

GÉPÉSZMÉRNÖK SZAK (Közös alapképzés)

9. Pneumatikus rendszerek tervezése

9.1 Pneumatikus elemek és rendszerek

A pneumatikus elemek és rendszerek a sűrített levegő nyomásszintje alapján alapvetően két csoportba sorolhatók, úgy mint:

- nagynyomású rendszer:

nyomásszint: > 2 (bar)

feladatkör: munkavégzés, teljesítményvezérlés

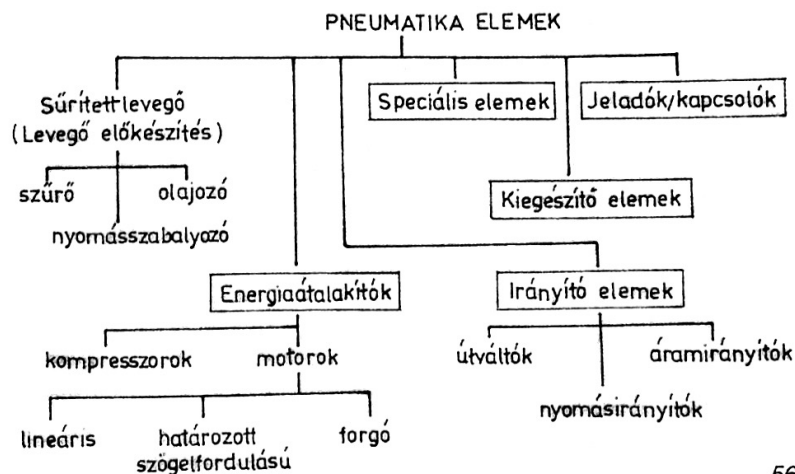
- kisnyomású rendszer:

nyomásszint: $\leq 0,1$ (bar)

feladatkör: érzékelés

A két rendszer között a kapcsolatot teljesítményerősítők biztosítják.

A következőkben a nagynyomású pneumatika elemekről, elsősorban azok rendszertechnikai vonatkozásait kiemelve lesz szó.



56. ábra

9.1.1 A sűrített levegő előkészítés szükségessége és eszközei

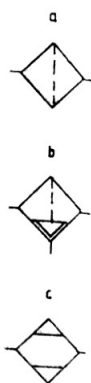
A sűrített levegőhálózatot különböző típusú kompresszorok táplálhatják. Ez a hálózat, szinte mindig tartalmaz légtartályt (tárolót), melynek helyesen méretezett esetben ket-tős feladata van:

- biztonsági tartalékot képezve a kompresszor és a fogyasztó(k) között a hálózati nyomásingadozást mérsékli. A kompresszor csak időszakosan üzemel,
- a sűrítésnél felmelegedett levegő visszahűl(het) a környezeti hőmérsékletre (víz kiválás).

Ezt a hálózati levegőt a fogyasztó(k) előtt a pneumatika elemek igényeinek megfelelően elő kell készíteni, ennek lépései és eszközei a következők:

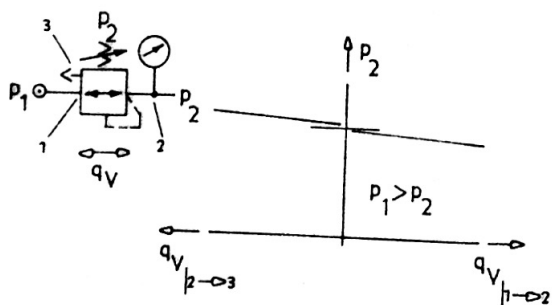
- **levegőszűrő:** miután a hálózati levegőben lévő nedvesség, a kenésre alkalmatlan olajemulziók, és a mechanikai szennyeződések (por, rege) a működési zavarok előidézése mellett az elemek élettartamára is kedvezőtlen hatással vannak, ezért ezeket el kell távolítani. Az alkalmazott szűrő ezt két lépésben biztosítja. A lemez vezetőlapátosáson érintőlegesen bevezetett levegő erős perdületet kap, s a centrifugális erő következtében a nedvességtartalom, valamint a szilárd szennyeződés bizonyos frakciója kiválik, s egy alsó gyűjtőtérbe jut. A másodlagos szűrőhatást, ill. a szűrési finomságot a csonkakúp alakú szinterbronz szűrőbetét adja. A kiválasztott szennyeződés a gyűjtőtérből automatikusan (57.b. ábra) ill. időszakosan eltávolítható.

Igény esetén szükség lehet a maradék víztartalom szárítással (57.c. ábra) történő eltávolítására is. A szárító lehet hűtve szárító, ill. adszorpciós szárító.



57. ábra

- **nyomásszabályozó:** a pneumatikus rendszereknek a műszaki követelmények figyelembevételével optimális üzemi nyomásuk van, amit gazdaságossági szempontok is indokolnak. Ez a nyomás a hálózati nyomás minimumánál csak kisebb lehet, s annak ingadozásától feltétlenül függetleníteni kell. Ezt a feladatot látja el a nyomásszabályozó, amely rendszerint 3-utú. Statikus jelleggörbéje az 58. ábrán látható.

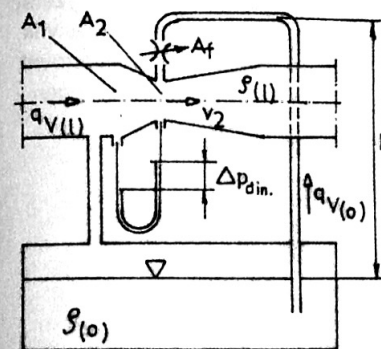


58. ábra

A szabályozott nyomás (p_2) beállítása a rugó előfeszítés változtatásával történik. Az $1 \rightarrow 2$ áramlási irányban nyomásszabályozóként, a $2 \rightarrow 3$ áramlási irányban, pedig nyomáshatárolóként funkcionál.

- **levegő olajozó:** az olajozóval szemben támasztott követelmények a következők:
 - teljesen automatikus üzem, induláskor az olajozás automatikusan induljon,
 - beállítható olajmennyiség, továbbá a változó levegőmennyiséghez való automatikus utánállítás,
 - kellően finom olajköd képzése, hogy az ne csapódjon ki az első kenési helyen,
 - kis átfolyási ellenállás.

A fenti igényeket kielégítő olajozó-konstrukció a Venturi-hatás felhasználásával működik.



59. ábra

A működést leíró egyenletek a következők:

$$p_0 = p_{\text{stat}} + p_{\text{din}} = \text{áll} ; \Delta p_{\text{din}} = \frac{\rho(l)}{2} \cdot v_2^2 \leftarrow v_2 = \frac{q_{v(l)}}{A_2}$$

$$\Delta p_{\text{din}} = \rho(o) \cdot g \cdot h ; q_{v(o)} = \mu \cdot A_f \cdot \left[\frac{2}{\rho(o)} \cdot \Delta p \right]^{1/2} = f(A_f)$$



60. ábra

E három elemet rendszerint egybeépítik és levegő előkészítő egységnek nevezik (60. ábra).

9.1.2 Energiaátalakítók

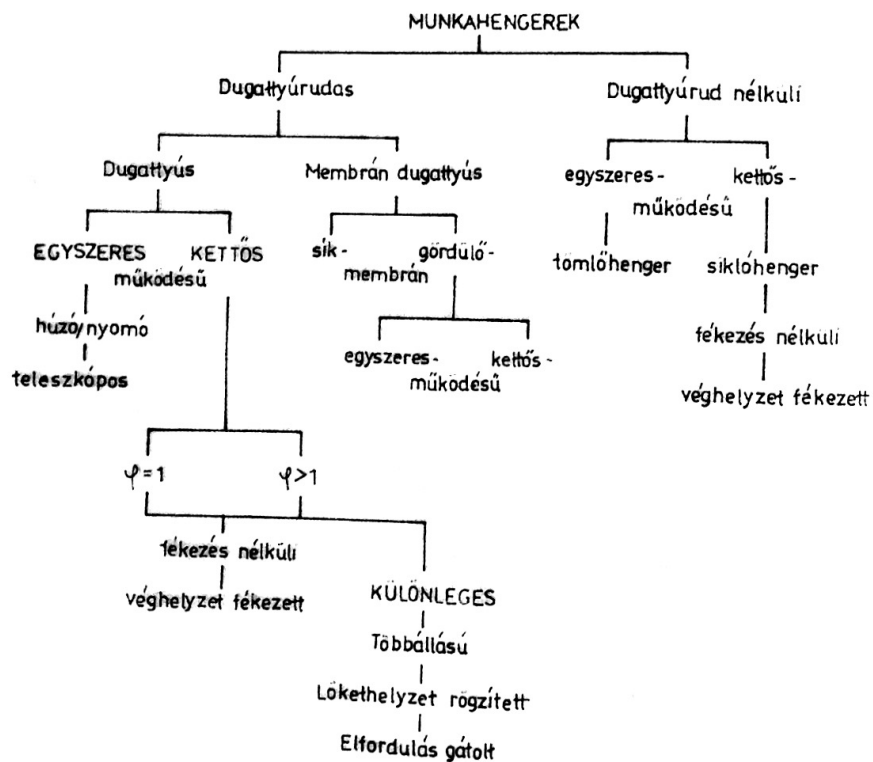
A többi irányítási (mech-, vill-, hidr-) rendszerhez hasonlóan a pneumatikus rendszernek is a mechanikai munkavégzés az alapvető feladata. Ez az energia átalakítók

(motorok) révén valósul meg, melyek a sűrített levegő nyomási energiáját alakítják át mechanikai munkává. Attól függően, hogy a mechanikai energia leadása milyen mozgásfajtaival párosul, megkülönböztetnek:

- munkahengereket,
- határozott szögelfordulású motorokat (forgatók),
- motorokat.

A pneumatikus rendszerekben legáltalánosabban (leggyakrabban) alkalmazott munkahengerek csoportosítása a 61. ábrán látható.

A részletes ismertetésektől eltekintve rendszertechnikai szempontból feltétlenül kell szólni a dugattyúrudas egyszeres működésű változatokról. Ezeknél az alaphelyzetet rendszerint a passzív hengertérbe épített előfeszített rugó hozza létre. Hátrányuk, hogy a megvalósítható lökethossz a beépített rugó miatt lehatárolt és általában rövid, valamint az, hogy a dugattyú által kifejtett erő mintegy 25 (%) - át - a löket végén - felemészti a beépített rugó.

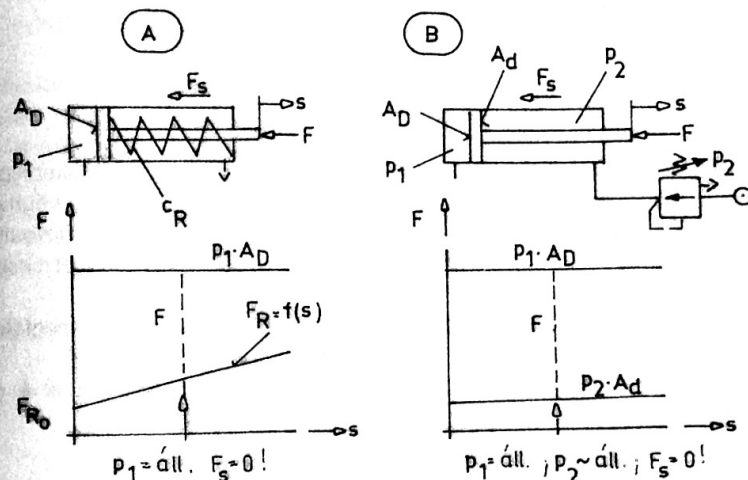


61. ábra

Lehetséges olyan rendszertechnikai megoldás melynél a rugót a passzív hengertérre kapcsolt alacsonyabb, állandó nyomású tér helyettesíti. (62. ábra).

Előnye ennek a megoldásnak, hogy általában nincs löketkorlát, valamint mind a veszteség, mind a munkahenger beépítési mérete kisebb.

Az elmozdulással arányosan növekvő rugóerő helyett az előfeszítés a súrlódási erő legyőzéséhez szükséges minimális értéken marad.



62. ábra

$$p_1 \cdot A_D - F_R - F_S - F = 0$$

$$F_S = 0!$$

$$F = p_1 \cdot A_D - F_R = f(s; p_1 = \text{áll.})$$

$$F_R = c_R(x_0 + s)$$

$$F_{R0} = c_R \cdot x_0 \geq F_S$$

$$p_1 \cdot A_D - p_2 \cdot A_D - F_S - F = 0$$

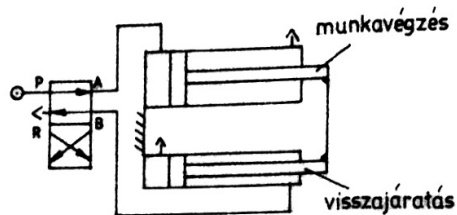
$$F_S = 0!$$

$$F = p_1 \cdot A_D - p_2 \cdot A_D = f(s)$$

$$p_2 \cdot A_D \geq F_S$$

A kettős működésű változatoknál is nagyon sok esetben csak az egyik mozgásirányban kell nagyobb erőt kifejteni (szorítás, sajtolás, áttolás, stb.) Nagy névleges átmérőjű és hosszú löketű munkahengereknél ilyen esetekben a gazdaságos üzemeltetés, sűrített levegő megtakarítás - céljából a visszajáratást vagy minimális nyomású levegővel (62. ábra) végzik, vagy a visszaállításra - az üzemi nyomást

figyelembe véve - a minimálisan szükséges átmérőjű munkahengert alkalmazzák (63. ábra).



63. ábra

A munkahengereknek a lökettől függően két, mechanikusan lehatárolt löketvéghelyzete van. A gyakorlatban előfordulnak olyan alkalmazások, amikor a két véghelyzet kevés és közbelső, meghatározott lökethelyzetekre is szükség van. Ezt biztosítják a többállású kivitelek, melyek gyártóművi választékban is szerepelnek, ill. adott esetben összeállíthatók.

Például két azonos névleges átmérőjű, eltérő löketű munkahengert megfelelően összekapcsolva és vezérelve, négy fix lökethelyzet biztosítható.

A lökethelyzetek rögzítéséről, ill. a lökethelyzet rögzíthető változatokról a rendszertechnikai részben lesz szó.

9.1.3 Irányítóelemek

A pneumatikus rendszerekben is az alapvető irányítási feladatokat a működtetett rendszer igényei határozzák meg, úgymint:

- mozgásirány - útváltók
- erő/nyomaték - nyomásirányítók
- mozgásjellemző (sebesség/fordulatszám) - áramirányítók

9.1.4 Útváltók

Az útváltók a működési helyzeteiktől (pozícióiktól) függően a sűrített levegő számára különböző áramlási útvonalakat nyitnak meg, ill. zárnak le. Ezeket az útváltókat a konstrukciós kivitelől és működtetési módtól függetlenül az áramlási utak (csatornák, csatlakozó nyílások) és a működési helyzetek (pozíciók) számának hányadosából alkotott számmal jelölik. (pl. öt csatornás, kétállású útváltó röviden: 5/2-es). Rajzjelén az útváltó minden pozícióját egy négyszög jelöli, a négyszögbe rajzolt az adott pozícióban megvalósított áramlási útvonalak feltüntetésével. A pneumatikus rendszerek-

ben alkalmazott, tipizált útváltók csatorna, és pozíciószáma:

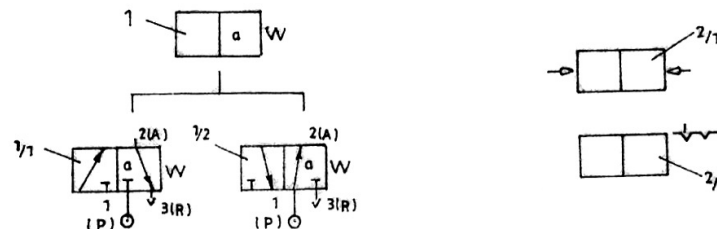
- csatornaszám: 2, 3, 4, 5
- pozíciók száma: 2, 3

A csatlakozások jelölése általában:

- táplevegő: 1 (P) \odot —
- kimenet: 2 (A) ; 4 (B)
- lepufozás: 3 (R) ; 5 (S) \rightarrow
- vezérlőág: 12 (X) ; 14 (Y)

A kétállású útváltók lehetnek **mono** -, ill. **bistabilak** (64. ábra).

A bistabil változatoknál az egyes pozíciók rögzítése vagy a sűrűlódás útján (2/1), vagy mechanikusan (2/2) történik. A monostabil (1) változatok alaphelyzetét rugós elem biztosítja. A 3-utú változatok lehetnek "alaphelyzetben" **nyitottak** (1/2), illetve **zártak** (1/1).



64. ábra

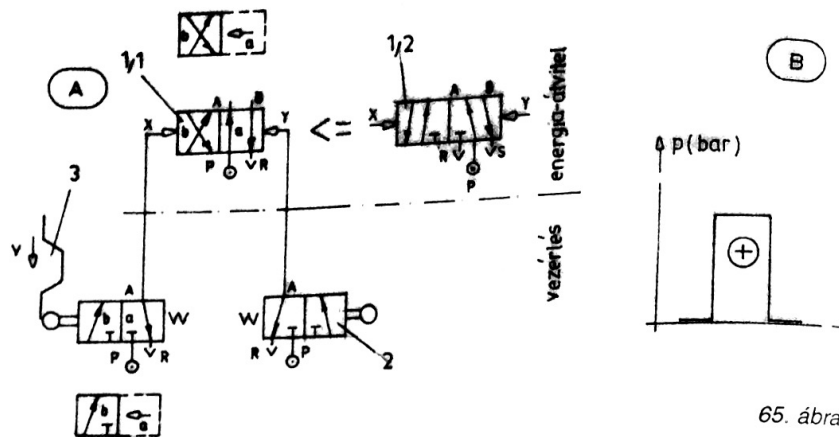
A nyitott, illetve a zárt állapot mindig a táplevegő (1) és a kimenet (2) közötti kapcsolat milyenségére utal. A működési módot tekintve lehetnek **közvetlen** (direkt), illetve **közvetett** (indirekt, elővezérelt) működtetésűek. A közvetlen működtetés lehet:

- kézi,
- mechanikus,
- villamos (kapcsoló mágnes).

A közvetett működtetés szinte kizárólag pneumatikus, mégpedig "pozitív" impulzusvezérléssel (65. ábra).

Az ún. "főszelep" (1/1; 1/2) névleges méretét mindenkor a működtetett rendszer térfogatáram igénye határozza meg, s ezek a szelepek az energiaátviteli rész részét képezik. A vezérlő/jeladó szelepek, mivel csak információt szolgáltatnak, az adott rendszer legkisebb névleges méretű egyedei is lehetnek. A **pozitív** impulzusvezérlésnél a bistabil főszelep (1/1; 1/2) mindkét vezérlőkamrájához (x, y) egy-egy 3/2-es monostabil, alaphelyzetben zárt útváltó (2) kapcsolódik. A főszelep abban a kapcsolási pozícióban van, amelyikbe korábban jutott, s legyen ez most az "a". A "b" pozícióba való átállítás az "x" vezérlőágra kötött útváltó pillanat működtetésével (3) történik, s most ez a pozíció lesz stabil. Az átváltószáshoz szükséges idő "ms" nagyságrendű.

Nyomásirányítók: Id. korábban ismertetett nyomásszabályozó szelep.

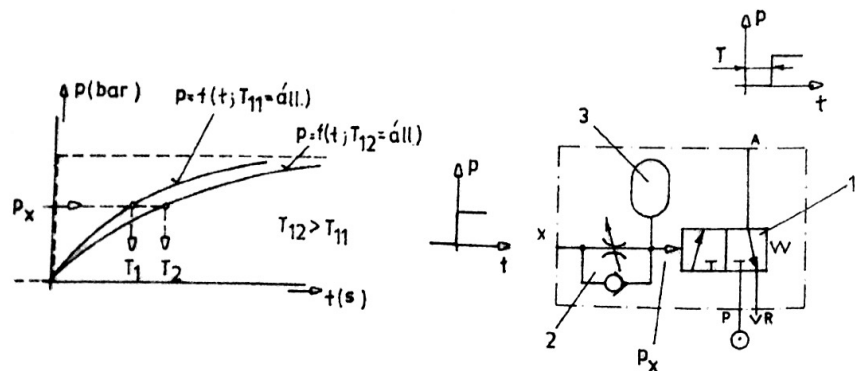


65. ábra

Áramirányítók: a változtatható átfolyási keresztmetszetű (pneumatikus ellenállású) fojtók, illetve fojtó-visszacsapószelepek. Ez utóbbiaknál a párhuzamos kötésű visszacsapószelep, annak nyitóirányában rövidre zárja a nagy belső ellenállású fojtót.

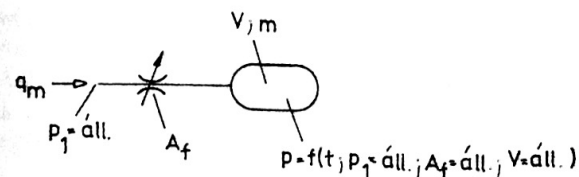
9.1.5 Speciális elemek

Időszelep bekapcsolás késleltetéssel: ez az összetett elem tartalmaz egy 3/2 utú, monostabil alaphelyzetben zárt pneumatikus működtetésű útváltót (1), melynek a vezérlőkamrájára egy pneumatikus ellenállás (2) és kapacitás (3) van bekapcsolva. A szelep feladta, hogy a vezérlőágra (x) kapcsolt ugrásfüggvény jellegű nyomásjel (p) a szelep kimenetén (A) adott határok között változtatható időkésséssel jelenjen meg.



66. ábra

A működését leíró függvény a következőképpen határozható meg:



67. ábra

tömegáram a pneumatikus ellenálláson:

$$q_m = \frac{\mu \cdot A_f \cdot c}{R \cdot T} (p_1 - p) \quad (\text{kg/s})$$

ahol

μ - az átfolyási szám

A_f - a fojtási keresztmetszet (m^2)

c - közepes áramlási sebesség (m/s)

R - általános gázállandó ($\text{J/kg, } ^\circ\text{K}$)

T - abszolút hőmérséklet ($^\circ\text{K}$)

$(p_1 - p)$ - nyomáskülönbség (N/m^2)

A pneumatikus kapacitáson tárolt levegőtömeg:

$$m = \frac{V}{V} \quad ; \text{ ahol a fajtérfogat az általános gáztörvényből: } v = \frac{RT}{p}$$

$$\text{Igy a tömeg: } m = \frac{V}{RT} \cdot p$$

A tömegáram pedig:

$$q_m = \frac{d}{dt} m = \frac{d}{dt} \cdot \frac{V}{RT} \cdot p = \frac{V}{RT} \cdot \frac{dp}{dt}$$

A tömegmegmaradás törvénye alapján:

$$\frac{V}{RT} \cdot \frac{dp}{dt} = \frac{\mu \cdot A_f \cdot c}{R \cdot T} (p_1 - p) \quad / \quad : \frac{\mu \cdot A_f \cdot c}{R \cdot T}$$

$$\frac{V}{\mu \cdot A_f \cdot c} \cdot \frac{dp}{dt} = p_1 - p$$

A jelenséget leíró differenciálegyenlet:

$$T_1 \cdot \frac{dp}{dt} + p = p_1$$

ahol

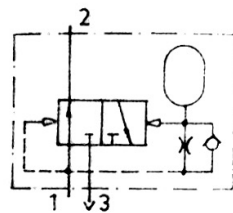
$$T_1 = \frac{V}{\mu \cdot A_1 \cdot c} \text{ az időállandó (s)}$$

A differenciálegyenlet megoldása:

$$p = f(t) = p_1 \left[1 - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right]$$

A függvény menete a 66. ábrán látható. Az időállandó (T_1) az ellenállás (A_1) és/vagy a kapacitás (V) változtatásával egyaránt változtatható. A gyakorlatban ez alapvetően konstrukciós okokból csak az ellenállás változtatásával - $A_1 \neq \text{áll}$; $V = \text{áll}$. - történik. Az időszelep jellege (be/kikapcsolás, stb.) a 3/2-es útváltó (1) alaphelyzetbeli csatornkapcsolatával (zárt/nyitott) illetve a fojtószeleppel (2) párhuzamos visszacsapószelep nyitóirányával változtatható.

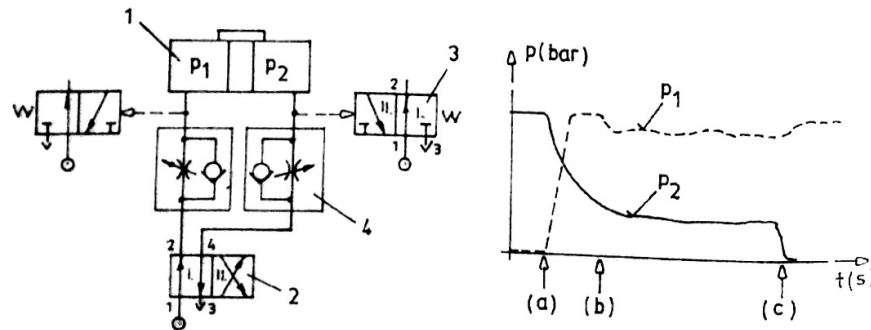
Impulzus megszakító szelepet impulzusvezérlésnél a tartós/lezáró impulzus időtartamának - kb. 0,3 (s) - a korlátozására használnak. Működési elve az előzőekben ismertett időszeleppel megegyező. Az alaphelyzetben nyitott 3/2-es útváltó az ugrásfüggvény jellegű impulzus megjelenését követő kb. 0,3 (s) múlva záróállásba kapcsol, majd a bemeneti impulzus megszüntetésével ismét alaphelyzetbe áll (ld. 68. ábra).



68. ábra

Nyomásesésre kapcsoló elemek: vannak alkalmazások, amikor nincs lehetőség a munkahenger dugattyúrúdja által működtetett/szolgáltatott helyzetjelre. A dugattyúrúd nélküli siklóhengereknél ez rendszerint így van, s ilyenkor kerülnek előtérbe a nyomásesésre kapcsoló elemek, melyek lehetnek:

- pneumatikusak,
- elektromosak és
- elektronikusak.



69. ábra

A pneumatikus változat bekötését, valamint a hengerterekben a nyomások időbeli változását a 69. ábra mutatja. Ezen elemek alkalmazása esetén a sebességvezérlésnek mindig "kifolyóáginak" (4) kell lenni.

A nyomások időbeli változását vizsgálva, a következő jellegzetes pontok vannak:

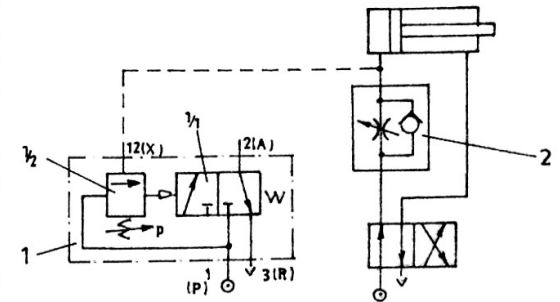
- (a) - 4/2 útváltó (2) kapcsol: \rightarrow (I)
- (b) - a dugattyúmozgás (1) "jobbra" indul
- (c) - a dugattyúmozgás (1) vége, a nyomásesésre kapcsoló elem (3) vált: (II) \rightarrow (I)

Figyelem: a mozgás "elakadása" minden esetben a nyomásesésre kapcsoló elem (3) "nem várt" kapcsolását eredményezi.

Nyomásra kapcsoló elem: vannak feladatok - pl. a szorítás - amikor vezérlőjelként a mechanikus helyzetjel helyett csak nyomásjel jöhet szóba.

A nyomásra kapcsoló elem

(1) egy 3/2 utú monostabil, alaphelyzetben zárt, pneumatikus működtetésű útváltóból (1/1) és egy külső vezérlésű nyomáskapcsoló fejből (1/2) áll, melynek a kapcsolási nyomása a rugó előfeszítésével az adott feladatokhoz illeszthető. Ebben az esetben viszont, mint azt a 70. ábra is mutatja a sebességvezérlésnek "befolyóáginak", (2) kell lenni.



70. ábra

Logikai elemek és funkciók: a nagynyomású kapcsolástechnikában a VAGY, az ÉS és a NEM alapfüggvényelemek fordulnak elő.

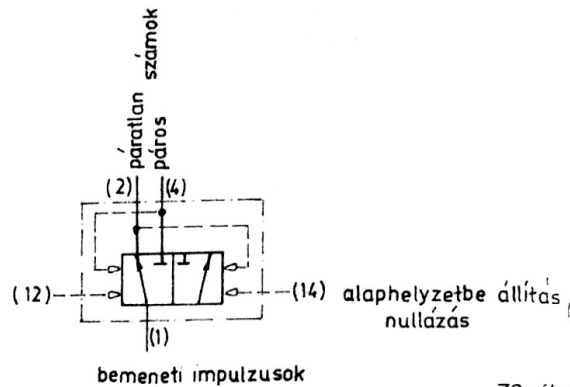
Logikai jelkép	Alapelem	Lehetőség	
$A \geq B \rightarrow X$			
$A \& B \rightarrow X$			
$A \rightarrow X$			

71. ábra

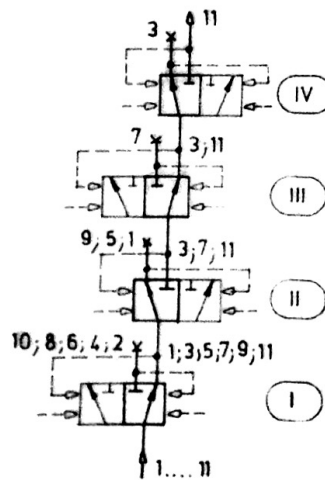
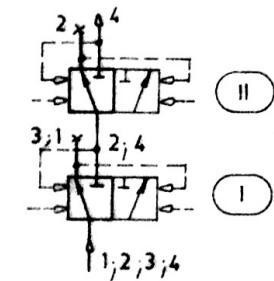
A VAGY és az ÉS - kapcsolat alapelemmel, illetve kapcsolástechnikailag is biztosítható (71. ábra).

Számláló elemek: a pneumatikus impulzusok "pneumatikus" számlálása a 72. ábrán látható elemmel végezhető. Ez egy 3/2 utú pneumatikus működtetésű, önvezérlő útváltó.

A bemenetre érkező impulzusok a két kimeneten változva jelennek meg. Az útváltó a külső vezérlőjellel (12, ill. 14) a megfelelő alaphelyzetbe állítható. Amennyiben a számlálándó impulzusok száma kettőnél több, úgy a megfelelő számú alapelemet kell egymással sorba kapcsolni (73. ábra).



