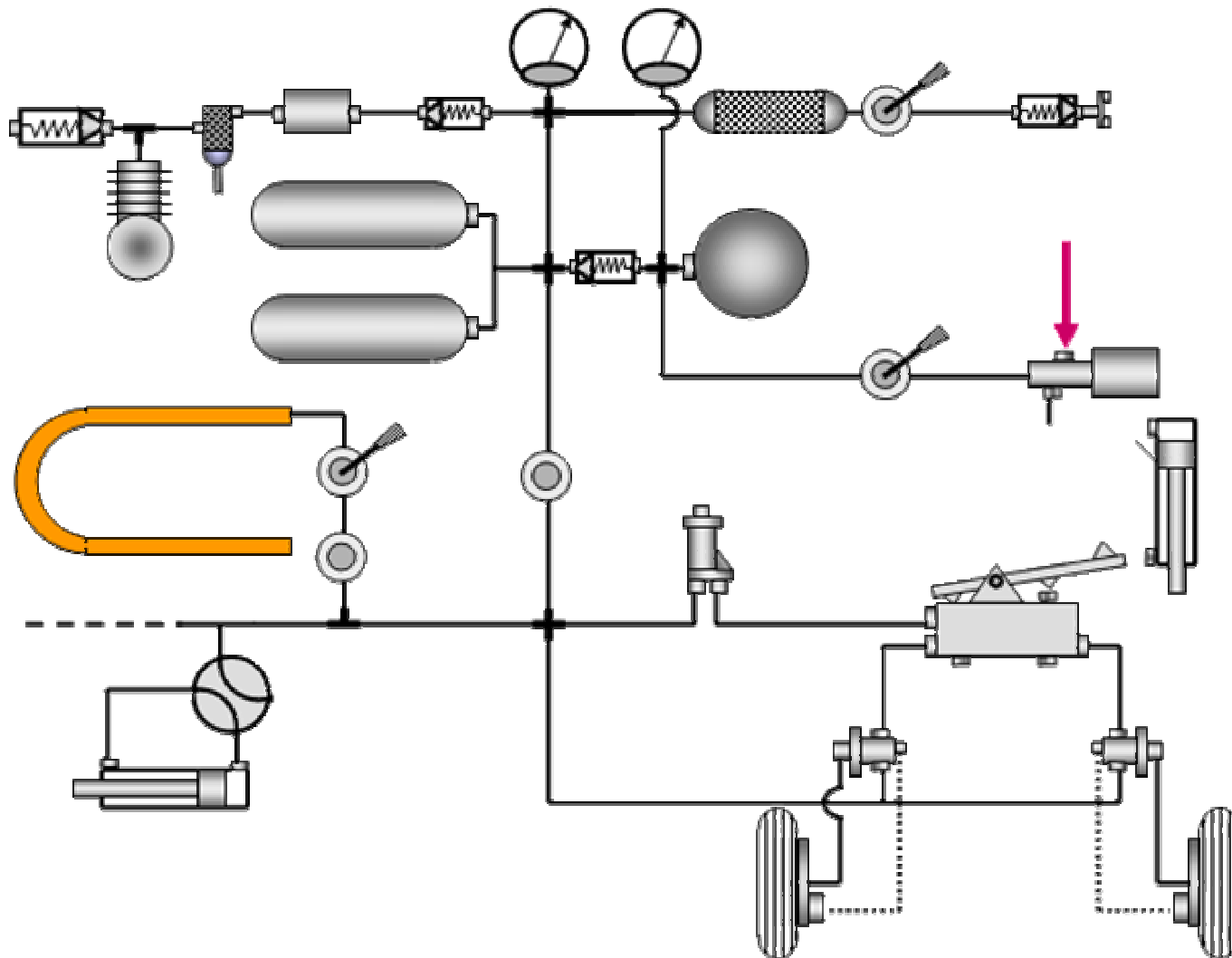


REPÜLŐESZKÖZÖK LEVEGŐRENDSZEREI



A repülőeszközök levegőrendszereinek feladata és működési sajátosságai

A levegőrendszerek feladata: a pneumatikus elven működő végrehajtó mechanizmusok előírt nagyságú, gyakoriságú mozgatásához szükséges energia biztosítása.

Működési jellemzői: munkaközege, a levegő fizikai sajátosságaiból adódnak. Ezek:

1. A levegő, mint gáz összenyomható, így nem csak energia-közvetítő, hanem energiatároló is. A Δp nyomásnövekedés hatására létrejövő térfogatcsökkenés

$$\Delta V = \beta \cdot V_0 \cdot \Delta p$$

ahol:

β - a nyomás függvényében változó összenyomhatósági-tényező.

Egy közeg minél jobban összenyomható, annál több energiát képes tárolni. Pl.:

- 1 liter, 150 bar-os levegő: 15 000 J;
- 1 liter, 150 bar-os hidraulika olaj: 90 J

munkavégzésre képes. Ugyanez egységnyi tömegre vonatkoztatva:

- 1 kg, 150 bar-os levegő: 90 000 J;
- 1 kg, 150 bar-os hidraulika olaj: 100 J

munkavégző-képességet jelent ($\beta_{lev} = 0,17$, 150 bar-os nyomásnál).

2. A levegő összenyomhatósága következtében a munkahengerek dugattyúi csak mechanikusan rögzíthetőek, (viszont nem áll fenn a hidraulikus ütés veszélye!). Ezért általában nagyobb áramlási sebesség engedhető meg a levegőrendszer csővezetékeiben, mint a hidraulikusban, illetve azonos nyomásvesztéséget feltételezve, a csövek belső átmérője is kisebb (5-6 mm) lehet.

3. A levegő nagy expanziós sebessége miatt gyors mozgatások megvalósítására is alkalmas. Ugyanakkor egyenletes mozgatási sebesség nem hozható létre pneumatikus működtetésű munkahengerrel, mert a fojtással történő szabályozás a levegő nagymérvű összenyomhatósága miatt nem lehetséges.

A repülőeszközök levegőrendszereinek feladata és működési sajátosságai

4. A rendszernek késése van, azaz bizonyos idő szükséges a működtető csap megnyitása után, amíg a levegő nyomása eléri a mozgatás megkezdéséhez szükséges értéke. Ennek megfelelően olyan helyen, ahol késés nem engedhető meg (pl. követő rendszer!), nem célszerű alkalmazni. A késés csökkenthető:
 - gyors működtetésű, lehetőleg nagy átáramlási keresztmetszetű elektromágneses vezérlő csapok a munkahenger közelébe történő beépítésével;
 - redukciós gyorsítók alkalmazásával.
5. A levegő sűrűsége – azonos üzemi nyomást feltételezve – lényegesen alacsonyabb a hidraulika folyadékénál. Zárt térfogat mellett, hőmérséklet változás hatására a levegő nyomásváltozása kisebb, mint a folyadékoké, ezért a rendszer szerkezeti elemeit kevésbé kell megerősíteni. A munkaközeg a külső környezetből korlátlanul pótolható, a berendezések működtetése után oda visszaengedhető, így elég egyetlen, „odavezető-cső” beépítése. Mindezekből következik, hogy a levegőrendszer fajlagos súlya kisebb lehet, mint hidraulikusé.
6. A levegő dinamikus viszkozitása $\sim 1/1000$ a hidraulika folyadékénak. Ebből adódóan:
 - nehéz a rendszert tömíteni, így:
 - + alacsony üzemi nyomást ($p \approx 50$ bar) kell alkalmazni;
 - + nagyobb gépek levegőrendszerébe kompresszort szükséges beépíteni, mert csak palackokban történő energiátárolással a rendszer kapacitása korlátozott;
 - nagyobb áramlási sebesség engedhető meg a csőben;
 - a mozgó alkatrészek kenéséről gondoskodni kell.
7. A levegő több-kevesebb vízpárát képes megkötni, ezért a kicsapódó kondenzvíz ülepedését és elvezetését, valamint a különböző berendezések befagyás és korrózió elleni védelmét biztosítani szükséges.
8. A levegő nem tűzveszélyes, ezért harci gépeken történő alkalmazhatósága kedvező.

A repülőeszközök levegőrendszereinek alkalmazási lehetőségei

Az előzőekben felsoroltakból adódóan a levegőrendszer ajánlott és kerülendő alkalmazási területeinek köre:

Célszerű alkalmazni:

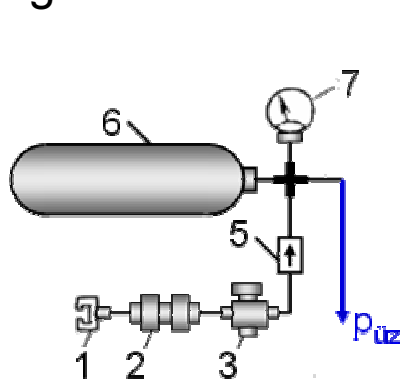
- gyors mozgások megvalósítására (fülketető vészledobás, gépágyú ismétlés, fülke hermetizálás, zárok nyitása stb.);
- hidraulika-rendszerek vészrendszereként (futó vésznyitás, vészfékezés stb.);
- fékezésre fő energiaforrásként;
- kis repülőgépek fő segédenergia-forrásaként.

Nem célszerű alkalmazni:

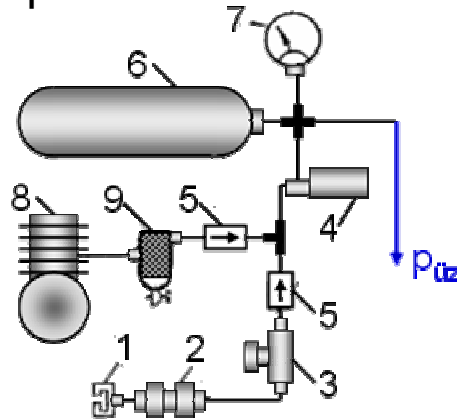
- követő rendszereknél;
- egyenletes mozgatási sebesség megvalósítására;
- olyan munkahengerek működtetésére, amelyeknél a dugattyút tetszőleges közbülső helyzetben rögzíteni kell;
- nagy repülőgépek fő segédenergia-rendszereként.

A levegőrendszer hálózati felépítése

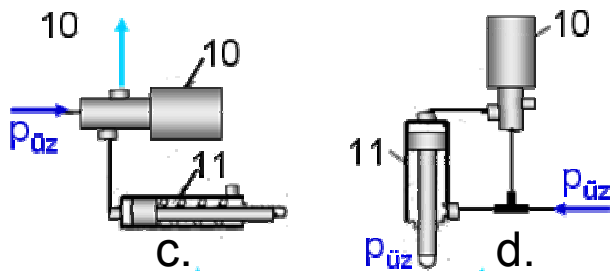
A levegőrendszer hálózati felépítése hasonló a hidraulika rendszeréhez, központi (a., vagy b. ábra) és végrehajtó (c., d., e., f. ábra) részből áll.



a.



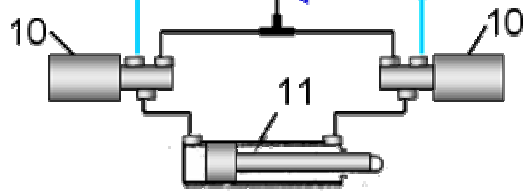
b.



