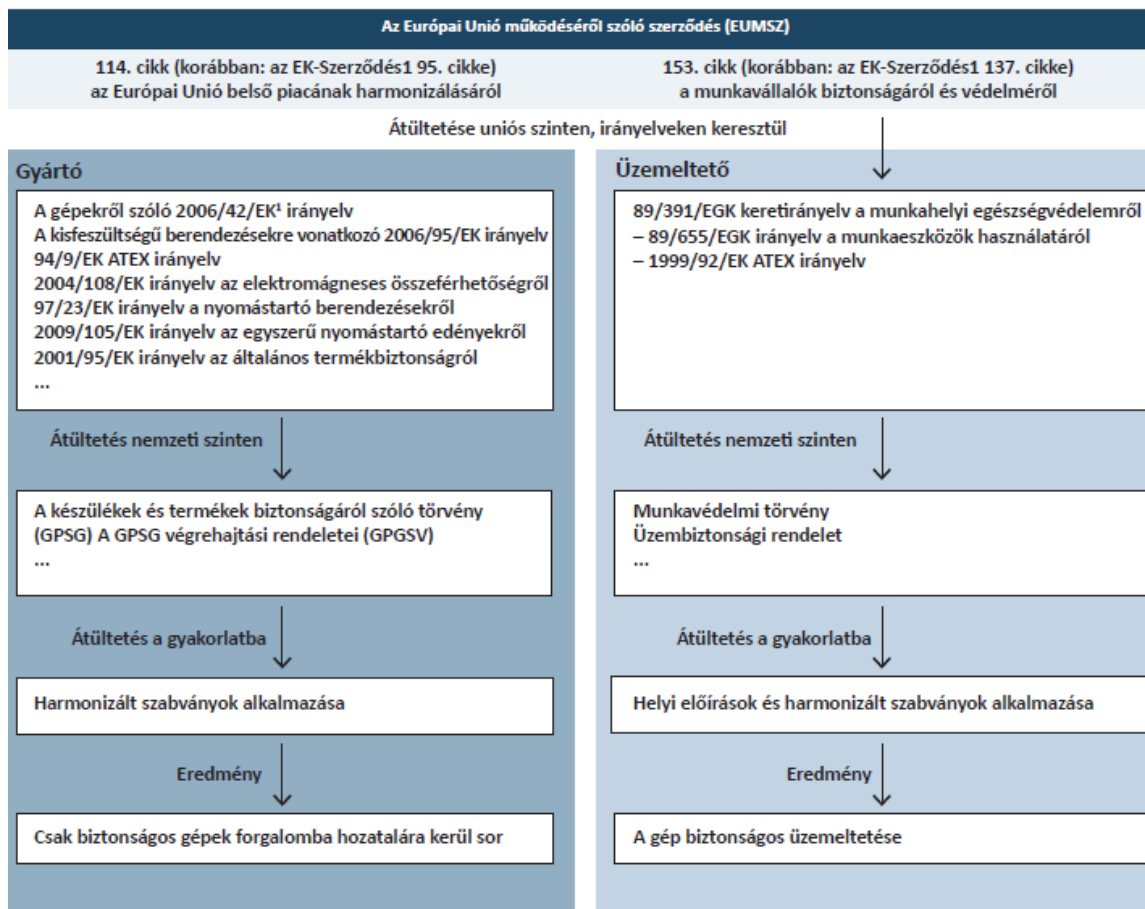
Termékcsoportokra vonatkozó alapvető biztonsági követelményeket rögzítik, de a célok elérésének módja nincs rögzítve. A gépek tervezésénél és konstrukciós kialakításánál a gépekre vonatkozó irányelveken kívül általában más irányelveket is figyelembe kell venni, mint pl. „Elektromágneses Kompatibilitási Irányelvek”, „Kisfeszültségű Irányelvek”, stb.

Szabványok

A követelmények részletes specifikálását konkrét műszaki tartalommal a (honosított), harmonizált szabványok, és egyéb műszaki előírások tartalmazzák. Az adott típusú gépekre vonatkozó részletes meghatározások, (amennyiben léteznek) a vonatkozó szabványokban található. A gyártó (tervező) a szabvány előírásaitól eltérhet, de garantálnia kell az irányelvekben és szabványokban rögzített, azonos szintű biztonsági és egészségi megfeleléseket.

