

КОМЕНТАР ИСПИТНИХ ПИТАЊА ЗА ПРИПРЕМНУ НАСТАВУ

ТЕХНИКА МЕРЕЊА И АУТОМАТИЗАЦИЈА ПОСТРОЈЕЊА

V СТЕПЕН

ЗНАЧАЈ И ПРИМЕНА МЕРЕЊА У ЕНЕРГЕТИЦИ

Измерити неку величину значи - наћи бројни однос дате величине (упоредити), према једном усвојеној величини. За изражавање резултата мерења користи се један број и одговарајућа јединица.

Аутоматизација постројења је данас незамислива без мерења, а на принципима аутоматизације рад заснивају: сушаре, термоелектране, хидроелектране, компресорске и пумпне станице, азотаре, рафинерије, челичане, фабрике процесне индустрије и слично.

Очигледно је да су мерења важна и о њиховој важности може се говорити када се анализира процес сазнања, процес конструкције нових уређаја, процес производње, процес размене као и процес експлоатације. Важна улога мерења у процесу сазнања је у томе што доприноси да се природне појаве искажу преко измерених параметара - егзактно.

Мерења која се обављају у енергетици остварују се најчешће електричним инструментима. У новије време се и неелектричне величине мере електричним путем, односно електронским путем. Електрична и електронска мерења пружају највеће могућности за обраду резултата мерења.

Помоћу мерења процеси се прилагођавају оптималном (задатим) потребама, на пример: одржавање температуре у етажном грејању станова, где се помоћу термостата мери температура и када она постане нижа од жељене (одређене) вредности, која се подешава, пећ се аутоматски укључује. Поменута радња спада у област регулације. Мерење у системима управљања и регулације значајно је ради тога да би се видело колика је вредност величине која се регулише и да би се контролисана величина држала у жељеним границама.

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ У МЕРНОЈ ТЕХНИЦИ

Основни појмови у мерној техници су следећи.

Мерење је поступак. помоћу кога се физичка величина одређује квантитативно - количински. Кад се има у виду да је количински износ вредност, може се сматрати да је мерење процес одређивања вредности физичке величине.

Физичка величина је својство материје и природних појава које се може количински мерити и изразити. Физичке величине су: маса, дужина, време, температура, брзина, напон, струја и друго.

Објект мерења је предмет, појава или процес чије се карактеристике мере. На пример: објект мерења је котао, а физичке величине које га карактеришу су: температура, притисак, проток

Мерна јединица је позната поновљива вредност физичке величине која је договорно утврђена и која се користи за квантитативно изражавање вредности као физичке величине. За сваку физичку величину усвојена је мерна јединица стална непроменљива вредност и у односу на њу се, у процесу мерења, врши, поређење.

Мерило је општи назив за мерно средство и мерни уређај. Служи да трансформише мерну величину или неку другу која је везана за мерну величину и покаже је (репродукује) одговарајућом информацијом.

Мерена величина је мера коју показује мерни инструмент (мерно средство) током употребе, могу бити основне и изведене. Основне величине су међусобно независне, док изведене величине представљају функције основних величина

Еталони или мерни стандарди су материјализовани облици мерних јединица који имају задатак да очувају или репродукују јединицу мере конкретне величине да би могла поређењем да се преноси на друге мерне инструменте.

МЕЂУНАРОДНИ СИСТЕМ МЕРНИХ ЈЕДИНИЦА (SI)

Мерење се обавља помоћу различитих мерила, применом одговарајућих метода мерења, а резултати мерења, односно вредности физичких величина, изражавају се мерним јединицама. При томе се користе само мерне јединице Међународног система јединица, са скраћеницом **SI**;

ЈЕДИНИЦЕ SI

Мера мерне величине је вредност физичке величине коју *мерило* показује за време метролошке употребе. *Утврђује* се мерилом, а изражава производом бројне вредности и *мерне јединице*.

Мерило је техничко средство које се користи за мерење, само или у склопу друге опреме, мерни инструмент, мерни систем, мерни уређај, мерни претварач, мерна компонента итд.). Физичке величине се деле на основне и изведене.

Основне величине су међусобно независне. Све друге величине могу се извести помоћу основних, одакле и потиче назив изведене величине.

Мерна јединица неке величине је договорена вредност, има своју ознаку и припада одређеном систему мерних јединица.

Међународни систем јединица SI састоји се од:

- основних мерних јединица SI, - мерне јединице основних величина
- изведених мерних јединица SI, - мерне јединице изведених величина су састављене и изведене од основних мерних јединица

Основне јединице Међународног система мера SI

Основна величина	Основна јединица SI	
	Ознака	Назив
Дужина	m	метар
Маса	kg	килограм
Време	s	секунда
Електрична струја	A	ампер
Термодинамичка температура	K	келвин
Јачина светлости	cd	кандела
Количина материје (супстанце)	mol	мол

Метар је дужина путање коју у вакууму пређе светлост за време од 1/299 792 458 секунде.

Килограм је маса међународног еталона килограма.

Секунда означава временско трајање

Ампер је јачина електричне струје

Степен келвин је термодинамичка температура

Кандела је светлосна јачина (јачина светлости) у одређеном правцу извора који емитује монохроматско зрачење

Мол је количина материје (супстанце) система

Остале физичке величине, односно јединице које се могу дефинисати помоћу основних величина, односно јединица применом математичких операција множења, дељења и степеновања представљају изведене величине Међународног система мера SI.

Неке од изведених јединица Међународног система мера су :

	Oznaka	Naziv
Електрични напон	V	волт
Електрична отпорност	Ω	ом
Фреквенција	Hz	херц
Сила	N	њутн
Притисак	Pa	паскал
Снага	W	ват
Енергија, рад, количина топлоте	J	džul

МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ

Мерни инструменти су мерна средства у којима се мерена величина претвара у показивање или сигнал, који је пропорционалан мереној величини или је повезан одређеном функционалном зависношћу. Према принципу рада и начину исказивања мерене величине, мерни инструменти могу да буду:

- показни инструменти
- интеграторски инструменти,

Показни мерни инструменти одмах показују вредност мерене величине на направи с непрекидним и прекидним променама. На основу ове карактеристике показни мерни уређаји се разликује од интеграторског који вредност мерене величине исказују разликом двају показивања у различитим тренуцима.

У показне мерне инструменте спадају: амперметри, волтметри, манометри, термометри, мерила са нонијусом,...

Интеграторски мерни инструменти су уређаји који вредност мерене величине одређују интеграцијом свих вредности добијених у процесу мерења. Интеграторски инструмент непрекидно сумира мале вредности мерене величине, а на крају мерења вредност региструје цифарским системом.

У ову групу мерила спадају: електрична бројила, таксиметри, секундомери, водомери, плинометри итд.

Мерни инструменти се могу лако препознати по начину читавања. Наиме, ако се измерена величина може одмах прочитати, инструмент је показни, а уколико се мора чекати извесно време да се обави интеграција мерених парцијалних величина, инструмент је интеграторски.

Поред ових постоје :

- Аналогни (мерни) инструмент, карактеришу се претварањем неке променљиве величине из једног у други погоднији облик да би се мерне величине показале или записале
- Дигитални (мерни) инструмент аутоматски производи дискретне сигнале за показивање мерних информација у дигиталној (цифарској) форми.
- Региструјући (мерни) инструмент служи за регистровање резултата мерења.
- Самопишући (мерни) инструмент бележи промене величине која се мери у облику дијаграма.
- Штампачући (мерни) инструмент бележи вредности измерене величине у цифарском облику.
- Мерни инструмент за поређење служи за непосредно поређење мерене величине са истоименом величином чија је вредност позната. Примери ове врсте инструмената су: електрични потенциометар, компаратор за дужинске мере и др.
- Сумирајући мерни инструмент је мерно средство чија су показивања функционално везана са сумом две или неколико величина које се доводе у ово мерило различитим каналима. Пример за ову групу инструмената је: ватметар за мерење снаге суме снага неколико електричних генератора.
- Мерни претварач је мерно средство које све информације о мереној величини претвара у сигнале чији је облик погодан за преношење на даљину, претварање у друге сигнале, обраду и (или) чување али не за непосредно читавање од стране посматрача (оператора).

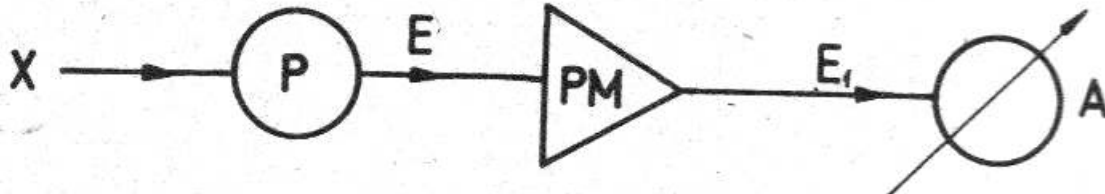
Карактеристике мерних инструмената :

Да би избор и употреба мерних инструмената били правилни, неопходно је познавати њихове метролошке карактеристике. Основне метролошке карактеристике су:

- вредност поделка на скали мерног инструмента,
- величина показивања мерног инструмента,
- осетљивост мерног инструмента,
- опсег мерења мерног инструмента,

МЕРИЛА ЗА ЕЛЕКТРИЧНО МЕРЕЊЕ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИНА

Принципијелни приказ оваквог начина мерења приказан је на слици. Давач (претварач) означен са P претвара неку неелектричну величину X у електричну величину E . Величина E непосредно излази из претварача P . Ова величина се не прикључује директно на мерени електрични инструмент, већ се најпре доводи до уређаја који је појачава у величину E_1 , која се затим по-везује са електричним мерним инструментом, најчешће милиамперметром (A).



Мерни уређај који добијени мерни сигнал преводи у подесну величину E_1 назива се мерни ланац. Мерни ланац садржи један или више електричних уређаја (појачавача).

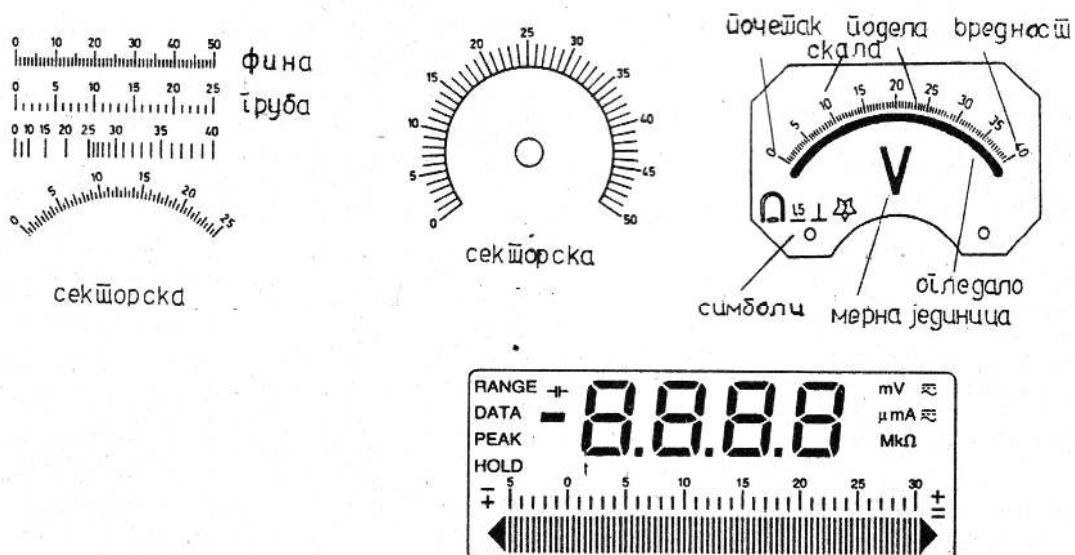
У састав овог мерила могу ући разноврсни претварачи и мерни ланци, на крају се најчешће налази милиампер-метар или регистратор (штампач-писач) који електричну величину E_1 региструје - бележи - на папирној траци. Бележњем директно на хартију одмах се добија графикон промена мерене величине X . Прва предност ових метода је у томе што се мерење разноврсних величина спроводи преко стандардних електричних величина. Друга предност је у могућности да мерни инструмент A буде удаљен (1 km) од места на коме се мери величина X . То омогућава да се истовремено на једном месту преко показивача читавају подаци са више различито постављених и међусобно удаљених мерних места. Место са кога се може контролисати рад и остварити управљање комплетним системом или постројењем назива се командни сто (пулт).