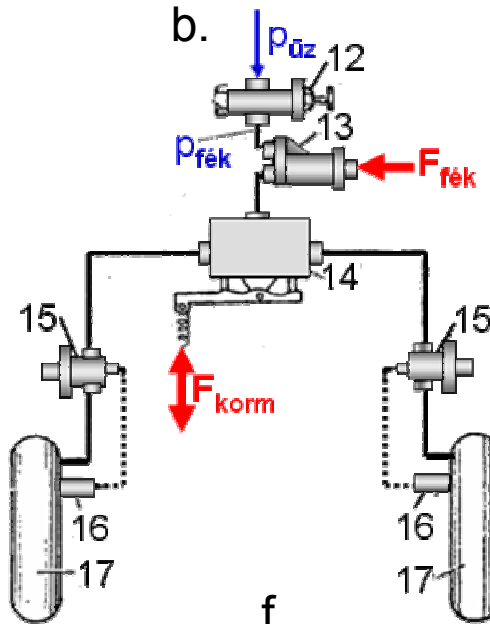
c.



d.



e.



f.

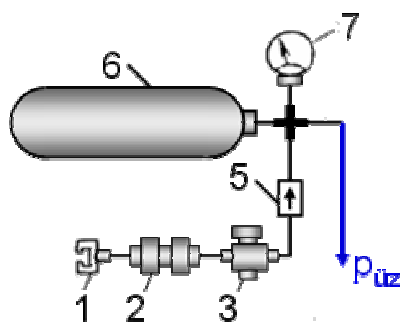
1- feltöltő csőcsonk; 2 - szűrő; 3- nyomáscsökkentő ($p_{\text{töltő}}/p_{\text{üz}}$); 4- nyomásautomata; 5- visszacsapó szelep; 6- levegő palack; 7- nyomásmérő; 8- légsűrítő (kompresszor); 9- ülepítő szűrő; 10- elektropneumatikus szelep; 11- munkahenger; 12- nyomáscsökkentő ($p_{\text{üz}}/p_{\text{csök}}$); 13- féknyomás csökkentő; 14- differenciál nyomáscsökkentő; 15- redukciós gyorsító; 16- fékfeloldó automata; 17 - fékezhető kerekek.

A központi rész szerkezeti kialakításában a kompresszor (8) és a hozzá kapcsolódó nyomásautomata (4) megléte vagy hiánya jelent különbséget. Kompresszor alkalmazása esetén közvetlenül utána egy feltöltő-ülepítő, vagy egyszerű ülepítő szűrőt (9) is beépítenek a beszívott levegő mechanikai szennyeződése és páratartalma egy részének eltávolítására.

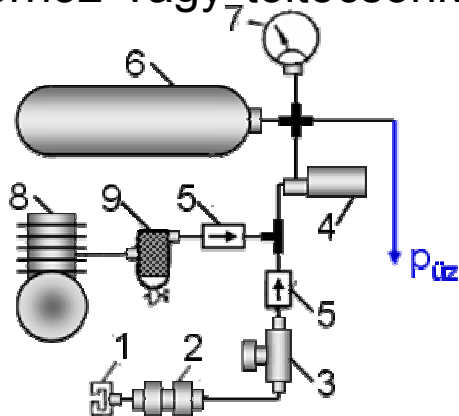
A kompresszor folyamatos működtetése megköveteli ún. nyomásautomata (4) alkalmazását is, ami a fogyasztók (11; 17) üzemén kívüli helyzetében - a nyomóágat összekötve a környezeti levegővel - megakadályozza a rendszer túltöltődését, illetve tehermentesíti a kompresszort.

A levegőrendszer hálózati felépítése

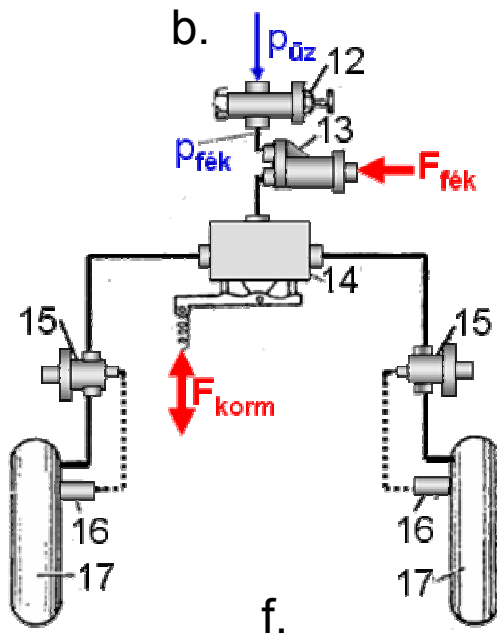
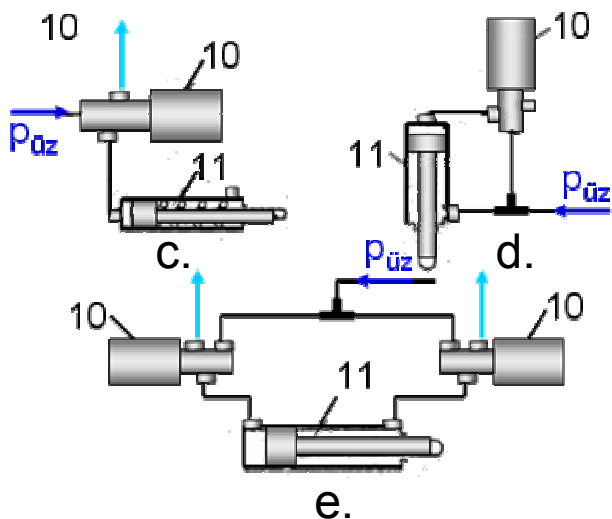
A sűrített levegő kompresszorhoz vagy töltőcsonkhoz történő vissza- (át-) vezetését visszacsapó-szelepek (5) akadályozzák meg.



a.



b.



1- feltöltő csőcsonk; 2 - szűrő; 3- nyomáscsökkentő ($p_{töltő}/p_{üz}$); 4- nyomásautomata; 5- visszacsapó szelep; 6- levegő palack; 7- nyomásmérő; 8- légsűrítő (kompresszor); 9- ülepítő szűrő; 10- elektropneumatikus szelep; 11- munkahenger; 12- nyomáscsökkentő ($p_{üz}/p_{csök}$); 13- féknyomás csökkentő; 14- differenciál nyomáscsökkentő; 15- redukciós gyorsító; 16- fékfeloldó automata; 17 - fékezhető kerekek.

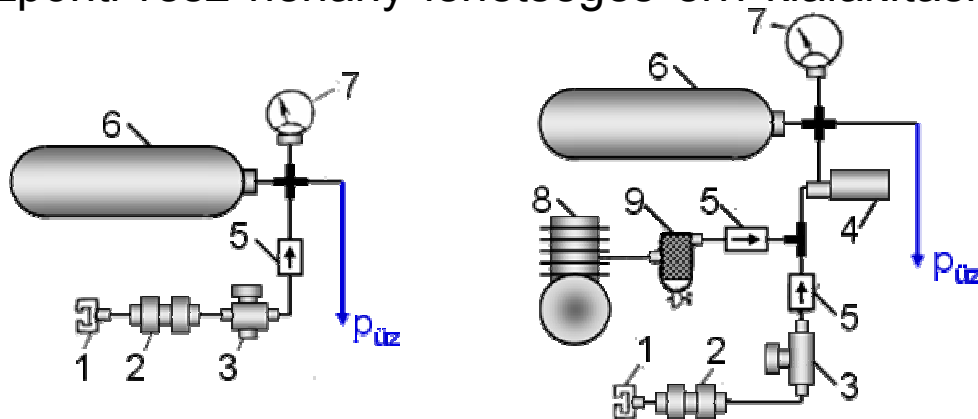
A feltöltött levegő magas nyomását (pl. $p = 130 \div 150$ bar) – a rendszer nehézkes tömíthetősége miatt, a lehető legrövidebb csőszakaszon történő végigvezetést követően – a kedvezőbb üzemi ($p_{üz} \approx 50$ bar) nyomásértékre csökkenti.

Megjegyzés:

Egyes, nagyteljesítmény-igényű berendezések egyszerű vészműködtetéséhez szükséges pneumatikus energia tárolása történhet külön erre a célra rendszeresített palackokban 130-150 bar nyomáson is. (Pl. hidraulikus üzemű futóművek pneumatikus vésznyitása).

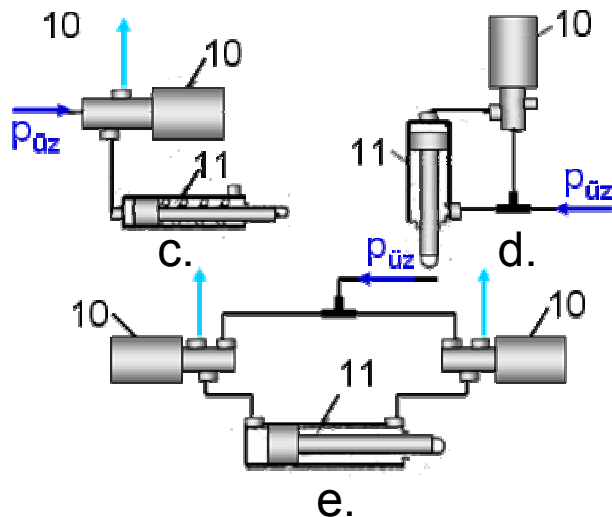
A levegőrendszer hálózati felépítése

A központi rész néhány lehetséges elvi kialakítási lehetőségei a c., d., e., f. ábrákon tanulmányozhatóak. Az egyes kétirányba működtethető munkahengerek (11) [elektro-pneumatikus](#) szelepen (10) keresztül történő táplálásának módzatai láthatóak a c., d., e. ábrákon.

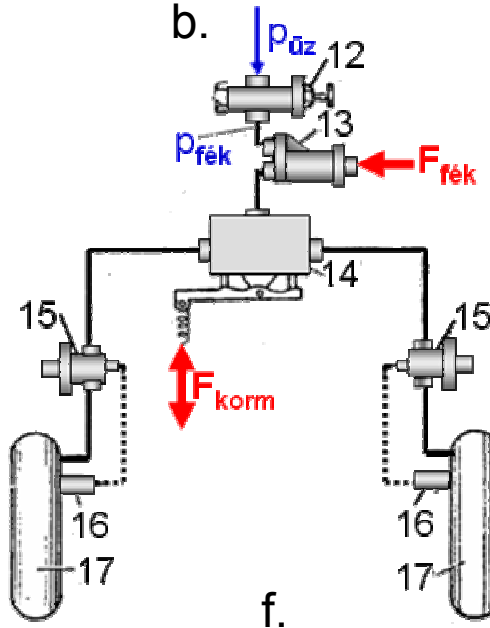


a.

b.



e.



f.

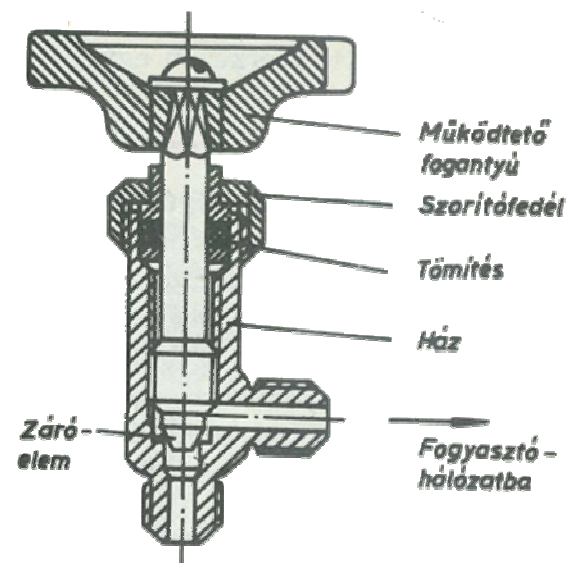
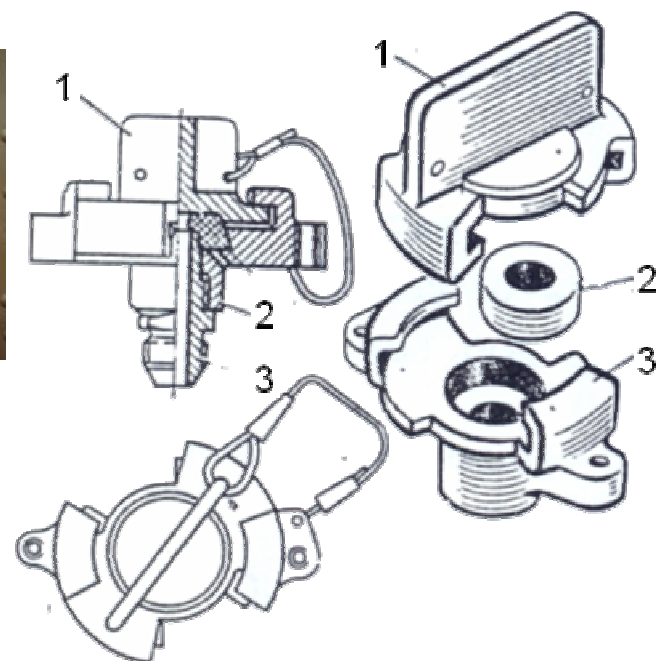
1- [feltöltő csőcsonk](#); 2 - [szűrő](#); 3- [nyomáscsökkentő](#) ($p_{\text{töltő}}/p_{\text{üz}}$); 4- [nyomásautomata](#); 5- visszacsapó szelep; 6- [levegő palack](#); 7- nyomásmérő; 8- [légsűrítő \(kompresszor\)](#); 9- [ülepítő szűrő](#); 10- [elektro-pneumatikus szelep](#); 11- [munkahenger](#); 12- [nyomáscsökkentő](#) ($p_{\text{üz}}/p_{\text{csök}}$); 13- [féknyomás csökkentő](#); 14- [differenciál nyomáscsökkentő](#); 15- [redukciós gyorsító](#); 16- [fékfeloldó automata](#); 17 - fékezhető kerekek.

tanulmányozhatóak. Az egyes kétirányba működtethető munkahengerek (11) [elektro-pneumatikus](#) szelepen (10) keresztül történő táplálásának módzatai láthatóak a c., d., e. ábrákon.

Az f. ábrán a kis- és közepes repülőgépeken alkalmazott differenciált kerékfékezési rendszer elvi vázlatja látható. A fékezéshez szükséges nyomás rendszerint kisebb a rendszer üzemi nyomásánál ($p_{\text{üz}} > p_{\text{fék}}$), ezért külön nyomáscsökkentőt (12) építenek be. A fékezés intenzitása a féknyomás nagyságának további változtatásával (13) vezérelhető. A földön guruláskor történő kormányzás a gép szimmetria-síkjához képest, párhuzamosan elhelyezett főfutók fékjeinek differenciál nyomásvezérlésével (14) lehetséges.

A levegőrendszerek szerkezeti elemei és berendezései

A pneumatikus rendszerrel (is) üzemelő légi járműveket felszerelik a külső tápforrásról feltöltést biztosító, standard, bajonet-záras csőcsatlakozóval (3).

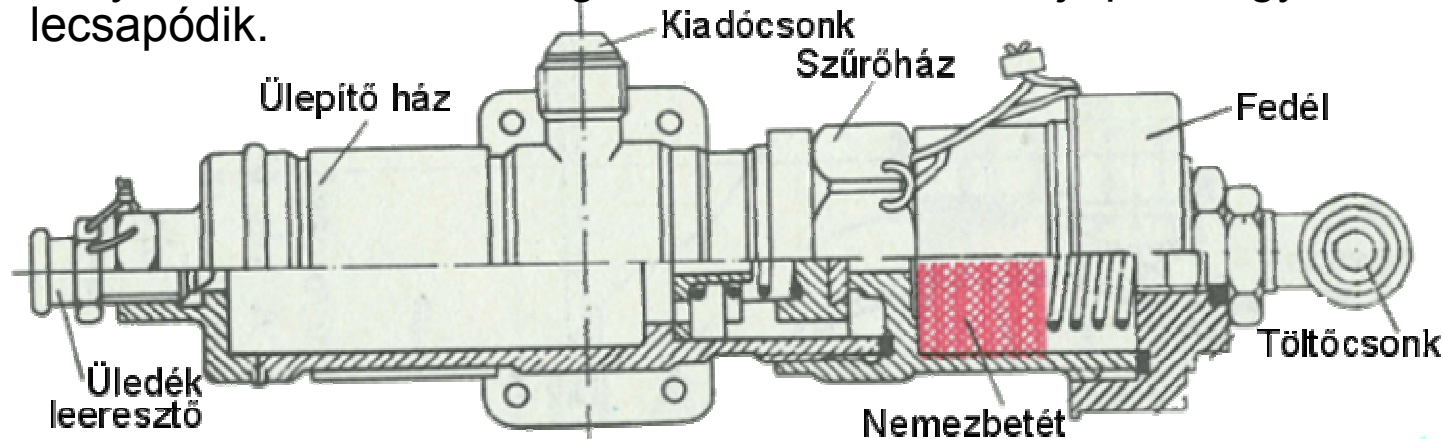


A csatlakozót biztosító huzallal rögzített zárófedéllel (1) látják el. Az esetleges tömítetlenség és feltöltés közben létrejövő levegő elszivárgást gumi tömítés (2) akadályozza meg.

A pneumatikus rendszer külső hálózatról történő feltöltése kézikerekes zárószeleppel biztosítható.

Levegőszűrők

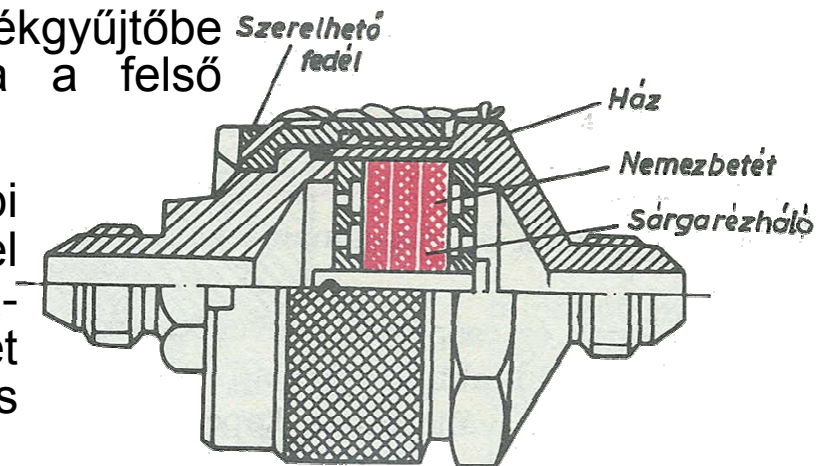
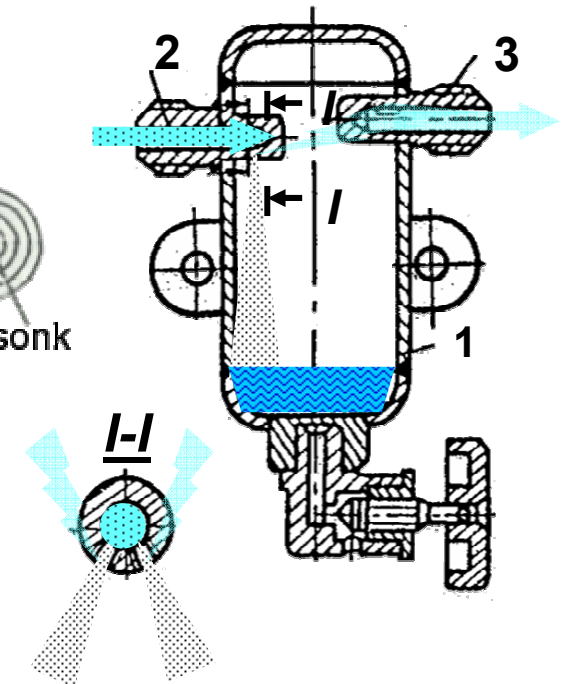
A kompresszorról jövő levegő elsődleges tisztítása a mechanikus szennyeződéstől, a **feltöltő szűrőn** nemezbetétjén történik. A töltőcsonknál, a beáramló levegő éles irányváltása miatt a levegővel bekerült víz, olaj, por nagyobb része az ülepitő házba lecsapódik.



Az **ülepítő szűrőket** rendszerbe bejutó víz, olaj, valamint mechanikus szennyeződések eltávolítására alkalmazzák. Az ülepitő kis méretű hengeres ballonjába (1) nagysebességgel beáramló levegőt a csőcsatlakozójának (2) végződése hirtelen fékezésre és irányváltásra készíti (I-I metszet).

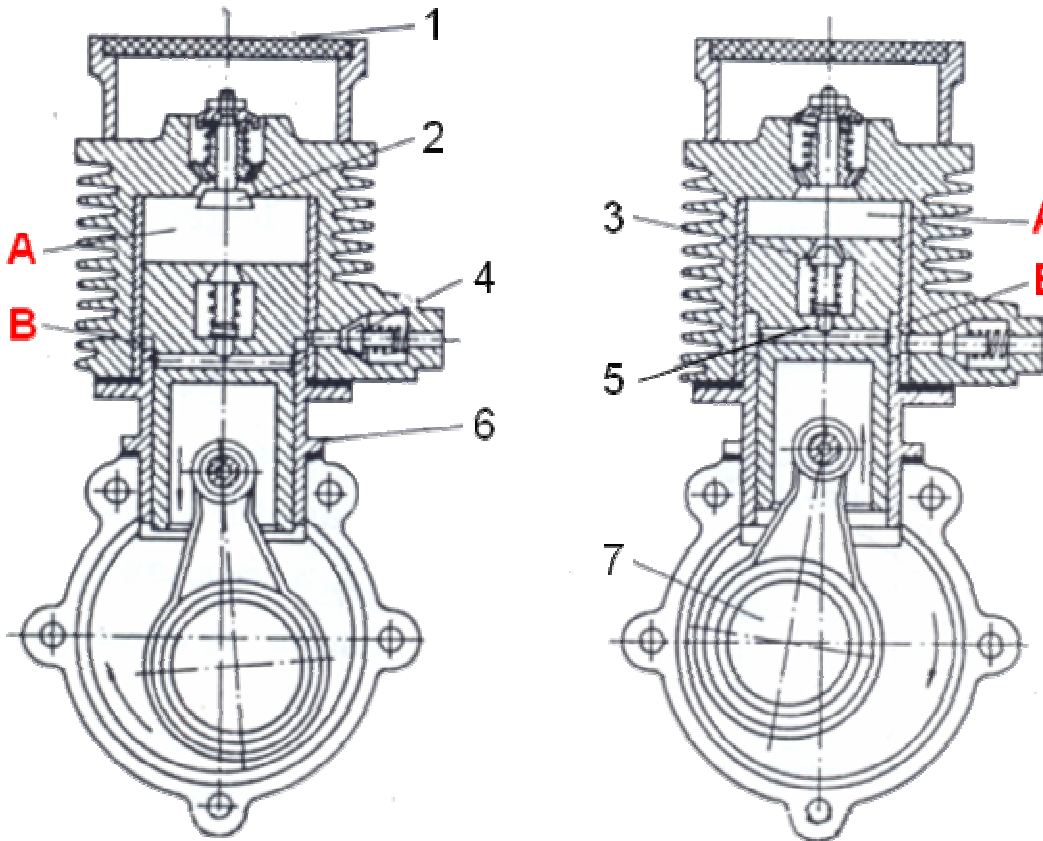
Ennek következtében a víz-, olaj-részecskék és mechanikai szennyeződés kiválik és az alsó üledékgyűjtőbe hullik, míg a levegő ily módon megtisztulva a felső csőcsatlakozón át szabadon távozik.

A rendszeren belül, a levegő (gázok) további tisztítása **egyszerű levegőszűrők** segítségével valósítható meg. Betétjét filclemezek és sárgarézháló alkotja. Esetenként fontos a szűrőbetét beépítésének iránya, ezt a házon nyíllal szokás jelölni.



Légsűrítők (kompresszorok)

A kompresszorok a rendszerben elhelyezett palackok sűrített levegővel történő után- (fel-) töltését végzik szerkezeti kialakításuktól függően rendszerint 50-200 bar-os üzemi nyomás tartományban. A levegőrendszerekben alkalmazott kompresszorok többségében volumetrikus (térfogat kiszorítás) elven működő dugattyús légsűrítők. A nyomás előállítására 1÷3 fokozatban, 1÷2 hengeres kompresszorral lehetséges. Hengerenként maximálisan két fokozat használatos, a fokozatonként előállítható

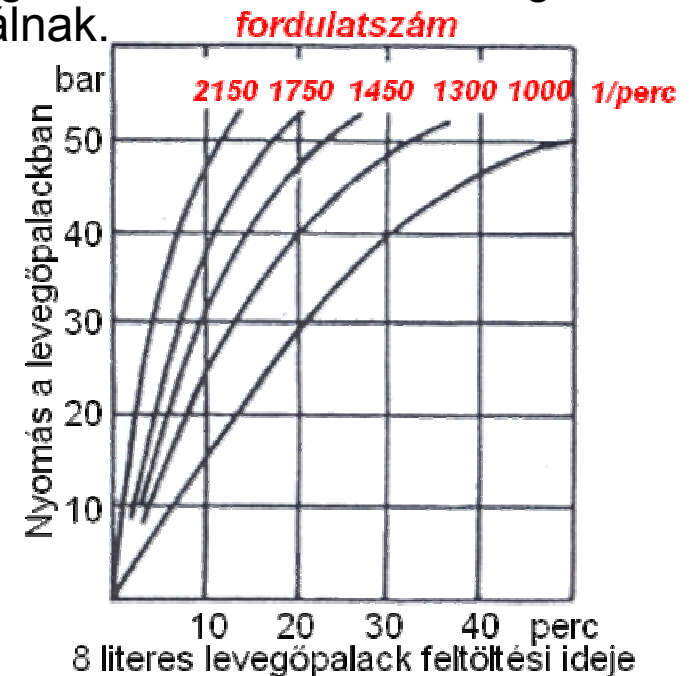


nyomásérték:

- első fokozat 3÷10 bar;
- második fokozat 50÷70 bar;
- harmadik fokozat 100÷200 bar.

Könnyű és közepes légi-járműveken többségében kétfokozatú légsűrítőt használnak.

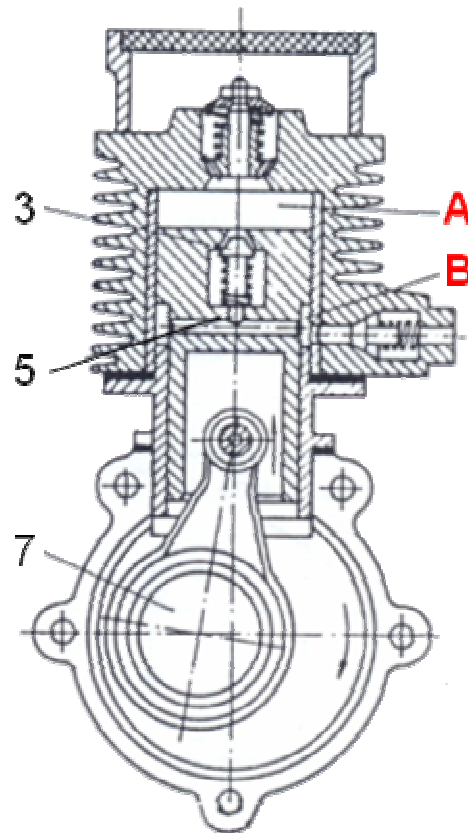
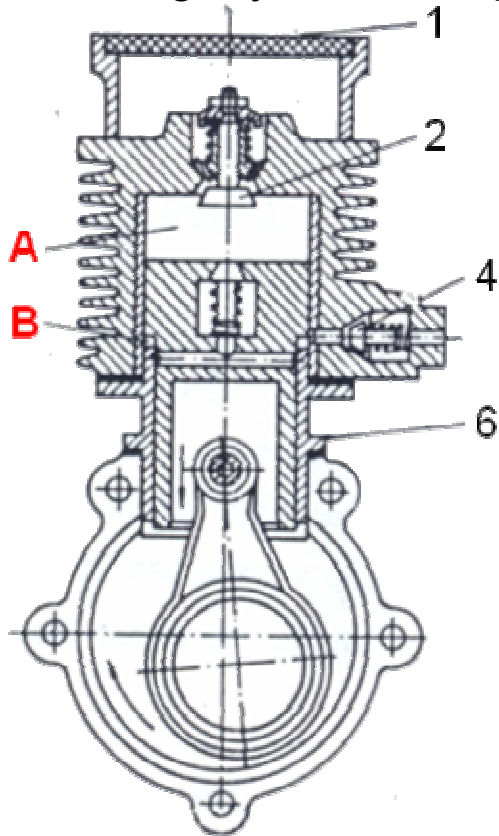
A levegő összenyomhatósága miatt a kompresszorok kapacitását nem az időegység alatt szállított levegő térfogatával, hanem az adott térfogatú levegőpalack feltöltési idejével jellemzik, és **kapacitás-diagrammon** ábrázolják. (A bemutatott kompresszor különböző fordulatszámokon mérhető feltöltési ideje, 8 literes levegőpalackra vonatkoztatva).



Légsűrítők (kompresszorok)

Az excentrikus tengely (7) forgásakor a dugattyú (6) egyenes vonalú mozgást végez. Lefelé haladva az „A” térben létrejövő légritkulás hatására kinyit a szívószelep (2) és a szűrőn (1) keresztül levegő áramlik be.

A dugattyú alsó holtpontján áthaladva ismét emelkedő mozgásba kezd, az „A” térfoga csökken a küldő (p_k) és a belső (p_A) nyomás kiegyenlítődik ($p_k = p_A$), a szívószelep (2) lezár és megkezdődik a levegő elősűrítése.

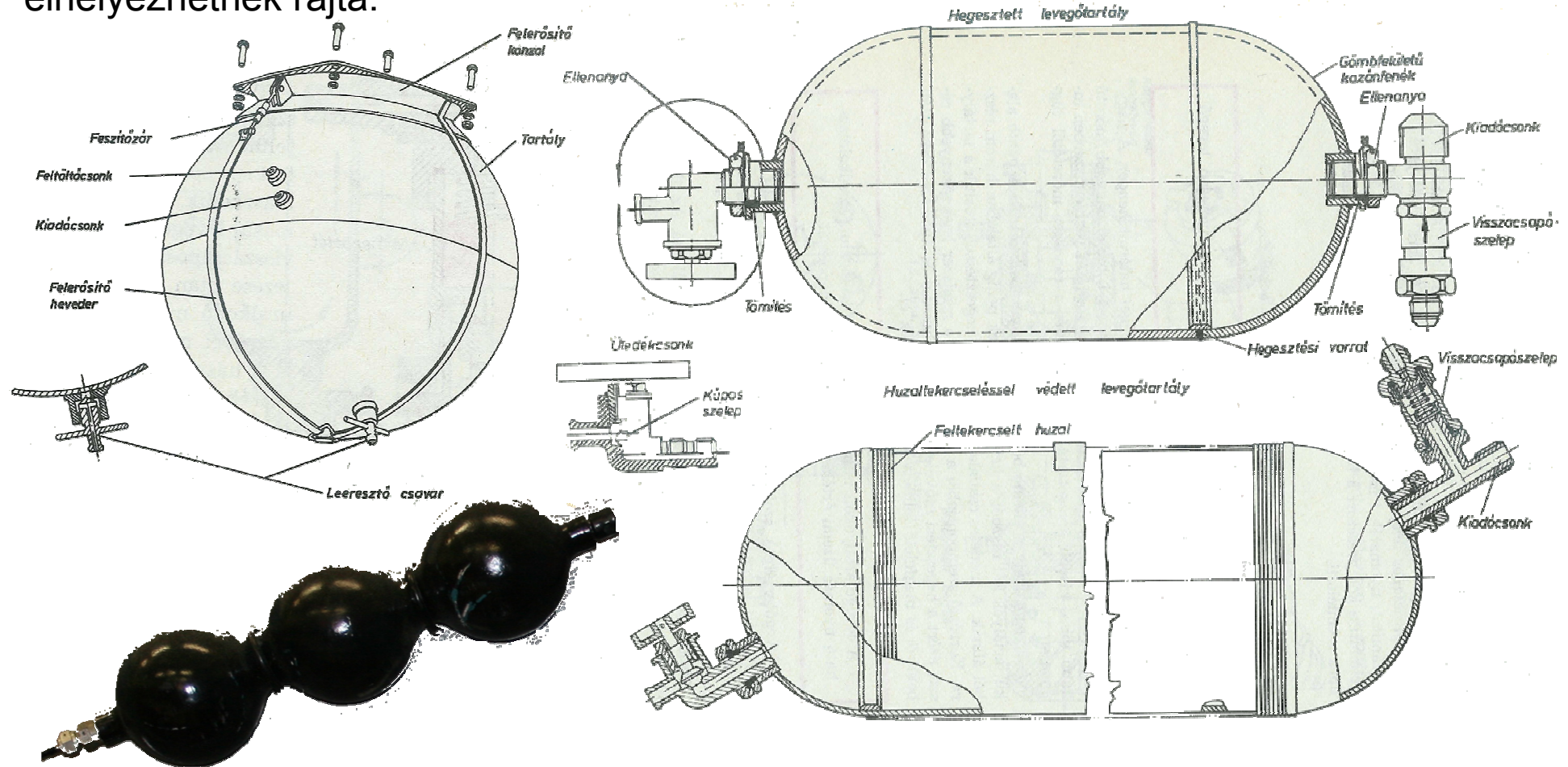


A dugattyú emelkedése közben a nyomás növekszik és eléri az átbocsátó szelep (3) rugóereje által meghatározott értéket ($p_{A,max} = 3 \div 10$ bar), ennek következtében az kinyit és az elősűrített $p_{A,max}$ nyomású levegő a csatornákon (5) a „B” térbe áramlik mindaddig, amíg a dugattyú felfelé történő mozgása tart.

Miután a dugattyú ismét lefelé halad, a „B” térbe került levegő tovább sűrítődik mindaddig, amíg a nyomás el nem éri a nyomószelep (4) által meghatározott értéket. A $p_{B,max} = 50 \div 70$ bar értéket elérve a szelep kinyit és a levegő az üzemi csővezeték-hálózatba áramlik. Eközben az „A”-tér szívás hatására újratöltődik.

