

$$Q_3 = \mu f_{01} \sqrt{\frac{2E}{\rho} (p_2 - p_3)} \quad (2.63)$$

ahol μf_1 - a fojtószelep átfolyási tényezője

f_{01} - a fojtószelepen beállított átömlési keresztmetszet

p_3 - a kimenőági nyomás.

A nyomáscsökkentő szelep tolattyujára a következő statikus egyensúlyi egyenlet írható fel:

$$p_2 A_t - p_3 A_t - c(x_e - x) = 0 \quad (2.64)$$

ahol $A_t = \frac{D^2}{4} \pi$ - a tolattyu homlokfelülete

c - rugóállandó

x_e - a tolattyu vezérlő élének zárt ($x = 0$) állapotára vonatkozó rugó-előfeszítés.

Tegyük fel, hogy a külső terhelés egy előző állapothoz képest megnőtt, emiatt p_3 is megnőtt. A p_3 nyomás növekedése azonban megváltoztatja a nyomáscsökkentő szelep tolattyujának statikus egyensúlyát; az új egyensúlyi helyzetet $x +$ irányú mozgás révén éri el. Így azonban az átömlési keresztmetszet megnő és a nyomáscsökkentő szelepen átáramló Q_2 térfogatáram kisebb nyomásesést hoz létre, ami a p_2 nyomás növekedésével egyértelmű.

A (2.64) összefüggés célszerű átalakításával fentieket bizonyítani lehet:

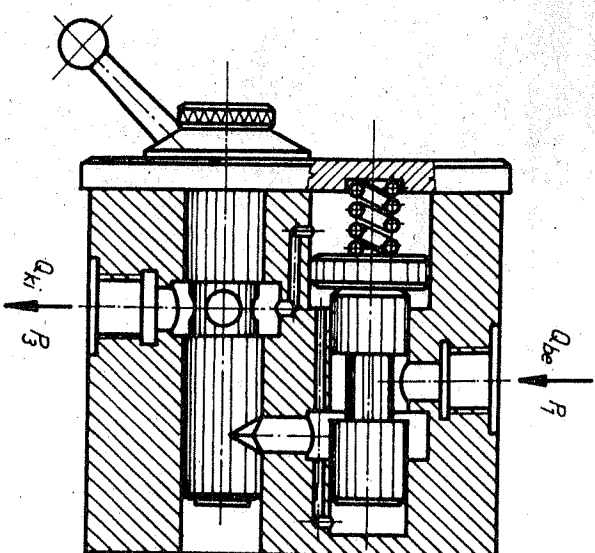
$$(p_2 - p_3) A_t = c(x_e - x) = F$$

$$p_2 - p_3 = \frac{F}{A_t} \quad (2.65)$$

Mint hogy $A_t = \text{const}$ és jó közelítéssel a rugóerő értéke is állandónak tekinthető, a $\Delta p = p_2 - p_3$ nyomáskülönbség is állandó. Ha tehát p_3 vagy p_2 bármilyen ok miatt megváltozik, a Δp értékét ez a változás nem érinti.

A gyakorlatban általában differenciálatlatyus nyomáscsökkentőből és háromszög keresztmetszetű palásthoronnyal ellátott fojtószelepből álló,

közös házba épített sebességállandósítókat használnak. Egy ilyen rendszer vázlatra a 2.41 ábrán látható. A differenciálatlatyus stabil működés mellett nagyobb érzékenységet biztosít, mint egy normál tolattyu, míg a palásthoronyos fojtószelep az áramlási stabilitás szempontjából nyújt kedvező működési feltételeket. Megemlítjük, hogy az ábrán vázolt rendszeren átfolyó folyadékmenyiség változása a minimális folyadékkáteresztés tartományában a beállított értéknek kb. 10%-a, bármelyik nyomás mintegy 30 bar-tal történő megváltozása esetén, és a százalékos hiba növekvő folyadékmennyiségek esetén erősen csökken.