СКАЛЕ МЕРНИХ СРЕДСТАВА

Скала мерног средства служи за читавање вредности из мерене величине. Код аналогних инструмената скала представља низ референтних вредности, а показивач мерене величине у току мерног поступка је казаљка. На скали могу бити нанете вредности за један или више опсега или за једну или више мерених величина. Поред тога, скала може да садржи и одређене стандардне ознаке, које указују на основне радне карактеристике инструмента.

Скале аналогних инструмената по облику могу бити: кружне, секторске, праве и квадратне. Према класи тачности мерене величине могу бити: fine и грубе, а према регуларности подељака најчешће: линарне, квадратне и логаритамске.

Код дигиталних инструмената скале су цифарске и директно исказују вредност мерене величине



1. линеарна, 2. секторска, 3. кружна, 4. скала, 5. одегало, 6. мерна јединица, 7. симболи

ГРЕШКЕ МЕРЕЊА И ЊИХОВА ПОДЕЛА

Грешке у мерењу вредности физичке величине могу бити проузроковане мерењем и мерилом.

Грешке проузроковане мерењем настају услед спољних утицаја, који су у зависној вези са мерилом. Грешке мерења се разликују по интензитету и зависе од услова у којима се мерење изводи. Услови мерења одређени су: објектом и субјектом мерења, грешком мерила, условима околине у којој се мерење обавља, методом мерења и другим.

Према начину изражавања, грешке мерења деле се на апсолутне и релативне.

Апсолутна грешка мерења (A) или (ΔX) изражава се увек у јединицама мерене величине уз одговарајућу бројну вредност и представља одступање између добијеног резултата мерења (X) и реалне (тачне) вредности (X_0) мерене величине, тј.

$$A = X - X_0$$

Релативна грешка мерења (R) одређена је односом апсолутне грешке мерења (A) и реалне (тачне) вредности мерене величине (X_0), изражава се као бројчана односно процентуална вредност, тј.

$$R = A / X_0$$

Према карактеру понашања при мерењу, грешке се деле на систематске, грубе и случајне.

1. **Систематска грешка** се јавља када мерни инструмент или метод мерења садржи неки сталан недостатак или ако нису узети у обзир одређени фактори који утичу на мерење као што су:

- нетачно баждарен инструмент
- неправилно коришћен инструмент (хориз., верт.)
- оштећење инструмента
- занемаривање или погрешно третирање утицаја околине (температура, притисак, влажност)

Основна карактеристика систематске грешке је да представља увек истосмерно дејство

(измерена величина је увек већа или мања од тачне вредности). Овакве грешке се отклањају већом пажњом лица које врши мерење и чешћом контролом инструмената и околине у којој се мерење спроводи

2. **Случајна грешка** је компонента грешке мерења, која се током више мерења исте величине мења на непредвидив и необјашњив начин и има различите вредности у сваком поновљеном мерењу исте величине. Последица је промене у мерним уређајима, мерном објекту, околини у којој се врши мерење, непажње лица које обавља мерење.

3. **Груба грешка** настаје непажњом и недостатком стручног знања корисника мерних средстава, применом погрешног мерног поступка (очитавања), погрешним избором мерних средстава. Добра особина ових грешака је што се најчешће лако уоче и отклоне

МЕРЕЊЕ ПРИТИСКА

Код мерења притиска постоји разлика између релативног притиска и апсолутног притиска.

Код релативног притиска мерени притисак се узима у односу на основни притисак ваздуха на Земљиној површини. Већина техничких мерења притиска узима се тако да се потпритисак и натпритисак мере у односу на атмосферски притисак. На пример, притисак паре у котлу или притисак ваздуха у вентилационој цеви узима се у односу на атмосферски притисак.

При апсолутном мерењу, притисак на основу кога се врши мерење једнак је нули.

Притисак представља нормалну силу сведену на јединицу површине, па је због тога основна јединица за притисак N/m^2 , то јест Па (паскал). Паскал је притисак који производи сила (F) од 1 њутна, равномерно распоређена по равној површини (S) од $1 m^2$.

где је : $p [N/m^2]$ - притисак,

$$p = F/S,$$

$F [N]$ - сила која ствара притисак

$S [cm^2]$ - површина на којој се ствара притисак.

МАНОМЕТРИ

За мерење притиска употребљавају се хидростатички, механички и електронски манометри. Хидростатички манометри су апсолутни инструменти јер директно показују праву вредност притиска, док се механички и електронски манометри морају баждарити. За мерење разлике притисака користе се диференцијални манометри.

ХИДРОСТАТИЧКИ МАНОМЕТРИ

Принцип рада хидростатичких манометара заснива се на познатом закону хидростатике: да је притисак у неком флуиду који мирује једнак у свим равнима, а свака промена притиска преноси се по целој запремини флуида.

Притисак настао услед сопствене тежине течности, познатији као хидростатички притисак, може се математички исказати релацијом:

$$p_h = \rho \cdot g \cdot h,$$

p_h [bar] - хидростатички притисак,

ρ [kg/m³]- густина течности,

g [kgm/s²] - гравитациона константа,

h [m] - висина стуба течности

Хидростатички манометар који се најчешће употребљава је:

- U - цев.

Најједноставнији хидростатички манометар је U-цев од стакла са скалом напуњеном до половине манометарском мерном течношћу густине ρ (алкохол, вода, жива итд., сл)

Функционисање U-цеви као инструмента за мерење притиска заснива се на следећем :

а) На слободне нивое мерне течности у U-цеви (сл. а), (када она није прикључена), са обе стране (и у левом и у десном краку) делује атмосферски притисак (p_b), па су нивои течности у оба крака U-цеви, по закону о спојеним судовима на истој висини.

б) Када је U-цев прикључена на простор (или посуду) у коме влада притисак виши од атмосферског (сл.б; $p > p_b$), тада ће се, под дејством вишег притиска (p) у посуди, ниво течности у левом краку U-цеви спустити, а у десном подићи: висинска разлика нивоа (h_n) еквивалентна је натпритиску у посуди - „вишку“ притиска изнад барометарског (p_b) и износи $\rho \cdot g \cdot h_n$.

За равнотежну раван I-I (сл. б), за апсолутни притисак важи једначина равнотеже:

$$p = p_b + \rho \cdot g \cdot h_n \text{ [bar]}$$

при чему је натпритисак (p_n) у посуди дат релацијом $p_n = \rho \cdot g \cdot h_n$ U-цев, дакле, у овом случају ради као манометар (мери натпритисак).

в) Када је U-цев прикључена на простор у коме влада притисак нижи од атмосферског (сл. в; $p < p_b$), под дејством барометарског притиска (који је у овом случају виши) ниво течности ће се у левом краку подићи, а у десном спустити.

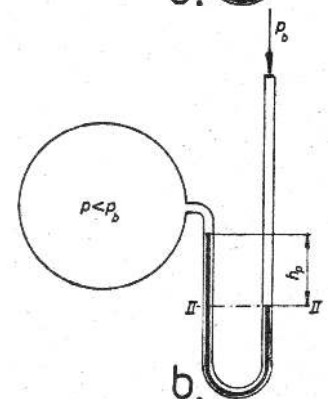
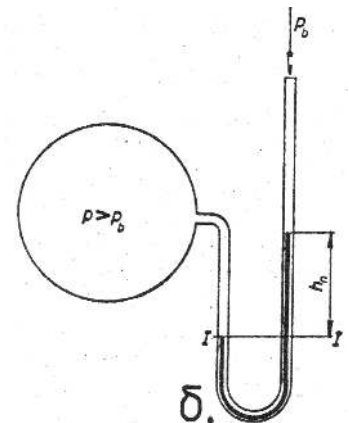
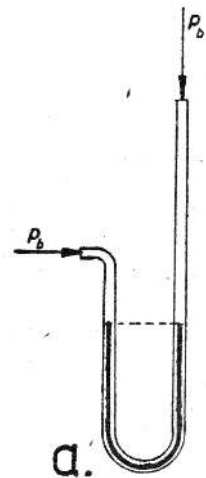
За равнотежну раван II-II у овом случају важи релација

$p + \rho \cdot g \cdot h_p = p_b$, на основу чега апсолутни притисак износи:

$$p = p_b - \rho \cdot g \cdot h_n \text{ [bar]}$$

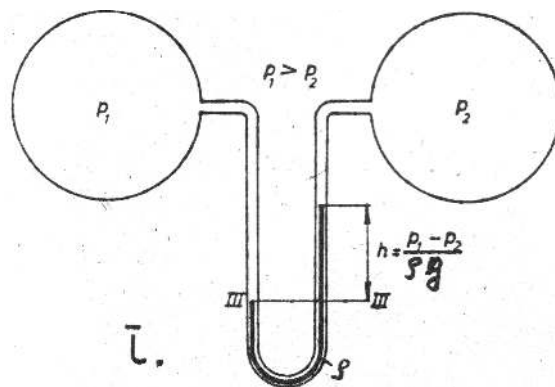
Потпритисак у посуди дат је релацијом $p_p = \rho \cdot g \cdot h_p$

U-цев, дакле, у овом случају ради ако вакуумметар.



г) Када је U-цев својим крајевима (сл. г) прикључена на два простора у којима владају различити притисци, на пример $p_2 < p_1$, тада се U-цев назива диференцијални манометар са течномшћу. Диференцијалним манометром мери се разлика притисака у обе посуде, јер за равнотежну раван III - III важи релација $p_2 = p_1 + \rho \cdot g \cdot h_p$ одакле је разлика притисака у посудама:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho \cdot g \cdot h [\text{bar}]$$



МЕХАНИЧКИ МАНОМЕТРИ

Ови манометри раде на чисто механичком принципу. Највише се кориси манометри са Бурдоновом цевном опругом, манометри са мембранском опругом и манометри са набораном цевном опругом.

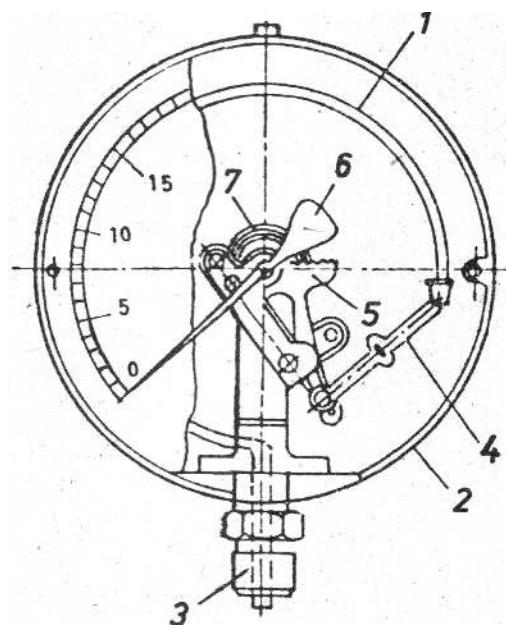
Манометар са Бурдоновом цевном опругом

Бурдонов манометар састоји се од савијене цеви елиптичког попречног пресека и зупчастог механизма повезаног са казаљком за показивање притиска. У манометар се уводи флуид чији се притисак мери и при томе се користи својство цеви као опруге да се он исправља ако је у њој притисак виши од атмосферског, односно савија ако њој влада притисак нижи од атмосферског. При томе крај цеви, преко зупчастог механизма, покреће казаљку која на скали директно показује вредност мереног притиска.

