

Szabó László

Irányítástechnika alapjai



A követelménymodul megnevezése:

Kőolaj- és vegyipari géprendszer üzemeltetője és vegyipari technikus feladatok

A követelménymodul száma: 2047-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-017-50



NYOMÁS-, TÉRFOGATÁRAM-, HŐMÉRSÉKLET-MÉRÉS

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A korszerű vegyipari üzemekben az irányítástechnika alkalmazása mindennapos feladat. Az üzemi irányítástechnika első lépéseként meg kell ismerkedni a mérés technika alapjaival, az üzemekben és az irányítástechnikai feladatok megoldásánál alkalmazott legfontosabb mérőműszerek szerkezetével, működésével, alkalmazásával.

Munkatársainak, beosztottainak el kell tudni magyarázni a műszerek működését, alkalmazásának szabályait, előírásait.

1. feladat

Üzemi gyakorlaton megismert berendezések műszerezése alapján írásban válaszoljon a következő kérdésekre:

- a/ Egy autokláv működtetéséhez milyen mérőműszereket alkalmaznak?
- b/ Bepárló berendezések üzemeltetésénél milyen műszerekkel találkozott?
- c/ Térfogatáram méréséhez milyen műszereket alkalmaznak?

Autokláv működtetésénél alkalmazott műszerek: _____

Bepárló berendezés üzemeltetésénél alkalmazott műszerek: _____

Térfogatáram méréséhez alkalmazható műszerek: _____

2. feladat

Milyen paraméter mérésére alkalmazunk U-csöves mérőműszert? Milyen értéket olvasunk le az U-csöves mérőműszer skálájáról? Hogyan határozható meg a mérőműszer skálájáról leolvasott érték alapján a műszerrel mért érték?

Egészítse ki az alábbi válaszokat!

Az U-csöves mérőműszert.....mérésére alkalmazzuk.

Az U-csöves nyomásmérő skálájárólolvasunk le.

Az U-csöves nyomásmérő skálájáról leolvasott érték alapján a mért érték kiszámítása:

3. feladat

Áramló folyadék térfogatáramának méréséhez multi Pitot-csöves mennyiségmérőt alkalmazunk. Írja be az alábbi táblázatba a sebesség és a térfogatáram meghatározására alkalmazott összefüggéseket és az összefüggésekben alkalmazott betűjelek megnevezését és mértékegységét!

	Összefüggés, illetve a betűjel megnevezése	mértékegység
A Pitot-csővel mért folyadékáram sebesség		
A Pitot csöves méréssel mért térfogatáram		
v		
V _{átl}		
Δp		

ρ		
\dot{V}		
A		
d		

Megoldás

1. feladat

a/ Egy autokláv működtetésénél alkalmazott mérőműszerek: **nyomásmérő, hőmérő, szintmérő**

b/ Bepárló berendezés üzemeltetésénél alkalmazott műszerek: **nyomásmérő, hőmérsékletmérő, mennyiségmérők (például rotaméter, mérőperemes mennyiségmérő stb.)**

c/ Térfogatáram méréséhez alkalmazható műszerek: **Pitot cső, multi Pitot cső, mérőperem, rotaméter stb.**

2. feladat

Az U-csöves mérőműszert **nyomáskülönbség (nyomás)** mérésére alkalmazzuk.

Az U-csöves nyomásmérő skálájáról **szintkülönbséget** olvasunk le.

Az U-csöves nyomásmérő skálájáról leolvasott érték alapján a mért érték kiszámítása:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g \quad \text{vagy:} \quad \Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{víz}}) \cdot g$$

3. feladat

	Összefüggés, illetve a betűjel megnevezése	mértékegység
A Pitot-csővel mért folyadékáram sebesség	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}, m/s,$	m/s
A Pitot csöves méréssel mért térfogatáram	$\dot{V} = A \cdot v_{\text{átl}} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$	m ³ /s
v	helyi sebesség, multi Pitot cső esetén az átlagsebesség	m/s
v _{átl}	átlagsebesség	m/s
Δp	A Pitot csővel mért nyomáskülönbség	Pa
ρ	Az áramló folyadék sűrűsége	kg/m ³

\dot{V}	Térfogatáram	m ³ /s
A	A cső keresztmetszete	m ²
d	A csőátmérő	m

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

MÉRÉS

A természeti jelenségek vagy műszaki folyamatok fizikai jellemzőiről, a folyamatok állapothatározóiról mérés útján szerzünk tudomást.

A mérés az a tevékenység, amellyel valamely fizikai mennyiségnek, állapothatározónak (egységesen: mennyiség) **mérőszámát** a **mértékegységével** való **összehasonlítás** útján meghatározzuk.

A mérés végrehajtásán, a mérési adatok felvételén a mérőműszer leolvasását és a megállapított adat maradandó rögzítését értjük.

MÉRŐMŰSZEREK

1. Nyomásmérők

Nyomás minden olyan eszközzel mérhető, amelyben a nyomásváltozás hatására mérhető fizikai változás ébred. A gyakorlatban a nyomást **hidrosztatikai elven**, vagy a **rugalmas alakváltozás** elvén mérjük.

Hidrosztatikai elven működő nyomásmérő az U-csöves és a ferdecsöves nyomásmérő.

A rugalmas alakváltozás elvén működő nyomásmérők

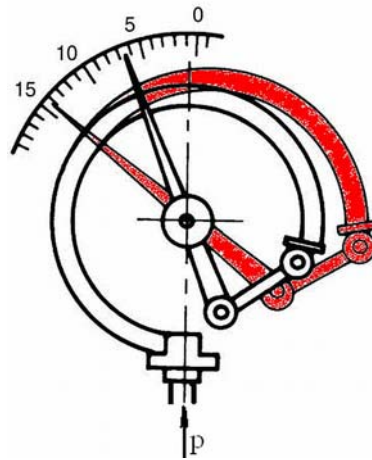
Rugalmas alakváltozás elvén működő nyomásmérők:

- a csőrugós (Bourdon-csőves) nyomásmérő,
- a csőmembrános nyomásmérő,
- a síkmembrános nyomásmérő.

A síkmembrános, a csőmembrános és a csőrugós nyomásmérőknél a nyomásváltozás rugalmas alakváltozást hoz létre, amely a membránlemez elmozdulásában, a csőmembrán megnyúlásában, ill. a csőrugó szabad végének elmozdulásában nyilvánul meg.

A csőrugós nyomásmérő

A csőrugós nyomásmérő ív alakban hajlított, ovális keresztmetszetű cső, amelynek egyik vége rögzített, a másik vége szabadon elmozdulhat (1. ábra).

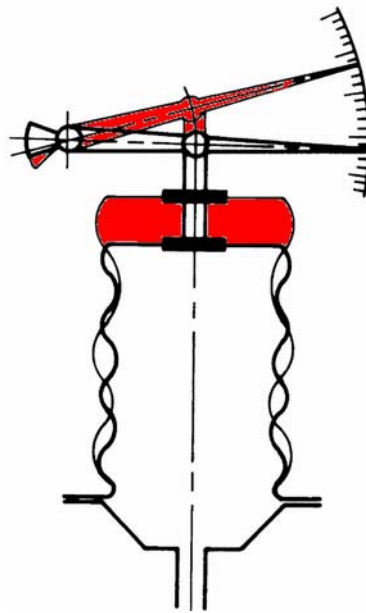


1. ábra. A csőrugós (Bourdon-csöves) nyomásmérő működési elve

Ha a csőre belülről nyomás hat, akkor az ív külső felületén nagyobb erő ébred, mint a belsőn. Ennek következtében a csőrugó az alakját igyekszik megváltoztatni, görbületi sugara nő, a szabad csővég elmozdul. Az elmozdulást csuklós rudazatok vagy fogasív segítségével visszük át a mutatóra. A jellegzetes ipari szerkezeti megoldást Bourdon-csöves nyomásmérőnek nevezzük.