2.41 ábra
Sebességállandósító konstrukciós kialakítása

A sebességállandósítókat is több mérethben gyártják és alkalmazzák; a méretsor a névleges folyadékkáteresztésre vonatkozik, és ugyanazon értéké van mint a fojtószelepeknél. A stabilizátor felhasználásánál ügyelni kell arra, hogy a be- és kiömlő oldali nyomások különbsége ne legyen kisebb 5...6 bar-nál.

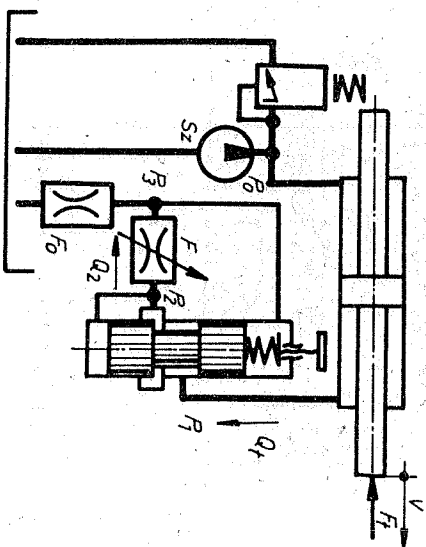
$$(p_1 - p_3)_{\min} \geq 5 \sim 6 \text{ bar}$$

Ez a minimálisan megengedett összes belső nyomásesés a rendszer megbízható működése szempontjából rendkívül fontos. Lényeges az is, hogy a

bekötésnél mindig a nyomáscsökkenést a bemenő ág, mivel a szelep működési feltétele: $p_1 > p_2 > p_3$.

A sebességállandósítók elvileg ugyanazt a szerepet töltik be a hidraulikus körfolyamatokban, mint a fojtószelepek, azaz a végrehajtószerveként használt energiaátalakítók – munkahengerek, hidromotorok – sebességét vezérlik fokozatmentesen. A lényeges eltérés abban van, hogy a terhelésváltozás hatására fellépő sebességeltérés nagyságrenddel kisebb, mint fojtószelep esetén. A sebességállandósító szelep természetesen a végrehajtószervek volumetrikus veszteségének nyomás-, illetve terhelésfüggését kihasználva nem képes, azaz sebességállandósító szelep beépítése esetén is számolni kell az energiaátalakító terheléstől függő részvesztésváltozásból adódó jelentős sebességváltozásra, ezért a sebességállandósító (szabályozó) elnevezés nem tekinthető szerencsésnek.

Egy kifolyóágban elhelyezett szabályozó tartalmazó egyszerű körfolyam látható a 2.42 ábrán. Működése a következő: ha adott $v = v_0$ előírt sebesség mellett – amelynél a munkahenger kifolyóterében $p_1 = p_{10}$ nyomás uralkodik – az F_t erő megnő, a sebesség és ezáltal a p_1 nyomás



2.42 ábra
Körfolyam vezérlése a kifolyóágban elhelyezett szabályozóval

is csökken. A p_1 csökkenése p_2 csökkenését idézi elő, melynek hatására a tolatyú lefelé elmozdul, növeli a fojtási keresztmetszetet, ezáltal csökken annak hidraulikus ellenállása, és a rajta fellépő nyomásesés, aminek folytán kis hibával a megnövekedett terhelőerő ellenére is visszaáll az eredeti állapot – tehát a fojtószelepen eredetileg fennállt nyomáskülönbség.