6.2 EURÓPAI UNIÓS IRÁNYELVEK ÉS NEMZETI JOGSZABÁLYOK

A gépekről szóló európai uniós irányelv harmonizált szabványokkal (pl. ISO 13849, IEC 62061 együtt teremti meg a működés biztonságosságának kereteit. A gépgyártóknak és az üzemeltetőknek statisztikai mutatókat tartalmazó, átfogó értékeléssel kell igazolniuk a személyek megfelelő védelmét. Ehhez a gépben vagy berendezésben felhasznált valamennyi biztonsági komponenst és rendszert megítélés alá kell vonni.



¹ EK-Szerződés = az Európai Közösség alapításáról szóló szerződés

177. ábra: A gépek biztonságára vonatkozó, harmonizált követelmények az európai piacon

Irányelvek

Az Európai Unió működéséről szóló szerződésen (EUMSZ) alapuló, európai uniós irányelvek célja egyfelől az európai uniós belső piac harmonizálása a kereskedelmi akadályok lebontásával, másfelől a szociális standardok – pl. a munkavállalók biztonságára és védelmére vonatkozóan – egységes szintre hozása egész Európában.

Több irányelv előírja, hogy a termékeknek alapvető biztonsági követelményeket kell teljesíteniük. A CE-jelölés feltüntetésével a gyártó kezeskedik azért, hogy a terméke teljesíti a vonatkozó irányelv szerinti biztonsági követelményeket. Az irányelveknek való megfelelést a piacfelügyeleti hatóságok ellenőrzik. A piacfelügyelet fontos eszköz az irányelvek megfelelő, egységes betartásának ellenőrzése terén.

A gépekről szóló 2006/42/EK irányelv írja elő a gépek biztonságára irányadó követelményeket az európai piacra vonatkozóan. Emellett a munkavédelemre vonatkozó helyi előírások kötelezik a gépek üzemeltetőit a munkahelyi biztonságról való gondoskodásra.

Nemzeti törvények és rendeletek

Az irányelveket nemzeti törvényekkel és rendeletekkel kell átültetni az EU valamennyi tagállamában (valamint Svájcban, Törökországban és további tagjelölt országokban, lásd a gépekről szóló 2006/42/EK irányelv alkalmazásáról szóló iránymutatást) annak érdekében, hogy az előírások érvényre jussanak. A gépekről szóló 2006/42/EK irányelvet Németországban például a készülékek és termékek biztonságáról szóló törvény végrehajtásáról szóló 9. rendelet, a munkaeszközök használatáról szóló 89/665/EGK irányelvet pedig az üzembiztonsági rendelet ültette át a nemzeti jogrendbe. Ezáltal ezek az előírások jogilag kötelező érvényűek a gépek gyártóira és üzemeltetőire.

Szabványok

Míg a törvények és rendeletek nemzeti szinten teremtik meg a jogi kereteket, a szabványok a gépekről szóló irányelvnek a gyakorlatba történő átültetését támogatják. Ha betartják a gépek biztonságára vonatkozó harmonizált szabványokat, akkor feltételezhető a gépekről szóló irányelv teljesülése is. Harmonizált szabványnak az EU Hivatalos Lapjában közzétett szabványok minősülnek. Ezeket a szabványokat az európai szabványügyi szervezetek (pl. CEN, CENELEC, ETSI) dolgozzák ki.

A gépekről szóló irányelvből és a munkaeszközök használatáról szóló irányelvből eredő követelmények

A gépekről szóló európai irányelv a világ összes olyan gyártóját, amely az európai gazdasági térségben hoz gépet forgalomba, egységes biztonsági követelmények teljesítésére kötelezi.

A gépekről szóló 2006/42/EK irányelv előírja többek között az alábbiakat:

- a gyártónak szem előtt kell tartania a biztonságot a gépek fejlesztése és gyártása során,
- a gépeknek meg kell felelniük az alapvető biztonsági és egészségügyi követelményeknek,
- a gépnek a gyártás idején meg kell felelnie a tudomány állásának,
- a gyártónak igazolnia kell a gépekről szóló irányelv rendelkezéseinek betartását,
- a gyártónak az EK-megfelelőségi nyilatkozat elkészítését megelőzően műszaki dokumentációt kell készítenie.

Ehhez társulnak az üzemeltetőkkel szemben támasztott követelmények, például az, hogy a munkaeszközök használatáról szóló 89/655/EGK irányelv szerint biztonságos munkahelyről kell gondoskodniuk. Ez minimumkövetelménynek minősül, minden ország előírhat szigorúbb szabályokat.

