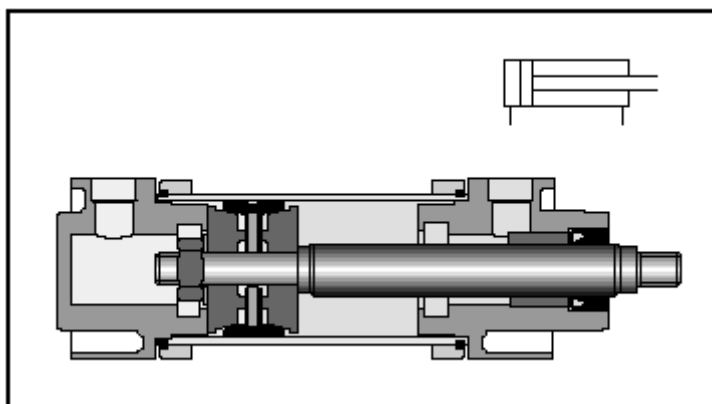


BEVEZETÉS A PNEUMATIKÁBA



FESTO
DIDACTIC

1. Bevezetés

1.1. A pneumatika fejlődése

A sűrített levegő kimutathatóan a legrégebb energiaforma, melyet az ember ismert és saját teljesítményének fokozására felhasznált. A levegőnek, mint közegnek a tudatos felhasználása és a vele való többé-kevésbé tudatos munkavégzés már évezredek óta megfigyelhető. Az első, akiről biztos tudomásunk van, a görög KTESIBIOS volt, aki a sűrített levegőt, mint munkavégző közeget alkalmazta. Kétezer évvel ezelőtt Ő készített egy sűrített levegővel működő katapultot. Az első könyv, mely a levegőnek, mint energiahordozónak az alkalmazásáról ír, az i.e. első században jelent meg, és olyan készüléket ismertet, melyet meleg levegő működtetett.

A „Pneuma” kifejezés a régi görögöktől ered, ezt a kifejezést használták a lélegzetvétellel, a szélre, és a filozófiában a lélekre. A „Pneuma” szóból származik a „Pneumatik” fogalom, mint légmozgások, légfolyamatok tana. Annak ellenére, hogy a pneumatika az emberiség legrégebb ismeretei közé tartozik, az alapjaira és tulajdonságaira vonatkozó szisztematikus kutatásokat csak a múlt században végezték el. Mindössze 1950-től beszélhetünk a gyártástechnikában a pneumatika ipari alkalmazásáról. Néhány alkalmazási területe már korábban is kialakult, így a bányászatban, az építőiparban és a vasútnál (légfékek). A pneumatika világméretű ipari felhasználása azonban csak a munkafolyamatok szükségszerű racionalizálásakor és automatizálásakor indult meg rohamos léptekkel. A kezdeti nehézségek ellenére, melyek az ismeretek és képzés hiányára vezethetők vissza, az alkalmazási területek állandóan bővültek. Ma már a sűrített levegő egyetlen korszerű üzemből sem hiányozhat. A pneumatikus berendezéseket a legkülönbözőbb ipari célokra alkalmazzák.

1.2. A sűrített levegő tulajdonságai

A pneumatika meglepően rövid idő alatt elterjedt az ipari alkalmazás területein. Ennek alapvető oka, hogy vannak olyan gépesítési és automatizálási feladatok, melyek más energiahordozóval egyszerűen és gazdaságosan nem valósíthatók meg.

A sűrített levegő – mint energiahordozó – legfontosabb pozitív tulajdonságai:

Előfordulás:	A levegő gyakorlatilag mindenhol korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre.
Szállítás:	A sűrített levegő csővezetéken nagy távolságra egyszerűen, könnyen szállítható. Az elhasznált levegő visszavezetésére nincs szükség.
Tárolhatóság:	Egy kompresszornak nem kell állandóan üzemelni ahhoz, hogy a sűrített levegő folyamatosan rendelkezésre álljon. A sűrített levegő tartályban tárolható és onnan elvezethető, illetve tartályokban szállítható.
Hőmérséklettűrés:	A sűrített levegő a hőmérséklet változásokra érzéketlen, ez lehetővé teszi a biztonságos alkalmazását különleges hőmérsékleti viszonyok között is.
Biztonság:	A sűrített levegő robbanás- és tűzbiztos, nincs szükség drága biztonsági berendezések alkalmazására.
Tisztaság:	A sűrített levegő tiszta, tömítetlen vezetékeknél, elemeknél sem tud szennyeződés bekerülni a kiáramló levegő következtében. Erre a tisztaságra nagy szükség van például az élelmiszeriparban, fa-, textil-, és bőriparban.
Felépítés:	A munkavégző elemek felépítése egyszerű és ennek megfelelően olcsó.
Sebesség:	A sűrített levegő áramlási sebessége viszonylag magas, így jelentős munkasebességek elérését teszi lehetővé. (A pneumatikus munkahengerek dugattyúsebessége például 1-2 m/sec nagyságrendű.)
Állíthatóság:	Sűrített levegőnél a sebesség fokozatmentesen vezérelhető, ill. az erő kifejtés fokozatmentesen szabályozható.
Túlterhelhetőség:	A sűrített levegővel működő készülékek meghibásodás veszélye nélkül túlterhelhetők.

Ahhoz, hogy a pneumatika alkalmazási területe pontosan behatárolható legyen, meg kell ismerni negatív tulajdonságait is.

Előkészítés:	A sűrített levegő gondos előkészítést igényel. Az energiahordozó szennyeződést és nedvességet nem tartalmazhat. Ez az elemek élettartamát csökkentené.
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Összenyomhatóság:	A sűrített levegővel működő hengerekkel nem lehet terhelés-független, egyenletes, ill. állandó dugattyúsebességet biztosítani.
Erőkifejtés:	A sűrített levegő csak egy meghatározott erőkifejtésig gazdaságos. Normál üzemi nyomás (700 kPa, 7bar esetén) a lökettől és a dugattyúsebességtől függően, a határterhelés 20 000-30 000 N, 2000-3000 kp körüli érték.
Kipufogás:	A kipufogó levegő zajos. Napjainkra a kifejlesztett hangtompító anyagok ezt a problémát nagyrészt kiküszöbölték.
Költségek:	A sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó. A magas energiaköltségek nagy részben olcsó elemekkel és nagy teljesítménnyel (működési sebesség) kompenzálhatók.

1.3. Pneumatikus berendezések gazdaságossága

A fokozódó gépesítés és automatizálás következtében az emberi munka kiváltásához előtérbe került a pneumatika ipari alkalmazása is.

Például: csomagok átrakása, emelők működtetése, alkatrészek szállítása, stb.

Annak ellenére, hogy a sűrített levegő viszonylag drága energiahordozó, alkalmazása számos előnnyel jár. A sűrített levegő előállítása és tárolása, valamint a különböző gépekhez, készülékekhez történő elosztása nagy költségráfordítást igényel. Ez gyakran ahhoz a megállapításhoz vezethet, hogy a pneumatika ipari alkalmazása költséges megoldás. Ez az egyoldalú szemlélet azonban csak az energia költségeit veti össze, figyelmen kívül hagyja a berendezések beruházási és üzemeltetési ráfordításait, a bérköltségek alakulását. Közelebbről megvizsgálva megállapítható, hogy egy berendezés összráfordításának általában csak csekély részét teszi ki az energia költsége.

Alapmennyiségek

Fizikai mennyiség	Jelölés	Egységek és jelölések	
		Technikai mértékrendszer	SI mértékrendszer
Hosszúság	l	méter (m)	méter (m)
Tömeg	m	$\frac{\text{kp} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$	kilogramm (kg)
Idő	t	másodperc (s)	másodperc (s)
Hőmérséklet	T	Celsius fok ($^{\circ}\text{C}$)	kelvin (K)
Áramerősség	I	amper (A)	amper (A)
Fényerősség	I		kandela (cd)
Anyagmennyiség	n		mól (mol)

Származtatott mennyiségek

Fizikai mennyiség	Jelölés	Egységek és jelölések	
		Technikai mértékrendszer	SI mértékrendszer
Erő	F	kilopond (kp)	newton (N) $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$
Felület	A	négyzetméter (m ²)	négyzetméter (m ²)
Térfogat	V	köbméter (m ³)	köbméter (m ³)
Térfogatáram	V(Q)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Nyomás	p	atmoszféra (at) (kp/cm ²)	pascal (Pa) 1 Pa = 1 N/m ² bar (bar) 1 bar = 10 ⁵ Pa = 100 kPa

A technikai- és nemzetközi mértékrendszer közötti kapcsolatot a Newton-törvény képezi:

Erő = Tömeg · Gyorsulás

$F = m \cdot a$, ahol „a” helyére a nehézségi gyorsulás (gravitációs állandó)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ kerül.

A bevezetett értékekre, a két mértékrendszer között, a következő átszámítások érvényesek:

$$\text{Tömeg} \quad 1 \text{ kg} = \frac{1}{9,81} \frac{\text{kps}^2}{\text{m}}$$

Erő

$$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$$

Közelítő számításoknál használható $1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$

Hőmérséklet

Hőmérsékletkülönbség: $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K (Kelvin)}$

Nullapont: $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K (Kelvin)}$

Nyomás

Az összeállításban közölt nyomásegységeken kívül („at” a technikai mértékrendszerben, valamint „bar” és „Pascal” az SI rendszerben) további egységeket is használva a nyomás meghatározására. A teljes áttekintés elősegítése érdekében ezeket is ismertetjük.

1. Atmoszféra, at

(abszolút nyomás technikai mértékrendszerben)

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar} \quad (9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}) \quad (98,1 \text{ kPa})$$

2. Pascal, Pa

(abszolút nyomás SI rendszerben)

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ at}$$

3. Fizikai atmoszféra, atm

(abszolút nyomás fizikai mértékrendszerben)

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ at} = 1,013 \text{ bar} \quad (101,3 \text{ kPa})$$

4. Vízoszlop mm, mm v.o.

$$10\,000 \text{ mm v.o.} = 1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar} \quad (98,1 \text{ kPa})$$

5. Higanyszlop mm, Hgmm

(megfelel a „torr” nyomásegységnek)

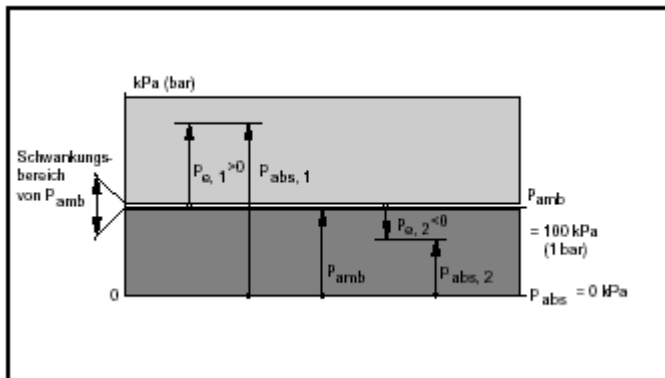
$$1 \text{ Hgmm} = 1 \text{ torr}$$

$$1 \text{ at} = 736 \text{ torr}, \quad 100 \text{ kPa} \quad (1 \text{ bar}) = 750 \text{ torr}.$$

Mindezekre a földön lévő atmoszférikus nyomás befolyást gyakorol, mely a definíciókban nem érzékelhető. Figyelembe lehet venni a mindenkori atmoszférikus nyomást P_{amb} jelöléssel, mint vonatkoztatási pontot, illetve az ettől való eltérést P_e jelöléssel, mint túlnyomásértéket.

Az alábbi ábra a fentieket szemlélteti.

3. ábra



A légköri nyomás nem mindenütt azonos.

Változik a geográfiai helyzetnek és az időjárásnak megfelelően. Az abszolút nulla nyomástól a változó légköri nyomásig terjedő tartományt vákuumnak ($-P_e$), az e feletti tartományt túlnyomásnak ($+P_e$) nevezzük. Az abszolút nyomás P_{abs} a ($-P_e$) és ($+P_e$) nyomásértékekből tevődik össze. A gyakorlatban alkalmazott mérőműszerek csak a túlnyomást ($+P_e$) mutatják.

A P_{abs} nyomás megadása esetén a mutatott értékek közelítőleg 100 kPa (1 bar) értékkel nagyobbak.

Az összefoglalt alapmennyiségek ismeretében a levegő legfontosabb fizikai törvényszerűségei követhetők.

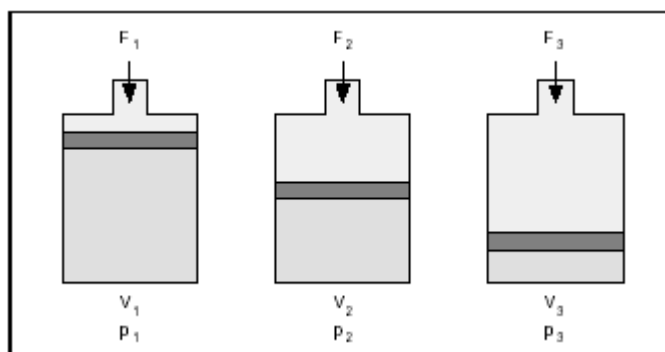
1.4.1. A levegő kompresszibilis, összenyomható

Mint minden gáznemű közegnek, a levegőnek sincs határozott alakja. Formáját a legkisebb hatás megváltoztatja, a levegő felveszi környezetének alakját. A levegő kompresszibilis (összenyomható) ugyanakkor tágulásra is képes, expandál.

Az erre vonatkozó törvényszerűségeket a Boyle-Mariotte törvény tartalmazza. Egy zárt térben lévő levegő térfogata, állandó hőmérséklet esetén, az abszolút nyomással fordítottan arányos. Mely lényegében azt jelenti, hogy egy meghatározott levegőmennyiség abszolút nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{konstans.}$$

A törvényszerűséget az alábbi ábra szemlélteti:



1.4.2. A levegő térfogata hőmérséklet hatására megváltozik

A 273 K hőmérsékletű levegő, állandó nyomáson, 1 K-el melegítve, 1/273 arányban változtatja térfogatát.

Ezt a Gay-Lussac törvény rögzíti:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

V_1 térfogat T_1 hőmérsékleten

V_2 térfogat T_2 hőmérsékleten

A V_2 meghatározása:

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273\text{ °C} + T_1} (T_2 - T_1)$$

Magyarázat:

Normálállapot a DIN 1343 szerint egy normálhőmérsékleten, ill. normálynomáson rögzített állapot folyadékra, ill. gáznemű közegre.

A technikai normál állapot:

Normál levegőhőmérséklet: $T_n = 293,15\text{ K}; \quad t_n = 20\text{ °C}$

Normál nyomás: $P_n = 98066,5\text{ Pa} = 98066,5\text{ N/m}^2 = 0,980665\text{ bar}.$

A fizikai normál állapot:

Normál levegőhőmérséklet: $T_n = 273,15\text{ K}; \quad t_n = 0\text{ °C}$

Normál nyomás: $P_n = 101325\text{ Pa} = 101325\text{ N/m}^2 = 1,013225\text{ bar}.$

1.4.3. Gázok állapotegyenlete

A gázok viselkedésének törvényszerűségeit az általános gáztörvény határozza meg, mely szerint:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{konstant}$$

2. Sűrített levegő előállítása

2.1. Légsűrítő berendezések

A sűrített levegő előállítására légsűrítőket (kompresszorokat alkalmaznak, amelyek az atmoszférikus levegőt a kívánt nyomásértékre sűrítik. A pneumatikus vezérlőrendszerekhez (hajtás, vezérlés) szükséges működtető energiát központi sűrített levegő ellátás biztosítja. Ennek megfelelően az energia-átalakítást – és energiaátvitelt nem kell minden felhasználó berendezésekhez külön megtervezni.

A kompresszorteleptől a sűrített levegő csővezetéken jut el a felhasználóig. Mobil kompresszorokat az építőiparban vagy helyüket gyakran változtató gépeknél alkalmaznak.

A kompresszortelep- és léghálózat tervezésekor célszerű figyelembe venni, az adott felhasználókon túlmenően a későbbiekben beszerzésre kerülő berendezéseket is. Mindig jobb, ha az energiaellátás tartalékokkal rendelkezik, mint később megállapítani azt, hogy túlterhelt. Egy kompresszortelep bővítése mindig jelentős költségkihatású.

Nagyon fontos a sűrített levegő tisztasága. Ez biztosítja a berendezések hosszú élettartamát. Ügyelni kell a különféle légsűrítők helyes alkalmazására is.

2.2. Kompresszorok típusai

A megfelelő kompresszor megválasztása az üzemi körülmények, a szükséges üzemi nyomás, valamint a szállítandó levegőmennyiség alapján történik.

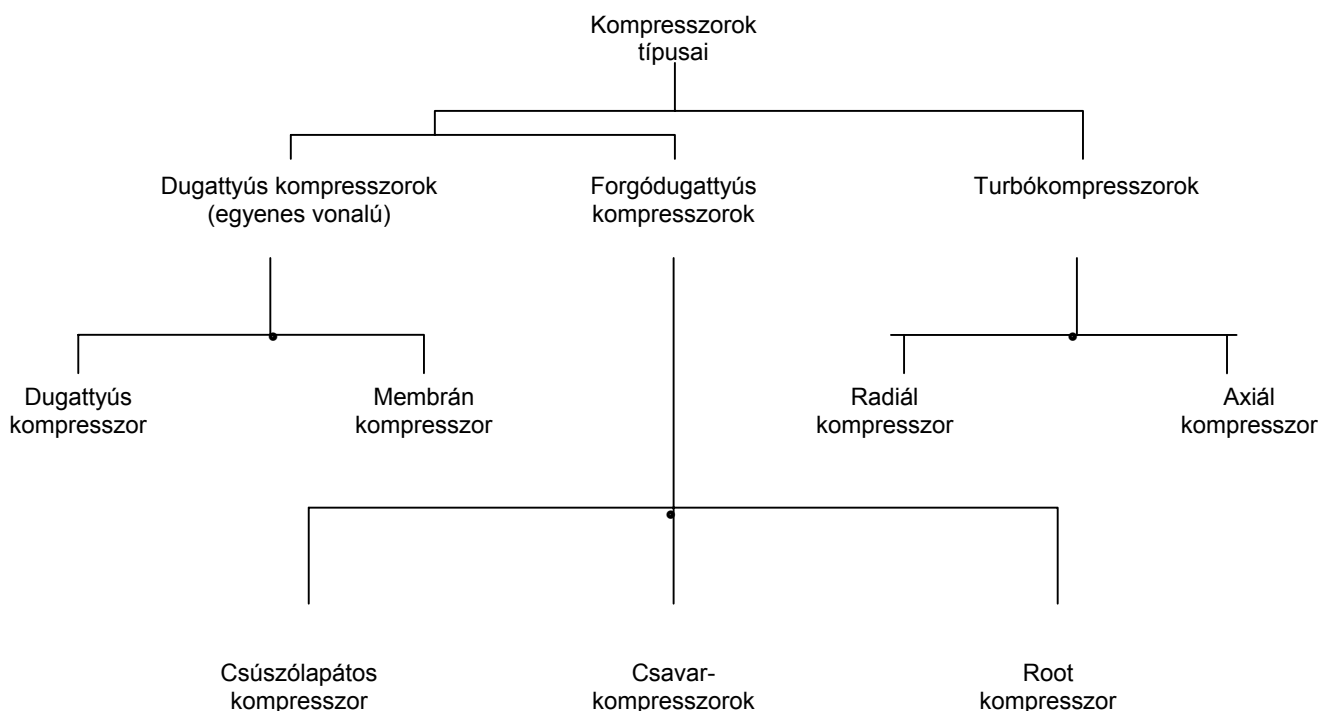
Működési elv alapján kétféle kompresszortípust különböztethetünk meg:

- Térfogatkiszorítással működő kompresszorok.

A levegőt a zárt térben, térfogatcsökkentéssel sűrítik. Ezek lényegében a dugattyús kompresszorok (egyenest, forgódugattyús, ill. forgódugattyús).

- Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok.

A levegőt egyik oldalon szívják, majd azt felgyorsítva sűrítik. Ezek a turbókompresszorok.



2.2.1. Dugattyús kompresszorok

Dugattyús kompresszor (egyenes vonalú mozgású dugattyúval)

Ez a kompresszortípus a legelterjedtebb. Alkalmas kis-, közepes- és nagynyomások előállítására.

Nyomástartomány 100 kPa (1 bar)-tól több ezer kPa-ig terjed.

Nagy nyomások eléréséhez többfokozatú kompresszorokra van szükség. A beszívott levegőt az első fokozat elősűríti, majd közbenső hűtést követően, a következő dugattyú fokozza a sűrítést. A második sűrítőtér térfogata a sűrítési viszonyoknak megfelelően kisebb. A sűrítési folyamat során keletkezett hő hűtéssel kell elvezetni.

Membránkompresszorok

A kompresszoroknak ezt a típusát a dugattyús légsűrítőkhez soroljuk.

A szívó- és nyomóteret a dugattyútól egy membrán választja el, így a sűrített levegő nem kerül érintkezésbe a dugattyútérrel. A levegő tehát olajmentes lesz.

A membránkompresszorok a fentiek alapján előnyösen alkalmazhatók az élelmiszer-, gyógyszer-, valamint vegyiparban.

Forgódugattyús kompresszorok

A forgódugattyús kompresszoroknál, a forgórész elfordulása során relatív térfogatcsökkenés következik be, ezzel megtörténik a levegő sűrítése.

Csúszólapátos kompresszorok

A lapátos kompresszornál egy be- és kimenő csatlakozásokkal ellátott, hengeres házban (sztátor) excentrikusan csapágyazott forgórész (rotor) forog.

A rotorban lévő résekben elhelyezett lapátok, forgás közben növekvő, majd csökkenő térfogatot zárnak be. A cellák növekedésekor történik a levegő beáramlása, csökkenésekor végbemegy a sűrítés.

A lapátokat a forgás közben fellépő centrifugális erő szorítja a sztátor falához. A lapátos kompresszorok előnye a kis beépítési helyszükséglet, az egyenletes (gyakorlatilag lökésmentes) állandó légszállítás.

Két tengelyű csavarkompresszorok

A csavarkompresszor működési elve, hogy két csavarformájú forgórész egymásba nyúló meneteinek kapcsolódó pontjai, forgás közben, axiális irányban továbbhaladnak. A menetek és a kompresszorház közötti térben lévő levegőt ezáltal továbbítják. A forgórészek konvex, ill. konkáv profilú menettel ellátottak, így a szállítás közben a térfogat csökken, megtörténik a sűrítés.

Root kompresszorok

A kompresszor dugattyúi egymással párhuzamos tengely körül forognak a házban. A dugattyúkat fogaskerékpár kapcsolja össze. Az álló ház és a forgórész közé beszívott levegőt a forgódugattyú kompresszió nélkül szállítja a szívócsonktól a nyomócsonkig. A szívó- és nyomóoldal elválasztását a dugattyú élek biztosítják.

2.2.2. Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok

Az áramlásdinamikai elven működő légsűrítőket főleg nagy légszállításnál célszerű alkalmazni. Készülnek axiális és radiális átömlésű kivitelben.

A levegőt egy vagy több turbinakerék hatása hozza mozgásba. Az áramlás során megnövekedett kinematikus energia nyomási energiává alakul át.

2.3. Légekompreszorok megválasztásának szempontjai

2.3.1. Szállított mennyiség

A kompresszor által szállított levegőmennyiség meghatározásánál két esetet különböztetünk meg.

Ezek:

- Elméleti légszállítás
- Tényleges légszállítás

Dugattyús kompresszoroknál az elméleti légszállítás a mindenkori lökettérfogat és fordulatszám szorzataként határozható meg.

A tényleges légszállítás függ a kompresszor típusától, volumetrikus veszteségétől, valamint az üzemi nyomástól.

Üzemeltetés szempontjából csak a valóban rendelkezésre álló, tényleges légszállítás ismerete fontos, mivel ez áll rendelkezésre a sűrített levegővel működő készülékek energiaellátására.

A DIN-szabványban közölt adatok tényleges értékek (pl. DIN 1945). A szállított mennyiségek Nm^3/perc , vagy $\text{Nm}^3/\text{óra}$ egységekben vannak megadva.

2.3.2. Nyomás

A kompresszor által szállított sűrített levegő nyomásának két meghatározása lehetséges.

Üzemi nyomás alatt a kompresszor szállító-, ill. tároló tartályában lévő, valamint a csővezetékben szállított levegő nyomása értendő.

Munkanyomás az a nyomás, amelyre a mindenkori munkahelyen szükség van. A munkanyomás értéke az esetek többségében 600 kPa (6 bar). A pneumatikus elemek üzemi adatait is erre a nyomásértékre adják meg.

Fontos:

Megbízható és pontos működés előfeltétele az állandó nyomás biztosítása.

A nyomásváltozástól függő jellemzők:

- a dugattyúsebesség;
- az erő kifejtés;
- a végrehajtó, vezérlő elemek időbeli működése.

2.3.3. Kompresszorok légszállításának szabályozása

A kompresszorok légszállításának, a mindenkori szükségletekhez történő illesztése, a szállítás szabályozását teszi szükségessé. A szabályozásra több megoldási lehetőség ismeretes, melyek a légszállítást a beállítható minimális és maximális nyomáshatárok között változtatják.

A légszállítás szabályozásának módjai:

Üresjárat szabályozás	Résztermeléses szabályozás	Leállásos szabályozás
a./ Lefúvató szabályozás	a./ Fordulatszám szabályozás	
b./ Elzárásos szabályozás	b./ Szívóoldali fojtásos szabályozás	
c./ Szabályozás a szívószelep nyitásával		

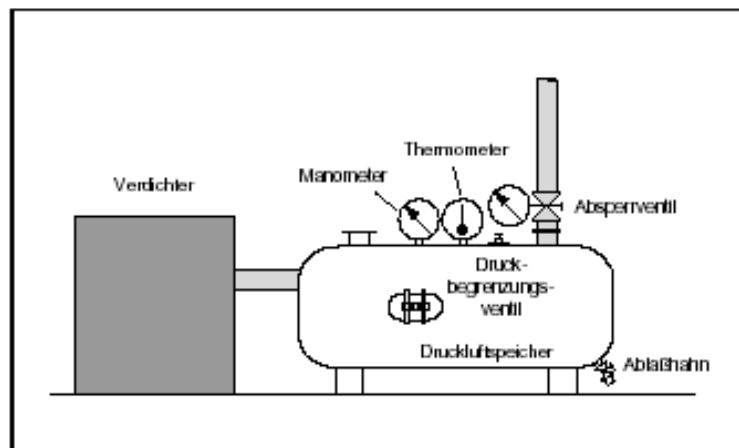
2.3.4. Telepítés

A kompresszort zárt, hangszigeteléssel ellátott helységben kell felállítani. A helyiség legyen jól szellőztethető, a beszívott levegő lehetőleg hideg, pormentes legyen.

2.4. Légtartály

A légtartály feladata az egyenletes levegőellátás biztosítása, továbbá a hálózatban, a felhasználás változása során létrejövő nyomásingadozások kiegyenlítése. A tároló nagy felületéből adódóan a benne lévő sűrített levegő további hűtőhatásnak van kitéve. Ennek következményeként, a levegő nedvességtartalmának egy része, a tartályban víz alakjában lecsapódik.

Légtartály



A légtartály méretét befolyásoló tényezők:

- a kompresszor légszállítása;
- a levegőfelhasználás;
- a hálózat geometriája (járulékos térfogat);
- a szabályozási mód;
- a megengedett hálózati nyomásingadozás.

Légtartály térfogatának meghatározása leállásos szabályozásnál

Példa:

Szállított levegőmennyiség

$$V = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

Kapcsolási szám/óra

$$z = 20$$

Nyomáskülönbség

$$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$$

Tartálytérfogat

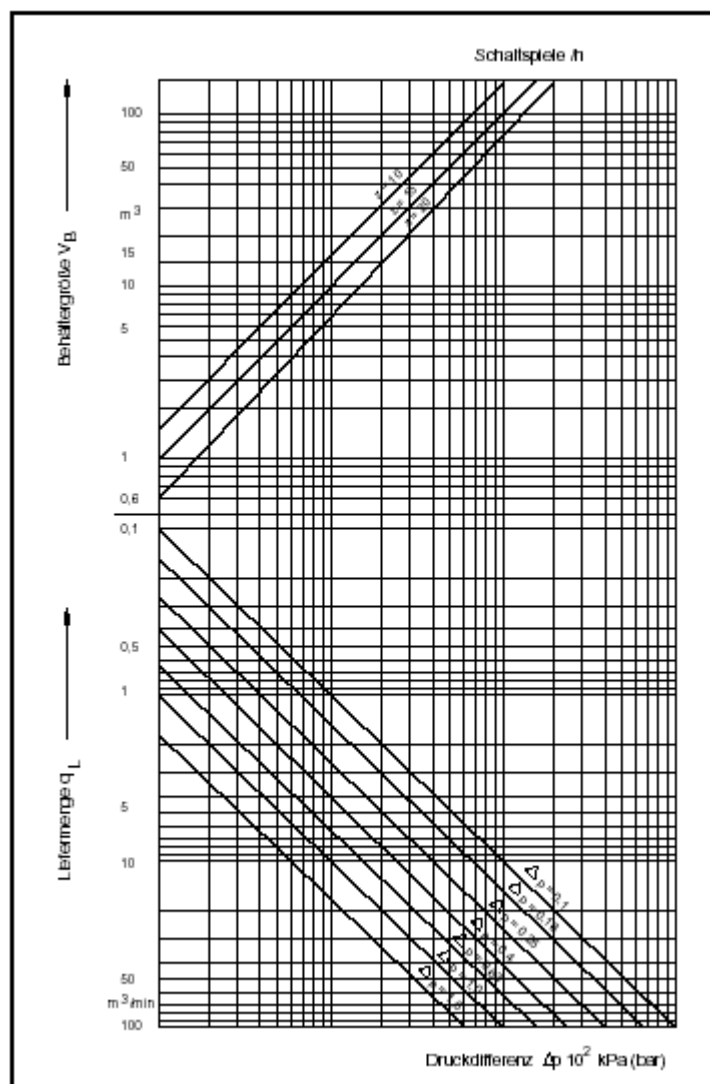
$$V_B = ? \text{ 15 m}^3 \text{ (diagrammból)}$$

Eredmény

Tartálytérfogat

$$V_B = 15 \text{ m}^3$$

Diagram



3. Sűrített levegő szállítása

A növekvő méretű racionalizálás, valamint a gyártóeszközök automatizálásának fokozott igénye egyre nagyobb volumenű levegőellátást igényel az üzemekben. A gépek, készülékek meghatározott mennyiségű levegőigényét a kompresszor csőhálózaton keresztül biztosítja.

A csővezeték geometriáját úgy kell megválasztani, hogy a nyomásesés a légtartálytól a felhasználóig ne lépje túl a 0,1 bar értéket. A nagyobb nyomásvesztés veszélyezteti a rendszer gazdaságosságát és nagymértékben csökkenti a teljesítményt.

A kompresszortelep egy későbbi bővítési lehetőségét már a tervezéskor figyelembe kell venni és a csővezetéknek ennek megfelelően nagyobbra kell méretezni. Nagyobb méretű léghálózat utólagos beépítése ugyanis jelentős költségekkel jár.

3.1. Csővezetékek méretezése

A csővezeték átmérőjének meghatározása az alábbi tényezők figyelembevételével történhet:

- átfutó levegőmennyiség,
- vezetékhossza,
- megengedett nyomásesés,
- vezetékekbe beépített szerelvények (fojtóelemek) száma.

Egyenértékű csőhosszúságok nomogramm értékek alapján tájékoztató értékek 95 mm csőátmérőnél:

6 db	T elágazó (Ø 90 mm)	= 6 · 10,5 m	= 63 m
1 db	elzárószelep (Ø 90 mm)		= 32 m
5 db	ívdarab (Ø 90 mm)	= 5 · 1 m	= 5 m

100 m

Csőhosszúság 280 m

Egyenértékű csőhosszúság 100 m

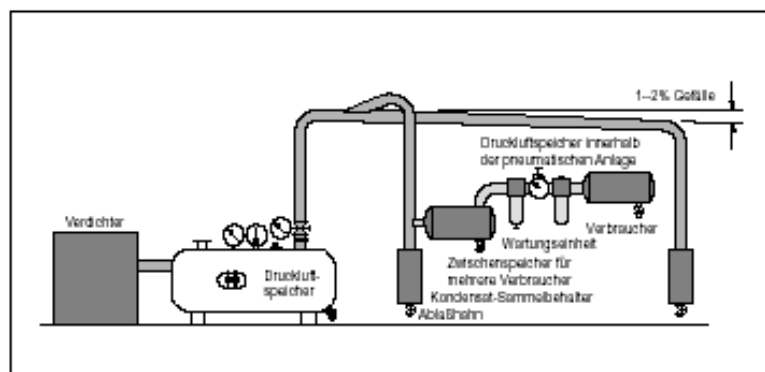
Teljes csőhosszúság 380 m

3.2. Léghálózat kiépítése

Az energiaszállító csővezeték geometriájának meghatározása mellett igen lényeges a léghálózat helyes kialakítása is.