A terhelőerő ellenkező értelmű változása természetesen ellenkező értelmű folyamatot eredményez, amelynek lefolyása azonban az előzővel teljes mértékben analóg. Tegyük fel, hogy a körben fellépő volumetrikus veszteség zérus, tehát:

$$Q_1 = A_0 \cdot v$$

$$Q_1 = Q_2$$

Ebből a két egyenlehből:

$$Q_2 = A_0 \cdot v$$

A dugattyúra a surlódási erőől eltekintve a következő erőegyensúlyi egyenlet írható fel:

$$p_0 A_0 - p_1 A_0 - F_t = 0$$

Tekintsük az F_t és p_1 értékét munkaponti értékeknek; a fellépő ΔF_t terhelőerő-változás nyilvánvalóan Δp_1 nyomásváltozást okoz, mivel a bemenő nyomás (p_0) állandó, és az egyensúlynak fenn kell állnia.

A p_1 nyomásból származó erő és a terhelőerő azonos irányba miatt a terhelőerő-növekedés nyomáscsökkenést idéz elő; a terhelőerő-változás és a nyomásváltozás közötti összefüggést tehát a következő alakban írhatjuk fel:

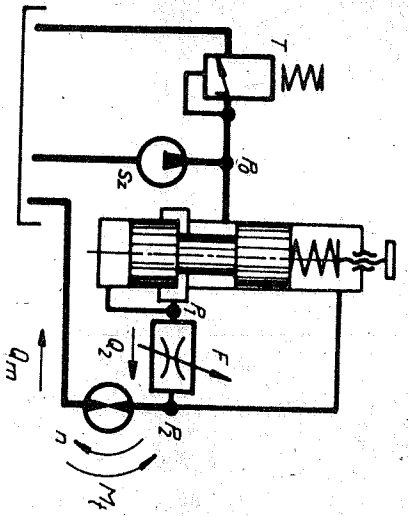
$$\Delta p_1 = - \frac{\Delta F_t}{A_0}$$

A csökkenő p_1 nyomás a korábban leírtak szerint a nyomáscsökkenést szel le tolatyujának felé irányuló mozgását és p_2 nyomás csökkenését idézi elő, azaz a $Q_t = Q_2$ közel állandó értéken marad az átmeneti (transziens) jelenségek lezajlását követően.

A sebességállandósító a végrehajtószerv bemenőágánál is elhelyezhető. Egy ilyen kialakítás, de munkahenger helyett hidromotort tartalmazó körfolyam elvi vázlat látható a 2.43 ábrán. Mivel működése elvileg az előző megoldásával megegyezik, részletezésétől eltekintünk.

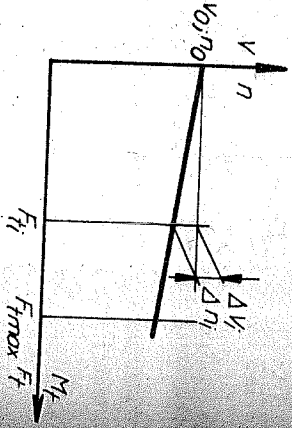
A sebesség-, illetve fordulatszám változását a 2.44 ábra mutatja a terhelő F_t erő, illetve az M_t terhelőnyomaték függvényében. Megállapít-

ható, hogy a terhelésnövekedés a végrehajtoszrver sebességét csökkenti, függetlenül attól, hogy a sebességállandósító szelep a be- vagy kifolyóágban helyezkedik el.



2.43 ábra

Körfolyamvezérlés befolyóágban elhelyezett sebességstabilizátorral



2.44 ábra

A munkahenger sebességének változása a terhelőerő függvényében sebességállandósítós vezérlésnél

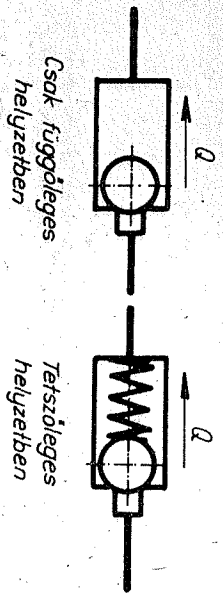
A sebességstabilizátorok a jelentős előtöltő erőt biztosító körfolyamok sebességirányító elemei. (Ilyen körfolyamok találhatóak pl. egyes aggregátóknál célgépek előtöltő rendszerében.)

2.53 A folyadékkáramlás újít irányító elemek

A hidraulikus körfolyam kiöntőféle elemei között meghatározott kapcsolatot kell biztosítani. Ez a kapcsolat a legtöbb esetben az időben nem változatlan, mivel mindenkor meg kell, hogy feleljen a pillanatnyi irányítástechnikai követelményeknek. Egy munkahengernél a megmunkálási utvégén pl. gondoskodni kell a dugattyú minél nagyobb sebességű visszafutásáról, ami természetesen a munkahenger nyomó- és visszafolyóágjának felcserélését követeli meg. Azokat az elemeket, amelyek az említett feladatot elvégzésére - tehát a folyadékkáramlás irányának és helyének meghatározására - szolgálnak, a folyadékkáramlás újít irányító elemeknek nevezzük.

Leggyorsabb fajtája az ún. visszacsapószelep, amelynek kétféle kialakítása a 2.45 ábrán látható. Arra szolgál, hogy a folyadékkáramlást csak egy kitüntetett irányban tegye lehetővé; az ellenkező irányban még jelentős nyomás esetén se lépjen fel számottevő folyadékszivárgás. A rugós vissza-

csapószelep az előzőhöz képest nagyobb nyitóirányu ellenállású, viszont nagy előnye az, hogy tetszőleges helyzetben szerelhető, és zárt állapotban a tömítési viszonyok is kedvezőbbek a bizonyos mértékű rugóelőfeszítés folytán. (Megjegyezzük, hogy a rugó nélküli változat csak függőleges helyzetben szerelhető úgy, hogy a súlyerő a golyóösszelepet zárja.)



2.45 ábra

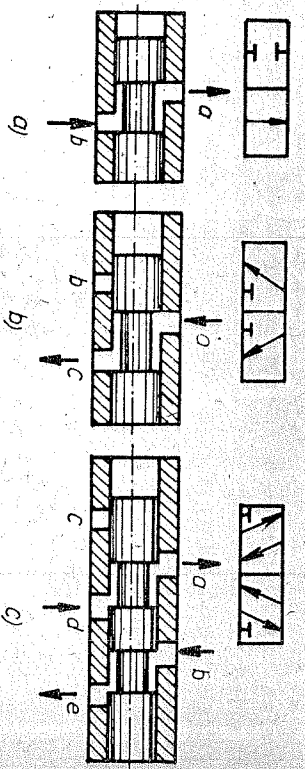
Visszacsapó szelepek elvi vázlatai

Alkalmazási területük széles körű. Leggyakrabban arra szolgálnak, hogy a szivattyúk szivócsövében, visszafolyócsövekben stb. megakadályozzák az olajosztóp megszakadását a tápegység (szivattyú) álló állapotában, tehát üzemszünetben.

A folyadékkáramlás irányának tényleges meghatározására szolgálnak a vezérlőolattyúk. Mivel kialakításuk igen változatos és nagyszámú, csupán a legáltalánosabb alkalmazható típusokkal és tartozékaikkal foglalkozunk. Legfontosabb elvi jellemzőik: a tolatyú lehetséges díszkrét helyzeinek száma - az ún. pozíciószám és a csatornaszám, amely megadja a tolatyuházba (vagy ki-) vezető furatok számát. A vezérlőolattyúk legalább két vagy három, ritkábban, speciális cél szolgáló kialakításoknál négy pozícióval rendelkeznek.

A 2.46 ábrán kétállású, de különböző csatornaszámu vezérlőolattyúk elvi vázlatai és rajzjelei láthatók. Az a) ábrán kétsatornás kialakítás található; alkalmas két vezeték összekötésére, ill. a két vezeték közötti kapcsolatot megszakításra. A háromsatornás típus szemlélteti a b) ábra, amely arra szolgál, hogy egy vezeték mindkét pozíciójában egy-egy vezetékekkel kössön össze; méretei általában úgy vannak meghatározva, hogy a "b" és a "c" ágak összekötésére még az átkapcsolási folyamat alatt se kerüjön sor.