Levegőpalackok

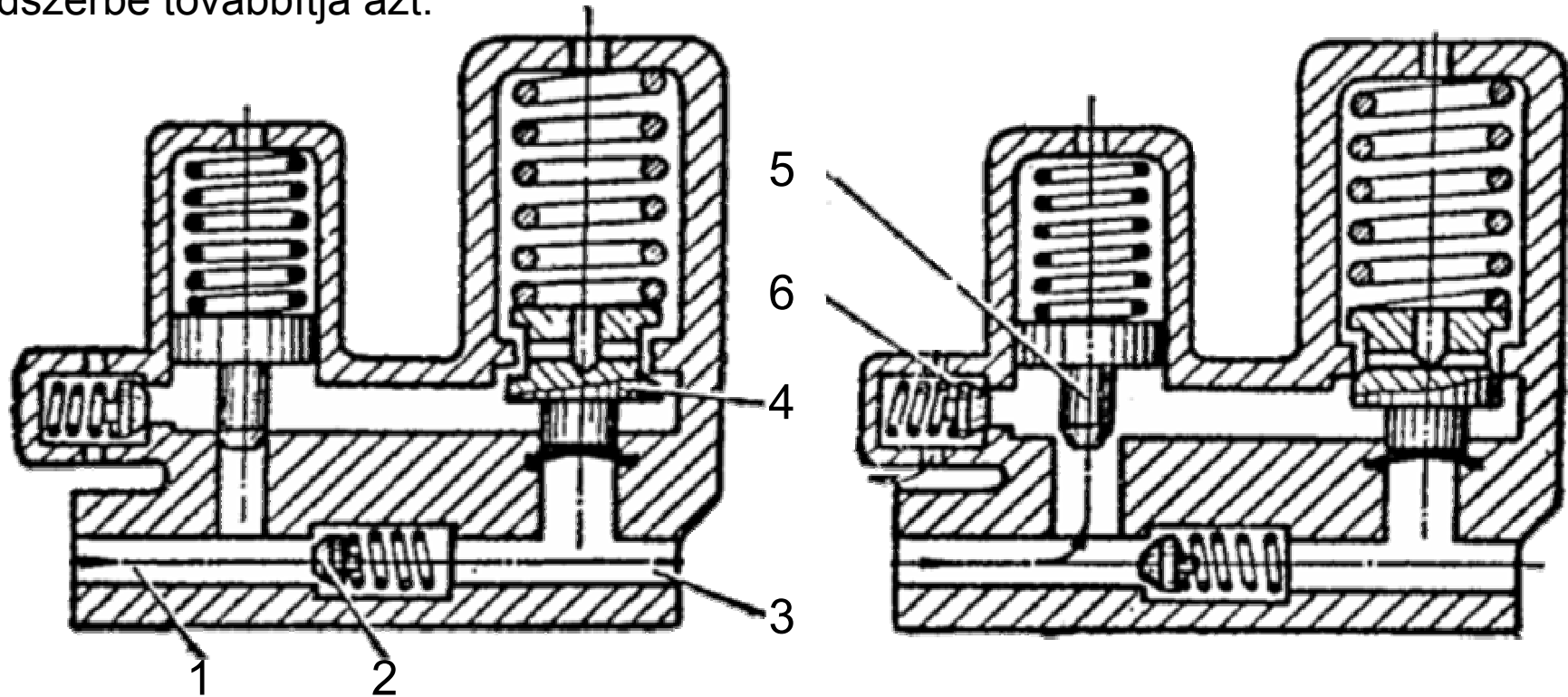
A levegőpalackok a sűrített levegőt tárolják a felhasználásig. Szerkezeti kialakításuk hasonló a hidraulikus akkumulátorokéhoz, korrózióálló acélból, gömb vagy félgömbvégű hengeres alakúra készítik. Az elsőt rendszerint kettő, a második három darabból, hegesztéssel építik össze. A tartály belsejének korrózióvédelmére a gyártás során külön is gondot fordítanak. Feltöltő-, leeresztő- és üledékleengedő csőcsontot is elhelyezhetnek rajta.



Szokásos térfogata 4, 8 és 12 liter. Az előbbi alkalmazása elhelyezhetőség, az utóbbi súlyhányad szempontjából előnyös. Esetenként több gömbpalackot is összeépíthetnek.

Nyomásautomata

A kompresszortól jövő sűrített, megtisztított levegő a nyomásautomatára kerül, amely a levegőpalackban levő pillanatnyi nyomástól függően vagy a szabadba, vagy a rendszerbe továbbítja azt.

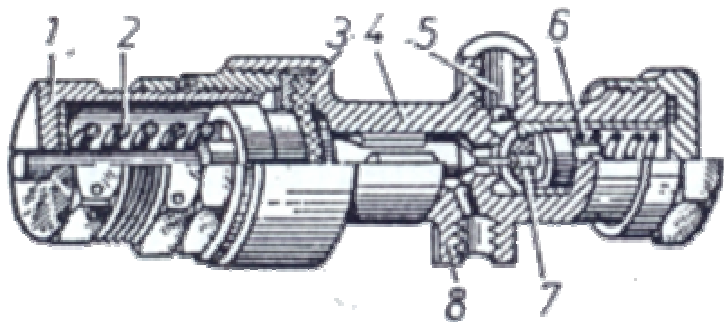
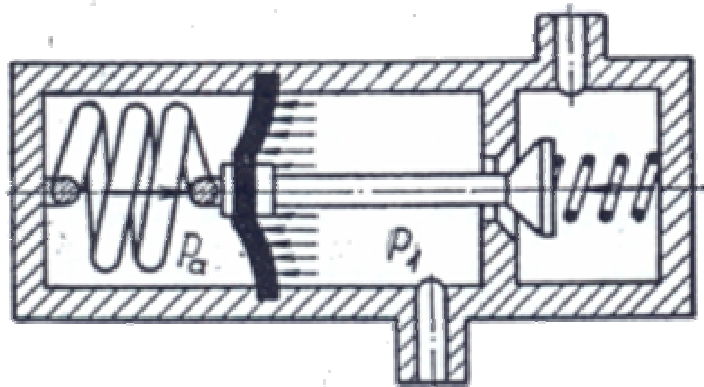
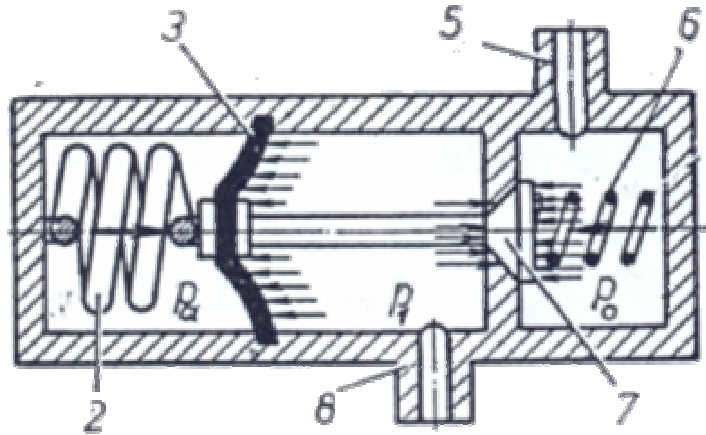


Amikor a pneumatikus fogyasztók üzemelnek ($p \leq p_{üz}$) a kompresszortól jövő levegő (1) a visszacsapó-szelepen (2) keresztül a levegőpalackok irányába (3) áramlik, az (5-6) szelep zárt, a (4) szelep nyitott helyzetben van.

Amikor a rendszerben a nyomás emelkedik és eléri a $p \geq p_{üz}$ értéket, a csatornába (3) elhelyezett membrán zárja az átkapcsoló-szelepet (4), ezt követően nyitnak a (5; 6) szelepek és a kompresszortól jövő levegő a szabadba távozik.

Nyomáscsökkentők (reduktorok)

Feladata: a feltöltött levegő nyomását, az üzemi nyomásnak megfelelő értékre (egyes berendezések működtetéséhez ennél alacsonyobbra) csökkenteni.



Amikor a fogyasztók szakaszán a nyomás az üzemi érték alá csökken ($p < p_{üz}$), a szelep (7) a rugó hatására nyitva van és a levegő átáramlása a (8 → 5) csőcsonkok között biztosított.

Ilyenkor:

$$F_{2,rug} > (p_1 - p_a) A_m + (p_o - p_1) A_{sz} + F_{6,rug}$$

ahol:

$F_{2,rug}$; $F_{6,rug}$ – a (2) és (6) rugók ereje;

A_m ; A_{sz} – a membrán (6) és szelep (7) felülete;

p_o ; p_1 – a levegő nyomása a szelep (7) előtt és után;

p_a – légköri nyomás.

A nyomás növekedés hatására nő a membránon (3) kifejtett erő, az elmozdul balra, a redukcióhoz szükséges mértékben, csökkentve ezzel a szelep áteresztő keresztmetszetét. Ekkor az előbbi reláció az

$$F_{2,rug} < (p_1 - p_a) A_m + (p_o - p_1) A_{sz} + F_{6,rug}$$

formában írható fel.

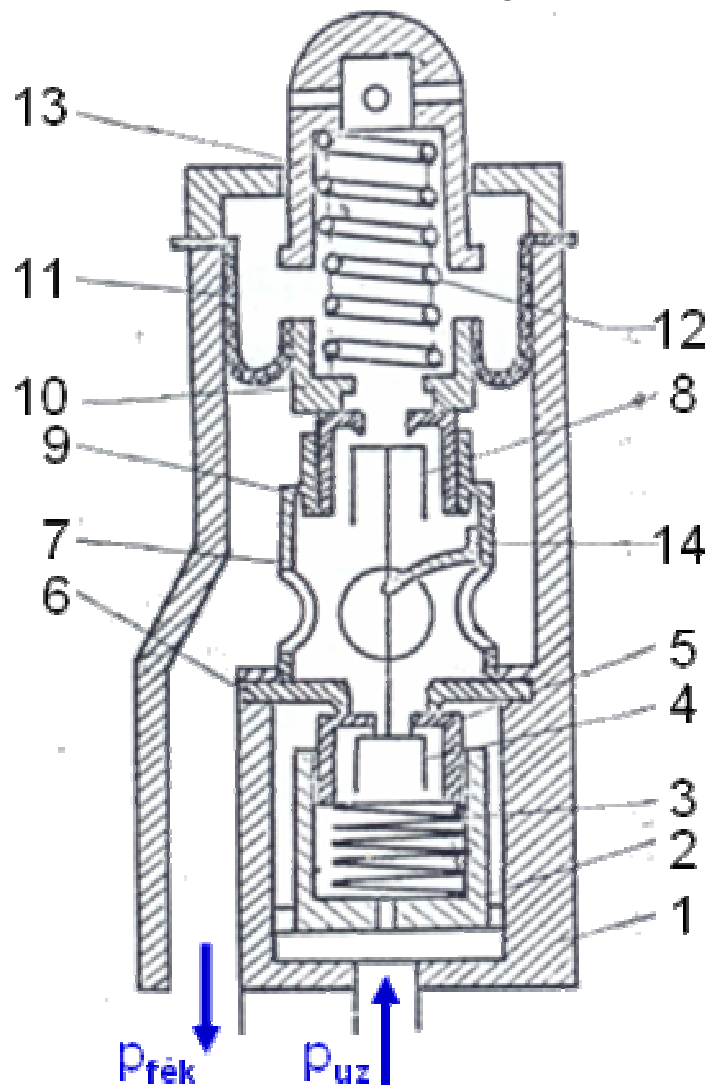
Féklevegő nyomáscsökkentő

Feladata: tetszőleges intenzitású fékezés a féknyomás ($p_{\text{fék}}$) változtatásával.

Nyomásviszonyok: a szelepház (1) alsó csatlakozóján a rendszer üzemi nyomásának (rendszerint $p_{\text{üz}} \approx 50$ bar) megfelelő értékkel lép be a sűrített levegő, míg $p_{\text{fék}} = 0 \div 12$ bar értékkel távozik.

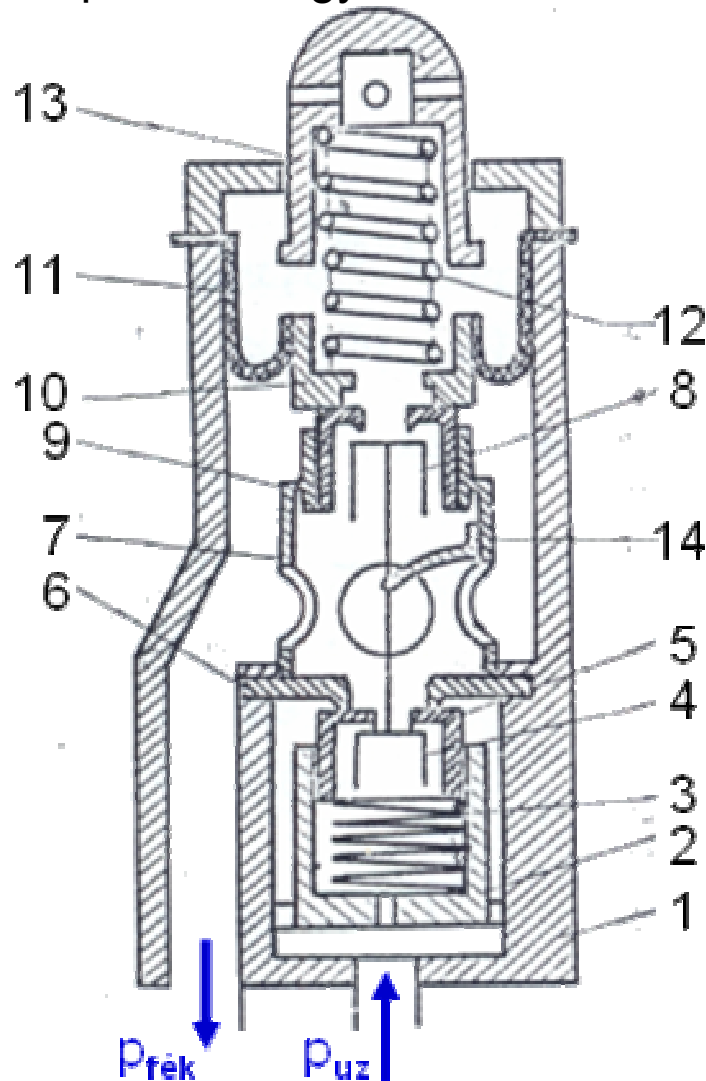
Szerkezete, alaphelyzete: az ábrának megfelelő nyugalmi helyzetben $p_{\text{üz}}$ nyomás van míg a persely (2) belső és külső terében, így ez, valamint a rugó (3) fölnyomja a kis beengedő- (4) és nagy beengedő (5) szelepeket az ülékre (6.).

A kis beengedő- (4) és kis leeresztő (8) szelep közös rúdon van elhelyezve, melyet rugó (14) tart fenti helyzetben. Mivel a kis beengedő szelep zárt helyzetben van, a kis leeresztő szelep (8) nem tud felfeküdni a nagy leeresztő szelepre (9), így $p_{\text{fék}}$ kivezetés a vezetőpersely furatain, a leeresztő szelep és a tolórúd (13) furatain át a környezeti levegővel van összekötve, azaz szellőzik a fékmunkahenger tere ($p_{\text{fék}} = p_{\text{atm}}$).



Féklevegő nyomáscsökkentő

Működése: a tolórúd (13) lefelé történő elmozgatásával lehetséges, ami egyben a redukáló rugó (12), a gördülő membránnal (11) tömített dugattyú (10), valamint a nagy leeresztő szelep (9) lefelé történő elmozdulását is eredményezi. Amint a nagy leeresztő szelep felfekszik a kis leeresztő szelepre (8), megszűnik a környezeti levegővel való kapcsolat, vagyis a szellőzés.



A további lefelé mozgásakor már nyitja a kis beengedő szelepet, kezdetét veszi a levegő átáramlása, s a két beengedő szelep közötti nyomás lecsökken. Ekkor a nagy beengedő szelep (5) is kinyílik a fölötte lévő nyomás hatására. A levegő addig áramlik be és tovább a kivezető cső ($p_{fék}$) felé, amíg a dugattyú (10) és a gördülő membrán (11) hatásos felületére ható $p_{fék}$ nyomásból ható erő a rugót (12) annyira összenyomja, hogy a beengedő szelepek lezárnak. Ezután már, mint egyszerű nyomáscsökkentő működik.

A rudat (13) felfelé engedjük, csökken a rugó (12) ereje, ilyenkor úgy működik, mint egy biztosítószelep, leenged a nyomásból. Folyamatos felengedés esetén a nyomás fokozatosan csökken egészen zérus túlnyomásig.

A tolórúd tetszőleges intenzitással és mértékben mozdítható el, illetve bármely közbülső helyzetben megállítható, a túlnyomás ezzel arányosan, $0 \div p_{fék}$ között fog változni.

Kisebb repülőgépeken a féklevegő nyomáscsökkentő által előállított nyomás ($p_{fék}$) közvetlenül fékezésre, nagyobbakon teljesítmény-fokozó vezérlőnyomásként.

Differenciál nyomáscsökkentő szelep

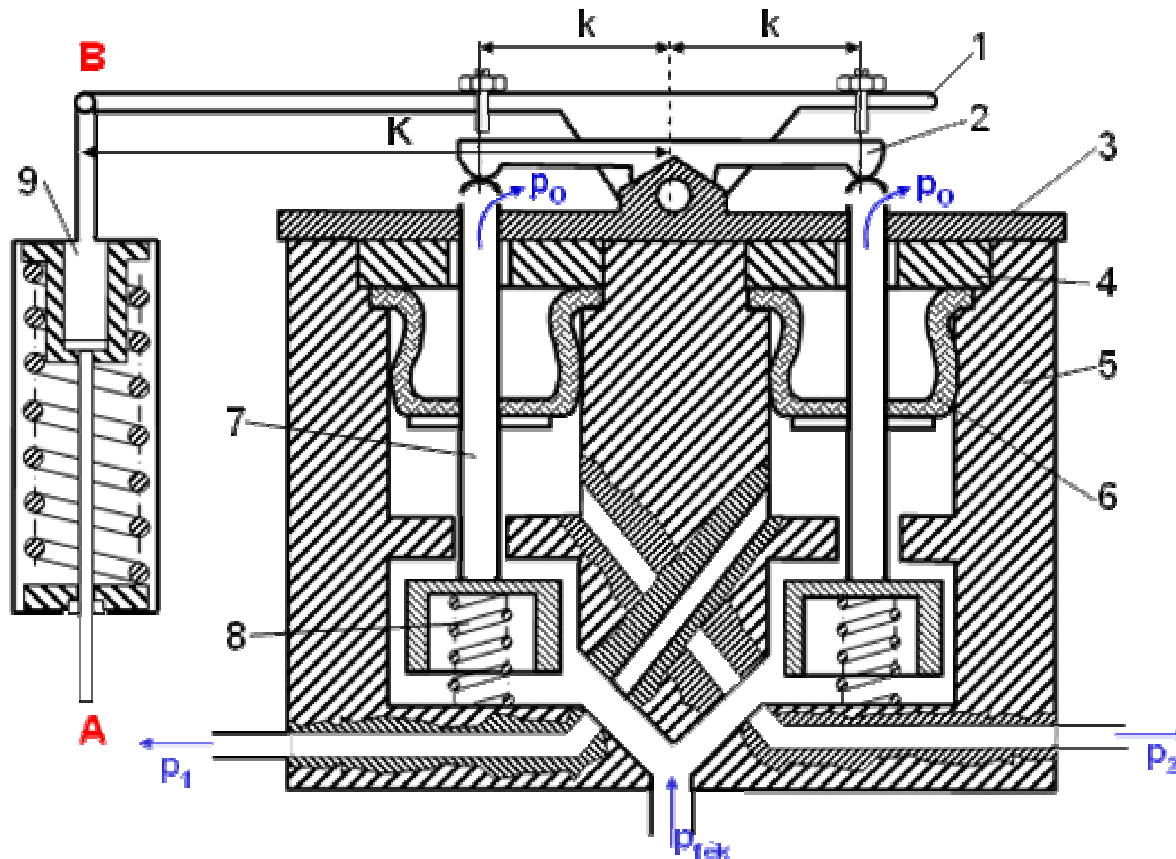
Feladata: változó nyomáskülönbség előállítása – rendszerint merevszárnyú repülőgépek főfutó kerekeinek differenciált fékezésére. Az ábrán látható berendezés a rugós szerkezet (9) nélkül csak irányító elemként használható. A $p_{fék}$ nyomású levegő elosztása történhet:

$$p_1 = p_2 = p_{fék}$$

$$p_1 = p_{fék} \quad \text{és} \quad p_2 = 0$$

$$p_2 = p_{fék} \quad \text{és} \quad p_1 = 0$$

programok szerint.



A rugós szerkezetnek (9) az elosztóhoz történő csatolásával differenciál szelepet kapnak, ami lehetővé teszi a

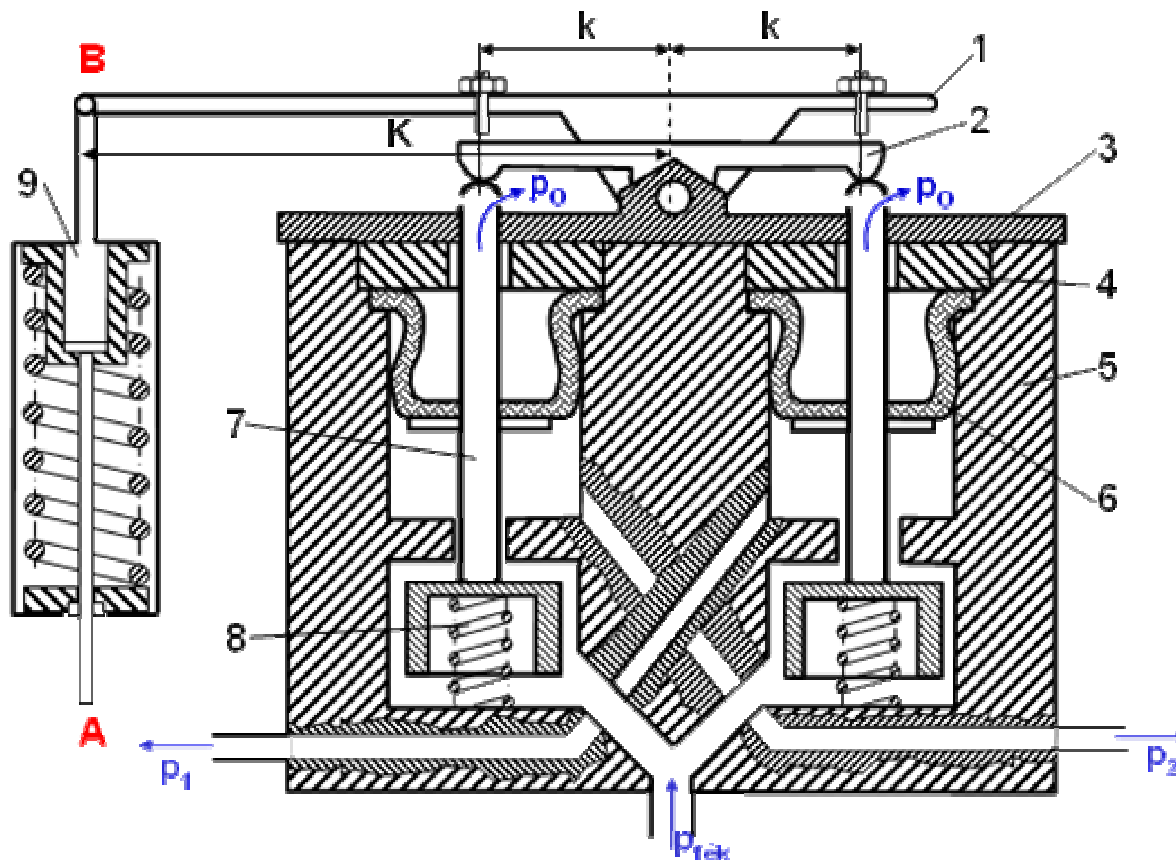
$$p_2 - p_1 = \Delta p \neq 0$$

program szerinti levegő-elosztást is, ahol $0 \leq \Delta p \leq p$ érték közötti differenciáltság biztosítható.

Differenciál nyomáscsökkentő szelep

Működése: himba (2) egyenlő helyzetbe tartja a gördülő membránnal (6) tömített dugattyúkat (7), melyeknek rúdjaiban axiális és radiális furatok vannak. Az ábrán látható helyzetben a hosszirányú furatot a szelep (8) zárva tartja, amelyet viszont a dugattyúrúd tart távol a házban (5) kiképzett szelepüléktől. Ennek megfelelően $p_{fék}$ nyomás a szelepek (8) mellett a dugattyúk (7) alatti térbe, innen a kivezető csatornákba jut $p_1 = p_2$ megosztásban. A rugós szerkezet ereje ilyenkor zérus, a himba (2) egyensúlyát az azonos karon (k), azonos felületekre (A_{dug}) ható azonos nyomás ($p_1 = p_2$) okozta nyomatéki egyensúly eredményezi.

$$A_{dug} \cdot p_1 \cdot k = A_{dug} \cdot p_2 \cdot k$$



Amikor a rugalmas vonórúdat (9) kitérítjük (tételezzük fel – lefelé!), a kétkarú emelő (1) baloldali ütköző csavarja felfekszik a himbára (2) és azt lefelé mozdítja. A vonórúd (9) rugóereje ilyenkor kifelé mindig zérus. A szerkezet elosztás szempontjából addig tekinthető semlegesnek, amíg a kitérés el nem éri azt az értéket, hogy ellentétes oldalon a felfelé mozuló szelep (8) lezárja a házban (5) kiképzett szelepüléket.

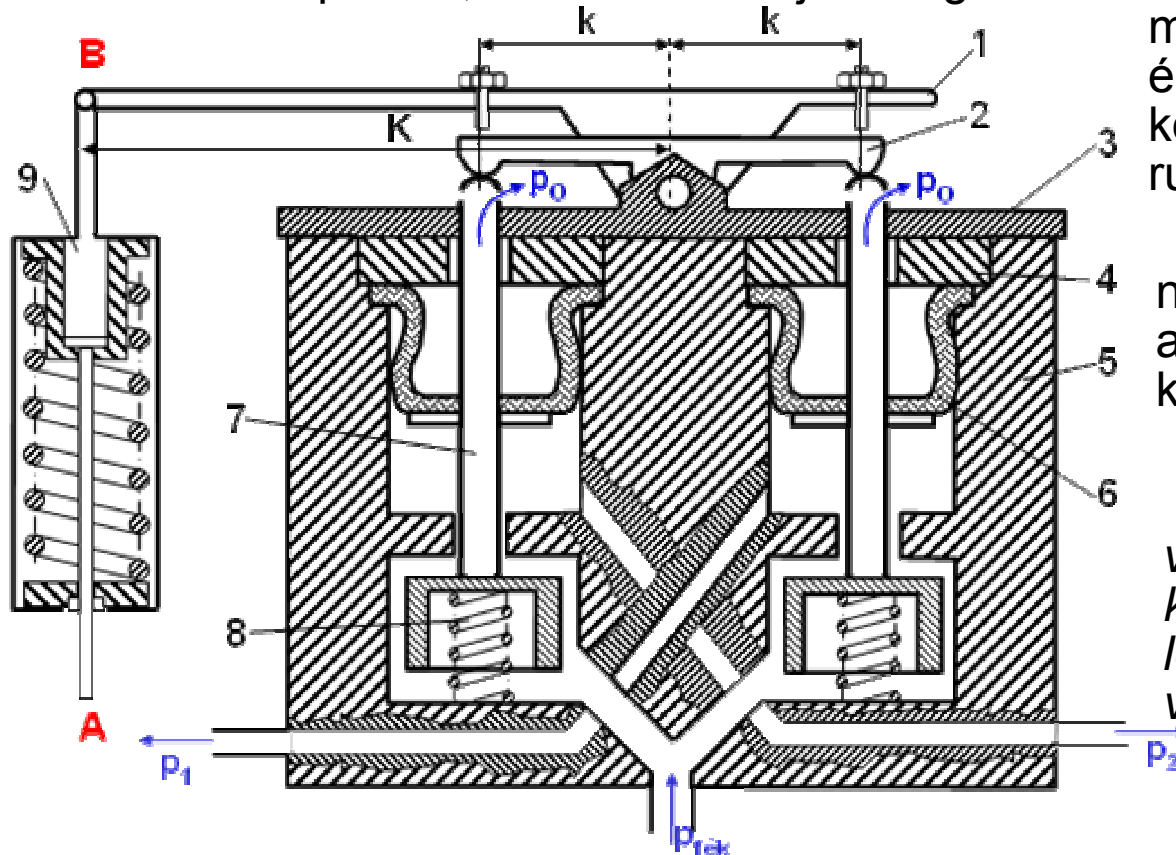
Differenciál nyomáscsökkentő szelep

Az elmozdulás további növekedésével a jobboldali dugattyúrúd (7) elválk a szeleptől (8) és így p_1 irányból p_a felé enged el levegőt. Ez p_1 csökkenését eredményezi, ami viszont a nyomaték-egyensúly felbomlását jelenti, mivel $p_{fék} = p_2 > p_1$, amiből következően:

$$A_{dug} \cdot p_2 \cdot k = A_{dug} \cdot p_1 \cdot k + A_{dug} \cdot \Delta p \cdot k$$

egyensúly lehet csak igaz.

Az $A_{dug} \cdot \Delta p \cdot k$ nyomaték különbség hatására a himba (2) baloldala megindul felfelé. A felfelé mozgó B pont az A pont rögzített helyzete következtében összenyomja a rugót, amelyben így lefelé mutató R reakcióerő ébred. Eközben a jobboldali dugattyúrúd közeledik a szelep felé, csökken majd megszűnik a levegőkivezetés. A kivezetés megszűnése a rúd és a szelep érintkezésének pillanatában következik be. Ilyenkor viszont a rugalmas vonórúd K-karon éppen



nyomték-egyensúlyt teremt meg, azaz a szerkezet nyugalomba kerül.

$$A_{dug} \cdot \Delta p \cdot k = R \cdot K$$

nyomték-egyensúlyt teremt meg, azaz a szerkezet nyugalomba kerül.

Megjegyzés:

Egyforgószárnyas, faroklégcsavaros helikopterek útirányú kormányzás a földön (is) a faroklégcsavar vonóerő nagyságának vezérlésével történik.

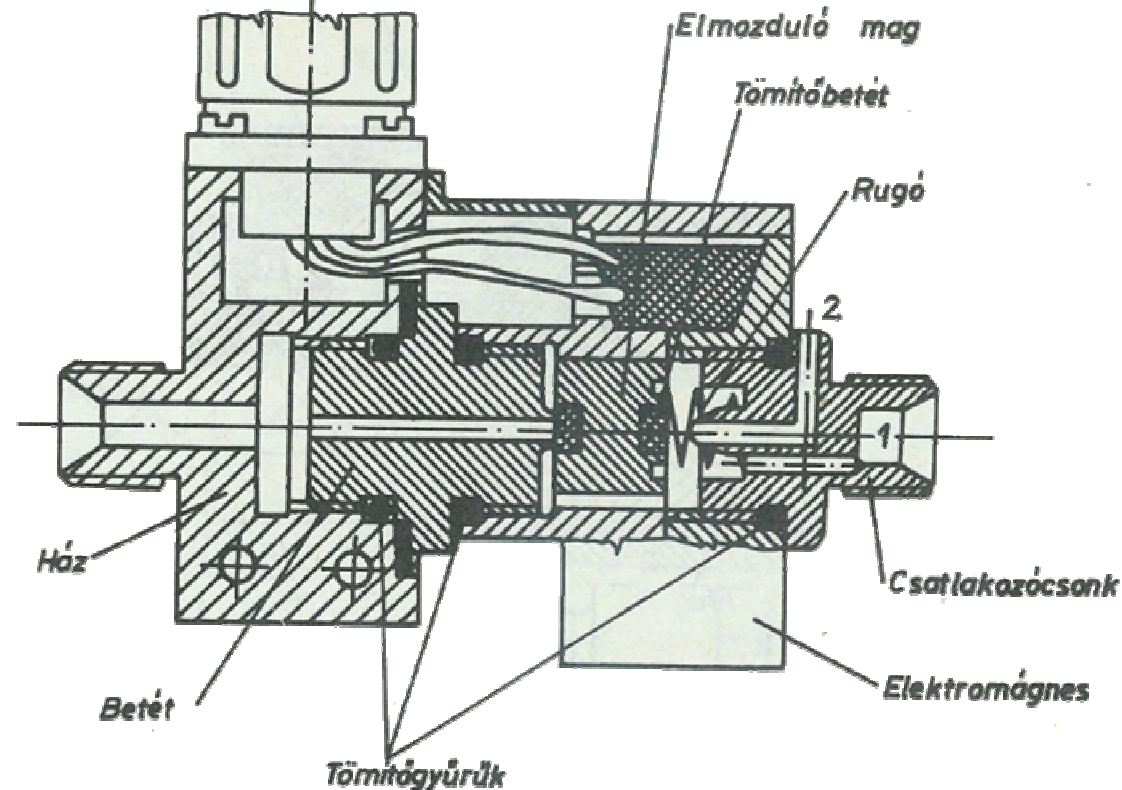
Elektromágneses szelep

Feladata: pneumatikus kapcsoló, vagy végrehajtó elem, nagy távolságról történő, gyors működtetés lehetősége.

Eszköze: elektromágneses tekercs.

Fajtái:

- kétirányú;
- négyirányú.



Működése:

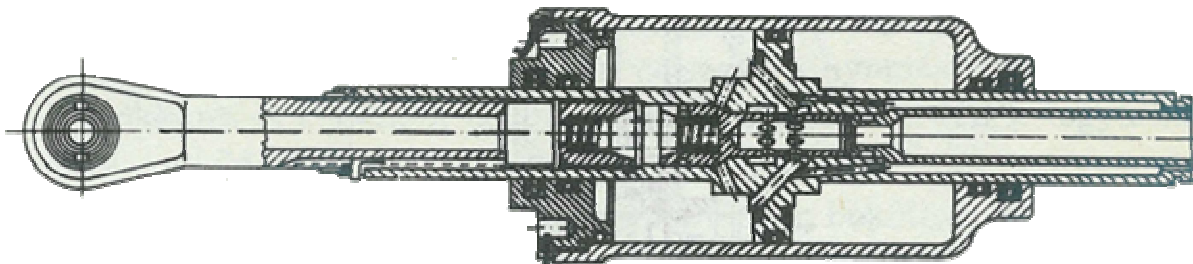
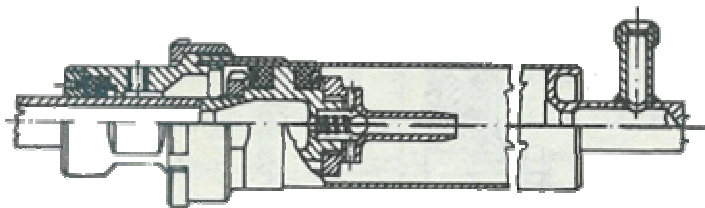
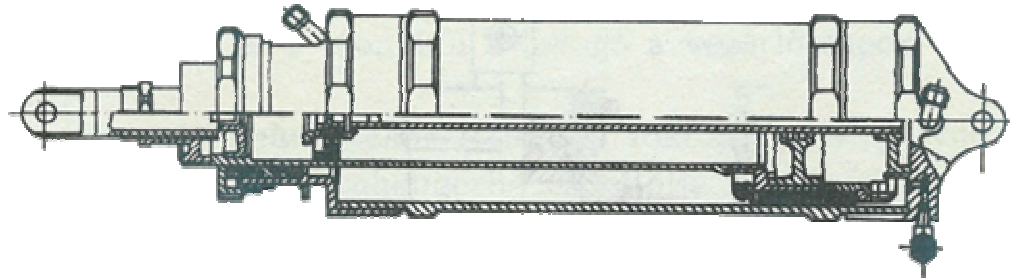
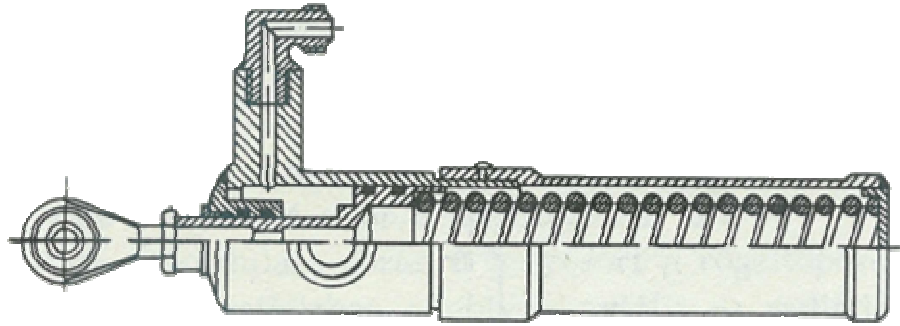
Kikapcsolva: a mag, a rugó hatására a betéten ülékhez nyomódik, megakadályozva így a rendszer felőli levegőáramlást. A munka-hengerből a levegő az elektromágnes terén keresztül a környezetbe távozhat.

Bekapcsoláskor: a mozgó mag, a rugó ellenébe elmozdul jobbra és felfekszik a csonkon kialakított üléken, lezárva a környezettel összekötő furatot. Az 1-es csatlakozón beáramló levegő, a mag axiális furatán keresztül a 2-es csatornába távozik.

Pneumatikus munkahenger

Szerkezeti kialakításuk azonos a hidraulika munkahengerekével. A munkaközeg (nagy-nyomású levegő) betáplálásának iránya szerint megkülönböztethető:

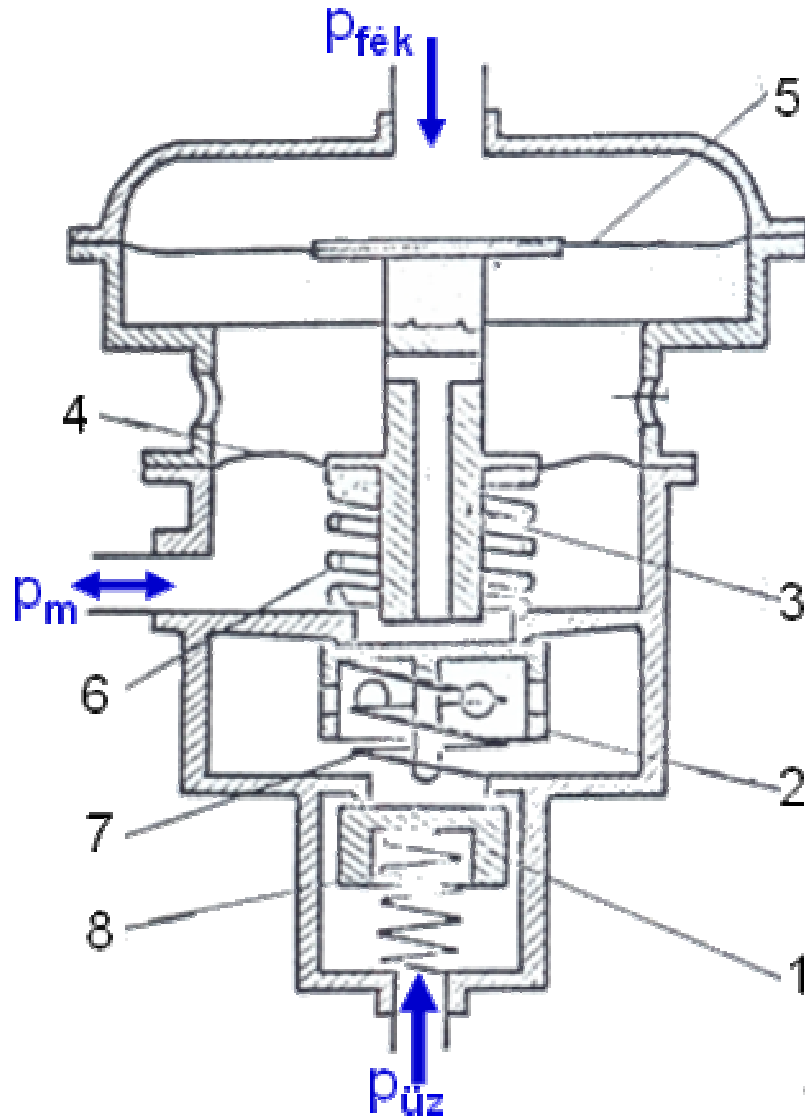
- egyoldali
- kétoldali működésű.



Redukciós gyorsító

Feladata: a levegőrendszer végrehajtó mechanizmusának teljesítmény erősítése.

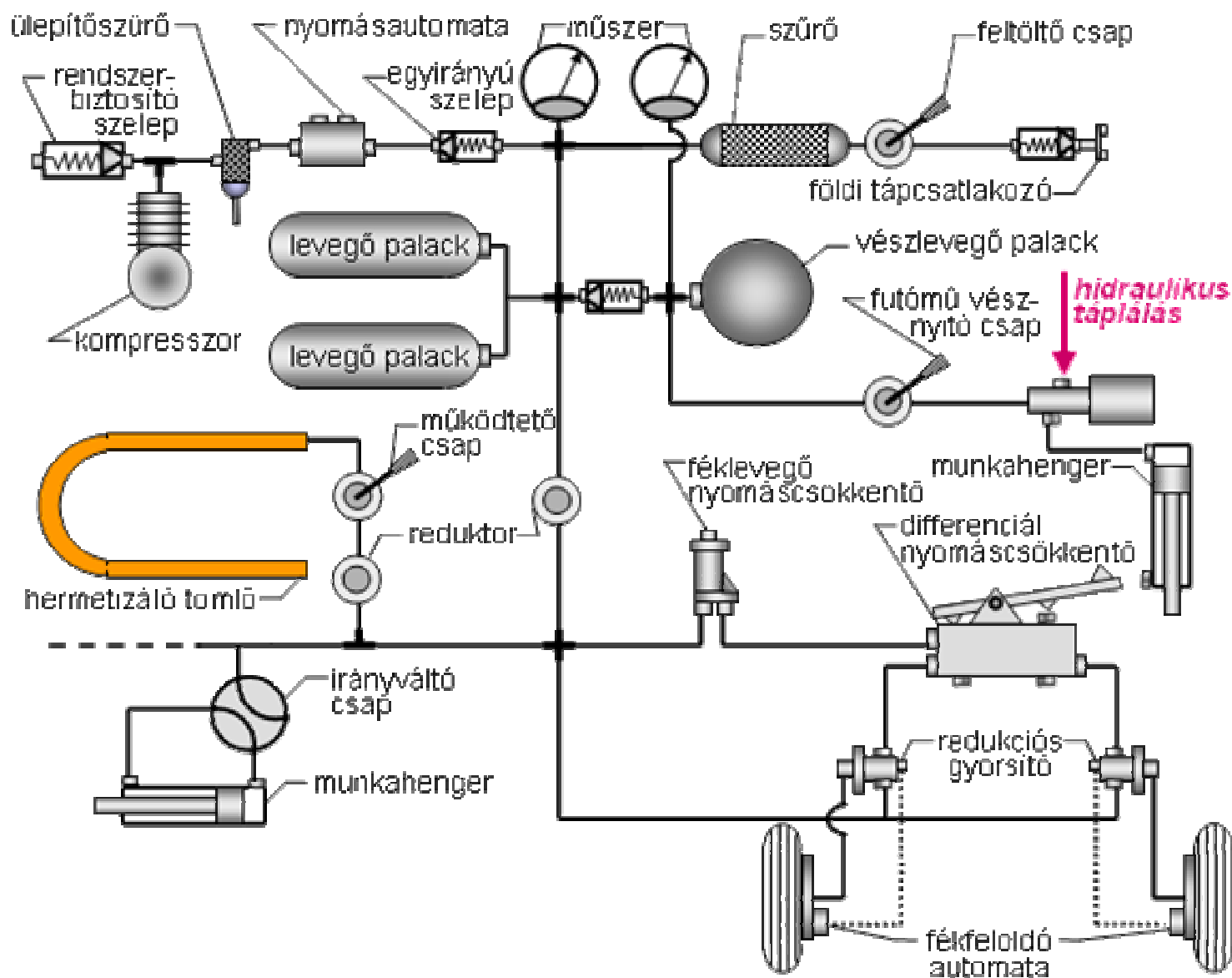
Működése: a berendezésbe az ábra szerinti alsó furaton $p_{üz}$ nyomással lép be a levegő, amely a rugóval (8) együtt a szelepet (1) zárva tartja. Amennyiben a féklevegő nyomáscsökkentőtől, vagy a differenciál-szeleptől nincs nyomás- ($p_{fék}$) betáplálás, a másik rugó (7) hatására a felső szelep (2) is zárva van, míg a rugó (6) hatására a tolattyú (3) elválik a szeleptől (2) és p_a irányba összeköti a fékek munkaterét a környezeti levegővel, azaz szellőztet.



Amikor a $p_{fék} \neq 0$ hatást gyakorol a felső membránfelületre (5) és a rugó (6) ellenében elmozdítja azt, lezárja a kivezető nyílást, elmozdul a felső szelep (2) is kinyitva az alsót (1). Ekkor kezdetét veszi a levegő bevezetés, ami addig tart, míg az alsó membránon (4) keletkező erő hatására be nem zár az alsó, bevezető szelep (1). A redukciós gyorsítóval előállított nyomáscsökkentés a féknyomáscsökkentőtől bevezetett nyomás ($p_{fék}$) nagyságától függ.

A levegőrendszer hálózati felépítése

Egy közepes vadászpilóta pneumatikus hálózatának lehetséges kialakítása: futómű kerekek fékezési, kormányzási, vészkiengedési, fülketető hermetizálási, stb. funkciókkal az ábrán tanulmányozható.





Köszönöm a figyelmet!