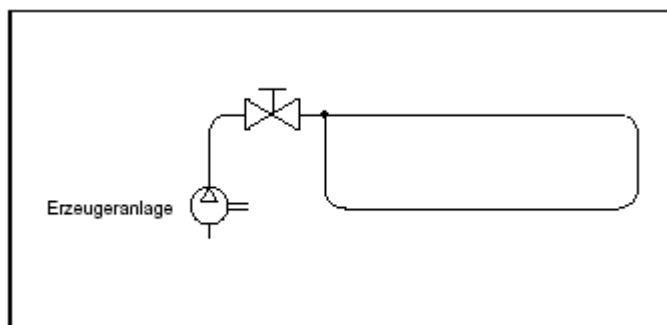
A léghálózat megköveteli a **rendszeres ellenőrzést és karbantartást**, ennél-fogva kerülni kell a falba, vagy aknába történő telepítést. Ebben az esetben ugyanis a csővezetékek szivárgásának ellenőrzése körülményes. Kismértékű tömítetlenségek is jelentős nyomásvesztéseket okozhatnak.

A csővezeték rendszer helyes kialakításánál ügyelni kell arra, hogy a vezetékek 1-2 %-os lejtéssel rendelkezzenek az áramlás irányában.



Így lehetőség van a lecsapódó kondenzvíz lefolyására. A levegőelvételi helyek csatlakoztatásait ennél fogva – horizontális vezetékrendszer esetén – a cső felső részén kell elhelyezni. Ezzel a megoldással elkerülhető, hogy az esetleges kondenzvíz a fővezetékéből, a leágazóvezetéken keresztül a fogyasztóhoz jusson. A fővezeték legmélyebb pontjaira vízgyűjtő edényeket kell elhelyezni, ahonnan az összegyűlt csapadék egy lefúvócsap nyitásával időnként eltávolítható. Ha az üzemi adottságok lehetővé teszik, a fővezetékét célszerű körvezetékként kiépíteni.

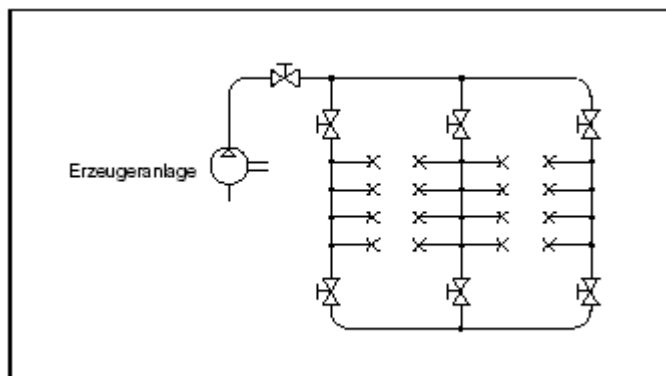
Körvezeték



Ebből a vezetékrendszerből indulnak ki a leágazások a fogyasztókhoz. Ez a kialakítás a lökészerű, nagyobb fogyasztás esetén is egyenletes ellátást tesz lehetővé, mivel ilyenkor két irányból áramlik a fogyasztóhoz a levegő.

Összetett hálózathoz a körvezeték hossz- és keresztirányú átkötései gyakorlatilag tetszőleges helyen biztosítják a fogyasztóhoz történő leágazás lehetőségét.

Összetett hálózat



A beépített zárószелеpek (tolózárak) lehetővé teszik meghatározott vezetékszakaszok lezárását arra az esetre, ha azt nem használják, vagy javítás és karbantartás miatt annak kiiktatása szükséges. Ez a megoldás a tömítettségi vizsgálatok elvégzését is lehetővé teszi.

3.3. Légvezetékek anyagai

3.3.1. Fővezetékek

A csővezetékek anyaga többféle lehet:

- Vörösréz
- Sárgaréz
- Ötvözött acél
- Műanyagcső

Általános követelmény, hogy a csővezetékek legyenek könnyen áthelyezhetők, korrózióállóak. A tartósan felépített vezetékeket célszerű hegesztett, vagy forrasztott kötésekkel készíteni.

Legcélszerűbb **réz**ből, vagy **műanyag**ból készíteni a csővezetékeket. Ezekhez a vezetékekrendszerekhez nagyon jó idomkészlet és csatlakozó készlet tartozik. Ragasztott vagy gyorscsatlakozás szerelés ajánlott.

3.3.2. Pneumatikus berendezések vezetékei

A pneumatikus berendezések vezetékeit ma egyre inkább polietilén és poliamid csövekkel építik ki. Gyorscsatlakozók alkalmazásával könnyen és olcsón szerelhetők.

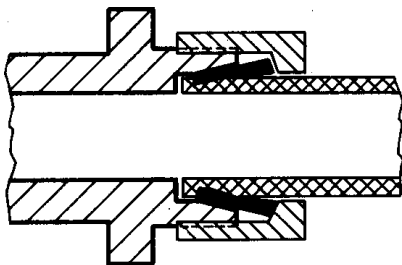
3.4. Vezetékcsatlakozások

3.4.1. Csőcsatlakozók

Főleg acél- és rézcsövekhez az alábbi megoldások alkalmazhatók.

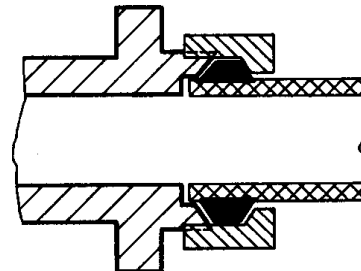
Vágógyűrűs csőcsatlakozás

Ez a kötés többször oldható és
összecsavarozható



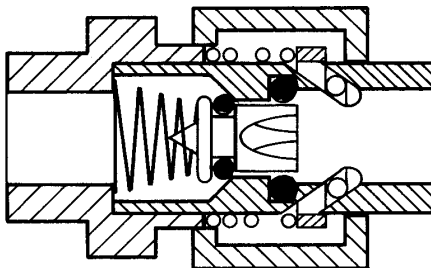
Kúpos-gyűrűs csatlakozás acél- és
rézcsövekhez

Különleges belső gyűrűvel műanyag-
csövekhez is alkalmazható

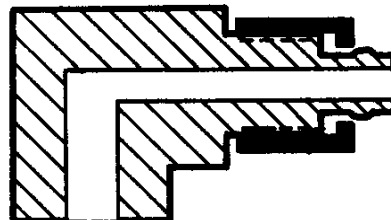


Régebbi konstrukciónál még megtalálható a „duzzasztott gyűrűs” és a „peremezett” csatlakoztatás

Gyorscsatlakozó



Gyorscsavar-kötések műanyagcsövekhez



Csőcsatlakozók



Légálózat kialakításához használt műanyag csövek és csatlakozók



Szerelő szerszámok
Csővágó (merőleges vágási élt biztosít)



Szerelő fogó



Csőbontó QS csatlakozókhoz



Tömítő gyűrű



4. Sűrített levegő előkészítése

4.1. Szennyeződések a sűrített levegőben

A gyakorlatban, a sűrített levegő megfelelő tisztasága fontos követelmény.

A szennyeződés por-, vagy rozsdá, illetve olaj és nedvesség formájában van jelen, mely a pneumatikus berendezések meghibásodásához, az elemek idő előtti tönkremeneteléhez vezethet.

A kondenzvíz durva leválasztását általában az utóhűtőt követően végzik, míg a finomleválasztást és szűrést, valamint a sűrített levegő utókezelését közvetlenül a felhasználási hely előtt oldják meg.

Fokozott figyelmet kell fordítani a levegő nedvességtartalmára. Víz (nedvesség) a kompresszor által beszívott levegővel kerül a léghálózatba. A levegő nedvességtartalma függ annak relatív páratartalmától, melyet a hőmérséklet és az időjárási helyzet befolyásol.

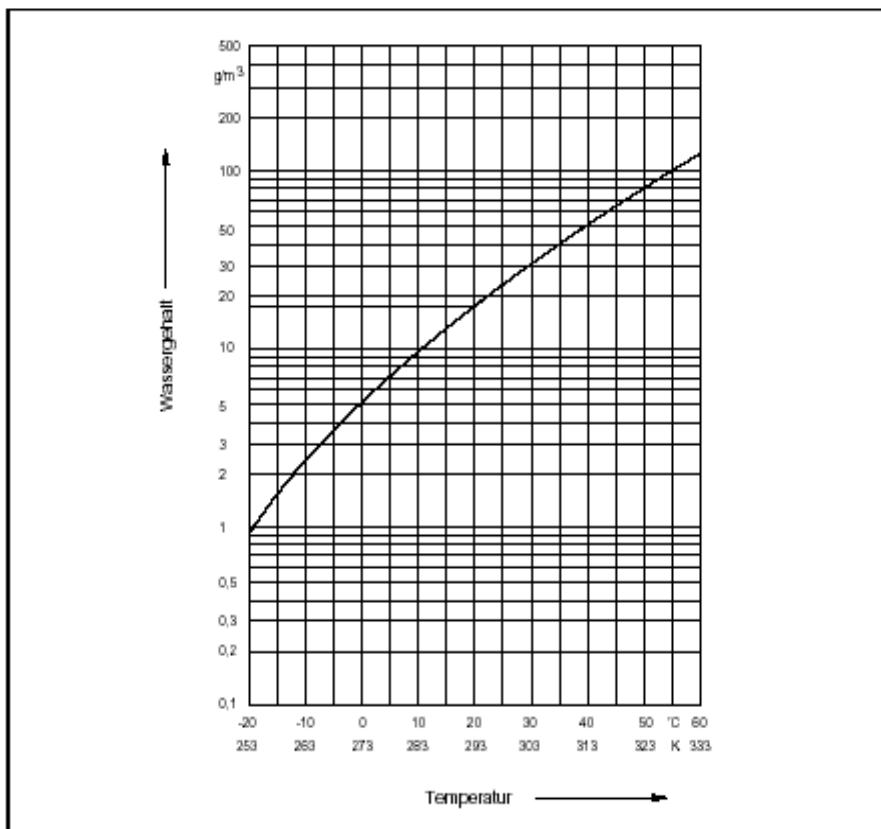
Az **abszolút páratartalom** az 1 m³ levegőben lévő víz mennyiségét adja meg.

A **telítettségi érték** az a legnagyobb vízmennyiség, amelyet 1 m³ levegő az adott hőmérsékleten képes felvenni.

A **relatív páratartalom** maximális 100 % lehet (harmatpont hőmérséklet).

A levegő telítettségi értékét a hőmérséklet függvényében a „Harmatpont Görbe” szemlélteti.

Harmatpont görbe



$$\text{relatív páratartalom} = \frac{\text{abszolút páratartalom}}{\text{telítettségi érték}} \cdot 100 \%$$

Példa:

293 K (20 °C) harmatpontnál 1 m³ levegő víztartalma 17,3 gramm.

A nedvesség csökkentésének lehetőségei:

- A kompresszor szívóoldalán a levegő szűrése;
- Olajmentes kompresszor alkalmazása;
- A sűrített levegő szárítása.

A sűrített levegő szárítási módjai:

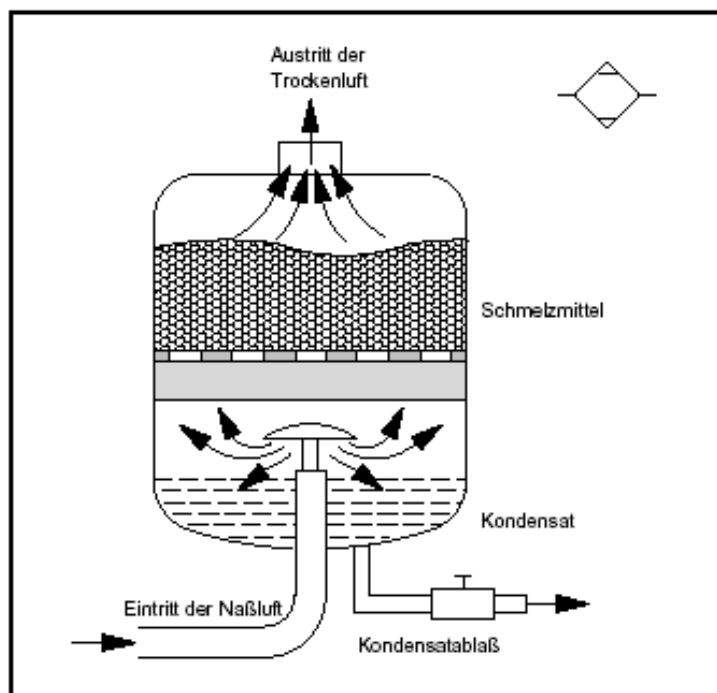
- Abszorpciószárítás;
- Adszorpciószárítás;
- Hűtőszárítás.

Abszorpciószárítás

Az abszorpciószárítás tisztán kémiai eljárás. A sűrített levegőt szárítóanyag rétegen vezetik át. A vizet, illetve vízgőzt a szárítóanyag kémiai úton lekötí, s ezáltal fokozatosan elhasználódik.

A vízzel telített szárítóanyag eltávolításáról gondoskodni kell. Ez kézi, vagy automatikus úton lehetséges.

Abszorpciószárítás



A szárítóanyag idővel elhasználódik, ezért évente 2-4 alkalommal utántöltést és cserét igényel.

Az abszorpciószárító egyidejűleg az olajgőzöket, olajszármazékokat is leválasztja. Nagyobb olajmennyiség káros hatással van a szárítóra, ezért célszerű a szárító elé finomszűrőt felszerelni.

Adszorpciószárítás

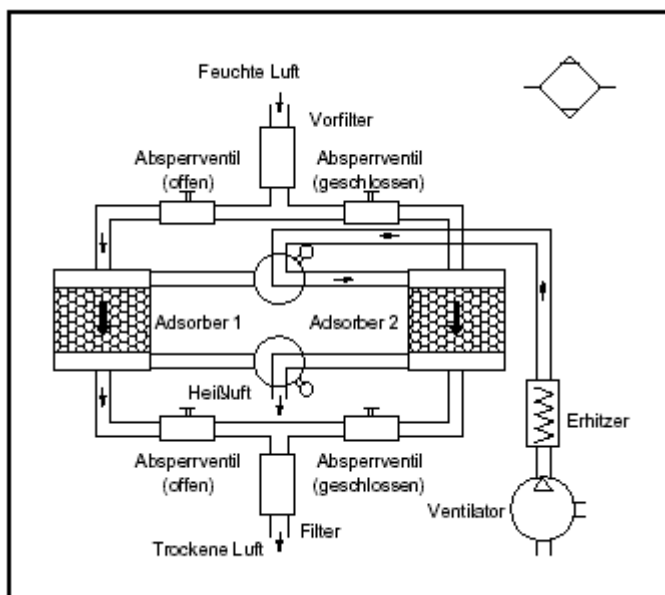
Az adszorpciószárítás fizikai eljárás (adszorpció: az anyag szilárd test felületére rakódik le). A szárítótöltet porózus, nagy felületű anyag, általában 100 % szilíciumdioxid. Ezt az anyagot „gél”-nek nevezik.

A „gél” feladata, hogy a vizet és a vízgőzt adszorbeálja, miközben a nedves levegő a szárítóbetétén átfolyik.

A „gél” lekötőképessége természetesen korlátozott, telítődés után egyszerű művelettel regenerálható.

A töltet kiszárítása felmelegített levegő átfúvatásával történik.

Adsorpciós szárítás



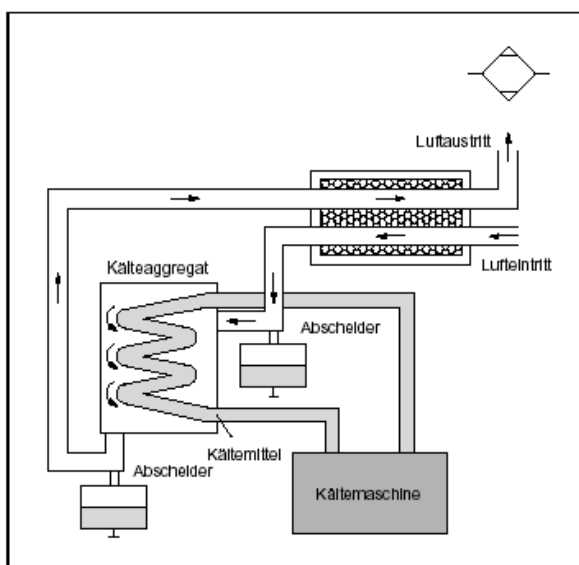
Hűtőszárítás

A hűtőszárító a harmatpont-hőmérsékletre történő hűtés elvén működik. A harmatpont hőmérséklet az a hőmérséklet, melyre a gázt lehűtve, a benne lévő vízgőz kondenzátum formájában lecsapódik.

A szárítandó levegő először a levegő-levegő hőcserélőbe áramlik. A hűtőből jövő hideg száraz levegő előhűti a bejövő meleg levegőt. A lecsapódó olaj- és vízkondenzátumot a hőcserélő a csapadékleválasztóba vezeti. Ez az előhűtött levegő a továbbiakban áramlik a hűtőaggregáton és hőmérséklete kb. 274,7 K (1,7 °C)-ra csökken. Itt megtörténik az olaj- és vízkondenzátum másodlagos leválasztása.

A sűrített levegőt ezután egy finomszűrőn kell átvezetni a maradó szennyeződések leválasztása céljából.

Hűtőszárítás



Példa:

Levegő abszolút páratartalmának szárítása:

Beszívott levegő mennyisége:	$V = 400 \text{ m}^3/\text{h};$
Nyomás:	$p = 800 \text{ kPa (8 bar);}$
Hőmérséklet:	$T = 323 \text{ K (50 } ^\circ\text{C);}$
Relatív páratartalom:	60 %
Abszolút páratartalom:	?

$$\text{relatív páratartalom} = \frac{\text{abszolút páratartalom}}{\text{telítettségi érték}} \cdot 100 \%$$

Példánkban az abszolút páratartalmat keressük.

Rendezve az egyenletet

$$\text{abszolút páratartalom} = \frac{\text{relatív páratartalom} \cdot \text{telítettségi érték}}{100 \%}$$

A harmatpont görbéből 323 K (50 °C)-nál, 80 g/m³ páratartalom adódik.

$$\text{abszolút páratartalom} = \frac{60 \% \cdot 80 \text{ g/m}^3}{100\%} = 48 \text{ g/m}^3$$

400 m³/h beszívott levegőmennyiség esetén a páratartalom tehát:

$$48 \text{ g/m}^3 \cdot 400 \text{ m}^3/\text{h} = 19200 \text{ g/h} = 19,2 \text{ kg/h.}$$

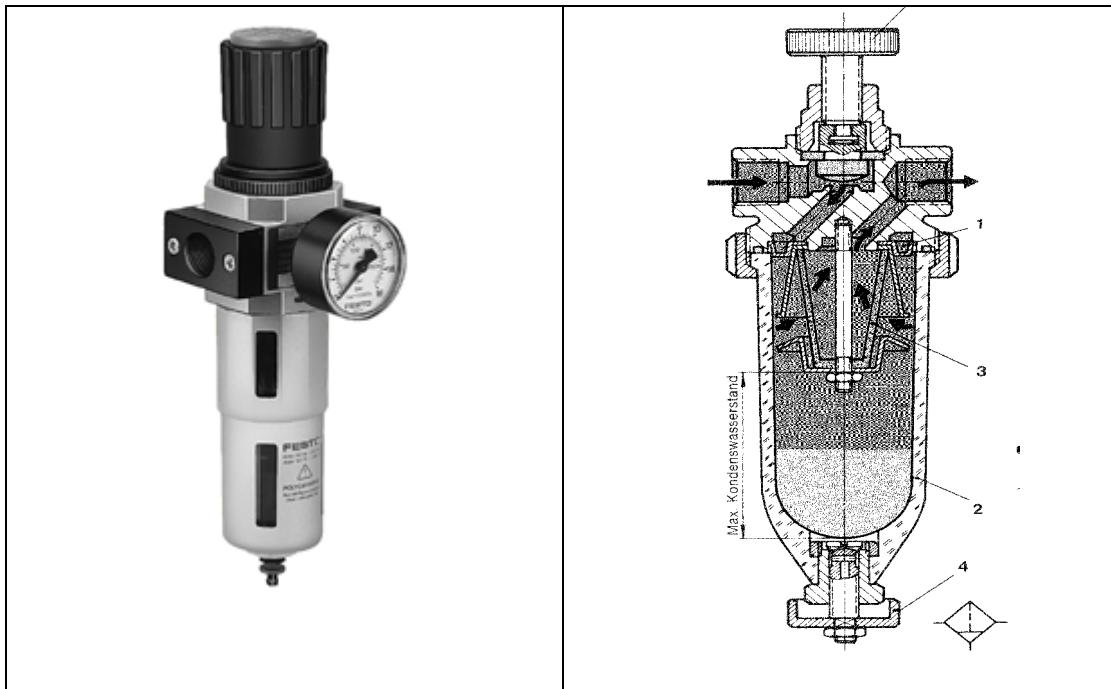
4.2. Levegőszűrő nyomásszabályozó szeleppel

A légszűrő feladata, hogy az átáramló sűrített levegőből a szennyeződések és a csapadékot eltávolítsa.

A sűrített levegő a szűrőbe történő belépésekor áthalad a vezetőhornyon, melynek hatására forgásba kezd. A forgás közben létrejövő centrifugális erő hatására a folyékony részek és nagyobb szennyeződések kiválnak és a szűrőedény alján összegyűlnek.

Az átáramló levegőt a szinterszűrő (40 μ pórusmérettel) tovább tisztítja. A maradék szennyeződéstől időnként meg kell tisztítani, vagy ki kell cserélni. A megtisztított levegő ezután a nyomásszabályozó szelepen keresztül továbbáramlik az olajozóhoz, ill. a felhasználóhoz. A szűrőedény alsó részében összegyűlt csapadékot, legkésőbb a maximális kondenzátum magasságot jelző vonal elérésekor a leeresztő csavar segítségével el kell távolítani. Nagy mennyiségű kondenzátum esetén célszerű automata vízleeresztőt alkalmazni.

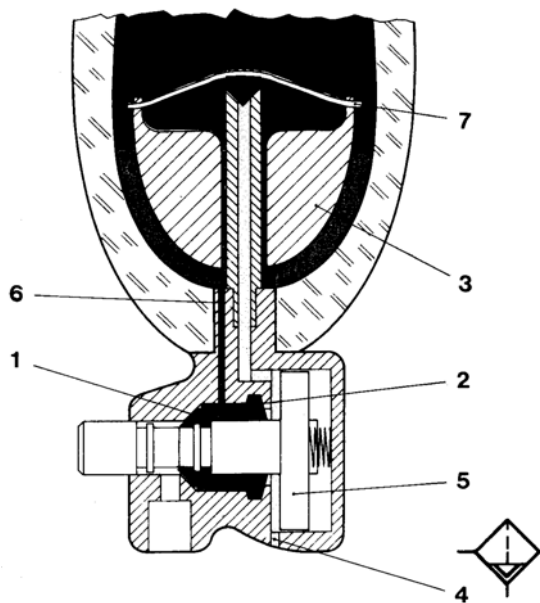
Levegőszűrő nyomásszabályozó-szeleppel



Automata vízleeresztő működése

A csapadék a szűrőben összegyűlik.

Az összegyűlt kondenzvizet időnként feltétlenül kell engedni, egyébként a levegő ismét magával ragadja és a vezérlőelemekhez szállítja. Az alábbiakban az automatikus működésű vízleeresztőt mutatjuk be. A kondenzátum a szűrőből az (6) összekötőcsövön keresztül az úszótérbe áramlik. A csapadék növekedésének megfelelően a (3)úszó emelkedni kezd. Egy előre beállítható szint elérésekor egy emelőkar a (7) záródugót felemeli. Ekkor a furaton keresztül sűrített levegő áramlik az alsó térbe. A toltyúszárra ható nyomás rugóerő ellenében nyitja a (1) zárószelepet, melyen keresztül a kondenzvíz a elvezető furatba áramlik. A csapadékszint csökkenésével a (3) úszó süllyedni kezd, majd zárja a (7) záródugó közvetítésével a vezérlő csatornát. Az alsó térben maradt sűrített levegő a (4) furaton keresztül távozik.

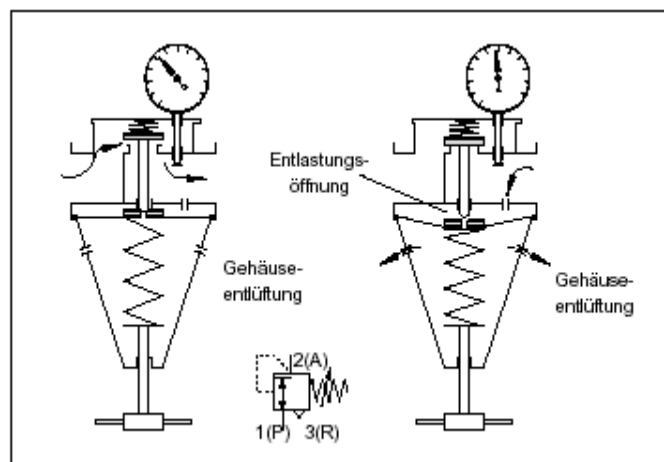


4.2.1. Levegő szuperfinomszűrő

Levegő finomszűrőt azokon a szakterületeken alkalmaznak, ahol a levegő fokozott tisztasága szükséges (például: élelmiszeripar, kémiai- és gyógyszeripar, szállítástechnika, továbbá kisnyomású elemekkel működő pneumatikus rendszerek). A finomszűrő csaknem teljesen megtisztítja a levegőt a víz- és olajrészecskéktől.

A levegőt 99,999 %-ban megszüri (szűrési finomság 0,01 mikron).

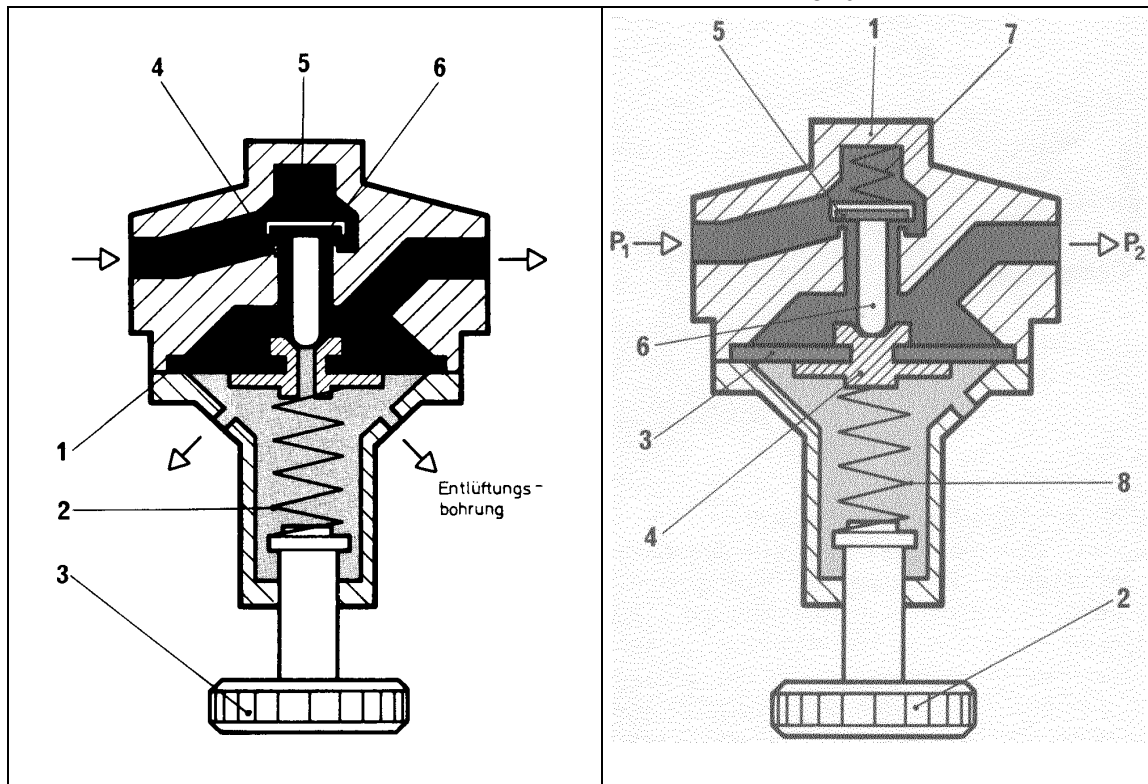
4.3. Nyomásszabályozó szelep



4.3.1. Nyomásszabályozó tehermentesítéssel

Feladata a munkanyomás (szekunder nyomás) állandó értéken való tartása, a hálózati (primer) nyomás, valamint a levegőfelhasználás változásaitól függetlenül. A bemenő (primer) nyomásnak mindig magasabbnak kell lennie a kimenő (szekunder) nyomásnál. A nyomás szabályozása az (1) membrán segítségével történik. A membrán felső felületére a kimenőnyomás-, alsó felületére a (3) csavarorsóval előfeszíthető, (2) rugó által meghatározott erő hat. A kimenő nyomás növekedésekor, (pl. fogyasztás csökken) a membrán a rugóerő ellenében elmozdul. Ekkor az átömlőkeresztmetszet a (4) szeleplélknél csökken, ill. teljesen zár. A nyomásváltozás tehát az átáramló mennyiséget szabályozza. Levegő elvételkor (pl. fogyasztás nő), a kimenő nyomás csökkenni kezd és a rugóerő nyitja a (6) tányérszelepet. A beállított kimenő nyomás szabályozza, ennek megfelelően a szelep nyitásával, zárásával történik. A (8) szeleptányér esetleges lengését levegő, vagy jelen esetben (5) rugócsillapítás küszöböli ki. A kimenőnyomás értékét általában manométer mutatja.

Amennyiben a kimeneti oldalon a nyomás nagymértékben megnő, a membrán a rugóerővel szemben annyira deformálódik, hogy a (6) szeleptányért tartó szelepszár szabaddá teszi az átáramlást a membrán merevítés furatán keresztül. A levegő ekkor a szelepház furatain keresztül a szabadba távozik (tehermentesítés).



4.3.2. Nyomásszabályozó tehermentesítés nélkül

A kereskedelemben tehermentesítés nélküli nyomásszabályozók is kaphatók. Ezeknél nem lehet a levegőt a szelepházon keresztül a szabadba engedni.

Működése:

A (2) állítócsavar segítségével a (8) rugó, és ezzel a (3) membrán előfeszíthető. A mindenkor rugóerő határozza meg a szelepen történő átáramlást, mivel a membránhoz kapcsolódó (6) szelepszár az (5) szeleptányért az ülékről ennek megfelelően megemeli.

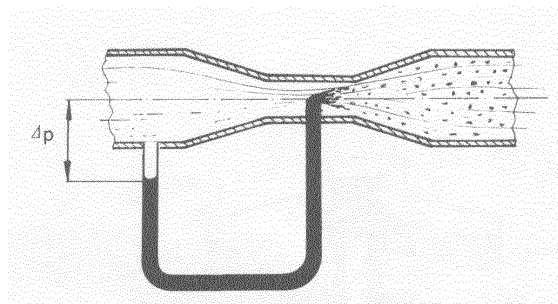
Ha a kimenő oldalon a fogyasztás csökken megnövekedett nyomás hat a (3) membránra a (8) rugó rugóereje ellenében. A membrán elmozdulására a (7) rugó rugóereje az (5) szeleptányért az ülékhez közelíti. Zérus fogyasztásakor a szelep teljesen lezár. A levegő átáramlás csak akkor indulhat meg ismét, ha a kimenő oldalon a fogyasztás megkezdődik.

4.4. Levegőolajozó

Az olajozó feladata a pneumatika elemek megfelelő mértékű kenőanyaggal való ellátása.