A gépekről szóló irányelv hatálya

A gépekről szóló irányelv hatálya a következőkre terjed ki:

- gépek,
- cserélhető berendezések,
- biztonsági alkatrészek,
- emelőberendezések tartozékai,
- láncok, kötelek és hevederek,
- leszerelhető mechanikus erőátviteli szerkezetek,
- részben kész gépek.

Mit jelent a CE-jelölés?

A „CE” a „Conformité Européenne” megnevezés rövidítése, ami körülbelül „európai megfelelést” jelent. Ezalatt az európai uniós irányelvek biztonsági követelményeinek való megfelelés értendő. A CE-jelölés a termékeken azt mutatja, hogy azok legalább egy európai uniós irányelv szerint készültek, teljesítik az abban foglalt biztonsági

követelményeket, valamint megfelelőségértékelési eljárást végeztek el. A CE-jelölés garantálja a szabad áruforgalmat az EU tagállamaiban. Az európai államközösség valamennyi tagjának meg kell engednie a piacon az adott termék forgalmazását.

A CE-jelölés nem minőségi jelölés, mivel a gyártó maga nyilatkozik a megfelelőségről, így a megfelelőség csak „vélelmezhető”. A terméket nem kell független szervezetnek bevizsgálnia. Mindazonáltal a piacfelügyeleti hatóságok kivonhatják a terméket a piacról, ha jogos kételyeik merülnek fel.



178. ábra: CE-jelölés

A működési biztonságra vonatkozó alapvető szabványok

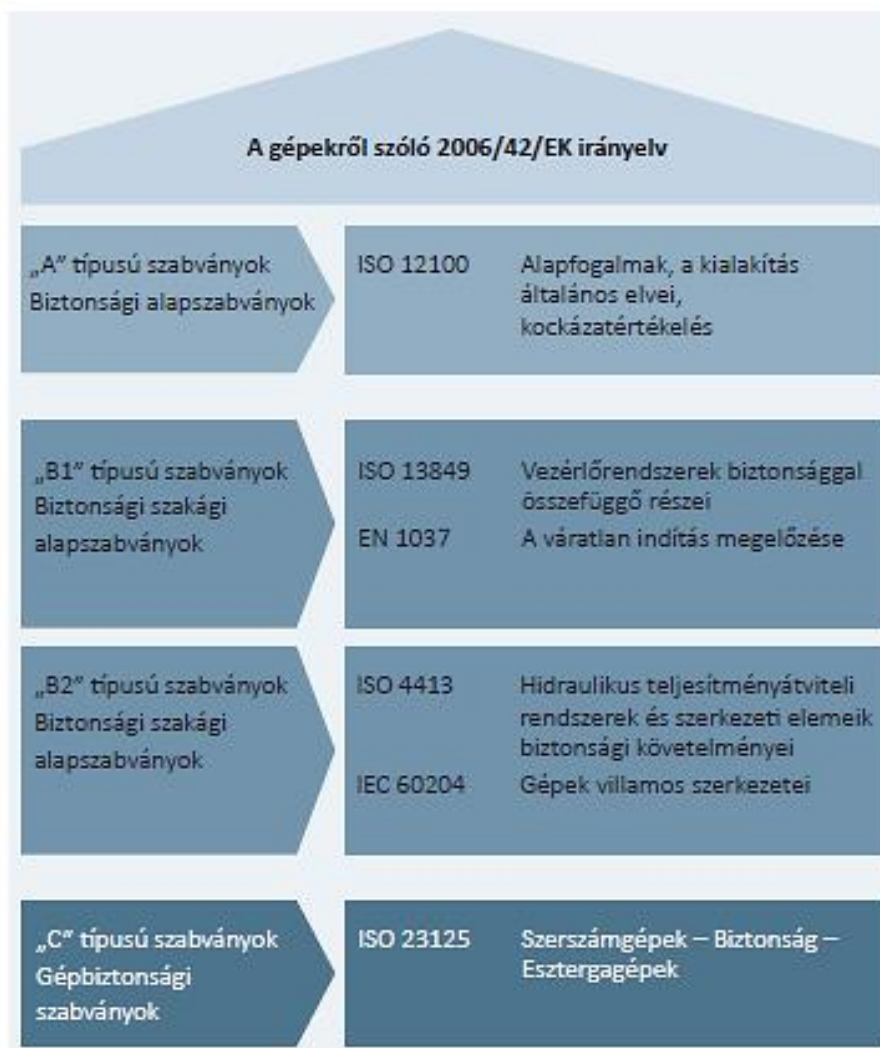
Az „A” típusú szabványok (biztonsági alapszabványok) a gépekre alkalmazható alapfogalmakat, kialakítási alapelveket és általános szempontokat tartalmazzák;