72. ábra



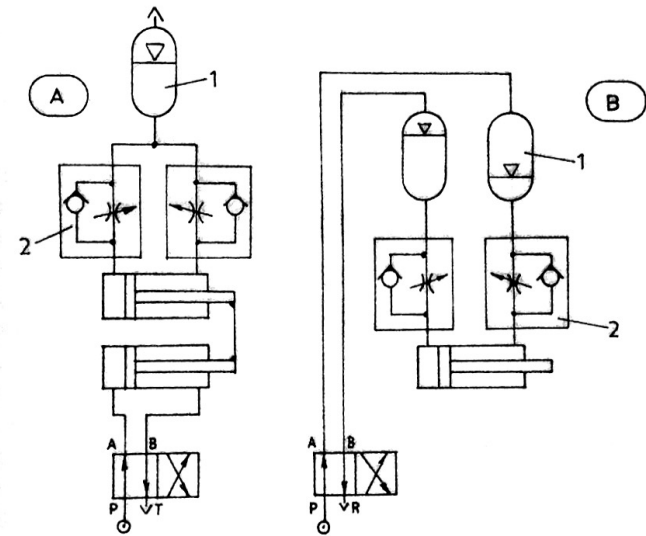
Kimenet (a szám)	A szelepek nullázott alaphelyzele				Szelepek száma
	I	II	III	IV	
2	12				1
3	14	12			2
4	12	12			
5	14	14	12		3
6	12	14	12		
7	14	12	12		4
8	12	12	12		
9	14	14	14	12	4
10	12	14	14	12	
11	14	12	14	12	4
12	12	12	14	12	
13	14	14	12	12	4
14	12	14	12	12	
15	14	12	12	12	4
16	12	12	12	12	

73. ábra

A számlálólánc indítása előtt a táblázat szerinti nullázó jelet kell adni, amely csak a bemenőjel megszűnte után történhet.

9.2 Pneumatikus rendszerek

A pneumatikus rendszerek tárgyalása előtt a teljesség igénye miatt meg kell említeni, hogy vannak esetek, amikor a sűrített levegő nagyfokú kompresszibilitása - amit egyébként igen sokszor jól lehet hasznosítani - határt szab az alkalmazásnak. Ilyen esetekben kerülnek előtérbe az ún. **hidropneumatikus** rendszerek.



74. ábra

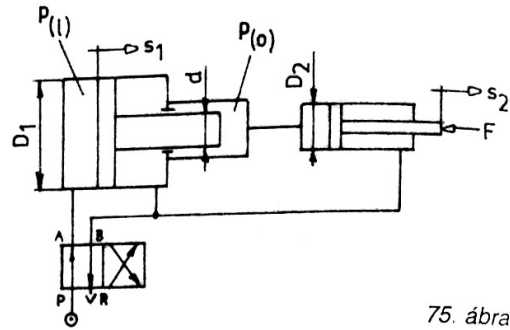
Ezeknél az erőátvitelre a pneumatika -, a sebességvezérlésre, pedig a hidraulika oldal szolgál (74. ábra). Zárt (A) és nyitott (B) rendszert egyaránt alkalmaznak. A zárt rendszerben a tartálynak (1) kiegyenlítő -, a nyitottban pedig közegváltó szerepe van. A mozgási sebesség beállítása mindkét változatnál a hidraulika oldali fojtó - visszacsapó szelepekkel történik.

Nyomásfokozó: olyan esetekben alkalmazzák, amikor nagyon rövid elmozdulásokkal, nagy erők párosulnak, s a tisztán hidraulikus rendszer alkalmazása gazdaságtalan lenne. A nyomásfokozó alapelve, hogy a pneumatikus dugattyú/dugattyúrúd felületének viszonyában a sűrített levegő nyomását áttételezni lehet. Az egyenletek a munkaállandóság (W=áll) feltételezésével (ld 75. ábra):

$$\text{nyomásáttétel: } \frac{P_{(0)}}{P_{(1)}} = \left(\frac{D_1}{d} \right)^2$$

$$\text{útáttétel: } \frac{s_2}{s_1} = \left(\frac{d}{D_2} \right)^2$$

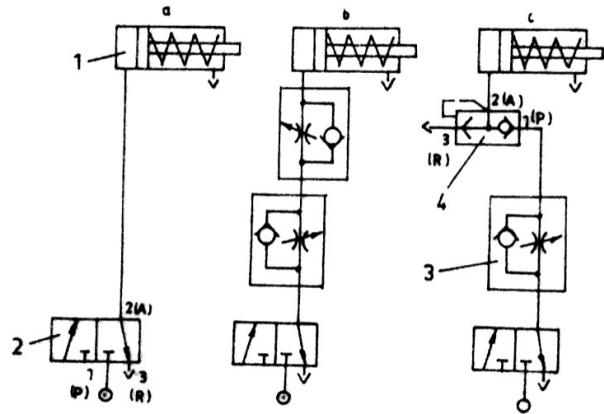
$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D_2^2 \cdot \left(\frac{D_1}{d} \right)^2 \cdot P_{(1)}$$



75. ábra

9.2.1 Pneumatikus alapkapsolások

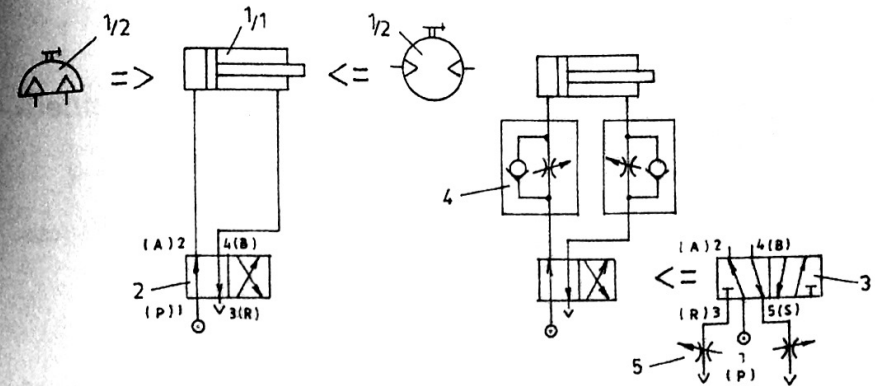
Egyszeres működésű munkahenger vezérlése (76. ábra)



76. ábra

Az egyszerű működésű munkahenger (1) vezérléséhez 3/2 utú útvtáltó (2) szükséges. Egy-egy csatorna kell a sűrített levegőhálózat (P), ill. az atmoszférikus térrel (R) való kapcsolat miatt. A harmadik (A) csatorna, pedig a munkahenger aktív munkatéréhez kapcsolódik. Amennyiben a mozgási sebesség változtatandó, úgy az fojtóvisszacsapó szeleppel (3), vagy szelepekkel biztosítható. A (b) változatú kapcsolással mindkét irányú sebesség változtatható is, és függetleníthető is egymástól. Amennyiben a visszajárás sebessége növelendő (c vált), úgy az, közvetlenül a hengertérre kapcsolt gyorsleűritő (4) szeleppel tehető.

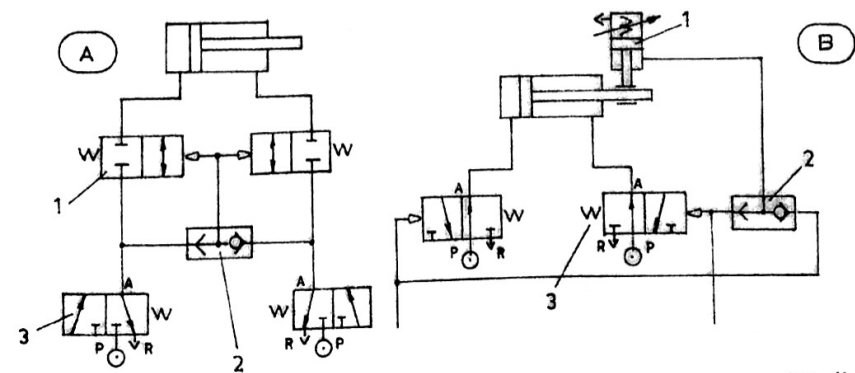
Kettős működésű munkahenger vezérlése (77. ábra)



77. ábra

A kettős működésű munkahenger (1/1) - határozott szögelfordulású motor (1/2), és motor (1/3) - vezérléséhez a két aktív munkatér miatt az útvtáltók minimálisan szükséges csatornaszáma négy. Tehát a főszelepek/működtető szelepek 4/2-es (2), ill. 5/2-esek (3). A két változat logikai szempontból egyenértékű, egymást helyettesítheti, rendszertechnikai szempontból viszont eltérő szolgáltatást nyújt/nyújthat, ami a sebességvezérlésnél domborodik ki. Az 5/2-es változatnál szemben a 4/2-essel mindkét munkacsatornának saját lepufogó csatornája van. A sebesség vezérlése itt is fojtó-visszacsapószelepekkel (4), ill. fojtókkal (5) történhet.

Lökethelyzetek rögzítése: a kettős működésű munkahengerek gyakorlati alkalmazásainál szükségessé válnak a közbenső lökethelyzetek rögzítése. Kapcsolástechnikailag külön kell választani a hagyományos munkahengeres (A), ill. a lökethelyzet rögzítő (B) megoldásokat (78. ábra).

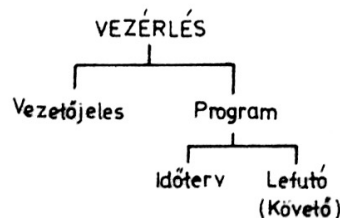


78. ábra

Az előbbinél a rögzítés pneumatikusan (1), az utóbbinál, pedig mechanikusan (1) történik. A hengerterekbe zárt levegő kompresszibilitása miatt a mechanikus rögzítés a korrektebb. Mindkét változatnál szándékolt mozgatkör a rögzítést VAGY - szelepen (2) keresztül oldani kell.

10. Vezérlési rendszerek tervezése nagynyomású pneumatikus elemekkel

A vezérlési rendszerek a bemenőjel jellege, ill. a jelfeldolgozás rendszere alapján csoportosíthatók:



A vezérlési rendszerek vezetőjeles, és programvezérlésre oszthatók. Meg kell jegyezni, hogy a gyakorlatban a vezérlési rendszerek kombinációival is lehet találkozni, s az egyes csoportok között sem lehet éles határt húzni.

A **vezetőjeles** vezérlésnél a vezetőjel (bemenőjel) és a kimenőjel között mindig egy egyértelmű kapcsolat áll fenn (pl. másoló megmunkálás).

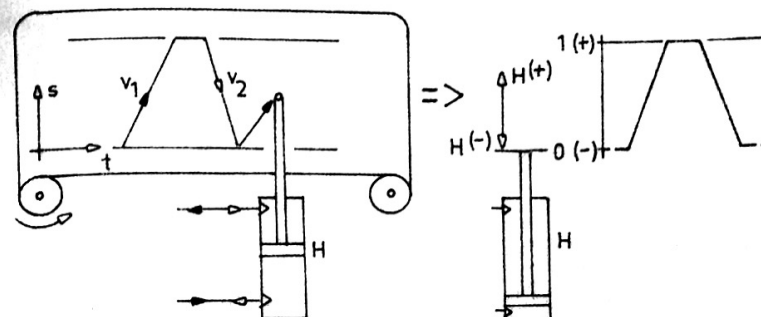
A **programvezérlésnél** a vezérelt folyamat minden részfolyamata egy meghatározott program szerint megy végbe. Ez a vezérlési mód a rendelkező jelek alapján időterv-ill. lefutóvezérlésre csoportosítható.

Az **időterv** vezérlés rendelkező jele az **idő**, s a beavatkozó jeleket valamilyen időfüggő programadó (tároló) szolgáltatja. E vezérlésre jellemző, hogy a program lefutása csak az időtől függ, a vezérelt folyamatoktól visszajelzés nem áll rendelkezésre.

A **lefutó vezérlésnél** az egyes részfolyamatok (lépések) egymás utáni lefolyása a megelőző részfolyamat (lépés) állapotától (teljesítésétől) és egy előre meghatározott programtól függ. A részfolyamatok (lépések) állapotát visszajelzések jelzik, s ezek váltják ki a folyamat továbbléptetését.

A lefutó vezérlés egyik legegyszerűbb változata a **követő vezérlés**, melynél az egyes lépések állapotáról a rendszer általában helyzet-, és/vagy nyomásjelek révén értesül. A továbbiakban csak a követő vezérlésekről lesz szó. A tervezési feltételeket grafikusán az ún. út/lépés (követési-, működési-, ciklus) diagramban foglalják össze, amely tulajdonképpen a munkahenger(ek) út-idő diagramjának egyszerűsített változata. Ez a diagram minden munkahengert - a névleges átmérőtől, a lökettől és a mozgási

sebességektől függetlenül - egyformának tekint, s mindegyik vonatkozásában a belső - és a külső véghelyzetnek megfelelően egy-egy alapvonalat értelmez (ld. 79. ábra).



79. ábra

Az út/lépés diagram tehát mindig kettő-, vagy több munkahenger mozgásának kölcsönösségét és összefüggését mutatja be, megadva az egyes munkahengerek mozgásba lépési sorrendjét.

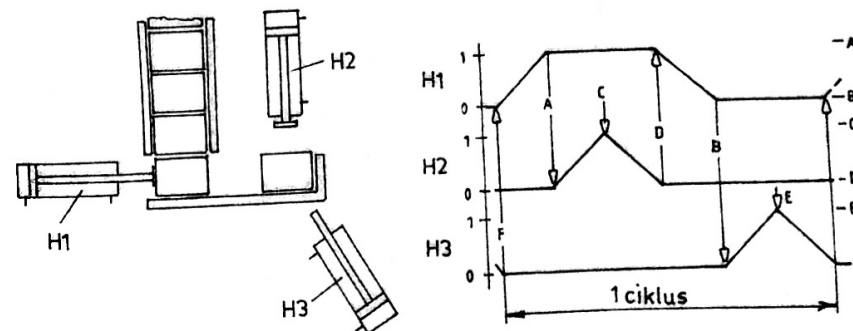
A tervezési módszerek tárgyalása előtt különbséget kell tenni a tisztán pneumatikus és a vegyes rendszerek között. A **tisztán pneumatikus** rendszereknél az energiaátviteli - és a logikai rész egyaránt pneumatikus, míg a **vegyes** rendszereknél a logikai villamos, akár relés-, akár PLC- és, akár számítógépes technikai háttérrel.

10.1 Tisztán pneumatikus rendszerek tervezése

A gyakorlatban használatos tervezési módszerek

- minimál,
- kaszkád és
- léptetőlánc

ismertetése mintafeladatokon keresztül történik.



80. ábra

Bélyegző automata (mintafeladat)

Tervezze meg az ábrán látható bélyegző automata vezérlését a mellékelt út/lépés diagram figyelembevételével (80. ábra).

A H1-es munkahenger az ejtőtárolóból adagol, a H2-es bélyegez, a H3-as pedig a kész darabot továbbítja.

10.1.1 Tervezés "minimál" módszerrel

Az út/lépés diagram alapján nagyon fontos különbséget tenni a pillanat-, a tartós-, és lezáró impulzusok között. Lezáró az az impulzus, amelyik az adott munkahengert vezérelve/elindítva tovább logikai "egy" miközben ugyanannak a munkahengernek másik irányban kell mozognia. A lezáró impulzusokat a program továbblépése miatt fel kell oldani.

Ennek lehetőségei

- memória szelep,
- impulzus megszakító szelep, ill.
- jelkombináció

alkalmazása.

Ennél a tervezési módszernél fel kell írni az egyes mozgások (lépések) logikai feltételeit. A munkahengerek véghelyzeteiben a dugattyúrúdjaik által működtetett 3/2-utú, monostabil, alaphelyzetben zárt útváltók (A → F) vannak. A kezelő az akaratát, 3/2-utú bistabil kézi működtetésű (K) útváltó kapcsolásával tudja kifejezni.

A munkahengerek főszelepei 4/2-utú, bistabil, pozitív impulzusvezérlésű útváltók.

Az egyes mozgások (lépések) logikai feltételei sorrendben:

$$H1^+ = F \cdot K$$

ahol

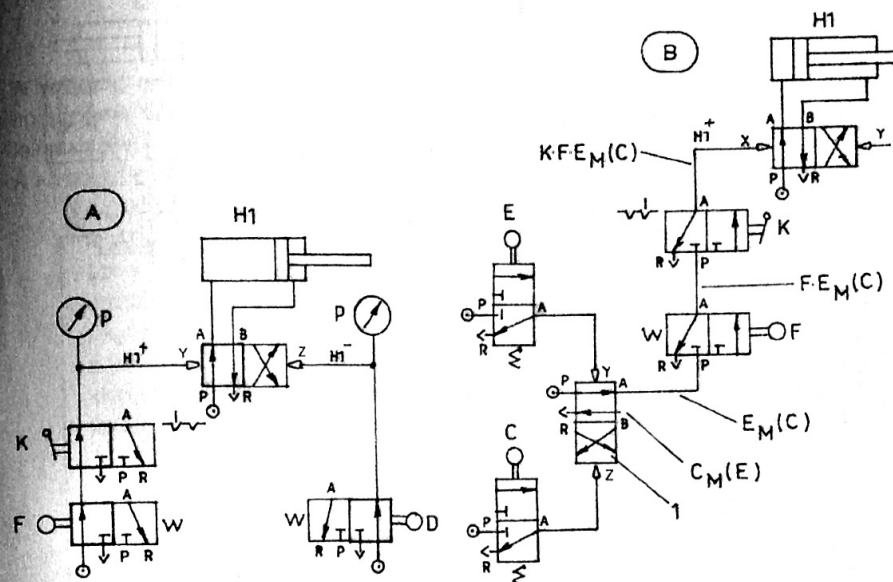
F - a rendszer helyzetét (H3⁻), a K pedig a kezelő akaratát jelenti.

Az előbbi függvény az út/lépés diagram alapján a H1 mozgására nézve lezáró impulzus, ugyanis az "F" tovább logikai "egy" miközben a H1 hengerek negatív (D) irányban kellene mozognia, s az automatikus ciklus miatt a "K" is logikai "egy".

A (D) impulzus megjelenésével a főszelep mindkét vezérlőkamrájában azonos nyomás lesz, s az bistabil szelep révén megtartja azt a pozícióját, amibe korábban (H1⁺) jutott, s itt a folyamat megszakadna (81. ábra A részlet).

Miután jelen esetben az "F" és a "K" is adottság, az indító impulzus lezáró volta memóriával, vagy impulzus megszakító szeleppel oldható fel. Memóriaként (1) 4/2-es, vagy 5/2-es bistabil, pozitív impulzusvezérlésű útváltó alkalmazható.

Mire "emlékezhet" a rendszer? Minden korábbi állapotára, történetesen, hogy volt



81. ábra

már az "E" helyzetben, s ez "beírható" a memóriájába, amely a szükséges időpillanatban (C) kitorölhető onnan. Ezekután az első mozgás logikai feltételei:

$$H1^+ = F \cdot K \cdot E_M(C) \text{ kapcsolás ld. 81. ábra B részlet.}$$

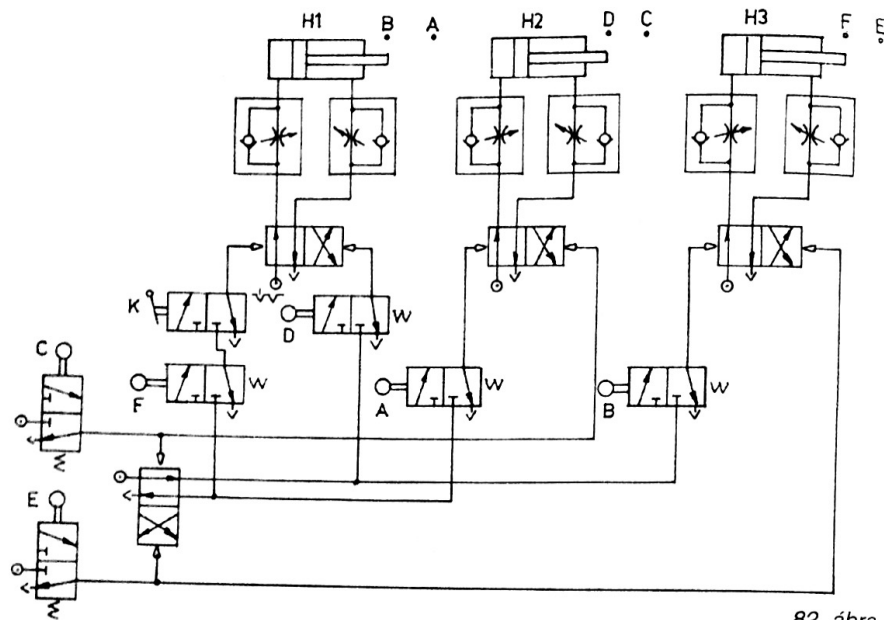
A többi mozgás feltétele/egyenlete most már rendre:

$$H2^+ = A \cdot E_M(C) ; H2^- = C ; H1^- = D \cdot C_M(E) ; H3^+ = B \cdot C_M(E) ; H3^- = E$$

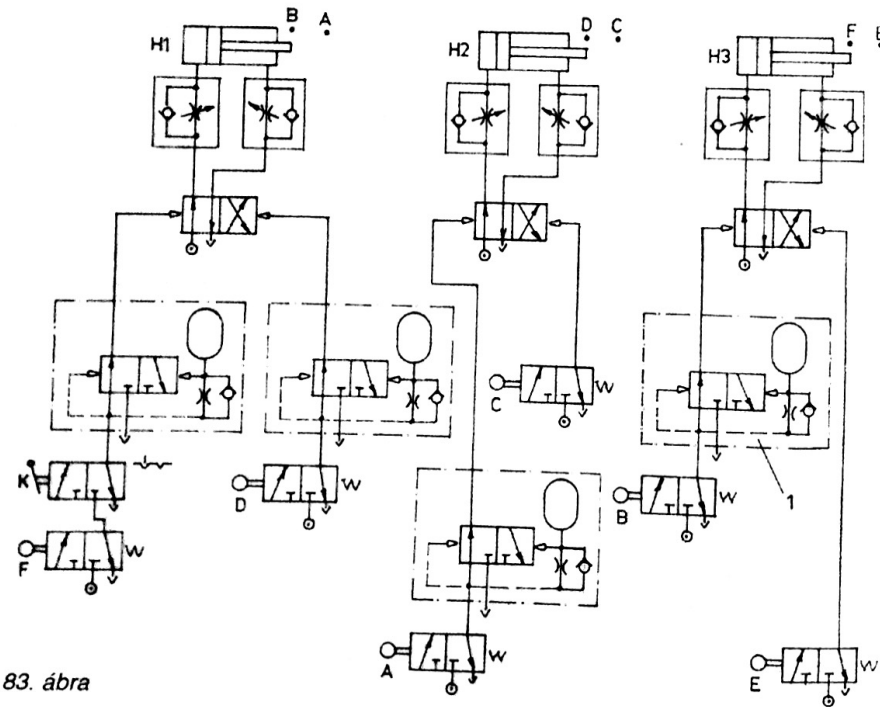
Az egyenleteknek megfelelő kapcsolási vázlat a 82. ábrán látható.

A lezáró impulzusok feloldhatók impulzus megszakító szelepekkel is. A szóban forgó feladatnál négy - A; B; D és F lezáró impulzus van. Rendszer kapcsolási vázlat a 83. ábrán látható.

A két megoldást elemszám vonatkozásában összehasonlítva, általában is kimondható, hogy a memória szelepek alkalmazása rendszerint kedvezőbb megoldást szolgáltat.



82. ábra



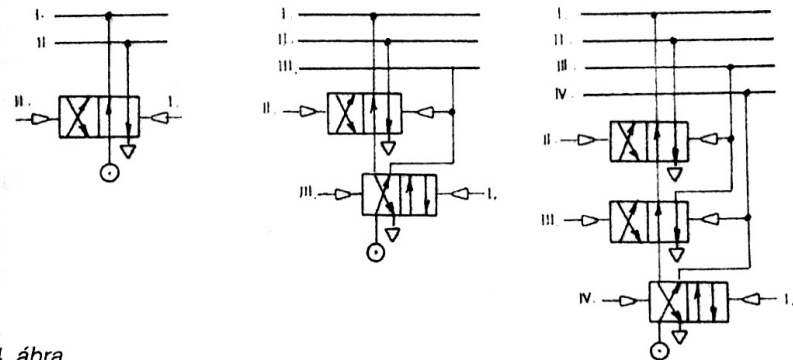
83. ábra

10.1.2 Tervezés "kaszád" módszerrel

A kaszkád módszert akkor célszerű alkalmazni, ha az út/lépés diagramban lezáró impulzusok vannak, azonban a tervezéshez sem a lezáró impulzusok számát, sem jelentkezésük helyét nem kell ismerni.

A kaszkád módszer tervezési szabályai (lépései) a következők:

- az út/lépés diagram alapján fel kell írni a munkahengerek "kötött" mozgássorrendjét,
- ezt a kötött mozgássorrendet úgy kell a mozgások sorrendjében csoportokra osztani, hogy ugyanabban a csoportban ugyanaz a munkahenger nem végezhet kétirányú (+;-) mozgást.
- a kapott csoportszámnak megfelelően ki kell építeni a kaszkád táphálózatot. A kiépítéshez 4/2-es, ill. 5/2-es bistabil, pneumatikus működtetésű útváltók kel-
lenek. A szükséges szelepszám, csoportszám mínusz egy.



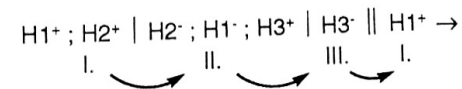
84. ábra

Megjegyzés: jellegzetessége ennek a kaszkád táphálózatnak, hogy a csoportvezetékek közül egy adott időszakban mindig csak egyiken van hálózati nyomásszint, az összes többin az atmoszférikus nyomás uralkodik.

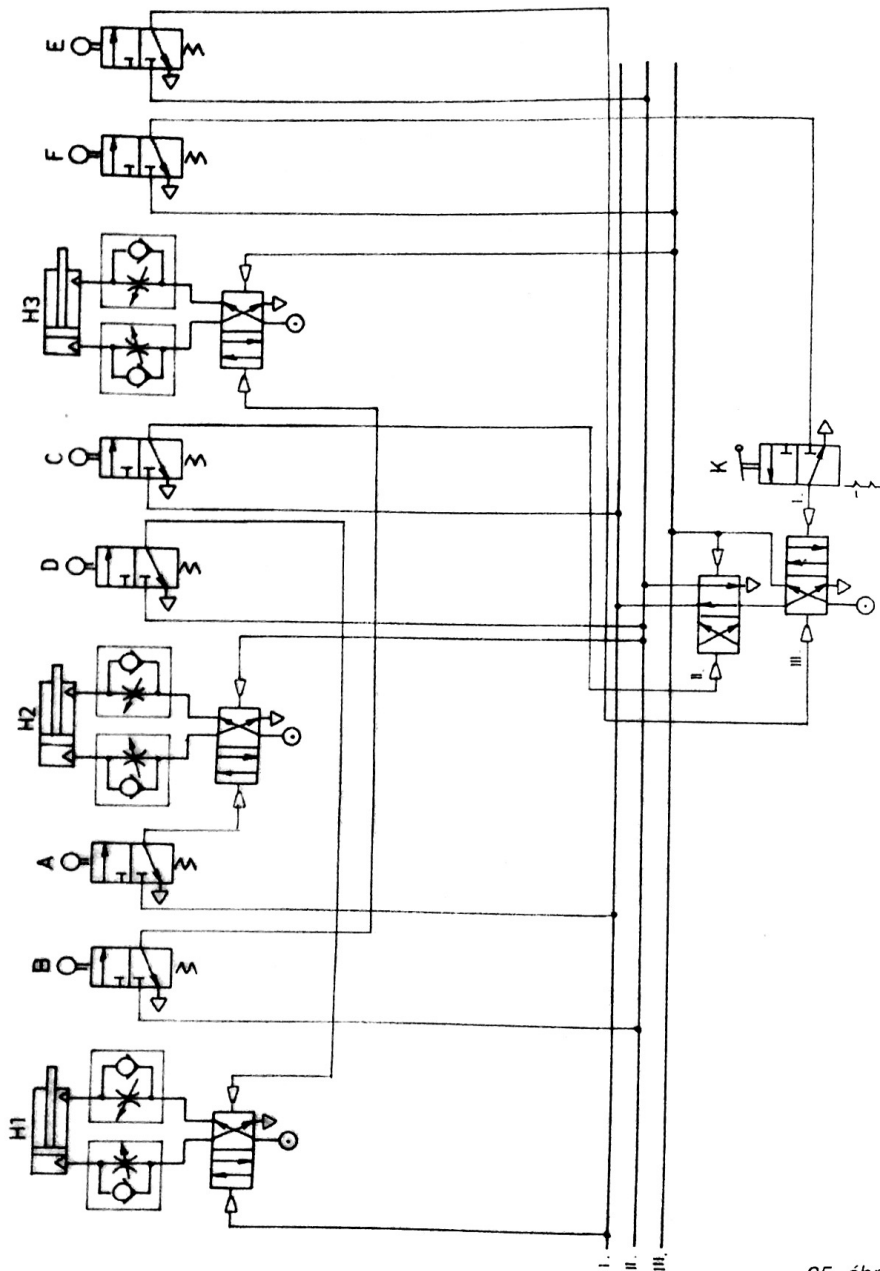
- e csoport vezetékekhez kapcsolódnak a jeladó szelep(ek) táp-, ill. a főszelep(ek) vezérlőkamrái a következők szerint:

- csoport első mozgása mindig a megfelelő csoportvezetékéről közvetlenül vezérelt (főszelep)
- csoport utolsó mozgása nem a következő mozgást váltja ki közvetlenül, hanem mindig csoportot vált.

A 80. ábra út/lépés diagramja alapján a kötött mozgássorrend:



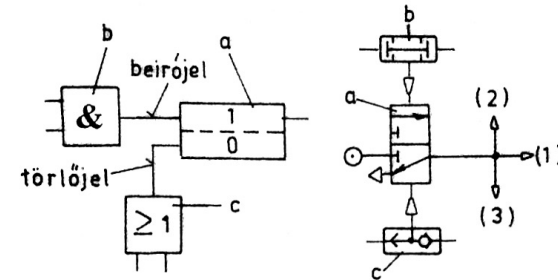
A feladatot megvalósító kapcsolási vázlat a 85. ábrán látható.