Az ötsatornás típust a c) ábra mutatja be. Tűkéjonképpen két háromcsatornásból nyerhető úgy, hogy egy-egy csatorna közössé válik. Amint az ábrából látható, a "d" csatornának az "a"-val vagy a "b"-vel való összekapcsolását végzi úgy, hogy egyidejűleg - értelemszerűen - a "b" és az "e" vagy a másik pozícióban az "a" és a "d" csatornák között is kapcsolatot létesít.



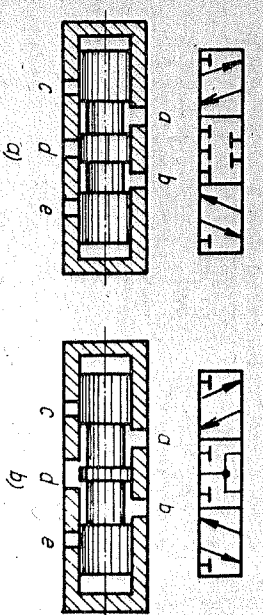
2.46 ábra
Kétállású vezérlőtolattyúk elvi vázlatja

A háromállású vezérlőtolattyúk a két szélső helyzetben kívül közép-állásban is meghatározott kapcsolási feladatot teljesítenek. Ebből következik, hogy kialakításuk - a vezérlőéleket tekintve - igen sokféle lehet. Az ötosatornás, háromállású vezérlőtolattyúk elvi vázlatait és rajzjeleit a 2.47 ábra szemlélteti. Az "a" változatnál a tolatyú középhegyzetben a csatornák között nincs kapcsolat; a "b"-nél - ugyancsak középhegyzetben - az "a" és "b" csatornák a "d"-vel összekapcsolódnak; a "c"-nél az "a" - "c" és "b" - "c" között lehetséges folyadékkáramlás, míg a "d"-nél mind az öt csatorna összekötettségben van egymással; a tolatyú bal, ill. jobb oldali véghegyzetében kialakuló állapot teljes mértékben megegyezik a 2.46. c) ábrán látható kétállású, ötosatornás vezérlőtolattyúval.

A vezérlőtolattyúk működését - tehát az előírt pozíciók biztosítását - többféle módon lehet elvégezni. Megkülönböztetünk kézi, mechanikus mágnes- és hidraulikus működést. Természetesen mindegyik egy-egy speciális, a vezérlőtolattyúhoz illeszkedő szerkezeti egységet igényel. A 2.48 ábrán egy kétsatornás, kétállású tolatyúnál mutatjuk be vázlatosan a különböző működetési módokat. Az a) ábrán a kézi vezérlés esete látható: a tolatyú egy körmös elemmel csatlakozik a kezelőkarhoz. A két pozíciót egy golyós arretáló elem biztosítja.

A b) ábrán a mechanikus - gépi - működetési mód szemléltethető. A tolatyút egy görgős végű kar mozditja el egy rugó ellenében, tehát a tolatyú bal szélső helyzetben tartásához állandó erőhatás szükséges.

A leggyakrabban alkalmazott működetési mód - a mágnesműködést - mutatja a c) ábra. A tolatyú alaphelyzetét egy rugó biztosítja. A mágnes lehet egyen - vagy váltakozó áramú. Mindkét irányban hidraulikusan működtetett kialakítás látható a d) ábrán. A jobb oldali fedél ún. hidraulikus időreles fedél. A II. csatornába olajat vezetve a tolatyú balra mozdul el, meghozzá késleltetés nélkül, mivel a folyadék beáramlása a nyitott golyószzelepen át történik. Ha az olajat az I. csatornába vezetjük, a tolatyú balról jobbra mozog, a golyószzelep zár, és a folyadék csupán a főtözelepen keresztül tud a tolatyú jobb oldali homloklejtületénél levő térből elávozni. Ebben az irányban tehát késleltetés lép fel.