A „B” típusú szabványok (biztonsági szakági alapszabványok) a biztonság szempontját vagy a biztonság érdekében szükséges olyan berendezések fajtáit tárgyalják, amelyek a gépek egész sorához felhasználhatók:

- **a „B1” típusú szabványok bizonyos biztonsági szempontokra vonatkoznak (pl. biztonsági távolságok, felületi hőmérséklet, zajszint),**
- **a „B2” típusú szabványok a biztonság szempontjából szükséges berendezésekre (pl. kétkézes kapcsolások, reteszelőszerkezetek, nyomásérzékelő védőberendezések, elválasztó védőburkolatok) vonatkoznak.**

A „C” típusú szabványok (gépek biztonsági szabványai) részletes biztonsági követelményeket tartalmaznak egy bizonyos gépre vagy gépcsoportra vonatkozóan.”

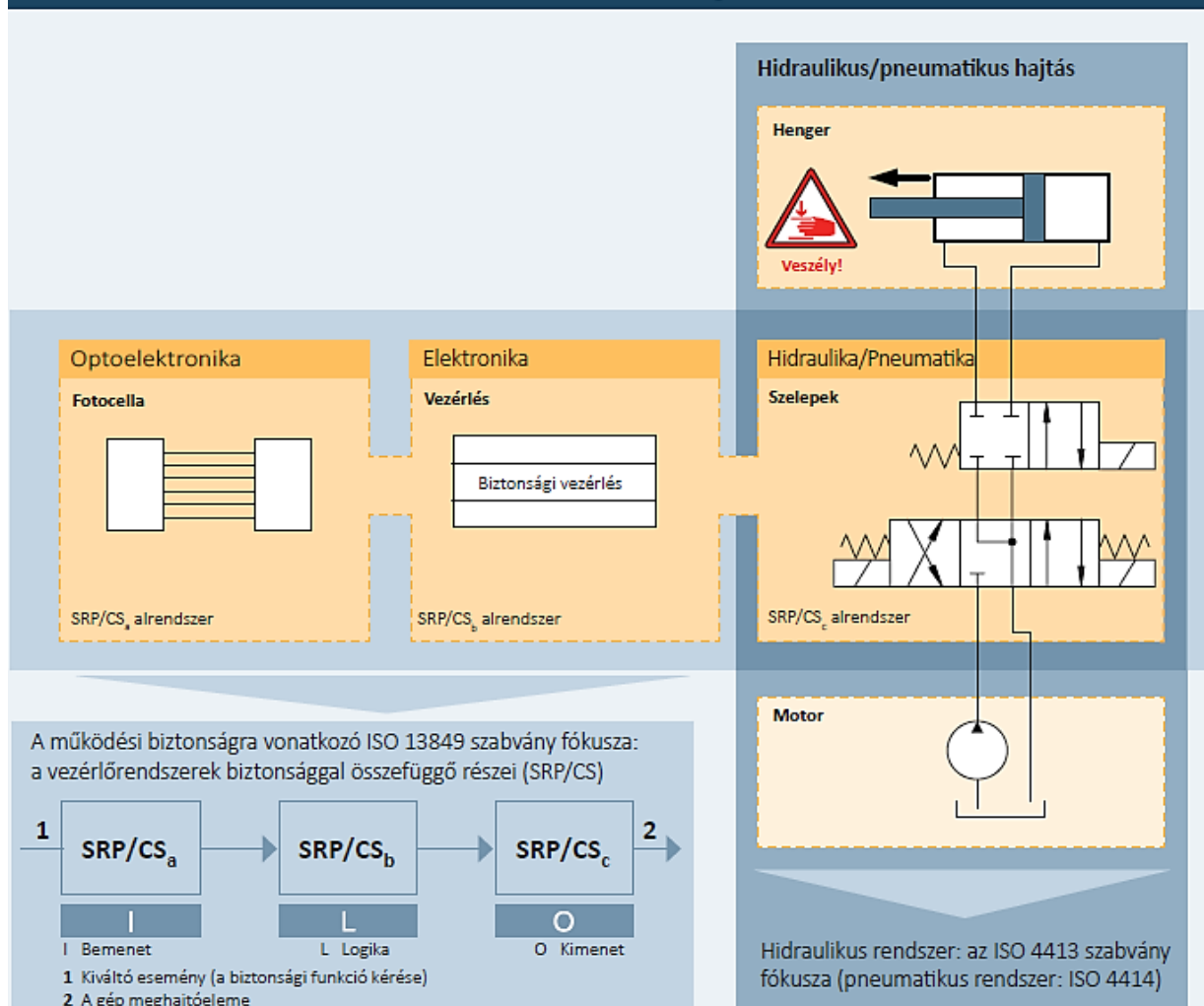
Ennek során elméletileg a „C” típusú szabvány elsőbbséget élvez az „A” vagy „B” típusú szabvánnyal szemben, ha a tartalmak eltérnek egymástól vagy ellentmondanak egymásnak.



179. ábra: A szabványok struktúrája a gépekről szóló irányelv átültetésére vonatkozó példákkal

A gépek biztonsági funkcióinak értelmezéséhez az ISO 13849 szabványt célszerű alkalmazni, mivel az valamennyi vezérlési technológiát (mechanikus, villamos, pneumatikus és hidraulikus) tartalmazza.

Vezérlőrendszer: több alrendszer összjátéka



180. ábra: Fókuszban a vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei (SRP/CS)

6.3 A GÉPBIZTONSÁG MEGHATÁROZÁSÁNAK LÉPÉSEI

A gépbiztonság meghatározása a mechatronikai rendszerekben az alábbi 10 lépésben történik meg:

1. kockázatértékelés (ez a gépbiztonság alapja),
2. a biztonsági funkciók azonosítása (ISO 13849 szabvány szerint),
3. teljesítményszint – PLr – meghatározása,
4. kategóriák kiválasztása,
5. biztonsági funkciók modellezése blokkdiagramban,

6. hibák és diagnosztika a biztonsági funkcióra vonatkozóan,
7. a teljesítményszint– PL – meghatározása,
8. a vezérlés robusztusságának értékelése – hibamegelőzés,
9. szoftver követelmények vizsgálata,
10. ellenőrzés és validálás.

Az egyes lépések konkrét megvalósítási folyamatát a gépekről szóló 2006/42/EK irányelvben rögzített szabványok tartalmazzák.

7 TESZTKÉRDÉSEK

1. Melyik meghatározás írja le a szlip fogalmát?
 - a) Az M_A indítónyomaték és az M_S völgynyomaték közötti különbséget jelenti
 - b) A forgómező n_s fordulatszáma és a forgórész n fordulatszáma közötti különbséget jelenti
2. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?
 - a) Az abszolút forgásjeladónak szüksége van inicializáló menetre tápfeszültség
 - b) bekapcsolásakor
 - c) A növekményes (inkrementális) jeladók elvesztik az információt, ha elmegey a tápfeszültségük
3. Melyik állítás igaz a PLC felhasználói programjának tárolására?
 - a) A felhasználói program a betöltő tárolóban és a dinamikus munkatárolóban egyaránt megtalálható
 - b) A munkatároló egy EPROM memória
4. Melyik állítás igaz az AS - interfész és működési elve?
 - a) Az AS – interfész kizárólag a szenzorok jeleit fogadja

- b) Az AS – interfész a PLC központi egysége
 - c) Az AS - interfész egy nyitott rendszer, amely kompatibilis minden, elterjedt terepibusz rendszerrel
5. Melyik megfogalmazás jellemző az impulzusszelepekre?
- a) Impulzusszelepeknek nincs definiált alaphelyzetük
 - b) Impulzusszelepek is rendelkeznek definiált alaphelyzettel
6. Melyik állítás igaz az áramlásirányító szelepekre?
- a) Az áramlásirányító szelepek a munkahengereknél korlátozzák a nyomásértéket
 - b) Az áramlásirányító szelepekkel tudjuk beállítani egy pneumatikus hajtás sebességét
 - c) A VAGY szelep egy áramlásirányító szelepek
7. Melyik megfogalmazás jellemzi a nyomásszabályozó szelepet?
- a) A nyomásszabályozó szelep korlátozza a pneumatikus rendszer levegőfogyasztását
 - b) Nyomásszabályozó szeleppel a primer nyomástól független, állandó szekunder nyomás állítható be
 - c) A nyomásszabályozó szelep lehetővé teszi a pneumatikus rendszer lágyindítását
8. Melyik a helyes állítás?
- a) A végálláskapcsoló a mechanikai energiát nyomásjellé alakítja
 - b) A végálláskapcsoló a mechanikai energiát elektromos jellé alakítja
9. Melyik megfogalmazás igaz a záró kontaktusra?
- a) A záró kontaktus alaphelyzetben nyitott, működtetéskor zár

b) A záró kontaktus alaphelyzetben zárt, működtetéskor nyit

10. Melyik a pontosabb lineáris hajtás az alábbiak közül?

- a) A fogasléces hajtás
- b) A golyósorsos hajtás
- c) A fogazott szíjhajtás

11. Egy induktív érzékelőt milyen anyagok érzékelésére használunk?

- a) Fém
- b) Bármilyen anyag
- c) Műanyag

12. Melyik meghatározás igaz az ultrahang érzékelőkre?

- a) Csak folyadékok érzékelésére alkalmas
- b) Tárgy független anyagészlelésre alkalmas

13. Hány lépésből áll gépbiztonság meghatározása a mechatronikai rendszerekben?

- a) 3
- b) 7
- c) 10

8 ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Decentralizált intelligens hajtástechnika	6
2. ábra: Változtatható fordulatszámú hajtás működési elve	6
3. ábra: Változtatható fordulatszámú hajtás: a) egyenáram; b) váltóáram	7
4. ábra: Energiaátalakítás a) Motoros üzem; b) Generátoros üzem	7
5. ábra: Erők keletkezése és forgatónyomaték a forgórészen	8
6. ábra: Az M forgatónyomaték keletkezése	8
7. ábra: Villanymotor teljesítményfolyama.....	9
8. ábra: Háromfázisú rövidre zárt forgórészű motor; Csúszógyűrűs forgórész	10
9. ábra: Aszinkronmotor nyomaték-jelleggörbéje	11
10. ábra: Egyfázisú váltóáramú motor	12
11. ábra: Nyomaték jelleggörbe/kondenzátoros motor	13
12. ábra: Egyenáramú motor felépítés	14
13. ábra: Egy egyenáramú motor forgórésze.....	14
14. ábra: A frekvenciaváltó elvi kapcsolása.....	16
15. ábra: a) vezérlés nélküli hídegyenirányító b) pulzáló egyenfeszültség Udi	17
16. ábra: a) feszültségváltó b) áramváltó.....	17
17. ábra: Szerszámgép szervo hajtással az előtoláshoz	19
18. ábra: Egy szervo hajtás tömbvázlata	19
19. ábra: Egy szervo rendszer mechanikája és elektronikája.....	20
20. ábra: Visszatápláló fékezés, szervo hajtás	20
21. ábra: A szinkronmotor elvi felépítése	21
22. ábra: Szinkronmotor terhelési szöge	22
23. ábra: A forgatónyomaték alakulása a terhelési szög függvényében	22
24. ábra: A léptető hajtás sematikus ábrázolása	23
25. ábra: Léptető hibrid motor	23
26. ábra: A léptető hajtás vázlatos felépítése	24
27. ábra: Az állórész mágneses mezejének létrehozása	24
28. ábra: Az állórész mágneses mezejének pólusfordítása.....	25
29. ábra: Unipoláris, 2-ágú léptetőmotor; jobbra forgás; féllépéses üzem.....	25

30. ábra: Unipoláris, 2-ágú léptetőmotor; balra forgás; féllépéses üzem	25
31. ábra: Lépésmotor csatlakoztatása 4, 5, 6 vagy 8 csatlakozókábellel	26
32. ábra: A külső forgórészes motor aktív alkatrészei	28
33. ábra: Külső forgórész – metszetrajz	28
34. ábra: A belső forgórészes motor aktív alkatrészei	28
35. ábra: Belső forgórész – metszetrajz	28
36. ábra: A forgórész helyzetének érzékelése Hall-érzékelővel; impulzusdiagram	29
37. ábra: Forgásjeladó felépítése	31
38. ábra: Növekményes forgásjeladó	32
39. ábra: Abszolút forgásjeladó sávjai	33
40. ábra: Gray-kódos kódtárcsa	33
41. ábra: A PLC vezérlő struktúrája	35
42. ábra: Kompakt PLC elvi felépítése	35
43. ábra: Moduláris PLC elvi felépítései	36
44. ábra: A PLC CPU egységének tartományai	37
45. ábra: PLC bemeneti modulja	38
46. ábra: PLC kimeneti modulja	38
47. ábra: AS-interfész struktúrája	42
48. ábra: Vezérelt és szabályozott pneumatikus rendszer	45
49. ábra: Az 5/2-es útszelep megnevezése és működése	47
50. ábra: Működtetési módok	48
51. ábra: Különböző útszelepek	48
52. ábra: Kompresszorok és működési módjuk	50
53. ábra: Sűrítettlevegő-elosztás	51
54. ábra: Levegő előkészítő egység	51
55. ábra: Kétszeres működésű munkahenger	52
56. ábra: Pneumatikus megfogó	53
57. ábra: Egyszeres működésű munkahenger	53
58. ábra: Példák pneumatikus munkahengerek rögzítési módjai	54
59. ábra: Többállású henger	54

60. ábra: Lengő hajtás	55
61. ábra: Forgató munkahenger.....	55
62. ábra: Golyós ülésű szelep	56
63. ábra: Tányéros ülésű szelep	56
64. ábra: 5/2-es bistabil tolattyús útszelep.....	56
65. ábra: 5/2-es bistabil úszótányéros ülésű szelep.....	57
66. ábra: Az elővezérlési elv	57
67. ábra: Visszacsapószelep	58
68. ábra: Logikai szelepek.....	59
69. ábra: Gyorszellőztető szelep.....	59
70. ábra: Fojtó-visszacsapó szelep	60
71. ábra: Időkésleltető szelep	60
72. ábra: Nyomásszabályozó szelep.....	61
73. ábra: Nyomáskapcsoló szelep	61
74. ábra: Egyszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése.....	62
75. ábra: Egyszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése	63
76. ábra: Kétszeres működésű munkahenger közvetlen vezérlése	63
77. ábra: Kétszeres működésű munkahenger közvetett vezérlése	65
78. ábra: Sajtoló készülék.....	66
79. ábra: Bemeneti és kimeneti fojtás	66
80. ábra: Villamos jelbeviteli elemek	67
81. ábra: Végálláskapcsoló	68
82. ábra: Nyomáskapcsoló	68
83. ábra: Mágneses közelítés kapcsoló (Reed érintkező)	68
84. ábra: Relé.....	69
85. ábra: Mágneskapcsoló.....	70
86. ábra: Elektromágneses működtetés	71
87. ábra: Elővezérlés szelepeknél.....	71
88. ábra: 3/2-es mágnesszelep, rugóvisszatérítés, elővezérelt	72
89. ábra: 5/2-es mágnesszelep, elővezérelt rugóvisszatérítéses.....	72

90. ábra: Elővezérléses 5/2-es mágneses impulzusszelep	73
91. ábra: Elővezérléses 5/3-as mágnesszelep	73
92. ábra: Egyszeres működésű munkahenger 3/2-es rugóvisszatérítéses mágnesszeleppel	75
93. ábra: Kétszeres működésű munkahenger monostabil szeleppel működtetve	75
94. ábra: Kétszeres működésű munkahenger bistabil szeleppel működtetve	75
95. ábra: Kétszeres működésű munkahenger, 5/3-as mágnesszeleppel működtetve	76
96. ábra: A sebesség befolyásolása	76
97. ábra: Törlő és beíró öntartás	77
98. ábra: Vákuumejektör	79
99. ábra: Ejektör belépő levegő vezérléssel	79
100. ábra: Ejektörök belépő levegő vezérléssel és kilökő impulzussal	79
101. ábra: Ejektörök levegőmeztakarító automatikával	80
102. ábra: Ejektör kapcsolási lehetőségei szívásra és kilökésre	80
103. ábra: Szűrő, ejektor poros környezetben történő beszívásnál	81
104. ábra: PIE - átalakító az ejektor vákuum lekérdezéséhez	81
105. ábra: Megfogási elrendezések	82
106. ábra: Teleszkopós (harmonikás) tapadókorongok	83
107. ábra: Elektropneumatikus kapcsolási rajz a DIN ISO 1219-2:1995 és IEC 81346-2:2009 szerint	84
108. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz az ISO 1219-2:2012 szerint	85
109. ábra: Elektropneumatikus kapcsolási rajz az ISO 1219-2:2012 és az IEC 81346-2:2009 szerint	85
110. ábra: Pneumatikus kapcsolási rajz az IEC 81346-2 szerint	86
111. ábra: Elektropneumatikus automata, félautomata működtetési rajz az IEC 81346-2 szerint	86
112. ábra: Egyszerűsített állapotdiagramja kettő hengeres folyamatra	87
113. ábra: Egy mechatronikai rendszer funkcionális egységei	88
114. ábra: Állótengelyek és forgótengelyek	89
115. ábra: Erőkar típusok	89

116. ábra: Lépcsős forgótengely	90
117. ábra: Könyökös tengely	91
118. ábra: Idomtengely	91
119. ábra: Hajlékony tengely.....	91
120. ábra: Funkcionális egység: villanymotor	92
121. ábra: Sűrített levegős motor	92
122. ábra: Funkcionális egység: pneumatikus munkahenger és hidromotor	93
123. ábra: Funkcionális egység: pneumatikus munkahenger és hidromotor 2.	93
124. ábra: Lineáris hajtású megmunkáló állomás.....	94
125. ábra: Golyósorsós hajtás	95
126. ábra: Fogasléces hajtás	95
127. ábra: Fogasszík hatás.....	96
128. ábra: Szíjfeszítők.....	97
129. ábra: Ékszíjtípusok.....	97
130. ábra: Lánchajtás	98
131. ábra: Büttykös hajtás	99
132. ábra: Büttykös hajtás ciklikus szereléskor	99
133. ábra: Tengelykapcsolók osztályozása	100
134. ábra: Tárcsás tengelykapcsoló	100
135. ábra: Fogazott tengelykapcsoló	100
136. ábra: Fémharmonikás tengelykapcsoló	101
137. ábra: Körmös tengelykapcsoló	102
138. ábra: Törőcsapos tengelykapcsoló	102
139. ábra: Csúszó tengelykapcsoló	103
140. ábra: Szabadonfutó kerékagy.....	103
141. ábra: Passzív mérőérzékelő, nyúlásmérő bélyeg	105
142. ábra: Aktív mérőérzékelő, hőelem.....	106
143. ábra: Érzékelő felépítése	106
144. ábra: Végálláskapcsoló	109
145. ábra: Tokozott kivitel, különféle működtető elemekkel	110

146. ábra: Alkalmazási példa végálláskapcsolóra	110
147. ábra: Résérzékelős fordulatszám-mérés	111
148. ábra: Az induktív érzékelő működési elve.....	111
149. ábra: Kapcsolási távolság induktív érzékelőnél.....	112
150. ábra: Automatikus gyártósor felügyelete	114
151. ábra: Alkalmazás munkadarab pozicionáláshoz.....	114
152. ábra: Mágneses-induktív érzékelők alkalmazása.....	115
153. ábra: Kapacitív érzékelő felépítése	116
154. ábra: Kapacitásváltozás az s függvényében	117
155. ábra: Ultrahangos szenzor érzékelési tartománya.....	119
156. ábra: Adóimpulzus és visszhang, futási idő.....	121
157. ábra: Egyirányú ultrahangos sorompó	121
158. ábra: Reflexiós ultrahangos sorompó	122
159. ábra: Reflexiós ultrahangos kapcsoló.....	122
160. ábra: Analógjel-kimenetű érzékelő, áramkimenettel	123
161. ábra: Ultrahangos érzékelő határszögei	123
162. ábra: Optikai érzékelők fajtái	124
163. ábra: Fényvisszaverődés típusai.....	124
164. ábra: Fénytörés	125
165. ábra: Teljes visszaverődés	125
166. ábra: Ultrahangos szenzor polarizációja	125
167. ábra: Egyirányú fény sorompó	126
168. ábra: Reflexiós fény sorompó	126
169. ábra: Polárszűrős reflexiós fény sorompó.....	127
170. ábra: Reflexiós fénykapcsoló.....	128
171. ábra: Háromszögletes eljárás.....	128
172. ábra: Fényvezető érzékelő.....	129
173. ábra: Fényvezető keresztmetszete	129
174. ábra: Fényvezető szál felépítése; teljes visszaverődés	129
175. ábra: Fény visszaverődése fényvezetőben.....	130

176. ábra: Optikai szenzor érzékelési tartománya.....	133
177. ábra: A gépek biztonságára vonatkozó, harmonizált követelmények az európai piacon	135
178. ábra: CE-jelölés.....	138
179. ábra: A szabványok struktúrája a gépekről szóló irányelv átültetésére vonatkozó példákkal	139
180. ábra: Fókuszban a vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei (SRP/CS).....	140

9 TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Folyamatváltozók átalakítása	105
2. táblázat: Bináris érzékelők áttekintése	109
3. táblázat: Csökkentési tényezők	118
4. táblázat: Világosra záró kapcsolás kimeneti viselkedése	131
5. táblázat: Sötétre záró kapcsolás kimeneti viselkedése	131

10 FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Gerhard Lämmlin, Otto Spielvogel, Walter Eichler, Philipp Schott, Hans Hebel, Carsten Sartor, Ulrich Winter, Eckhard Thiele, Alexander Scheib (2019). Fachkunde Mechatronik. Europa Lehrmittel
2. Bosch Rexroth Industry szakmai dokumentumai