85. ábra

10.1.3 Tervezés "léptető lánc" - módszerrel

Ennél a tervezési módszernél az út/lépés, diagram minden lépéséhez (üteméhez) egy szelepkombinációt rendelnek, melynek tagjai:



86. ábra

- memóriaszelep (a)
- ÉS - kapu (b)
- VAGY - kapu (c)

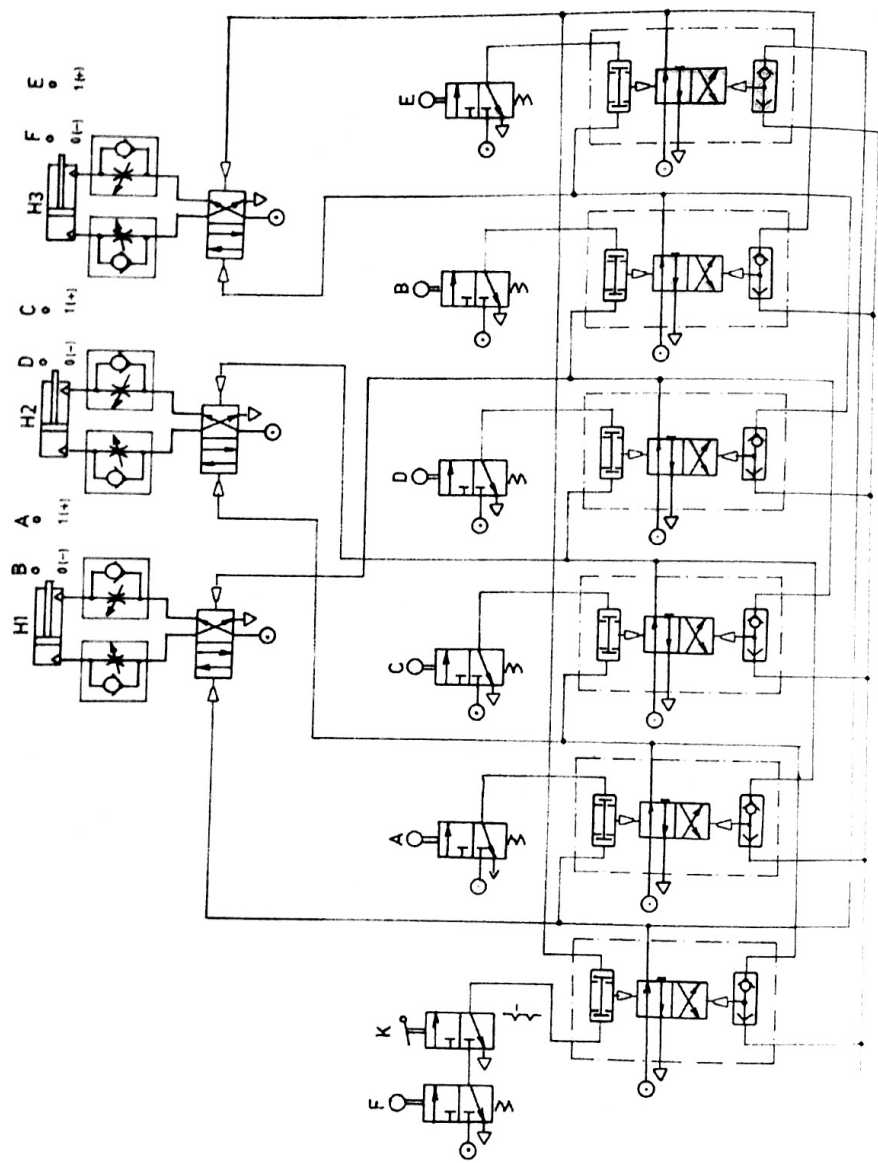
A memória kimeneteknek hármaskétféle funkciója van:

- (1) rendelkezik a hozzátartozó lépés (ütem) végrehajtásáról,
- (2) előkészíti a következő ütemet (ÉS - kapu bemenet),
- (3) törli az előző ütemet (VAGY - kapu bemenet).

Megjegyzések:

- a., az ezzel a módszerrel tervezett rendszerek gyakorlati megvalósítására többféle, többé - kevésbé a gyártó cégtől is függő lehetőség ismert:
 - egyedi összeépítés hagyományos elemekből (útváló, ÉS, ill. VAGY - szelep),
 - a szelepkombináció kompakt összeépítésben,
 - rögzített lépésszámot tartalmazó vezérlőegység (pl. Quick stepper).
- b., mivel a vezérlő impulzusoknak csak egy része lezáró jellegű, a léptetőlánc elemszáma csökkenthető:
 - a memória szelep(ek) elhagyásával,
 - lerövidített léptetőlánc alkalmazásával.

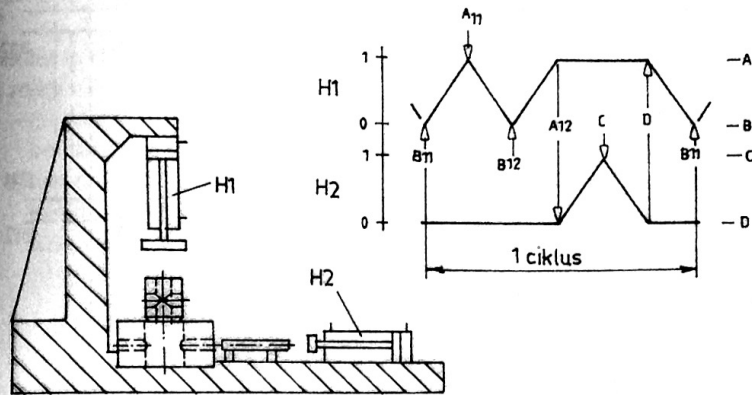
A feladatot megvalósítható kapcsolási vázlat (87. ábra).



87. ábra

Szerelőkészülék (mintafeladat)

A nyomó hengernek (H1) másodszor utánsajtolást kell végeznie, majd a munkadarabot mindaddig meg kell tartani, amíg a H2 munkahenger oldalról be nem tolja a biztosítócsapot.



88. ábra

Tervezés "minimál" - módszerrel.

Nehézséget jelent, hogy a H1-es munkahenger, s a végálláskapcsolói (A, ill. B) is egy ciklus alatt kétszer működtetettek. Az egyes mozgások logikai egyenletei az út/lépés diagram (88. ábra) alapján:

$$H1^+ = B_{11} \cdot K + B_{12}$$

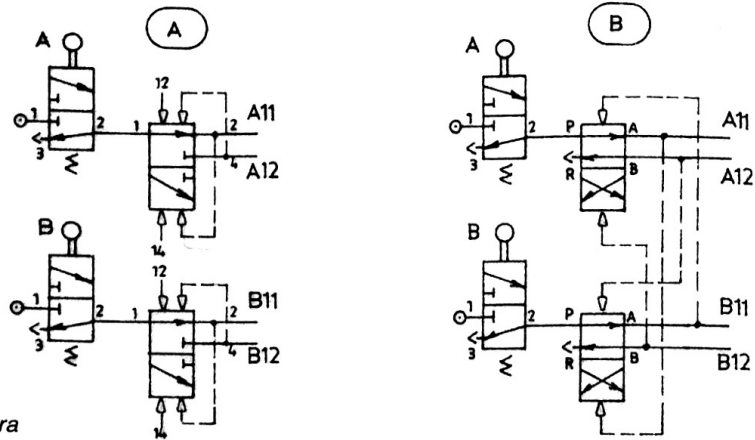
$$H2^+ = A_{12} \cdot B_{11M}(C)$$

$$H1^- = A_{11} + D \cdot C_M(B_{11})$$

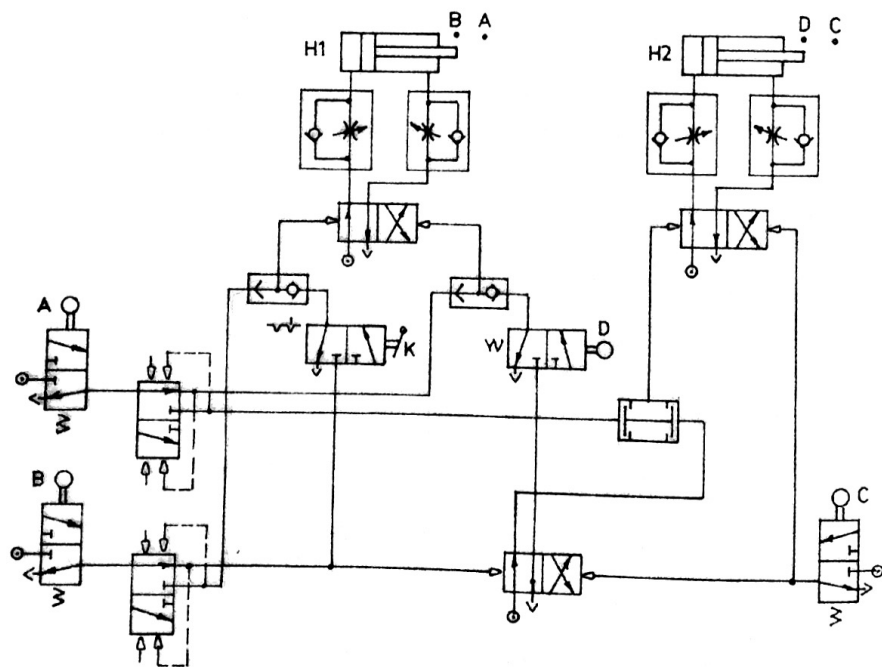
$$H2^- = C$$

A H1-es munkahenger két végálláskapcsolója esetében egyértelművé kell tenni az "első", ill. a "második" működtetést. Ez legkézenfekvőbbben számlálóval biztosítható, amely számlálótagokból (89. ábra A részlet), illetve hagyományos 4/2-es, vagy 5/2-es bistabil, pneumatikus impulzusvezérlésű szelepekből is kialakítható (89. ábra B részlet).

Ez utóbbi esetben természetesen a szükséges "külső" visszacsatolásokkal. A logikai egyenleteknek megfelelő kapcsolási vázlat a 90. ábrán látható.



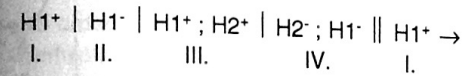
89. ábra



90. ábra

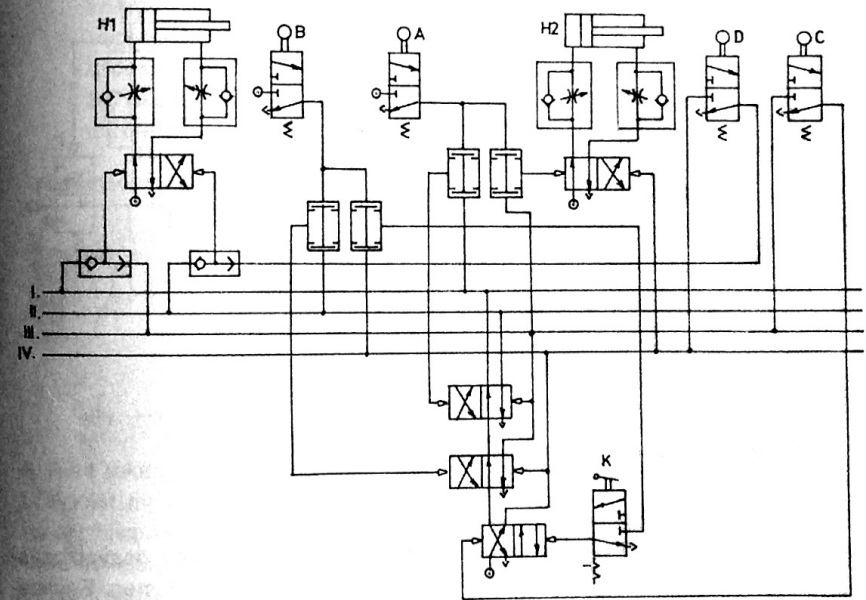
Tervezés "kaszád - módszerrel"

A kötött mozgássorrend az út/lépés diagram alapján:



A feladat a H1-es munkahenger végállaskapcsolói tekintetében kétféleképpen oldható meg:

- megduplázva az A és B végállaskapcsolókat, a korábban ismertett lépések betartásával is kialakítható a rendszer
- amennyiben a szóban forgó végállaskapcsolókból csak egy-egy van, úgy azokat közvetlenül a táphálózatra kapcsolva, a kimeneteket kell szétválasztani ÉS - kapukkal ld. (91. ábra).



91. ábra

Mintafeladat

Megtervezendő két darab siklóhenger automatikus működése a mellékelt út/lépés diagram alapján nyomásesésre kapcsoló elemekkel.

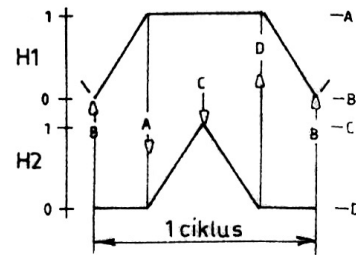
Az egyes mozgások (lépések) logikai egyenletei:

$$H1^+ = B \cdot K$$

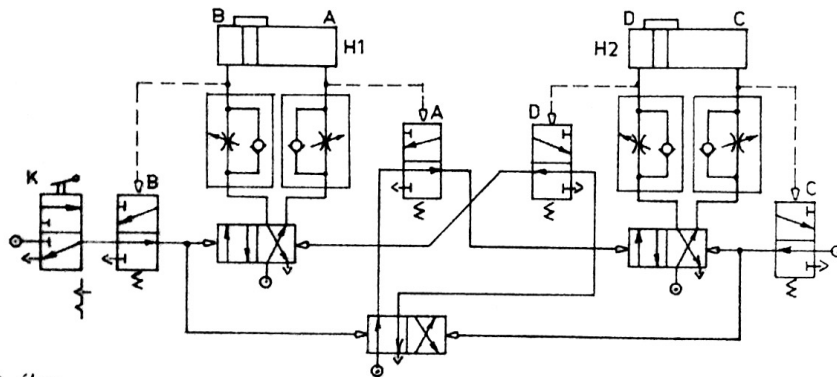
$$H2^+ = A \cdot B_M(C)$$

$$H2^- = C$$

$$H1^- = D \cdot C_M(B)$$



A rendszert megvalósító kapcsolási vázlat az egyenletek alapján az alábbi:



92. ábra

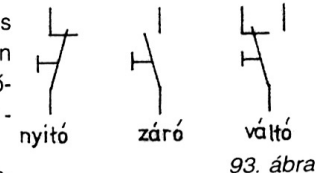
10.2 "Vegyes" pneumatikus rendszerek

A gépészeti gyakorlatban a pneumatikus vezérlés egyre inkább csak a beavatkozásra korlátozódik, míg a jelfeldolgozást és tárolást villamos úton oldják meg. Egyszerűbb rendszereknél a kötött huzalozás-, a bonyolultabbaknál, pedig szabadon programozható logikai vezérlők (PLC) kerülnek előtérbe.

10.2.1 A PLC-k diszkrét be- és kimeneti csatornához kapcsolódó vezérléstechnikai eszközök

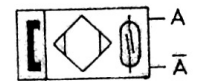
Bemenő oldal:

- **mikrokapcsoló:** az ipari gyakorlatban robusztus kivitelű műanyag-, vagy fröccsöntött fémházban elhelyezett rugós kapcsolóelemből áll. A védőházas kivitel a káros külső - csepegő víz, por - behatások elleni védi a mikrokapcsolót



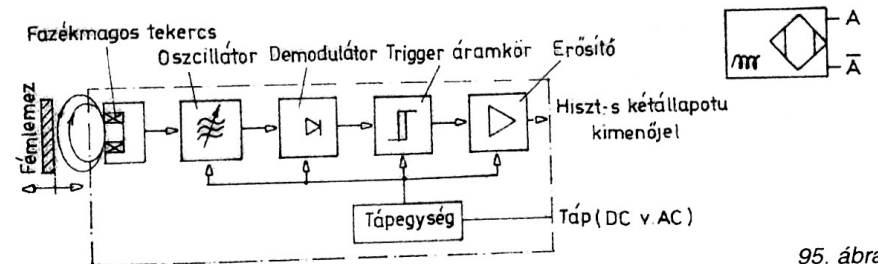
93. ábra

- **reed relé:** védőgázzal töltött üvegburában elhelyezett, műanyagtömbbe ágyazott érintkezőpárból áll, melyet mágneses tér működtet. A mágneses teret a munkahenger dugattyújába épített állandó mágnes szolgáltatja. Alkalmazása előnyös, ha nagy a kapcsolási szám, illetve bizonyos környezeti feltételek (por, homok, nedvesség) is szükségessé tehetik.



94. ábra

- **induktív közelítéskapcsoló:** egy fél ferrit fazékmagos tekercsrel rendelkező LC oszcillátort tartalmaz, melynek mágneses erővonalai a levegőn keresztül záródnak.



95. ábra

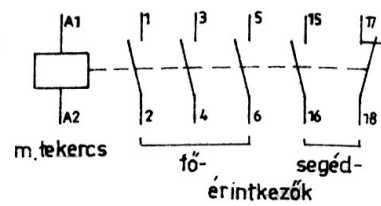
A ferrit tekercshez közelítő fémes tárgy megváltoztatja az oszcillátor rezgési amplitúdóját, mely jel egy demodulátoron és trigger áramkörön át a kimeneti erősítőre jut, amely hiszterézises kétállapotú jelet szolgáltat (95. ábra). Ezek az elemek külső táplálást igényelnek, amely típusától függően egyen- és váltakozó feszültségű is lehet, döntő többségük egyenfeszültségű.

Megjegyzés: ismertek a kapacitív érzékelők is, azonban ezek mindenfajta anyagra reagálnak, s kevésbé védettek a véletlen kapcsolással szemben.

Kimenő oldal:

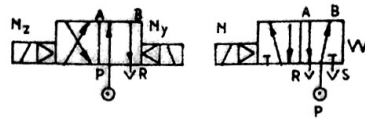
- a PLC-k diszkrét kimeneti fokozataihoz - relés, tranzistoros, tirisztoros, triacos
- kapcsolódnak a kimenő oldali vezérléstechnikai eszközök, azaz a beavatkozó szervek, melyek a leggyakrabban:
- **segédérintkezős mágneskapcsolók:** melyekben egy tekercs segítségével

fő- és segédérintkezőket működtetnek. Ezen érintkezőkre kapcsolhatók a kimeneti eszközök, pl. villamos motorok, vagy kapcsoló mágnesek. A mágneskapcsolók tekercsei egyen-, és váltakozó feszültségűek lehetnek.



96. ábra

- **elektropneumatikus útváltók:** a pneumatikus működtetésűekhez hasonlóan lehetnek mono-, ill. bistabilak, valamint 4/2-es, ill. 5/2-es csatorna kapcsolatúak.



97. ábra

Ezek az útváltók a villamos teljesítményigény csökkentése miatt rendszerint elővezéreltek - kapcsoló mágnes + pneumatikus erősítőfokozat -.

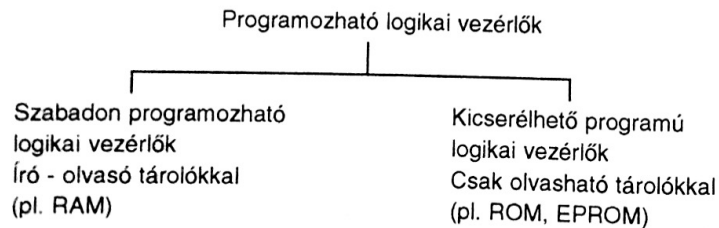
Megjegyzés: a mono-, ill. bistabil változatok PLC-s programozása jelentősen eltér, ld később.

- **jelzőlámpák:** információt szolgáltatnak a vezérelt gép állapotáról. A teljesítmény igényük - 3-10(W) - miatt, bármilyen kialakítású PLC diszkrét kimenetéről működtethetők.
- **hibajelző készülékek** (csengők, szirénák): a hangjelzéseket a fényjelzésekkel együtt alkalmazzák, de külön elhallgattató nyomógombokkal.

10.2.2 Programozható logikai vezérlők

10.2.3 A programozható logikai vezérlők fogalma és csoportosítása

A programozható logikai vezérlők, olyan mikroprocesszor alapú elektronikus készülékek, amelyek gépek és technológiai folyamatok irányítására szolgálnak. Csoportosításuk a DIN 19237 számú szabvány szerint:

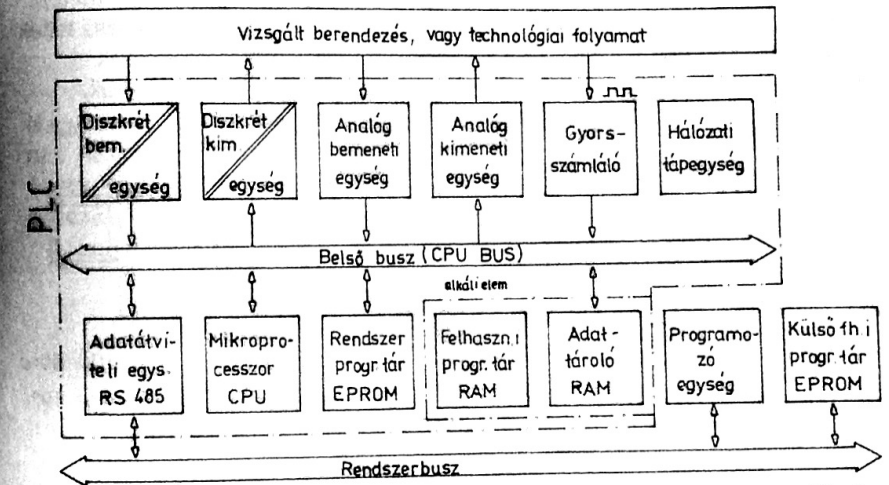


A **kicserélhető** programú változatoknál a programcsere a tároló (RAM, EPROM) mechanikus cseréjével történhet.

A **szabadon** programozhatóknál a programcsere a felhasználói program átprogramozásával érhető el. A programozható vezérlőket az angol szakirodalom "Programmable logic control"-nak (PLC), a német pedig "Speicherprogrammierbare Steuerung"-nak (SPS) nevezi.

10.2.4 A PLC felépítése és működése

A PLC központi egysége a mikroprocesszor (CPU), amely egy belső adatbuszon keresztül vezérli a be/kimeneti kommunikációt, a memóriákkal végzendő adatforgalmat, végrehajtja az előírt műveleteket és gondoskodik a programozó készülékkel és más egységekkel történő kapcsolattartásról általában soros vonalon keresztül.



98. ábra

A PLC felépítését a 98. ábra szemlélteti. Vezérlési feladatok esetén a PLC bináris és digitális jeleket fogad, amelyeket jelszűrés és galvanikus leválasztás után a CPU a belső adatbuszon keresztül figyeli. A felhasználói program feldolgozása lehet **eseményvezérelt programú**, vagy **ciklikus szervezésű**.

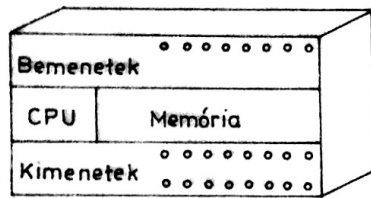
Többnyire az utóbbit használják, melynek fontos paramétere a ciklusidő. A **ciklusidő** alatt a PLC a bemeneti jelek állapotát a bemeneti adatregiszterben rögzíti ("lefigyaszítja"). A bemeneti adatregiszterben rögzített bemeneti jelek beolvasását a rendszerprogram végzi. A felhasználók adatregiszterekből veszik a be- és kimeneti értékeket.

A felhasználói program minden utasításához a felhasználói memória tárolóhelyi

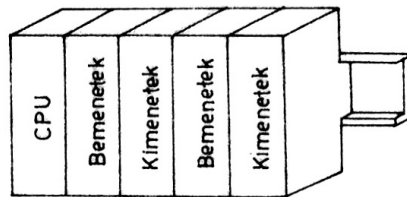
száma, azaz a címe tartozik. A felhasználó program végrehajtása során, a CPU az egyes utasításokat az elsőtől kezdődően egymás után, lépésről lépésre dolgozza fel, és az utolsót végrehajtva, újból előről kezdi a program végrehajtását. Ez az üzemmód az utasítások ciklikus végrehajtását eredményezi. A PLC-kben időzítők, számlálók, és merkekerek is találhatóak. A merkekerek olyan adattárolók, melyek állandók ill. részeredmények tárolására szolgálnak. A felhasználói program, a számított értéket a kimeneti adatregiszterbe másolja. A ciklusbeli végrehajtás végén a kimeneti adatregiszter tartalmát a kimeneti kapcsolókra teszi. A következő ciklusidő végéig a kimenetek állapotai változatlanok maradnak.

10.2.5 A PLC kiviteli formái

A PLC-eket többféle kiviteli formában gyártják. Kompakt alak esetén a hardver egy tömbben van kialakítva és műanyag, vagy fémházban nyer elhelyezést (99. ábra.) Ezeket egyszerűbb vezérlési feladatoknál használják, s napjainkra alkalmassá tették analóg jelek kezelésére, így szabályozási körök irányítására is szolgálhatnak. Bonyolultabb vezérlési feladatokhoz moduláris felépítésű PLC-eket használnak.

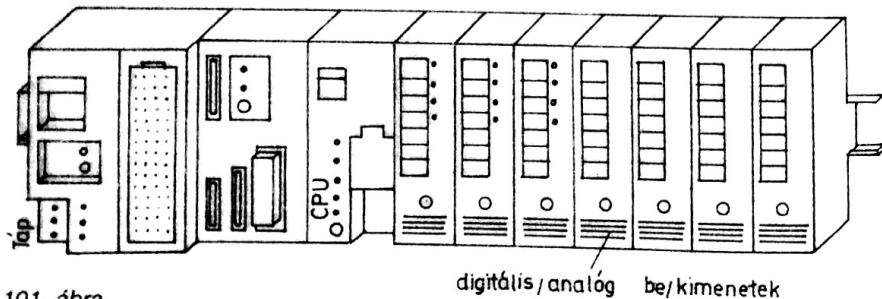


99. ábra



100. ábra

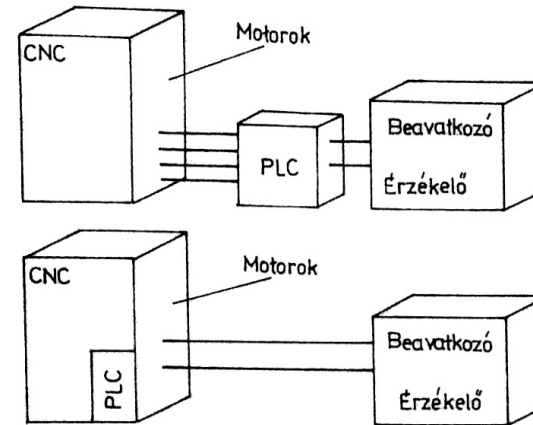
Ezeket megfelelő védettségű műszerdobozba, szekrénybe szerelt, szabványos 19"-os fiókrendszerbe dugható EUROPA kártyákkal valósítják meg. (101. ábra)



101. ábra

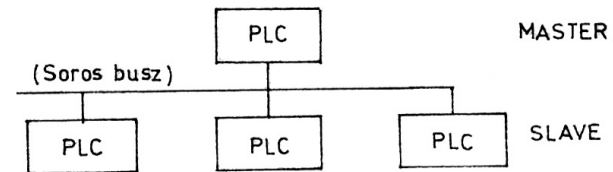
A moduláris PLC-nél a fiókrendszer hátlapján helyezik el a rendszerbuszt, amely a kártyák közötti kommunikációt biztosítja.

Gyakran integrálják a PLC-t más processzoros vezérlésbe (pl. CNC szerszámgép vezérlése (102. ábra). Ebben az esetben a CNC program gondoskodik a PLC irányításáról.



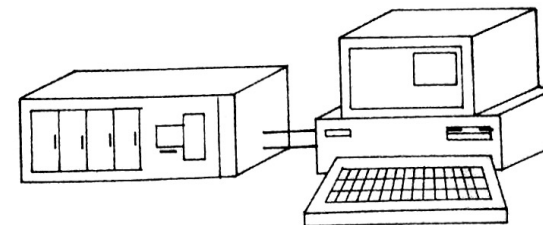
102. ábra

Nagyméretű ipari berendezések vezérlésére hálózatos rendszerű PLC-eket alkalmaznak. Az egyes gépi egységeket külön helyi PLC irányítja, s ezeket egy soros busz köti össze. Az irányító PLC-t MASTER PLC-nek, az irányítottakat, pedig SLAVE PLC-nek nevezik (103. ábra).



103. ábra

Egyre gyakrabban alkalmaznak ipari PC-t PLC-ként.



104. ábra

10.2.6 Felhasználói programnyelvek

- **utasításlistás** programnyelv (angol: IL - Instruction list, német: AWL - Anweisungsliste): segítségével a felhasználói program vezérlési parancsok (utasítások) sorozatából áll. Minden utasítás egy-egy műveleti (operációs) részből és operandusból áll. Ez a programnyelv szöveges rendszerű.
- **létradiagramos** programnyelv (angol: LD - Ladder diagram, német: KOP - Kontaktplan) grafikus szimbólumokat alkalmaz a program megírására. A felhasználói program áramutas jelképekkel egyszerűen készíthető. A baloldali függőleges vezetékhez (referenciaág) a bemenetek nyitó és záróérintkezői, a jobboldalihoz, pedig a kimenetek csatlakoznak (pl. relé tekercse). Az érintkezők és a tekercsek egymáshoz kapcsolódva vízszintes vonalon a balról jobbra mutató áramirány figyelembe vételével helyezkednek el. A logikai hálózat feltételeit az érintkezők, míg a következményeket a relé tekercsei képezik. Érintkezők nélkül nem csatlakozhat tekercs a jobboldali ágra. Egy relé csak egyszer szerepelhet, a hozzátartozó érintkezők (nyitó/ záró) viszont többször is
- **működési terv** (angol: FUP - Function Plan; német: FUP Funktion Plan): segítségével szintén grafikus úton lehet a felhasználói programot megszerkeszteni. A logikai, időzítési, számlálási-, stb. műveletek leírását blokkos formában végzi oly módon, hogy az egyes blokkok belsejében szabványos műveleti jeleket használ, a blokkok melletti operandusok feltüntetésével. A programnyelvek jellemzőit (DIN: 19239) a 105. ábra tartalmazza.