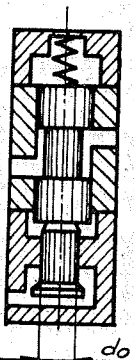
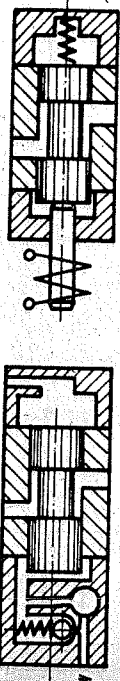
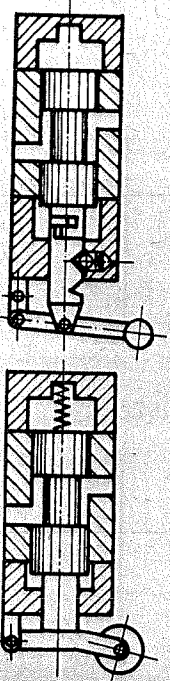


2.47 ábra
Háromállású vezérlőtolattyúk elvi vázlatja

Egy hidraulikus gyorsműködésű, rugós kialakítás látható az e) ábrán. A tolatyú átkapcsolását egy buvárdugattyú végzi, amelynek d_0 átmérőjét - adott működtető nyomás esetén - a minimális működési - átkapcsolási időnek megfelelően határozzák meg.

A vezérlőtolattyúk a körfolyamban a legkülönbözőbb feladatokat látják el, nem csupán a kapcsolási jellegű, hanem az ábocsátandó térfogatáramot tekintve is. A pozíció- és csatornaszám mellett a legfontosabb paraméter az ábocsátható legnagyobb térfogatáram. Mivel ennek értéke a maximummal megengedett nyomásessétől függ - amelyet a gyárak általában nem adnak meg - a vezérlőtolattyúk méretszámát a csővezeték, ill. a tolatyúháza csavarható csőcsatlakozó belső névleges átmérőjével adják meg. Egy főleg szerszámgép-hidraulikában használatos vezérlőtolattyúsor a következő: 8; 12; 16; 20; 25; 32 mm. A méretség első négy tagja a 6; 3; 16; 40; 100 l/min (gyakorlati mértékegységekben) névleges térfogatáramnak felel meg.

A vezérlőtolattyúkkal azonos kapcsolási feladatokat lehet elvégezni a vezérlőcsapokkal is, amelyek forgó mozgást végeznek, és előírt funkcióikat diszkrét szöghelyzetekben teljesítik. Mivel főleg speciális kialakításoknál használják, részletes ismertetésüktől eltekintünk. A körfolyam különböző elemeinek (irányítóelemek, végrehajtószervek) kapcsolását többféle módon lehet biztosítani. A leggyakrabban alkalmazott megoldások a következők:



2.48 ábra
Vezérlőolaltatnyuk működötési módjai

- a) soros,
- b) tömbösített,
- c) alaplapos rendszer.

A teljes körfolyam gyakorlati kialakításánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

1. A körfolyam legyen gyorsan és könnyen áttekinthető.
2. A szerelés lehetőleg egyszerű és gyors törtéjék.
3. Az elemek könnyen és gyorsan szerelhetők és meghásódás esetén cserélhetők legyenek.

A soros, tömbösített és alaplapos rendszerű körfolyamokat a fenti követelmények alapján vizsgálhatjuk.

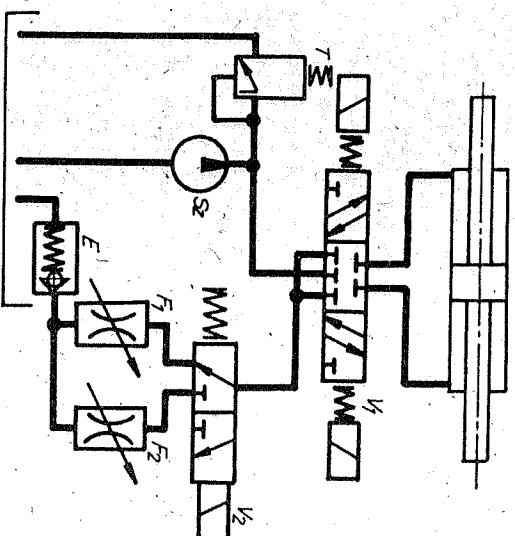
A soros kialakításu rendszerre jellemző, hogy az elemeket csövezetékek kötik össze, melyek egyben a legtöbb esetben az irányítóelemek rögzítését is végzik. Vitathatatlan előnye, hogy csupán egyszerű csöcsatlakozót igényel, egyébként bármilyen konstrukciós kialakításu elemet be lehet építeni. Hátrányai viszont jelentősek: helyszükséglete igen nagy, szerelése

- ebből kifolyólag javítása is - különösen gépen belül nehézkes, az egész nehezen áttekinthető, a sok csövezeték miatt drága. A felsorolt okok folykán manapság már csak elvéve, a legegyszerűbb, néhány elemből álló körfolyamoknál használatos.

A tömbösített rendszernél a körfolyam egyes elemcsoportjai zárt egységet, - tömböt - alkotnak. Ebből következik, hogy a rendszer géphez költi, csak a tervezett feladat elvégzésére alkalmas. Előnyös tulajdonsága, hogy helyszükséglete kicsi, és hogy a körfolyam teljes összeszerelése gyorsan elvégezhető. Jelentős hátránya, hogy a körfolyam megtervezése - az egy-egy tömbbe épített elemcsoportok folytán - hosszú, gyártása körülményes és drága, és egyetlen elem meghásódása esetén is egy egész elemcsoportot tartalmazó tömböt kell kicserélni, ill. javítani. Ennek ellenére a tömbösített rendszer - az alaplapossal kombinált formában - még ma is igen elterjedt, főleg szerszámgépeknél.

A körfolyamok leggazdaságosabb összeépítési rendszere az ún. alaplapos rendszer, melynek lényege az, hogy az irányítóelemek egyszerűs kialakításu alaplapokra szerelhetők. Az alaplapok egymáshoz O-gyűrűs tömítéssel ellátott furatokkal csatlakoznak. Az egymáshoz csatlakozó furatok elzárhatók, a körfolyam kialakításának megfelelően. Az alaplapos rendszer előnye, hogy bonyolult körfolyam is igen gyorsan és áttekinthetően kialakítható. Összeszerelése - tehát javítása, egyes elemek cseréje - gyorsan elvégezhető. Hátránya, hogy helyszükséglete nagy, és hogy az alaplapok egyes esetekben a körfolyam igényeinek megfelelően speciális kialakításúak.

A körfolyam optimális kialakítása a tömbösített és alaplapos rendszerek kombinációjával biztosítható.



2.49 ábra
Vezérlőolaltatnyuk alkalmazása körfolyamban

Végül a 2.49 ábra a vezérlőfolyadék alkalmazására mutat be egy egyszerű felépítésű körfolyamot a hidraulikus elemek jelképeinek felhasználásával. A V_1 5/3 vezérlőfolyadékú munkahenger előtolási irányát határozza meg; középhelyzetében a dugattyú nyugalmi állapotban van, mindkét munkaterének zárásával egyidejűleg. A V_2 kétállású, háromcsatornás vezérlőfolyadékú az előtolási sebesség váltását végzi, azáltal, hogy a henger mindenkorai visszafolyó vezetékét vagy az F_1 , vagy az F_2 fojtószelepre kapcsolja.