Csőmembrános nyomásmérő

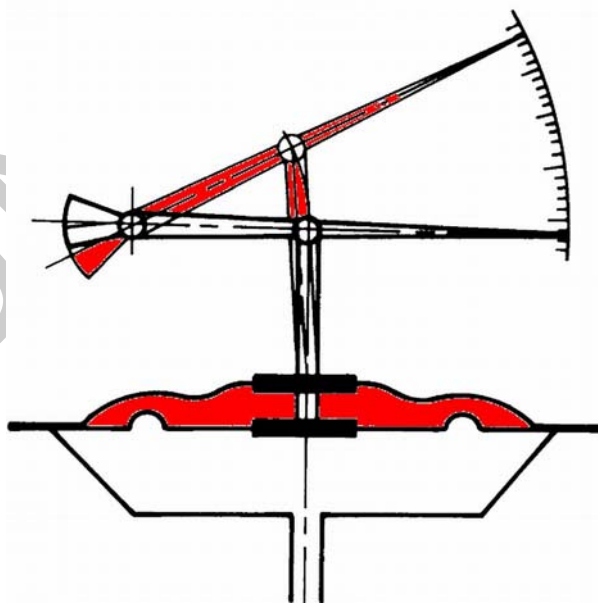
A csőmembrán egyik végén zárt, hullámos cső, amelynek szabadon mozgó vége nyomás hatására elmozdul, azaz a csőmembrán hosszirányában megnyúlik, és mozgatja a csővégre szerelt mutatót (2. ábra).



2. ábra. A csőmembrános nyomásmérő működési elve

Síkmembrános nyomásmérő

A síkmembrános nyomásmérő esetén a síkmembrán rugalmas kihajlásából adódó elmozdulást a membrán középpontjából kinyúló rudacska adja át a mutató mozgató szerkezetnek (3. ábra).



3. ábra. A síkmembrános nyomásmérő működési elve

2. Mennyiségmérők

A mennyiségmérő műszereket két nagy csoportba osztjuk:

- a térfogatmérő műszerek,
- az áramlásmérő műszerek.

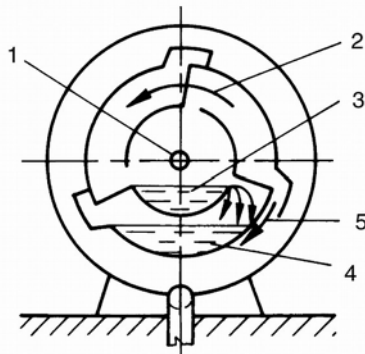
A térfogatmérő műszerek

A térfogatmérő műszerek működésének alapelve az, hogy az átáramló folyadék ismert térfogatú kamrákon áramlik keresztül. Közben a kamrák a beáramló folyadék tömege által keltett erők hatására elfordulnak. Az elfordulás arányos a folyadék egy-egy kamrára eső térfogatával. A kamrákat tartalmazó dob vagy kerék tengelye számláló típusú mutatószerkezethez kapcsolódik. Ennek számlapjáról az áthaladó folyadék mennyisége közvetlenül leolvasható.

Térfogatmérő műszerek közé tartozik a **forgódobos és a szárnykerek**es térfogatmérő.

Forgódobos térfogatmérő

A mérendő folyadékmennyiség az 1 üreges tengelyen keresztül a 3 előkamrába, majd ebből a 4 mérőkamrába jut. A mérőkamra geometriai alakja olyan, hogy amikor a folyadékszint eléri a kifolyónyíláshoz vezető járatot, a dob egyensúlyi helyzete megbomlik, és elfordul a 2 nyíllal jelzett irányba. Ezáltal a következő előkamra, ill. mérőkamra kerül a kifolyónyílás alá és töltődik meg folyadékkal, mialatt az elfordult mérőkamra az 5 kifolyócsatornán keresztül kiürül (4. ábra).



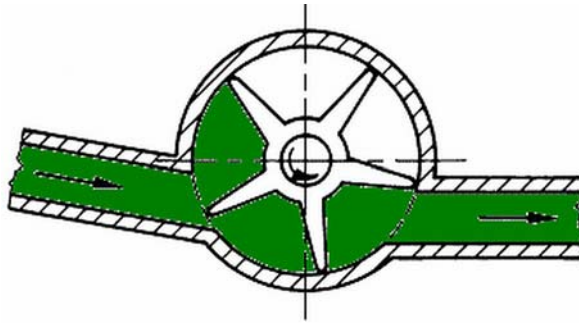
4. ábra. A forgódobos mennyiségmérő szerkezete, működése¹

Szárnykerek

es térfogatmérő

Az 5. ábrán látható szerkezet működése rendkívül egyszerű. A szárnykerék és a készülékház közötti cellákba beáramló folyadék forgatja a szárnykereket. A cellák térfogata állandó, így a körfordulások száma az áthaladó folyadék mennyiségétől függ. Így működik a **vízóra**.

¹ Bertalan Zsolt–Csirmaz Antal–Szabó László–Uhlár Zoltán: Műszaki ismeretek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.



5. ábra. A szárnykerekes térfogatmérő működési elve

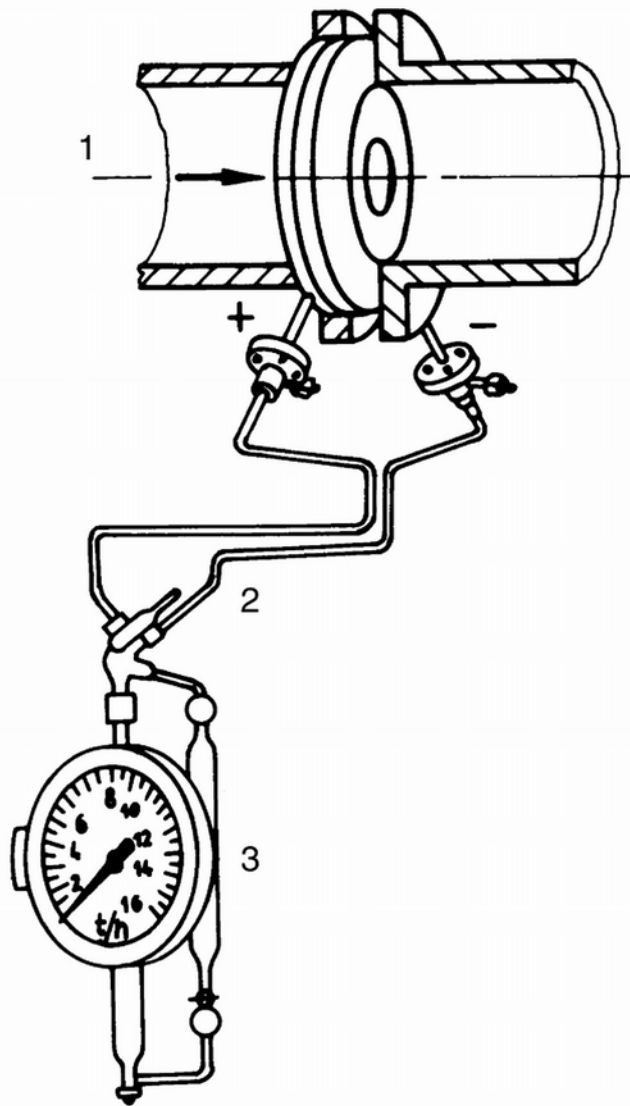
Az áramlásmérő műszerek

Az áramlásmérő műszerek esetén a műszerek a térfogatáramot mérik. A Pitot cső esetén a műszerrel az áramlás sebességét határozzuk meg és ebből a keresztmetszet ismeretében megállapítható a térfogatáram. Az áramlásmérő műszerek közé tartozik a Pitot csöves méréshez hasonló mérési elven működő **mérőperem**, továbbá ide sorolható a **rotaméter** is.