A kenés csökkenti a mozgó alkatrészek kopását, alacsony értéken tartja a súrlódó erőket és védi a készüléket a korróziótól.

Az olajozók általában a Venturi-elven működnek. A Δp nyomáskülönbség (nyomásesés), mely a levegő átáramlása során a fúvóka előtti térben lévő és a fúvókánál fellépő nyomások között jelentkezik megindítja az olajáramlást. A nyomáskülönbség az olajat a tartályból felszívja és porlasztva az átáramló levegőbe továbbítja.



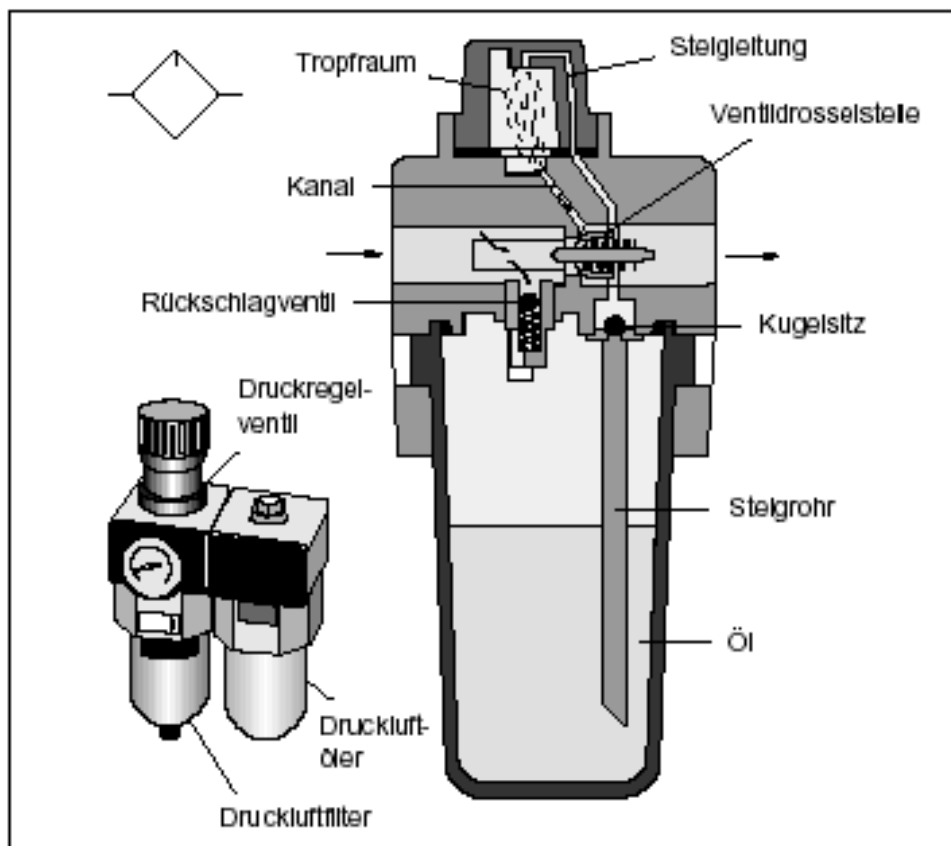
4.4.1. Az olajozó működése

Az itt bemutatott olajozó a Venturi-elven működik.

A sűrített levegő az olajozón a bemenettől a kimenet felé áramlik keresztül. A (Ventildrosselstelle) szelepnél létrejövő keresztmetszet csökkenés nyomásesést hoz létre. Ennek megfelelően a (Kanal) csatornában és a (Tropfraum) csepegtetőtérben vákuum jön létre. A létrejött vákuum a (Steigleitung) csatornán- és a (Steigrohr) összekötőcsövön keresztül olajat szív fel a tartályból. Ez a csepegtető téren és a csatornán keresztül a kimenet felé áramló levegőbe kerül. Az olajcseppek a levegő közvetítésével eljutnak a fogyasztóhoz. Az áramlás útjába elhelyezett keresztmetszet csökkenés és az átáramló levegőmennyiség meghatározza a létrejövő nyomásesést, s így az olajozás mértékét is. Az olajmennyiség egy további változtatása a összekötőcső felső végén elhelyezett állítócsavarral lehetséges.

A (Rückschlagventil) visszacsapó szelepen keresztüláramló levegő nyomást gyakorol a tartályban lévő olajra.

Levegőolajozó



4.5. Tápegység

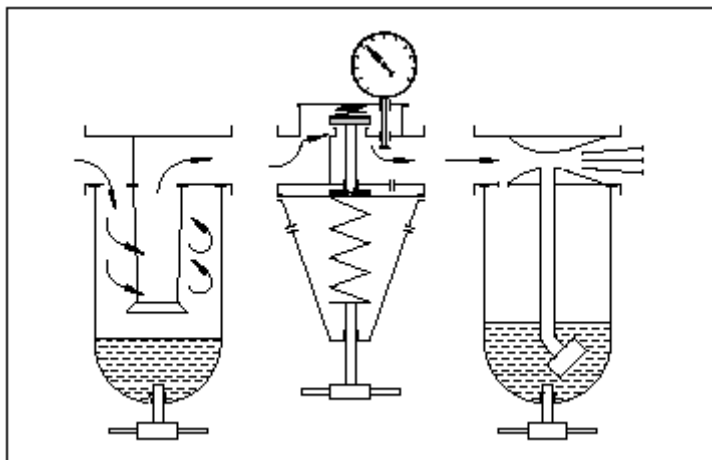
A tápegység egy összeépített rendszer, mely az alábbi készülékeket tartalmazza:

- Légszűrő;
- Nyomásszabályozó;
- Olajozó (ha szükséges).

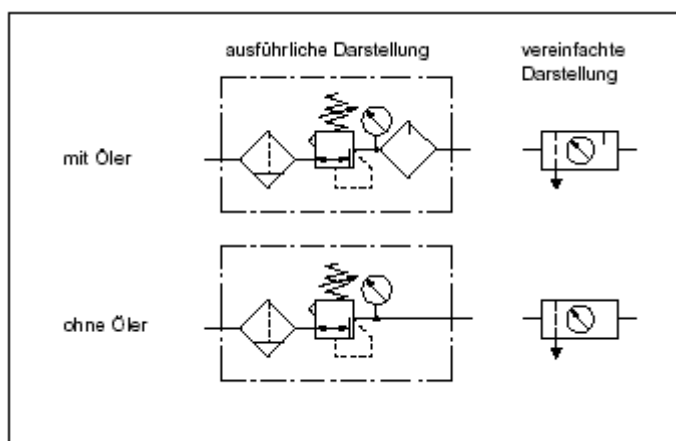
Alkalmazásánál az alábbi szempontokra kell ügyelni:

1. A teljes, m^3/h -ban megadott levegő áteresztés a meghatározó a tápegység megválasztására. Túl nagy átfolyásnál nagy nyomáscsökkenés lép fel a tápegységnél. Ennek megfelelően a gyártó által előírt értéket nem szabad túllépni.
2. A tápegységre előírt üzemi nyomásértéket túllépni nem szabad. A környezeti hőmérséklet ne haladja meg az $50\text{ }^\circ\text{C}$ -t (a műanyag tartály által elviselt maximális hőmérséklet).

Tápegység



Tápegység jelképi jelölése olajozással és olajozás nélkül



4.5.1. Tápegység karbantartása

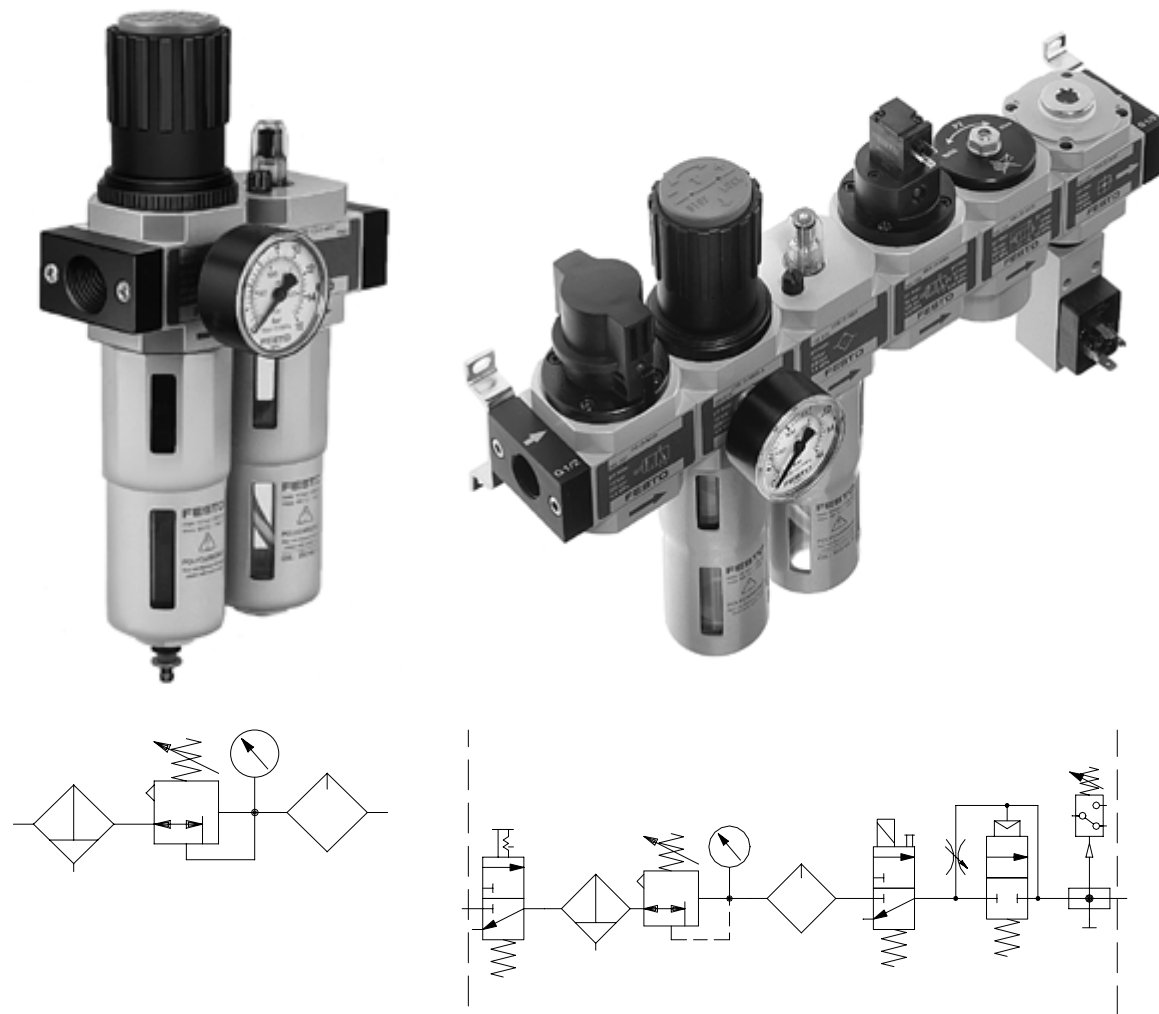
A következő, szabályosan visszatérő karbantartó munkák elvégzése szükséges.

- Légszűrő: A kondenzvíz szintet rendszeresen ellenőrizni kell, a tartályon bejelölt határértéket nem szabad túllépni. Ellenkező esetben a kondenzvíz bekerül az átáramló levegőbe és eljut a fogyasztóhoz. A kondenzvizet a tartály alján lévő leeresztő csavarral lehet eltávolítani. A szűrőbetéteket elszennyeződéskor tisztítani, vagy cserélni kell.
- Nyomásszabályozó: Ha a szűrő eléje van építve, karbantartást nem igényel.
- Olajozó: Rendszeresen ellenőrizni kell az olajszintet szükség esetén a tartályon lévő jelölésig fel kell tölteni. A műanyag szűrőt és olajtartályt nem szabad „Tri”-vel tisztítani. Az olajozóba csak ásványi olaj tölthető.

4.5.2. Tápegységek áramlási adatai

Minden készüléknek belső ellenállása van, ezért átáramláskor rajta nyomáscsökkenés lép fel. A nyomáscsökkenés az átáramló közeget mennyiségétől és annak nyomásától függ.

A tápegység helyes megválasztását a berendezés légszükséglete szerint gondosan kell mérlegelni. Ha nincs kiegyenlítő tartály a rendszerben, a csúcsfogyasztást kell figyelembe venni.



5. Pneumatikus végrehajtók

A pneumatikus energiát munkahengerek, illetve légmotorok alakítják át egyenesvonalú, illetve forgómozgássá.

5.1. Egyenes vonalú mozgást végző végrehajtók (Munkahengerek)

Az egyenes vonalú mozgás létrehozása elektronikus elemekkel is megoldható, azonban ez a pneumatikus munkahengereknél lényegesen drágább.

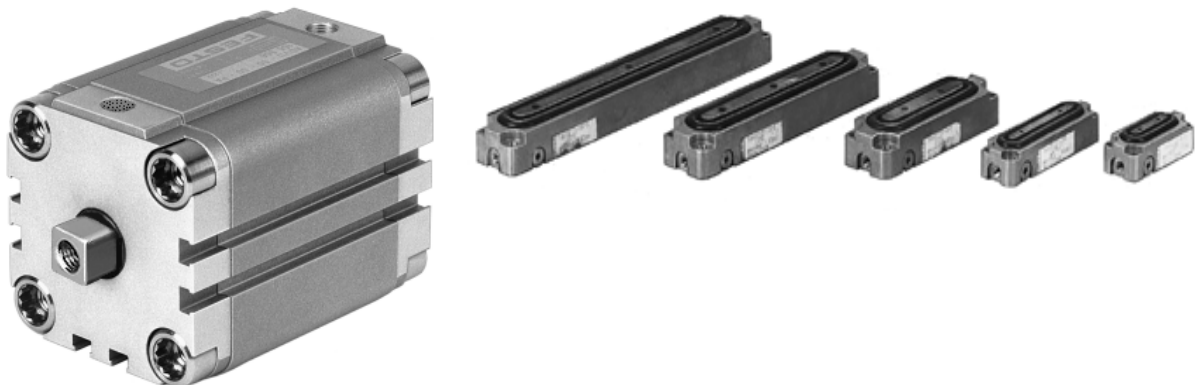
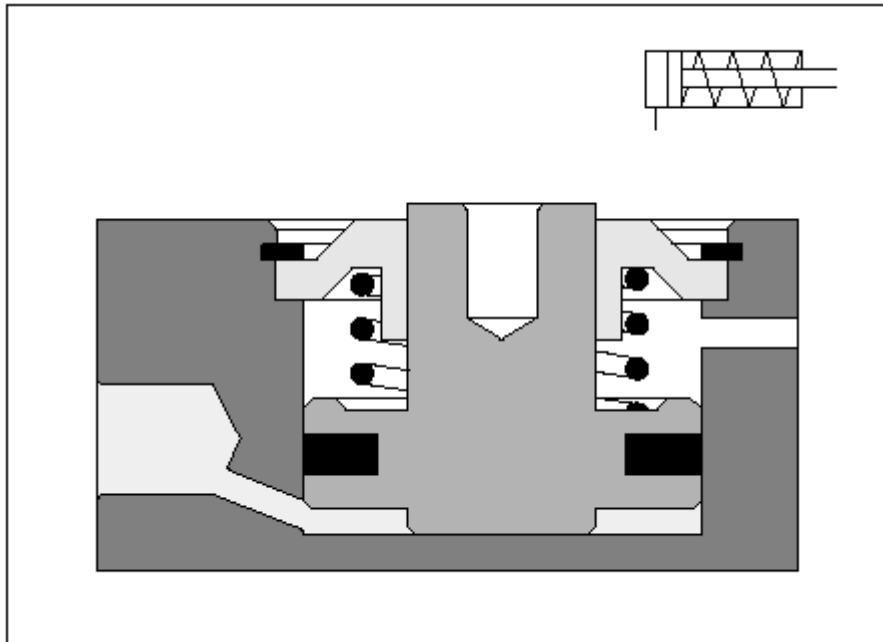
5.1.1. Egyszeres működtetésű munkahenger

Az egyszeres működtetésű munkahengereknél csak az egyik hengerteret kap energiaellátást. Ennek megfelelően csak egy mozgásirányban végezhetnek munkát, a sűrített levegő bevezetésétől (dugattyúoldali, ill. rúdoldali tér) függően. A másik mozgásirányban rugóerő, vagy külső terhelő erő biztosítja a dugattyúmozgást.

A beépített rugó úgy van méretezve, hogy megfelelően nagy sebességgel vigye a dugattyút alaphelyzetbe.

Az egyszeres működtetésű munkahengerek lökethosszát a beépített rugó szerkezeti hossza korlátozza. Ezek a hengerek általában rövid löketűek, kb. 100 mm lökethosszig használatosak. Ezeket a végrehajtókat általában kilökésre, sajtolásra, emelésre, adagolásra alkalmazzák.

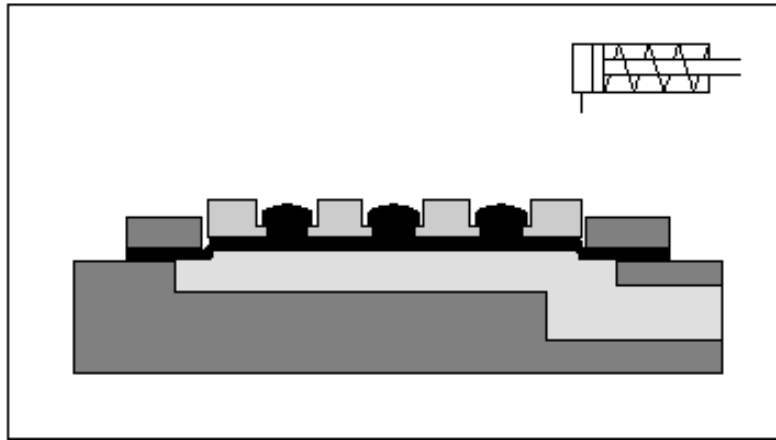
Egyszeres működtetésű munkahengerek



Membránhenger

A beépített membrán, amelynek anyaga rugalmas lényegében a dugattyút helyettesíti. Külön tömítésre nincs szükség, sűrűdés csak a membrán nyúlása során lép fel.

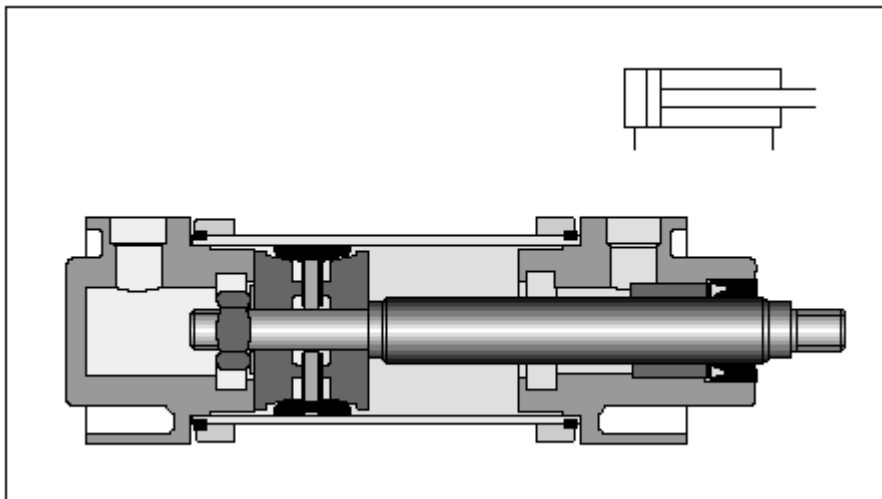
Membránhenger



5.1.2. Kettősműködtetésű munkahenger

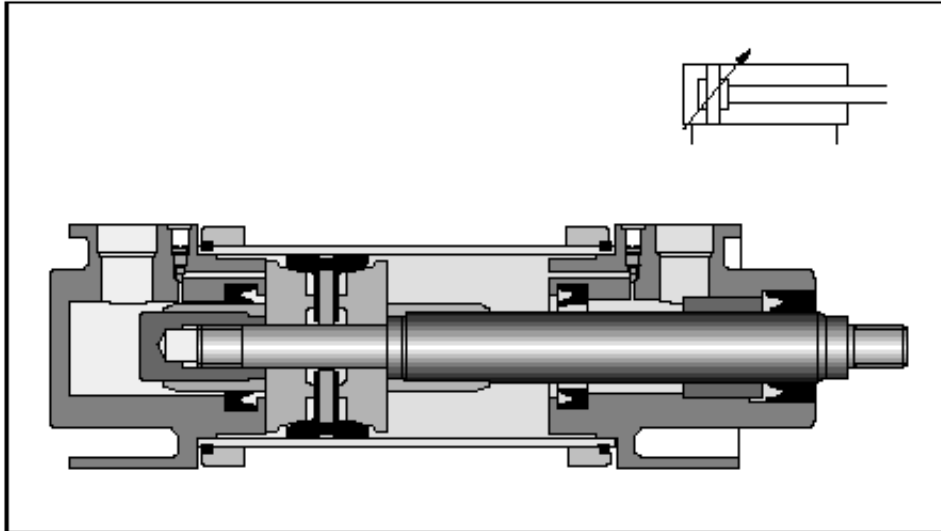
A bevezetett sűrített levegő energiája a kettősműködtetésű munkahenger dugattyúját két irányban mozgatja. A dugattyú előre-, illetve visszafutásnál meghatározott nagyságú erőt fejt ki. A kettősműködtetésű hengereket ott alkalmazzák, ahol a dugattyúnak visszafutáskor is munkát kell végeznie. Elvileg a henger lökethossza korlátlan, azonban a dugattyú első véghelyzetében a dugattyúrúd kihajlását figyelembe kell venni. A tömítés ennél a hengernél is tömítőgyűrűkkel, dugattyúval vagy membránnal oldható meg.

Kettősműködtetésű munkahenger



Munkahenger löketvégi csillapítással

Amennyiben a munkahenger nagy tömegek mozgását végzi, a dugattyú löketvégi merev ütközése a hengerfedélen károsodást okozhat. Ennek elkerülésére, a löketvéghöz csillapítást építenek be. A véghelyzet elérése előtt egy fékdugattyú elzárja a hengertérben lévő levegő szabad kiáramlását, így az csak a hengerfedélben elhelyezett fojtó-visszacsapó szelep változtatható keresztmetszetű fojtásán keresztül tud a továbbiakban áthaladni. A keresztmetszet csökkenés következtében a hengertérben a nyomás megnő, így a dugattyú fékezve, lassan éri el a véghelyzetet. A dugattyú ellenkező irányú mozgásakor a beáramló levegő a visszacsapó szelepen keresztül jut a hengertérbe.



5.1.3. Különleges kettősműködtetésű munkahengerek

Dugattyúrúd nélküli hengerek

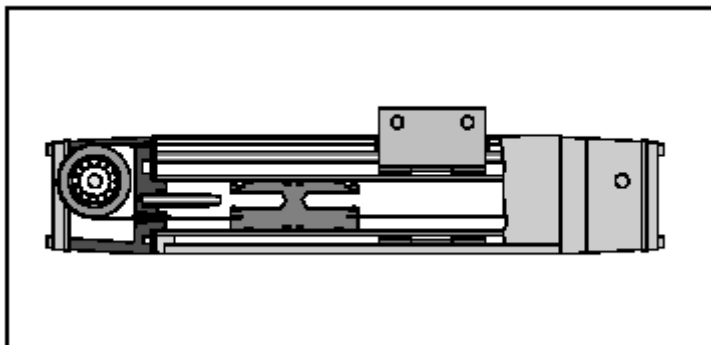
A dugattyúrúd nélküli hengerek kialakításánál három különböző működési elvet alkalmaznak:

- szalag- vagy kötélvontatású henger
- tömítő szalagos henger hasított hengercsővel (zippzár henger)
- henger mágneses csatlakozású szánnal (csúszkával)

A szokásos kettős működésű hengerekhez képest a dugattyúrúd nélküli hengerek beépítési hossza kisebb. Nem kell félni a dugattyúrúd kihajlásától. Ez a fajta henger az extrém hosszú löketekhez alkalmazható akár 10 m lökethosszig. A készülékeket, terheket közvetlenül a szánnhoz vagy külső csúszkához lehet rögzíteni. Az erő mindkét mozgási irányban azonos nagyságú a dugattyú felület azonossága miatt.

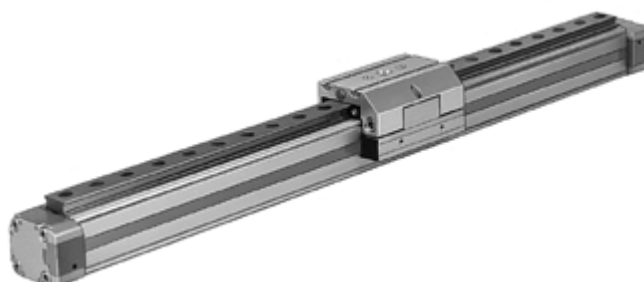
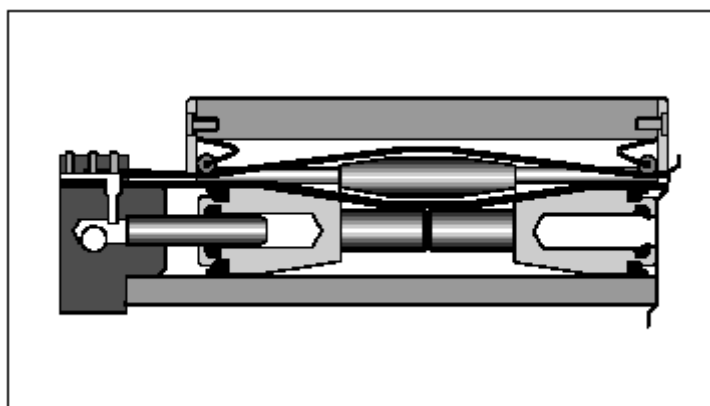
Szalaghenger

A szalaghengernél a dugattyú erejét egy körbefutó szalag viszi át a szánnra. A dugattyútérből tömítésen keresztül lép ki a szalag. A henger végeinél a szalag vezetőgörgőkön fordul vissza. A lehúzó csíkok gondoskodnak arról, hogy a vezetőgörgőkhöz a szalag ne vigyen szennyeződést.



Tömítőszalagos henger

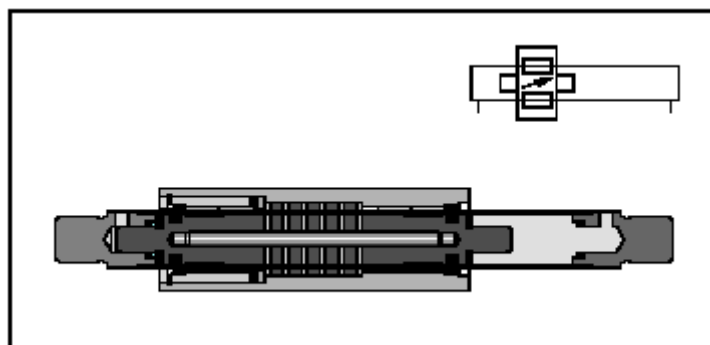
Ennél a típusnál a henger házán teljes hosszában van egy hasíték. Az erőt egy szán veszi át, amely szilárdan a dugattyúhoz van rögzítve. A szán és a dugattyú közötti rögzítés kívülről van megvezetve, a hengercső hasítékával. A hasíték tömítésére egy acélszalag szolgál, amely a szennyeződésektől védi a hengert.



Henger mágneses kuplunggal

Ez a kettős működésű pneumatikus lineáris hajtás egy hengercsőből, egy dugattyúból és a henger csövén mozgatható külső csúszkából áll. A dugattyún és a csúszkán állandó mágnes van. A mozgást a dugattyúról a csúszkára a mágneses kuplung erőzárással viszi át. Ha a dugattyút sűrített levegővel mozgatjuk, a csúszka szinkronban mozog a dugattyúval.

A hengertér a csúszkától hermetikusan le van választva. Mivel nincs mechanikus kapcsolat, nincs szivárgási veszteség.

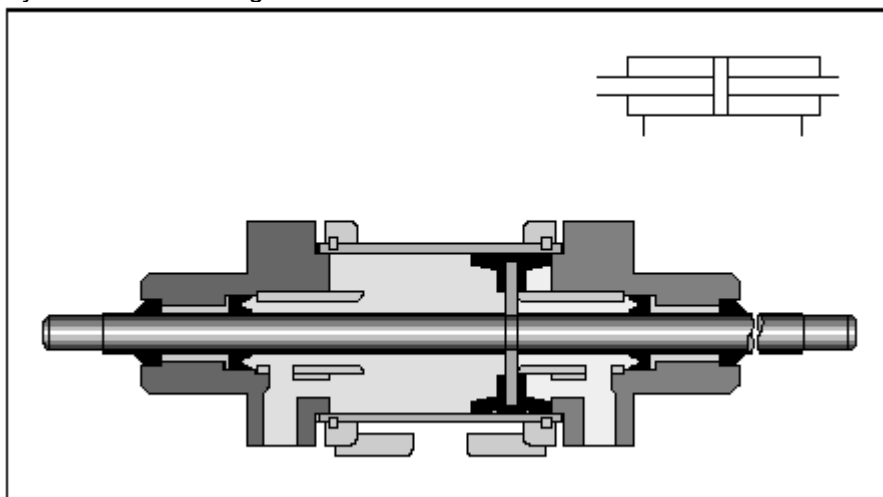


Átmenő dugattyúrúdas munkahenger

Az átmenő dugattyúrúdas munkahenger mindkét oldalán dugattyúrúd van. A dugattyúrúd merevsége, a két hengerfélben történő megvezetésből adódóan lényegesen nagyobb az előbbinél. A dugattyúrúd csekély oldalirányú terhelést is képes felvenni.

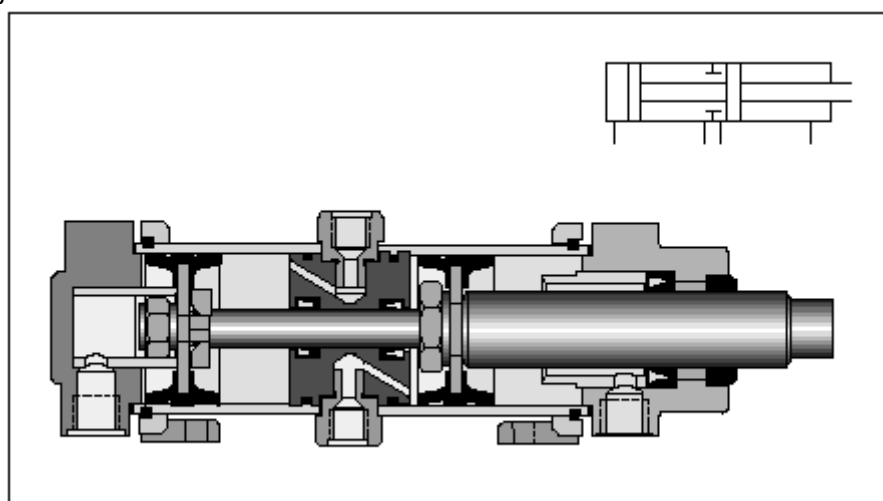
Az esetleges jeladó elemek (helyzetérzékelők) a szabad dugattyúrúdhoz egyszerűen illeszthetők. A dugattyú erő kifejtése a szimmetrikus felépítésnek megfelelően mindkét mozgásirányban azonos.

Átmenő dugattyúrudas munkahenger

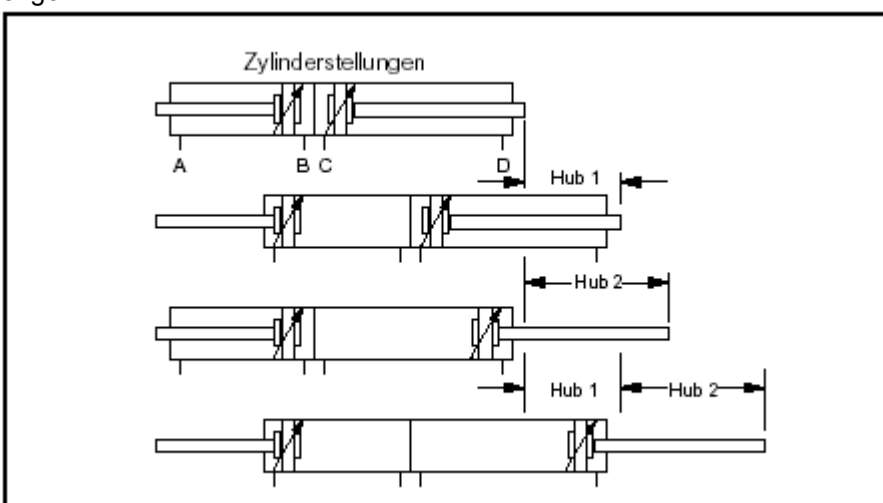


A tandemhenger két darab kettősműködtetésű munkahenger egy egységbe építve. Ennél a kialakításnál a dugattyúrúd erő kifejtése megduplázódik. Alkalmazása ott célszerű, ahol kis radiális méretek mellett nagy erő kifejtésre van szükség.