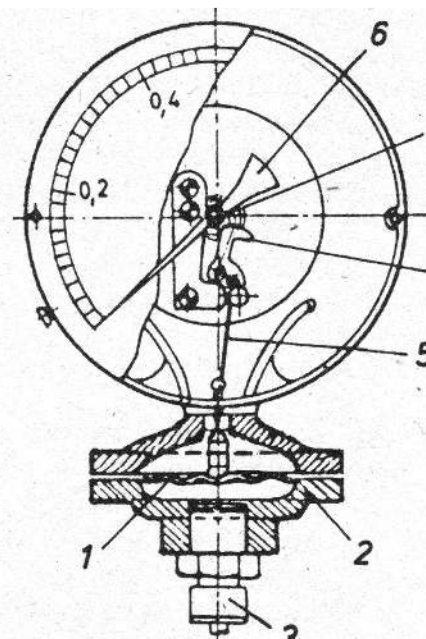
Ови манометри се могу користити за мерење натпритиска, при чему се казаљка помера у једну страну, као и подпритиска, при чему се казаљка помера у супротну страну. Тачност мерења износи 0,6 до 2% од мерене величине. Баждарење ових манометара је обавезно.

Манометар са мембранском опругом

Код ових манометара притисак делује на таласасту челичну мембрану услед чега се она деформише. Та деформација (померања) преноси се преко преносног механизма на показивачки механизам, што се одражава померањем казаљке на скали манометра. Манометри са мембраном веома су осетљиви на преоптерећења, па се због тога у њих уграђује специјални ослонац, то јест граничник померања мембране. С обзиром на то да је површина мембране таласаста, то раван граничник није подесан за примену, јер се мембрана на њега ослања неравномерно, што штетно делује на њу. Да би се то избегло, уместо оваквог ослонаца, уграђује се ослонац од специјалне сунђерасте масе која је потпуно прилагођена површини мембране. Мембрана лако мења своје карактеристике, што је разлог за често баждарење. Ови манометри служе за мерење притиска до 2 бар, а тачност мерења износи $\pm 2\%$ од опсега скале.

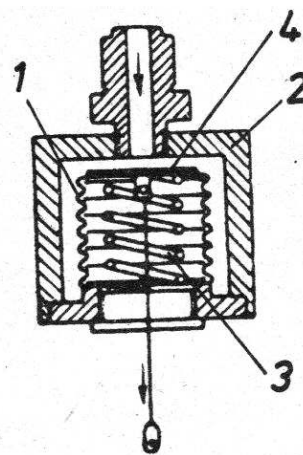


1. цевна опруга, 2. шело манометра
3. прикључак, 4. полућа, 5. зупчати механизам
6. казаљка, 7. опруга



Манометри са набораном цевном опругом

Код ових манометара уместо таласасте мембране примењује се мембрана (1) од месинганог лима у облику хармонике. Мембрана је смештена у кућиште (2) тако да се у простор између мембране и кућишта доводи гас чији се притисак мери. Под дејством тог притиска мембрана се сабија и при том сабија и навијну опругу (3), која служи за враћање мембране. Померање дна мембране (4) преноси се преко полужног механизма на казаљку која на скали показује вредност мереног притиска. На слици је приказан је давач оваквог манометра.



МЕРЕЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

Температура је основна физичка величина која карактерише топлотно стање тела. Јединица за температуру је келвин (K).

Степен Келвинове температурне скале по величине је једнак целзијусовој ($1^{\circ}\text{K} = 1^{\circ}\text{C}$) с тим што је код Целзијуса тачка ледења воде на 0°C а по келвину на $273,16^{\circ}\text{K}$, при притиску од 1,013 бар. Такође је тачка кључања воде на 100°C , односно $373,16\text{ K}$. $T = t + 273,16$

Температура се мери на тај начин што се у простор где се жели она да се измери постави температурски претварач, који је причвршћен за држач. Температура може да се мери, у некој просторији, каналу, или цевоводу кроз који струји ваздух, у котлу са топлотом водом или паром и сл. Давач и држач заједно чине температурску сонду, која са показивачем температуре на коме се врши читавање чини целину. Такав случај је код стаклених термометара, као и термометара који раде на принципу ширења метала, као што су штапни и биметални термометри. Међутим, показивач може бити и одвојен од сонде, што је случај код свих даљинских, електричних термометара. Да би се температура могла измерити постоје температурски параметри за сваку врсту термометара :

1. Код живиног термометра користи се ширење течности
2. Код отпорног термометра користи се промена електричног отпора при промени температуре
3. Код термоелемената користе промену створене термоелектромоторне силе
4. Код пирометра се користи промена интензитета или боје зрачења загрејаног тела

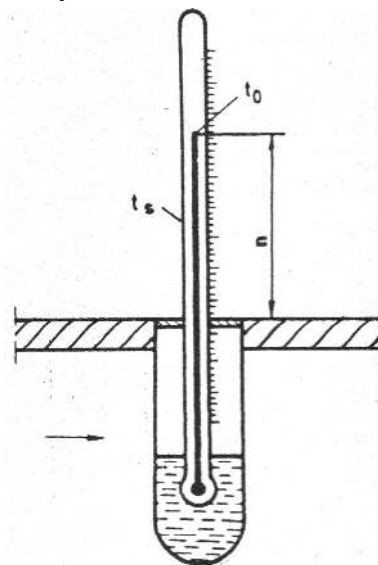
ТЕРМОМЕТРИ НА ПРИНЦИПУ ТОПЛОТНОГ ШИРЕЊА

Од ових термометара највише се примењују: стаклени термометри, термометри са цевном опругом и термометри на принципу ширења метала, као што су штапни и биметални термометри.

Стаклени термометри

Ови термометри су испуњени течностима и раде на принципу ширења течности под утицајем топлоте. Највише су у примени живини термометри, који се израђују од специјалног јенског стакла.

Услед дејства топлоте жива се из проширеног дела (доњег) резервоара (детектора цеви) шири дуж капиларне цеви уз коју се налази избадарена скала, обично у Целзијусовим степенима. У горњем делу капиларне цеви такође се налази проширење, у које улази жива када се прекорачи максимална температура мерења термометра. Жива се користи за мерење температура од -30°C до 300°C , јер већ на 360°C и при нормалном притиску она кључа. За мерење виших температура, од 300°C до 650°C , простор изнад живе се пуни азотом или угљен-диоксидом под притиском од 20 и више бара и на тај начин се подиже тачка кључања живе. За више температуре, до 750°C , користе се живини термометри од кварцног стакла. Услед топлоте шири се и стакло самог термометра,



што се при прецизним мерењима мора узети у обзир. На слици је приказан је стаклени термометар код кога се мерна скала налази изван мерног места. За мерење ниских температура употребљавају се:

- толуол, за мерење температура од -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$,
- етилалкохол, за температуре од -110°C до $+50^{\circ}\text{C}$,
- пентан, за мерење температура од -200°C до $+20^{\circ}\text{C}$.

Термометри са цевном опругом

Ови термометри раде на принципу ширења течности која се налази у резервоару и шири се под дејством топлоте.

Течност се шири кроз капиларну цев спојену са Бурдоновом опругом, која служи као показивач, слично као код манометра се цевном опругом. Бурдонова цев се под дејством промене температуре отвара, односно затвара, што се преноси на показивачки механизам где се на скали читава вредност мерене температуре.

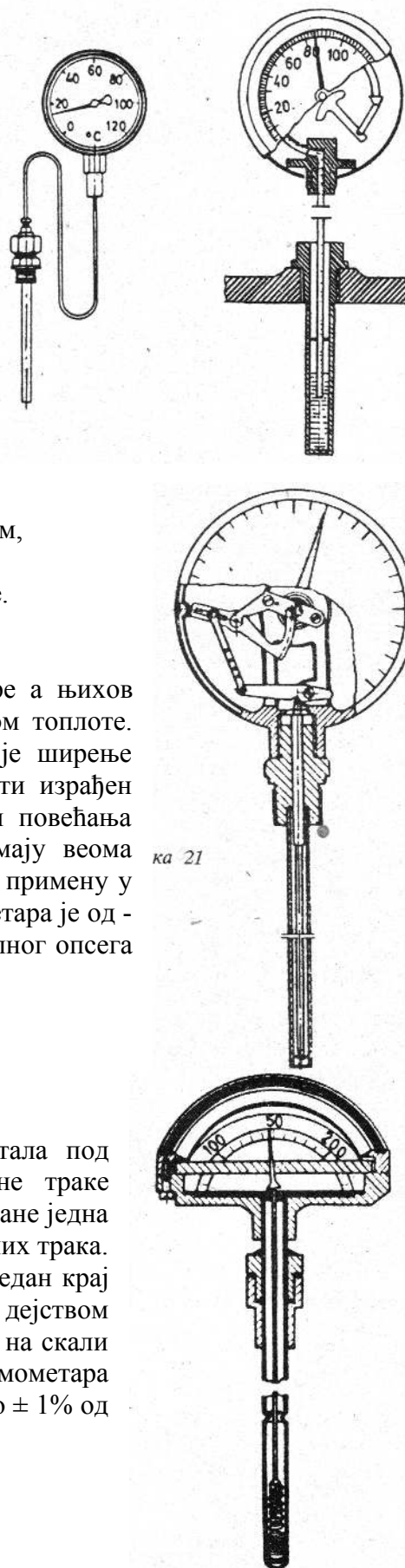
Ови термометри су једноставне конструкције и сигурни су у раду, па се због тога најчешће примењују у индустрији, нарочито за аутоматску регулацију. За мерење температуре од -35°C до $+60^{\circ}\text{C}$ термометри се пуне живом, а за температуре од -30°C до 350°C пуне се толуолом. Тачност мерења износи $\pm 2\%$ од максималног опсега скале.

Штапни термометри

Штапни термометри се сврставају у металне термометре а њихов принцип рада се заснива на ширењу метала под дејством топлоте. Нарочито се примењују легуре никла и гвожђа. Како је ширење метала веома мало, то показивачки механизам мора бити израђен веома прецизно и са великим преносним односом ради повећања показивања температуре на скали. Ови термометри имају веома велику термичку силу истезања метала, па су погодни за примену у аутоматској регулацији. Област примене штапних термометара је од -30°C од $+1000^{\circ}\text{C}$, а тачност им износи $\pm 2\%$ од максималног опсега скале.

Биметални термометри

Биметални термометри раде на принципу ширења метала под дејством топлоте. Биметалом се називају две металне траке различитих коефицијената топлотног ширења које су уваљане једна у другу. Под дејством топлоте настаје савијање тако спојених трака. Биметалне траке обично се савијају у спиралу, па им се један крај веже за кућиште детектора, а други се слободно креће под дејством температурског савијања и при томе помера казальку која на скали показује вредност температуре. Област примене ових термометара је за температуре од -150°C до $+550^{\circ}\text{C}$, а тачност им је око $\pm 1\%$ од максималног опсега скале.



ТЕРМОЕЛЕМЕНТИ

Термоелементи су електрични термонапонски термометри који су нашли широку примену у индустрији и разним областима истраживања, јер су једноставне конструкције осим тога, прецизни су и јефтини. На слици је дата принципска шема термоелемента. Термоелектрични круг чине два проводника (А) и (В) од различитих материјала који су међусобно спојени у тачкама 1 и 2. Ако су ти спојеви на различитим температурама, у проводницима ће се стварати електрична струја

Створена термоелектромоторна сила (ТЕМС) зависи од материјала термопара и разлике температура тоглог и хладног споја. За мерење врло високих температура, до 2600°C , у случајевима када се не могу применити пирометри, као термопар узима се молибден-волфрам.