A mérőperem

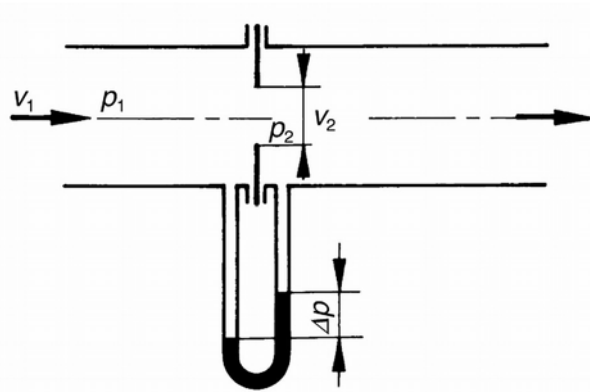
A mérőperem működési elve a Pitot-csőves méréshez hasonló.

Mérőperemes mérésnél a csővezetékbe egy **szűkítő elemet** építenek be (6. ábra). A folyadék a mérőperem szűkületén áramlik át (1). A nyomásmérőhöz csatlakozó vezetékbe légtelenítő szerelvényeket alkalmaznak. Az U csöves nyomáskülönbség-mérő műszer helyett gyakran alkalmaznak közvetlenül a mennyiségértékre kalibrált mutatós műszereket.



6. ábra. A mérőperemes áramlásmérés

A csővezetékben elhelyezett fojtóelem leszűkíti az áramlási keresztmetszetet, a mozgási energia (egy része) nyomási energiává alakul, így a fojtóelem előtt torlónyomás lép fel. A fojtóelem keresztmetszetében, illetve közvetlenül utána pedig csak a nyomási energia mérhető, így kisebb a nyomás (7. ábra).



7. ábra. A mérőperemes mennyiségmérés elve

Ennél a műszernél is – a Pitot csőhöz hasonlóan – a nyomáskülönbségből számítható a folyadék áramlási sebessége. A különbség a Pitot csöves méréshez képest, hogy nem a teljes mozgási energia alakul át nyomási energiává. Ennek hatását egy α átfolyási együtthatóval vesszük figyelembe.

A sebesség számítása a fojtóelem keresztmetszetében:

$$v = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

ahol: v az áramlási sebesség, m/s; α az átfolyási együttható; Δp a mérőperemen mért nyomáskülönbség, Pa; ρ a mérőperemen átáramló folyadék sűrűsége, kg/m³.

A mérőperemen átáramló folyadék mennyisége a Pitot csöves méréshez hasonlóan számítható. A különbség annyi, hogy a csőátmérő helyett a mérőperem furatátmérőjével kell számolni a keresztmetszetet.

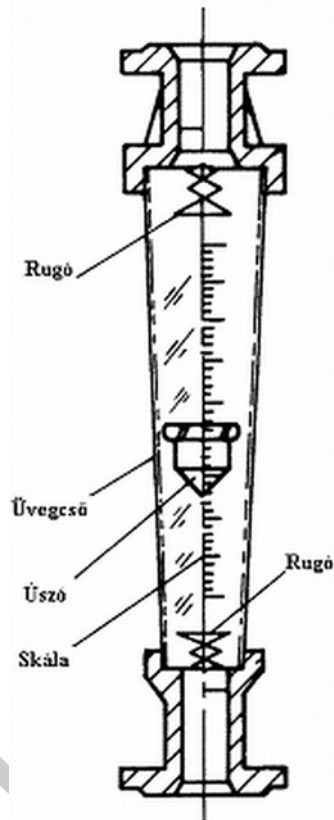
A mérőperemmel mért térfogatáram:

$$\dot{V} = v \cdot A = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4},$$

ahol: v az áramlási sebesség, m/s; A a mérőperem furatának keresztmetszete, m², α az átfolyási együttható; Δp a mérőperemen mért nyomáskülönbség, Pa; ρ a mérőperemen átáramló folyadék sűrűsége, kg/m³, d a mérőperem furatátmérője, m.

A rotaméter

A rotaméter igen elterjedt ún. állandó nyomásesű áramlásmérő. Elsősorban helyi leolvasást tesz lehetővé, de vannak távadóval kiegészített típusai is. A mérőeszköz fő alkatrésze a bórszilikátból készült kúpos üvegcső, amelybe egy áramlástechnikailag megfelelően méretezett fém vagy műanyag úszót helyeznek el. Az úszó felső hengeres peremén két ferde horony látható, amely az úszót állandó forgásra kényszeríti, ezáltal az esetlegesen fellépő súrlódás káros hatását kiküszöböljük.



8. ábra. A rotaméter szerkezete

A rotaméter működésének alapja, hogy az áramló folyadék impulzusereje és úszó tömegéből származó súlyerő egymással egyensúlyban van. Ha a csőben áramló folyadék mennyisége megnő, növekedni fog a sebessége is, tehát növekszik az impulzuserő. Ennek hatására az úszó elmozdul felfelé. Emelkedés közben viszont az üvegcső átmérője növekszik, tehát az áramlási sebesség csökken. Az úszó addig emelkedik, míg egy új helyzetben az erőegyensúly ismét beáll.

A csőben minden pozícióhoz tartozik egy sebesség és egy ennek megfelelő áramlási mennyiség, amit az úszó helyzete jelez. Megállapodás szerint ezt a mennyiséget az úszó felső peremével azonos magasságban az üvegcső oldalán a bemarással készült skála jelöli.

A rotaméterrel mért térfogatáramot úgy határozzuk meg, hogy leolvassuk az úszó felső pereméhez tartozó skálaértéket. Az úszó falára rámaratják a skálához tartozó mértékegységet.

Az üvegcső kúposága 10%, és egy csővel egy nagyságrenden belül lehet mérni, pl. 10–100 m³/h, vagy 3–30 dm³/min stb. között. Az úszót véghelyzetben ütközés ellen a 4 rugóval fékezik. A műszer a csőhálózathoz a karimával csatlakoztatható.

Az üvegcsőben alul és fölül az úszó beszorulást megakadályozó rugó helyezkedik el.

A rotamétereket általában valamilyen közegre hitelesítve készítik. A hitelesítőközeget és a hitelesítés hőmérsékletét az üvegcsővön feltüntetik. Újabban egyes műszergyárak milliméter osztású rotamétereket hoznak forgalomba, amelyeket a felhasználó hitelesíthet tetszése szerinti közegre.

3. Hőmérséklet-mérés

Hőmérsékletmérésre leggyakrabban a folyadékok **hőtágulásán** és a folyadékok, gázok és gőzök hőmérséklet-változás okozta **nyomásváltozásán** alapuló mérőműszereket használjuk. Ezenkívül felhasználhatjuk még a hőmérséklet-változás okozta **villamos hatásváltozásokat** (ellenállás-változás, termoelemes hatás stb.) is.

Folyadéktöltésű hőmérők

A folyadéktöltésű hőmérőknél a hőmérséklet növekedésekor az üvegedényben levő folyadék térfogata nő, és az edényhez csatlakozó kapillárisban a folyadék szintje emelkedik. A szintváltozás mértéke a hőmérséklet növekedésének a függvénye, a skálát így hőmérsékletegységekre készítik. A kapilláris mögött elhelyezett skáláról a szintváltozás alapján a hőmérséklet közvetlenül leolvasható.

Hőmérsékletmérés Pt-ellenállással és termisztorral

Az elektromos vezetők jellemző tulajdonsága, hogy vezetési képességük függ a hőmérséklettől. Bizonyos fémek – pl. a vas, a platina vagy a nikkel – különösen jól alkalmazhatók hőmérsékletmérésre, mert ellenállásuk a hőmérséklettel szigorú arányosságban nő. Ezeket az eszközöket ellenállás-hőmérőnek nevezzük. A gyakorlatban legelterjedtebb patina ellenállás-hőmérő ellenállása 0–100 °C tartományban $R = 100$ és 138,5 Ω értékek között változik.

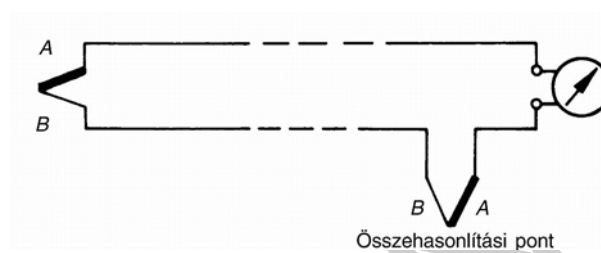
Ugyanakkor léteznek olyan félvezetők, amelyek ellenállás-változása és a hőmérséklet között exponenciális függvénykapcsolatot találunk. Ezek a termisztorok.