Megnevezés	AWL	KOP	FUP
ÉS	A		
VAGY	O		
NEGÁCIÓ (bem.)	N		
NEGÁCIÓ (kim.)	N		
Kijelölés	=		
Beírás	S		
Törlés	R		
Számláló	C		
Időzítő	T		

105. ábra

10.2.7 Elektropneumatikus model (EPM)

A fizikai modellen, amely 11 db kettős működésű pneumatikus munkahengert, valamint 9 db 5/2-es monostabil és 2 db 4/2-es bistabil elektropneumatikus útváltót tartalmaz - három PLC-s gyakorlóhely van kialakítva.

A munkahengerek végállásait Reed-relék érzékelik. Két előlapra vannak kivezetve az érzékelők ponált kimenetei és a kapcsoló mágnesek kivezetései, s ezek mérővezetékekkel vannak a logikai vezérlőkkel összehuzalozva. A fizikai model mezőinek elrendezését, pneumatikus kapcsolási vázlatát és kiosztási táblázatát a 106. ábra mutatja.

10.2.8 OMRON CPM típusú programozható logikai vezérlők

A CPM1 - 20 CDR - A típushoz egy darab, míg a CPM 2A - 20 CDR-A típusokhoz három-három bővítő egység tartozhat. A két változat műszaki jellemzőkben azonos, s csak az utasítás készleteikben van némi eltérés.

A be és kimenetek főbb jellemzői:

I/O pontok száma	Tápfeszültség	Bemenetek	Kimentek	Típus
20 I/O pont	220 V AC	24 V DC	Relés	CPM1-20CDR-A
12 bemenet, 8 kimenet				CPM2A-20CDR-A

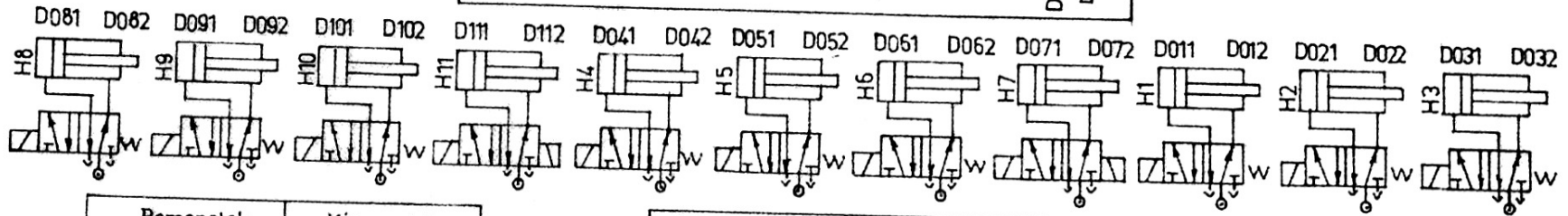
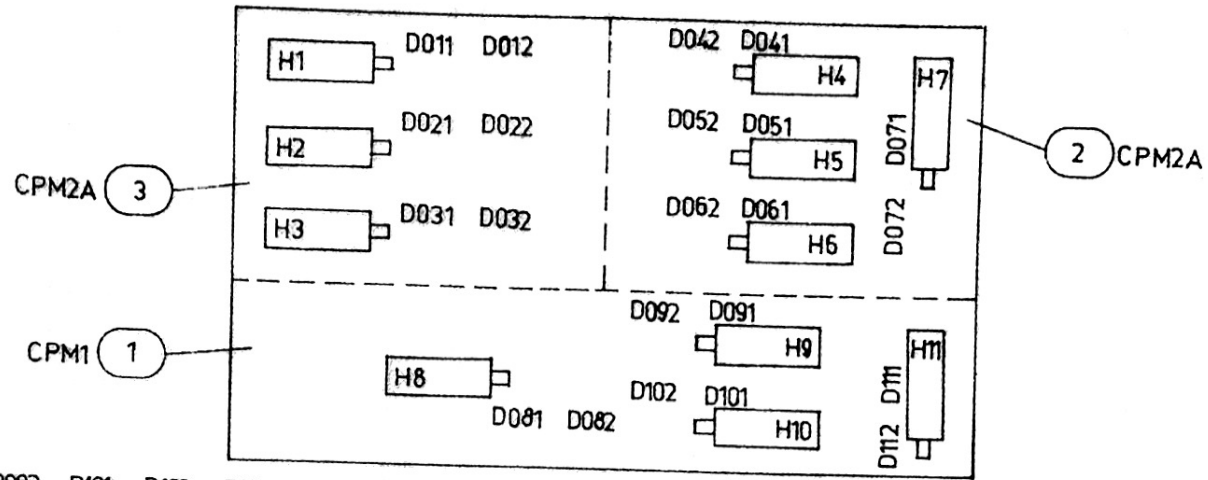
10.2.8.1 Programozásuk

A CX-Programmer programozó szoftver IBM PC számítógépen, Windows 95/98 operációs rendszerben működik.

A program részletes leírása a CPM - sorozatú programozható logikai vezérlők felhasználói kézikönyv (OMRON) megfelelő fejezetében található, itt csak a programozás rövid ismertetésére kerül sor.

A CX - Programmer főablaka három részre osztható.

- **eszköztár**-on ikonok vannak, amelyekkel a címsor alatti menüben található funkciók "egér" kattintással érhetők el. Az egérmutatót az eszköztáron levő nyomógomb felett tartva az angol nyelvű megnevezés tűnik fel egy sárga mezőben.
- **munkaterület**: az ablak fennmaradó része, ahol a létradiagram, az I/O hozzárendelések szerkeszthetők, ill. a hibaüzenetek és nyomkövetés eredményei látszanak.



1

Bemenetek		Kimenetek	
PLC	Model	PLC	Model
000.08	Start	010.01	H8 ⁺
000.09	Stop		
000.10	Init	010.02	H9 ⁺
000.11	Autó		
000.00	D081	010.03	H10 ⁺
000.01	D082		
000.02	D091	010.04	H11 ⁺
000.03	D092		
000.04	D101	010.05	H11 ⁻
000.05	D102		
000.06	D111		
000.07	D112		

2

Bemenetek		Kimenetek	
PLC	Model	PLC	Model
000.08	Start	010.01	H4 ⁺
000.09	Stop		
000.10	Init	010.02	H5 ⁺
000.00	D041		
000.01	D042	010.03	H6 ⁺
000.02	D051		
000.03	D052	010.04	H7 ⁺
000.04	D061		
000.05	D062	010.05	H7 ⁻
000.06	D071		
000.07	D072		

3

Bemenetek		Kimenetek	
PLC	Model	PLC	Model
000.08	Start		
000.09	Stop	010.01	H1 ⁺
000.10	Init		
000.00	D011	010.02	H2 ⁺
000.01	D012		
000.02	D021	010.03	H3 ⁺
000.03	D022		
000.04	D031		
000.05	D032		

- **állapotsor:** a főablak legalsó részén található, ahol rövid kisegítő feliratok jelennek meg, mint pl. a PLC üzemmódja, állapota, stb.

A munkaterületen a szerkesztőablakok a következő utasításokkal (ikonokkal) választhatók ki:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| - Projekt munkaterület | (Projekt Workspace) |
| - Kimeneti ablak | (Output Window) |
| - Nyomkövető ablak | (Watch Window) |
| - Keresztreferencia ablak | (Cross Reference Report) |
| - Lokális szimbólum tábla | (Lokal Symbols) |
| - Létradiagram nézet | (View Ladder Diagram) |
| - Utasításlista nézet választása | (View Mnemonics) |
| - Címreferencia ablak | (Adress Preference Tool) |
| - Tulajdonságok ablak | (Properties) |

Projekt munkaterület: hierarchikus fa struktúrában ábrázolja a projektet az összetevőivel együtt. A fa elemeire kattintva érhető el a PLC globális szimbólumtáblája, amely a PLC beállítási ablakát, hibanaplóját, memória térképét programját és programfejezeteit tartalmazza. Minden PLC programnak van egy **lokális** szimbólum táblázata, melyet csak az adott program használhat:

New PLC1 (CPM1) Run Mode

- Symbols (globális szimbólumtábla)
- I/O Table (PLC fizikai I/O kiosztása)
- Setting (PLC beállítások)
- Memory card (memória kártya: tartalma csak on-line üzemmódban érhető el)
- Error log (hibanapló ugyancsak on-line üzemmódban érhető el)
- Memory (PLC memória)
- New Program 1
 - Symbols (Lokális szimbólumtábla)
 - AG Section 1 (fejezetek)
 - AG Section 2

Létradiagram nézet: munkaterületén a következő elemek találhatóak:

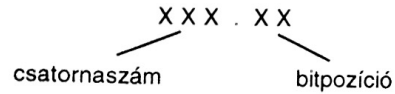
- Szekvencia (Rung): a program logikai egysége, több sort és oszlopot is tartalmazhat. A szekvenciák számozottak.
- Kurzor (Cursor): egy téglalap jelzi az aktuális pozíciót a szekvenciában.
- Sorvezető pontsor (Grid Dots): pontok mutatják a cellák kapcsolódási pontját, melyek Grid nyomógombbal választhatók az eszköztárból.
- Automatikus hibakeresés (Auto Error Detection): a CX - Programmer minden egyes elem munkaterületre való lerakása után megvizsgálja a szekvenciát és jelzi, ha hibát észlel (piros!). A hiba kijavítása után a margó szürkére vált.

A létradiagram felépítése

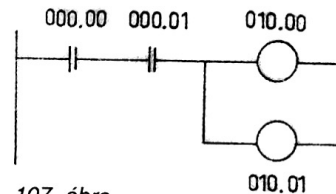
Új projekt létrehozásakor a File menüből a New menüpontot kell kiválasztani, majd be kell állítani a PLC típusát és csatlakozási módját.

A vezetékek (logikai vonalak) a baloldali ún. referenciavezetékéből indulnak ki. Ezután következnek a beiktatott érzékelők, melyek a be/kimenetekkel vezérelt, vagy a belső segéd-, tartó-, ill. időrelékhez tartozó záró/nyitó érintkezők lehetnek. A logikai vonal jobboldali végén a kimenetek, időrelék, számlálók tekercsei, vagy utasítások vannak. Fontos szabály, hogy a létradiagramban és a hozzátartozó programban az egyes kimenetek, tartó- és időrelék, számlálók, stb. csak egyszer szerepelhetnek. Ezek munkaerintkezői azonban korlátlan számban felhasználhatók a programban. A program futásakor a logikai vezérlő egyidejűleg figyelni (a valóságban ciklikusan letapogatja) a bemenetek állapotát, s ezeknek megfelelően állítja a kimeneteket.

A CPM PLC-k címzési rendszere 16-bit-es csatornákon alapul. Egy változó címe ötjegyű, melyből az első három a **csatorna** sorszámát, az utolsó kettő, pedig az adott csatornán belül elfoglalt bitpozíciót (00-15) jelenti, azaz 16-ra végződő cím nincs.



Egy szekvencián belül új sor az ENTER nyomógombbal nyerhető. Ez különösen akkor hasznos, ha több sor VAGY kapcsolatát kell elvégezni. Állandók bevitelkor a # jelet (pl. #1553) kell használni, mert ennek hiányában a PLC a beadott értéket egy csatorna, vagy bit címének fogja tekinteni. Amennyiben több kimeneteknek és/ vagy utasításnak azonos a logikai feltétele és az elágazás valamint a kimenetek között nincs további érintkező, úgy ezt a logikai összefüggést (107. ábra) szerint kell programozni.



107. ábra

A program legvégét END utasítással (FUN 01) kell lezárni, ellenkező esetben a program nem fut, és a CPU hibát jelez. A program lefordításához a Compile gombot kell az eszköztáron megnyomni. Az esetleges hibák és üzenetek a hibaablakon jelennek meg.

A program letöltése a PLC-be:

Feltétele, hogy a projektben beállított PLC egyezzen meg a csatlakoztatottal, a program hibamentes legyen és kommunikációs csatorna is álljon rendelkezésre. A betöltési művelet a következő lépésekből áll:

- a projektet a Save Projekt nyomógombbal el kell menteni,
- az on-line nyomógombbal kell a PLC-hez kapcsolódní. A kapcsolódás létrejöttkor a szerkesztő ablak szürke háttérre vált.

- a PLC a program nyomógombbal kapcsolható program üzemmódba (a lépést kihagyva, a program erre automatikusan rákérdez).
- az eszköztáron a Down load nyomógombra kattintva, kijelölhető a Programs mező, majd az OK nyomógombra kell kattintani.

A program monitorozása

A program letöltése után nyomon követhető annak futása a be/kimenetek állapota, az utasítások paraméterei és eredményei:

- ki kell jelölni a projekt munkaterület PLC ikonját,
- e nyomógombbal kell bekapcsolni a monitor üzemmódot,
- a logikai jelek megjelennek a programban és a változások követhetők a képernyőn.

10.2.8.2 A CPM sorozatú PLC-k utasításkészlete

A következő táblázatokban az x-el jelölt parancsok és utasítások csak a CPM2A típusoknál alkalmazhatók.

Alaputasítások

Kód	Utasítás	Mnemonik	Leírás
---	LOAD	LD	Logikai vonal indítása záróérintkezővel
---	LOAD NOT	LD NOT	Logikai vonal indítása bontóérintkezővel
---	AND	AND	Logikai ÉS kapcsolat (az előzővel sorbakötött záróérintkező)
---	AND NOT	AND NOT	Logikai ÉS NEM kapcsolat (az előzővel sorbakötött bontóérintkező)
---	OR	OR	Logikai VAGY kapcsolat
---	OR NOT	OR NOT	Logikai VAGY NEM kapcsolat
---	AND LOAD	AND LD	Logikai blokkok közötti ÉS kapcsolat (zárójelezés)
---	OR LOAD	OR LD	Logikai blokkok közötti VAGY kapcsolat (zárójelezés)
---	OUTPUT	OUT	Kimenet, a logikai függvény eredménye
---	OUT NOT	OUT NOT	Kimenet, a logikai függvény eredményének negáltja.
---	SET	SET	A bit "1" állapotba kényszerítése
---	RESET	RSET	A bit "0" állapotba kényszerítése
00	NOP	NO OPERATION	Nem történik semmi, a CPU ezt az utasítást átugorja.
01	END	END	Program vége.
02	INTERLOCK	IL	Hatására az IL parancs feltételének nem teljesülése esetén kikapcsolja az IL és az ILC parancsok közt programozott kimeneteket.
03	INTERLOCK CLEAR	ILC	Az IL parancs törlése
04	JUMP	JMP	Feltételes ugrás. A JUMP parancs feltételének teljesülése esetén a JMP és a JME parancsok közt programozott kimenetek befagynak.
05	JUMP END	JME	Feltételes ugrás vége.
11	KEEP	KEEP	Tartórelé (bistabil flipflop)
13	DIFFERENTIATE UP	DIFU	Felfutó élre 1 ciklusidő hosszúságú impulzus előállítás.
14	DIFFERENTIATE DOWN	DIFD	Lefutó élre 1 ciklusidő hosszúságú impulzus előállítás.

Időzítő utasítások

Kód	Utasítás	Mnemonik	Leírás
---	COUNTER	CNT	Számláló (lefelé számláló).
12	REVERSIBLE COUNTER	CNTR	Számláló inkrementáló és dekrementáló (fel, le) bemenettel
---	TIMER	TIM	Meghúzásképletetés jellegű időzítés.
15	HIGH-SPEED TIMER	TIMH	Nagyfelbontású (0,01s) meghúzásképletetés jellegű időzítés.
61	MODE CONTROL	INI	Gyorsszámlálók indítására, leállítására, pillanatértékük összehasonlítására vagy módosítására szolgáló parancs.
---	LONG TIMER	TIML	Nagy intervallumú lefelé számláló időzítés 99,990s tartományig. x
---	VERY HIGH SPEED TIMER	TIMHH	Nagysebességű lefelé számláló időzítés 1 ms-os felbontással. x
62	HIGH-SPEED COUNTER PV	PRV	A nagysebességű gyorszámláló pillanatnyi állapotát és értékét olvassa ki.
63	COMPARE TABLE LOAD	CTBL	A megadott gyorszámláló pillanatértékét összehasonlíttja egy definiált táblázattal, és az eredménytől függően végrehajtja a szintén a táblázatban definiált szubrutint.

Összehasonlító (komparáló) utasítások

Kód	Utasítás	Mnemonik	Leírás
20	COMPARE	CMP	Egy szó (csatorna) tartalmát, vagy egy konstans hasonlít össze egy másik szó tartalmával.
60	DOUBLE COMPARE	CMPL	Két egymást követő szó tartalmát, mint 32 bites bináris adatot hasonlítja össze két másik egymást követő szó tartalmával.
68	BLOCK COMPARE	BCMP	Egy szó tartalmát összehasonlítja egy megadott címtől kezdődően elhelyezett 16 alsó és felső határértéket tartalmazó táblázattal. Az összehasonlítás eredménye egy további megadott címen, 16-bites adatként jelenik meg.
85	TABLE COMPARE	TCMP	Egy szó tartalmát összehasonlítja 16 egymást követő szó tartalmával.
---	AREA RANGE COMPARE	ZCP	Az utasítás ellenőrzi, hogy egy megadott szó tartalma, mint 16-bites bináris szám, a megadott határértékek között van-e. x
---	DOUBLE AREA RANGE COMPARE	ZCPL	Az utasítás ellenőrzi, hogy két egymást követő szó tartalma, mint 32-bites bináris szám, másik két-két szó tartalmával megadott határértékek között van-e. x

Adatmozgató parancsok

Kód	Utastás	Mnemonic	Leírás
21	MOVE	MOV	Egy konstans, vagy egy szó tartalmát egy másik szóba másolja.
22	MOVE NOT	MVN	Egy konstans, vagy egy szó tartalmának negált értékét egy másik szóba másolja.
70	BLOCK TRANSFER	XFER	Egy forráscímtől kezdődően megadott számú szó tartalmát egy megadott célcímnél kezdődő területre másolja.
73	DATA EXCHANGE	XCHG	Két szó tartalmát felcseréli.
71	BLOCK SET	BSET	Egy megadott szó tartalmával, vagy egy konstanssal tölt fel egy kezdő és végcímmel definiált memóriaterületen minden szót.
82	MOVE BIT	MOVB	Egy szó adott bitjét egy másik szó adott bitjébe másolja
83	MOVE DIGIT	MOVD	Egy szó adott digitjeinek (4 bit) tartalmát másolja át egy másik szó adott digitjeibe.
80	SINGLE WORD DISTRIBUTE	DIST	Egy szó tartalmát egy másik szóba másolja. A célcím egy szó címével és egy offset-tel van megadva. A célt a címének és az offset-ként megadott szó tartalmának (vagy konstansnak) az összege adja.
81	DATA COLLELT	COLL	Egy szó címével és az ehhez a címhez hozzáadandó offset értékkel (a szó BCD értéke vagy konstans) definiált szó tartalmát másolja egy megadott címre.

Bináris aritmetikai utastások

Kód	Utastás	Mnemonic	Leírás
50	BINARY ADD	ADB	Két szó tartalmának mint 16-bites bináris számnak, vagy konstansnak és a carry flag-nek az összeadása.
51	BINARY SUBTRACT	SBB	Egy szó tartalmából mint 16-bites bináris számból (vagy konstansból) kivonja egy másik szó tartalmát (vagy konstanst) és a carry flag-et.
52	BINARY MULTIPLY	MLB	Két szó tartalmát mint 16-bites bináris számot vagy konstanst összeszoroz.
53	BINARY DIVIDE	DVB	Egy szót tartalmát mint 16-bites bináris számot vagy konstanst eloszt egy másik szó tartalmával vagy konstanssal.

Léptető parancsok

Kód	Utastás	Mnemonic	Leírás
10	SHIFT REGISTER	SFT	16-bites szavakból alkotott tetszőlegesen hosszú adat bitenkénti balra léptetése
84	REVERSIBLE SHIFT REGISTER	SFTR	16-bites szavakból alkotott tetszőlegesen hosszú adat bitenkénti balra vagy jobbra léptetése.
17	ASYNCHRONOUS SHIFT REGISTER	ASFT	Egy kezdő és végcímmel definiált területen léptet. Az utastás feltételének teljesülésekor azon szavak tartalmát, melyek előtt lévő szavak tartalma 0, szavanként a kezdőcím felé lépteti (tömöríti). A többi szót változatlanul hagyja.
16	WORD SHIFT	WSFT	Egy definiált memóriaterület tartalmának 16-bites szavankénti balra léptetése.
25	ARITHMETIC SHIFT LEFT	ASL	A megadott szó tartalmának bitenkénti balra léptetése a carry flag-en keresztül.
26	ARITHMETIC SHIFT RIGHT	ASR	A megadott szó tartalmának bitenként jobbra léptetése a carry flag-en keresztül.
27	ROTATE LEFT	ROL	Rotálás balra. A megadott szó 00-ás bitjébe a carry flag tartalmát írja, a szó tartalmát pedig bitenként balra lépteti, és a 15-ös bit tartalma a carry flag-be kerül.
28	ROTATE RIGHT	ROR	Rotálás jobbra. A megadott szó 15-ös bitjébe a carry flag tartalmát írja, a szó tartalmát pedig bitenként jobbra lépteti, és a 00-ás bit tartalma a carry flag-be kerül.
74	ONE DIGIT SHIHT LEFT	SLD	Egy definiált memóriaterület tartalmának digitenkénti (4 bitenkénti) balra léptetése.
75	ONE DIGIT SHIFT RIGHT	SRD	Egy definiált memóriaterület tartalmának digitenkénti (4 bitenkénti) jobbra léptetése.

Kommunikáció

Kód	Utastás	Mnemonic	Leírás
47	RECEIVE	RXD	Adatfogadás a kommunikációs porton keresztül. x
48	TRANSMIT	TXD	Adatküldés a kommunikációs porton keresztül. x
---	CHANGE RS-232C SETUP	STUP	A megadott port paramétereit állítja át. x

BCD aritmetikai parancsok

Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
30	BCD ADD	ADD	Két 4-digites BCD szó tartalmának vagy konstansnak és a carry flag-nek az összeadása.
54	DOUBLE BCD ADD	ADDL	Dupla hosszúságú (8-digites) adatok összeadása.
31	BCD SUBTRACT	SUB	Egy szó tartalmából (vagy konstansból) kivonja egy másik szó tartalmát (vagy konstans), és a carry flag-et.
55	DOUBLE BCD SUBTRACT	SUBL	Mint SUB, de dupla hosszúságú értékekkel.
32	BCD MULTIPLY	MUL	Két szó tartalmát, 4-digites BCD számot, vagy konstans összeeszozoroz.
56	DOUBLE BCD MULTIPLY	MULL	Mint MUL, de dupla hosszúságú értékekkel.
33	BCD DIVIDE	DIV	Egy szó tartalmát mint 4-digites BCD számot, vagy konstans eloszt egy másik szó tartalmával vagy konstanssal.
57	DOUBLE BCD DIVIDE	DIVL	Mint DIV, de dupla hosszúságú értékekkel.
40	SET CARRY	STC	A carry flag-et "1"-be billenti.
41	CLEAR CARRY	CLC	A carry flag-et "0"-ba billenti.
38	INCREMENT	INC	A megadott szó BCD tartalmát "1"-el növeli.
39	DECREMENT	DEC	A megadott szó BCD tartalmát "1"-el csökkenti.

Logikai parancsok

Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
34	LOGICAL AND	ANDW	Két szó közötti bitenkénti logikai ÉS kapcsolat.
35	LOGICAL OR	ORW	Két szó közötti bitenkénti logikai VAGY kapcsolat.
36	EXCLUSIVE OR	XORW	Két szó közötti bitenkénti logikai KIZÁRÓ VAGY kapcsolat.
37	EXCLUSIVE NOR	XNRV	Két szó közötti bitenkénti logikai KIZÁRÓ VAGY NEM kapcsolat.
29	COMPLEMENT	COM	Megadott szó bitenkénti negálása.

Szubrutinkezekő és interrupt utasítások

Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
91	SUBROUTINE ENTER	SBS	Szubrutin hívása.
92	SUBROUTINE ENTRY	SBN	Szubrutin kezdetének címkeje.
93	SUBROUTINE RETURN	RET	Szubrutin végének a címkeje.
99	MACRO	MCRO	Meghívja és végrehajtja a definiált szubrutint, helyettesítve benne a bemeneti és kimeneti szó címekeket, a parancs címekeként megadottakkal.
89	INTERRUPT CONTROL	INT	Interrupt vezérlő parancs. I/O interrupt bitek maszkolása, maszkolásuk törlése.
69	INTERVAL TIMER	STIM	Az ütemezett interrupt végrehajtását kezelő intervallum időzítő vezérlése.

STEP (lépés) parancsok

Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
08	STEP DEFINE	STEP	Lépés kezdetének és a megelőző lépés végének jelzése, ha a STEP utasítás vezérlőbittel együtt van megadva. Az utolsó lépés végének jelzése, ha az utasítás vezérlőbit nélkül van megadva.
09	STEP START	SNXT	Indítja a vezérlőbittel megadott lépést, és leállítja annak a lépésnek a végrehajtását, amelyen belül a parancs elhelyezkedik.

Speciális műveletek

Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
46	MESSAGE	MSG	8 szó (16bit/szó) hosszúságú ASCII adatot (16 karakter) olvas a memóriából, és kijelzi azt, mint üzenetet a programozókonzolon, vagy más perifériaeszközön.
67	BIT COUNTER	BCNT	Egy meghatározott memóriaterületen megszámlolja az „1” állapotban lévő biteket.
06	FAILURE ALARM	FAL	Hibajelzés létrehozása a programfutás leállítása nélkül.
07	SEVERE FAILURE ALARM	FALS	Hibajelzés létrehozása a programfutás azonnali leállításával.
97	I/O REFRESH	IORF	A megadott című I/O szavaknak a ciklustól független frissítése.
64	SPEED OUTPUT	SPED	Adott frekvenciájú impulzusok kiadása (10Hz-50kHz között 10 Hz lépéssel). A művelet végrehajtása közben változtatható a frekvencia. (Csak tranzisztoros kimenetű CPU esetén).
65	SET PULSES	PULS	Adott számú impulzus kiadása a megadott frekvencián. A művelet végrehajtása nem állítható meg. (Csak tranzisztoros kimenetű CPU esetén).
---	ACCELERATION CONTROL	ACC	A kimenő frekvencia változási sebességének (fel- / lefutás) beállítása az impulzuskimenetelen. x
---	AVERAGE VALUE	AVG	Egy meghatározott szó hexadecimális tartalmának paraméterként megadott cikluson keresztüli átlagértékét számítja ki. x
---	FCS CALCULATE	FCS	HOST Link parancssal átvitt adatok ellenőrzéséhez az ellenőrzőösszeg kiszámítása. x
---	FIND MAXIMUM	MAX	A legnagyobb értékű adat megkeresése egy adott adatterületen. x
---	FIND MINIMUM	MIN	A legkisebb értékű adat megkeresése egy adott adatterületen. x
---	PID CONTROL	PID	Az utasításhoz adott paramétereknek megfelelő PID szabályozás végrehajtása. x
---	PWM OUTPUT	PWM	Az impulzuskimeneten kiküldendő impulzusok kitöltési tényezőjének módosítása. (0%-99%) x
---	DATA SEARCH	SRCH	Egy a megadottal megegyező adat keresése meghatározott címtartományban. x
---	SUM CALCULATE	SUM	Kiszámítja egy megadott memóriaterületen tárolt adatok összegét. x
---	SYNCHRONIZED PULSE CONTROL	SYNC	Egy adott bejövő impulzust megszoroz egy konstanssal, és a kimeneten megjeleníti. x

Adatátalakító parancsok

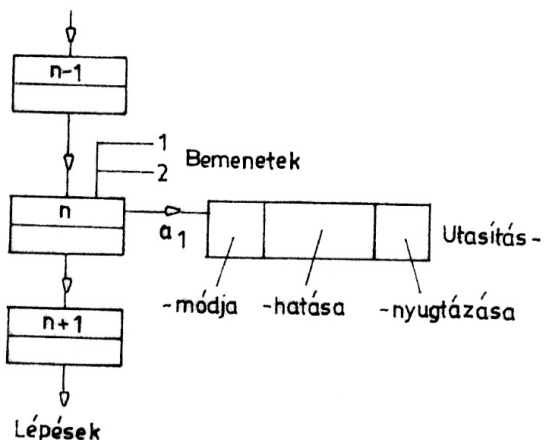
Kód	Utasítás	Mnemonic	Leírás
23	BCD TO BINARY	BIN	4-digites BCD adatot 4-digites bináris adattá alakít át.
24	BINARY TO BCD	BCD	4-digites bináris adatot 4-digites BCD adattá alakít át.
76	4 TO 16 DECODER	MLPX	Bináris kódban lévő adatot digitenként 16-ból 1-et kóddá alakít.
77	16 TO 4 DECODER	DMPX	16-ból 1-et kódban lévő adatot binárisá alakít
78	7-SEGMENT DECODER	SDEC	Egy szó adott digitjét (digitjeit) 7-segmenses kijelző kóddá alakít.
86	ASCII CONVERT	ASC	Egy szó adott digitjén (digitjein) lévő értéket 8-bites ASCII kódba konvertálja.
58	DOUBLE BCD TO DOUBLE BINARY	BINL	Két egymást követő szó tartalmát mint BCD adatot fordít binárisra és helyez el két egymást követő szóban. (Csak CPM2A) x
59	DOUBLE BINARY TO DOUBLE BCD	BCDL	Két egymást követő szó tartalmát mint bináris adatot fordít BCD kód formára és helyez el két egymást követő szóban. (Csak CPM2A) x
66	SCALING	SCL	4-digites hexadecimális adat konverziója 4-digites BCD adattá az utasítás paramétereinek megadott összefüggés szerint.
---	ASCII TO HEXADECEMAL	HEX	16-bites ASCII adatot hexadecimálissá alakít. x
---	SECONDS TO HOURS	HMS	Másodpercekben megadott időt átalakít óra, perc, másodpercre. x
---	2'S COMPLEMENT	NEG	4-digites (16-bites) bináris adat 2-es komplementjét teszi a megadott címre. x
---	SIGNED BINARY TO BCD SCALING	SCL2	4-digites előjeles hexadecimális adat lineáris konverziója egy meghatározott kezdő (minimum) értéktől adott meredekséggel BCD kódba. x
---	BCD TO SIGNED BINARY SCALING	SCL3	4-digites BCD adat lineáris konverziója megadott paraméterek alapján 4-digites előjeles hexadecimális adattá. x
---	HOURS TO SECONDS	SEC	Óra, perc másodpercben megadott időt átszámolja másodpercre. x

10.2.9 Lefutóvezérlés tervezése működési vázlat (DIN40719) alapján:

A működési vázlat alkalmas a vezérlés elvi és részletes ábrázolására. A lefutóvezérlés minden lépése két részből áll:

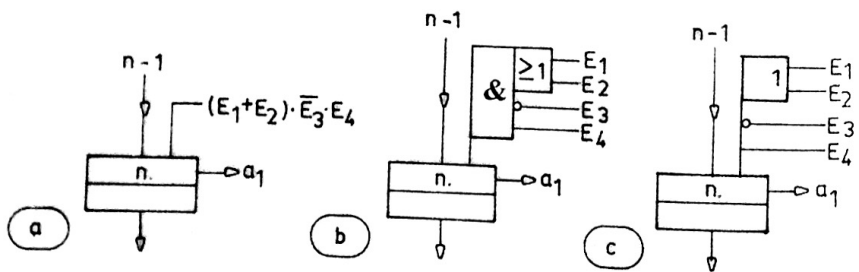
- egy ütemtárolós részből és,
- egy vagy több utasításból.