Термоелементи се обавезно морају баждарити, што се најчешће врши платинским отпорним термометром, који се одликује великом прецизношћу.

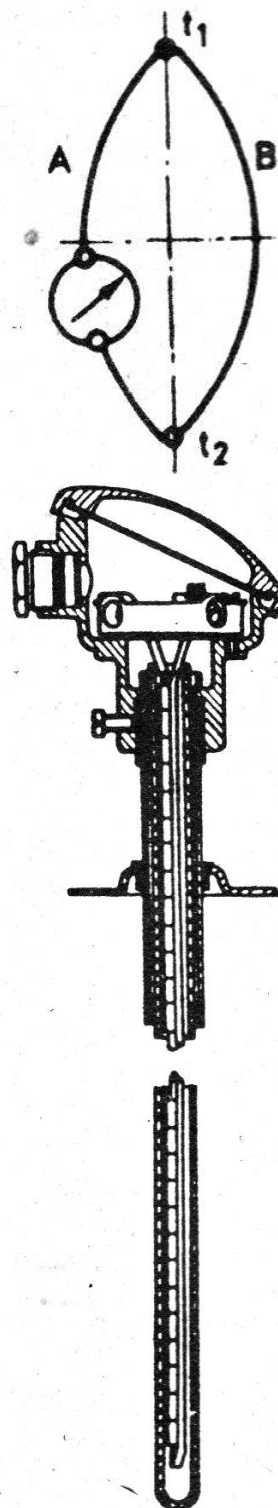
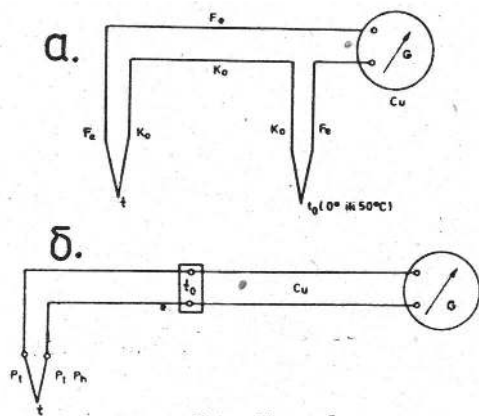
Да би рад термоелемента био правилан, спојне тачке проводника морају бити правилно изведене. Тако, за ниже температуре, до 150°C , спој се изводи обичним меким лемљењем, док се за температуре до 700°C користи тврдо лемљење. За још више температуре, проводници се спајају аутогеним или електричним заваривањем.

На слици је приказана монтирана температурска сонда са термоелементом и заштитним оклопом за примену у индустрији.

При мерењу температуре термоелемент се после постављања на место мерења једноставно споји с инструментом показивачем.

Веза на слици (а) користи се за краћа растојања и код јефтиних термопарова. Инструмент показивач је галванометар који мери ТЕМС у mV која одговара температурској разлици $t - t_0$. За референтну температуру t_0 узима се нека нижа константа температура, на пример температура леда која се топи (0°C), или термостат који одржава сталну температуру, обично између 20°C и 50°C .

За већа растојања и скупљи термопар до места референтне температуре t_0 употребљава се компензациони кабл од одговарајућег материјала који има исту електромоторну силу, слика (б)



ПИРОМЕТРИ

Температуре више од $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ могуће је мерити само на основу закона о зрачењу. Предност ове методе јесте у томе што се детектор температуре не мора ставити директно у простор где се мери температура. За таква мерења служе пирометри. У основи, постоје два типа пирометара, и то:

- оптички пирометар који служи за мерење видљивог зрачења, то јест оног зрачења које људско око може да запази;
- пирометар на зрачење, који обухвата цео спектар зракова, од инфрацрвених до ултраљубичастих.

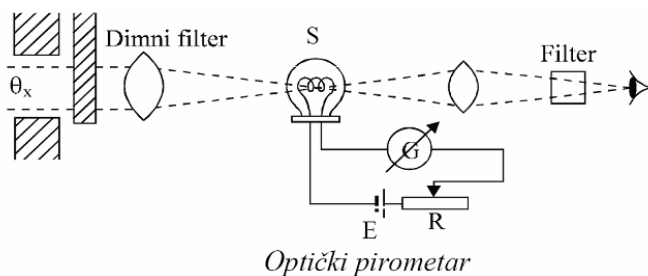
Тачност читавања температуре оптичким пирометром је субјективне природе, док се пирометром на зрачење температуре одређује на принципу преноса топлоте зрачењем на сонду, односно на термоелемент у инструменту. Дакле, у другом случају реч је о веома објективном (тачном) одређивању температуре.

ОПТИЧКИ ПИРОМЕТАР

Функција оптичких пирометара се заснива на чињеници да свако тело на температури изнад апсолутне нуле зрачи енергију која је сразмерна укупној температури тог тела и која се може избором одговарајућег детектора прецизно измерити и претворити у информацију о температури. У случајевима где је немогуће обезбедити директан контакт са објектом чија се температура мери, било због тога што се он креће или зато што је под високим напонем или је из других разлога неприступачан као и тамо где је пренос топлоте са контролисаног медија на сензор (нпр термоелектрични) лош, пирометри су идеално а често и једино решење. Оптички пирометри раде на принципу поређења јачине светлости зрачења са неким познатим извором, на пример са сијалицом.

Оптички систем

Оптички систем се састоји од једноструког сочива IC објектива, оптичког филтера, бленде која дефинише видни угао а тиме и димензије поља са кога се узима податак о температури и IC детектора. Детектор је постављен у жижу оптичког система тако да додатно фокусирање није потребно. Посматрањем

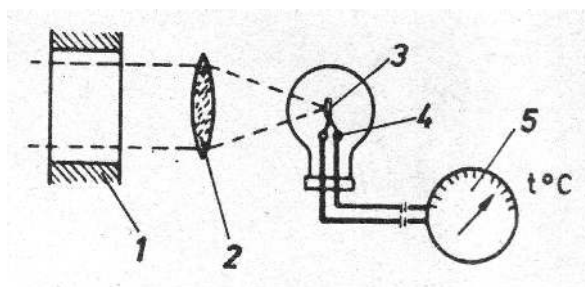


Optički pirometar

тела са температуром на екрану, по правилу, уочавамо сијалицу S као светлију или тамнију мрљу на екрану. Померањем клизача на R (променљиви отпорник) мења се интензитет светлости сијалице са ужареним влакном, све док се на екрану окулара не изгуби мрља, што значи да је изједначена освјетљеност сијалице и топлотног извора, а истовремено и њихове температуре, чија се вредност може прочитати на показном инструменту G –галванометар. За мерење температура више од $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ у пирометар се мора уградити димни филтер (4) ради смањења светлости зрачења и могућности оптичког посматрања.

ПИРОМЕТАР НА ЗРАЧЕЊЕ

Пирометар на зрачење ради на принципу преноса топлоте зрачењем на термоелемент у инструменту. За температуре више од $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$; субјективни фактор је искључен јер температуру показује инструмент, тј. термоелемент. На слици шематски је приказан пирометар на зрачење. Топлотно зрачење извора (1) чија се температура мери усмерава се помоћу сочива (2) на зачађену платинску плочицу (3) која се услед тога загрева.



Температура плочице мери се помоћу термоелемента (4) чији је спој заварен на њу. Термоелемент је спојен са галанометром (5), на чијој се скали директно читава вредност мерене температуре. Баждарење ових инструмената је неопходно и врши се помоћу еталона.

МЕРЕЊЕ ПРОТОКА ТЕЧНОСТИ

За мерење протока течних и гасовитих материја најчешће се користе :

- **пригушнице**, - мерење се базира на постављању пригушног елемента, пригушнице у струјни ток флуида услед чега долази до убрзања струјања и разлике притиска испред и иза пригушнице
- **ротаметри** , - као пригушница служи лебдеће тело оптерећено тегом који је смештен у вертикалној цеви и кроз коју пролази флуид између тела и зида цеви стварајући разлику притисака
- **волуметријска метода** (помоћу масе течности), - мерење се заснива на одређивању масе, односно запремине течности која за одређено време напуни резервоар до неке висине.
- **мерачи који раде на неком обртном принципу (протокомери)**, - коришћењем обртног кола са лопатицама и његовог обртања под дејством разлике притисака на улазу и излазу
- **баждарени прелив**, - служе за мерење отворених токова, то су преграде са преливном ивицом (преливи) преко којег се флуид одводи у мерни канал.

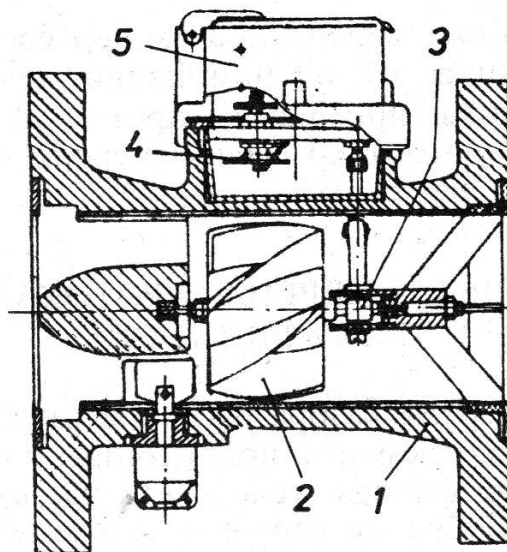
Мерење протока протокомер - бројачем

Протокомер-бројач најчешће се користи за мерење протока воде и гаса у домаћинству, у различитим областима индустрије и сл.

Изглед једног таквог бројача дат је на слици .

Овај бројач у суштини представља хидраулични мотор који се обрће под дејством разлике притисака на улазу и излазу бројача.

У телу (1) смештено је обртно коло мотора (2), које је слично аксијалној турбини са мање или више лопатица, или је пак у облику ексцентричног клина, који својим обртањем запремински мери проток. При томе осовина (3) обртног кола покреће зупчasti механизам (4) бројача протокомера а вредност протекле количине течности читава се на скали- (5). Ови протокомери могу бити изведени и тако да се у сваком моменту директно и тренутно читава проток. Тачност мерења протокомер-бројачем износи $\pm 2\%$ од номиналног протока. Међутим, при мањем протоку флуида кроз протокомер грешка мерења се повећава на $\pm 5\%$.



СИСТЕМ АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊЕ (SAU) , дефиниција и врсте управљања

Аутоматско управљање обезбеђује задовољавајући рад управљаног објекта, тј. обезбеђује да одступања његовог стварног од жељеног понашања буду стално у дозвољеним границама, обезбеђује безбедан, поуздан, економичан, тачан , сталан, производни рад тог објекта без непосредног човековог учешћа у процесу управљања. Човеково учешће у раду објекта је посредно. Оно се састоји у његовом надгледању, проверавању исправности рада система аутоматског управљања.

Тиме је он ослобођен од рутинског производног рада. Његов допринос производњи је креативан. Он анализира рад постојећег система и открива могућности за даљим повећањем његовог квалитета, безбедности, поузданости, рентабилности, производности, тачности , прецизност...

Врсте управљања

Управљачка величина која делује на објект ствара се у управљачком систему. Према томе да ли је управљачки систем човек или уређај, систем управљања може бити:

1. систем где је управљачки систем човек, а управљање је ручно;
2. систем полуаутоматског управљања, када управљачки део чине човек и уређај, а управљање је полуаутоматско;
3. систем аутоматског управљања, при чему је управљачки део само уређај а управљање је аутоматско.

Неопходност коришћења аутоматског управљања уместо ручног или полуаутоматског управљања често проистиче из велике брзине одвијања процеса у објекту, услед брзих промена његовог стања, што захтева и брзо реаговање управљачког система. У таквим случајевима је брзина човековог реаговања недовољна, а уз то је он подложен и замору и деконцентрацији.