Hőmérsékletmérés hőelemmel

A legnagyobb hőmérséklet-tartományban és a legpontosabb mérés hőelemmel valósítható meg. A hőelem **két különböző – egyik végükön összeforrasztott – fémhuzalból áll**. Ha az összeforrasztott huzalvéget melegítik, miközben a huzalok másik vége állandó – a melegítési pontnál hidegebb – hőmérsékleten marad, akkor a szabad végekhez kapcsolt áramkörben a meleg és a hideg pontok közötti **hőmérséklet-különbséggel arányos termofeszültség** mérhető.

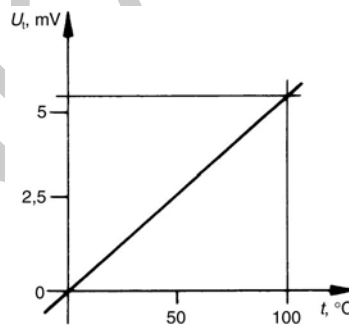
Elvileg bármilyen két fémszál megfelel a célra, de a gyakorlatban olyan fémeket kombinálnak, amelyek a hőmérséklet-változásra nagy termofeszültség-változással reagálnak. Általában az egyik fémszál tiszta réz, vas vagy platina, míg a másik fémszálát különleges ötvözetből készítik. Ilyen ötvözet például a konstantán, amely 45% nikkel és 55% réz ötvöze. Alkalmaznak még platina-ródium és nikkel-króm ötvözeteket is. Az így kialakított hőelemeket vas-konstantán, platina-ródium-platina, platina-ródium-réz stb. elnevezéssel jelölik.

Az egyszerűségük ellenére a hőelemek alkalmazása különleges mérőrendszer kialakítását igényli, mert az elektromos áramkörben lévő fémhuzalok és csatlakozási pontjaik külön-külön is apró termoelemként működnek, és a mérőhelyen mért eredményt torzítják.



9. ábra. A hőelem kapcsolási rajza

A 9. a) ábrán a hőelem elvi kapcsolási rajzát, látjuk. A mérőműszer közvetlenül a mért hőmérsékletet mutatja.



10. ábra. A vas-konstantán hőelem hőmérséklet-termofeszültség jelleggörbéje

A hitelesítési hőmérséklet 20 °C vagy 50 °C lehet. A vas-konstantán hőelem hőmérséklet - termofeszültség jelleggörbéjét látjuk a 10. ábrán.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el figyelmesen a **MÉRÉS** fejezetet és a **MÉRŐMŰSZEREK** részből az **1. Nyomásmérők** című fejezetet, majd válaszoljon szóban a következő kérdésre, illetve válaszolja meg a feladatokat!

Mit nevezünk mérésnek?

Feladatok

1. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a csőrugós (Bourdon csöves) nyomásmérő működési elvét!
2. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a csőmembrános nyomásmérő működési elvét!
3. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a síkmembrános nyomásmérő működési elvét!
4. Milyen elven működnek a nyomásmérő műszerek? Írja le a mérési elveket!

Mérési elvek: _____
a/ _____
b/ _____

5. Írja le, hogyan lehet meghatározni az U-csöves nyomásmérővel mért nyomást! Írja le az összefüggéseket és az összefüggésben lévő betűk megnevezését, mértékegységét! Írja le az összefüggést arra az esetre, ha a mérendő közeg sűrűsége elhanyagolható a mérőfolyadék sűrűségéhez képest, illetve arra az esetre, ha a mérendő közeg sűrűsége nem hanyagolható el a mérőfolyadék sűrűségéhez képest

Az összefüggés abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége elhanyagolható a mérőfolyadék sűrűségéhez képest:

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük: _____

Az összefüggés abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége nem hanyagolható el a mérőfolyadék sűrűségéhez képest (pl. higany mérőfolyadék és víz esetén) : _____

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük: _____

Olvassa el figyelmesen a **3. Mennyiségmérők** és a **4. Hőmérséklet-mérés** című fejezetet, majd szóban válaszolja meg a feladatokat!

6. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a forgódobos mennyiségmérő működési elvét!
7. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a szárnykerekes mennyiségmérő működési elvét!
8. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a rotaméter működési elvét!
9. Ismertesse szóban – ábra segítségével – a mérőperemes mennyiségmérő működési elvét!
10. Ismertesse szóban a hőmérséklet-mérésre használható mérési elveket, mérési megoldásokat!

11. Írja le, hogyan lehet meghatározni mérőperem beépítésével egy csővezetékben áramló folyadék sebességét és térfogatáramát! Írja le az összefüggéseket és az összefüggésben lévő betűk megnevezését, mértékegységét!

A csővezetékben a fojtóelem keresztmetszetében áramló folyadék sebessége: _____

$v =$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük: _____

A csővezetékben áramló folyadék sebessége: _____

$V =$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük: _____

Megoldások

4. Mérési elvek:

a/ **hidrosztatikai elven** működő nyomásmérők

b/ rugalmas alakváltozás elvén működő nyomásmérők

5. Az összefüggés abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége elhanyagolható a mérőfolyadék sűrűségéhez képest:

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g,$$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük:

Δp a mért nyomáskülönbség, Pa;

Δh a leolvasott szintkülönbség, m;

ρ a mérőfolyadék sűrűsége, kg/m³;

g a nehézségi gyorsulás, m/s².

Az összefüggés abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége nem hanyagolható el a mérőfolyadék sűrűségéhez képest (pl. higany mérőfolyadék és víz esetén):

$$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g,$$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük:

Δp a mért nyomáskülönbség, Pa;

Δh a leolvasott szintkülönbség, m;

ρ_{Hg} a mérőfolyadék (higany) sűrűsége, kg/m³;

$\rho_{víz}$ a mérendő közeg (víz) sűrűsége, kg/m³;

g a nehézségi gyorsulás, m/s².

11. A sebesség számítása a fojtóelem keresztmetszetében:

$$v = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük:

v az áramlási sebesség, m/s; α az átfolyási együttható; Δp a mérőperemen mért nyomáskülönbség, Pa; ρ a mérőperemen átáramló folyadék sűrűsége, kg/m³.

A mérőperemmel mért térfogatáram:

$$\dot{V} = v \cdot A = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4},$$

az összefüggésben szereplő betűk megnevezése, mértékegységük:

v az áramlási sebesség, m/s; A a mérőperem furatának keresztmetszete, m^2 , α az átfolyási együttható; Δp a mérőperemen mért nyomáskülönbség, Pa; ρ a mérőperemen átáramló folyadék sűrűsége, kg/m^3 , d a mérőperem furatátmérője, m.

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Mit nevezünk mérésnek? Egészítse ki az alábbi meghatározást!

A mérés az a tevékenység, amellyel valamely fizikai mennyiségnek, állapotatározónak

(egységesen: mennyiség)
útján meghatározzuk.

2. feladat

A nyomásmérés elvei, fontosabb műszerei

Sorolja fel a nyomásmérés elveit és az egyes elveken működő fontosabb mérőműszereket!
Töltse ki az alábbi táblázatot!

Mérési elvek	Műszerek
Elv:	
Elv:	

3. feladat

A mennyiségmérés elvei, fontosabb műszerei

Sorolja fel a mennyiségmérés elveit és az egyes elveken működő fontosabb mérőműszereket! Töltse ki az alábbi táblázatot!

Mérési elvek	Műszerek
Elv:	

Elv:	

4. feladat

A hőmérsékletmérés elvei

Írja le, milyen hőmérsékletmérési elveket ismert meg!

A hőmérsékletmérés elvei: _____

a/ _____

b/ _____

5. feladat

Töltse ki az alábbi táblázatot!