Az ütemtárolós tagok sorba kapcsolásával jön létre, az ún. ütemtárolólánc, amely a pneumatikában alkalmazott logikai elvnek megfelelően épül fel (108. ábra). Az ábra baloldalán az egyes **lépések** jelképe látható.



108. ábra

Az a_1 kimenőjel vezérli az utasítást (szelep, henger, motor, stb.). A lánc n-ik eleme akkor lesz logikai 1, ha az n-1 ik elem logikai 1 és a bemeneti feltételek (1 és 2) is teljesülnek. Ekkor az utasítás realizálódik, az n-1 ik lépés törlődik és az n+1 ik lépés beíródik. A bemenőjeleket többféleképpen lehet ábrázolni, algebrai (a), logikai (b), vagy egyszerűsített jelfolyamában (c) (109. ábra).



109. ábra

A PLC-nél általában a (b) megoldást szokták alkalmazni.

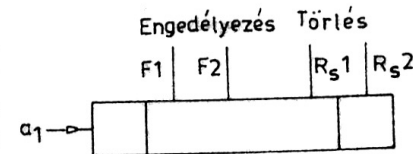
A lépésektől jobbra ábrázolják az utasításokat, melyek jelképe általában három részből áll.

Az **első** mezőben szerepel az utasítás módja, amely arra ad választ, hogy az ütemtárolóláncon érkező jelet milyen módon készíti elő a perifériális készülék. Az utasítás módjai a következők lehetnek:

NS - nem tárolt	SD - tárolt és késleltetett
NSD - nem tárolt, de késleltetett	ST - tárolt és idokorlátozott
S - tárolt	D - késleltetett utasítás
SH - tárolt energia kimaradásakor is	T - időben korlátozott utasítás

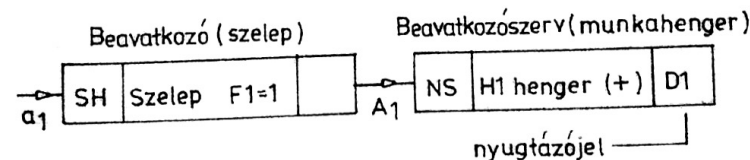
A **második** mezőben az utasítás hatását tüntetik fel; pl. a "szelep nyit", "motor ki", stb. A **harmadik** mezőben az utasítás visszajelzése, nyugtázása van feltüntetve, amely lehet jel, vagy betű.

Az **utasítás bemenőjelei** olyan vezérlőjelek, amelyeket az ütemtárolóláncon kívül a perifériákon kell feldolgozni. Pl. egy pneumatikus ütemtárolólánc kimenőjele csak akkor működtet egy beavatkozó szervet (munkahengert), ha egy sorba kapcsolt nyomógombot is működtetnek.



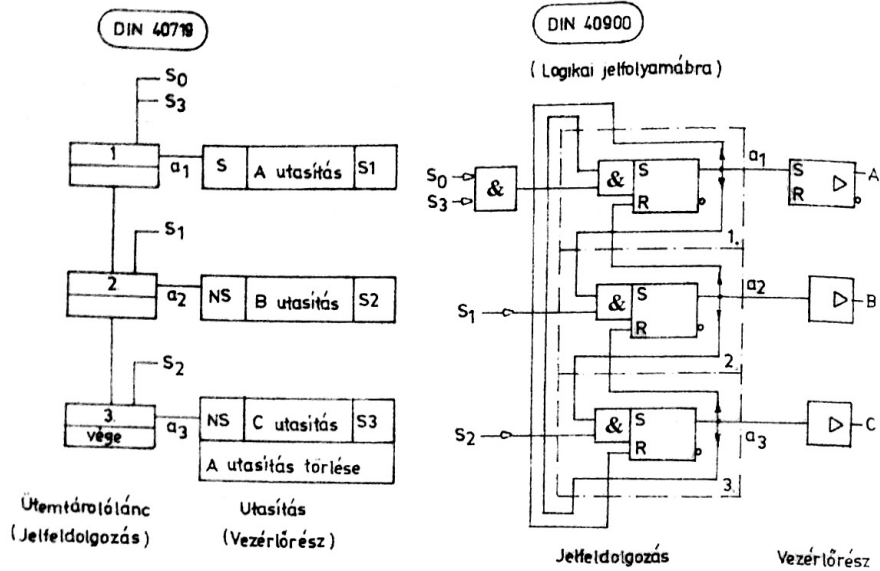
110. ábra

Ilyenkor az utasítás jelképeinek bemenetéhez egy ún. bemeneti engedélyezés (F1; F2) csatlakozik. Az **engedélyezett** utasítás jeleit (F1; F2) "ÉS" kapcsolatba kell hozni. A **törlőjelek** (RS1; RS2) egymással "VAGY" kapcsolatban vannak. Ezek az eltárolt utasításokra vonatkozóan elsőbbséggel rendelkeznek. Az utasítás **kimenőjelét** minden különösebb megjelölés nélkül a téglalap jobb oldali részéhez csatlakoztatják. Ezáltal szemléletesen lehet az ütemtárolóláncon a vezérlőjelektől kezdődően a beavatkozó szervig ábrázolni (111. ábra).



111. ábra

Az ütemtárolólánc A1 kimenőjele vezérli az F1 főszelepet. Az SH jelzés azt jelenti, hogy energia kimaradás esetén is tárolt az utasítás, az F1 főszelep (4/2-es bistabil) A1 kimenőjele közvetlen, nem tárolt (NS) módon vezérli a H1 munkahengert. Miután a dugattyú elérte a D1 helyzetkapcsolót, nyugtázta a hengermozgás befejeztét. A 112. ábra baloldalán az ütemtárolós vezérlés működési vázlata, a jobb oldalán pedig ennek logikai jelfolyamábrája szerepel.



112. ábra

Üzem módok

A gépészeti gyakorlatban - a technológiai előírásoknak megfelelően - a PLC-eket többféle üzemmódban szokták alkalmazni. Ezek lehetnek:

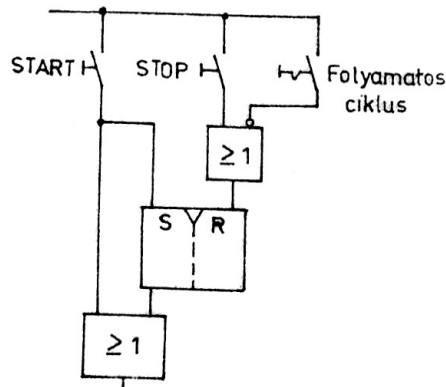
- automatikus
- kézi,
- STOP és VÉSZSTOP.

Az automatikus üzemmód további három csoportra osztható:

- folyamatos ciklusú,
- egy ciklusú és,
- egy lépésű

A lefutóvezérléseknél az üzemmódokat többállású kapcsolóval célszerű kiválasztani, így az automatikus és kézi üzemmód könnyen szétválasztható.

- **folyamatos és egy ciklusú üzemmód:** ha a lefutóvezérlés alaphelyzetben van, akkor ez az üzemmód a következők szerint oldható meg: a START gombbal mind a **folyamatos**, mind az **egy ciklusú** üzem indítható. A folyamatos ciklus

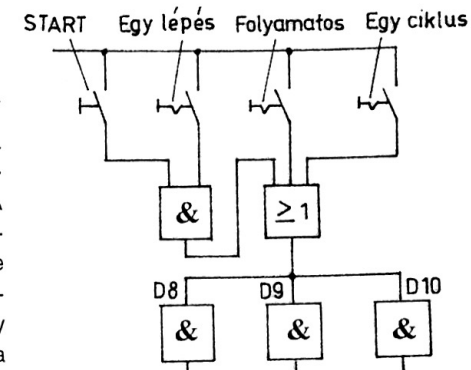


113. ábra

választása esetén a START-jel mindaddig tárolódik, míg a STOP-jel, vagy egy más üzemmódjel meg nem érkezik. A program az elkezdett ciklust befejezi. Az egy ciklusú üzemmód esetén a START-jel nem tárolódik, így csak a munkaciklus játszódik le (ld. 113. ábra).

- **egy lépésű üzemmód:** ennél az üzemmódnál a következő lépés a START gomb működtetésével aktivizálódik. Elvi felépítését a 114. ábra mutatja.

A választókapcsolót "egy lépés" üzemmódra állítva, az összes nyugtázójel reteszelését a START nyomógomb oldja fel, s így a következő programlépés továbbkapcsolási feltételét lehet képezni. A "folyamatos" és "egy ciklus" üzemmódok a nyugtázások reteszelésé miatt nem hatásosak. A nyugtázójelek reteszelésé helyett az "egy lépés" üzemmód esetén az a lehetőség is fennáll, hogy a VAGY - kapu kimenőjelével a nyugtázójelek táplevegőjét rá - vagy lekapcsolják.



A lefutóvezérlés bemenetéhez

114. ábra

STOP - üzemmód

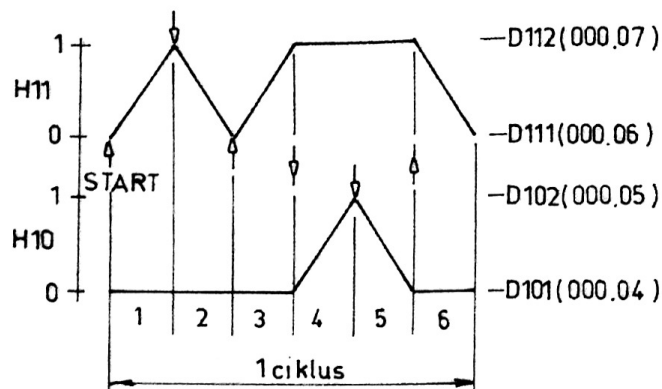
Ha a programciklust a STOP - jellel akarják megszakítani, és annak törlése után a programot a megszakított helyen folytatni, akkor ezt úgy célszerű megoldani, hogy a nyugtázójelet (nyomás, vagy feszültség) a STOP-jel hatása alatt szakítják meg. A lefutóvezérlésbe a STOP-jel így nem avatkozik be.

VÉSZSTOP üzemmód

A kézi-, vagy a VÉSZSTOP üzemmódnál gondoskodni kell az automatikus üzemmódban előkészített lépés, vagy beavatkozó mozgás megszüntetéséről. A VÉSZSTOP üzemmódnál a munkahengerek definiált, a biztonsági feltételeket is figyelembevevő helyzetbe kerülnek. Az automatikus üzemmód a VÉSZSTOP után ismét indítható, ha a lefutóvezérlés és a kimeneti tároló a megfelelő helyzetben van. VÉSZSTOP üzemmódban biztonsági okokból előfordul, hogy a munkahengereket nem egyszerre, hanem előre meghatározott sorrendben kell az adott pozícióba juttatni. Ez azáltal érhető el, hogy az automatikus üzemmód VÉSZSTOP - jelével a kezdeti lépést hatástalanítják. Ezután egy másik lefutóvezérlés indítható, amely a VÉSZSTOP - üzemmód előírt mozgássorrendjét biztosítja. A főprogram automatikus üzemmódja, csak a VÉSZSTOP üzemmód lefutása után indítható újra.

10.2.9.1 Mintafeladat

A 88. ábrán látható szerelőkészülék két darab munkahengerét az alábbi ciklusdiagram szerint PLC-vel kell vezérelni. A megoldáshoz az EPM1 mezejének elemei kerülnek felhasználásra.



115. ábra

A megoldásnak kétféle üzemmódot kell biztosítani, a következő feltételekkel:

Automatikus üzemmód:

- az AUTO kapcsoló "1" állásában a START gomb megnyomásával a ciklus automatikusan játszódjon le,
- a STOP gomb szakítsa meg a folyamatot,
- az INIT (VÉSZSTOP) gomb megnyomásával a munkahengereknek alaphelyzetbe kell állni.

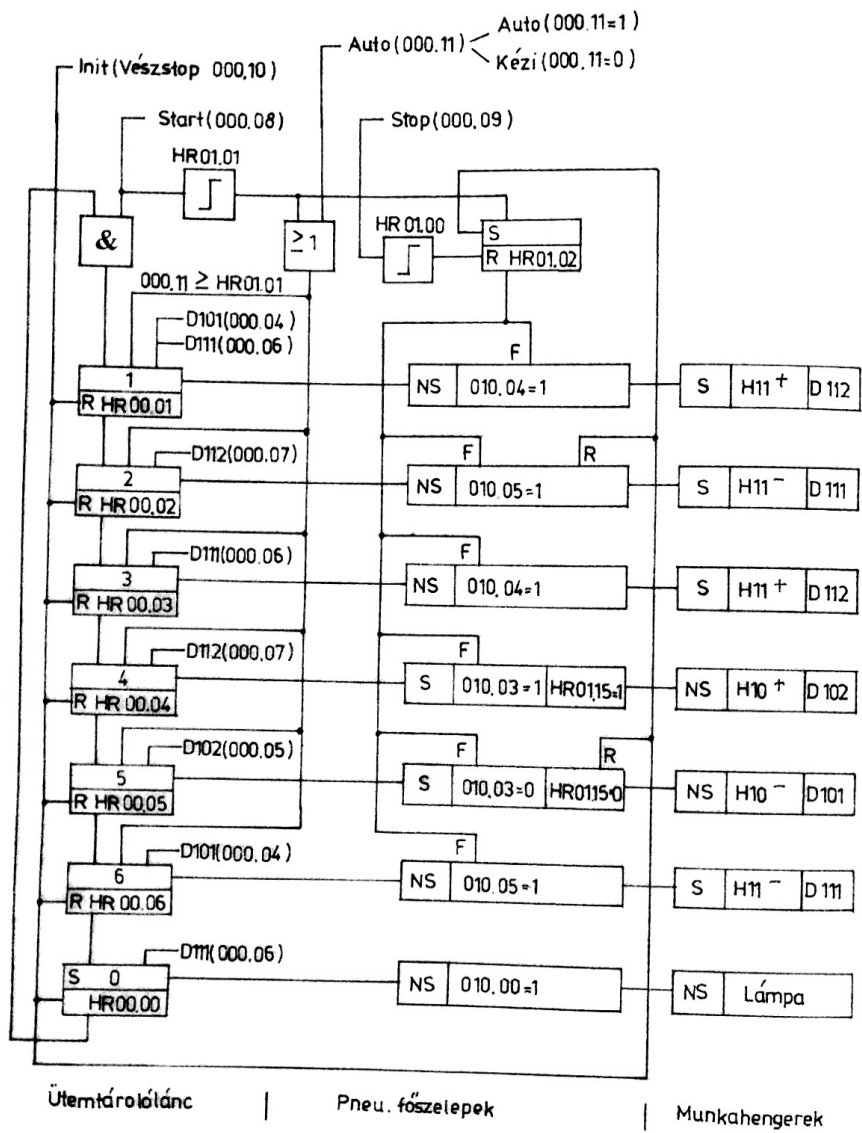
Kézi üzemmód:

- az AUTO kapcsoló "0" állásában a START gomb egyszeri lenyomásával csak egy hengermozgás jöhet létre
- az INIT (VÉSZSTOP) gomb megnyomásával a munkahengereknek alaphelyzetbe kell állni.

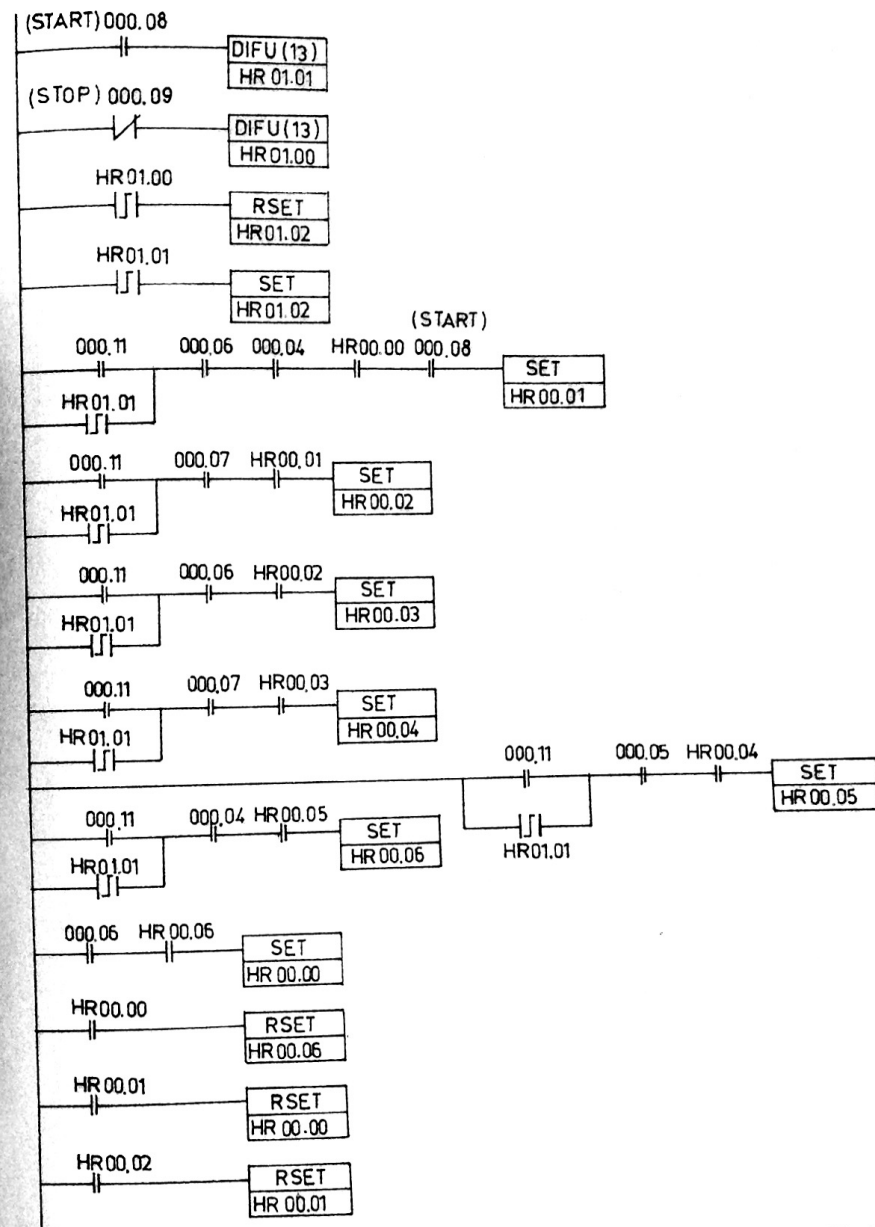
A ciklust ütemekre bontva (6 db), s azokhoz HR 00.01 - HR 00.06 reléket rendelve, melyek áramkimaradás esetén is megtartják előző állapotukat. A lánc alaphelyzetéhez - melyet lámpa jelez - a HR 00.00 relé tartozik.

A tervezésnél figyelembe kell venni, hogy a H10-es munkahengert vezérlő főszелеp monostabil (S tárolt utasítás), ezért a vezérlését közvetetten a HR 01.15 relével kell megoldani.

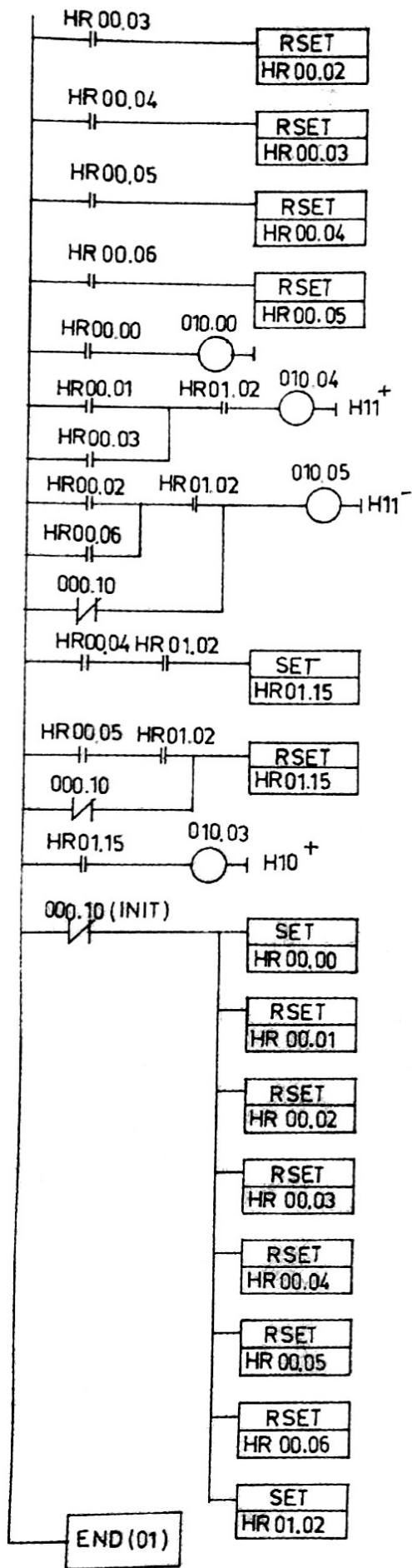
Az automatikus üzemmódot az AUTO (000,11 = 1) kapcsolóval közvetlenül létre lehet hozni. A kézi üzemmód esetén, pedig a START szeleptől érkező impulzusjellel - DIFU (13) - a HR 01.01 relét működtetve ez képezi a lánc továbblépésének egyik feltételét. A STOP gombtól érkező impulzus - DIF (13) - a HR 01.00 relét vezérli. A főszелеpek utasításainak engedélyezése a HR 01.02 relén keresztül történik. E relé beíró ágába az INIT (VÉSZSTOP) szeleptől érkező jelet, a törlő ágába, pedig a STOP szelep által vezérelt HR 01.00 relétől érkező jelet kell kötni. A vezérlés működési vázolata a 116. míg a program a 117. ábrán tanulmányozható.



116. ábra



117. ábra
1. rész



117. ábra
2. rész

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
1.			
2.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
3.			
4.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
5.			
6.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
7.			
8.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
9.			
10.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
11.			
12.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
13.			
14.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
15.			
16.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
17.			
18.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
19.			
20.			

Feladat	MINIMÁL, vagy PLC	KASZKÁD, vagy PLC	LÉPTETŐLÁNC, vagy PLC
21.			
22.			

11. Hidraulikus rendszerek tervezése

11.1 Rendszertervezési irányelvek

A műszaki követelmények sokfélesége, valamint a megvalósítás eltérő lehetőségei miatt nem lehet olyan általános irányelveket adni, melyeket felhasználva a körfolyam mintegy automatikusan kiadódna. A gyakorlati tapasztalatok összegzése képpen azonban kialakultak olyan célszerű megoldások-, illetve módzatok, melyek a műszaki követelmények birtokában kellő biztonsággal adaptálhatók az adott feladatra.

Mint minden műszaki feladatnak, úgy a körfolyam tervezésnek is vannak célszerű lépései, melyek logikai sorrendje a következő:

- **műszaki követelmények rögzítése:** itt kell tervezési alapadatként összefoglalni a működtetett rendszer mechanikai (erő/nyomaték)-, és mozgás-jellemzőit (sebesség/ fordulatszám), a működési időket és vezérlési követelményeket, továbbá a rendelkezésre álló energiát. Tisztázni kell a telepítési-, illetve az üzemeltetési helyet és az ebből fakadó környezeti behatásokat, mint klíma, hőmérséklet-, esetleg korróziós hatás, tűz-, illetve robbanásveszély. Nagyon fontos rögzíteni az érvényes hatósági előírásokat, különös tekintettel a munkavédelmi szempontokra.

- **elvi kapcsolási vázlat kialakítása:**

- **statikus méretezés** első lépése az üzemi nyomás megválasztása, majd következik a munkahengerek / hidromotorok névleges nagyságának a meghatározása. Ehhez előzetesen meg kell becsülni a várható nyomásvesztéseket. A munkahengerek/hidromotorok névleges méretének birtokában a mozgásjellemzők ismeretében meghatározhatók a térfogatáramok. Az üzemi nyomás és a térfogatáram értékek már lehetővé teszik mind a szivattyú-, mind az irányítóelemek névleges nagyságának a meghatározását. A tervezés a veszteségek és a működési paraméterek ellenőrzésével / pontosításával folytatódhat. Elsőként a nyomások és nyomásvesztések értéke határozható meg. A nyomás meghatározásánál mindig a körfolyam ismert nyomású pontjából kell kiindulni.

Ez a pont **nyitott körfolyamnál** a visszafolyócső vége, azaz a folyadékfelszín (légköri nyomás). **Zárt körfolyamnál** a töltőkori nyomáshatárolón beállított érték. A nyomásvesztéseket, illetve a nyomásokat minden áramlási irányra, de legalább a munkalöketekre és a szivattyú üresjáratára, illetve a szívóvezetékére ki kell számítani. Az eredményeket célszerű grafikusán ábrázolni. A nyomásvesztések meghatározása után ellenőrizhető, hogy a munkahengerek/hidromotorok teljesítik-e a külső terhelésre vonatkozó követelményeket. A veszteségek ismeretében fel kell állítani a rendszer **energiamérlegét**, majd meg kell határozni az **üzemi hőmérsékletet**.

Ennek ismeretében a gyártó cégek előírásai alapján meg kell választani a **munkafolyadékot**.

Az eddigi számításokkal általában kialakul a feladatnak megfelelő hidraulikus körfolyam. Igen gyakran azonban ezt ki kell egészíteni dinamikai ellenőrzéssel is. A legalább kéttárolós tagnak tekinthető hidraulikus rendszer a dinamikus hatásokra nyomáslengéssel reagál. Tehát minden olyan esetben amikor a rendszert dinamikus hatások érik, szükség van a

- **dinamikai ellenőrzésre.** A dinamikai jelenségek egyik csoportja az úgynevezett átmeneti jelenségek, ide tartoznak:

- az indítás
- a megállás
- a hirtelen irány és/vagy terhelésváltozás.

Ezek a jelenségek elsősorban olyan körfolyamoknál okozhatnak túlzott nyomáslengéseket, amelyek,

- nagy tömegeket mozgatnak
- nagy sebességgel működnek és
- nagy a statikus nyomásuk.

A dinamikai jelenségek másik csoportja a **periodikus jelenségek**. A hidraulikus rendszer periodikus gerjesztést kaphat a

- szivattyú lüktető térfogatárama, vagy a
- terhelés periodikus változása miatt.

A periodikus gerjesztésre különösen a hidroakkumulátoros körfolyamok érzékenyek, ezért azokat minden esetben ellenőrizni kell, hogy nem lép-e fel rezonancia. A dinamikai vizsgálat a rendszer egyszerűsített (dinamikai szempontból nem fontos részeket elhagyva) kapcsolási vázlata alapján történhet. A vizsgálat elvégzéséhez az egyszerűsített rendszer matematikai modelljét kell felállítani.

Az összes számítás elvégzése után elkészül a **végleges körfolyamterv**, amely tartalmazza a

- végleges kapcsolási vázlatot és az
- elemek specifikációját.

A körfolyamtervet még

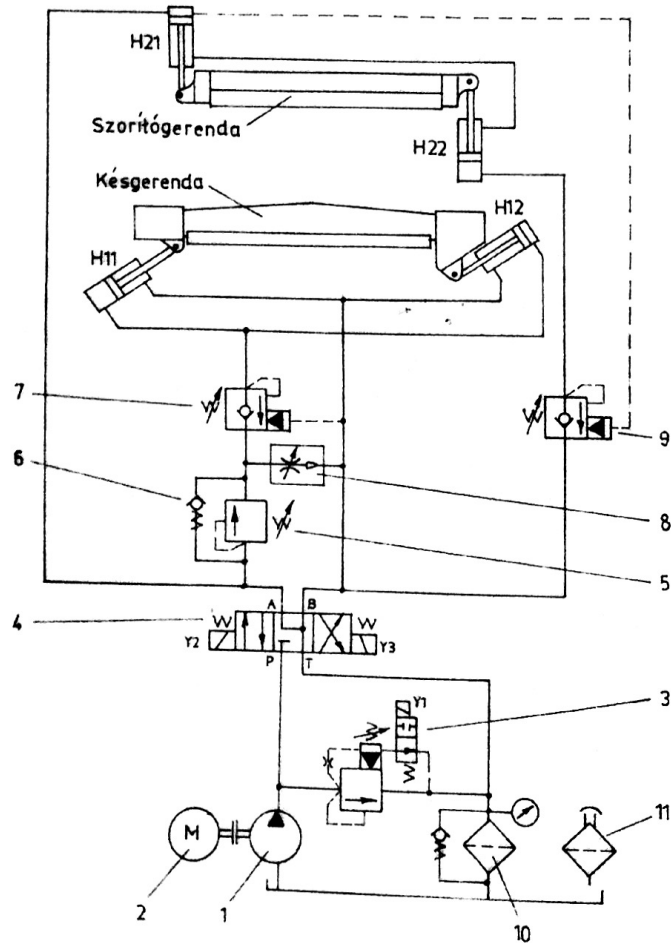
- műszaki leírás,
- elrendezési (telepítési, csövezési) és
- költségvetési tervek egészíthetik ki.

A továbbiakban részletezett tervezési feladatok egyrészt, az elvi kapcsolási vázlat kialakítására, másrészt a rendszerek statikus méretezésére vonatkoznak. Mindkét feladatcsoport útmutatóul tartalmaz mintafeladatokat is.

11.2 Hidraulikus körfolyamok elvi kapcsolási vázlatának tervezése

11.2.1 Vágóolló hidraulikus rendszere (mintafeladat)

A vágóolló szorító- és késgerendával rendelkezik, melyeket két-két darab hidraulikus munkahenger mozgat. A kialakítandó rendszernek biztosítani kell mind a szorító-, mind a késgerenda szinkronmozgatását, valamint a helyzettartását. A késgerenda vágóirányban csak a beállított leszorítóerő esetén mozoghat. A vágás sebességének beállíthatónak és a vágóerő változásától függetlennek kell lennie. Biztosítani kell továbbá a szivattyú terhelésmentes indítását, ill. üzemvitelét. A követelményeknek megfelelő körfolyam kapcsolási vázlatát a következő (118. ábra).



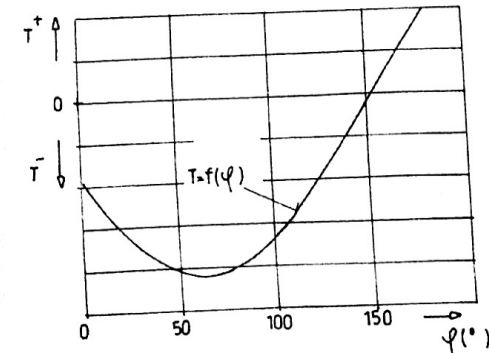
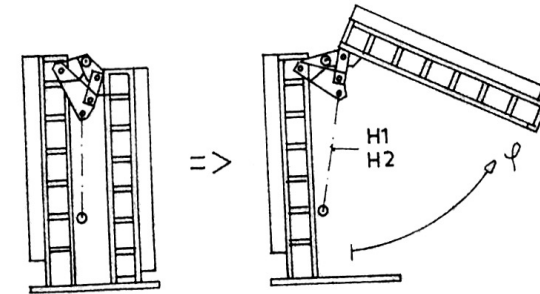
118. ábra

A szinkronmozgásokat az azonos névleges méretű, sorba kapcsolt - H11; H12; ill. H21; H22 - munkahengerek biztosítják. A helyzettartásról a megfelelően beállított súlylyesztő/fékszelepek (7; 9) gondoskodnak. A 4/3-as útváltónak (4) emiatt az ábrázolt középállásbeli csatornkapcsolatúnak kell lennie. A szivattyú (1) terhelésmentes indítását, illetve tehermentesített állapotát az elővezérelt, tehermentesíthető nyomáshatároló (3) teszi lehetővé.

A működési sorrendiséget a megfelelően beállított nyomáshatároló (5) automatikusan biztosítja. A vele párhuzamosan kötött visszacsapószelep (6) az ellentétes irányú áramlás miatt van. A vágási sebesség a párhuzamos bekötésű 2-utú áramállandósítóval (8) változtatható. A visszafolyóági szűrő (10), ill. a beöntő/levegőztető szűrő (11) mindenkor szükséges elemek.

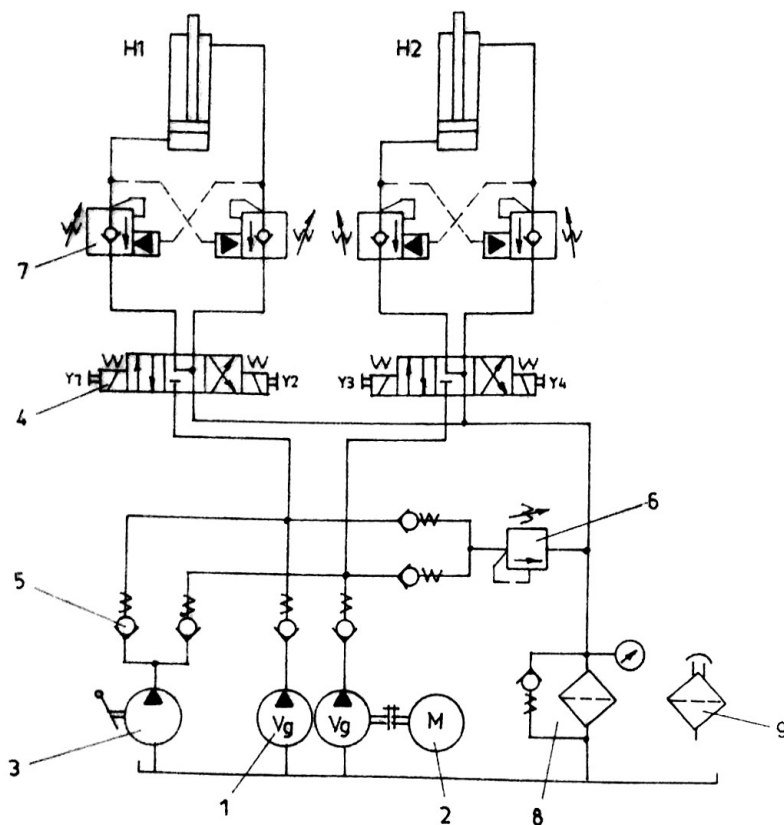
11.2.2 Összecsukható eredményhirdető tábla hidraulikus rendszere (mintafeladat)

A berendezés jellegrajza és a billentés nyomatékigény változása a 119. ábrán látható. A rendszernek biztosítani kell egyrészt a munkahengerek mindkét irányú szinkronmozgását, valamint a bármely szög helyzetű helyzettartást. Lehetővé kell tenni, továbbá áramkimaradás esetére az összecsukott állapot létrehozását.



119. ábra

A követelményeknek megfelelő körfolyam kapcsolási vázlat a következő (120. ábra)



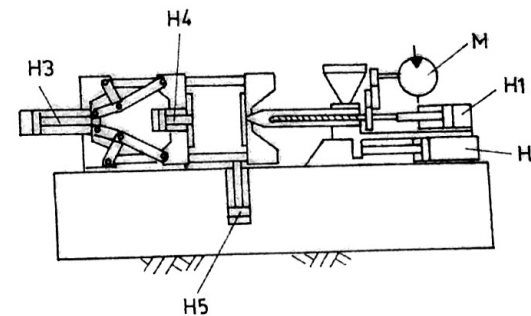
120. ábra

Az azonos névleges méretű munkahengerek (H1; H2) szinkronmozgásának térfogatáram igényét a villamosmotorral (2) hajtott, szigorúan azonos fajlagos munkatér-fogatú (V_g) szivattyúcsoport (1) biztosítja. A szinkronmozgás további feltétele a 4/3-as útváltók (4) egyidejű kapcsolása. A helyzettartásról a megfelelően beállított süllyesztő/fékszelepek (7) gondoskodnak. Az útváltók szükséges csatornkapcsolatáról már az előbbi feladatnál esett szó. Áramkimaradás esetére, az útváltók (4) kézi szükségműködtetővel vannak ellátva, a térfogatáramot, pedig a kéziszivattyú (3) biztosítja. A visszacsapószelepeknek (5) egyenirányító funkciójuk van.

11.2.3 Tervezési feladatok

1. Tervezze meg a 121. ábrán látható műanyagfröccsöntő gép hidraulikus körfolyamát a következő szempontok figyelembevételével:

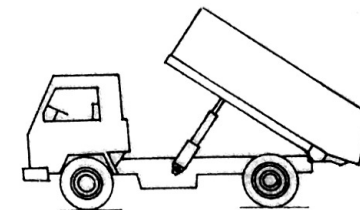
- a csigaforgatás (M) mindig egyirányú. A fordulatszáma változtatható, de a külső terhelésváltozástól nem függhet.
- a fröccshengernél (H1) a csiga dugattyús pasztikáló egység "mozgása" miatt az útváltó középpozíciójában biztosítson előfeszítést (torlónyomás) és után-szívási lehetőséget. Befröccsentésnél tegye lehetővé két diszkrét nyomásérték (fröccsnyomás/utánnyomás) kiválaszthatóságát és a fröccsentési sebesség állíthatóságát.
- a pasztikáló egység (H2) mozgásánál biztosítsa a résvesztésmentes tartóhelyzetet, valamint a fúvóka rászorítási nyomás állíthatóságát, s ennek meglétéről villamos reteszfeltételt.
- a szerszám záróhengernél (H3) biztosítsa a résvesztésmentes tartóhelyzetet, valamint a szerszám-biztosítási nyomás állíthatóságát.



121. ábra

2. A billenőplátos tehergépkocsi (122. ábra) felépítménye teleszkópos munkahengerekkel mozgatott. Tervezze meg a hidraulikus rendszer kapcsolási vázlatát a következő szempontok figyelembevételével:

- az emelési/süllyesztési sebesség változtatható legyen.
- a felemelt teher tömlőszakadás, vagy egyéb csővezetéki meghibásodás esetén se zuhanjon le (korlátozott sebességgel süllyedhet).
- a süllyesztési folyamat veszteségteljesítménye minimális legyen.

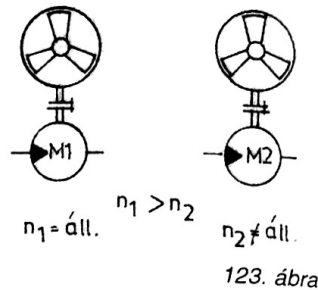


122. ábra

- biztosítson résvesztésmentes tartóhelyzetet.
- gondoskodjon a szivattyú terhelésmentes indításáról.

3. Tervezze meg a két hidromotort működtető körfolyamat a következő szempontok figyelembevételével:

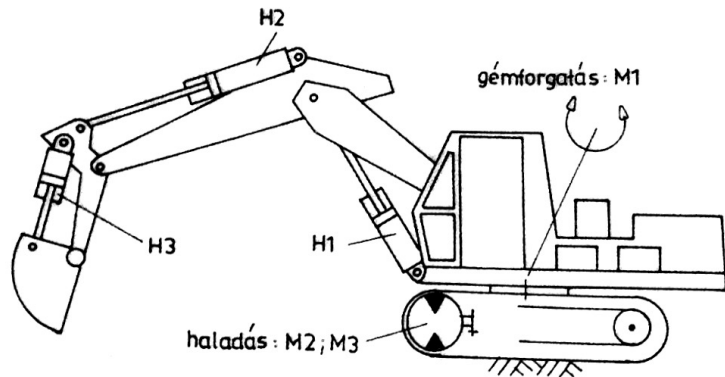
- a hidromotorok egyidejűleg és csak egy forgásirányban foroghatnak.
- az M1 jelű hidromotor fordulatszáma mindig nagyobb az M2 jelűnél, s ez utóbbi változtatható is,
- leálláskor a ventilátorlapátok dinamikus igénybevételének elkerülése miatt gondoskodjon a hidromotorok szabad kifutásáról,
- biztosítsa a szivattyú terhelésmentes indítását.



123. ábra

A feladatot "önálló" útváltó alkalmazása nélkül oldja meg.

4. A 124. ábrán látható földmunkagép minden mozgása hidraulikus működtetésű. A torony forgatása mechanikus hajtómű közbeiktatásával hidromotorral (M1) történik.



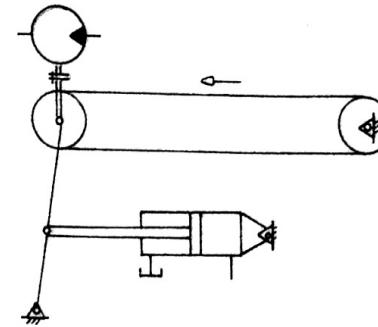
124. ábra

Tervezze meg a gép hidraulikus rendszerét a következők figyelembevételével:

- minden mozgás egyidejűleg és külön-külön is vezérelhető legyen,
- minden mozgás mindkét irányú sebessége változtatható legyen, a gémforgatás, pedig fékezhető is legyen,
- a haladáshajtás zárt körfolyamú, s fékezhető. A kialakításnál biztosítsa a vonthatóságot feltételét is.

A feladat megoldásánál 6-utú útváltókat alkalmazzon kézi működtetéssel.

5. Tervezze meg az ábrán (125. ábra) látható szállítószalag feszítő és mozgató rendszerének hidraulikus vezérlését:



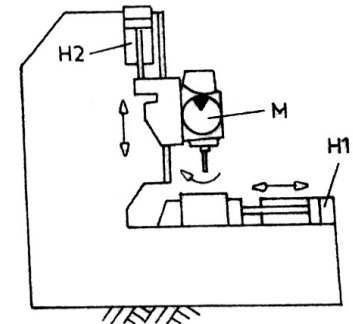
125. ábra

- a forgatás feltétele a szalag feszített állapota,
- a feszítőerőnek a rendszerben változó nyomástól függetlenül állandónak kell lenni.
- a szalag mozgási sebessége változtatható kell legyen.
- gondoskodjon a szivattyú terhelésmentes indításáról.

A feladatot "önálló" útváltó alkalmazása nélkül oldja meg.

6. Tervezze meg egy fúró-célgép energiatakarékos körfolyamatát a következők figyelembevételével:

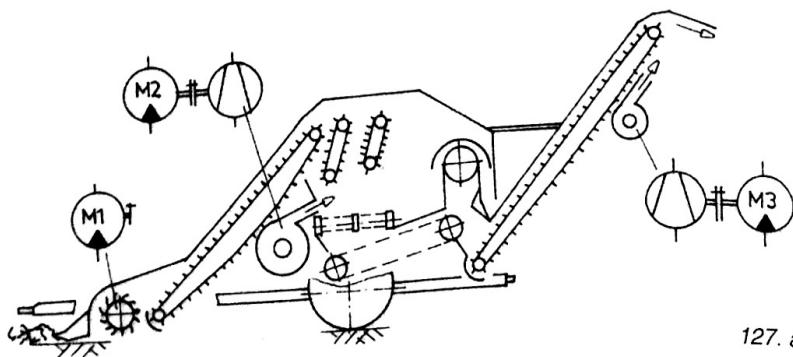
- az előtoló (H2) és a forgó (M) mozgás csak megfogott munkadarab esetén indulhat (reteszelés!),
- a fúróorsó fordulatszáma és előtolási sebessége változtatható és a forgácsolási erő változásától független legyen.



126. ábra

7. A 127. ábrán látható zöldbab betakarítógép technológiai szervei közül a felszedő szerkezet (M1), a ventilátor I. (M2) és a ventilátor II. (M3) hajtása közvetlenül hidromotorral történik.

A hidraulikus rendszernek biztosítania kell a technológiai szervek együtt indulását, továbbá fordulatszámaik változtathatóságát és a felszedő szerkezet esetében annak külső terhelésváltozástól független értékét.



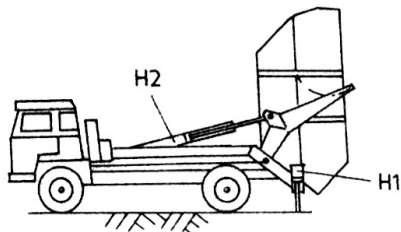
127. ábra

Biztosítani kell továbbá a szivattyú leállítás/tehermentesítése esetén a technológiai szervek (forgó tömegek) szabad kifutását.

A szivattyú terhelésmentes indítása mellett, a rendszert "önálló" útváltó alkalmazása nélkül oldja meg.

8. Tervezze meg a 128. ábrán látható, tehergépkocsra épített konténer billentő-mechanizmus körfolyamát a következő műszaki követelmények alapján:

- az alvázterhelés és a jármű stabilitása miatt a billentés (H2) csak alátámasztott mechanizmus (H1) esetén legyen lehetséges. (reteszelés!),
- biztosítsa a letámasztott helyzet résvesztésmentes fenntartását,
- a kibillentés (H2) sebessége a terhelés-, s az esetleges szivattyú fordulatszám változásától független legyen,
- a billentő hengerek hidraulikus szinkronizálása szükséges,
- gondoskodjon a szivattyú terhelésmentes indításáról is,
- kézi működtetésű útváltók mellett, hidraulikus reteszeléssel alkalmazzon.



128. ábra

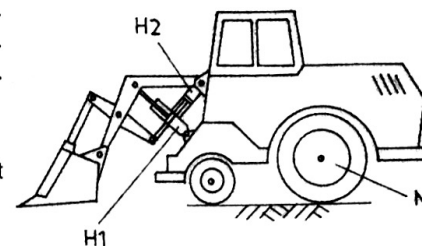
9. A 129. ábrán látható földmunkagép mechanizmus mozgatása (H1; H2) és járószerkezet hajtása (M) egyaránt hidraulikus működtetésű. A járókerekek kétfokozatú mechanikus sebességváltón (terepváltó) keresztül hídajtásúak.

Tervezze meg a körfolyam kapcsolási vázlatát a következők figyelembe vételével:

- a mozgások egyedileg és egyidejűleg is vezérelhetők legyenek,
- mindkét mozgás mindkét irányú sebessége változtatható legyen,
- a felemelt teher tömlőszakadás, vagy egyéb csővezetési meghibásodás esetén sem zuhanhat le (korlátozott sebességgel süllyedhet).

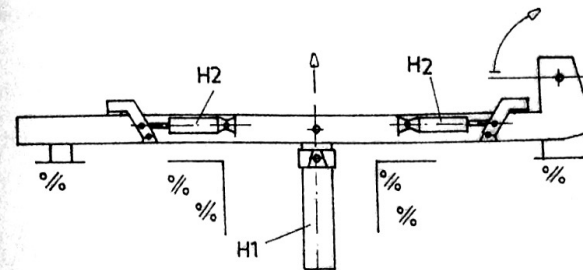
- a járószerkezet hajtása zárt körfolyamú, s fékezhető legyen. A kialakításnál biztosítsa a vontathatóság feltételét is.

A feladat megoldásánál 6-utú útváltókat alkalmazzon kézi működtetéssel.



129. ábra

10. Házgyári billentőpad szorító - és billentő rendszerének tervezése.



130. ábra

A panelt négy kettős működésű munkahenger (H2) szorítja a billentőpadhoz, a billentést ($\phi < 90^\circ$), pedig egy teleszkóp-munkahenger (H1) végzi.

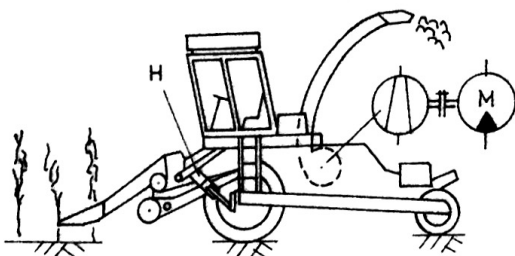
Vezérlési feltételek:

- a billentés csak a panel leszorítása után legyen lehetséges,
- a leszorított-, ill. a kibillentett helyzetet résvesztésmentesen tartani kell,
- a kibillentett teher csőtörés, vagy egyéb meghibásodás esetén sem zuhanhat le, korlátozott sebességgel süllyedhet,
- a szivattyú(k) terhelésmentes indítása mellett energiatakarékos körfolyamot alakítson ki.

11. Tervezze meg egy mezőgazdasági betakarítógép vágószerkezetét mozgató (H) és a ventilátort hajtó (M) hidraulikus körfolyamát (131. ábra).

Tervezési szempontok:

- biztosítani kell a vágószerkezet felemelt és leeresztett helyzetét,
- a felemelt helyzet (szállítási állapot) reteszelve mechanikusan történik.
- a leeresztett helyzetben a hidraulikus rendszernek biztosítani kell, hogy a vágószerkezet automatikusan (kissé előfeszítetten) kövesse a talaj egyenetlenségeit
- a vágószerkezet leeresztésénél gondoljon arra, hogy önsúlyánál fogva a szerkezet mozgat (fékezés!).

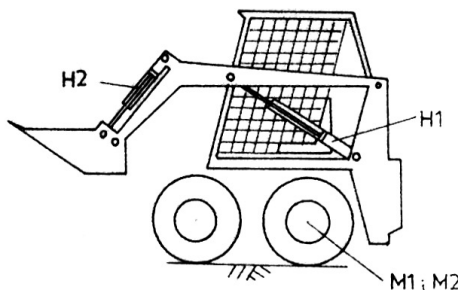


131. ábra

- a hidromotor csak egy irányban foroghat, s a fordulatszáma változtatható kell legyen,
- leálláskor a ventilátorlapátok dinamikus igénybevételének elkerülése miatt gondoskodni kell a hidromotor szabad kifutásáról,
- biztosítani kell továbbá a szivattyú terhelésmentes indítását is.

12. Az univerzális rakodógép (132. ábra) mechanizmus mozgatása (H1; H2) és járókereinek hajtása (M1; M2) egyaránt hidraulikus működtetésű.

A gép kormányzása hernyótalp mozgásszerű, melyet a kétoldali kerék(ek) eltérő fordulatszáma és/ vagy ellentétes forgásiránya hoz létre. Tervezze meg a körfolyam(ok) kapcsolási vázlatát a következők figyelembevételével:



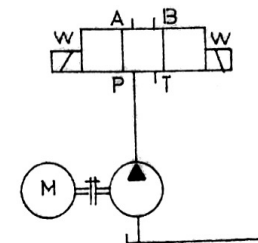
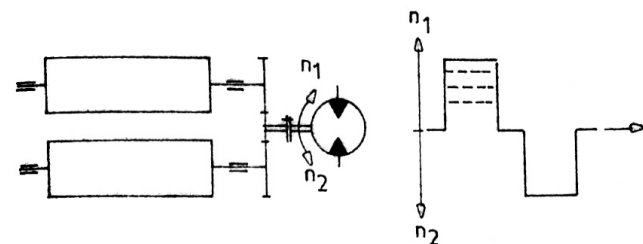
132. ábra

- a mechanizmus (2 db H1 jelű munkahenger) és a kanál (1 db H2 jelű munkahenger) egyidejűleg és külön-külön is mozgatható legyen.
- mindkét mozgás, mindkét irányú sebessége változtatható kell legyen
- a mechanizmus működtetésénél a kétoldali munkahengerek mozgását hidraulikusan kell szinkronizálni.
- a járókerék hajtás(ok) zárt körfolyamú(ak), s fékezhető(k). A kialakításánál biztosítsa a vontathatóság feltételét is.

13. Egészítse ki a 133. ábrán látható, egy hengersort működtető hidraulikus körfolyamot a szükséges irányító elemekkel.

Tervezési szempontok:

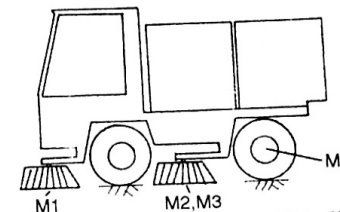
- az egyik forgási irányban a fordulatszám változtatható ($n_{11} > n_{12} \dots$), s ezen belül a külső terhelésváltozástól függetlenül állandó legyen,
- a másik forgási irányban a fordulatszám nem változtatható és terhelésfüggése sem lényeges,



133. ábra

- megálláskor gondoskodjon a rendszer hidraulikus fékezéséről,
- a szivattyú terhelésmentesen legyen indítható.

14. Az utcaseprő gép (134. ábra) járószerkezet és seprű hajtása egyaránt hidraulikus. A három darab körseprűt egy-egy hidromotor (M1; M2; M3) közvetlenül hajtja, s a forgás mindig egyirányú. Az első seprű (M1) fordulatszáma változtatható kell legyen. A másik kettő fordulatszáma közel azonos.



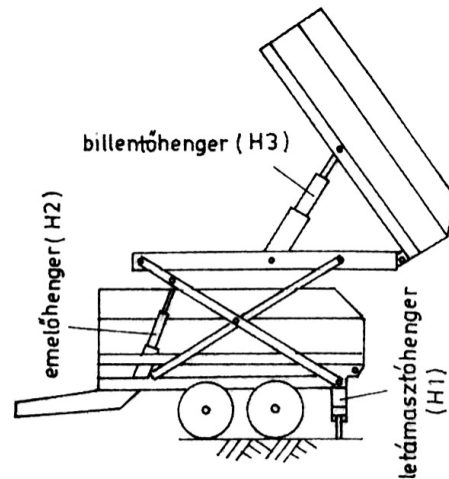
134. ábra

A járószerkezet hajtás (M4) zárt körfolyamú hidraulikus hajtás. Biztosítani kell a vontathatóság feltételét. Tervezze meg a rendszert a szivattyú(k) terhelésmentes indításával "önálló" útváltó(k) alkalmazása nélkül.

15. A 135. ábrán látható emelve - billentő pótkocsi rakfelületének emelését (H2) és billentését (H3) egy-egy teleszkóp - munkahenger végzi. A pótkocsi stabilitását emeléskor/billentéskor két darab támasztóhenger (H1) biztosítja. Tervezze meg a körfolyamot a következők figyelembevételével:

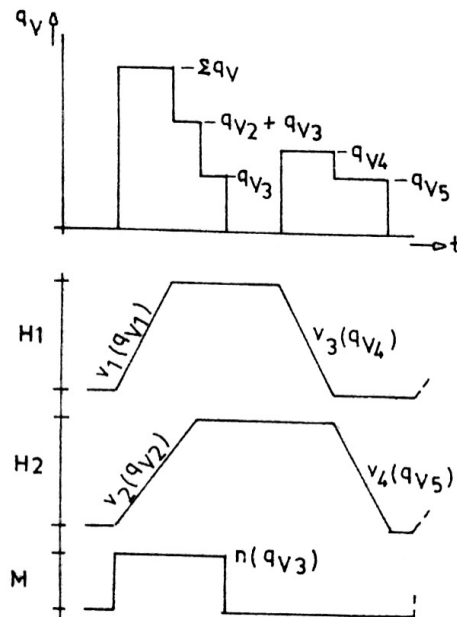
- emelés és billentés csak letámasztott pótkocsi esetén legyen lehetséges,
- a letámasztott helyzetet hidraulikusan reteszolni kell,
- az emelési-, ill. kibillentési folyamat közül egyidejűleg csak az egyik legyen működtethető,

- a süllyesztési-, és vissza-billentési folyamat egyidejűleg és külön - külön is működtethető legyen,
- a süllyesztési-, ill. visszabilentési sebesség az esetleg teherrel történő mozgás esetére korlátozott legyen,
- biztosítani kell a felemelt teher résvesztésmentes tartóhelyzetét, továbbá a szivattyú terhelésmentes indítását.



135. ábra

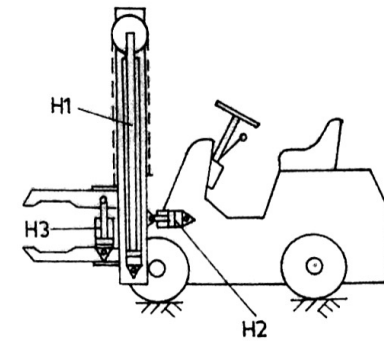
16. Egy hidraulikus működtetésű gép energiaátalakítóinak (H1; H2; M) működési- és térfogatáram diagramja a 136. ábrán látható. Tervezze meg a gép energiatakarékos körfolyamát. Vegye figyelembe a nagymértékben eltérő térfogatáram igényekben rejlő lehetőségeket.



136. ábra

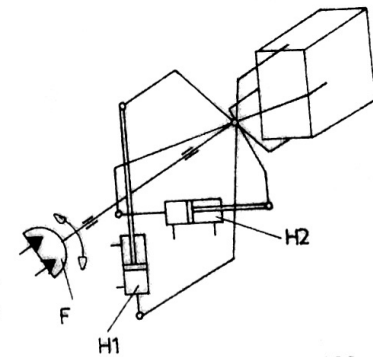
17. Tervezze meg egy hidraulikus működtetésű villás emelőtargonca hidraulikus körfolyamát a következő szempontok figyelembe vételével:

- a munkafázisok (H1; H2) egyidejűleg és egyidejűleg működtethetők legyenek,
- a megfogott helyzetet (H3) hidraulikusan reteszelve,
- minden mozgás mindkét irányú sebessége változtatható legyen,
- biztosítsa a felemelt teher résvesztésmentes tartóhelyzetét,
- a felemelt teher tömlőszakadás, vagy egyéb csővezetési meghibásodás esetén sem zuhanhat le (korlátozott sebességgel süllyedhet),
- gondoskodjon a felemelt teher lúktetéséből (szállítás egyenetlen útviszonyok mellett) eredő nyomáslengések mérsékléséről és/vagy határolásáról,
- gondoskodjon továbbá a szivattyú terhelésmentes indításáról.



137. ábra

18. A 138. ábrán egy hidraulikus kovácsdarab forgató rendszer látható. A munkadarab két egymásra merőleges, s munkahengerrel (H1; H2) működtetett karrendszerrel van megfogva. Az adott szög helyzetű forgatást egy határozott szögelfordulású motor (F) végzi. A balesetveszély miatt feltétel, hogy a forgatás csak akkor lehetséges, ha a munkadarabot mindkét karom fogja, vagy egyik sem. Tervezze meg a körfolyamot.

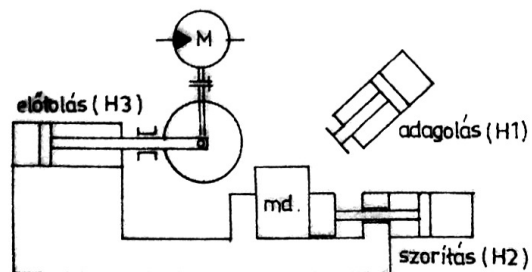


138. ábra

19. Tervezze meg egy daraboló célgép hidraulikus körfolyamát a következő követelmények figyelembevételével (ld. 139. ábra):

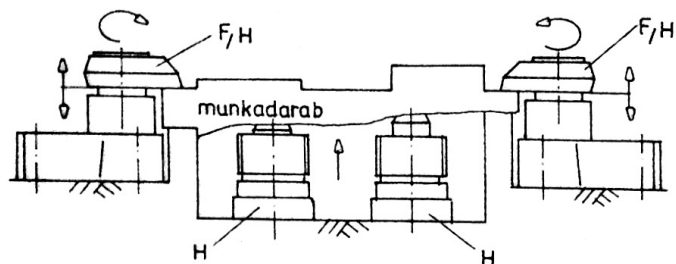
- a fűrészártácsa előtoló mozgása (H3) és forgása (M) csak üzembiztosan befogott darab (H2) esetén indulhat,
- az előtolómozgás sebessége és a fűrészártácsa fordulatszáma változtatható, s a forgácsolási erő változásától független legyen.

- a gép állandó üzemű, ezért a veszteségi teljesítmények mérséklése miatt energiatakarékos körfolyamot tervezzen.



139. ábra

- 20.** A munkadarab befogókészülék két-két darab hidraulikus leszorító elemet (F/H) és alátámasztót (H) tartalmaz.



140. ábra

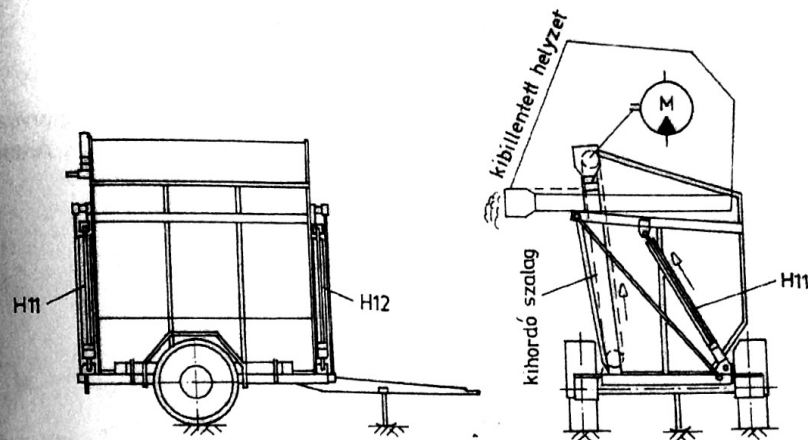
Szorításkor a kötött mozgássorrend: leszorító elemek → alátámasztók. Hidraulikus sorrendvezérlést alkalmazzon. A jelentékeny megmunkálási időt is figyelembe véve energiatakarékos körfolyamot tervezzen.

- 21.** A 141. ábrán látható oldalra billentő pótkocsi hidraulikus rendszere két darab kibillentő munkahengert (H11; H12) és egy darab szállítószalag mozgató hidromotort (M) tartalmaz.

Tervezze meg a hidraulikus körfolyamot a következők figyelembevételével:

- a kihordószalag csak a tartály kibillentett helyzetében indulhat,
- a kibillentett helyzetet hidraulikusan reteszelni kell,
- a billentőhengerek mindkét mozgásirányában szükséges sebességvezérlés (szinkronfutási követelmény nincs, mivel a két munkahenger a mechanizmus révén mechanikusan csatolt)
- a kihordószalagnak csak a jelölt mozgásiránya lehet,

- a kihordószalag hidromotorját túlterhelés ellen védeni kell.
- gondoskodni kell a szivattyú terhelésmentes indításáról.

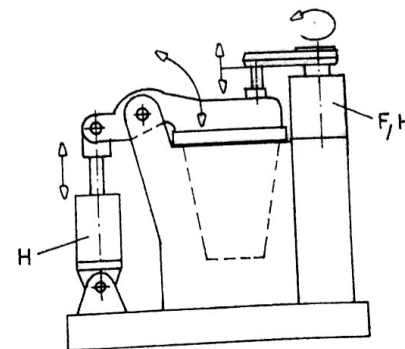


141. ábra

- 22.** Az üst fedelet működtető rendszer egy darab kettősműködésű munkahengert (H) és forgó/szorítót (F/H) tartalmaz. A forgó/szorító automatikus működési sorrendje a következő:

- befordul → szorít
- kiemel → kifordul

A fedél zárása/nyitása csak a forgó/szorító kiemelt helyzetében lehetséges. A fedél lezárása után a zárt állapot fenntartásáról a forgó/szorító gondoskodik. A jelentékenyen hosszú idejű zárt állapot miatt energiatakarékos körfolyamot tervezzen.

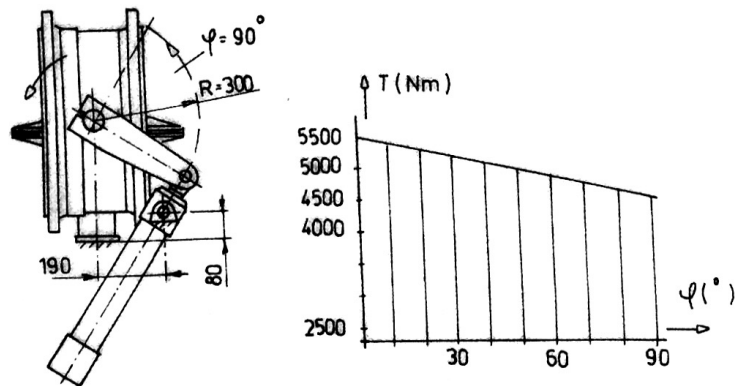


142. ábra

11.3 Statikus méretezéssel kiegészített tervezési feladatok

11.3.1 Csőzár hidraulikus működtető rendszere (mintafeladat)

A 143. ábrán látható csőzár hidraulikus működtető rendszerét úgy kell megtervezni, hogy azzal részlegesen nyitott, ill. zárt helyzeteket is be lehessen állítani. Áramki-maradás esetén a csőzárnak automatikusan és üzembiztosan zárnia kell.



143. ábra

Tervezési alapadatok:

- a csőzár működtetéséhez szükséges nyomaték (a csőzár tengelyére vonatkoztatva) a szöghelyzet függvényében a fenti ábrán látható.
- a nyitás ideje: 15 ÷ 90 (sec)
- a zárás ideje: 6 ÷ 30 (sec)

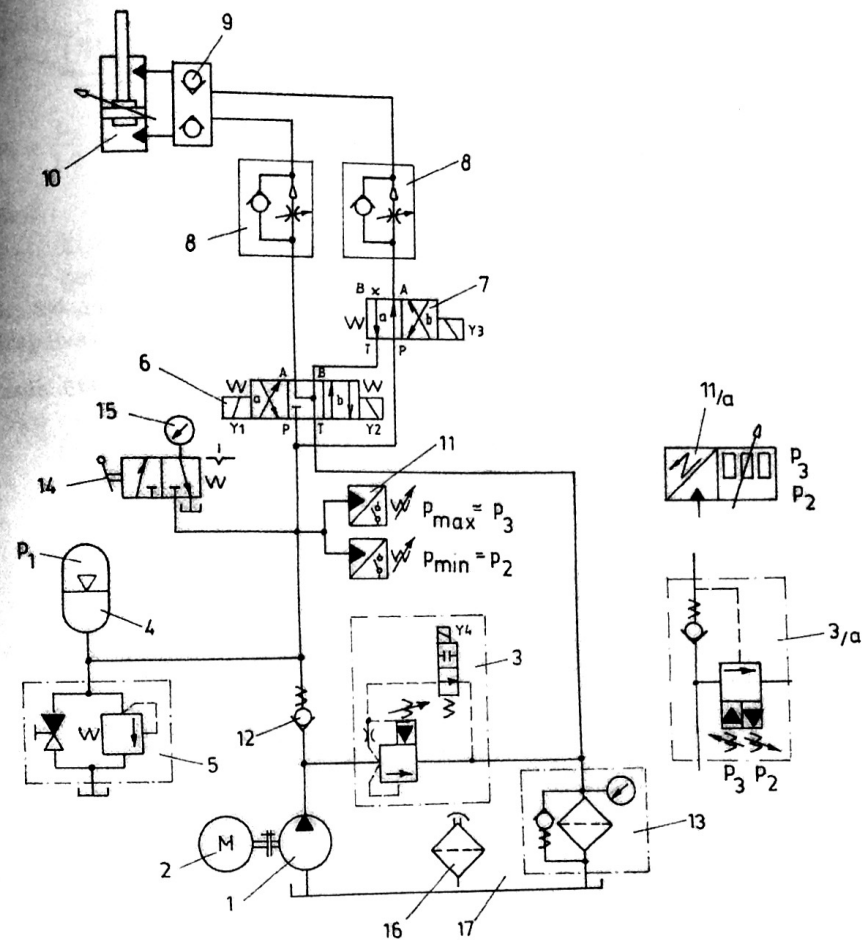
A kapcsolási vázlat tervezése

A bevezetendő teljesítmény mérséklése miatt célszerű energiatakarékos körfolyamat kialakítani (144. ábra). Ennek egyik lehetősége, hogy a rendszer térfogatáram igényét hidroakkumulátor biztosítja.

A szivattyú feladata ez esetben az akkumulátor töltése.

A töltött állapot elsődlegességét biztosító körfolyamrész lehet elektrohidraulikus (3; 11; 12; ill. 11/a), vagy tisztán hidraulikus (3/a). Az elektrohidraulikus változatnál a szivattyú rá-, ill. lekapcsolását az Y4 jelű mágnes működtetésével a nyomáskapcsolók (11), ill. az elektronikus nyomáskapcsoló (11/a) vezérlé. A csőzár a (6) útváltóval nyitható (Y2 → "b" pozíció), ill. zárható (Y1 → "a" pozíció). A működési idők a (8) áramállandósítókkal állíthatók be.

A csőzárát adott helyzetében a (9) kettős vezérelt visszacsapószelep reteszeli. A (7)



144. ábra

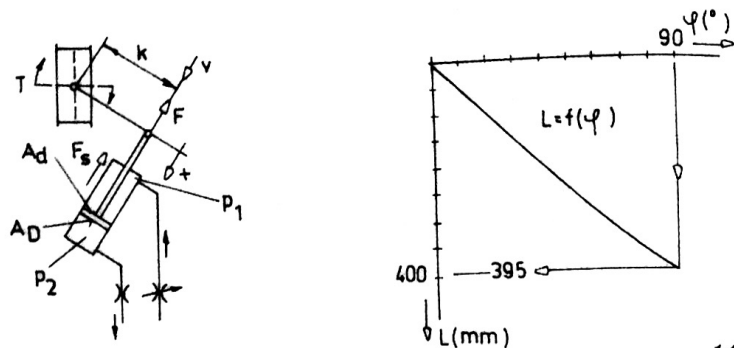
útváltó, melynek mágnes (Y3) üzemszerűen állandóan feszültség alatt áll, áramki-maradás esetén a csőzárát zárásra kapcsolja.

Statikus méretezés

A rendszer elemeinek kiválasztását mindig a kimeneti energiaátalakítókkal - jelen esetben a munkahenger (10) - kell kezdeni. A munkahenger szükséges dugattyúfelülete és lökete a kinematikai vázlat és a nyomaték-szükséglet alapján határozható meg. (143; 145. ábrák).

A dugattyú által kifejtendő erő:

$$F = \frac{T}{k} = \frac{550}{0,3} = 1840 \text{ (daN)}$$



145. ábra

A dugattyú /dugattyúrúd statikus erőegyensúlyi egyenlete:

$$p_1 \cdot A_d - p_2 \cdot A_D - F_s - F = 0$$

Bevezetve a $\varphi = \frac{A_D}{A_d}$ és az $F_s + F = \frac{1}{\eta_m} \cdot F$ összefüggéseket,

A szükséges dugattyúfelület:

$$A_D = \frac{F}{\eta_m \left(\frac{1}{\varphi} \cdot p_1 - p_2 \right)} = \frac{1,84 \cdot 10^4}{0,92 \left(\frac{1}{1,25} \cdot 136 - 5 \right) \cdot 10^5} = 1,93 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$$

ahol

- $\eta_m = 0,92$ (a munkahenger mechanikai hatásfoka)
- $\varphi = 1,25$ (működő dugattyúfelületek viszonya)
- $p_1 = (0,85 \div 0,9) p_{\max} = 0,85 \cdot 160 = 136$ (bar)
- $p_2 = 5$ (bar)

A felületnek megfelelő dugattyúátmérő: $D = 49,57$ (mm)

A választott munkahenger: $\varnothing 50 / \varnothing 22 \times 400$

A tényleges felületek: $A_D = 19,625$ (cm²)

$A_d = 15,45$ (cm²)

A választott munkahenger adataival a szükséges nyomás:

- záráskor: 123,5 (bar)
- nyitáskor 97,8 (bar)

Következhet a hidroakkumulátor kiválasztása. Az általa kibocsátott olajtérfogat után-töltés nélkül elegendő kell legyen a csőzár egyszeri nyitásához és zárásához, azaz:

$$\Delta V = (A_D + A_d) \cdot L = (19,625 + 15,45) \cdot 39,5 = 1385,46 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$p_3 = p_{\max} = 160 \text{ (bar)}$$

$$p_2 = p_{\min} = 123,5 + \Sigma \Delta p = 123,5 + 6,5 = 130 \text{ (bar)}$$

$$p_1 \leq \frac{p_2}{1,1} = \frac{130}{1,1} = 118 \text{ (bar)} \rightarrow p_1 = 110 \text{ (bar)}$$

ahol

$\Sigma \Delta p = 6,5$ (bar) a körfolyamág becsült nyomásvesztesége a maximális térfogatáramnál.

Az akkumulátor névleges térfogatát a 6 (s)-os zárási idő miatt az adiabatikus állapotváltozásra vonatkozó összefüggésből kell meghatározni:

$$V_1 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{1,385 \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{110 \cdot 10^5}{130 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} - \left(\frac{110 \cdot 10^5}{160 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}}} = \frac{1,385 \cdot 10^{-3}}{0,8875 - 0,765} = 11,32 \cdot 10^{-3} \text{ (dm}^3\text{)}$$

A járatos névleges térfogat: 10 (dm³). Ezt választva, a p_3 nyomás értékét kell növelni:

$$p_3 = \frac{p_1}{\left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{\Delta V}{V_1} \right]^n} = \frac{110 \cdot 10^5}{\left[\left(\frac{110 \cdot 10^5}{130 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} - \frac{1,385 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} \right]^{1,4}} = 164,89 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} = 165 \text{ (bar)}$$

Miután a szivattyú feladata csak a hidroakkumulátor töltése, a fajlagos munkatérfogata legyen: $V_g = 1$ (cm³).

A szivattyú hajtásához szükséges teljesítmény:

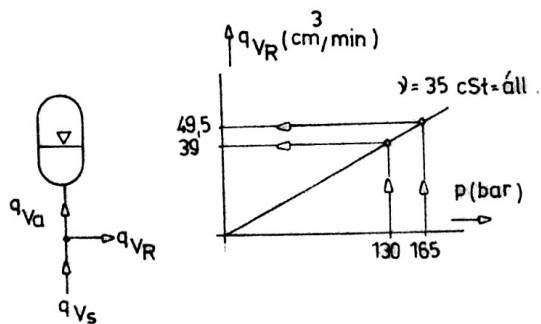
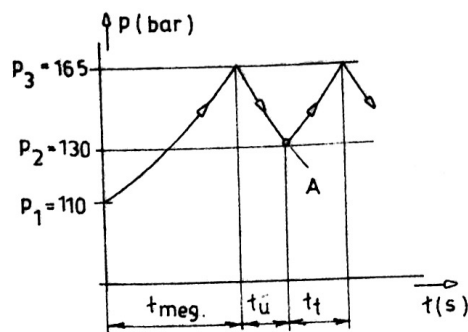
$$P = \frac{1}{\eta_o} \cdot q_v \cdot p_3 = \frac{1}{\eta_o} \cdot V_g \cdot n \cdot p_3 = \frac{1}{0,8} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \cdot 165 \cdot 10^5 = 495 \text{ (W)}$$

ahol

$n = 1440$ (1/min) = 24 (1/s) a villamos motor fordulatszám.

A rendszerben alkalmazott irányító elemek (6, 7, 8, 9, 12) névleges mérete a maximális térfogatáramhoz: ~ 6 (dm³/min) igazodóan: **NÁ6**.

Ezután meghatározható az akkumulátor nyomás-idő diagramja:



146. ábra

- a töltési idő: térfogatáram egyenlet a csomóponton:

$$q_{vS} - q_{vA} - q_{vR} = 0 \rightarrow q_{vA} = q_{vS} - q_{vR}$$

ahol

$$q_{vS} = \eta_v \cdot V_g \cdot n = 0,9 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 21,6 \cdot 10^{-6} (\text{m}^3/\text{s}) = 1,3 (\text{dm}^3/\text{min})$$

$$q_{vR} = 2 \cdot \frac{39 + 49,5}{2} = 88,5 (\text{cm}^3/\text{min}) = 1,475 \cdot 10^{-6} (\text{m}^3/\text{s})$$

a (6) és (7) útváltók közepes résvesztése az ábra alapján.

$$q_{vA} = q_{vS} - q_{vR} = 21,6 \cdot 10^{-6} - 1,475 \cdot 10^{-6} = 20,125 \cdot 10^{-6} (\text{m}^3/\text{s})$$

$$q_{vA} \cdot t_t = V_1 \left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \rightarrow t_t$$

$$t_t = \frac{V_1 \left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{q_{vA}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \left[\left(\frac{110 \cdot 10^5}{130 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} - \left(\frac{110 \cdot 10^5}{165 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} \right]}{20,125 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 10^{-3} (0,8875 - 0,749)}{20,125 \cdot 10^{-6}} = \frac{1,39 \cdot 10^{-3}}{20,125 \cdot 10^{-6}} = 69 (\text{s})$$

- az ürtési idő:

$$\Delta V = q_{vR} \cdot t_u = V_1 \left[\frac{p_1}{p_2} - \frac{p_1}{p_3} \right] \rightarrow t_u$$

$$t_u = \frac{V_1 \left[\frac{p_1}{p_2} - \frac{p_1}{p_3} \right]}{q_{vR}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \left[\frac{110 \cdot 10^5}{130 \cdot 10^5} - \frac{110 \cdot 10^5}{160 \cdot 10^5} \right]}{1,475 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 10^{-3} (0,846 - 0,67)}{1,475 \cdot 10^{-6}} = \frac{1,76 \cdot 10^{-3}}{1,475 \cdot 10^{-6}} = 1,19 \cdot 10^3 (\text{s}) = 19,8 (\text{min})$$

- a megindulási idő (az első feltöltés ideje), ekkor: $p_2 = p_1!$

$$\Delta V = (q_{vS} - q_{vR}) \cdot t_{\text{meg}} = V_1 \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \rightarrow t_{\text{meg}}$$

$$t_{\text{meg}} = \frac{V_1 \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}{q_{vS} - q_{vR}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \left[1 - \left(\frac{110 \cdot 10^5}{165 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} \right]}{20,125 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 10^{-3} (1 - 0,749)}{20,125 \cdot 10^{-6}} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{20,125 \cdot 10^{-6}} = 1,124 \cdot 10^3 (\text{s}) = 124 (\text{s})$$

Tekintettel arra, hogy a csőzár működtetése a $p = f(t)$ görbe bármely pontján bekövetkezhet, ellenőrizni kell, hogy lehetséges-e a csőzár előírt idejű működtetése a görbe legkisebb nyomású (A) pontján bekövetkező hálózat kimaradás esetén is.

- **záráskor:**

$$\Delta V = A_d \cdot L = 15,45 \cdot 39,5 = 610,275 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\left[\frac{\Delta V}{V_1} + \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^{\frac{1}{n}} \right]^n} = \frac{110 \cdot 10^5}{\left[\frac{0,61 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-3}} - \left(\frac{110 \cdot 10^5}{130 \cdot 10^5} \right)^{\frac{1}{1,4}} \right]^{1,4}} =$$

$$= 118,5 \cdot 10^5 \text{ (Pa)} < 123,5 \text{ (bar)}$$

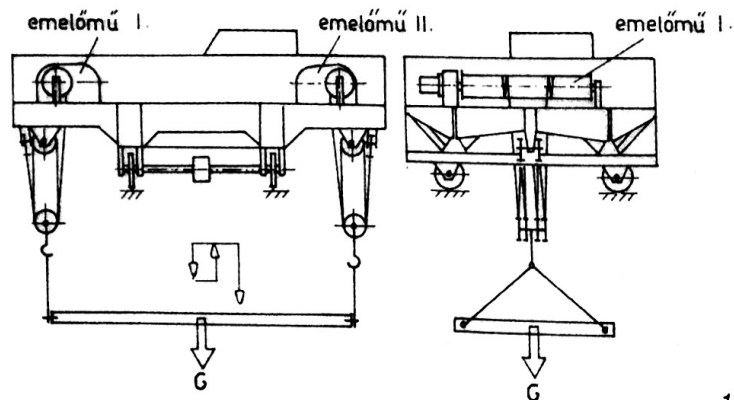
- **nyitáskor:**

$$\Delta V = A_D \cdot L = 19,625 \cdot 39,5 = 775,19 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$p_2 = 115,6 \text{ (bar)} > 97,8 \text{ (bar)}$$

11.3.2 Két emelőműves hidromechanikus daru (mintafeladat)

A 147. ábrán látható jellegű - két emelőműves, külpontos terhelésű - hidromechanikus daru emelés/süllyesztés főmozgásának vezérlési - és biztonságtechnikai követelményei:



147. ábra

- az emelőművek egyenkénti -, s együttes mozgatása,
- a mozgási sebesség fokozatmentes vezérlése, különválasztva a teher nélküli gyors-, és a teherrel történő lassú mozgást,
- együttes mozgásnál a szinkronfutás biztosítása mind emelésnél, mind süllyesztésnél a lehetséges sebességtartományban,
- hidraulikus fékezés biztosítása,
- a teher öntörvényű mozgásának (megszaladásának) megakadályozása,
- az esetleges szinkronizációs hiba esetén a mozgás letiltása.

Terhelési- és sebesség adatok:

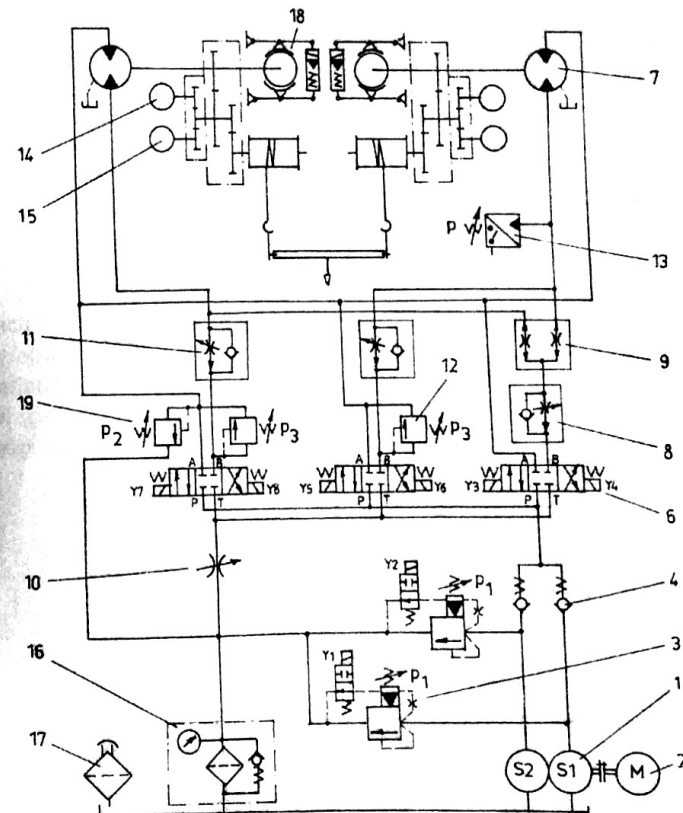
maximális terhelhetőség: $G \leq 30 \cdot 10^4 \text{ (N)}$

a tehermozgatás (emelés/süllyesztés) sebessége: $v_1 \leq 0,73 \text{ (m/min)}$

gyorsjárat sebesség: $v_2 \leq 1,38 \text{ (m/min)}$

A kapcsolási vázlat tervezése

A vezérlési- és a biztonságtechnikai követelményeket megvalósító körfolyam kapcsolási vázlat a 148. ábrán látható.



148. ábra

A hidromotorok (7) a párhuzamos bekötésű, zárt középállású útváltók (6) révén egyenként is és együttesen is táplálhatók. A két mozgásállapot közül az előbbi a manőverezési készséget növeli, az utóbbi, pedig alapfunkciója a két emelőműves daruknak.

A mozgási sebesség mindkét esetben a kifolyóágba kötött fojtóval (10) fokozatmentesen vezérelhető. A teherrel történő együttes mozgásnál mind emelésnél, mind süllyesztésnél biztosítandó az emelőművek azonos sebességű mozgása (szinkronfutása), ellenkező esetben ugyanis a kötélágak aszimmetrikus terhelése áll elő, ami a daru stabilitásának felbomlását - "félábra állását" - eredményezheti. Ez célszerűen áramviszony-állandósítóval (9) valósítható meg, s ennek a vázolt bekötése - emelésnél befolyóági (osztó), süllyesztésnél kifolyóági (összegző) - biztosítja, hogy az a mindenkor nagyobb energiaszintű körfolyamágban van, s így mindenkor hatékony marad. A hidromotorok süllyesztéskori kifolyóágába kötött 2-utú áramállandósítók (8; 11) áramkorlátozó szerepük révén kettős feladatot látnak el, egyrészt rendszer-, másrészt biztonságtechnikait. Rendszertechnikai szerepük a kifolyóági fojtásos sebességvezérlés követelményeiből fakad. Biztonságtechnikai szempontból, pedig egyrészt az utánuk következő vezetékágakban történő bármilyen meghibásodás - csőtörés, fojtó hiba, stb. - esetére megakadályozzák a teher megszaladását, másrészt a megengedett üzemi sebességeken belül a védelem megszólalását. Süllyesztési üzemmódban, fékezésnél a hidromotorokkal mozgatott tömeg kinetikai energiáját az útváltók (6) zárt középállásában a fékszelepként funkcionáló nyomáshatárolók (12) emésztik fel.

A mechanikus hajtóművekre telepített elektrohidraulikus féklazítóknak (18), a szinkron hajtott fordulatszám-távadóknak (14) és gyorsulásérzékelőknek (15) alapvetően mozgásállapot ellenőrző-, korlátozó-, illetve reteszelő szerepe van. A fordulatszám távadók az állandósult-, a gyorsulásérzékelők, pedig az átmeneti állapotot figyelik. Ez utóbbiak vészhelyzet kapcsolóként funkcionálnak és a fék (18), valamint a mechanikus hajtás közötti törést, illetve a kötélszakadást kivéve, az "eldrők" (18) kapcsolásával a teherzuhanását megakadályozzák. A fordulatszám távadók a fordulatszámukkal arányos jelűk (feszültség) révén alkalmasak egy meghatározott asszinkronitás, illetve a megengedett maximális fordulatszám (sebesség) túllépése esetén a mozgás letiltására. A lassú - és a gyorsjárat eltérő térfogatáram igényét szivattyúcsoport (1) biztosítja.

Statikus méretezés

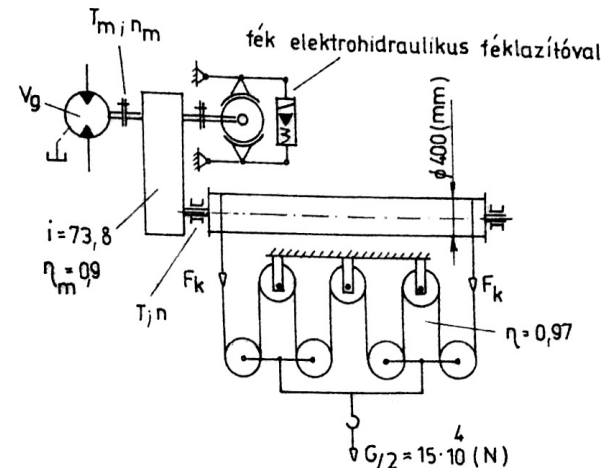
- a hidromotor kiválasztása:

Kerületi erő a kötéldobon:

$$2F_k = \frac{G/2}{4 \cdot \eta} = \frac{15 \cdot 10^4}{4 \cdot 0,97} = 3,87 \cdot 10^4 \text{ (N)}$$

A teher nyomatóka a kötéldob tengelyén, ill. a hajtómű lassú fordulatu tengelycsonkján:

$$T = \frac{D}{2} (2F_k) = 0,2 \cdot 3,87 \cdot 10^4 = 7680 \text{ (Nm)}$$



149. ábra

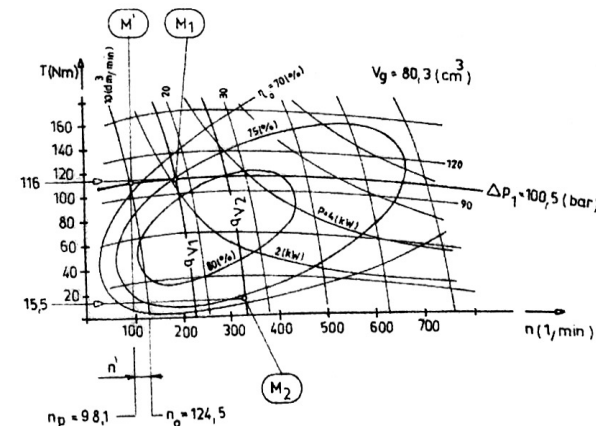
Nyomaték a hajtómű gyors fordulatu tengelyén, ill. a hidromotor tengelycsonkján:

$$T_m = \frac{T}{i \cdot \eta_m} = \frac{7680}{0,9 \cdot 73,8} = 116 \text{ (Nm)}$$

A hidromotoron létrejövő nyomásesést $\Delta p = 100 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$ -ra, a mechanikai/ hidraulikai hatásfokot $\eta_{mh} = 0,88$ -ra felvéve, a szükséges fajlagos munkatérfigat:

$$V_g = \frac{2\pi \cdot T_m}{\eta_{mh} \cdot \Delta p} = \frac{2\pi \cdot 116}{0,88 \cdot 100 \cdot 10^5} = 8,29 \cdot 10^{-5} \text{ (m}^3\text{)} = 82,9 \text{ (cm}^3\text{)}$$

A választott hidromotor - $V_g = 80,3 \text{ (cm}^3\text{)}$ - kagylódiagramja, a bejelölt munkapon-tokkal a 150. ábrán látható.