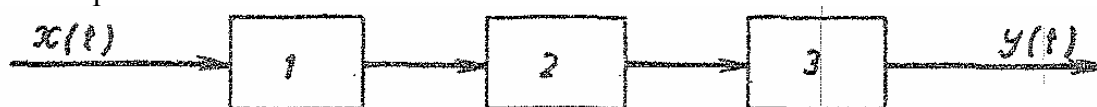
ПОДЕЛА СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА

Поделу система аутоматског управљања могуће је извршити према различитим критеријумима. Критеријум који се најчешће примењује јесте подела према информацији (подацима) која је потребна и довољна за правилно управљање објектом. На основу овог критеријума сви системи аутоматског управљања се сврставају у: отворене, затворене и комбиноване системе.

Да би се формирао управљачки систем у систему управљања, као и у системима аутоматског управљања, неопходна је информација о жељеном понашању (раду) објекта, Међутим, ова информација није увек и довољна, па у зависности од тога која је информација још потребна за формирање управљања дефинишу се наведене врсте система аутоматског управљања.

Код SAU постоји одређена функционална зависност између промене излазних и улазних величина. За остварење ове зависности примењују се два основна принципа : отворени и затворени системи.

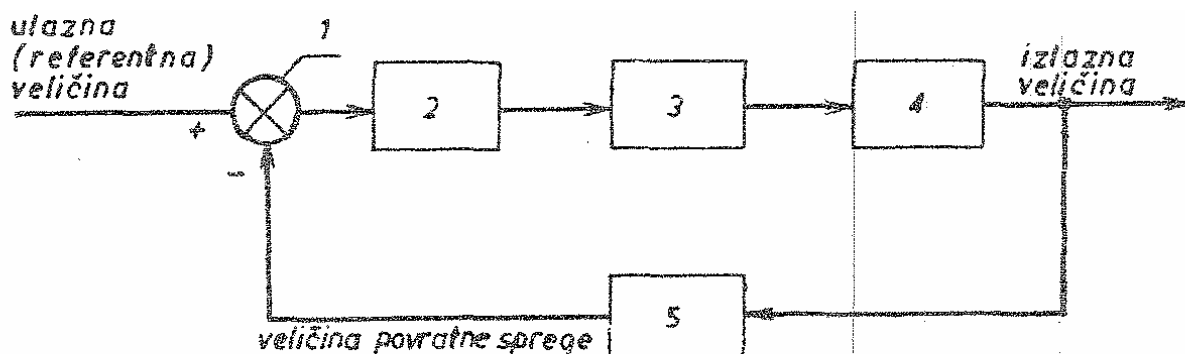
Код отвореног система излазна величина се мења према унапред одређеном закону, без упоређивања са референтном (жељеном) величином. То значи да се сигнал деловања креће у једном смеру – од улаза ка излазу, и не постоји повратна спрега која би давала информацију на улаз о промени излазне величине.



Sistem automatskog upravljanja sa otvorenim kolom.

1 — pojačavač, 2 — izvršni organ, 3 — objekt upravljanja

Системи аутоматског управљања са затвореним системом имају повратну спрегу помоћу које врше континуално упоређивање излазне величине са улазном (задатом, жељеном). Код овог система сигнал грешке представља разлику између улазне (задате) и излазне величине.



Sistem automatskog upravljanja sa zatvorenim kolom.

- 1 — diskriminator (u kojem se vrši upoređivanje ulazne i izlazne veličine),
 2 — pojačavač, 3 — izvršni organ, 4 — objekt upravljanja, 5 — elementi povratne sprege

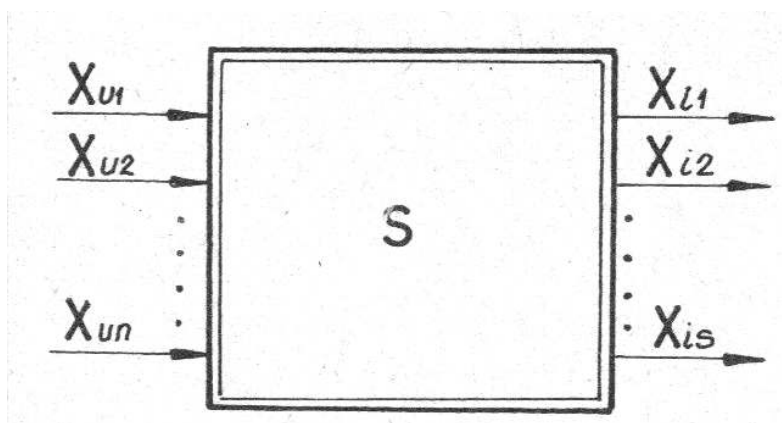
ПОЈАМ СИСТЕМА И СТРУКТУРНИ ДИЈАГРАМ

Појам систем може се упознати на примеру једне хидроелектране чији је задатак да потенцијалну енергију воде претвори у електричну енергију. Да би се то остварило, потребно је да постоје систем довођења воде, генератори који производе електричну енергију, електронски уређаји за управљање генератора и праћење његовог рада, електрични водови и трансформатори за пренос произведене енергије. Сви ови делови, односно јединице функционално су повезани у целину - хидроелектрану, која представља физички систем са дефинисаним радним задацима. Према томе, **физички систем је скуп елемената функционално повезаних у целину ради остваривања одређеног циља коришћењем или претварањем енергије.**

У даљем излагању користиће се термин систем, при чему се под њим, ако није другачије речено, подразумева физички систем.

Симболички приказ система дат је на слици, при чему је сам систем означен са S .

Овакав приказ система назива се структурни дијаграм система. Он показује све јединице система, као и њихове функционалне везе. **Величине (утицаји) које делују на систем су улазне величине система и означавају се са X_{ui} . Излазне величине система X_{i} представљају реакцију (одговор) система на дате улазне величине.**



УЛАЗНЕ И ИЗЛАЗНЕ ВЕЛИЧИНЕ СИСТЕМА

Улазна величина, (X_u) која се још назива и улазни сигнал или једноставно **улаз**, означава независно променљиву која се доводи и саопштава систему или елементу. То је величина коју систем (елемент) прима као улазни сигнал или улазну информацију.

На систем може деловати једна или више улазних величина ($X_{u1}, X_{u2}, \dots, X_{un}$) али све оне немају једнак утицај на рад система. **Само величине чије је дејство битно за понашање система називају се улазне величине, док се остале не узимају у обзир и немају карактер улазних величина.**

Посматрајмо једну просторију где је потребно да температура ваздуха у њој буде константна. Улазне величине тог система (просторије) јесу спољни утицаји: сунце, киша, ветар итд. Међутим, на температуру просторије утиче и температура човека који у њу улази, али је тај утицај веома мали па не представља улазну величину.

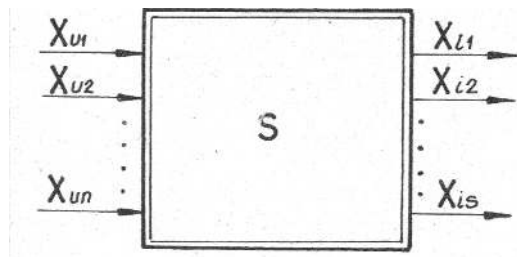
Као резултат дејства спољних утицаја, односно улазних величина у просторији влада одређена температура која представља излазну величину система (просторије). Значи,

Излазна величина, (X_i) се назива величина која карактерише (описује) понашање система или елемента када на њега делује улазна величина. То је величина која настаје као последица деловања улазне величине на дати систем и коју систем, односно елемент, предаје.

Излазна величина још се назива — **излаз**, одзив или одговор система (елемента).

Уређај помоћу којег се улазна величина може мењати назива се **управљачки орган**.

Број улазних величина (n) у систем може да буде различит од броја његових излазних величина (s).



ПОРЕМЕЋАЈИ (одступање, грешка)

Технички објекти су пројектовани да раде у номиналним условима рада, што у пракси није увек случај. Наиме, стварни услови рада разликују се од номиналних па се због тога и стварни рад (понашање) објекта разликује од жељеног понашања. Одступање стварних услова рада у односу на номиналне је последица дејства разних поремећаја који делују на објект.

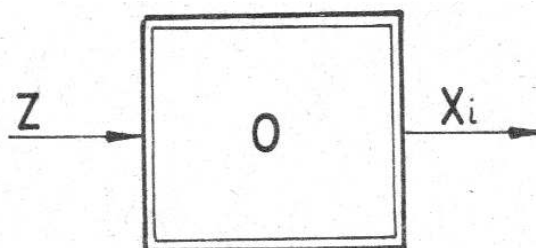
Од мноштва поремећаја овде се, ради илустрације њиховог дејства, наводе неки од њих:

- ветар који изазива промену жељене температуре у простору,
- скретање авиона или брода са жељене путање, или
- повећани доток воде у резервоар, што изазива промену нивоа.
- смањење топлотне моћи горива изазива пад снаге мотора са унутрашњим сагоревањем,

Поремећај, или поремећајно дејство, назива се свако деловање на објект или систем управљања које изазива нежељену промену излазне величине или њено одступање од задате вредности. Треба истаћи да поремећаји настају независно од жељеног понашања објекта.

Разлика измеу задате и стварне и вредности излазне величине у датом моменту представља **грешку**.

Поремећај се означава са Z . На објект може деловати више поремећајних величина, које се означавају Z_1, Z_2, \dots, Z_n .



УПРАВЉАЊЕ И СИСТЕМ УПРАВЉАЊА

Ако се основне функције управљања (које су неопходне у процесу рада система ради остварења циља управљања) врше помоћу одговарајућих аутоматских уређаја без непосредног учествовања човека, онда се такав систем управљања назива **систем аутоматског управљања**. Он се састоји од објекта управљања (**O**) и управљачког система (**US**) повезаних у једну целину.

Објект управљања (O) је објект чијим радом треба да се управља или се њиме већ управља. Да би се обезбедио захтевани рад објекта, неопходно је да постоји одговарајуће дејство на тај објект, тј. да на њега делује одговарајућа улазна величина.

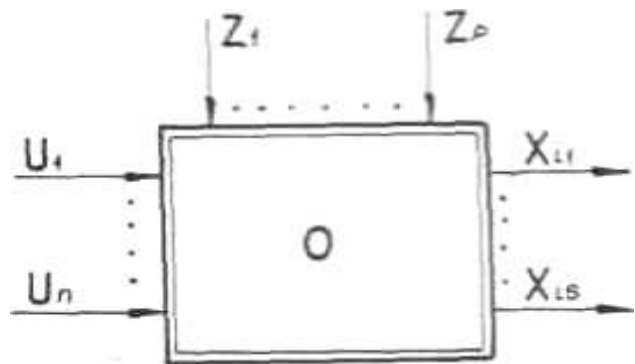
Управљачка величина је улазна величина објекта која се формира на основу жељеног понашања објекта (X_{iz}) и означава се са U .

Задатак управљачке величине је да обезбеди жељено понашање објекта или да одступање стварног од жељеног понашања објекта одржи у дозвољеним границама

Управљање је дејство управљачке величине на објекат.

Управљане величине су излазне величине $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{is}$ објекта управљања.

У примеру уређаја за климатизацију управљане (излазне) величине су температура, влажност и притисак ваздуха.



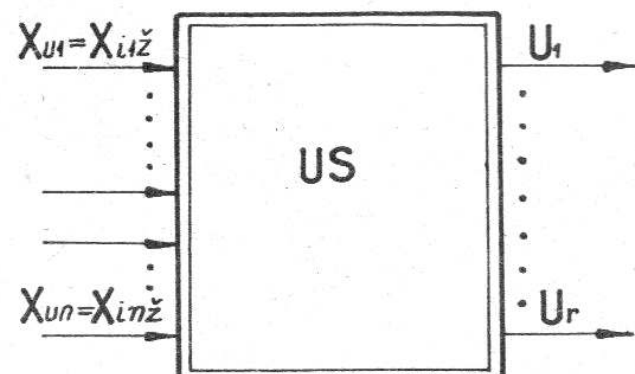
Управљачки систем (US) подразумева скуп елемената и уређаја са којима се врши управљање неким сложеним објектом. (односно групом од више објеката повезаних заједничким циљем или процесом уз помоћ коришћења (прикупљања и обраде) информације о стању објекта управљања.

Сваки управљачки систем (US) мора, према томе, да садржи изворе информација о задатку и о резултату управљања, затим уређаје за пренос и обраду (анализу) информација и извршне органе помоћу којих се изводе управљачка дејства на објект управљања, која резултирају из решења. на основу примљених информација и постављеног циља управљања.

У организацији и извођењу процеса управљања изузетно важну улогу има добијање и коришћење информације о резултату управљања, јер избор управљачког деловања које треба да доведе до жељене промене стања објекта управљања зависи од тога какав резултат то деловање изазива, па се на тај начин добија затворени круг. Таква повезаност управљачког деловања и резултата управљања назива се **повратна спрега**.

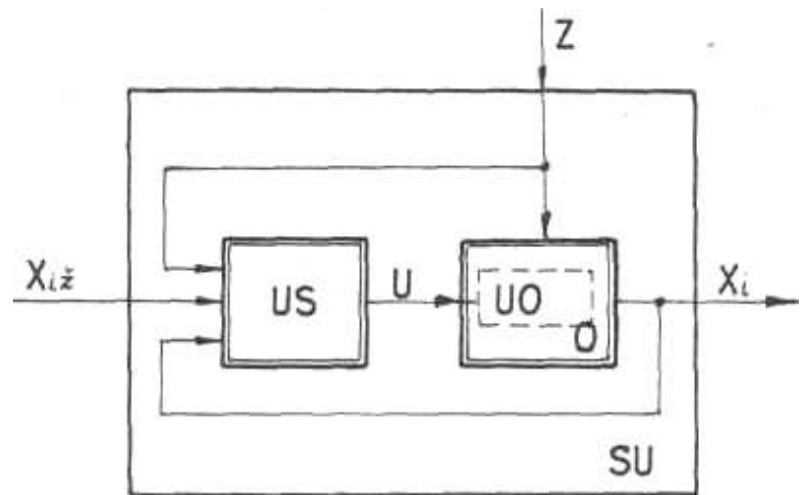
У општем случају, управљачке величине су резултати рада управљачког система, тј. оне су његове излазне величине.

Управљачке величине (U) настају на основу жељеног понашања објекта (X_{iz}), тј. на основу управљаних величина (X_i). Пример управљачког система је додавач угља који преко количине унетог горива (управљачка величина) изазива промену температуре у парном котлу.



Систем управљања је систем састављен од управљачког тела (**US**) и објекта које повезује управљачка величина и означава се са **SU**.

На дијаграму је приказан систем управљања **SU** са једном поремећајном величином (**Z**), а управљачка величина настаје на основу $X_{iž}$, X_i и **Z**, тј. на основу жељеног и стварног понашања објекта и поремећаја. Део објекта на који делује управљачка величина и који то дејство преноси на даљи процес у објекту назива се управљачки орган означава се са **UO**



РЕГУЛИСАЊЕ И СИСТЕМ РЕГУЛИСАЊА

Регулисање је процес који се одвија у систему управљања ради тога да се обезбеди задовољавајући рад објекта када на њега делује поремећај. Другим речима, под регулисањем се подразумева одржавање неке физичке величине на задатој (жељеној) вредности.

Систем аутоматског регулисања (SAR)

Аутоматски уређаји који су се појавили у почетној фази били су релативно прости и служили су за делимичну аутоматизацију појединих функција, као на пример: за аутоматско одржавање задате температуре, притиска, нивоа, броја обртаја итд.

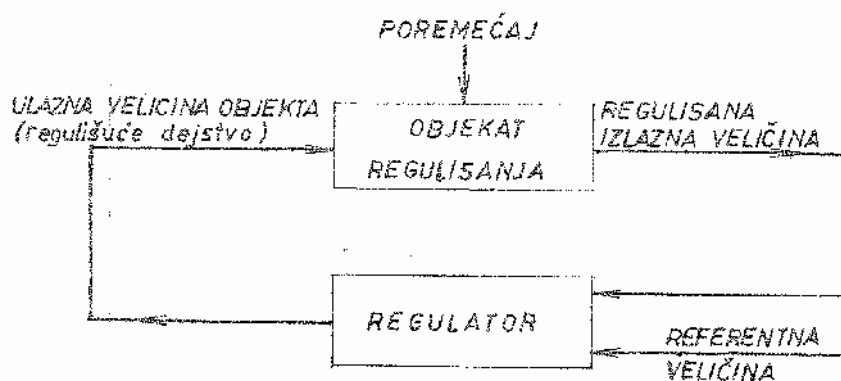
Такви уређаји названи су регулатори.

Аутоматско одржавање константне вредности неке физичке величине или њено мењање по унапред одређеном закону — програму, назива се **аутоматско регулисање**.

Физичка величина која подлеже регулисању назива се **регулисана величина**, а уређај који извршава задатак аутоматског регулисања (помоћу којег се врши аутоматско регулисање) назива се **регулатор**.

Објект регулисања и регулатор заједно сачињавају **систем аутоматског регулисања (SAR)**, тј., систем регулисања се може дефинисати као систем састављен од регулатора и објекта које повезује регулишућа величина.

Систем аутоматског регулисања који је шематски представљен на слици има задатак да излазну (регулисану) величину неког објекта, односно процеса регулисања, одржава константном, или да је мења са временом по унапред познатом праграму.



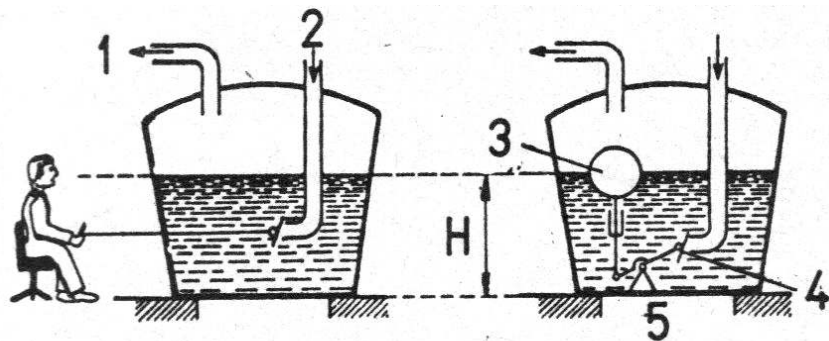
Блок shema sistema automatskog regulisanja

То се остварује непрестаним мерењем регулисане (излазне) величине и упоређивањем њене измерене (стварне) вредности са задатом референтном величином. Уколико регулисана величина из некаг разлога одступи од задате вредности (поремећај), регулатор утврђује (мери) то одступање и преко **повратне спреге**, са регулишућим органом објекта, делује на улазну величину (извор улазне енергије) тако да се настало одступање излазне величине поништи, односно сведе на дозвољени минимум. То значи да SAR мора имати уређај за мерење излазне величине и повратну спрегу за деловање на улазну величину.

Систем аутоматског регулисања обухвата регулисање техничког објекта чији је регулатор уређај а не човек.

Једноставни пример аутоматског регулисања.

На слици 108 лево приказано је ручно регулисање нивоа воде а на слици 108 десно - аутоматско регулисање. Код ручног регулисања промену нивоа воде у парном котлу визуелно реги струје човек који на основу тога преко мозга и нервних система делује на мишиће руку којима се отвара односно затвара доводна вода. Управљачки систем (регулатор) у овом случају је човек. У случају аутоматског регулисања пловак је постављен на жељену висину нивоа воде у котлу (H) и полужним механизмом везан за вентил цеви довода воде. Пад нивоа воде у котлу услед испаравања изазива спуштање пловка, услед чега се вентил отвара и повећава доток воде у резервоар, све док се њен ниво не врати на задату вредност. Пораст нивоа воде у котлу има супротан ефекат, тако да се пловак подиже и преко полужног механизма затвара вентил, смањујући довод воде у котло.



Слика 108. – 1. одвод паре, 2. одвод воде, 3. пловак – мерни уређај, 4. ниво воде – регулисана величина, 5. вентил – регулишући орган, 6. грејање

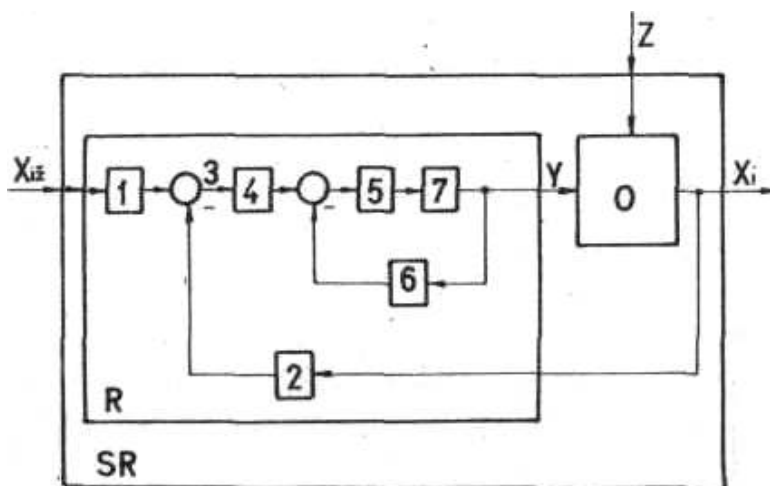
Компоненте система са слике су:

- котлоу чијим радом се управља је објект управљања;
- величина којом се управља је ниво воде у котлу и то је управљана (регулисана) величина, односно излазна величина објекта;
- вентил преко кога се делује на процес бржим или споријим довођењем воде је управљачки (регулишући) орган;
- кретање пловка који преко полужног механизма делује на управљачки орган је управљачка (регулишућа) величина;
- промена одвођења паре, промена температуре грејања котла и температуре доведене воде су поремећаји рада објекта.

ФУНКЦИЈА, СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЕ РЕГУЛАТОРА (R)

Задатак регулатора је да на основу грешке регулисане величине оствари такво управљање које ће обезбедити задовољавајући (жељени) рад објекта, без обзира на врсте поремећаја који на њега делују. Да би се ово постигло потребно је да регулатор у објекту створи грешку регулисане величине која ће бити супротног знака грешке настале због дејства поремећаја на објект. При томе апсолутне вредности ових грешака треба да су приближно једнаке. Како грешка може настати и услед промене жељене вредности регулисане величине, значи и када нема поремећаја, регулатор у том случају усклађује стварни са жељеним понашањем објекта. Ову функцију регулатор обавља и када делује поремећај.

Да би регулатор извршио задатак, потребно је да оствари одређене функције, као и да има одговарајуће уређаје, који се називају преносни органи или само органи. Структура регулатора у спрези са објектом у оквиру SAR. приказана је дијаграмом на слици



Функције регулатора су:

— **да прими и запамти информацију о жељеном понашању објекта и да стално даје сигнал о њему.** Ову функцију регулатор обавља помоћу свог органа за задавање и памћење жељеног понашања објекта (1), који се назива задавач. У општем случају задавач се састоји од: пријемника сигнала, меморије, претварача и појачавача. Сигнал из појачавача шаље се у упоређивач;

— **да измери стварне вредности регулисаних величина и да даје сигнале о њима.** Ову функцију регулатор извршава помоћу мерног органа (2) који се састоји од: мерног елемента, претварача и одашиљача (предајника). Измерене вредности регулисаних величина у облику сигнала шаљу се у упоређивач;

— **да утврди грешку између жељеног стварног понашања објекта и да даје сигнал о њој.** Ова функција се обавља у упоређивачу (3), који се састоји од сабирача и појачавача, одакле се појачан сигнал шаље у преносни орган (4);

— **да обезбеди одговарајући карактер дејства на објект,** што се постиже помоћу преносних органа (4, 5 и 6), који се називају корекциони органи. Ови органи обезбеђују одговарајући карактер регулишуће величине (Y) која одређује понашање објекта;

— **да обезбеди довољан интензитет дејства регулишуће величине, тј. силу дејства потребну за тачно и ефикасно кретање регулишућег органа објекта.**

Ова функција се остварује помоћу извршног органа (7), који се састоји из претварача, појачавача и извршног елемента.

Компоненте регулатора могу бити механичке, пнеуматичке, хидрауличке и комбиноване.

компоненте регулатора су:

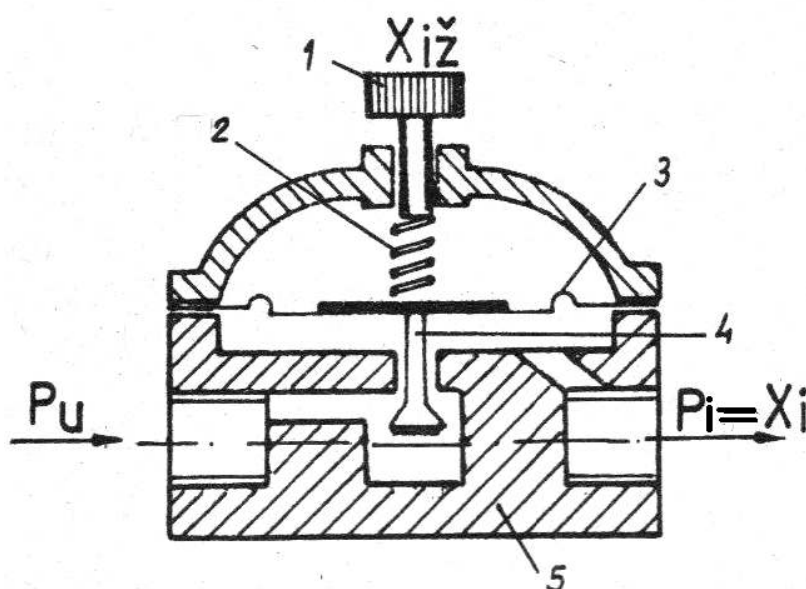
- мерни елементи;
- елементи за задавање жељене вредности;
- елементи за поређење сигнала - упоређивачи;
- елементи за претварање сигнала - претварачи;
- елементи за појачавање сигнала - појачавачи;
- извршни елементи.

Пример : пнеумомеханички регулатор притиска

Ради лакшег схватања дејства регулатора треба упознати пнеумомеханички регулатор притиска. Овај регулатор има веома велику примену у индустрији за регулисање притиска ваздуха у пнеуматским инсталацијама

Задатак регулатора је да притисак ваздуха P_u на улазу смањи на притисак P_i на излазу из регулатора $P_i = X_i$, који треба да буде једнак задатој (жељеној) вредности. Жељена вредност притиска ($X_{i\check{z}}$) поставља се помоћу завртња (1) притезањем опруге (2). Завртањ дакле представља орган за задавање и памћење жељене вредности притиска, док је сила у опрузи сигнал о жељеном притиску. Опруга делује на мембрану (3), која има функције мерног органа, корекционих преносних органа и извршног органа. За мембрану је круто везано вретено вентила (4), које представља регулишући елемент објекта.

Ако се притисак $P_i = X_i$ повећа, мембрана се подиже затварајући при томе вентил уз кућиште регулатора (5), при чему се проток ваздуха смањује а његов притисак опада до задате вредности.



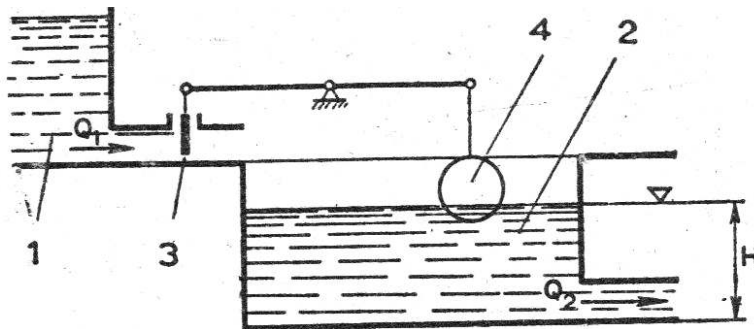
АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ НИВОА ТЕЧНОСТИ У РЕЗЕРВОАРУ

Регулисање нивоа течности биће објашњено на примеру директног и индиректног начина регулисања, који се разликују према начину дејства мерних елемената на регулишући орган.

- Код система са директним дејством мерни елемент којим се мери регулисана величина је у непосредној вези са регулишућим органом, па тако мерни елемент непосредно активира регулишући орган. За овакво регулисање није потребан никакав посебан извор енергије јер се енергија добија из самог мерног елемента.

- Ако енергија коју даје мерни елемент није довољна да изврши регулисање, не може се користити систем са директним регулисањем, него се примењује индиректно регулисање са додатним извором енергије.

ШЕМАТСКИ ПРИКАЗ ДИРЕКТНОГ РЕГУЛИСАЊА НИВОА ТЕЧНОСТИ.

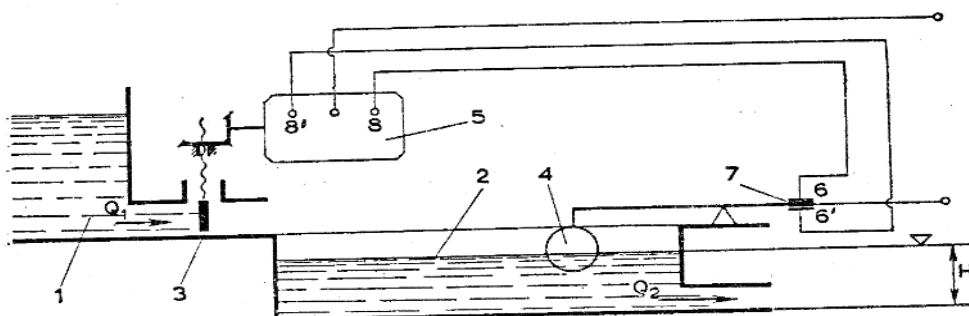


Из великог резервоара (1) доводи се течност у резервоар (2), из кога се даље одводи ради коришћења. За одржавање константног нивоа (H) користи се засун (3) који је полужним системом везан за пловак (4). У случају смањења нивоа (H), због одвођења течности из резервоара (2), спуштаће се и пловак, при чему ће засун отворити доводну цев и тиме повећавати доток течности из резервоара (1) у резервоар (2). Обрнуто, када се одвод течности из резервоара (2) смањи због пораста нивоа течности у њему, пловак се подиже и засун смањује довод течности. Када количина доведене течности у резервоар (2) буде једнака количини одведене течности из њега, тј. $Q_1=Q_2$, у систему настаје равнотежа.

У систему, резервоар (2) представља објект, пловак је мерни елемент, ниво течности је регулисана величина, док је засун регулишући орган.

Ако енергија коју даје мерни елемент није довољна да изврши регулисање, онда се она одводи у појачавач где се помоћу посебног извора енергије појачава па се као таква користи за погон регулишућег или извршног органа (индиректно регулисање)

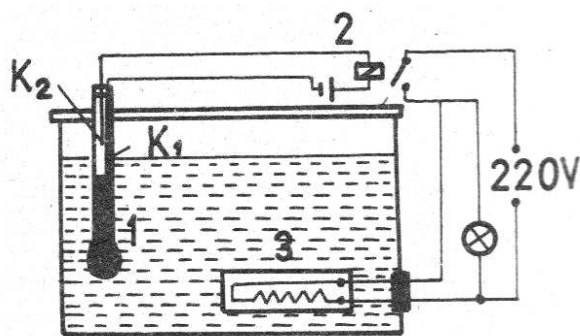
ШЕМАТСКИ ПРИКАЗ ИНДИРЕКТНОГ РЕГУЛИСАЊА НИВОА ТЕЧНОСТИ.



Повећано или смањено одвођење течности из резервоара (2) изазива промену нивоа течности (H), односно подизање или спуштање пловка (4). При томе пловак преко контакта 7 укључује контакт 6 или 6', који су везани за електромотор. Ако ниво течности опада, укључује се контакт 6, при чему ће се у електромотору намотај 8 напајати струјом из спољњег извора енергије, услед чега ће се мотор (5) окретати и отворити засун (3). Ако ниво течности расте, укључује се контакт 6', при чему се напаја намотај 8' па се мотор окреће у супротном смеру и затвара засун. Када је ниво течности сталан, није укључен ниједан контакт па нема померања засуна те је тада $Q_1=Q_2$.

АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ТЕЧНОСТИ

Основни мерни претварач је термостат (1), који остварује функцију помоћу контактнoг термометра испуњеног живом. Када се температура течности повећава жива се у термометру подиже и долази у контакт са контактним проводником K_2 , чиме се струјно коло електромагнетног релеја (2) затвара. Померањем котве релеја искључује се струјно коло грејача (3) и загревање течности престаје. Обрнуто, када температура течности опадне испод жељене вредности, ниво живе се спушта, па се њен контакт са проводником K_2 прекида. Због тога се прекида и струјно коло релеја и котавраћа у првобитни положај затварајући поново струјно коло грејача и течност се загрева. У живи се налази стално уроњен контактни проводник K_1 док је контактни проводник K_2 покретан и њиме се подешава жељена вредност температуре течности. Ако се жели постићи виша температура течности, проводник K_2 треба подићи, и обрнуто, за нижу температуру проводник треба спустити.



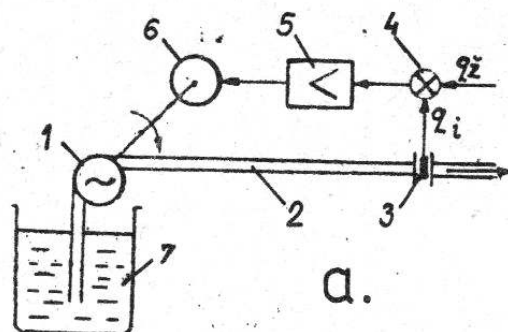
АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ПРОТОКА ТЕЧНОСТИ У СИСТЕМУ СА ПУМПОМ

Проток течности може се регулисати на два начина:

- променом брзине обртања пумпе,
- враћањем дела течности поново у резервоар.

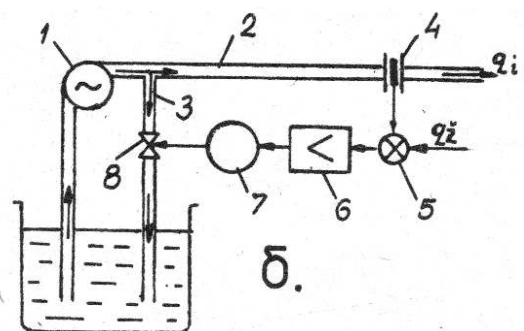
1) променом брзине обртања пумпе

Пумпа (1) усисава течност из резервоара (7) и потискује у цевовод (2), у који је уграђен мерни претварач (3). Сигнал о стварном протоку (q_i) из мерног претварача одводи се у упоређивач и одашиљач (4), где се пореди са жељеном вредношћу протока (q_z). Сигнал грешке $\varepsilon = q_z - q_i$ појачава се у појачавачу (5) и као појачан води на мотор (6), који покреће пумпу. Ако је стварни проток мањи од жељеног дејства сигнала на мотор, он брже окреће пумпу, чиме се проток повећава, а ако је стварни проток већи од жељеног, мотор се спорије обрће а са њиме и пумпа која тако даје мањи проток.



2) враћањем дела течности поново у резервоар

Пумпа (1) усисава једнаку количину течности која се на излазу из пумпе дели, тако што један део течности одлази у цев 2 а други део у цев 3. У мерном претварачу (4) мери се стварни проток (q_i) и сигнал о томе шаље у упоређивач и одашиљач (5), где се формира грешка на основу поређења са жељеним протоком (q_z). Сигнал грешке $\varepsilon = q_z - q_i$ се затим појачава у појачавачу (6) а затим одводи на мотор (7), који отвара односно, затвара вентил (8). Отварањем вентила више течности пролази кроз цев (3), која се враћа у резервоар, док се затварањем вентила та количина течности смањује. На овај начин утиче се на количину течности која одлази кроз цев 2, односно врши аутоматско регулисање протока.



АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ ТЕМПЕРАТУРОМ ВАЗДУХА У ПРОСТОРИЈИ

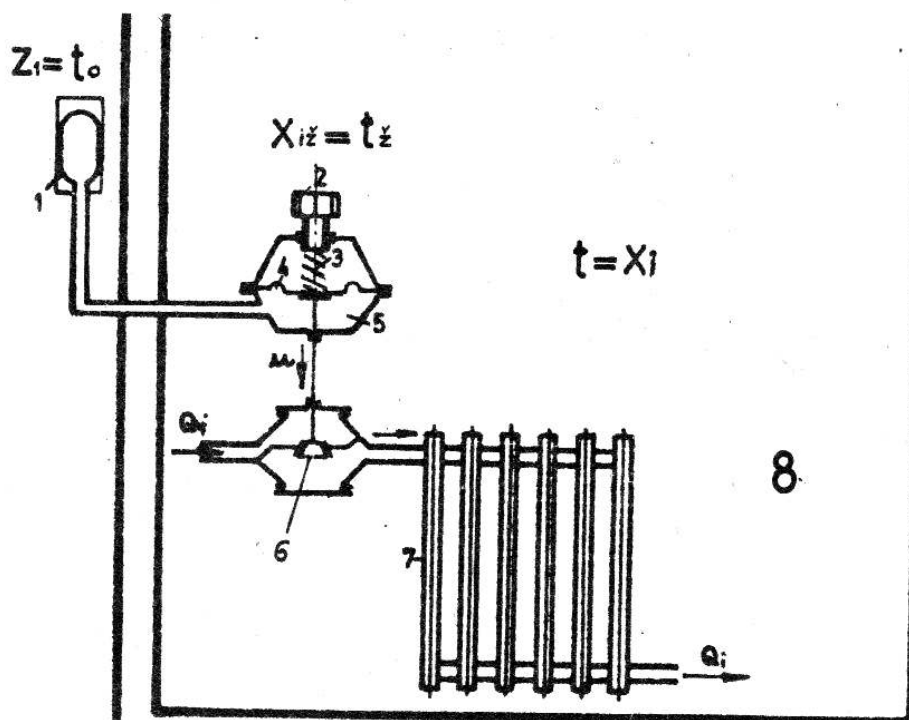
Температура ваздуха у просторији може се аутоматски одржавати на задатој вредности помоћу система приказаног на слици.

На температуру ваздуха у просторији утиче температура околине која представља поремећај. Она се мери помоћу пнеуматичког мерног елемента (1) који је напуњен одређеним гасом и спојен са комором пнеуматичког мотора (5). Задавање жељене вредности температуре врши се помоћу завртња (2) са опругом (3).

Пораст температуре околине изазива ширење гаса у мерном елементу, услед чега се повишава притисак на доњу површину мембране (4) пнеуматског мотора. Померање мембране изазива затварање вентила (6) кроз који протиче врела вода за грејање у радијатор (7). Обрнуто, пад температуре околине изазива скупљање гаса у мерном елементу па се мембрана (4) под дејством опруге помера наниже отварајући вентил за довод вреле воде у радијатор. Да би се постигла већа жељена вредност температуре у просторији, потребно је завртањем завртња више напрегнути опругу (3). На тај начин притисак гаса на доњу површину мембране ће „теже“ савладати силу у опрузи, што значи да ће вентил за врелу воду бити дуже времена отворен.

Поремећај који делује на систем је температура околине (t_o), а излазна величина система (X_i) температура ваздуха у просторији. Пнеуматичка комора је мерни елемент а завртањ (2) са опругом (3), орган за задавање и памћење жељене вредности температуре ваздуха у просторији ($X_{iz} = t_z$). Сама мембрана (4) представља сабирач, а мембрана и стабло вентила заједно чине извршни орган управљачког система. Вентил и радијатор заједно чине управљачки орган објекта који је у овом случају просторија (8).

У овом примеру управљачка величина U формира се само на основу информације о жељеном понашању објекта и поремећаја који на њега делује ($Z = t_o$), што значи да је реч о отвореном систему аутоматског управљања са директном компензацијом поремећаја. Такође, у систему не постоји повратна спрега јер излазна величина система ($t = X_i$) не утиче на формирање управљања.



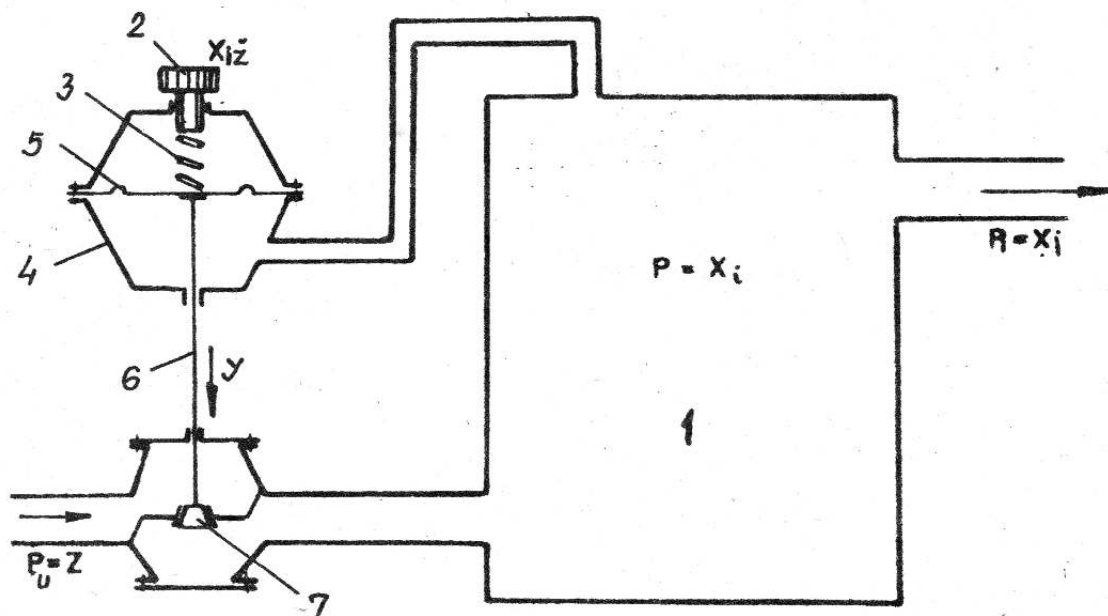
АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ПРИТИСКА ГАСА У РЕЗЕРВОАРУ

Функционална шема система аутоматског регулисања притисака гаса у резервоару приказана је на слици .

Постављање жељене вредности притиска ($X_{i\dot{z}}$) у резервоару (1) врши се помоћу завртња (2) са опругом (3) на пнеуматском мотору (4). Мембрана (5) мотора преко вретена (6) спојена је са вентилом (7) у цеви за довод гаса. Резервоар и простор испод мембране пнеуматског мотора су међусобно спојени тако да у њима влада једнак притисак. Када у резервоару односно у комори испод мембране пнеуматског мотора дође до снижења притиска, мембрана се под дејством опруге помера наниже отварајући вентил за довод гаса. Како притисак у резервоару расте тако се мембрана подиже савлађујући силу у опрузи и затвара довод гаса у резервоару.

Пораст притиска у резервоару изазива подизање мембране мотора и затварање вентила, односно смањење дотока ваздуха. На овај начин се притисак гаса у резервоару аутоматски одржава на жељеној (задатој вредности).

У систему: завртањ са опругом је орган за задавање и памћење жељеног притиска гаса у резервоару, пнеуматички мотор је извршни орган регулатора, вентил је регулишући орган објекта а објект је резервоар.



ПИТАЊА ЗА ПРОВЕРУ :

1. ЗНАЧАЈ И ПРИМЕНА МЕРЕЊА У ЕНЕРГЕТИЦИ
2. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ У МЕРНОЈ ТЕХНИЦИ
3. МЕЂУНАРОДНИ СИСТЕМ МЕРНИХ ЈЕДИНИЦА (SI)
4. МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ
5. МЕРИЛА ЗА ЕЛЕКТРИЧНО МЕРЕЊЕ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИНА
6. СКАЛЕ МЕРНИХ СРЕДСТАВА
7. ГРЕШКЕ МЕРЕЊА И ЊИХОВА ПОДЕЛА
8. МЕРЕЊЕ ПРИТИСКА
9. МАНОМЕТРИ
 - ХИДРОСТАТИЧКИ МАНОМЕТРИ
 - МЕХАНИЧКИ МАНОМЕТРИ
 - МАНОМЕТАР СА БУРДОНОВОМ ЦЕВНОМ ОПРУГОМ
 - МАНОМЕТАР СА МЕМБРАНСКОМ ОПРУГОМ
 - МАНОМЕТРИ СА НАБОРАНОМ ЦЕВНОМ ОПРУГОМ
10. МЕРЕЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ
 - Термометри на принципу топлотног ширења
 - Стаклени термометри
 - Термометри са цевном опругом
 - Штапни термометри
 - Биметални термометри
11. ТЕРМОЕЛЕМЕНТИ
12. ПИРОМЕТРИ
 - Оптички пирометар
 - Пирометар на зрачење
13. МЕРЕЊЕ ПРОТОКА ТЕЧНОСТИ, Мерење протока протокомер-бројачем
14. СИСТЕМ АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ (SAU) , дефиниција и врсте управљања
15. ПОДЕЛА СИСТЕМА АУТОМАТСКОГ УПРАВЉАЊА
16. ПОЈАМ СИСТЕМА И СТРУКТУРНИ ДИЈАГРАМ
17. УЛАЗНЕ И ИЗЛАЗНЕ ВЕЛИЧИНЕ СИСТЕМА
18. ПОРЕМЕЋАЈИ (одступање, грешка)
19. УПРАВЉАЊЕ И СИСТЕМ УПРАВЉАЊА
 - Објект управљања
 - Управљачки систем
20. РЕГУЛИСАЊЕ И СИСТЕМ РЕГУЛИСАЊА
21. ФУНКЦИЈА, СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЕ РЕГУЛАТОРА (R)
22. АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ НИВОА ТЕЧНОСТИ У РЕЗЕРВОАРУ
23. ШЕМАТСКИ ПРИКАЗ ДИРЕКТНОГ РЕГУЛИСАЊА НИВОА ТЕЧНОСТИ
24. ШЕМАТСКИ ПРИКАЗ ИНДИРЕКТНОГ РЕГУЛИСАЊА НИВОА ТЕЧНОСТИ
25. АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ТЕЧНОСТИ
26. АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ПРОТОКА ТЕЧНОСТИ У СИСТЕМУ СА ПУМПОМ
 - Променом брзине обртања пумпе
 - Враћањем дела течности поново у резервоар
27. АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ ТЕМПЕРАТУРОМ ВАЗДУХА У ПРОСТОРИЈИ
28. АУТОМАТСКО РЕГУЛИСАЊЕ ПРИТИСКА ГАСА У РЕЗЕРВОАРУ