Írja be a táblázatba a feladat megoldásához alkalmazható összefüggést és a mért mennyiség mértékegységét!

Feladat	Összefüggés, illetve a betűjel megnevezése	mértékegység
U csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége elhanyagolható a mérőfolyadék sűrűségéhez képest		
U csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége nem hanyagolható el a mérőfolyadék sűrűségéhez képest		
A Pitot-csővel mért folyadékáram sebessége		
A Pitot csöves méréssel mért térfogatáram		
A mérőperemmel mért folyadékáram sebessége		

A mérőperemmel mért folyadék térfogatára		

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A mérés az a tevékenység, amellyel valamely fizikai mennyiségnek, állapotátározónak (egységesen: mennyiség) **mérőszámát a mértékegységével való összehasonlítás útján meghatározzuk.**

2. feladat

Mérési elvek	Műszerek
Elv: Hidrosztatikus nyomás alapján működő nyomásmérés	U-csöves nyomásmérő
	Ferdecsöves nyomásmérő
Elv: Rugalmas alakváltozás alapján működő nyomásmérők	Csőrugós nyomásmérő
	Csőmembrános nyomásmérő
	Síkmembrános nyomásmérő

3. feladat

Mérési elvek	Műszerek
Elv: Térfogatmérő műszerek	Forgódobos térfogatmérő
	Szárnykerek térfogatmérő
Elv: Áramlásmérő műszerek	Pitot-csőves mennyiségmérés
	Mérőperemes mennyiségmérés
	Rotaméteres mennyiségmérés

4. feladat

A hőmérsékletmérés elvei:

- a/ Folyadékok hőtágulásán alapuló hőmérsékletmérés
- b/ Villamos hatások megváltozásán alapuló hőmérsékletmérés

5. feladat

Feladat	Összefüggés, illetve a betűjel megnevezése	mértékegység
---------	--	--------------

U csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége elhanyagolható a mérőfolyadék sűrűségéhez képest	$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$,	Pa
U csöves nyomásmérővel mért nyomáskülönbség abban az esetben, ha a mérendő közeg sűrűsége nem hanyagolható el a mérőfolyadék sűrűségéhez képest	$\Delta p = \Delta h \cdot (\rho_{Hg} - \rho_{víz}) \cdot g$,	Pa
A Pitot-csővel mért folyadékáram sebessége	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$, m/s,	m/s
A Pitot csöves méréssel mért térfogatáram	$\dot{V} = A \cdot v_{át} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$	m ³ /s
A mérőperemmel mért folyadékáram sebessége	$v = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$	m/s
A mérőperemmel mért folyadék térfogatárama	$\dot{V} = v \cdot A = \alpha \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$,	m ³ /s

IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI ALAPFOGALMAK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A vegyipari üzemekben Önnek gyakran kell irányítástechnikai feladatokat megoldania. A feladatok megoldása megköveteli, hogy tisztában legyen az irányítástechnika alapfogalmaival.

Munkatársainak, beosztottainak el kell tudni magyarázni az irányítástechnikai feladatok megoldását, az irányítástechnikában használt fogalmakat, az eszközök működését, alkalmazásának szabályait, előírásait.

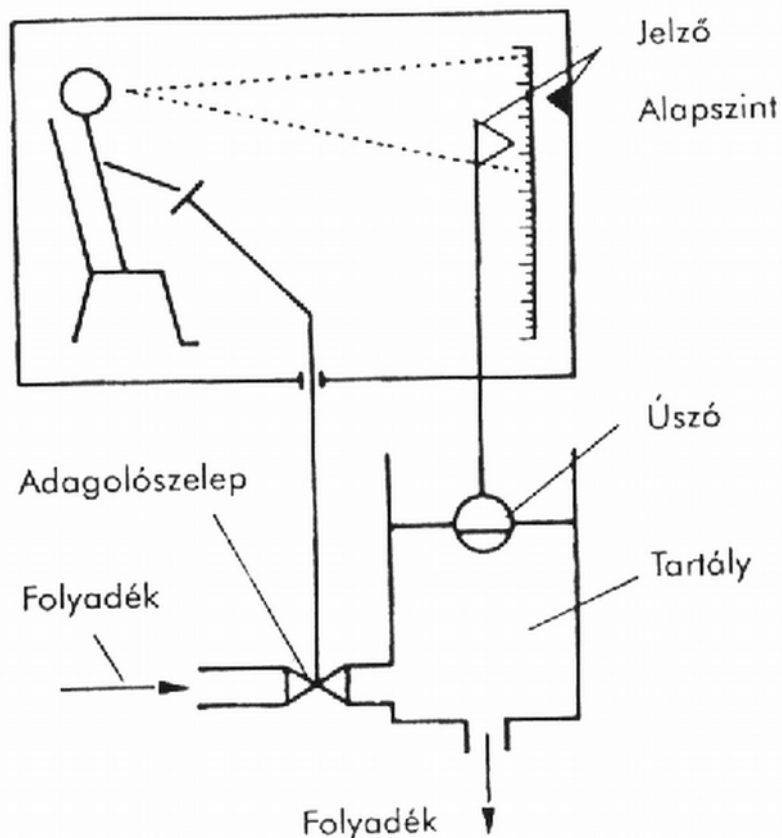
Írjon példákat üzemi tapasztalatai alapján automatizálási feladatok megoldására!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

ALAPFOGALMAK

1. Az irányítás fogalma

Az 1. ábrán egy irányítási műveletet láthatunk. A feladat, hogy egy tartály **folyadékszintjét állandó értéken** tartsuk. Ha a folyadékszint megváltozik, be kell avatkozni a folyamatba.



11. ábra. Cél: tartsuk egy tartály folyadékszintjét állandó értéken

Ha a folyadékszint csökken a kezelő nyitja a szelepet, és több folyadékot enged a tartályba mindaddig, míg a folyadékszint vissza nem áll az eredeti értékére. A műveletet **irányításnak** nevezzük.

Az irányítás olyan művelet sor, amely valamely műszaki (technológiai) folyamatot **elindít**, annak **meghatározott állapotát fenntartja**, vagy megváltoztatja, a műszaki folyamatot **leállítja**.

A tartály üzemének irányítása konkrétan a következőket jelenti:

1. az üres tartályt az előírt szintig fel kell tölteni folyadékkal, tehát a kezelő kinyitja az adagoló szelepet, mindaddig nyitva tartja, míg a folyadékszint a megfelelő értéket el nem éri;
2. ha a folyadékszint valamilyen külső zavaró hatás következtében eltér az előírt értéktől, a kezelő zárja vagy nyitja a szelepet mindaddig, amíg az eltérést meg nem szünteti;
3. az üzem leállításakor az adagoló szelepet el kell zárni, a tartályt ki kell üríteni.

2. Az irányítási rendszer részműveletei

Az irányítási művelet mindig a következő részműveletekből áll:

- 1. **érzékelés**: értesülés (információszerzés) az irányítandó folyamatról;
- 2. **ítéletalkotás**: döntés az értesülés feldolgoása alapján a rendelkezés szükségességéről;
- 3. **rendelkezés**: utasítás a beavatkozásra;
- 4. **beavatkozás**: az irányított folyamat befolyásolása a rendelkezés alapján.

Az irányítás műveletére jellemző, hogy maguk az irányító szervek, ill. berendezések nem végeznek közvetlen termelőmunkát, hanem csak a termelési folyamatot végző gépeket, berendezéseket irányítják.

Az értesüléseket általában érzékelők, műszerek segítségével kapjuk. Az ítéletek különfélék lehetnek: pl. annak eldöntése, hogy két változó egyenlő-e. Az ítéletalkotás alapulhat különbségképzésen vagy logikai műveleteken is. Az ítéletalkotás eredményeképpen rendelkezés következik: beavatkozunk vagy ne avatkozunk be az irányított folyamatba. A rendelkezőhatás a beavatkozás szerkezetét működteti. A beavatkozószerelv működése változtatja meg az irányítandó folyamatot.