150. ábra

A hajtás térfogatáram igényeinek a meghatározásához szükséges fordulatszámok:

- **kötéldob fordulatszám:**

$$n_1 = \frac{4 \cdot v_1}{D \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1,22 \cdot 10^{-2}}{0,4 \cdot \pi} = 3,88 \cdot 10^{-2} \text{ (1/s)} = 2,33 \text{ (1/min)}$$

$$n_2 = \frac{4 \cdot v_2}{D \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}}{0,4 \cdot \pi} = 7,32 \cdot 10^{-2} \text{ (1/s)} = 4,39 \text{ (1/min)}$$

- **hidromotor fordulatszám:**

$$n_{m1} = i \cdot n_1 = 73,8 \cdot 3,88 \cdot 10^{-2} = 2,866 \text{ (1/s)} = 172 \text{ (1/min)}$$

$$n_{m2} = i \cdot n_2 = 73,8 \cdot 7,32 \cdot 10^{-2} = 5,4 \text{ (1/s)} = 324 \text{ (1/min)}$$

A hidromotor volumetrikus hatásfoka az M' munkapontbeli $\Delta p = 100,5$ (bar) nyomáskülönbségnél:

$$\eta_{v1} = \frac{n_p}{n_o} = \frac{98,1}{124,5} = 0,787$$

A hidromotor M1 munkapontbeli térfogatáram igénye:

$$q_{v1} = \frac{1}{\eta_{v1}} \cdot V_g \cdot n_{m1} = \frac{1}{0,787} \cdot 80,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2,866 = 2,92 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} = 17,55 \text{ (dm}^3\text{/min)}$$

A gyorsjáratú süllyesztés térfogatáram igénye:

$$q_{v2} = \frac{1}{\eta_{v2}} \cdot V_g \cdot n_{m2} = \frac{1}{0,968} \cdot 80,3 \cdot 10^{-6} \cdot 5,4 = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} = 26,88 \text{ (dm}^3\text{/min)}$$

ahol

$$\eta_{v2} = 0,968 \text{ az M2 munkapontbeli volumetrikus hatásfok:}$$

$$G_{\text{önsúly}} = 4 \cdot 10^5 \text{ (N)} ; \Delta p_2 \sim 15,5 \text{ (bar)}$$

- **a szivattyúcsoport kiválasztása:**

A fojtásos sebességvezérlés miatt a szivattyúcsoport túlfolyószelepes üzemmódban dolgozik, s ezért a biztosítandó térfogatáramok:

$$q_{vs1} = (1,1 \div 1,2) \cdot 2q_{v1} = 1,15 \cdot 2 \cdot 2,92 \cdot 10^{-4} = 6,716 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} = 40,3 \text{ (dm}^3\text{/min)}$$

$$\Sigma q_{vs} = q_{vs1} + q_{vs2} = (1,1 \div 1,2) \cdot 2 \cdot q_{v2} = 1,15 \cdot 2 \cdot 4,48 \cdot 10^{-4} = 1,03 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3\text{/s)} = 61,8 \text{ (dm}^3\text{/min)}$$

A választott szivattyúcsoport műszaki adatai:

térfogatáramok: $q_{vs1} = 40 \text{ (dm}^3\text{/min)}$

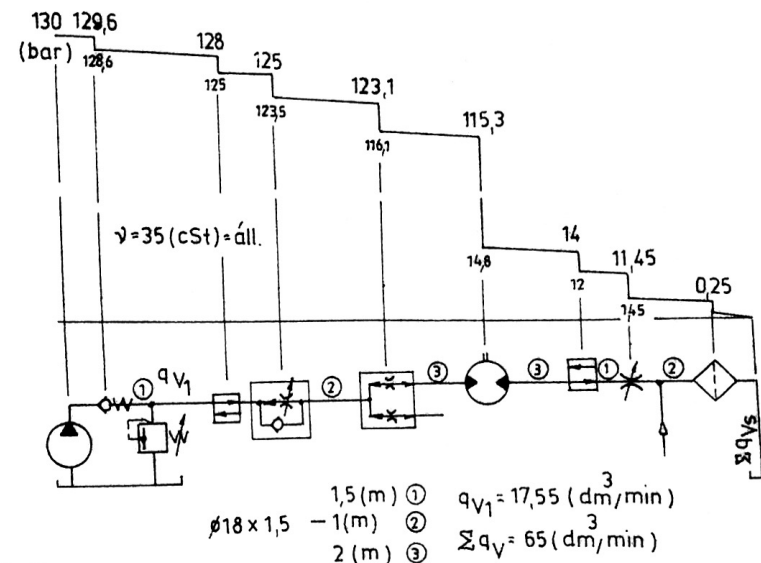
$q_{vs2} = 25 \text{ (dm}^3\text{/min)}$

terhelhetőség: névleges: 160 (bar)

maximális: 200 (bar)

fordulatszám: $n = 1450 \text{ (1/min)}$

A szivattyúcsoport hajtásához szükséges teljesítmény, továbbá a nyomáshatárolók beállítási értékének a megállapításához meg kell határozni a nyomás alakulását az emelési munkafázisban. A számítási részletektől eltekintve a nyomás áramlási útvonal menti változása a 151. ábrán látható.



151. ábra

A szivattyú csoport hajtásához szükséges teljesítmény:

$$P = \frac{1}{\eta_o} (q_{vs1} \cdot p_1 + q_{vs2} \cdot \Delta p) = \frac{1}{0,8} (0,67 \cdot 10^{-3} \cdot 130 \cdot 10^5 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^5) =$$

$$= \frac{1}{0,8} (8710 + 105) = 11018,75 \text{ (W)} \sim 11 \text{ (kW)}$$

ahol

Δp - a tehermentesített szivattyút (S2) terhelő nyomásvesztés = 2,5 (bar)

A választott villamos motor (2): VZ 160 M4 11 (kW) ; 1445 (1/min)

A számított térfogatáram értékek alapján választott irányítóelemek névleges mérete:

NÁ10

A nyomáshatárolók beállítási értékei:

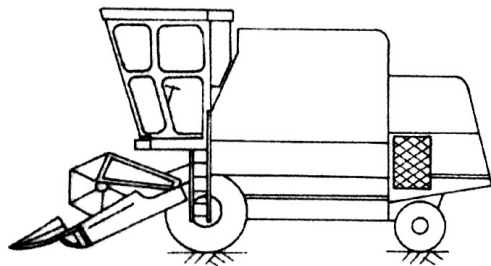
- (3); (4) jelű : 130 (bar)
- (12) jelű : 120 (bar)
- (19) jelű : 25 (bar)

Az áramállandósítók beállítási értékei:

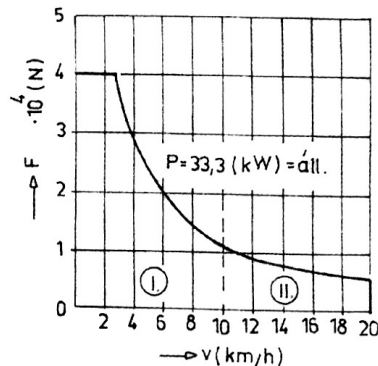
- (8) jelű : 55 (dm³/min)
- (11) jelű : 18 (dm³/min)

11.3.3 Tervezési feladatok

1. A mellékelt műszaki adatok és vonóerő/sebesség diagram alapján tervezze meg a magajárgép járszerkezet hajtásának körfolyamatát. Statikus méretezés alapján válassza ki annak energiaátalakítóit (szivattyú /hidromotor). Határozza meg a hajtás összhatósfokát (kerékteljesítmény/szivattyú hajtásához szükséges teljesítmény) a legnagyobb vonóerőhöz tartozó munkapontban. Az energiaátalakítók közötti távolság 3 (m).



152. ábra



Műszaki adatok:

Dízel motor:

- teljesítmény ≤ 120 (kW)
- fordulatszám ≤ 30 (1/s)

A gumiabroncs (23,1/18-26) gördülőkör sugara:

$R = 688 \text{ (mm)}$

Áttétel a dízel motor és a szivattyú között:

$i = 1,45 \text{ (gyorsító)}$

A mechanikus hajtóművek hatásfoka: $\eta = 0,9$.

A járszerkezet hajtás zárt körfolyamú, s a jellege szerint "híd" - ill. "kerék" hajtású.

Feladatszám	A1	A2	B1	B2	B3
"HÍD"	78,8	85			
A hajtás jellege	33,9	33,6			
"KERÉK"			38,3	47,6	50,54

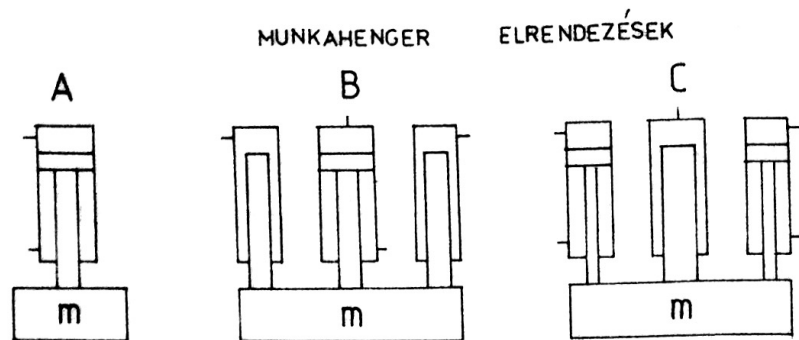
Hídhajtásnál a mechanikus differenciálzár(mű) bemenetén a kétfokozatú mechanikus sebességváltó (terepváltó) közvetítésével állandó fajlagos munkatér fogatú hidromotor hajt be.

A **kerékhajtásnál** mindkét kerék a kerékagyba épített bolygómű közvetítésével két pont kapcsolású (terepváltó) változtatható fajlagos munkatér fogatú hidromotorral hajtott. Itt a mechanikus differenciálzár(mű) járműtechnikai szolgáltatásait hidraulikus differenciálzár (osztó/összegző) biztosítja.

2. A mellékelt műszaki adatok és a kiválasztott munkahenger elrendezés (A; B; C) figyelembevételével tervezze meg a hidraulikus működtetésű prégép elvi kapcsolási vázlatát. Statikus méretezés alapján válassza ki a körfolyam energiaátalakítóit (munkahengerek/szivattyúk). Határozza meg a szivattyú(k) hajtásához szükséges teljesítményt, s válasszon villamos motort. Energiatakarékos körfolyamot alakítson ki (153. ábra).

Feladatszám	1	2	3	4	5	
Mozgatott tömeg (kg)	500	750	1000	1500	1500	
Max. préselési erő (MN)	0,63	1,0	1,6	2,5	3,2	
Max. löketút (mm)	1000	630	630	630	630	
Mozgási sebességek	(mm/s)					
LEFELE	v_{11}	80	35	40	35	35
	v_{12}	20	10	15	15	15
	v_{13}	5	5	5	3	3
FELFELE	$v_2 >$	100	70	80	70	70

153. ábra



153. ábra

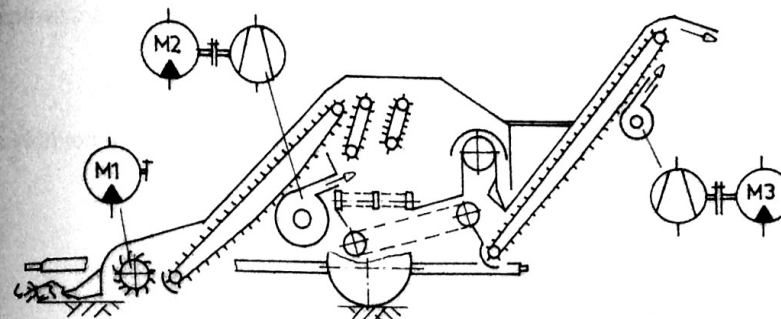
3. A terménytisztító - és osztályozógép munkaszervei közül a szállítócsiga, a szállítószalag és a tisztító ventilátor közvetlenül, míg az osztályozó 1 : 5 mechanikus áttételen keresztül hidromotorral hajtott. A szivattyú(k) terhelésmentes indítása mellett "önálló" útváltó alkalmazása nélkül tervezze meg a körfolyam elvi kapcsolási vázlatát. A hidromotorok egyidejűleg üzemelnek. A ventilátor hajtásánál leálláskor biztosítsa, a szabad kifutást.

Válassza ki az energiaátalakítókat, határozza meg a szivattyú(k) hajtásához szükséges teljesítményt és válasszon villamos motort.

	T (Nm)	n (1/s)
SZÁLLÍTÓCSIGA	30	3,2
SZÁLLÍTÓSZALAG	30	5
VENTILÁTOR	25	26
OSZTÁLYOZÓ	200	0,7

4. A zöldbab betakarítógép technológiai szervei közül a felszedő (M1), a ventilátor I. (M2) és a ventilátor II. (M3) hajtása közvetlenül hidromotorral történik (154. ábra).

	FELSZEDŐ	VENTILÁTOR I.	VENTILÁTOR II.
n (1/s)	3-4	13,5-20	11,5-16,5
P (kW)	2,5	≤ 5	≤ 1,5



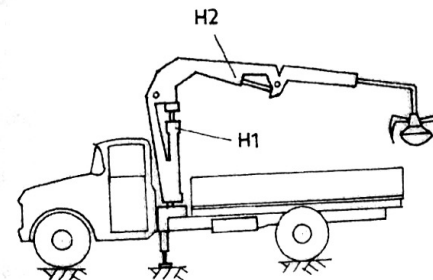
154. ábra

A hidraulikus rendszernek biztosítani kell a technológiai szervek együtt indulását, továbbá fordulatszám tartományaik beállíthatóságát és a felszedő esetén annak külső terhelésváltozástól független értékét. Biztosítani kell továbbá a szivattyú(k) lekapcsolása esetén a technológiai szervek (forgó tömegek) szabad kifutását.

A szivattyú(k) hajtása a traktor "TLT"- tengelyéről kardánnal történik, melynek fordulatszáma: ≤ 30 (1/s)

A szivattyú(k) terhelésmentes indítása mellett, "önálló" útváltó alkalmazása nélkül tervezze meg a körfolyam elvi kapcsolási vázlatát. Statikus méretezés alapján válassza ki a rendszer energiaátalakítóit, s határozza meg a szivattyú(k) hajtásához szükséges teljesítményt.

5. A tehergépkocsira szerelt hidraulikus működtetésű forgórakodó mozgásfunkciói közül tervezze meg az emelés (H1) és a billentés (H2) körfolyamát. A munkahengerek egyedileg és egyidejűleg is működtethetők legyenek. Terhelés érzékeny (LS) vezérlést tervezzen, kézi működtetésű útváltókkal.

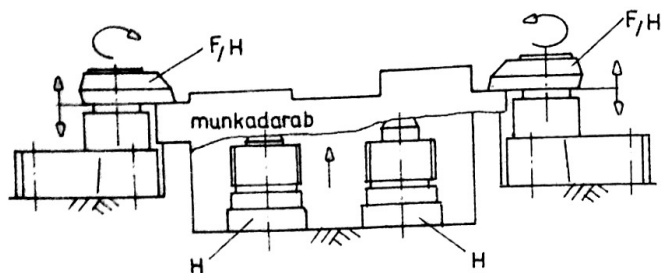


155. ábra

	F ⁺ (N)	v (m/s)	l (mm)
EMELÉS (H1)	$(15-20) \cdot 10^4$	0,08	630
BILLENTÉS (H2)	$(4-10) \cdot 10^4$	0,1	800

A szivattyú hajtása a dízel motorral - $n \leq 30$ (1/s) - történik, s a hajtás áttételt tartalmazhat. Statikus méretezés alapján válassza ki a munkahengereket és a szivattyút, s határozza meg a hajtási teljesítményigényt.

6. A munkadarab befogókészülék két-két darab hidraulikus leszorító elemet (F/H és alátámasztott (H) tartalmaz



156. ábra

	F_{elem} (kN)	l (mm)
Leszorítás (F/H)	3,2	12
Alátámasztás (H)	2	5
Szorítási idő	15 (min)	

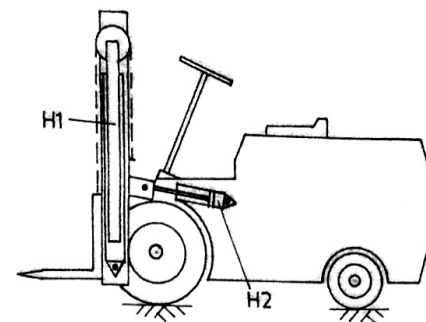
Szorításkor a kötött mozgásrend: leszorító elemek \rightarrow alátámasztók. Hidraulikus sorrendvezérlést alkalmazzon. A jelentékeny megmunkálási időt is figyelembe véve energiatakarékos körfolyamot tervezzen.

Válassza ki a szorítóelemeket, a szivattyút a hidroakkumulátort és a villamos motort
Az útváltó résvesztése: $q_{vR} = 45$ (cm³/min) $p = 150$ (bar) nyomáskülönbégnél.

7. Tervezze meg egy hidraulikus működtetésű villás emelőtargonca hidraulikus körfolyamát a következő szempontok figyelembe vételével (ld. 157. ábra):

- az emelési (H1) és a billentési (H2) folyamat egyedileg és egyidejűleg is működtethető legyen. A (H1) jelű munkahenger búvárdugattyús.
- mindkét mozgás mindkét irányú sebessége változtatható legyen.
- a felemelt teher tömlőszakadás, vagy egyéb csővezetéki meghibásodás esetén sem zuhanhat le (korlátozott sebességgel süllyedhet).
- biztosítsa a felemelt teher résvesztésmentes tartóhelyzetét,
- gondoskodjon a felemelt teher lüktetéséből (szállítás egyenetlen útviszonyok mellett) eredő nyomáslengések mérséklésére és/vagy határolására.

- biztosítsa a szivattyú terhelésmentes indítását.



157. ábra

A feladat megoldásánál 4-utu útváltókat alkalmazzon villamos működtetéssel. A következő műszaki adatok ismeretében statikus méretezés alapján válassza ki a munkahengereket és a szivattyút, valamint határozza meg annak hajtási teljesítményigényét.

	m (kg)	F (N)	v (m/s)	l (mm)
EMELÉS (H1)	2000		0,1	1500
BILLENÉS (H2)		1500	0,05	150

11.4 Hidraulika elemek próbapadi mérései

A mérések a Gépészeti- és Rendszertechnikai Intézet által kifejlesztett un. univerzális hidraulikus mérőpadon történnek. A rendszerben levő munkafolyadék Hidrokomol P-46.

Figyelem: minden egyes mérésről hallgatói mérési jegyzőkönyv készül, amely tartalmazza:

- a mért elem jellemzőit,
- a mérés eszközeit és körülményeit,
- a mérési adatokat, valamint az ezekből
- milliméterpapíron, léptékhelyesen megrajzolt jelleggörbét.

11.4.1 Szivattyú kagylódiagramjának felvétele

A kagylódiagram a különböző, de állandó értéken tartott fordulatszámokhoz tartozó tényleges térfogatáram nyomásterhelés:

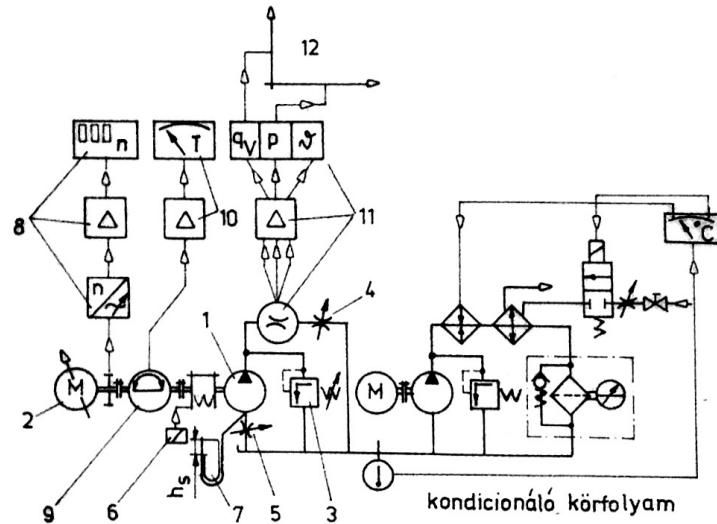
$$q_v = f(p; n = \text{áll}; v = \text{áll}; p_s = \text{áll})$$

valamint a nyomatékigény - nyomásterhelés:

$$T = f(p; n = \text{áll}; v = \text{áll}; p_s = \text{áll})$$

jelleggörbék felhasználásával határozható meg. A mérőkör tartalmazza egyrészt a méréshez szükséges elemeket és mérőeszközöket, másrészt pedig, az ún. kondicionáló körfolyamot. Ez utóbbinak a feladata a mérés időtartama alatt a munkafolyadék hőmérsékletének (viszkozitásának) előírt értéken tartása.

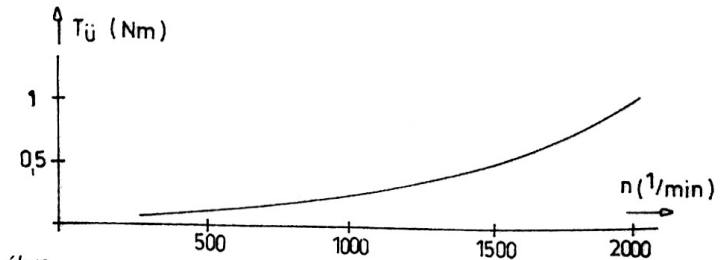
A mérőkör összeállítása a 158. ábrán látható.



158. ábra

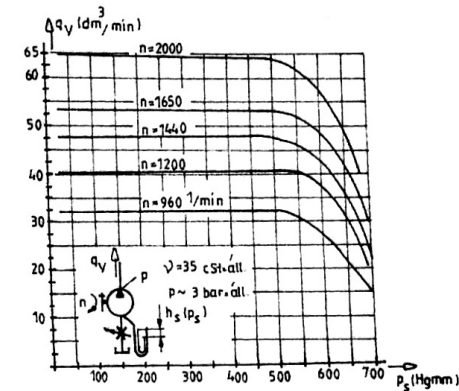
A mérések megkezdése előtt fel kell venni:

- a hajtórendszer üresjárás (szivattyú nélküli) nyomatékigényét a fordulatszám függvényében: $T_0 = f(n)$ (159. ábra).
- a szivattyú szívási jelleggörbét: $q_v = f(p_s; n = \text{áll}; v = \text{áll}; p \sim 0)$. A mérés menete a következő: a különböző, de állandó értéken tartott fordulatszámoknál a szívóági fojtó (5) különböző fojtási állapota mellett mérni kell a tényleges térfogatáram (q_v - 11) és a szívótéri nyomás (p_s - 7) összetartozó értékeit. A mért pontokat diagramban (160. ábra) ábrázolva, a legnagyobb fordulatszámhoz tartozó jelleggörbéből megállapítható az a szívótéri nyomás, amelyet az



159. ábra

azonos szívási viszonyok miatt, a különböző fordulatszámokhoz tartozó q_v - p jelleggörbék felvételénél állandó értéken kell tartani.



160. ábra

A szívási jelleggörbe szemléltetésére szolgál a 160. ábrán látható jelleggörbecsoport.

Megjegyzés:

A jelen mérésnél ezek az általános előkészületek nem szükségesek mert:

- a hajtórendszer üresjárás jelleggörbét a 159. ábra tartalmazza,
- a vizsgált szivattyú szívócsonkján a feladó szivattyú miatt túlnyomás van.

A kagylódiagram felvételéhez szükséges q_v - p, ill. T - p jelleggörbék mérésének menete a következő:

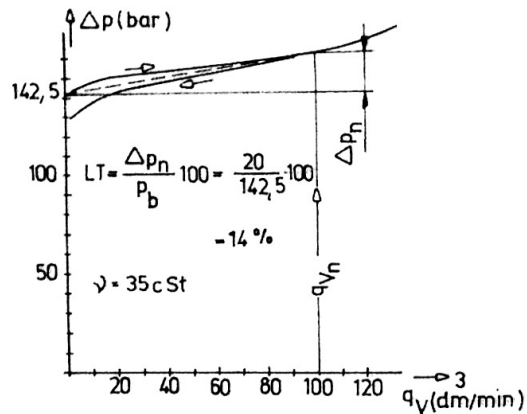
A nyomóági fojtóval (4) terhelni kell a szivattyút, s közben összetartozó adatként mérni kell:

- a terhelés nagyságát (p - 11)
- a tényleges térfogatáramot (q_v - 11)
- a nyomaték felvételt (T - 10)

Közben ellenőrizni, s eltérés esetén korigálni kell a szivattyú fordulatszámát (n - 8). A mérési pontokat q_v - p, ill. T - p koordináta-rendszerben léptékhelyesen ábrázolva, vagy x - y rekorderrel (12) felrajzolva adódnak a különböző fordulatszámokhoz tar-

lyásnál egy meghatározott nyomásértékre (p_{be}) be kell állítani.

- ezután a szelep változatlanul hagyása mellett a térfogatáramot (2) fokozatosan növelni kell a névleges értékig és vissza.



163. ábra

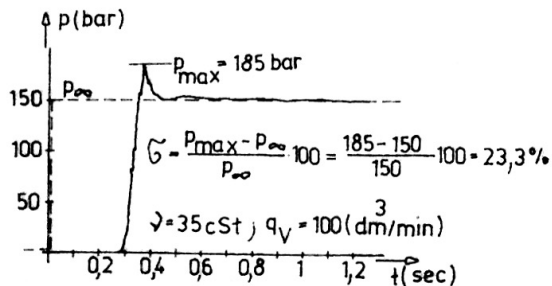
Közben összetartozó értékpáronként mérni/regisztrálni (4) kell.

- a térfogatáramot,
- a szelep előtti és utáni nyomások különbségét. (A szelep utáni nyomás kis hidraulikus ellenállás esetén elhanyagolható).
- a kapott mérési pontokat lépték helyesen ábrázolva adódik a statikus jelleggörbe, s meghatározható az ún. lefújási tartomány (LT). Célszerű megfigyelni, hogy jelentősen eltérő beállítási nyomásoknál hogyan változik a statikus jelleggörbe meredeksége (LT).

b.) **dinamikus** jelleggörbe, ld. 164. ábra

A mérés menete a következő:

- a mérendő szelepet (1) a névleges térfogatáramnál egy meghatározott nyomásértékre ($p_{be} = p$) be kell állítani.
- majd az útváltó (6) kapcsolásával, ugrásfüggvény jelleggel nyitásra kell kényszeríteni, rögzítve (8) a nyomásadó (7) által felvett $p(t)$ függvényt. Az így felvett jelleggörbék közül meghatározható a túllendülés (6) mértéke (164. ábra).



164. ábra

11.4.3 Áramirányítók jelleggörbéjének felvétele

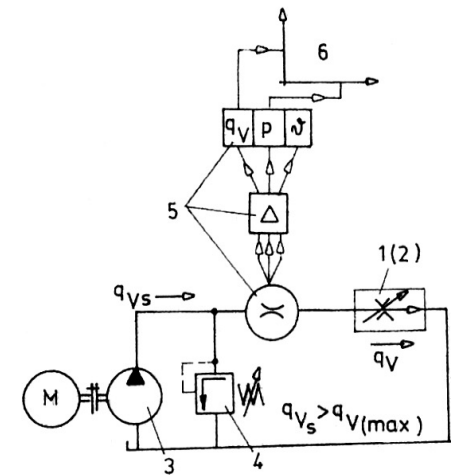
A mérőkör összeállítása a 165. ábrán látható. A kondicionáló körfolyamra tett megjegyzés a korábbival megegyező.

A mérendő áramirányító:

- (1) 2 utú áramállandósító
- (2) fojtó.

A mérés menete a következő:

- a mérendő szelepet a minimális nyomáskülönbség mellett - a nyomáshatároló (4) fellazított állapotában - adott átfolyásra be kell állítani ($q_v < q_{vs}$)



165. ábra

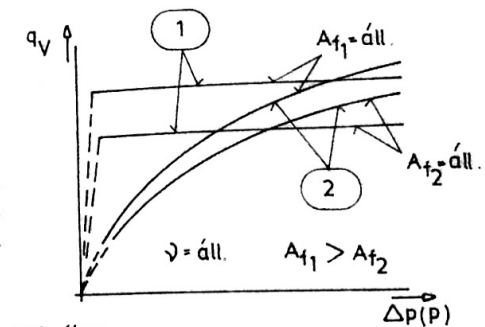
- ezután a szelep változatlanul hagyása mellett a nyomáshatároló (4) fokozatos előfeszítésével növelni kell a nyomást / nyomáskülönbséget.

Közben összetartozó értékpárokként mérni (5) / regisztrálni (6) kell:

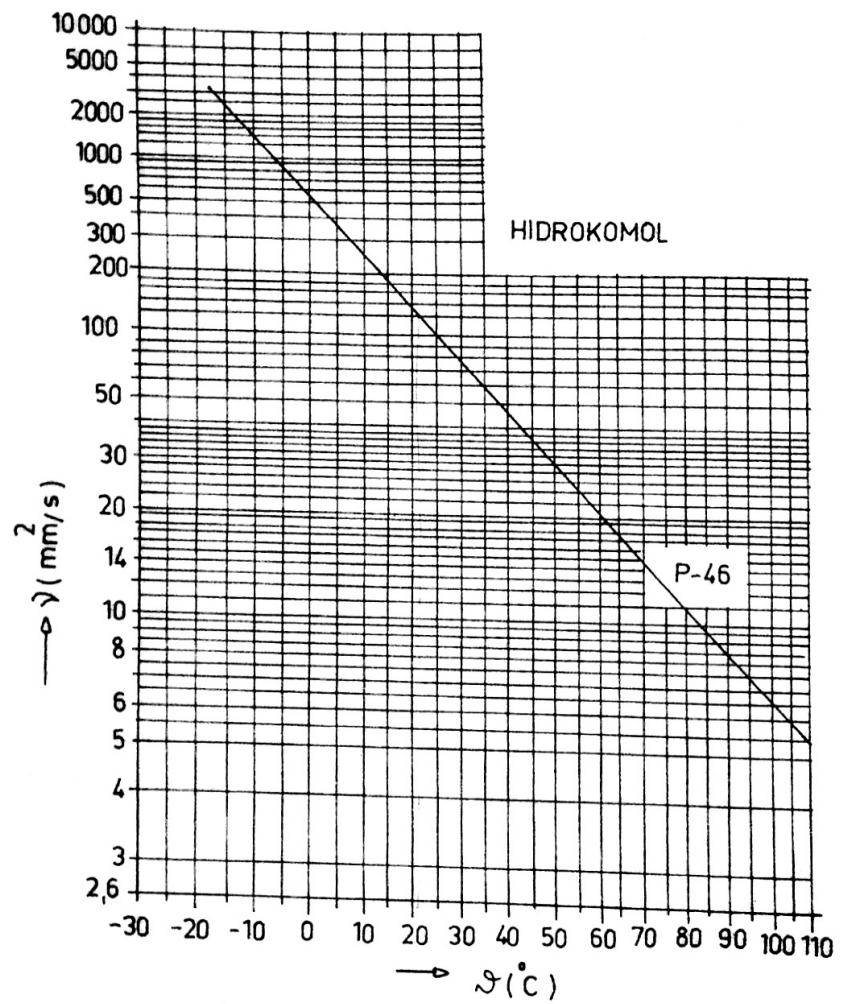
- a térfogatáramot,
- a szelep előtti és utáni nyomások különbségét (A szelep utáni nyomás kis hidraulikus ellenállás esetén elhanyagolható).

A kapott mérési pontokat lépték helyesen, közös koordináta rendszerben ábrázolva adódnak a jelleggörbék (166. ábra):

$$q_v = f(\Delta p; A_1 = \text{áll}; v = \text{áll})$$



166. ábra



GÉPJÁRMŰ - HIDRAULIKA
(Autótechnika ágazat)