Tandemhenger



Többállású henger



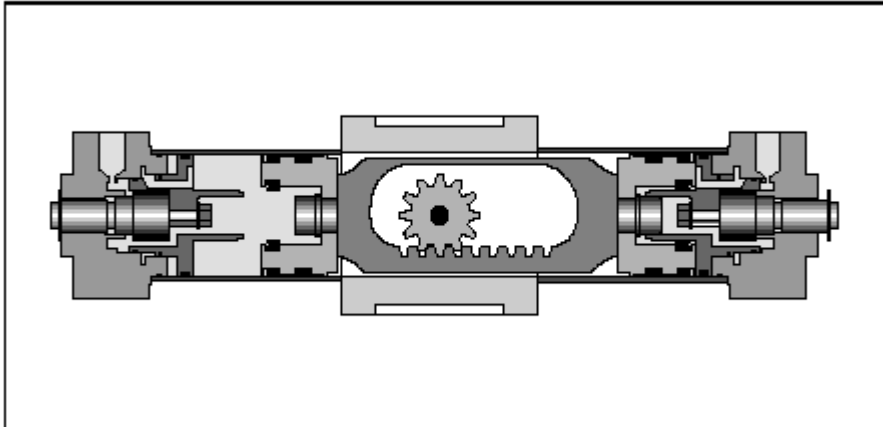
Forgatóhenger

A forgatóhenger egy kettősműködésű munkahengerből áll, melynek dugattyúrúdja meghosszabbított és fogasléc alakított. A fogasléc egy fogaskerékhez kapcsolódik, s így az egyenesvonalú mozgás forgómozgássá alakul át a löketiránytól függően jobb- vagy bal irányban. Az elfordulás mértéke különböző, 45°, 90°, 180°, 290°, 720° lehet. Az elfordulási szög beállítása az adott tartományon belül egy állítócsavar segítségével lehetséges.

A henger forgató nyomatéka a nyomástól, a dugattyúfelülettől és az áttételtől függ.

A forgatóhengert alkatrészek fordításához, csőhajlításhoz, klímaberendezések állításához, pillangószelepek zárásához lehet alkalmazni.

Forgatóhenger



Forgólapátos henger

Mint a forgatóhenger, a lapátos henger is korlátozott szögelfordulásra alkalmas. A forgási tartomány általában max. 300° ennél a típusnál. A tömítési problémák (a lapát éle mentén), a geometriai kötöttségek (átmérő, szélesség) kis forgatónyomaték elérését teszik lehetővé, de nagy sebességgel. A forgólapátos henger nagy előnye, hogy az elfordulási szög könnyen állítható.

Forgólapátos henger



5.1.4. Egyedi kivitelű hengerek

A felhasználók külön kérésére gyártott különleges igénybevételek esetén használt hengerek.

Például: Munkahenger erősített dugattyúrúddal
Munkahenger erősített dugattyúval nagy nyomáshoz
Henger hőálló tömítéssel
Henger sárgarézből
Henger, keménykrómozású futófelülettel
Henger saválló acélból készült dugattyúrúddal
Henger műanyag bevonattal és saválló acélból készült dugattyúrúddal

5.2. Henger felerősítések

A felerősítési módok, a henger készülékbe, illetve gépbe történő beépítési lehetőségeinek megfelelően változnak.

Természetesen a munkahenger előre meghatározott felerősítéssel is készülhet, de megfelelő tartozékokkal ez átalakítható.

A sorozatban készült pneumatikus hengerekhez az építőszeletrény elv alapján különféle felerősítő elemek illeszthetők, az alaphenger a kiválasztott felerősítő tartozékokkal kombinálható.

Felerősítési módok

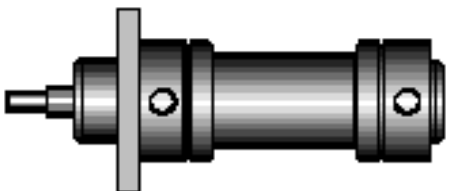
Talpas



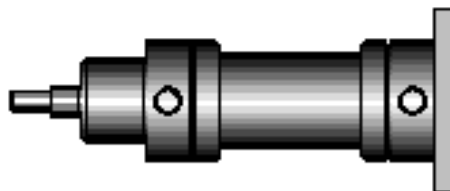
Menetes



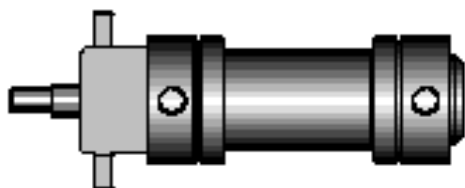
Karima elől



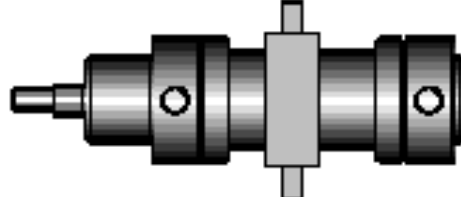
Karima hátul



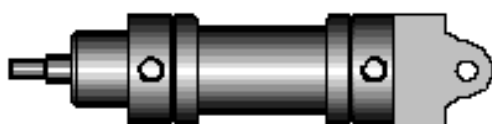
Csuklós rögzítés elől



Csuklós rögzítés középen

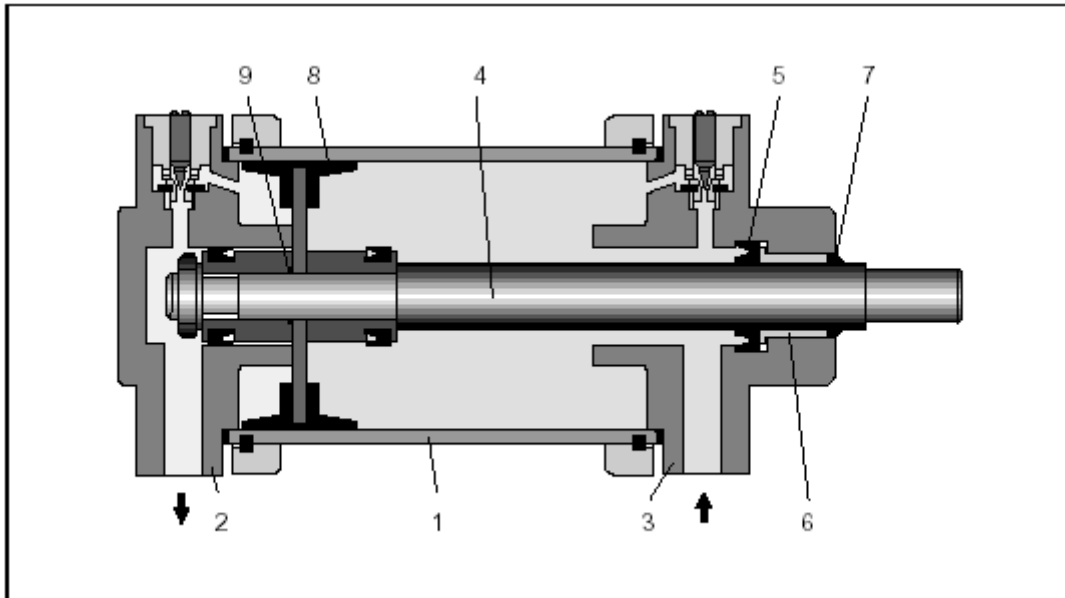


Csuklós rögzítés hátul



5.3. Munkahenger felépítése

A pneumatikus munkahenger hengercsőből, első- és hátsó hengerfedélből, tömítésekkel ellátott (esetleg fékdugattyút is tartalmazó) dugattyúból, vezetékperselyből, lehúzó gyűrűből és különböző tömítésekkel, kötőelemekből épül fel.



A **hengercső (1)** készülhet varratmentes húzott acélcsőből. A tömítőelemek élettartamának növelése céljából a cső belső felülete finommegmunkálást (hónolást) igényel. A henger lehet alumíniumból, sárgarézből, vagy keménykrómozott felületű acélcsőből vagy műanyagból.

Hátsó (2) és első (3) hengerfedél.

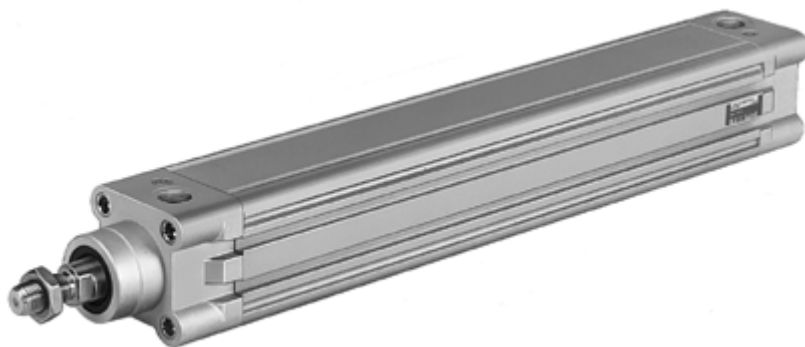
A **dugattyúrúd (4)** főleg nemesíthető acélból készül. A rozsdállóság érdekében az acél krómtartalmú. Kívánságra a dugattyúrúd edzett is lehet. A dugattyúrúd felületi érdessége $1\ \mu\text{m}$ nagyságrendű.

A dugattyúrúd tömítését az első fedélbe beépített (5) tömítés biztosítja. A rúd megvezetését a (6) vezetékpersely (siklócsapágy) oldja meg. A csapágy anyaga szinterbronz, vagy műanyag bevonatú acélpersely. A persely előtt helyezkedik el a (7) szennylehúzó gyűrű, mely megakadályozza a por vagy egyéb szennyeződés hengertérbe való kerülését.

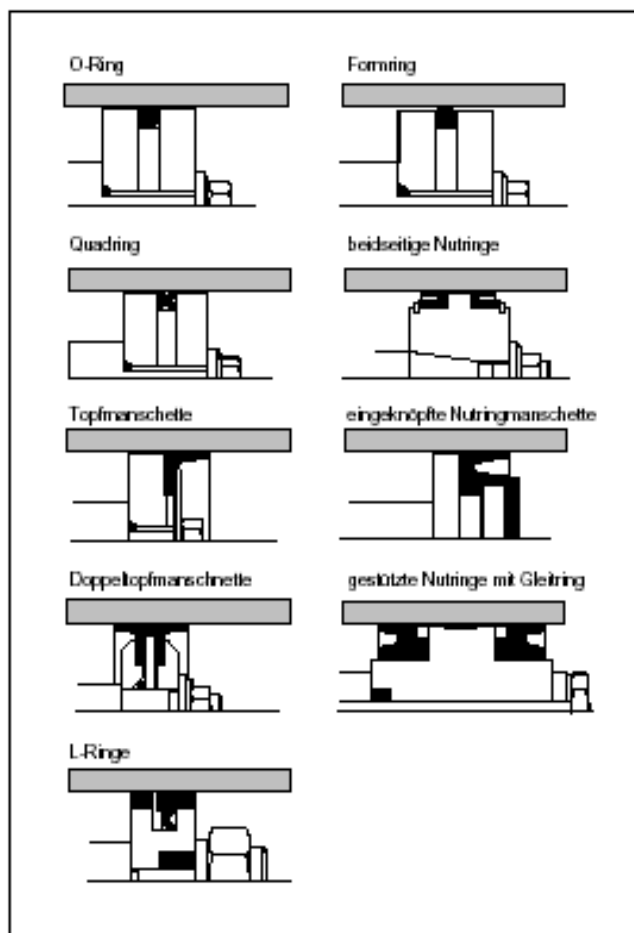
A **dugattyútömítés (8)** a hengertereket választja el egymástól.

A tömítés anyaga: a különböző anyagok más-más hőmérséklettartományban alkalmazhatók.

A „0” **gyűrű (9)** a tömítés a hengerterek elválasztásához szükséges.



Tömítések formái



O gyűrű

Alakos gyűrű

Négyzetes gyűrű

Kétoldali ajakos tömítés

Fazék tömítés

Peremezett ajakos tömítés

Kettős fazék tömítés

Ajakos tömítés csúszógyűrűvel

L gyűrű

5.4. Hengerek méretezése

5.4.1. Dugattyú erő kifejtése

A dugattyú által kifejtett erő a levegő nyomásától, a munkahenger átmérőjétől, továbbá a tömítőelemek súrlódási ellenállásától függ.

A dugattyú elméleti (súrlódásmentes) erő kifejtése az alábbi egyenlet alapján számítható:

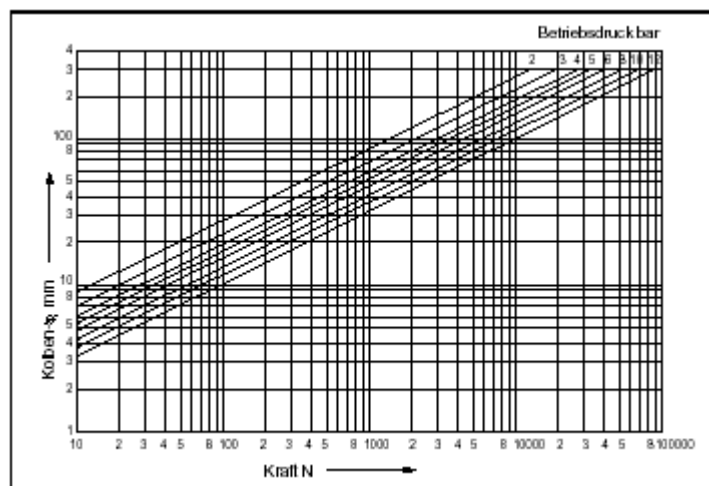
$$F_{th} = A \cdot p$$

$$F_{th} = \text{elméleti dugattyúerő (N)}$$

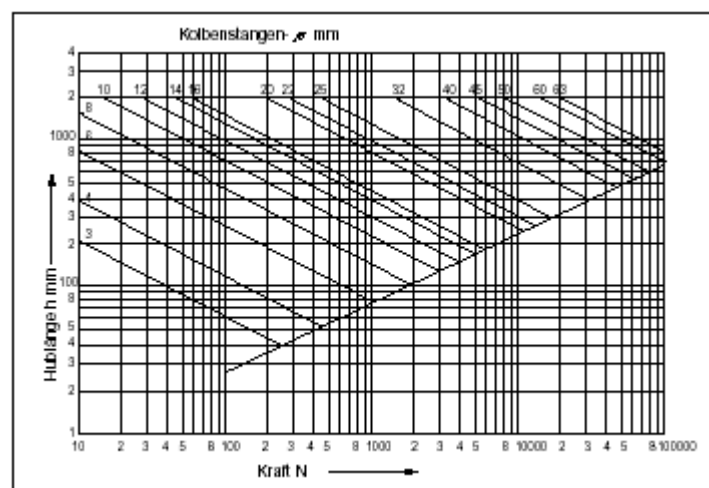
$$A = \text{hasznos dugattyúfelület (cm}^2\text{)}$$

$$p = \text{munkanyomás (kPa, } 10^5 \text{ N/m}^2, \text{ bar).}$$

Erő-nyomás diagram



Kihajlási diagram



5.4.2. Lökethossz

A nagy lökethossz jelentősen megnöveli a dugattyúrúd és a vezetőcsapágó mechanikai terhelését. A dugattyúrúdat ekkor a kihajlás kiküszöbölése céljából meg kell erősíteni, átmérőjét meg kell növelni. Ugyancsak meg kell növelni a vezetőcsapágó hosszát a kedvezőbb dugattyúrúd megvezetés érdekében. Nagy lökethosszak esetén a rúd radiális terhelésének csökkentésére megvezetést kell használni. „FEN”



5.4.3. Dugattyúsebesség

A pneumatikus munkahengerek dugattyúsebessége a terhelő erőtől, a táplevegő nyomásától, az energiavezetők hosszától és keresztmetszetétől, továbbá a munkaszelep áteresztőképességétől függ. A sebesség beépített mennyiségirányító elemekkel (fojtás, fojtó- visszacsapó szelep) befolyásolható. A sebességet a löketvégi csillapítás is megváltoztatja.

A véghelyzet közelében, a hengertérből korábban szabadon kiáramló levegő egy fojtó-visszacsapó szelepen áramlik át és a dugattyú sebességét csökkenti.

A szabványos munkahengerek dugattyúsebessége kb.: 0,1 – 1,5 m/s közötti érték.

Speciális hengereknél (ütőhenger), a dugattyúsebesség eléri a 10 m/s értéket.

A dugattyúsebesség változtatásához fojtószelepek, fojtó-visszacsapó szelepek, gyorskilevegőző-szelepek használhatók.

5.4.4. Levegő felhasználás

A táplevegő ellátáshoz, továbbá az energiaköltség meghatározásához ismerni kell a légfogyasztás mértékét.

5.5. Forgómozgású végrehajtók

A forgómozgású végrehajtók a pneumatikus energiát mechanikus forgómozgássá alakítják. Ezeket általában légmotoroknak nevezzük.

Légmotor

A légmotor tetszőleges szögelfordulású, sűrített levegővel dolgozó végrehajtó. Szerkezeti kialakítása szerint lehet:

- dugattyús motor;
- lapátos motor;
- fogaskerék motor;
- turbinás motor (áramlásdinamikai elven működő motor).

Dugattyús motorok

A dugattyús motorok lehetnek axiál-, illetve radiáldugattyús kivitelűek. A motortengelyt a sűrített levegő dugattyú és hajtórúd közvetítésével hozza forgásba. Az egyenletes sebességű forgómozgáshoz több dugattyúra van szükség. A motorok teljesítménye a bemenő nyomástól, a dugattyúk számától, a dugattyúfelülettől, a löket nagyságától és a dugattyúsebességtől függ.

Az axiáldugattyús és radiáldugattyús motorok működési elve hasonló.

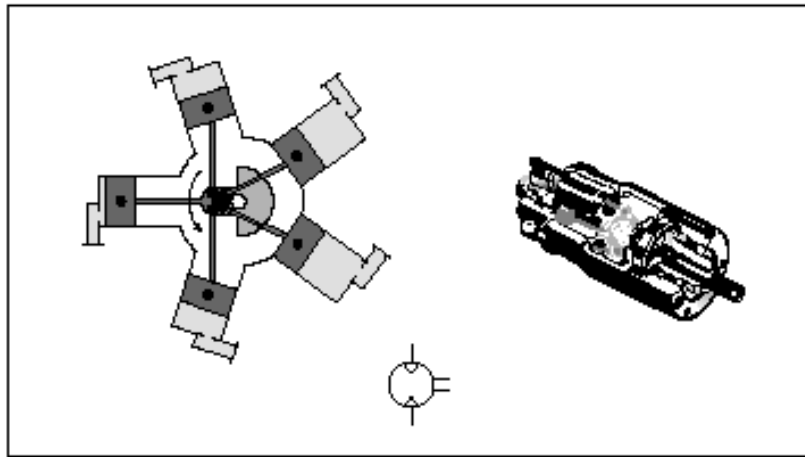
Az öt axiális elrendezésű hengerben mozgó dugattyú egy ferde tárcsára fejt ki nyomóerőt, melynek közvetítésével a motortengely forgómozgást végez. Egy időben két dugattyú van nyomás alatt, így a motortengely forgása egyenletes, a forgatónyomaték folyamatos.

A légmotorok bal- és jobb forgásiránnyal készülnek.

Maximális fordulatszámuk kb.: 5000 min^{-1} , teljesítményük normál munkanyomás mellett 1,5-19 kW (2-25 PS) körüli érték.

Radiáldugattyús motor

Axiáldugattyús motor



Lapátos motorok

Egyszerű felépítésük és kis tömegük miatt a légmotorokat többnyire lapátos kivitelben készítik.

Működési elvük a lapátos kompresszornál leírtakra vezethető vissza.

A hengeres házban a forgórészt (rotort) excentrikusan csapágyazzák. A rotor radiális irányú hornyaiban páratlan számú lapát helyezkedik el.

A lapátokat a hornyok megvezetik és a centrifugális erő nyomja azokat a hengeres ház (sztátor) belső falához. Ez egyúttal a lapátokkal elválasztott terek tömítését is jelenti. Már kis levegőmennyiség esetén is, a motor indulása előtt megtörténik egyes kamrák zárása. Más konstrukciónál a lapátokat a rugóerő szorítja a sztátor belső falához.

A lapátok száma 3 és 11 között van. A motor forgatónyomatékát a bevezetett levegő nyomása és az aktuális lapátfelület határozza meg. A sűrített levegő a legkisebb térfogatú kamrába lép be és a legnagyobb térfogatnál távozik.

A lapátos motorok fordulatszáma $3000-8500 \text{ min}^{-1}$ közötti érték. Bal- és jobb forgásiránnyal készülnek (0,1-24 PS); 0,1-17 kW teljesítménytartományban.

Fogaskerék motorok

A forgatónyomatékot ezeknél a motoroknál a két éppen kapcsolódó fogaskerékpár fogfelületére ható nyomás biztosítja. Az egyik fogaskerék a motor tengelyére van rögzítve. A fogaskerékmotorok nagy teljesítményűek, 44 kW (60 PS) teljesítményig készülnek. A forgásirány változtatható, a fogazás lehet egyenes vagy ferde.

Turbinás motorok (áramlásdinamikai elv)

A turbinás légmotorok teljesítménye kicsi, fordulatszámuk azonban igen magas (fogorvosi légfúróknál 500.000 min^{-1}). Működési elve megegyezik a turbinás kompresszoréval.

Légmotorok tulajdonságai

- Fokozatmentes fordulatszám- és nyomatékvezérlés.
- Kis méret és tömeg.
- Nagy fordulatszám tartomány.
- Túlterhelhetőség.
- Érzéketlenség a por, víz, hő, hideg ellen.
- Csekély karbantartásigény.
- Egyszerűen változtatható forgásirány.

6. Építőegységek

6.1. Hidropneumatikus rendszerek

A pneumatikus működtetésű munkahengerek alkalmazása gyors mozgásoknál, 30000 N (3000 kp) terhelés maximumnál célszerű. Ezen határterhelés felett pneumatikus végrehajtás nem gazdaságos. Ugyancsak korlátozza a pneumatikus hajtások alkalmazhatóságát a sűrített levegő kompresszibilitása (összenyomhatósága). Ebből adódóan kis sebességű, terhelésfüggetlen előtolómozgások pneumatikával nehezen valósíthatók meg. A levegő összenyomhatósága tehát, mely számos esetben előny, itt hátránnyként jelentkezik.

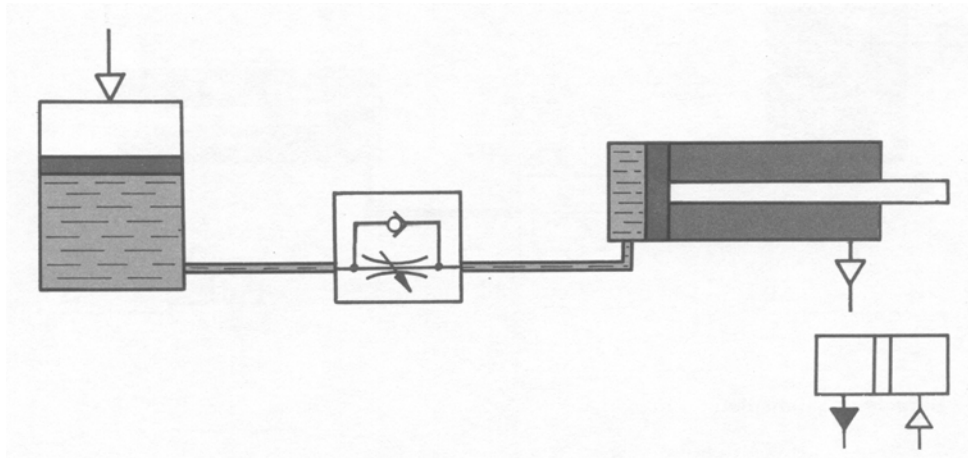
Ilyen esetben a hidraulikus és pneumatikus energiaátvitel kombinációjával kihasználható a két rendszer előnyei. Egyszerű pneumatikus vezérlőelemekkel, egyenletes sebességű mozgások, nagy erő kifejtési lehetőség adódik kis hengerméreteknél is. A működtetést a pneumatikus henger-, a sebességvezérlést a hidraulikus henger végzi.

6.1.1. Hidropneumatikus átalakító

A hidropneumatikus átalakító (nyomásátalakító) olaj és sűrített levegő kombinációjával működő berendezés. A folyadéktartályban lévő olaj felszínére levegőnyomás hat, mely az olajat a tartályból kiszorítja. Az olaj egy állítható keresztmetszetű fojtó-visszacsapó szelepen keresztül áramlik a munkahengerbe. A dugattyúrúd a hengertérbe vezetett folyadék hatására ekkor egyenletes sebességű mozgást végez. A dugattyú visszafutását a rúdoldali térbe vezetett sűrített levegő biztosítja. Ekkor a dugattyúoldali térből kiáramló olaj ismét feltölti a tartályt.

A hidropneumatikus átalakítónál nyomásnövekedés nem jelentkezik.

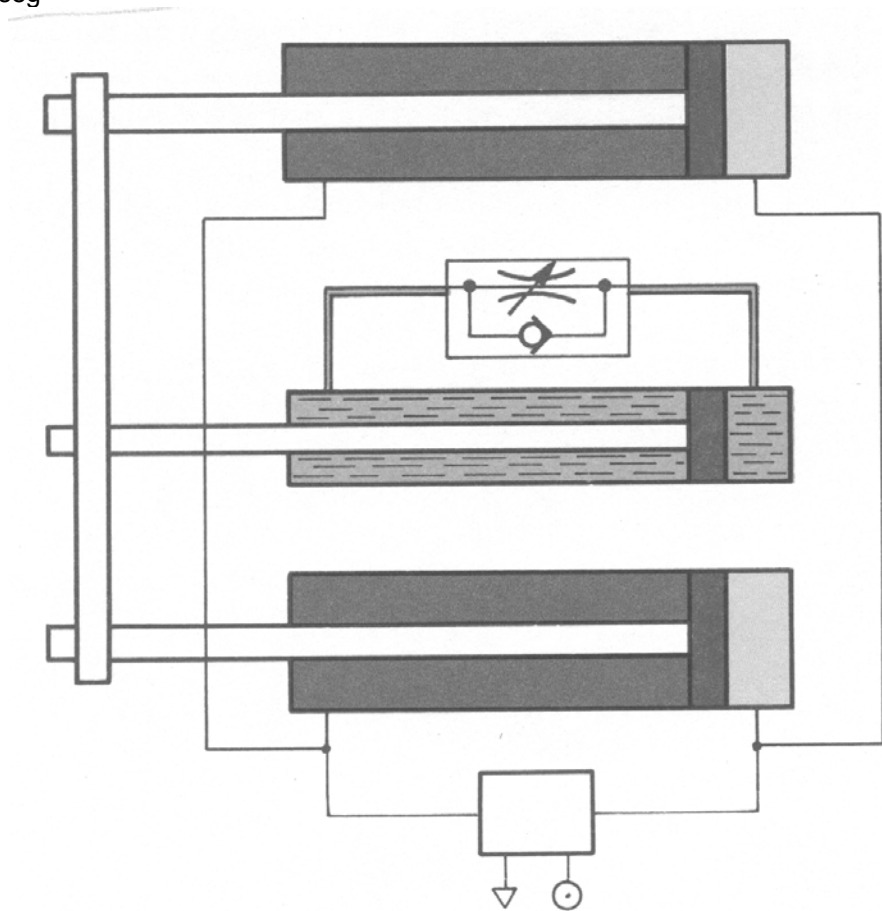
Hidropneumatikus átalakító



6.1.2. Hidropneumatikus előtolóegység

Az ábrán látható kialakításnál a hidraulikus hengert két pneumatikus henger közé építették be. Ez a megoldás a pneumatikus henger dugattyúrúdjára ható hajlítónyomatékot kiegyenlíti. Az előtolóegységek önmagukban is kombinálhatók. A megfelelő pneumatikus egységekhez (henger, szelep) hidraulikus henger választható.

Előtoló egység



7. Szelepek

7.1. A szelepekről általában

A pneumatikus vezérlések jeladókból, vezérlőelemekből és végrehajtókból épülnek fel. A jeladók és vezérlőelemek határozzák meg a végrehajtó működését.

Ezeket irányítóelemeknek nevezzük.

Az irányítóelemek határozzák meg az áramló levegő útját, mennyiségét és nyomását.

Az irányítóelemek specifikációját a DIN/ISO 1219 szabvány, a CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques) ajánlásai alapján tartalmazza.

Az irányítóelemek funkciójuk alapján öt csoportba sorolhatók:

1. Útszelepek (útváltók)
2. Záró szelepek
3. Nyomásirányítók (nyomásszelepek)
4. Áramirányítók (áramlásszelepek)
5. Elzáró szelepek

7.2. Útszelepek

Az útszelepek olyan elemek, melyek a sűrített levegő áramlási irányát-, nyitását, zárását határozzák meg.

7.2.1. Útszelepek ábrázolása

A kapcsolási rajzokon a szelepeket jelképi jelölésekkel ábrázoljuk. A jelképek a szelep szerkezeti kialakításánál nem adnak útmutatást, csak a funkciót ábrázolják.


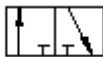
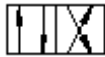
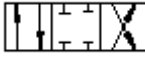
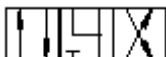

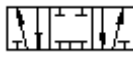
Alaphelyzet az a kapcsolási állás, amit pl. rugós visszaállításnál, a szelep mozgó részei nyugalmi helyzetben elfoglalnak.

Kiindulási állapot az a kapcsolási állás, amit a szelep mozgó részei a hálózati nyomás-, elektromos feszültség bekapcsolásakor a vezérlési programnak megfelelően felvesznek.

A szelepek egyértelmű beépítése érdekében a csatlakozásokat nagy betűvel illetve számmal jelölik:

	CETOP
Kimenő csatlakozók	A, B, C 2, 4, 6
Energiaszatlakozás	P 1
Kilevegőzés	R, S, T 3, 5, 7
Vezérlő csatlakozók	Z, X, Y 12, 14, 10

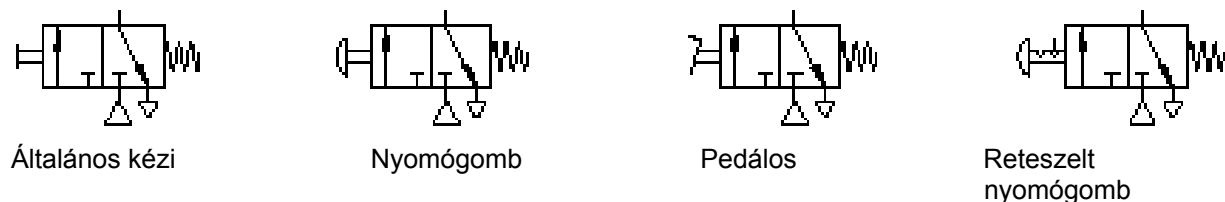
Útszelepek összefoglaló táblázata:

	2/2-es szelep
	3/2-es szelep
	4/2-es szelep
	4/3-as szelep középhelyzetben mind a 4 csatlakozó lezárva
	4/3-as szelep középhelyzetben a kimeneteket leszellőzteti
	5/2-es szelep
	5/3-as szelep középhelyzetben mind a 5 csatlakozó lezárva

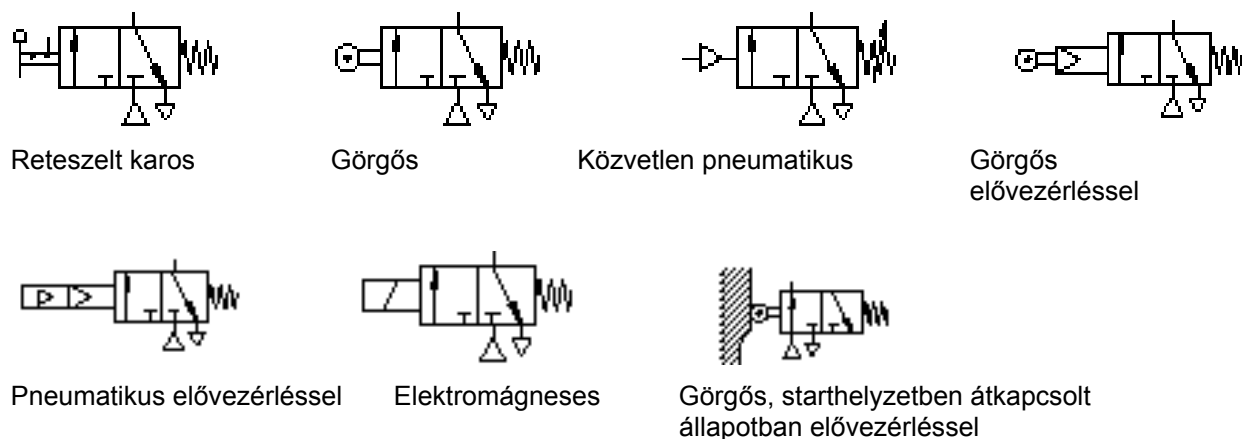
7.2.2. Útszelepek működtetése

Az útszelepeket – az alkalmazási módtól függően – különbözőképpen lehet működtetni. A működtetés jelét a négyzet függőleges oldala mellett ábrázoljuk.

Manuális működtetések



Mechanikus és pneumatikus működtetések



A működtetési időtartamtól függően megkülönböztetünk:

1. Tartós működtetést

A szelep az alaphelyzetbe történő visszaállásig személyi, mechanikus, pneumatikus vagy elektromos úton működtetett. Az alaphelyzetbe állítás történhet kézzel vagy mechanikus úton rugóval.

2. Pillanatműködtetés (impulzus)

A szelepet ekkor egy impulzus kapcsolja.

A következő átkapcsolás csak egy további, (jeladótól érkező) impulzus hatására jön létre.

7.2.3. Útszelepek szerkezeti kialakítása

Az útszelepek szerkezeti kialakításának tervezésekor meghatározó tényezők: az élettartam, a működtetéshez szükséges erő és működtetési mód, a csatlakozási lehetőség és a méret nagyság.

Szerkezeti kialakítás szerint megkülönböztetünk:

Ülékes szelepeket:

golyós -, kúpos szelepek;
tányér szelepek.

Tolattyús szelepeket:

körtolattyús szelepek;
síktolattyús szelepek;
forgótányéros szelepek.

7.2.4. Ülékes 3/2-es szelepek

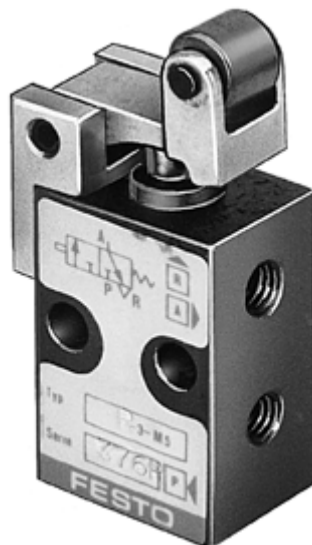
Az ülékes szelepeknél a záróelem golyó, tányér vagy kúp. A szelepülék tömítése rugalmas tömítőelemek alkalmazásával, egyszerűen megoldható. Az ülékes szelepek kopóalkatrésze kevés, ezért élettartamuk nagy. Szennyeződésre lényegében érzéketlenek, felépítésük robosztus.

A szelep kapcsolásához, a rugóerő, továbbá a tápnyomásból adódó nyomóerő ellenében jelentős működtető erőre van szükség.

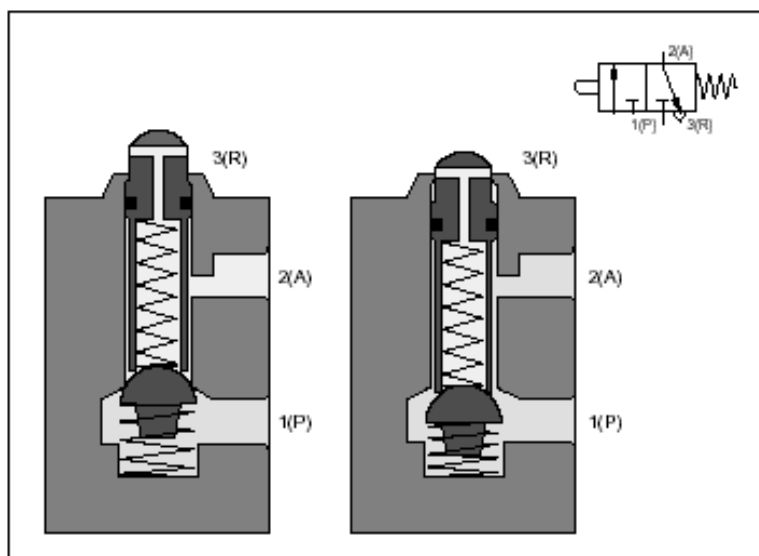
Golyós szelepek

A golyós szelepek egyszerű felépítésűek, ezért áruk kedvező. Ezt a szeleptípust kis méretek jellemzik. A golyót vagy félgömböt – mint záróelemet – egy rugó és a P csatlakozón érkező tápnyomás szorítja a szelepülékre. Ekkor a szelepen az A kimenet felé átáramlás nincs. A szelep nyomócsapjának működtetésekor a golyó az üléről felemelkedik, megvalósul a P-A rövidzár. Ez a típus 2/2-es útszelep, mivel 2 kapcsolóállása és 2 vezérelt csatlakozása (P és A) van. Ha a nyomócsapban kilevegőző csatorna van, akkor a szelep 3/2-es kialakítású.

Működtetése lehet kézi, illetve mechanikus.

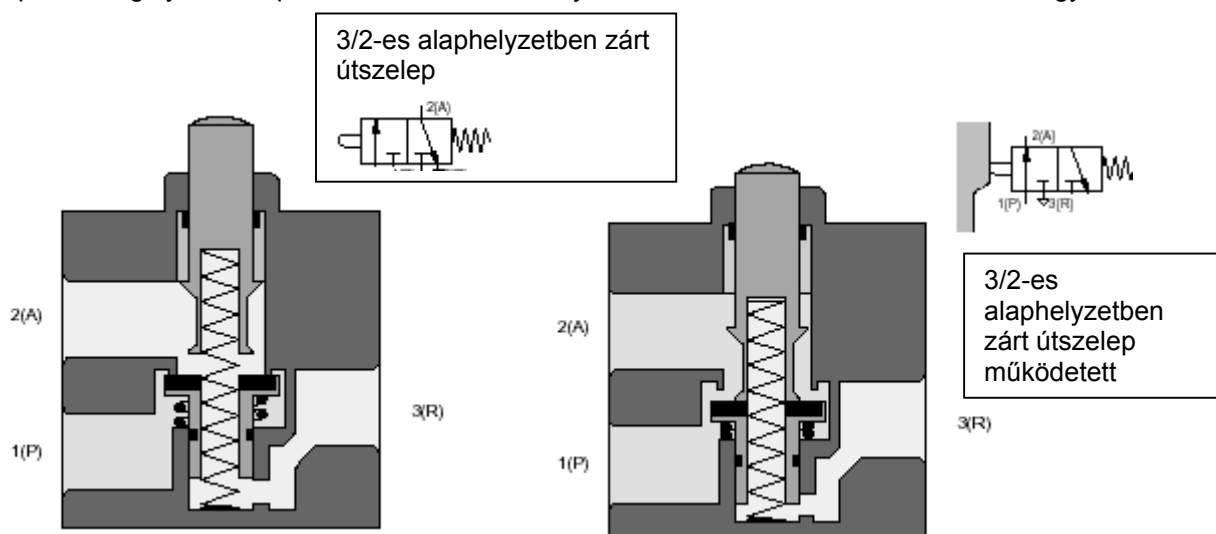


3/2-es útszelep



7.2.5. Tányérszelepek

Az ábrán bemutatott szelepek tányérszelepes megoldásúak. Egyszerű tömítéssel jó zárást valósítanak meg. A kapcsolási idő rövid, kis elmozdulással nagy átömlő keresztmetszet nyitására képesek. A golyós szelepekhez hasonlóan szennyeződésre érzéketlenek, élettartamuk nagy.



A tányérszelepes megoldásoknál a kapcsoláskor szükséges térelválasztás is megoldható. Ekkor lassú kapcsolás esetén sem jelentkezik teljesítményvesztés.

A nyomócsap működtetésekor, a rúd vége először a szeleptányér tömítésén illeszkedik, így az A és R csatlakozásokat elválasztja egymástól. További axiális elmozduláskor a nyomócsap a szeleptányért, rugóerő és a táplevegő nyomása ellenében felemeli az üléről és nyitja a P-A átmenetet. Az alaphelyzet, a működtetés megszűnésekor a rugóerő és a tápnyomás hatására áll be.

A 3/2-es útszelepeket egyszeres működésű munkahengerekhez, vagy más útszelepek vezérléséhez alkalmazzák.

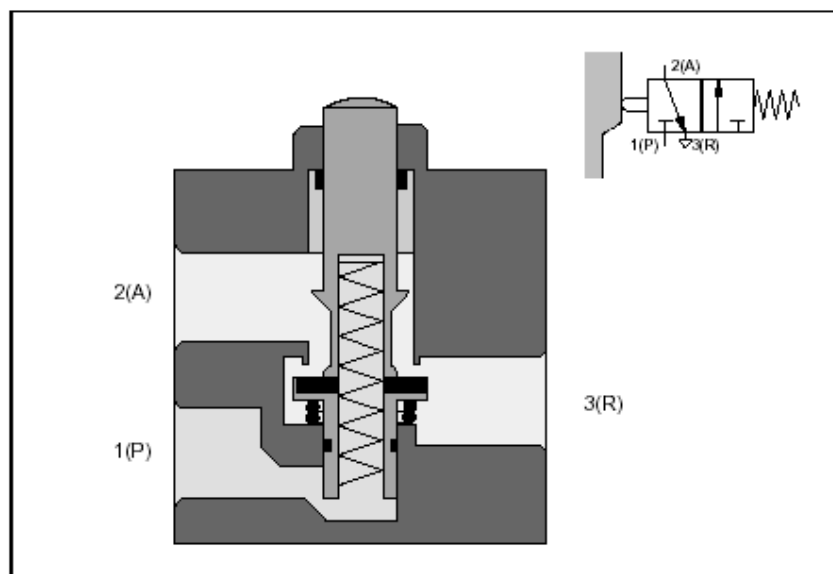
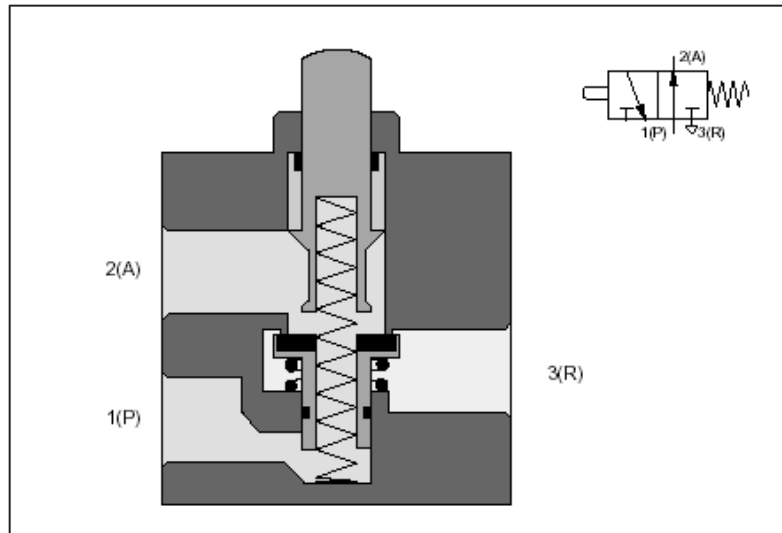
Alaphelyzetben nyitott szelepeknél (P-A átmenet alaphelyzetben nyitott) a zárás, működtetéskor ugyancsak szeleptányér alkalmazásával valósítható meg.

A nyomócsapon ekkor egy rugóval előfeszített mozgótömítést is elhelyeznek. Működtetéskor a rúdon rögzített szeleptányér először zárja a P-A átmenetet, míg a mozgó tömítés rugóerő hatására továbbra is zárva tartja az A-R átmenetet.

További axiális elmozduláskor a mozgó tömítés a nyomócsapon kiképzett vállon illeszkedik, majd felemelkedik és nyitja az A-R átmenetet.

A működtető rúd elengedésekor a szelep rugóerő hatására alaphelyzetbe áll. A szelepek működtetése kézzel, mechanikusan, pneumatikus- vagy elektromos úton történhet.

3/2-es alaphelyzetben nyitott útszelep

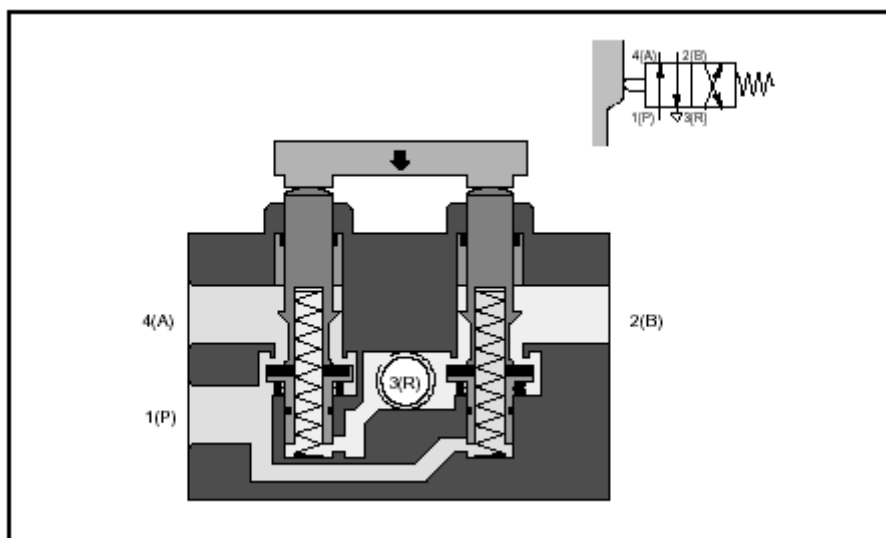
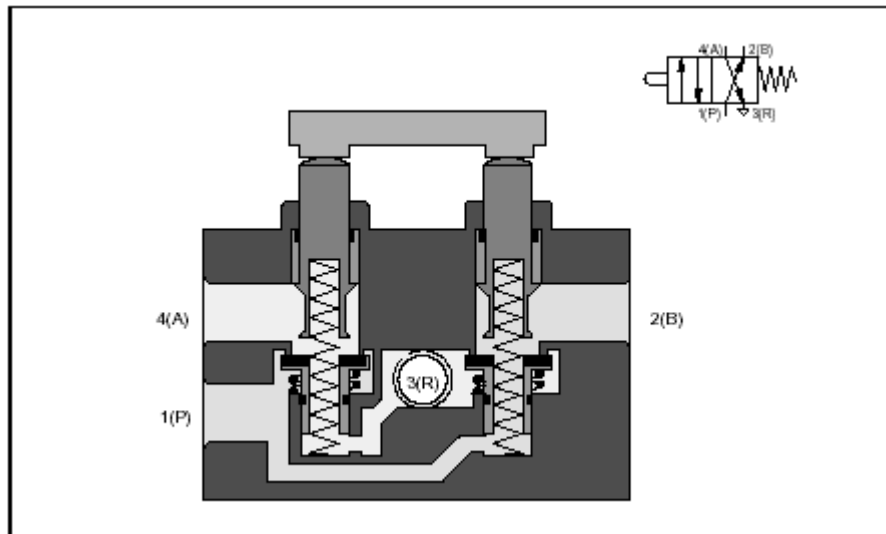


Egy 4/2-es tányérszelepes útszelep két 3/2 szelepből építhető fel (egy szelep alaphelyzetben nyitott, egy zárt).

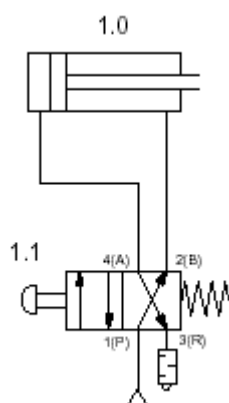
A ábrán bemutatott kialakításnál alaphelyzetben a P-B és A-R átmenetek nyitottak. A nyomórúdak egyidejű működtetésekor először a nyitott átmenetek zárnak (P-B és A-R), majd további axiális elmozduláskor – az előbbieken már ismertetett módon – a P-A és B-R átmenetek nyitnak.

A szelep – kapcsolóállástól függően – biztosítja az egyik kimenet kilevegőzését, így kettősműködésű munkahengerek vezérlésére alkalmas.

4/2-es útszelep



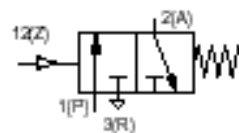
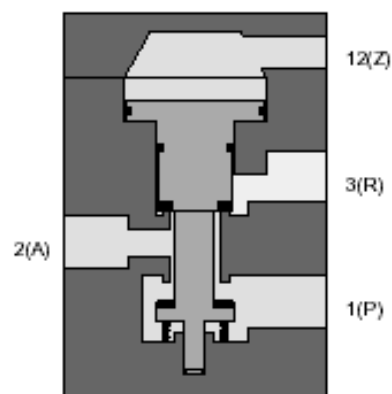
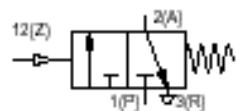
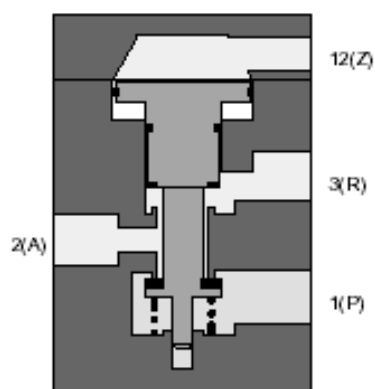
Kapcsolás 4/2-es útszeleppel



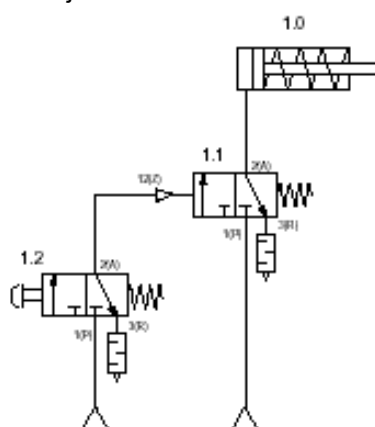
1A

1S

3/2-es pneumatikus működtetésű útszelep



Kapcsolási rajz



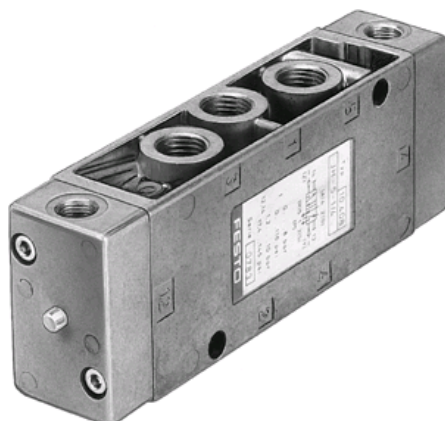
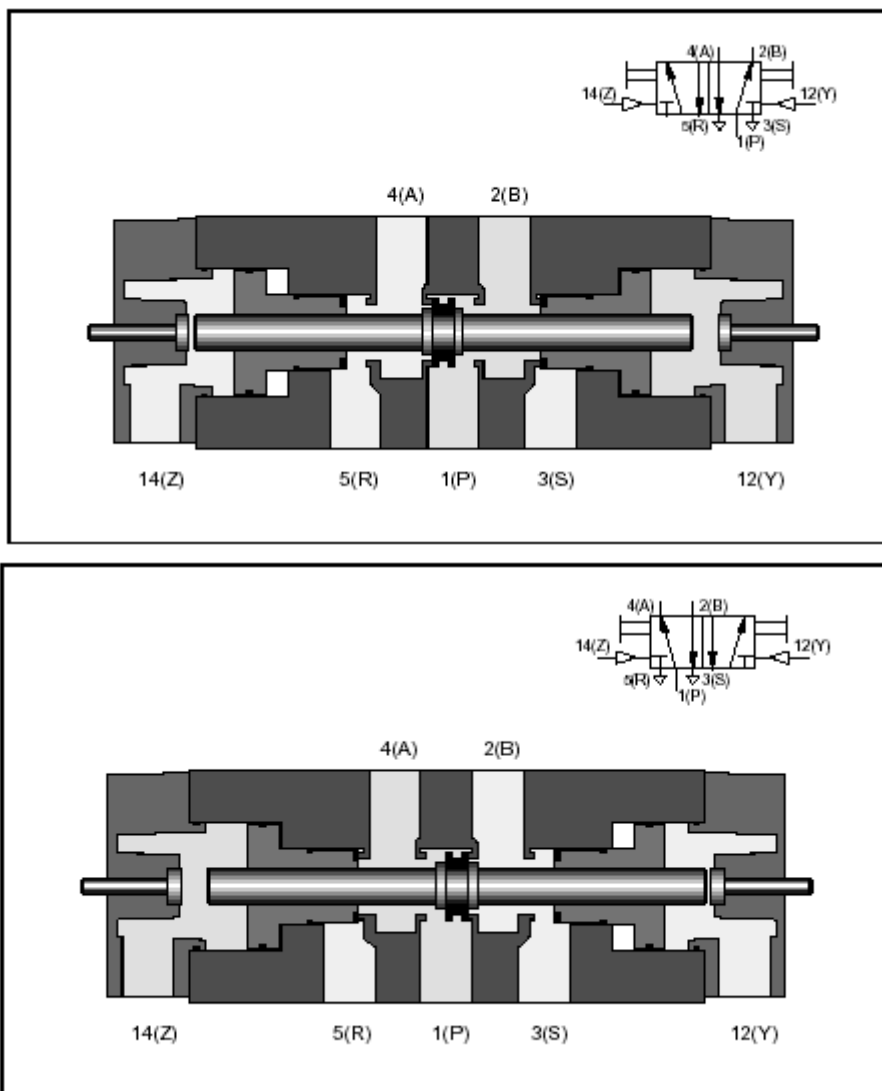
1A

1V

1S

Egy 5/2-es útszelep kialakítását szemlélteti az ábra. A szelep ún. „lebegőtányéros” megoldású. Vezérlése pneumatikus, levegővezérlés hatására mindaddig a felvett kapcsolóállásban marad, míg ellentétes vezérlőjelet nem kap. A vezérlőjel nyomásának hatására – membrán vagy tolattyúperem közvetítésével – a szeleptolattyú axiális irányban elmozdul. A tolattyú közepén lévő, tömítésekkel ellátott szeleptányér a P táplevegő csatlakozást az A vagy B kimenetekkel köti össze. A kilevegőzés – kapcsolóállástól függően – az R vagy S csatlakozókon történik. A szelep univerzális alaplapra is rögzíthető, mely biztosítja a gyors cserélhetőséget.

5/2-es útszelep (lebegő középállás)



7.2 6. Elektromágneses szelepek

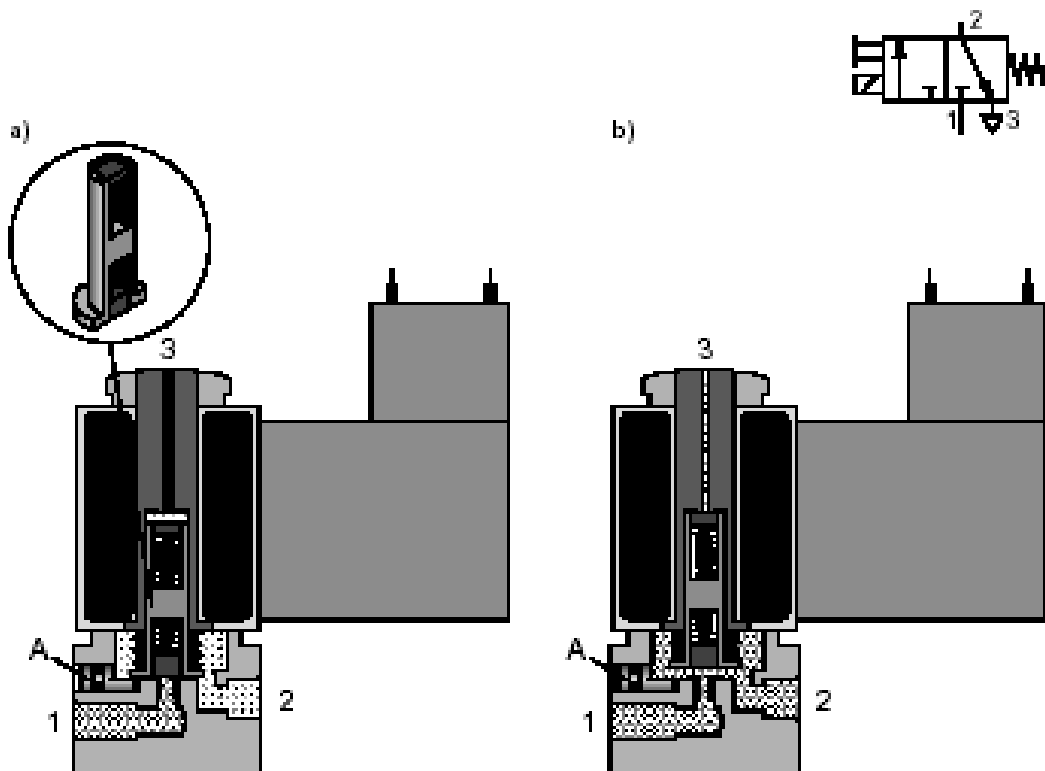
Az elektromágneses szelepeket ott alkalmazzák, ahol a vezérlőjelet elektromos relék, villamos helyzetérzékelők, villamos kimenetű nyomáskapcsolók, továbbá elektronikus vezérlőberendezések szolgáltatják. Általában a nagy távolságú jelátvitelnél, a rövid kapcsolási idők biztosítása érdekében villamos vezérlést alkalmaznak.

Az elektromágneses szelepek lehetnek közvetlen, vagy közvetett vezérlésűek. A közvetlen vezérlést kis névleges szelepméreteknél alkalmazzák, tekintve, hogy a nagy névleges méret a záróelem tömegét is növeli és nagyméretű elektromágnezt igényel.

A szelepmágnes gerjesztésekor a mozgórész (anker), rugóerő ellenében felemelkedik és nyitja a P-A átmenetet. Ugyanakkor az anker felső végébe beépített tömítés zárja az R kilevegőző csatlakozót. A gerjesztés megszűnésekor az anker rugóerő hatására zárja a P-A átmenetet, az A kimenet ugyanekkor az R csatlakozón kilevegőzik.

A szelep kapcsolásakor mindhárom csatlakozó rövidzárt állapotba kerül, azonban a kapcsolási idő nagyon rövid.

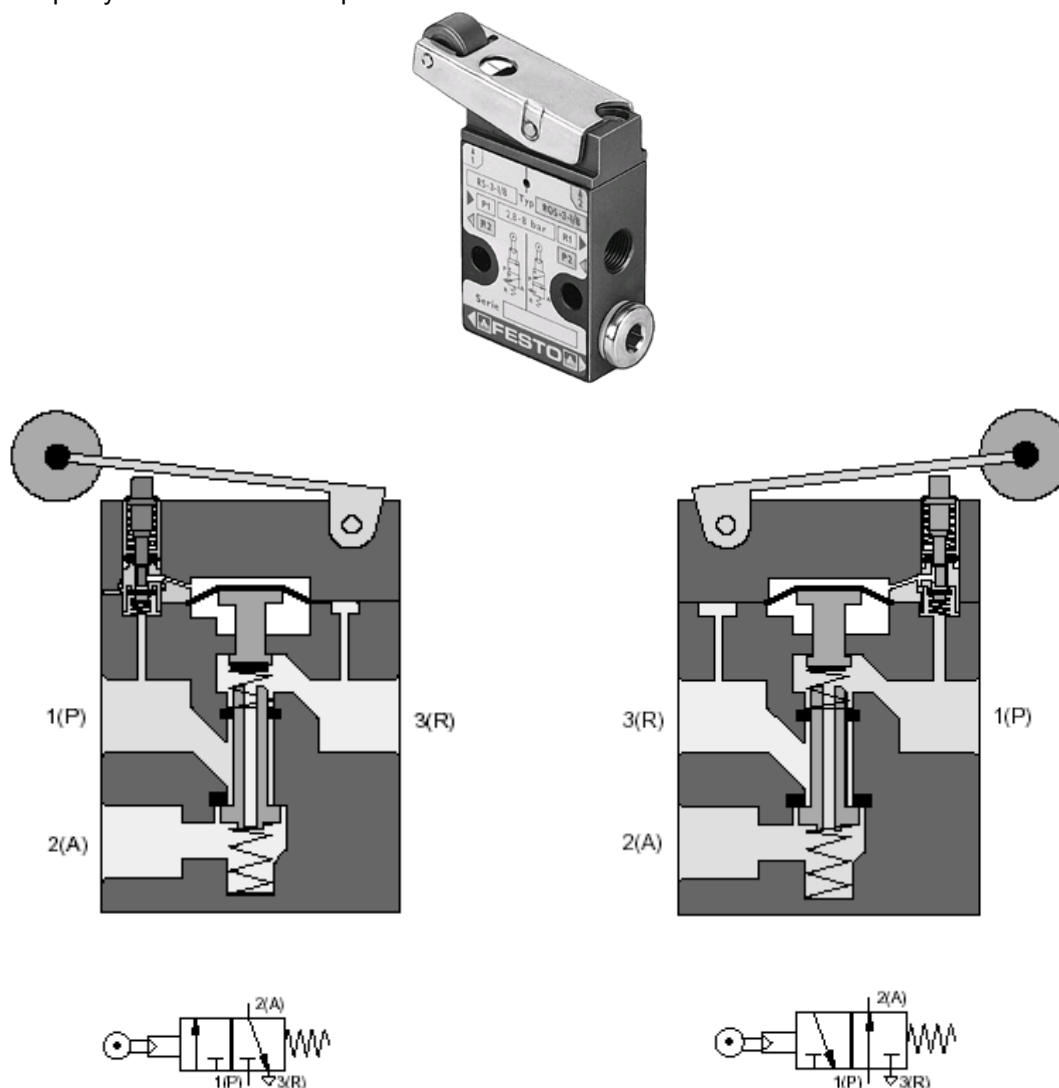
A szelepmágnes méretnövelésének elkerülése céljából, nagy névleges méretű szelepeknél, elővezérelt megoldást alkalmaznak. Ezek lényegében két szelepből, egy direktvezérlésű kisméretű 3/2-es mágnesszelepből, továbbá egy nagyméretű pneumatikus vezérlésű szelepből állnak.



7.2.7. Elővezérelt 3/2-es útszelep

A mechanikus működtetésű szelepeknél, a kis működtető erő elérése érdekében ugyancsak célszerű elővezérlést alkalmazni. A működtető erő nagysága az alkalmazás szempontjából meghatározó lehet. Ez az alábbi szelepkonstrukciónál 600 kPa (6 bar) tápnyomás és 1/8" névleges méret esetén 1,8 N.

3/2-es alaphelyzetben zárt útszelep



Működése:

A P tápkegő csatlakozás egy furaton keresztül az elővezérlő szeleppel is kapcsolatban van. A görgők nyomásakor nyit az elővezérlő szelep, és a beáramló sűrített levegő – membrán közvetítésével – lefelé mozdítja a szeleptányért.

A szelep kapcsolása a következő két fázisban történik:

Működtetéskor

- először zár az eddig nyitott A-R átmenet, majd nyit a P-A átmenet;
- a görgő elengedésekor zár az elővezérlő szelep bemenete, a membrántér kilevegőzik és a főszelep tolattyúja rugóerő hatására alaphelyzetbe áll vissza.

Ez a szeleptípus alaphelyzetben nyitott vagy zárt módon köthető be. Ehhez a P és R csatlakozásokat kell felcserélni, továbbá az elővezérlő fejet kell 180°-al elfordítani.

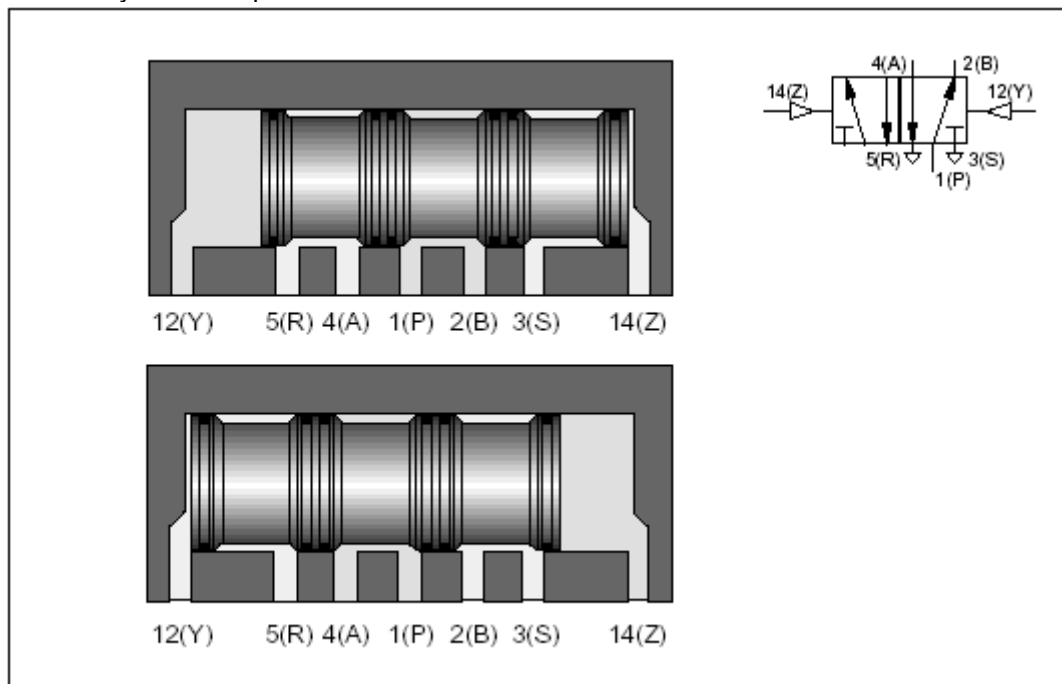
7.2.8. Tolattyús szelepek

Tolattyús szelepeknél az egyes csatlakozások kapcsolatát körtolattyúk, síktolattyúk vagy forgótányéros síktolattyúk biztosítják.

Körtolattyús szelep

A körtolattyús szelepeknél a megfelelő csatlakozások kapcsolatát egy hengeres tolattyú axiális elmozdulása hozza létre. A kapcsolóerő, rugóerő, illetve ellennyomás hiányában ennél a szeleptípusnál kisebb, mint a golyós-, illetve tányéroszelepeknél. A körtolattyús szelepeknél többféle működtetés lehetséges, így kézi, mechanikus, villamos vagy pneumatikus megoldás. Ugyanezek a működési módok hozzák a tolattyút kiindulási helyzetbe is. A kapcsolási út itt lényegesen nagyobb, mint az üléses szelepek esetében.

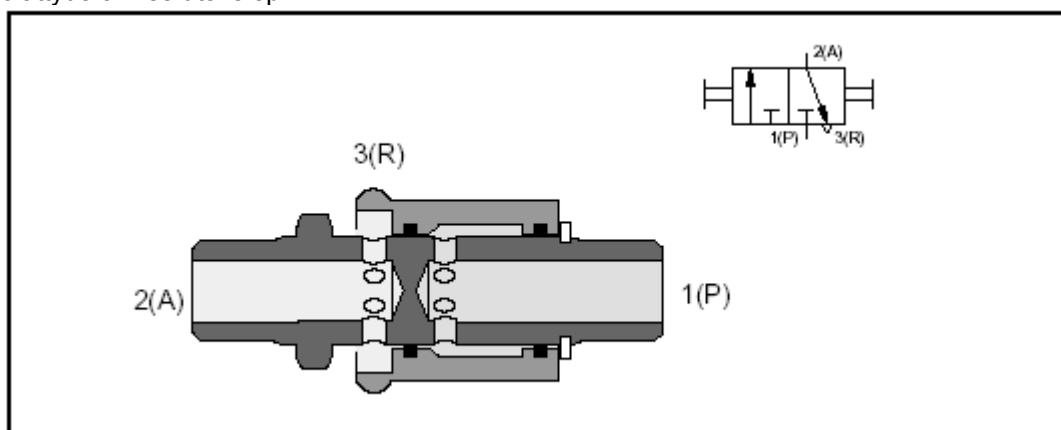
5/2-es körtolattyús útszelep



Ezeknél a körtolattyús szelepeknél gondot okoz a megfelelő tömítés megoldása. A hidraulikában alkalmazott fém-fém tömítés a tolattyú nagyon pontos illesztését teszi szükségessé a szelepház furatában. Ennélfogva a tolattyú és a ház közötti hézag pneumatikus szelepeknél sem lehet nagyobb 0,002-0,004 mm-nél, egyébként nagy lesz a résvesztés. A rendkívül pontos illesztések megnövelik az előállítás költségeit. Ennek elkerülése érdekében a tömítést, a tolattyúba épített „0” gyűrűkkel, kettős ajakos tömítésekkel, vagy a házban rögzített „0” gyűrűkkel oldják meg. A csatlakozónyílások egy beépített tolattyúpersely kerületén, megosztva képezhetők ki, így a tömítőelemek becsípődése, meghibásodása elkerülhető.

Az ábra a kézi tolattyús szelep kialakítását mutatja be. A hüvely axiális eltolásával a P-A átmenet nyitható. A hüvely hátsó helyzetében a P lezár és az A kimenet az R csatlakozón át légtérre szellőzik. A szelep felépítése egyszerű, elzárószelepként alkalmazható pneumatikus berendezések előtt.

Kézitolattyús 3/2-es útszelep

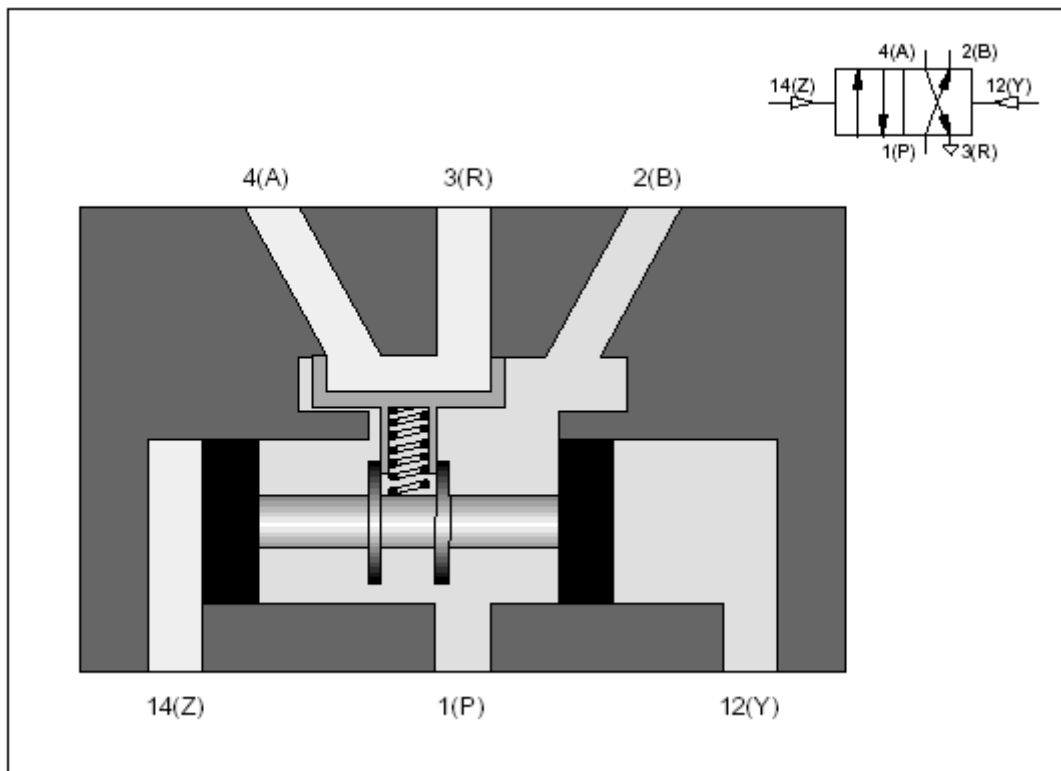


Síktolattyús szelep

A síktolattyús szelepnél a szelep kapcsolóállásának váltását körtolattyú végzi, azonban a megfelelő csatlakozásokat síktolattyú köti össze. A síktolattyú a működtetéskor bekövetkező kopás esetén is megfelelő tömítést biztosít, mivel a tápnyomás- és a beépített rugó rugóereje rugalmasan szorítja azt a csúszófelületre. A kapcsolást végző körtolattyú „0” gyűrűs tömítésű.

Az ábra a 4/2-es síktolattyús szelep kialakítását szemlélteti. A kapcsolóállás váltása a vezérlőcsatlakozóra adott pneumatikus jel hatására jön létre. Amennyiben az Y csatlakozóra érkezik vezérlőjel, a szelep a P-B átmenetet, illetve A-R átmenetet kapcsolja. A Z oldali vezérlés esetén, a P-A, B-R átmenet realizálható. A vezérlőjel megszűnésekor, a tolattyú, a sűrűdő erőből bekövetkezően pozícióját mindaddig megtartja, míg a szelep ellentétes vezérlést nem kap.

4/2-es síktolattyús útszelep, vezérlés nyomásnöveléssel

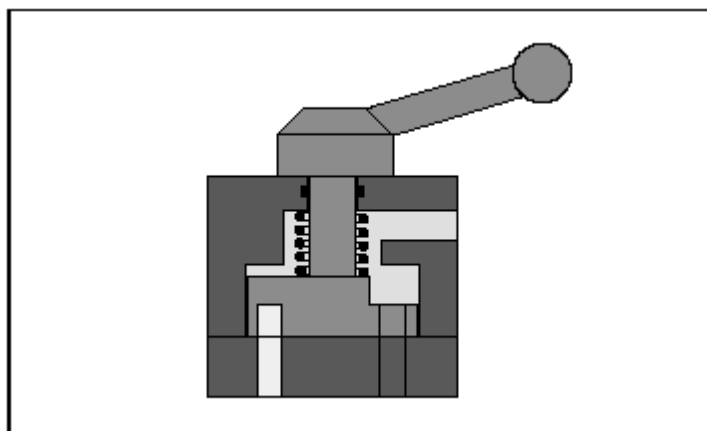


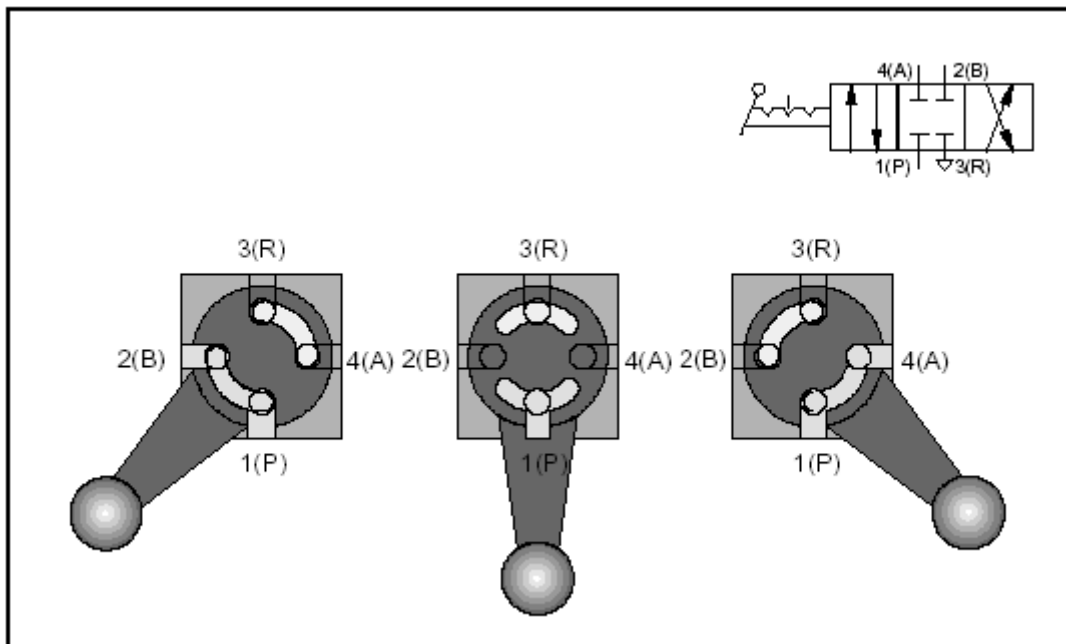
Forgótányéros (síktárcsás) szelep

A forgótányéros szelepeket többnyire kézi- vagy lábműködtetésűre készítik. Más működtetésmód megválasztása nehézkes. A szelepek általában 3/3-as, illetve 4/3-as kialakításúak. A megfelelő csatlakozók összekötését a síktárcsa elfordítása biztosítja.

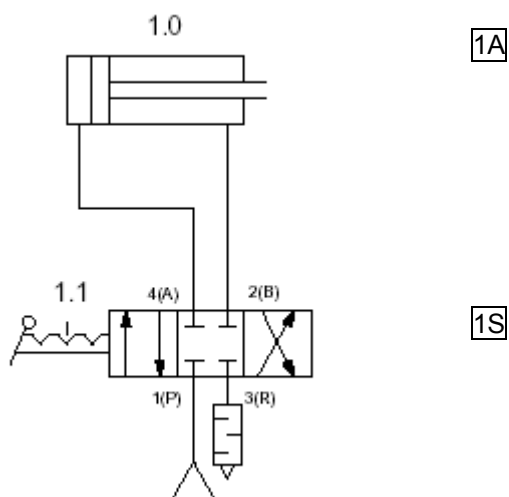
A bemutatott szelepkonstrukciónál a középállásban minden vezeték zárt helyzetű. Ebben a szelepállásban a kettősműködésű munkahenger dugattyúrúdja bárhol megállítható, azonban ilyen közbelső helyzetben a dugattyúrúd pozíciója nem rögzíthető. A levegő kompresszibilitása, továbbá a terhelésváltozások következtében a dugattyúrúd elmozdul.

A tárcsa hornyainak meghosszabbításával egy másfajta középállás is megvalósítható.





A fenti követelmény esetén, kettősműködésű munkahengerhez az alábbi megoldást alkalmazhatjuk.



Kétoldali működtetésű munkahenger vezérlése 4/3-as útszeleppel.
Középállás: zárt.

7.2.9. Átáramlási értékek szelepeknél

A szelepeken időegység alatt áteresztendő levegőmennyiség, továbbá az áteresztéskor bekövetkező nyomásesés igen lényeges adat a felhasználók részére.

A megfelelő szelep megválasztása függ:

- a munkahenger átmérőjétől és dugattyúsebességétől;
- a megkövetelt működési gyakoriságtól;
- a megengedett nyomáseséstől.

Ennek megfelelően elkerülhetetlen, hogy a szelepeket a V_N névleges levegő áteresztéssel jellemezzük. Az időegység alatt átáramló levegőmennyiség meghatározásánál több tényezőt figyelembe kell venni.

Ezek:

p_1 = a szelep bemenő csatlakozóján lévő nyomás (kPa/bar);

p_2 = a szelep kimenő csatlakozóján lévő nyomás (kPa/bar);

Δp = nyomáscsökkenés ($p_1 - p_2$) (kPa/bar);

T_1 = hőmérséklet (K);

V_N = normál térfogatáram (1/min).

Az átáramlás mérésekor a levegő a szelepen egy meghatározott irányban áramlik át. A bemenő nyomás ismert, a kimenő nyomás pedig mérhető.

Ezekből az értékekből határozható meg a Δp nyomáscsökkenés. A levegőátáramlást mennyiségmérővel határozzák meg.

A V_N névleges átáramlás egy alapérték, mely 600 kPa (6 bar) nyomásra és $\Delta p = 100$ kPa (1 bar) nyomáscsökkenésre, tovább 293 K (20 °C) hőmérsékletre vonatkozik. Ha az üzemelés körülményei ettől eltérnek a V_N értékét, (normál levegőátáramlás) számítani kell.

7.3. Zárószelepek

A zárószelepek olyan irányítóelemek, melyek az átáramlást egyik irányban átengedik, másik irányban pedig közel zérus résvesztéssel zárják. A fellépő nyomás, a zárási oldalon a tömítés hatékonyságát fokozza.

7.3.1. Visszacsapószelep

A visszacsapó szelepek az átáramlást egyik irányban lezárják, másik irányban kismértékű nyomáscsökkenéssel átengedik. A záróelem kúp, golyó, síklap vagy membrán.

Jelképi jelölések:

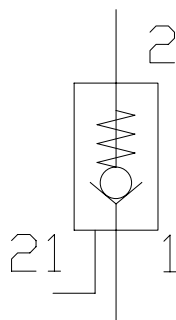
Visszacsapószelep, a zárást a záróelemre ható erő végzi



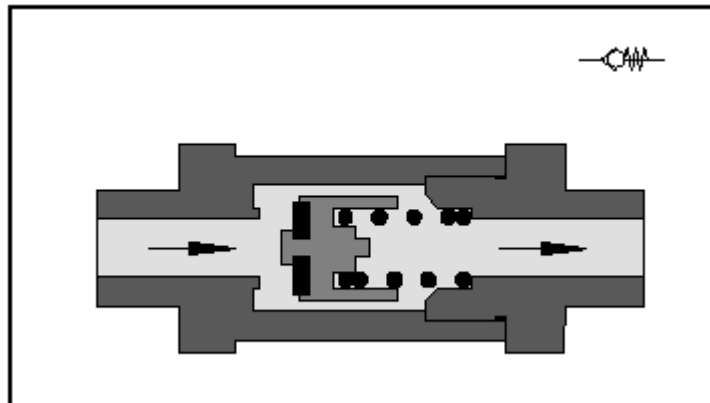
Visszacsapószelep rugóval, záras akkor van, ha a kimenő nyomás a bemenő nyomásnál nagyobb, vagy azzal egyenlő.



Vezérelt visszacsapó szelep



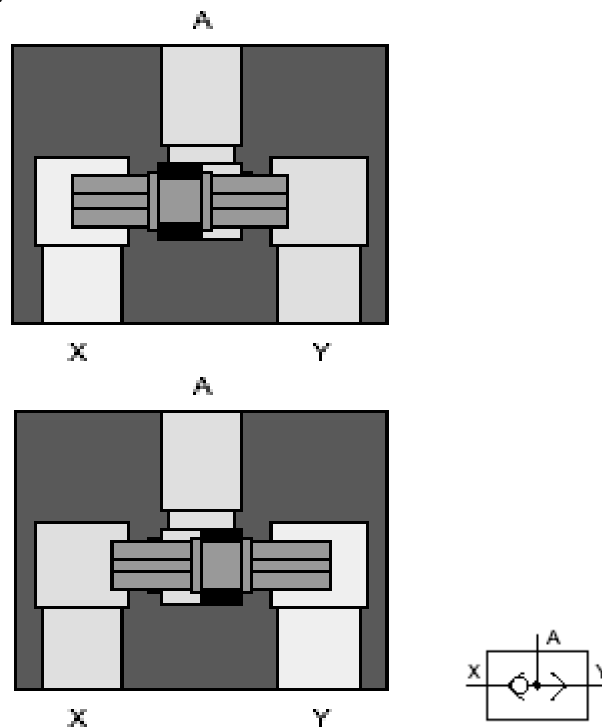
Rugós visszacsapószelep



7.3.2. Váltószelep (VAGY elem)

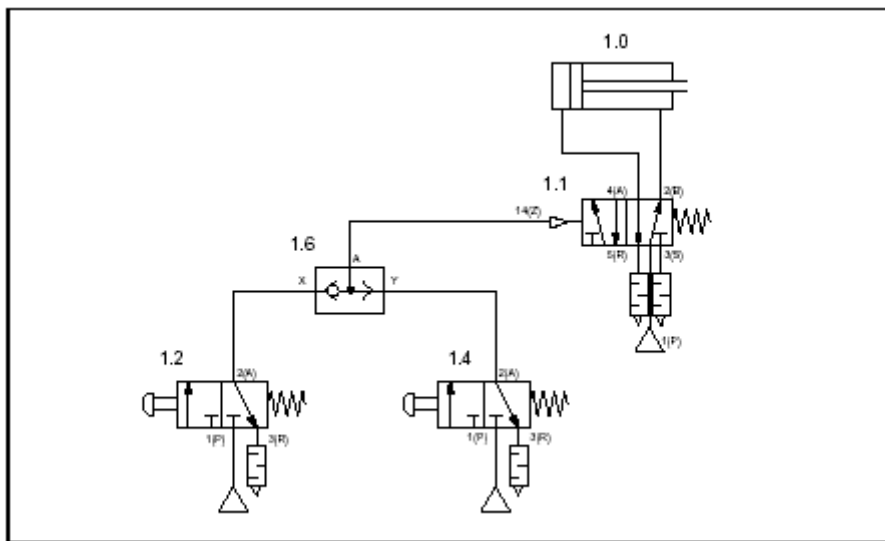
A váltószelepnek két bemenete (X és Y) és egy kimenete (A) van. Ha Y bemenetről érkezik vezérlés, akkor a záróelem (golyó) zárja az X bemenetet, a levegő az Y-A átmeneten áramlik. Ellenkező esetben Y lezár és az átáramlás X-A átmeneten keresztül történik. Ellenkező irányú áramláskor (A kimenettől az X vagy Y bemenet felé), a záróelem a nyomásviszonyok hatására, az előzőleg felvett helyzetében marad.

Váltószelep (VAGY elem)



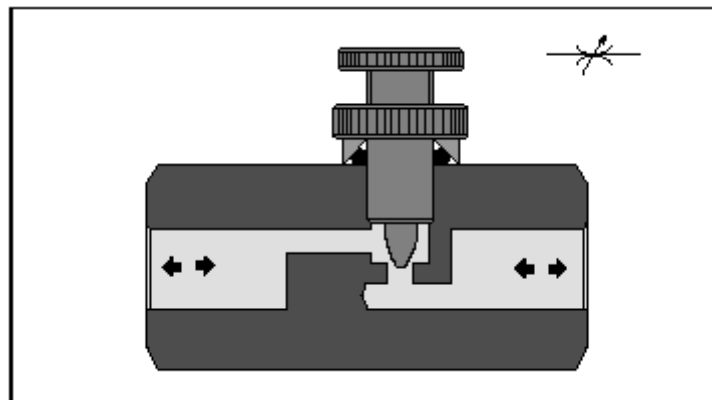
A váltószelepet VAGY-elemnek is nevezik, mivel VAGY logikai funkciót realizál. Pneumatikus vezérléseknél beépítése általában akkor szükséges, ha egy munkahengert, ill. egy teljesítményszelepet több helyről működtetünk, illetve vezérelünk.

Példa: Egy munkahengert két külön helyről kell vezérelni.



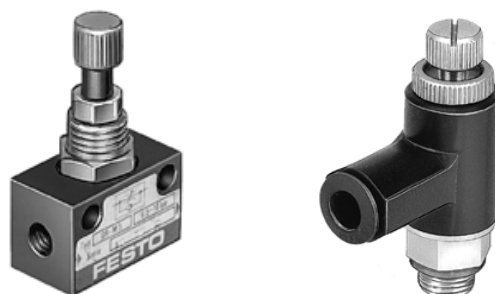
7.3.3. Fojtás

Az áramlási keresztmetszetbe épített szűkítés, mely lehet fix vagy állítható.

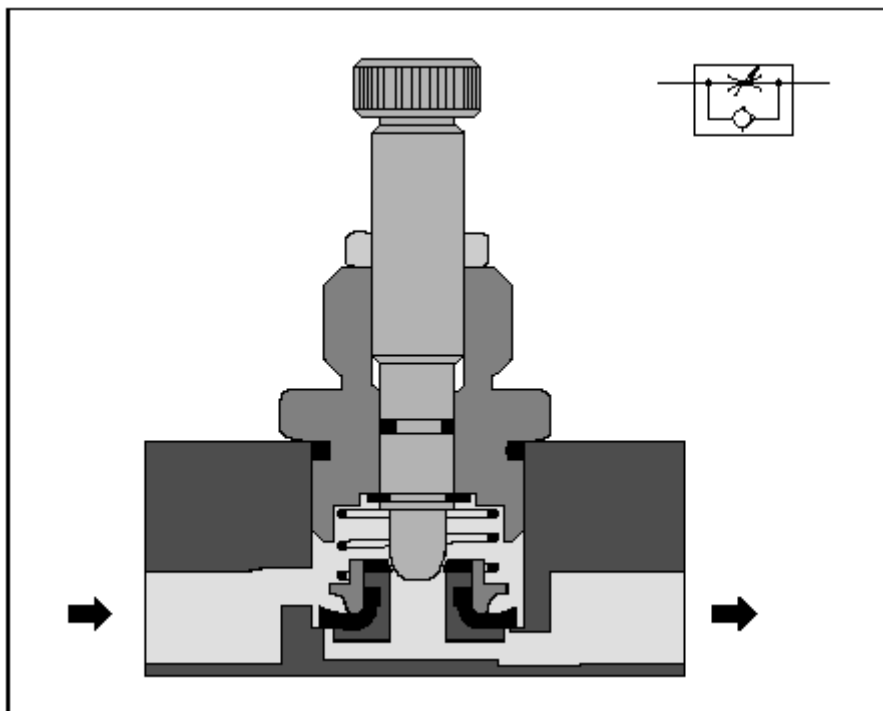


7.3.3. 1. Fojtó-visszacsapószelep

A fojtó-visszacsapó szelepeket munkahengerek dugattyúmozgásának sebességvezérlésére használják. Fojtó-visszacsapó szelepnél az átáramló levegőmennyiség befolyásolása csak egyik áramlási irányban lehetséges, ugyanis ekkor a visszacsapószelep lezár és az átáramlás csak a beállított fojtókeresztmetszeten történhet. Ellenkező áramlási iránynál a visszacsapószelep nyit, az átáramlás szabaddá válik. Kettősműködésű munkahengerek sebességvezérlésekor a fojtó-visszacsapó szelepeket közvetlenül a henger közelébe célszerű telepíteni.

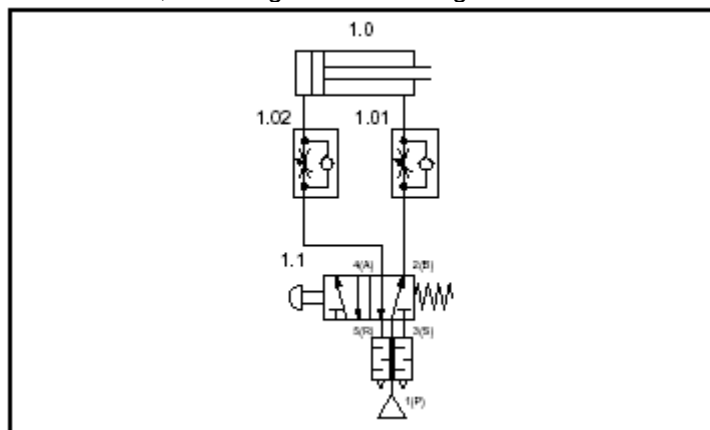


Fojtó-visszacsapószelep



Beáramló levegő fojtása (Primer fojtás)

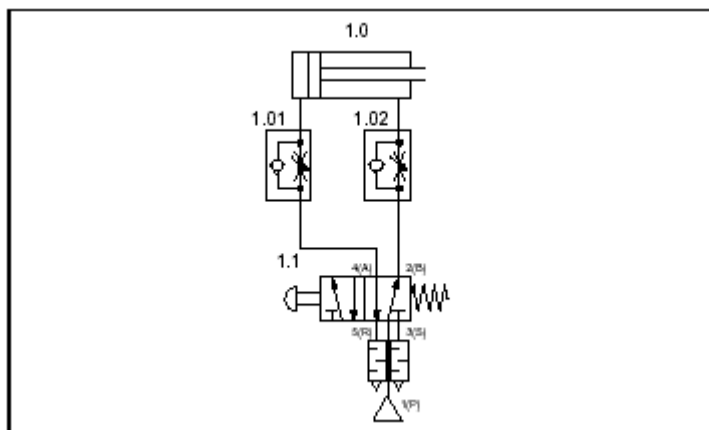
Bemenőági sebességvezérléskor a fojtó-visszacsapószelep fojtása a munkahengerbe beáramló levegőmennyiséget befolyásolja. A kiáramló levegő a visszacsapó szelepen, szabadon áramlik át. Ez a sebességvezérlési mód a terhelésváltozásokra érzékeny, már a legkisebb változásnál is (pl. a dugattyú egy helyzetkapcsolón halad keresztül) jelentős sebességingadozás jöhet létre. A bemenőági fojtást főleg egyszeres működésű, kis térfogatú munkahengereknél alkalmazzák.



Kiáramló levegő fojtása (Szekunder fojtás)

Kimenőági sebességvezérléskor a levegő szabadon áramlik a hengertérbe, a fojtás a kiáramló levegőmennyiséget befolyásolja.

Ily módon mindkét hengertérben megnő a nyomás (az előbbi esethez viszonyítva), mely a dugattyú merevségét fokozza. A fojtó-visszacsapó szelepnek ez a beépítése kevésbé terhelésérzékeny sebességvezérlést biztosít. Kettősműködtetésű munkahengereknél ezért általában kimenőági sebességvezérlést kell alkalmazni. Kisméretű – számottevő térfogattal nem rendelkező – hengereknél, a kimenő oldalon nem jön létre az ellentartáshoz szükséges nyomás, ezért ez esetben be- és kimenőági sebességvezérlést együttesen kell alkalmazni.



Fojtó-visszacsapószelep mechanikusan állítható fojtással

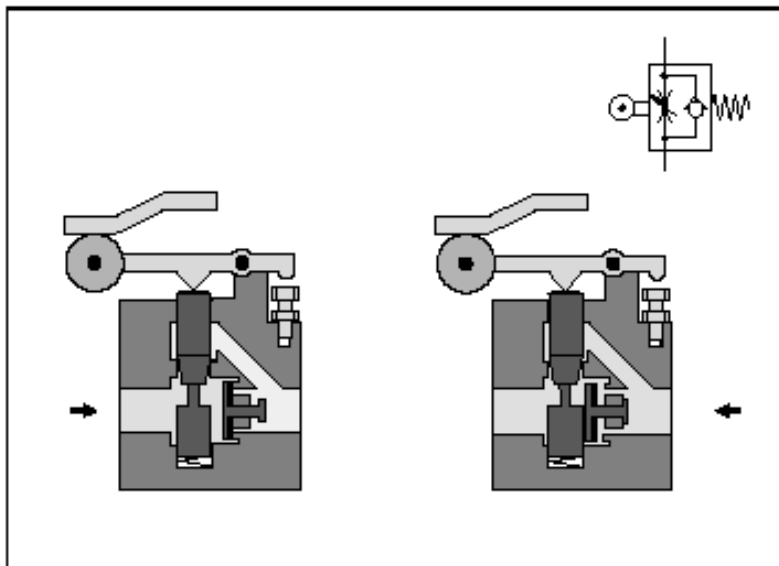
Ezeket a szelepeket akkor célszerű alkalmazni, ha az egyszeres- vagy kettősműködésű munkahengereknél a dugattyúsebességet a mozgásfolyamat alatt változtatni kell.

Kettősműködésű munkahengereknél a szelepet löketvégi csillapításra is fel lehet használni. Ez különösen nagy tömegek mozgatásakor célszerű, mivel ekkor a löketvég közelében elhelyezett fojtó-visszacsapó szeleppel a kiáramló levegőmennyiség csökkenthető, így a csillapítás mértéke – a beépítetthez képest – fokozható.

A fojtás – így a sebesség alaphelyzete egy kontraanyával rögzített állítócsavar segítségével beállítható. Mechanikus működtetéskor a dugattyúrúdra rögzített kényszerpálya a görgős emelőt lefelé nyomja, ennek megfelelően, a kúpos záróelem és az ülék közelítésével, a fojtókeresztmetszetet csökkenti. Ellentétes irányú áramláskor a visszacsapószelep záróeleme (szeleptányér) az üléről felemelkedik és a levegő szabadon átáramolhat.

A szelep megfelelő vezérlőpályával, működés közbeni sebességnövelésre, illetve sebességcsökkentésre egyaránt használható.

Mechanikus állítású fojtó-visszacsapószelep

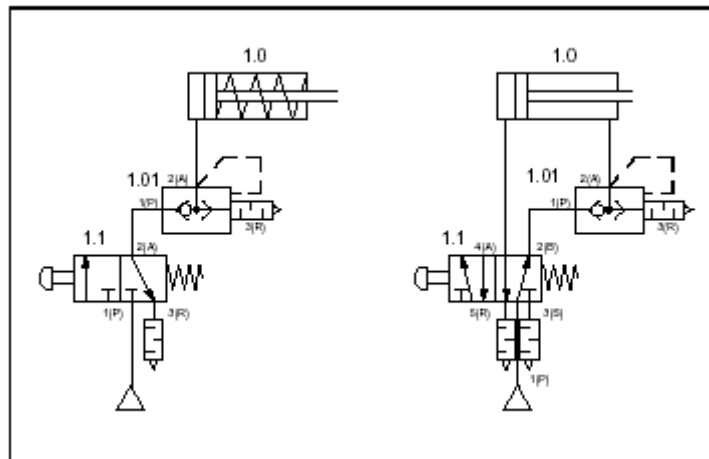
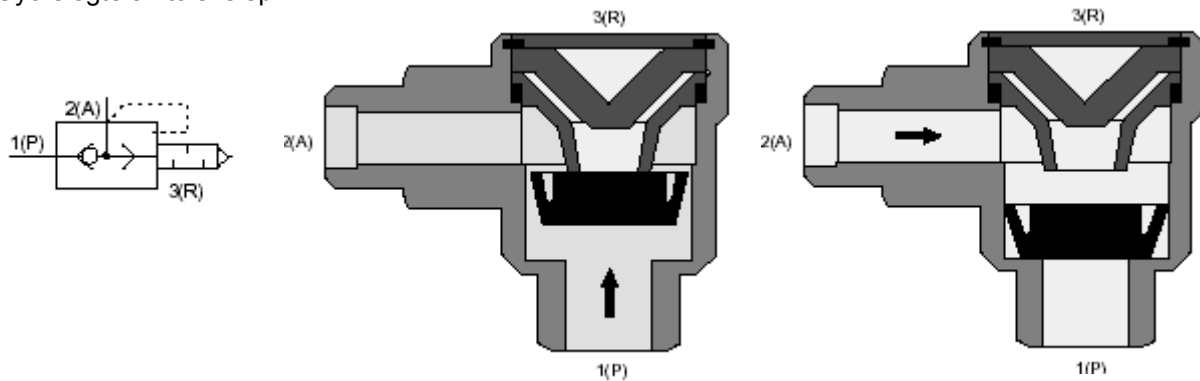


7.3.4. Gyorslégtelenítő szelep

A gyorskilevegőző szelepeket a dugattyúsebesség növeléséhez alkalmazzák. Mindenekelőtt az egyszeres működésű hengerek visszafutási ideje csökkenthető beépítésével. A szelepnek zárható P bemenete, zárható R kilevegőzése és A kimenete van. Ha P bemeneten nyomás van, a mozgó tömítés zárja az R kilevegőző csatlakozót és a levegő az A kimenet felé áramlik. Ha a P bemeneten a nyomás megszűnt, az A felől történő kiáramlás – a tömítőelem közvetítésével – zárja a P csatlakozást és a levegő R kilevegőzés felé áramlik.

Alkalmazásával kikerülhető (kilevegőzéskor) a vezérlőszelepet a hengerrel összekötő energiavezeték. Célszerű a gyorskilevegőző szelepet közvetlenül a henger csatlakozójának közelében elhelyezni.

Gyorslégtelenítő szelep



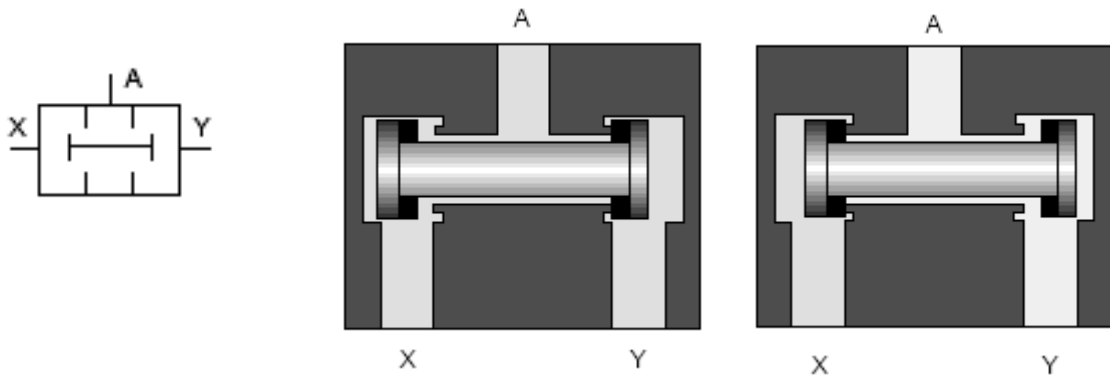
7.3.5. Kétnyomású szelep (ÉS elem)

A kétnyomású szelepeknek X és Y bemenete és A kimenete van. A kimenet felé történő levegőáramlás csak a két bemenet együttes jelenlétekor következik be. Egy bemenőjel esetén (X vagy Y) a tolattyúra rögzített szeleptányér, nyomás hatására zárja az áramlás útját. A bemenő jelek időbeli eltérése esetén így a később érkező jut el a kimenethez. A bemenő jelek nyomáskülönbsége esetén a nagyobb nyomású lezár, a kisebb nyomású jut az A kimenetre.

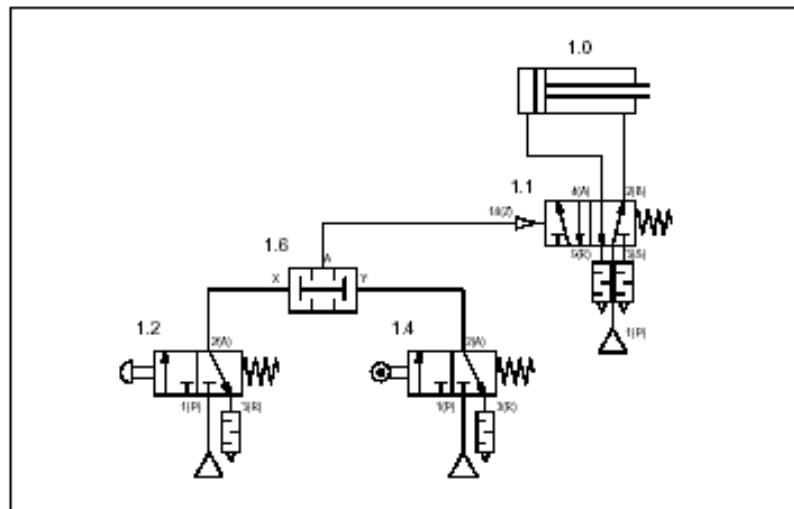
A szelepet ÉS elemnek is nevezik.

Az ÉS szelepeket többnyire reteszelő biztonsági vezérlésekhez, ellenőrzési funkciókhoz, illetve logikai műveletekhez használják.

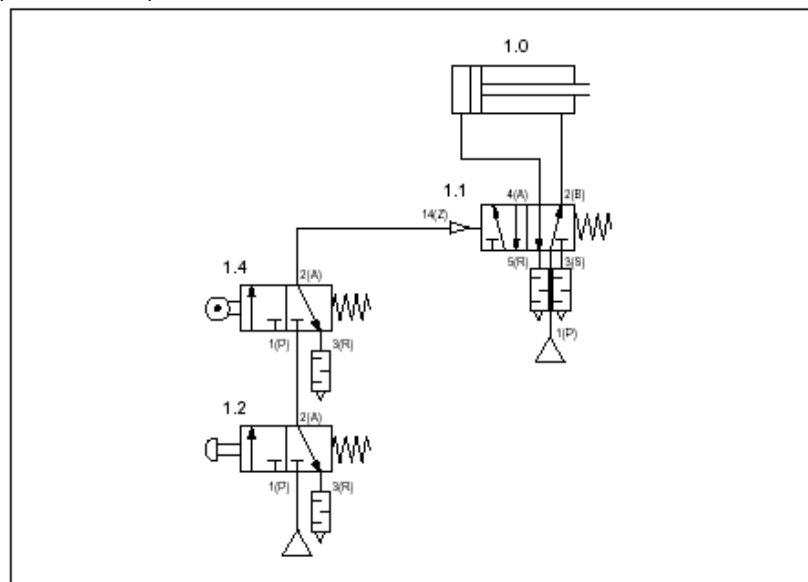
Kétnyomású szelep (ÉS elem)



Kapcsolási rajz ÉS szeleppel



Kapcsolási rajz (ÉS funkció) sorbakötéssel



7.4. Nyomásirányítók

A nyomásirányítók a sűrített levegő nyomását befolyásolják vagy nyomással vezéreltek.

Megkülönböztetünk:

- nyomásszabályozó szelepet;
- nyomáshatároló szelepet;
- nyomáskapcsolót.

7.4.1. Nyomásszabályozó szelep

A nyomásszabályozó szelep feladata, a hálózati nyomás ingadozásától független, stabil tápnyomás biztosítása a pneumatikus hengerek és vezérlőelemek számára. A bemenőnyomásnak mindig nagyobbak kell lennie, mint a kimenőnyomásnak.

Nyomásszabályozó szelep tehermentesítés nélkül

A szelep feladata és működése megfelel a 4.3. fejezetben leírtaknak. A membrán közepén elhelyezett szeleplék ennél a konstrukciónál hiányzik, ezért a nagyobb kimenőnyomásnál, vagy ellentétes áramlásnál a kimenet nem tud kilevegőzni, a szelep lezár.

Nyomásszabályozó szelep tehermentesítéssel

Feladata és működése megfelel a 4.3. fejezetben leírtaknak. Ennél a konstrukciónál, a membrán közepén elhelyezett szelepen keresztül, a nagyobb kimenőnyomásnál, illetve ellentétes irányú áramlásnál a szelep a lezárást követően kilevegőzik.

7.4.2. Nyomáshatároló szelep

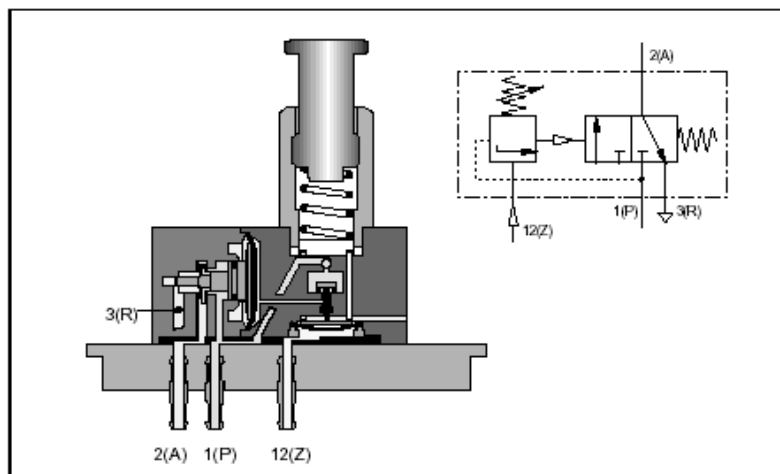
A nyomáshatároló szelepeket elsősorban, mint biztonsági szelepeket (túlnyomás szelepeket) alkalmazzák. Ezek meggátolják, hogy a nyomás, a rendszerben, egy előre beállított értéket meghaladjon. Ha a szelep bemenetén a nyomás elérte a beállított értéket, akkor az kinyit, és a levegő rajta keresztül a szabadba áramlik.

A szelep addig marad nyitva, míg a beépített rugó, beállított rugóereje a nyomásból adódó erővel szemben azt le nem zárja.

7.4.3. Nyomáskapcsoló

A nyomáskapcsoló működési elve megfelel a nyomáshatároló szelepnél elmondottaknak. A beállított rugóerőnél nagyobb vezérlőnyomás esetén a szelep kinyit. A levegő ekkor a P-A átmeneten áramlik. A nyitás csak akkor következik be, ha a Z vezérlőbemeneten a beállított nyomásérték kialakul. A P-A átmenetet vezérlődugattyú nyitja.

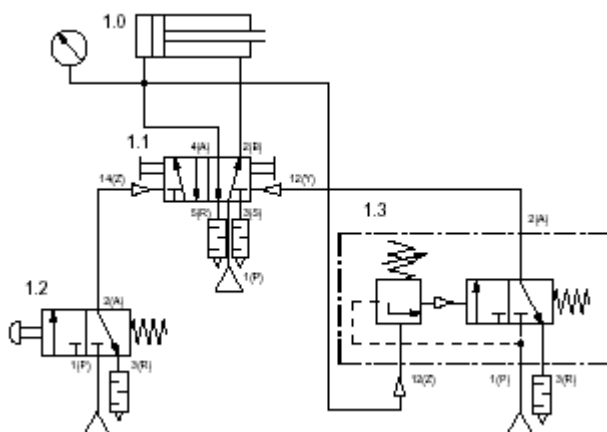
A nyomáskapcsoló szelepeket olyan pneumatikus vezérlésekben alkalmazzák, ahol a kapcsoláshoz meghatározott nyomás eléréséhez van szükség (nyomásfüggő vezérlések).



Nyomáskapcsoló

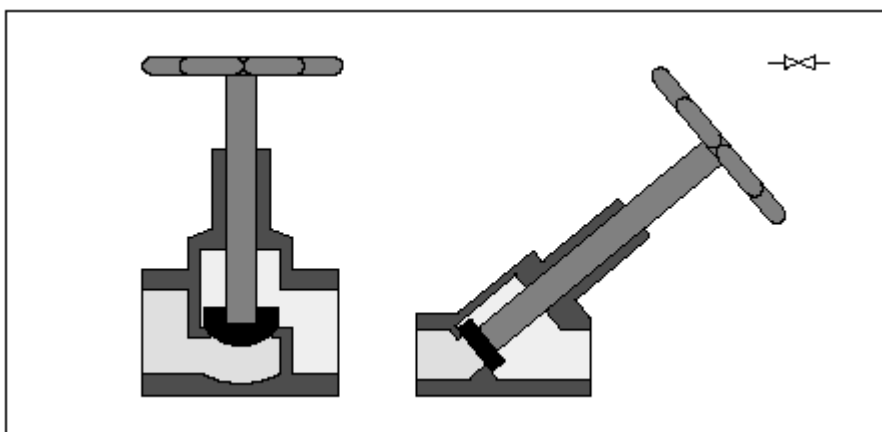
Példa:

Az 1.0 munkahenger dugattyúja csak akkor haladhat alaphelyzet felé, amikor az 1.3 nyomáskapcsolónál létrejött a beállított nyomás.

**7.5. Elzáró szelepek**

Az elzáró szelepek a sűrített levegő átáramlását fokozatmentesen nyitják, illetve zárják. Egyszerűsített ábrázolás. Zárócsap.

Elzáró szelepek

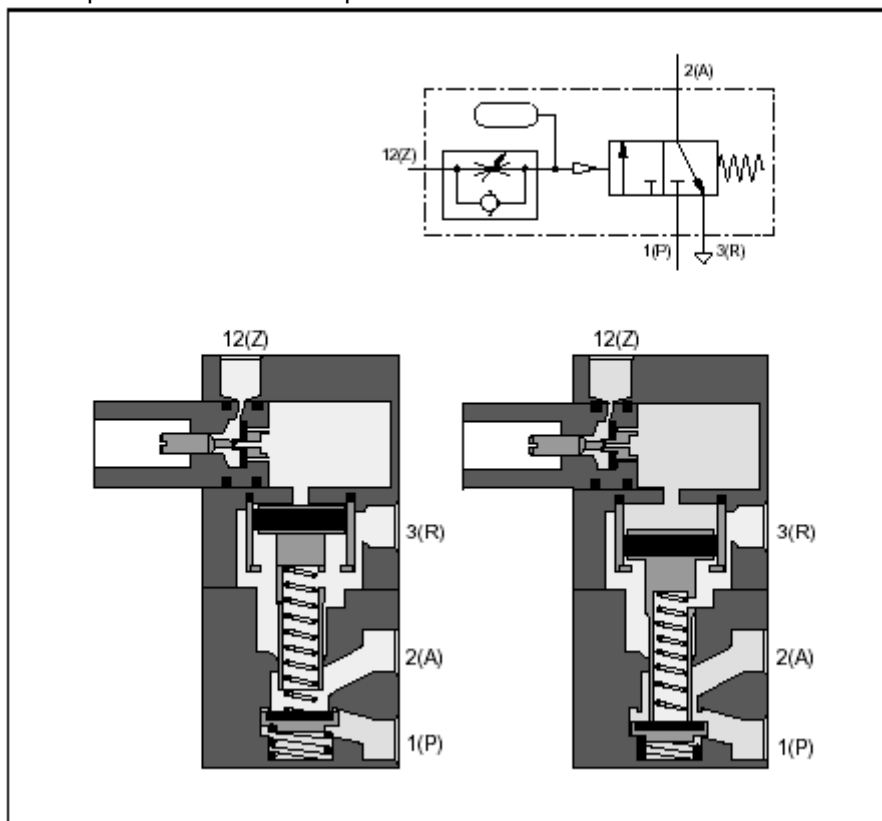


7.7 Pneumatikus időszelep

A pneumatikus időszelep 3/2-es rugós alaphelyzetű útszelepet, fojtó-visszacsapó szelepet továbbá légtartályt tartalmaz.

Bekapcsolási késleltetés (zárt alaphelyzet)

Alaphelyzetben zárt pneumatikus időszelep



Működése:

A táplevegő a P bemenetre csatlakozik, a vezérlő levegő a Z csatlakozón keresztül jut a szelepbe. A vezérlő levegő áthalad egy fojtó-visszacsapó szelepen, melynek fojtókeresztmetszet beállításától függően időegység alatt több, vagy kevesebb levegő áramlik a légtartályba. Amikor a légtartályban a rugóerővel szemben, a szükséges levegőnyomás létrejön, a szeleptolattyú mozgásba kezd és az A-R átmenet lezár. Ezt követően a szeleptányér felemelkedik az üléről és nyitja a P-A átmenet. A késleltetési idő, a légtartályban, a kapcsolónyomás eléréséig eltelt nyomásnövekedési idő.

A szelep alaphelyzetbe állításához a Z vezérlőjelet meg kell szüntetni. Ekkor a légtartályból a sűrített levegő a visszacsapó szelepen és a vezérlőszelep kilevegőzésén keresztül gyorsan a szabadba távozik. A tolattyú és a szeleptányér rugóerő hatására alaphelyzetbe áll, P lezár és nyitja az A-R átmenet.

Kikapcsolási késleltetés (nyitott alaphelyzet)

Működése:

A szelep ugyancsak 3/2-es rugós alaphelyzetű útszelepet, fojtó-visszacsapó szelepet, valamint légtartályt tartalmaz.

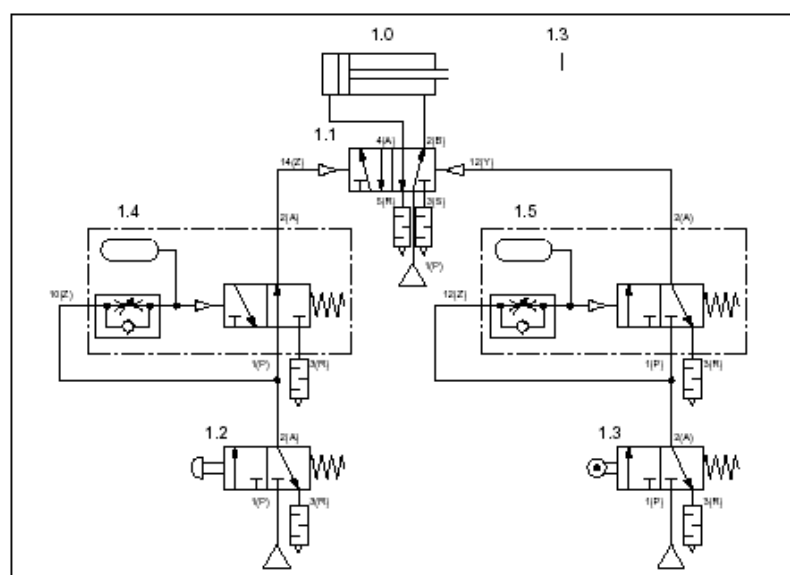
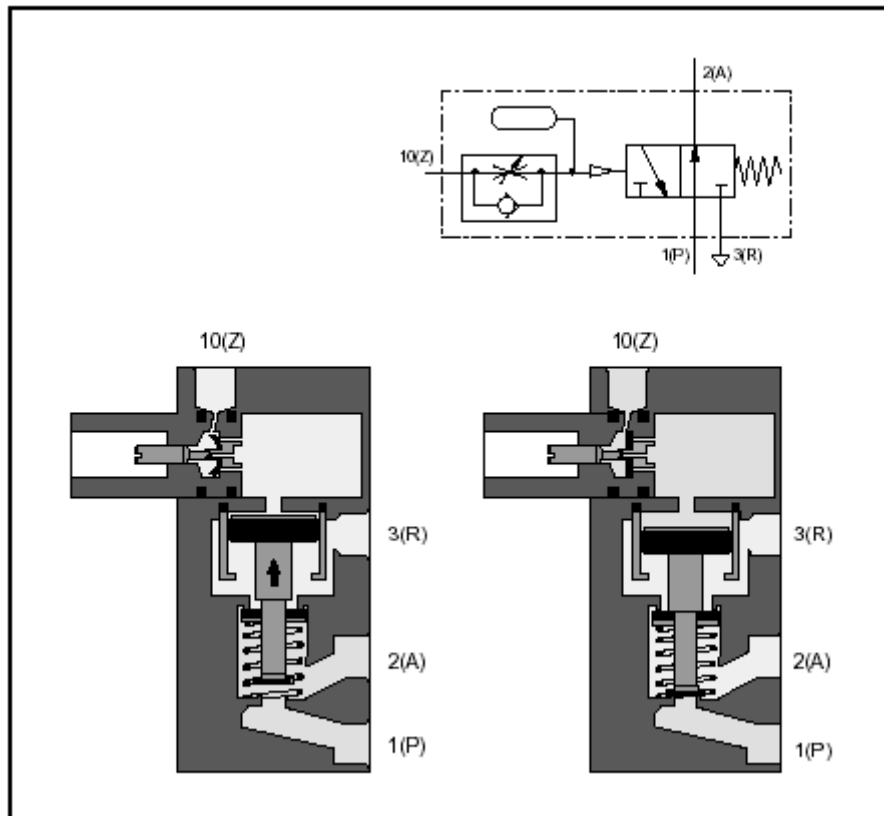
A 3/2-es útszelep nyitott alaphelyzetű.

A vezérlő levegő a Z csatlakozáson keresztül jut a szelepbe. Amikor a légtartályban kialakul a kapcsolónyomás, a 3/2-es útszelep tolattyúja kapcsolóállást vált. Ekkor zár a P-A átmenet és nyitja az A-R átmenet. A késleltetést itt is a levegőtartályban létrejövő időbeli nyomásfelfutás határozza meg.

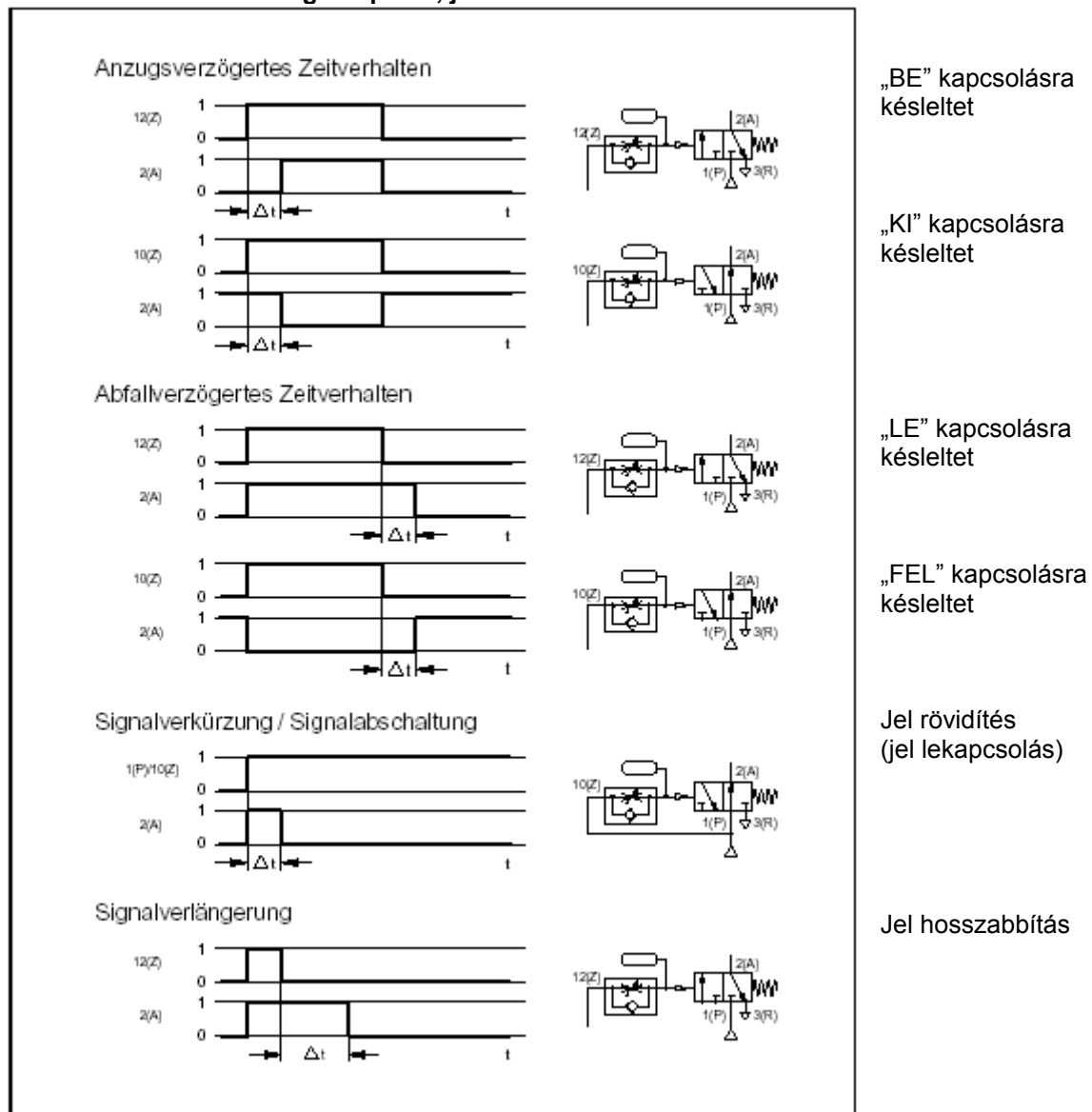
A Z vezérlés megszüntetésekor a szelep rugóerő hatására alaphelyzetbe áll. A késleltetési idő általában 0-30 másodperc lehet, mely kiegészítő légtartály beépítésével meghosszabbítható.

Tiszta levegő és állandó táp-, illetve vezérlőnyomás esetén pontos kapcsolási idő érhető el.

Alaphelyzetben nyitott pneumatikus időszelep



7.7.1. Pneumatikus időtagok típusai, jellemzői



8. Érintkezésmentes érzékelők és vákuumejektorok

A gyártósorok és szerelőkészülékek jobb kihasználása, továbbá a biztonságos munkavégzés iránti növekvő igények egyre újabb követelményeket állítanak az automatizálás eszközeivel szemben. Ezek sok esetben csak érintkezésmentes érzékelők (szenzorok) alkalmazásával oldhatók meg.

Az érintkezésmentes érzékeléshez pneumatikus eszközök is rendelkezésre állnak.

Működési elvük kétféle:

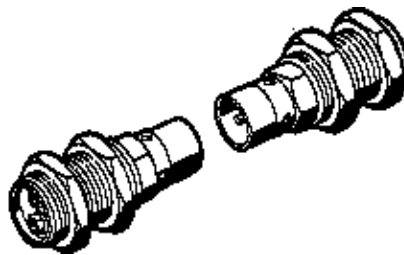
- szabad levegősugár elve;
- torlófúvókás elv.

8.1. Légsorompó

A légsorompó adó- és vevőfúvókákból áll. Mindkét fúvókát a P_X csatlakozáson keresztül, víz- és olajmentes levegővel kell táplálni. A táplevegő nyomása 10-20 kPa (0,1-0,2 bar) közötti érték. Ennek megfelelően a levegő felhasználás csekély, $V = 0,5 - 0,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Az olaj- és vízmentes levegő biztosítása érdekében, a berendezés elé, szűrővel ellátott alacsony nyomástartományú nyomásszabályozót kell beiktatni. A pontos és megbízható működés érdekében az adó- és vevőfúvóka közötti távolság nem lehet nagyobb 100 mm-nél.

Légsorompó



8.2. Reflexiós érzékelő (közelítés érzékelő)

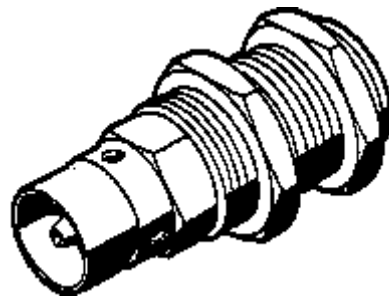
Lényegesen egyszerűbb és a környezet zavaró hatásaival szemben biztosabb a torlófúvókás elv alkalmazása. A reflexiós érzékelő ezen az elven működik. Az adó- és vevőfúvóka ennél a konstrukciónál közös házba van építve. A reflexiós érzékelő egy adó- és egy vevőfúvókából, egy fojtóelemből, továbbá egy védőhüvelyből áll. Az érzékelő P_X csatlakozójához vezetett táplevegő 10-20 kPa (0,1-0,2 bar) nyomású. Ez a levegő a külső gyűrűs csatornán át a szabadba áramlik. A levegő kiáramlásakor a belső fúvókában vákuum jön létre. Ha a gyűrűs csatornából kiáramló levegősugarat egy tárgy jelenléte megzavarja, a vevőfúvókában túlnyomás jön létre. Az X kimeneten tehát jel képződik. A jelet egy erősítőfokozat teszi felhasználásra alkalmassá, mellyel további szelepeket vezérelhetünk.

A fojtószelep biztosítja a jel kifogástalan továbbítását. A reflexiós érzékelő és az érzékelt tárgy közötti távolság, kiviteltől függően 1-6 mm lehet. Különleges kivitelnél ez a távolság 20 mm.

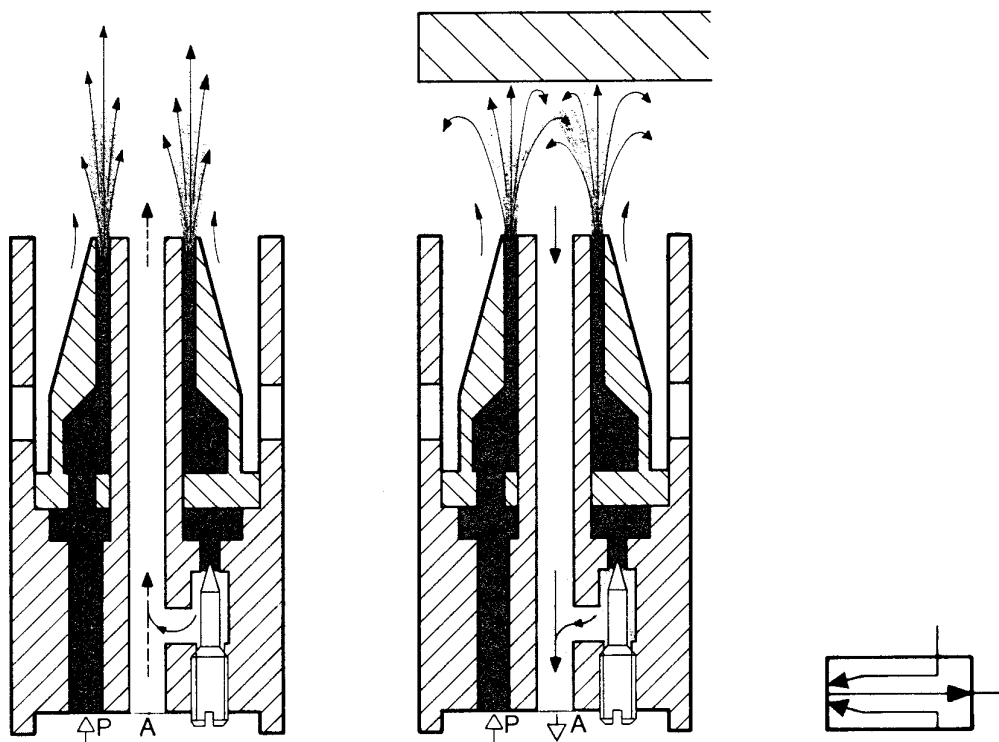
A reflexiós érzékelő működését nem befolyásolják a szennyeződések, hanghullámok, robbanási veszély, sötétség, a fényáteresztő, vagy nem mágnesesizhető tárgyak.

Alkalmazási területén minden iparágra kiterjed. Felhasználható például sajtoló-, ill. kivágószerszámok ellenőrzésére, szalagszél vezérléshez tárgyak ellenőrzésére, számlálására a textiliparban vagy csomagolástechnikában, munkadarab tárolók ellenőrzésére, bútoralkatrészek érzékelésére a faiparban.

Reflexiós érzékelő



Reflexiós érzékelő



8.3 Vákuumképző ejektorok

A vákuumképző ejektorok szívókoronggal egybeépítve a legkülönbözőbb alkatrészek szállítására alkalmasak.

Működésük a Venturi-elvre épül.

A P bemenet a táplevegő csatlakozás. Az átáramlásakor, a fúvóka végén lévő keresztmetszet csökkenés hatására a levegő áramlási sebessége megnő. A nagy sebességgel áramló levegő a szívókorong csatlakozásán vákuumot hoz létre (szívóhatás).

A szívóhatáskor kialakuló megfogóerő alkalmas alkatrészek szállítására. A jó szívóhatás biztosítása érdekében, a megfogott alkatrésznek sík felületűnek kell lennie.

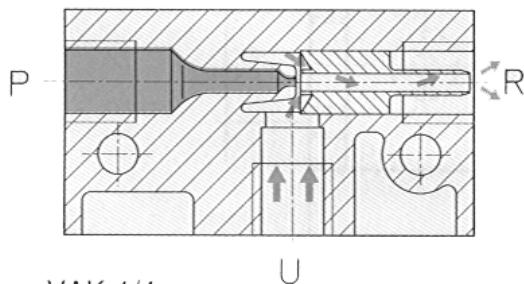
8.3.1 Vákuumejektor kidobó egységgel

A vákuum szívófej működése szintén a Venturi-elvre épül. A különbség az ejektorhoz képest az, hogy a szívófej egy beépített kiegészítő tartályt is tartalmaz. A tartály a szívási folyamat alatt fel van töltve. A tápnyomás kikapcsolásakor a tartályban lévő levegő egy gyorskilevegőző szelepen keresztül a szívótérbe távozik. A szívótérbe beáramló levegő a szívókorongban egy nyomáslökést okoz, és ledobja a darabot a korongról.

A vákuumos készülékek előnye:

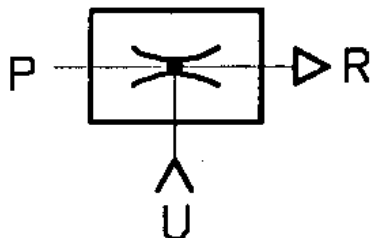
– nagy vákuum – kedvező légfogyasztás – csekély hanghatás.

Vákuumképző ejektor



Típus : VAK-1/4

Vákuum korong



8.4 Munkahenger érintkezésmentes pozícióérzékeléssel

Nagyon sok gépnél, berendezésnél a pozícióérzékeléshez szükséges helyzetérzékelők felszerelése nehézségekbe ütközik. Ennek oka többféle lehet, pl. geometriai (nincs hely a beépítésre), vagy szennyezett környezet (a végállás kapcsolónak nem szabad szennyeződéssel, hűtővízzel, olajjal vagy forgáccsal érintkezésbe kerülnie).

Ezek a nehézségek pneumatikus- vagy elektromos közelítéskapcsolók alkalmazásával nagyrészt kiküszöbölhetők.

8.4.1 Pneumatikus közelítéskapcsoló

A pneumatikus közelítéskapcsoló működése a légszorompó elvére vezethető vissza. A házban egy kapcsolónyelv van beépítve, mely megszakítja a levegőátáramlást a P-A átmeneten keresztül.

Amikor a permanens mágnessel ellátott dugattyú megközelíti a kapcsolót, a nyelv, a mágneses erő hatására, lehajlik és nyitja a P-A átmenetet. Az A kimeneten levehető jel kisnyomású, így további kapcsolási feladat ellátásához erősíteni kell. A dugattyú távozásakor a mágneses tér megszűnik, a kapcsolónyelv visszatér alaphelyzetébe és zárja a P-A átmenetet.

8.4.2 Elektromos közelítéskapcsoló

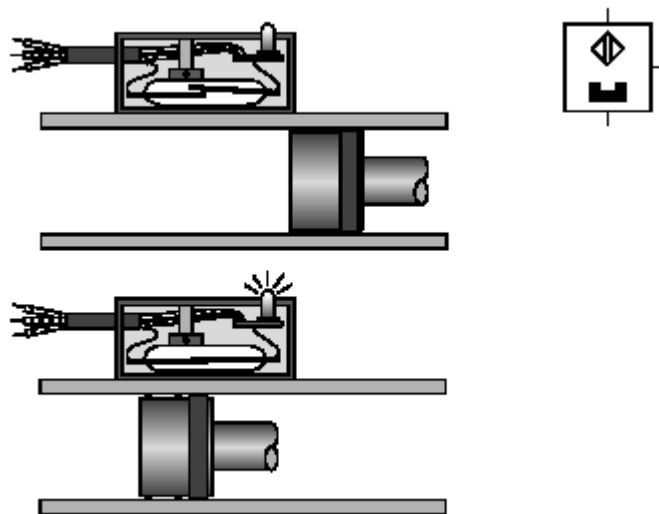
A kapcsoló egy nyomásos öntéssel készített házban, polyamid alapra rögzített, huzalozással ellátott reed-relét tartalmaz.

A reed-relé két érintkezőből áll, melyek egy védőgázzal töltött üvegcsőben helyezkednek el.

Amikor a permanens mágnessel ellátott dugattyú az érintkezőkhöz ér, a mágneses tér hatására, azok zárnak. A kontaktus elektromos kimenőjelet ad. A dugattyú távozásakor, a mágneses tér megszűnésével a rugós érintkezők visszaállnak alaphelyzetükbe.

A dugattyú maximum áthaladási sebessége mindkét közelítéskapcsolónál a kapcsoló által működtetett elemektől függ.

Elektromos közelítéskapcsoló



8.5. Nyomáserősítő (egyfokozatú)

Számos, korábban ismertetett elem, így például a légszorompó, reflexiós érzékelő, stb. a kisnyomású tartományban működnek. Kimenőjeleiket a további feldolgozás érdekében fel kell erősíteni.

A nyomáserősítők lényegében 3/2-es útszelepek, nagy vezérlőfelületű membránnal, pneumatikus működtetéssel.

A kisnyomással működő pneumatikus vezérléseknél, 10-50 kPa (0,1-0,5 bar) vezérlőnyomásnál, egyfokozatú erősítőket alkalmaznak.

Az erősítő rugóerő hatására létrejövő alaphelyzetében a P-A átmenet zárt, az A-R átmenet nyitott. A P tápláló csatlakozásra 800 kPa/8 bar nyomású levegő csatlakoztatható.

A X csatlakozóra érkező erősítendő vezérlőjel a nagy membránfelületre fejt ki nyomását. A nyomóerő hatására, rugóerő ellenében a tolatyú kapcsolóállást vált és nyitja a P-A átmenetet. Az A kimeneten

kapott jel további nagynyomású elemek működtetésére használható fel. Az X vezérlés megszűnésekor a tolattyú rugóerő hatására alaphelyzetbe áll, zár a P-A átmenet és nyit az A-R átmenet.

Az egyfokozatú nyomáserősítőnél nincs szükség (a táplevegő csatlakozáson kívül) külön tápellátásra.

9. Pneumatikus-elektromos jelátalakítók

Az automatizálás fejlődésével, az ipar számos területén szükségessé vált a pneumatikus, illetve elektromos energia- és jelátvitel együttes alkalmazása. A két energiahordozó közötti kapcsolatot a jelátalakítók biztosítják.

9.1. Jelátalakító

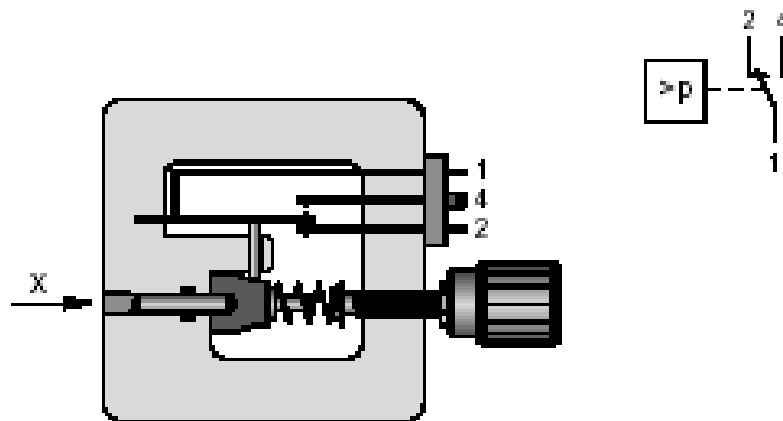
A legegyszerűbb jelátalakító egy elektromos mikrokapcsoló, melyet egy egyszeres működésű munkahenger működtet.

A dugattyú a Z csatlakozón érkező vezérlőjel nyomásának hatására rugóerő ellenében elmozdul, és a mikrokapcsolót működteti. Mindkét elem egy közös kapcsolóházba van beépítve. Az elektromos vezeték csatlakoztatásától függően a morse-érintkezős mikrokapcsoló nyitó- vagy záró érintkezőkkel köthető be a vezérlésbe.

A jelátalakítónál a nyomástartomány (60-1000 kPa) (0,6-10 bar).

Kisnyomású a minimális kapcsolónyomás 10 kPa-tól, egészen 0,05 kPa (0,1-0,0005 bar) értékű is lehet.

Pneumatikus-elektromos jelátalakító



9.2. Jelátalakító relé

A pneumatikus működésű jelátalakító relé az alábbi elemekből épül fel:

- kapcsolóház (elektromos rész)
- egyszeres működésű henger (pneumatikus rész)
- vezérlődugattyú.

A pneumatikus vezérléstől érkező jelek felhasználhatók a relé kapcsolásához, így közvetlenül beépíthető a vezérlőrendszerbe. A jelátalakító relék alkalmazási területei: elektromos elemek (mágnesszelepek, mágneses tengelykapcsolók) működtetése, alkatrészek gyártás közbeni pneumatikus felügyelete, hajtómotorok kapcsolása, stb.

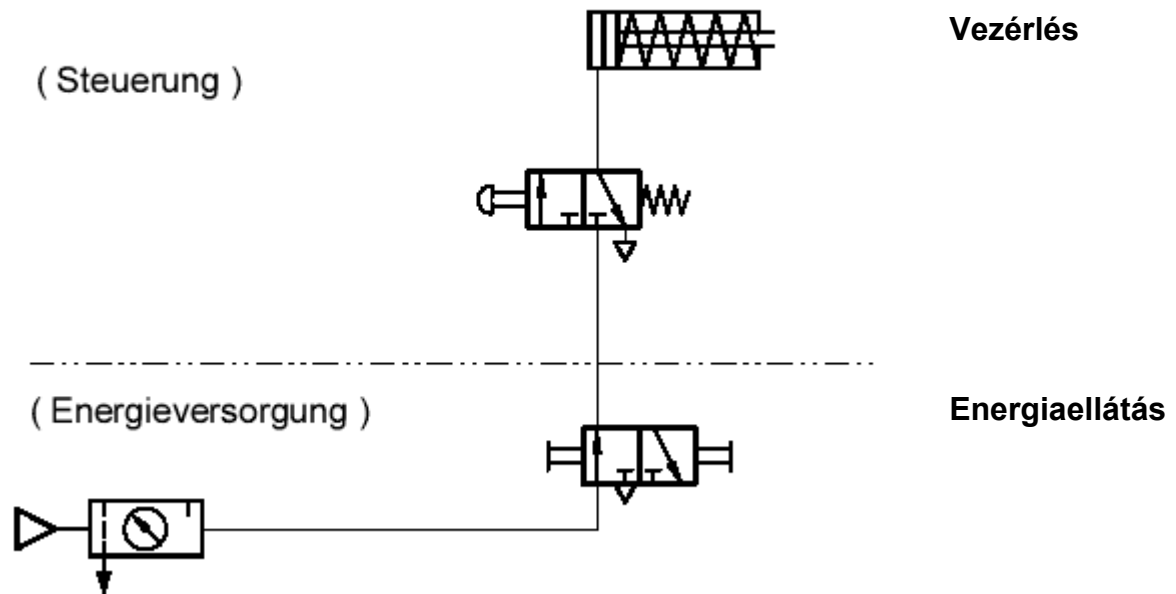
Elektromos motorok kapcsolása és forgásirány váltása:

Elektromotorok forgásirány rezerválásához, vagy hasonló feladatokhoz váltóérintkezős relék alkalmazhatók. Ezeknél az alkalmazásoknál biztosítani kell, hogy a két relé összes érintkezője egyidejűleg ne legyen zárva. Mikor az egyik relé működtetett, egy pneumatikus reteszelés meggátolja a másik működtetését.

10. Alapkapcsolások

10.1. Egyszeres működtetésű henger vezérlése

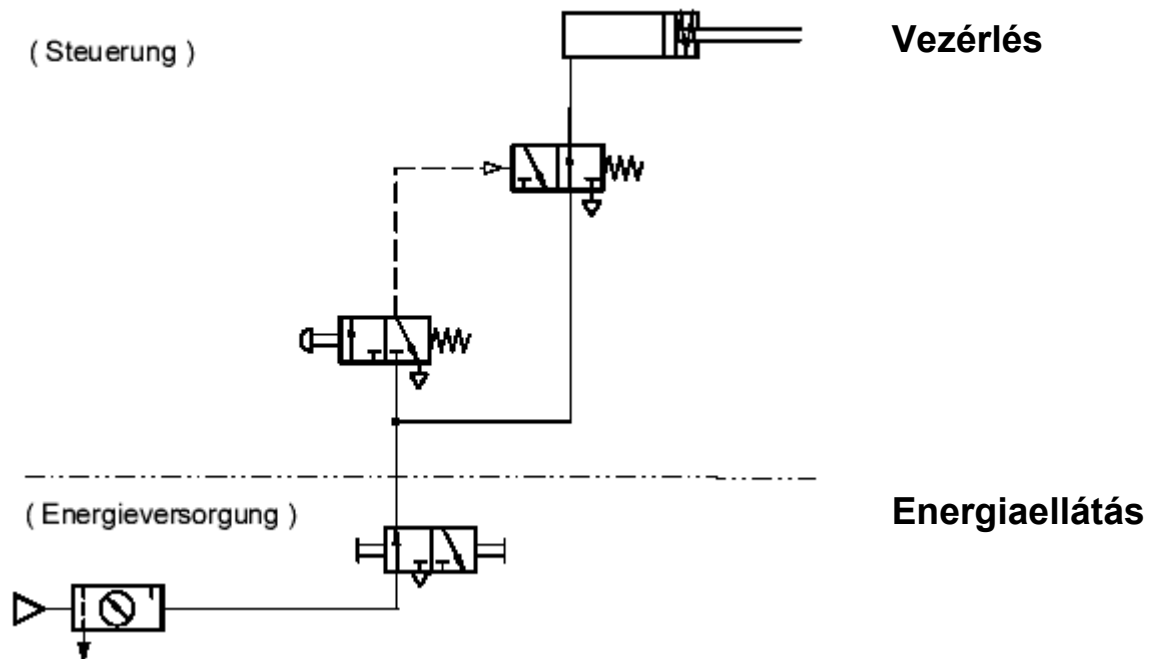
Feladat: Egy nyomógomb működtetésekor a kettős működtetésű henger dugattyúja menjen a külső véghelyzet felé, a nyomógomb elengedésekor azonnal térjen vissza alaphelyzetbe.



Megoldás: A vezérléshez egy 3/2-es alaphelyzetben zárt útszelepre van szükség. A szelep működtetésekor, a sűrített levegő, a P-A átmeneten keresztül tölti a dugattyú oldali teret, így a dugattyú ennek megfelelően a külső véghelyzet felé mozog. A működtetés megszűnésekor a dugattyúoldali tér az A-R átmeneten kilevegőzik és a dugattyú rugóerő hatására visszatér alaphelyzetébe.

10.2. Kettősműködtetésű henger vezérlése

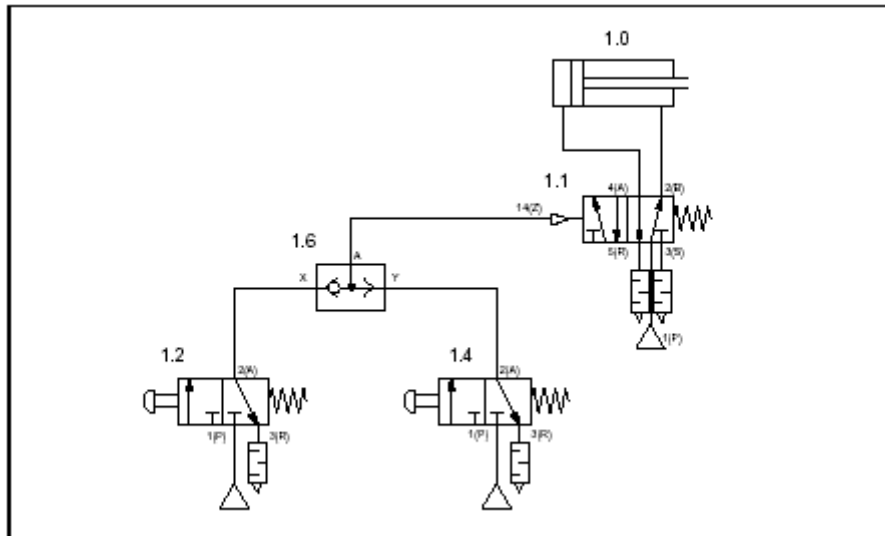
Feladat: A kettősműködtetésű henger dugattyúja, egy szelep kapcsolásával végezzen előre-, illetve hátramozgást.



Megoldás: A kettősműködtetésű hengert 4/2-es, vagy 5/2-es útszelep vezérelheti. A 4/2-es útszelep rugós alaphelyzetében, a P-B átmeneten keresztül a rúdoldali teret tölti, a dugattyúoldali tér az A-R átmeneten kilevegőzik. A dugattyú így hátsó helyzetében áll. A szelep működtetésekor a kapcsolóállás megváltozik, a P-A átmeneten keresztül tölt a dugattyúoldali tér, ill. a B-R átmeneten kilevegőzik a rúdoldali tér. A dugattyú mozogni kezd a külső véghelyzet felé. A nyomógomb elengedésekor a szelep rugóerő hatására alaphelyzetbe áll, s ezzel a dugattyú is kiindulási helyzetbe kerül.

10.3. Vezérlés váltószeleppel (VAGY elemmel)

Feladat: A munkahenger dugattyúmozgása két különböző helyről legyen indítható.



Megoldás: Az 1.2. útszelep működtetésekor, a táplevegő a P-A átlárással, a „VAGY” szelep X-A átmenetén keresztül az 1.1 munkaszelep vezérlő (14) csatlakozójára kerül, melynek hatására a szelep vált, a henger dugattyúterébe áramlik a levegő. A dugattyúmozgás a külső véghelyzet felé megkezdődik. Ugyanezt az eredményt érjük el az 1.4. útszelep működtetésével is.

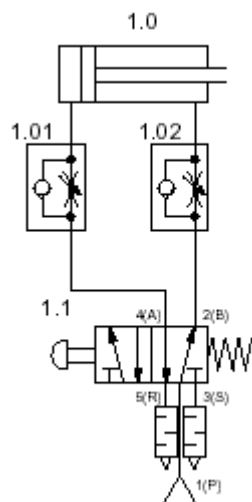
10.4. Kettősműködtetésű henger sebességvezérlése

Feladat:

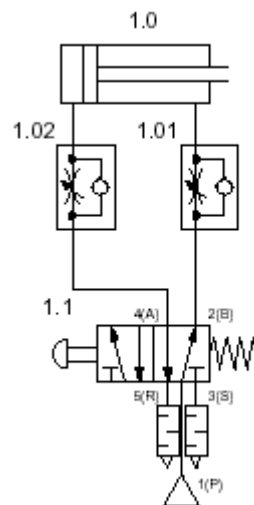
A kettősműködtetésű henger dugattyúmozgásának sebessége, előre- és visszafutásnál, egymástól függetlenül legyen állítható.

Megoldás a:

Egymástól függetlenül állítható átömlő keresztmetszetű fojtások alkalmazása előre- és visszafutáshoz. Indításkor sebességugrás jelentkezik az erőegyensúly kialakulásáig, ezt követően viszonylag terhelés független állítási lehetőség nyerhető



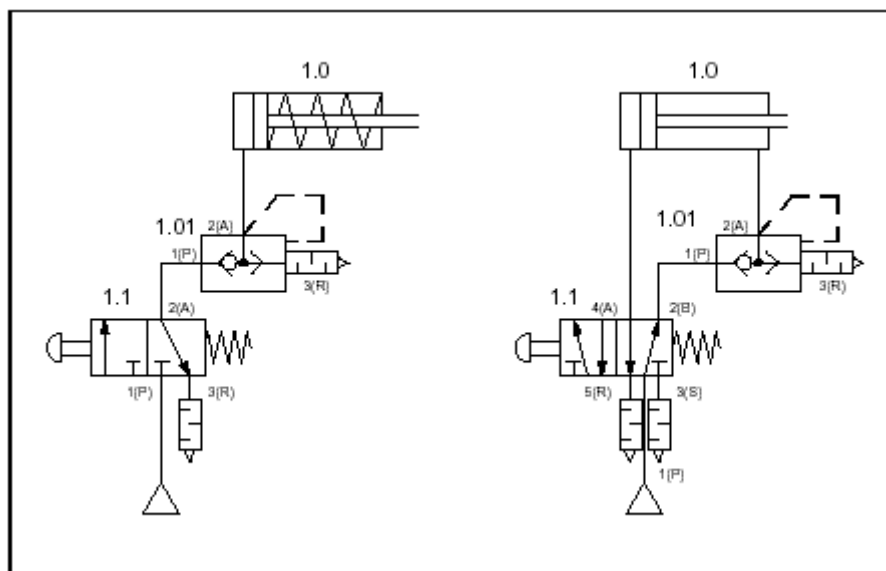
Megoldás b: Egymástól független állítású fojtószelepek alkalmazása a beáramló levegő mennyiségének állításához. Egyenletes indulás jelentkezik, **rossz, terheléstől nagymértékben függő** állítási lehetőség nyerhető. Húzóterheléskor ez a megoldás nem használható. Alkalmazása kis térfogatú hengerek sebességvezérlésénél célszerű.



10.5. Sebességnövelés egyszeres- és kettősműködtetésű hengereknél

Feladat a: Egyszeres működtetésű henger dugattyúmozgásának visszafutási sebességét kell gyorskilevegőző szelep alkalmazásával növelni.

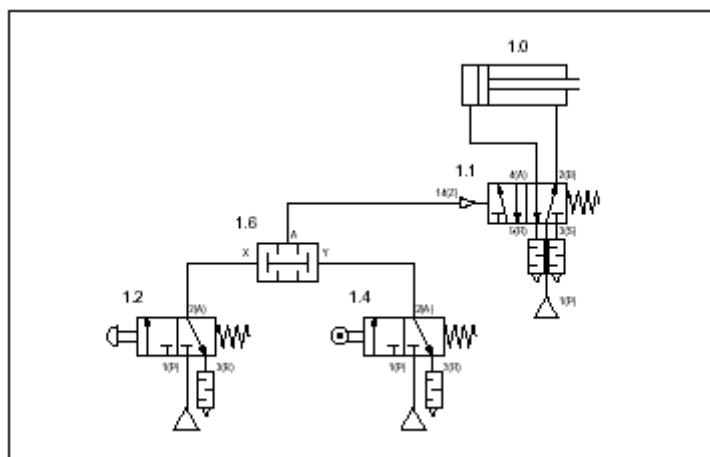
Feladat b: Kettősműködtetésű henger előrefutási dugattyúsebességét kell növelni.



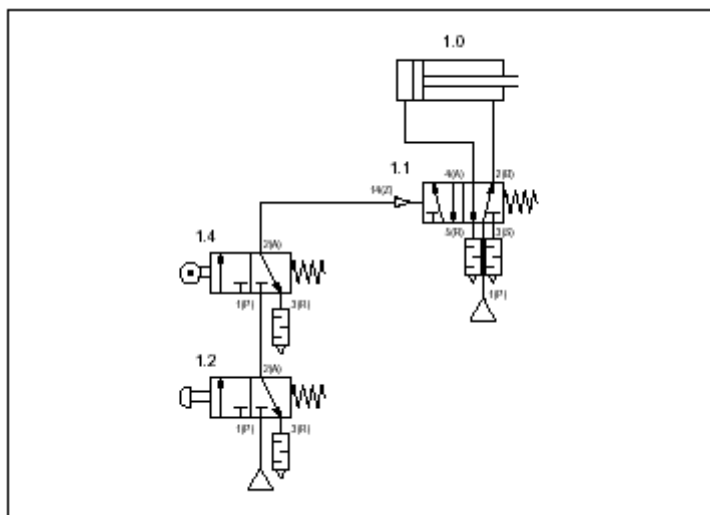
Megoldás: Az 1.1. útszelep kapcsolásakor a sűrített levegőnek gyorsan kell távoznia a hengertérből. A beépített gyorskilevegőző szelep, az A-R átmeneten keresztül, azonnal a szabadba vezeti a hengertérben lévő sűrített levegőt. A levegőkiáramlás tehát megkerüli az energiavezetékét és az útszelepet.

10.6. Vezérlés kétnyomású (ÉS) szeleppel

Feladat: Az kettős működésű munkahenger dugattyúmozgása csak két 3/2-es útszelep egyidejű működtetése esetén kezdődjön meg.



Megoldás a: Az 1.2. és 1.4. útszelepek egyidejű működtetésekor az ÉS szelep X és Y bemenete vezérlést kap, az A kimenet a 1.1 munkaszelep vezérlő (14) csatlakozójára kerül, melynek hatására a szelep vált, a henger dugattyúterébe áramlik a levegő. A dugattyúmozgás a külső véghelyzet felé megkezdődik.



Megoldás b: Az 1.2. és 1.4. útszelepek egyidejű működtetésekor a henger dugattyúmozgása megkezdődik (sorbakapcsolásos ÉS funkció).

TARTALOMJEGYZÉK



	Fejezet	oldal
1 Bevezetés	1	
1.1 Pneumatika fejlődése	1	1
1.2 Sűrített levegő tulajdonságai	1	2
1.3 Pneumatikus berendezések gazdaságossága	1	3
1.4.1 A levegő kompresszibilis, összenyomható	1	6
1.4.2 A levegő térfogata hőmérséklet hatására	1	7
1.4.3 Gázok állapotegyenlete	1	7
2 Sűrített levegő előállítása	2	
2.1 Légsűrítő berendezések	2	1
2.2 Kompresszorok típusai	2	1
2.3 Kompresszorok megválasztásának szempontjai	2	3
2.4 Légtartály	2	4
3 Sűrített levegő szállítása	3	
3.1 Csővezetékek méretezése	3	1
3.2 Léghálózat kiépítése	3	1
3.3 Légvezetékek anyagai	3	3
3.4 Vezetékcsatlakozások	3	3
4 Sűrített levegő előkészítése	4	
4.1 Szennyeződések a sűrített levegőben	4	1
4.2 Levegőszűrő nyomásszabályozó szeleppel	4	4
4.3 Nyomásszabályozó szelep	4	6
4.4 Levegő olajozó	4	7
4.5 Tápegység	4	9
5 Pneumatikus végrehajtók	5	
5.1 Munkahengerek	5	1
5.1.1 Egyszeres működtetésű munkahenger	5	1
5.1.2 Kettős működtetésű munkahenger	5	2
5.1.3 Különleges kettős működtetésű munkahengerek	5	3
5.1.4 Egyedi kivitelű hengerek	5	7
5.2 Henger felerősítések	5	7
5.3 Munkahenger felépítése	5	8
5.4 Hengerek méretezése	5	9
6 Építőegységek	6	
6.1 Hidropneumatikus rendszerek	6	1
7 Szelepek	7	
7.1 A szelepekről általában	7	1
7.2 Útszelepek	7	1
7.2.1 Útszelepek ábrázolása	7	1
7.2.2 Útszelepek működtetése	7	2
7.2.3 Útszelepek szerkezeti kialakítása	7	3
7.2.4 Ülées 3/2-es szelepek	7	3
7.2.5 Tányérszelepek	7	4
7.2.6 Elektromágneses szelepek	7	9
7.2.7 Elővezérelt 3/2-es útszelep	7	9
7.2.8 Tolattyús szelepek	7	10
7.2.9 Átáramlási értékek szelepeknél	7	13

7.3	Zárószelepek	7	14
7.3.1	Visszacsapószelep	7	14
7.3.2	VAGY elem	7	15
7.3.3	Fojtás	7	16
7.3.4	Gyorslégtelenítő szelep	7	18
7.3.5	ÉS elem	7	19
7.4	Nyomásirányítók	7	20
7.4.1	Nyomásszabályozó szelep	7	21
7.4.2	Nyomáshatároló szelep	7	21
7.4.3	Nyomáskapcsoló	7	21
7.5	Elzáró szelep	7	22
7.6	Pneumatikus időszelepek	7	22
7.6.1	Pneumatikus időtagok típusai, jellemzői	7	25
8	Érintésmentes érzékelők és vákuumejektorok	8	
8.1	Légsorompó	8	1
8.2	Reflexiós érzékelők	8	1
8.3	Vákuumképző ejektorok	8	2
8.4	Munkahenger érintésmentes pozícióérzékeléssel	8	3
8.4.1	Pneumatikus közelítéskapcsolók	8	3
8.4.2	Elektromos közelítéskapcsolók	8	3
8.5	Nyomásérősítő	8	4
9	Pneumatikus-elektromos jelátalakítók	9	
9.1	Jelátalakító	9	1
9.2	Jelátalakító relé	9	1
10	Alapkapcsolások	10	
10.1	Egyszeres működtetésű henger vezérlése	10	1
10.2	Kettősműködtetésű henger vezérlése	10	2
10.3	Vezérlés VAGY elemmel	10	2
10.4	Kettősműködtetésű henger sebességvezérlése	10	3
10.5	Sebességnövelés	10	4
10.6	Vezérlés ÉS elemmel	10	4

FESTO Didactic magyar nyelvű tankönyvei, jegyzetei:

- Bevezetés a pneumatikába
- Karbantartás és hibakeresés pneumatikus vezérléssel működő berendezéseken
- Bevezetés az elektropneumatikába
- Vákuum alkalmazása a szerelés és manipulációs technikában
- Hidraulik TP501 tankönyv
- Szenzorika tanfolyami jegyzet

FESTO Didactic tanfolyamok:

P111	Bevezetés a pneumatikába
 P121	Pneumatika szerviz
VUU	Vákuumtechnika alapjai
EP211	Bevezetés az elektropneumatikába
P130	Célorientált pneumatika
P150	Pneumatika felsőfokon (Gyártómérnököknek)
E311S	PLC vezérlésű gyártórendszerek diagnosztikája
E311	A programozó vezérlők alapismeretei
H511	Bevezetés a hidraulikába
 H521	Hidraulika szerviz
EH611	Bevezetés az elektrohidraulikába
PH711	Bevezetés a proporcionálhidraulikába
S1110	Szenzorika
MÜ2002	Polimer technológiák (Fröccsöntés, extrudálás)