3. Az irányítási rendszer jellemző fogalmai

A jelhordozó és a jel fogalma

A műszaki folyamatokról az értesüléseket (információkat) valamilyen fizikai mennyiség mérése útján kapjuk. Ezeket a fizikai mennyiségeket jelhordozónak nevezzük.

A jelhordozó lehet minden mérhető fizikai (kémiai) állapothordozó vagy mennyiség (pl. folyadékszint, nyomás, hőmérséklet, stb.). Megváltozása révén a műszaki folyamat üzemeről hasznos információkat szerezhetünk, továbbíthatunk, sőt a jelhordozó mennyiség rögzítésével információkat is tárolhatunk.

A jelhordozó mennyiség megváltozása a **jel**. A jel legfontosabb tulajdonsága, hogy információtartalma van.

Jelnek nevezzük minden olyan fizikai (kémiai) mennyiség értékét vagy értékváltozását (hatását), amely alkalmas **értesülés (információ) szerzésére, továbbítására, tárolására.**

Ha az előbbieken megismert irányítási műveletek lefolyását vizsgáljuk, kiderül, hogy az irányítási művelet közben a szerkezeti egységek is jelek sorozatát közvetítik egymásnak. Ez a **hatáslánc**.

Az irányítási rendszer azon szerkezeti egységeinek sorozatát (láncolatát), amelyek az irányítási hatást közvetítik, **hatásláncnak** nevezzük.

A hatásláncot jelképesen úgy ábrázoljuk, hogy az irányítóberendezés szerkezeti részegységeit téglalapokkal, a jeleket pedig a téglalapokat összekötő vonalakkal, a jelek irányát a vonalakra rajzolt nyíllal jelöljük.

A működési vázlat

A működési vázlat a hatáslánc szerkezeti részeinek, szerveinek jelképes ábrázolása. A **szerveket téglalapok, a jelek útját pedig hatásvonalak** jelképezik.

A téglalapokban a szerv nevének kezdőbetűjét szoktuk írni, pl. az érzékelőszerv téglalapjába: É.

Az irányítási rendszer részei

Az irányított rendszernek két része van:

- az irányított berendezés és
- az irányítóberendezés.

Az irányított berendezés az irányítás tárgyát képezi, ez az irányadó műszaki, technológiai folyamat, amely az irányítástól függetlenül is létezik.

Az irányítóberendezés mindazon szerkezeti egységek összessége, amelynek segítségével az irányítás megvalósul.

Az irányítási rendszer szerkezeti részei

- elem
- szerv
- jelvivő vezeték

Az elem az irányítási rendszer irányítástechnikai szempontból legkisebb, tovább nem bontható szerkezeti egysége. Az elemnek egy vagy több alkatrésze lehet.

A szerv az irányítórendszernek egy irányítási részfeladatot **önállóan ellátó** szerkezeti egysége.

A szerv egy vagy több elemből állhat. Az irányítási rendszer lényeges szerve pl. az információ szerzésére szolgáló szerkezet az érzékelőszerv.

A jelvivő vezeték olyan összeköttetés, amely a jeleket átviszi az irányítási rendszer szervei között.

4. Az irányítás felosztása

Az irányítás felosztását többféle elgondolás alapján végezhetjük el. Feloszthatjuk az irányítást **kézi**, illetve **önműködő** irányításra.

Kézi irányításról beszélünk, ha az irányításhoz szükséges műveleteket (illetve azok egy részét) az ember hajtja végre.

Önműködő irányítás, automatizálás esetén az irányítás műveletét különböző szerkezeti egységekből felépített irányítóberendezés önműködően, az ember beavatkozása nélkül végzi el.

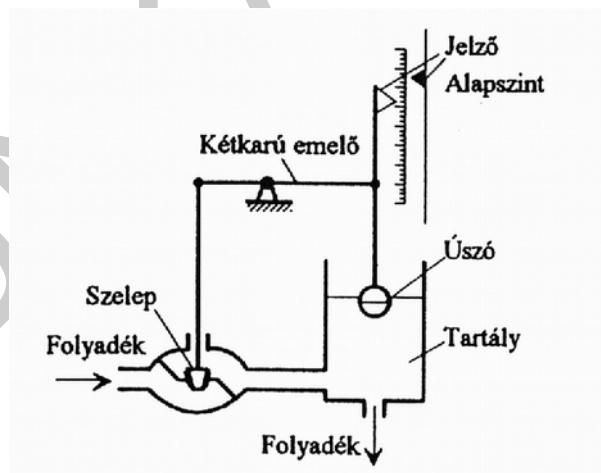
Az irányítási művelet egy másfajta felosztása:

- szabályozás
- vezérlés.

A szabályozás

A 12. ábrán látható irányítási feladatnál az irányítási műveletet az irányított jellemző (a folyadékszint) megváltozása indítja meg. A jelek a hatásláncon végigfutva működtetik a szelepet. A szelepállás változása megváltoztatja a beáramló folyadék mennyiségét, amelynek hatására a folyadékszint (az irányított jellemző) visszaáll az eredeti értékre. Az irányítási folyamat **visszahat** a folyamatot elindító hatásra. Az irányítási folyamat zárt hatásláncon megy végbe. Ebben az esetben **szabályozásról** beszélünk.

Szabályozás esetén a műszaki folyamat irányítása a műszaki folyamat irányított jellemzőjének megváltozásától függ, és az irányítás folyamata **visszahat** az irányított jellemzőre, az **irányítási folyamat hatáslánca zárt**.

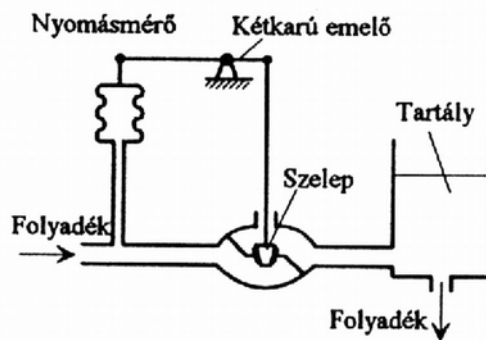


12. ábra. Tartály folyadékszintjének önműködő szabályozása

A vezérlés

A 13. ábrán látható irányítási feladatnál a folyadékszint (az irányított jellemző) megváltozása akkor következik be, ha a tartályba beáramló folyadék nyomása megváltozik (például a nyomásnövekedés hatására a szelepen több folyadék jön be és a folyadékszint megemelkedik). A művelet az irányított jellemzőtől (a folyadékszinttől) független külső hatás (a külső folyadéknomás) indítja meg, az irányított jellemző nincs hatással az irányítási műveletet megindító hatásra. Az irányítás **hatáslánca nyitott**, ilyen esetben **vezérlésről** beszélünk.

Vezérlés esetén az irányítás a műszaki folyamat **irányított jellemzőjének értékétől függetlenül**, a műszaki folyamat valamely másik (vagy külső) jellemzője megváltozásakor indul meg, az irányítás **hatáslánca nyitott**.



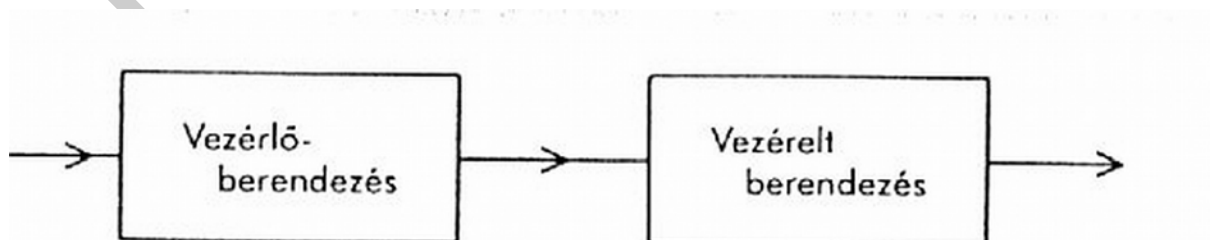
13. ábra. A folyadékszint irányítása vezérléssel

A VEZÉRLÉSI VONAL

1. A vezérlési vonal fő egységei

A vezérlés nyitott hatásláncát **vezérlési vonalnak** is nevezzük. A vezérlési vonal két fő szerkezeti egysége (14. ábra):

- a **vezérelt berendezés**,
- és a **vezérlőberendezés**.



14. ábra. A vezérlési vonal fő egységei

A **vezérelt berendezés** a vezérléstől függetlenül meglévő műszaki berendezés, gép, stb., amit vezérléssel irányítunk.

A **vezérlőberendezés** azon szerkezeti egységek összessége, amelyek révén a vezérlés megvalósul.

2. A vezérlési vonal részei

A vezérlési feladatnál a következő szerveket különböztetjük meg:

- az érzékelőszerv
- a vezérlőszerv
- erősítő-jelformáló szerv
- végrehajtó szerv
- beavatkozószerv.

Az **érezékelőszerv** a vezérelt jellemzőtől független külső vezetőjelet érzékeli, és átalakítja a vezérlő működéséhez szükséges jellé. Ez a jel az érzékelt fizikai jellemzővel egyértelműen összefügg.

A **vezérlőszerv** a vezetőjel vagy -jelek hatására meghatározott műveletek elvégzése - ítéletalkotás - után létrehozza, kibocsátja a rendelkezőjelet.

A **jelformáló szerv** a rajta áthaladó jel időbeli változását előírt törvényszerűség szerint módosítja.

Csak akkor van rá szükség, ha a rendelkezőjel közvetlenül nem alkalmas az utána következő szerv (szervek) működtetésére. Egy kikapcsolási folyamatnál az érintkezők lassú széthúzása nem engedhető meg (ívképződés, beégés), ezért egy pillanatkapcsoló az érintkezőket nagy sebességgel húzza szét akkor is, ha a működtetés lassú.

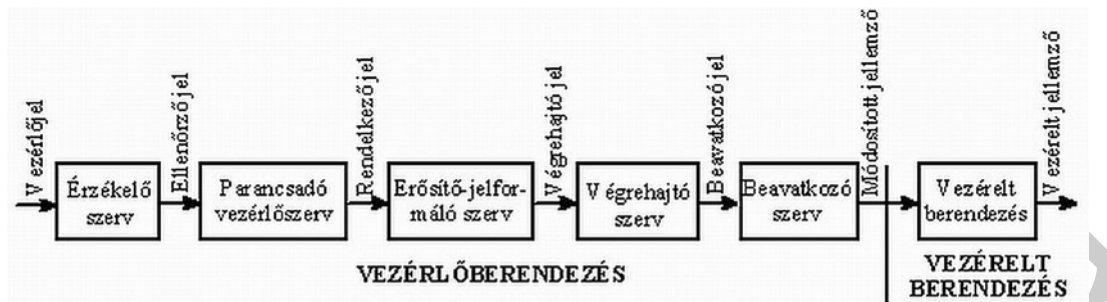
Az **erősítőszerv** bemenőjelének hatására - segédenergia felszabadulásával - nagyobb energiataralmú vagy jelszintű kimenőjelet ad.

Akkor van rá szükség, ha a rendelkezőjel teljesítmény- vagy jelszintjének alacsony volta miatt nem alkalmas a végrehajtó-beavatkozó szerv működtetésére.

A **végrehajtó szerv** a rendelkezőjelet alakítja át a beavatkozószerv működtetéséhez szükséges jellé.

Erre is csak akkor van szükség, ha a rendelkezőjel közvetlenül nem tudja működtetni a beavatkozószervet. Ha a rendelkezőjel pl. villamos áram, akkor azzal egy szelep közvetlenül nem működtethető, vagy egy elektromágnes, vagy egy villamos motor tekercsén kell átvezetni a működtetéshez. Az elektromágnes, illetve a motor akkor a végrehajtó szerv szerepét tölti be.

A **beavatkozószer** a vezérlési vonalban a vezérlőberendezés hatásirányban utolsó szerve, és a vezérelt berendezést közvetlenül befolyásoló módosított jellemzőt létrehozó szerkezeti egység.



15. ábra. A vezérlési vonal szervei és jelei

A vezérlési vonal jelei, jellemzői

A szerkezeti egységek egymáshoz jelekkel kapcsolódnak. A vezérlőberendezés jelei:

- vezetőjel
- ellenőrző jel
- rendelkező jel
- végrehajtó jel
- beavatkozó jel.

A vezérelt berendezés közvetlenül kapcsolatban lévő jeleket – megkülönböztetve a vezérlő berendezés jeleitől – **jellemzőnek** nevezzük. Ezek:

- a vezérelt jellemző,
- a módosított jellemző,
- a zavaró jellemző (jellemzők)

A **vezérelt jellemző** a műszaki folyamatnak az a jellemzője, amelyet vezérléssel előírt módon akarunk megváltoztatni.

A **módosított jellemző** a vezérelt műszaki folyamat azon kiválasztott jellemzője (állapothatározója), amely befolyásolja a vezérelt jellemzőt, a vezérlési feladat teljesítése végett.

A **zavaró jellemző** a vezérelt berendezésre ható, az irányítástól független olyan jellemző, amely a vezérelt jellemzőt nem kívánt módon befolyásolja (például környezeti hőmérsékletváltozás, nyomásingadozás).

A **vezetőjel** a vezérlési vonal bemenőjele, befolyásolja, megállapítja a vezérlési műveletet.

Ha vezérlési vonalban érzékelő van, akkor az általa érzékelt jellemző a vezetőjel. Vezetőjelet érzékelő nélkül is kaphat a vezérlő.

A **rendelkező jel** a vezérlő kimenő jele, amely a vezérlőben megvalósuló műveletek eredményeképpen jön létre.

A **végrehajtó jel** a beavatkozó szervet működtető hatás.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

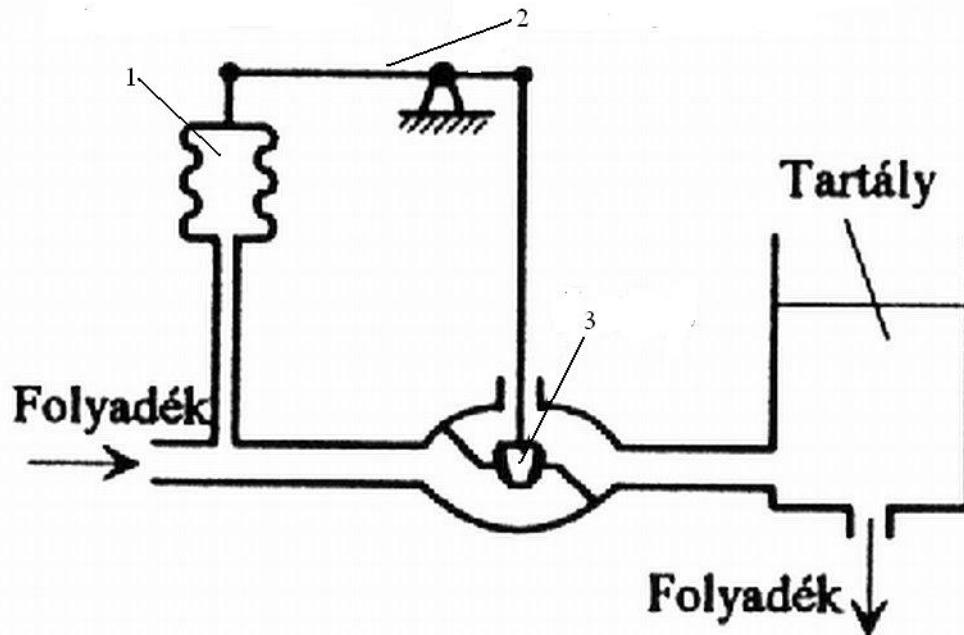
Olvassa el figyelmesen az "**ALAPFOGALMAK**" című fejezetet!

Válaszoljon – szóban – a következő kérdésekre!

1. Mit nevezünk irányításnak?
2. Melyek az irányítás részműveletei?
3. Mit nevezünk jelnek?
4. Mit nevezünk hatásláncnak?
5. Melyek az irányítási rendszer fő részei! Adja meg a fő részek meghatározását!
6. Mit nevezünk szervnek?
7. Hogyan csoportosítjuk az irányítási műveleteket? Mit nevezünk szabályozásnak és vezérlésnek?

1. feladat

Az ábrán egy irányítási művelet szerkezeti vázlata látható. Az irányítási művelet elemzése alapján oldja meg az ábra alatti feladatokat!



16. ábra. Ábra az 1. feladathoz

Írja le a számokkal jelölt szerkezeti egységek megnevezését!

1.	_____
2.	_____
3.	_____

Az alábbi felsorolásból válassza ki és húzza alá a helyes megoldást!

Az ábrán látható művelet:

- a/ kézi szabályozás
- b/ önműködő szabályozás
- c/ kézi vezérlés
- d/ önműködő vezérlés

Egészítse ki az alábbi mondatot!

Az ábrán látható irányítási művelet meghatározása: a.....olyan

irányítási művelet, amelynek hatáslánca

Megoldás

1. feladat

A számokkal jelölt szerkezeti egységek:

1. nyomásmérő, 2. kétkarú emelő, 3. szelep

Az ábrán látható művelet:

a/ kézi szabályozás

b/ önműködő szabályozás

c/ kézi vezérlés

d/ önműködő vezérlés

Egészítse ki az alábbi mondatot!

Az ábrán látható irányítási művelet meghatározása: a **vezérlés** olyan irányítási művelet, amelynek hatáslánca **nyitott**.

Olvassa el figyelmesen az "A VEZÉRLÉSI VONAL" című fejezetet!

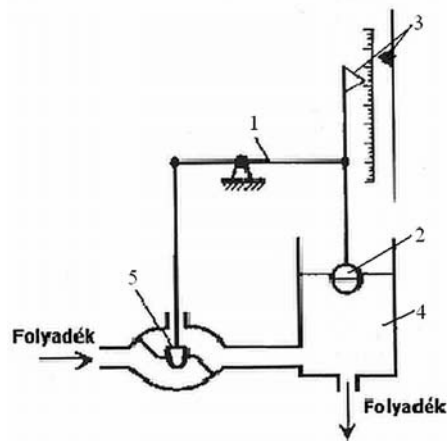
Válaszoljon – szóban – a következő kérdésekre!

1. Mit nevezünk vezérlési vonalnak? Melyek a vezérlési vonal fő részei?
2. Melyek a vezérlési vonal szervei? Ismertesse az egyes szervek meghatározását!
3. Melyek a vezérlési vonal jelei, jellemzői? Ismertesse az egyes jelek, jellemzők meghatározását!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Az ábrán egy irányítási művelet szerkezeti vázlata látható. Az irányítási művelet elemzése alapján oldja meg az ábra alatti feladatokat



17. ábra. Ábra a feladathoz

Írja le a számokkal jelölt szerkezeti egységek megnevezését!

1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____

Az alábbi felsorolásból válassza ki és húzza alá a helyes megoldást!

Az ábrán látható művelet:

a/ kézi szabályozás

b/ önműködő szabályozás

c/ kézi vezérlés

d/ önműködő vezérlés

Egészítse ki az alábbi mondatot!

Az ábrán látható irányítási művelet meghatározása: a.....olyan irányítási művelet, amelynek hatáslánca

Töltse ki az alábbi táblázatot! Írja be sorrendben az irányítás részműveleteit, illetve az adott részműveletnek működésnek megfelelő megoldandó feladatot!

Az irányítási részműveletei	A részművelet során megoldandó feladat	A feladatot megvalósító szerkezeti elem, egység

2. feladat

Egészítse ki az alábbi meghatározásokat!

Irányítás:

Hatáslánc:

Működési vázlat: _____

Szerv:

Szabályozás:

Vezérlés:

3. feladat

Ábrázolja a vezérlési vonal működési vázlatát! Írja rá a rajzra az egyes szervek, jelek és jellemzők nevét!

4. feladat

Sorolja fel a vezérlési vonal szerveit!

5. feladat

Sorolja fel a vezérlési vonal jeleit, jeleit!



MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A számokkal jelölt szerkezeti egységek megnevezése: 1 kétkarú emelő, 2 úszó (szintmérő), 3 jelzők, 4 tartály, 5 szelep

Az ábrán látható művelet:

a/ kézi szabályozás

b/ önműködő szabályozás

c/ kézi vezérlés

d/ önműködő vezérlés

Egészítse ki az alábbi mondatot!

Az ábrán látható irányítási művelet meghatározása: a **szabályozás** olyan irányítási művelet, amelynek hatáslánca **zárt**.

Az irányítási részműveletei	A részművelet során megoldandó feladat	A feladatot megvalósító szerkezeti elem, egység
érezékelés	Mekkora a folyadékszint?	úszó
ítéletalkotás	A folyadékszint eltér-e az előírt helyzettől	jelzők
rendelkezés	Ha igen: be kell avatkozni, ha nem nincs beavatkozás	kétkarú emelő
beavatkozás	Változzon a folyadékáram vagy ne változzon	szelep

2. feladat

Irányítás:

Az irányítás olyan műveletsor, amely valamely műszaki (technológiai) folyamatot **elindít**, annak **meghatározott állapotát fenntartja**, vagy megváltoztatja, a műszaki folyamatot **leállítja**.

Hatáslánc:

Az irányítási rendszer azon szerkezeti egységeinek sorozatát (láncolatát), amelyek az irányítási hatást közvetítik, **hatásláncnak** nevezzük.

Szerv:

A szerv az irányítórendszernek egy irányítási részfeladatot **önállóan ellátó** szerkezeti egysége.

Működési vázlat:

A működési vázlat a hatáslánc szerkezeti részeinek, szerveinek jelképes ábrázolása. A **szerveket téglalapok, a jelek útját pedig hatásvonalak** jelképezik.

Szabályozás:

Szabályozás esetén a műszaki folyamat irányítása a műszaki folyamat irányított jellemzőjének megváltozásától függ, és az irányítás folyamata **visszahat** az irányított jellemzőre, az **irányítási folyamat hatáslánca zárt**

Vezérlés:

Vezérlés esetén az irányítás a műszaki folyamat **irányított jellemzőjének értékétől függetlenül**, a műszaki folyamat valamely másik (vagy külső) jellemzője megváltozásakor indul meg, az irányítás **hatáslánca nyitott**.

3. feladat

Megoldás a 15. ábra szerint

4. feladat

A vezérlési vonal szervei:

- az érzékelőszerv
- a vezérlőszerv
- erősítő-jelformáló szerv
- végrehajtó szerv
- beavatkozószerv.

5. feladat

A vezérlőberendezés jelei:

- vezetőjel
- ellenőrző jel
- rendelkező jel
- végrehajtó jel

- **beavatkozó jel.**

A vezérelt berendezés közvetlenül kapcsolatban lévő jeleket – megkülönböztetve a vezérlő berendezés jeleitől – **jellemzőnek** nevezzük. Ezek:

- **a vezérelt jellemző,**
- **a módosított jellemző,**
- **a zavaró jellemző (jellemzők)**

MUNKANYAG

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Bertalan Zsolt–Csirmaz Antal–Szabó László–Uhlár Zoltán: Vegyipari műveletek és irányításuk, KIT Képzőművészeti kiadó és nyomda Kft., Budapest, 1999.

Bertalan Zsolt–Csirmaz Antal–Szabó László–Uhlár Zoltán: Műszaki ismeretek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

AJÁNLOTT IRODALOM

Bertalan–Szabó: Műveleti laboratóriumi gyakorlatok, B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest 2002.

Szabó László: Szakmai alapismeretek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1994.

Dr. Helm László szerk.: A szabályozástechnika kézi könyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.

A(z) 2047-06 modul 017-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
52 524 01 0000 00 00	Kőolaj- és vegyipari géprendszer üzemeltetője
54 524 02 1000 00 00	Vegyipari technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

18 óra

MUNKANYELVI

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató