

Процесна контрола

За IV година

Средно стручно образование
Производно – процесен техничар

д-р Кирил Лисичков
дипл. инж. техн. Трајан Ивановски
дипл. инж. техн. Рајна Богеска

Скопје, 2012

Наслов:

Процесна контрола за IV година,
редовна и изборна,
производно – процесен техничар

Автори:

проф. Д-р Кирил Лисичков, ТМФ - Скопје
дипл. инж. техн. Трајан Ивановски, СУГС „Марија Кири - Склодовска“ - Скопје
дипл. инж. техн. Рајна Богеска, СУГС „Марија Кири - Склодовска“ - Скопје

Рецензенти:

проф. Д-р Василка Најденова, ТМФ - Скопје
дипл. инж. техн. Медиана Николоска, СОУ „Орде Чопела“ - Прилеп
дипл. инж. техн. Марија Џолева, СУГС „Димитар Влахов“ - Скопје

Лектор:

Елеонора Стојкоска

Издавач: Министерство за образование и наука за Република Македонија

Печати: Графички центар дооел, Скопје

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 22-4672/1 од 27.08.2010 година се одобрува употребата на овој учебник.

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека “Св.Климент Охридски” , Скопје
621. 7. 08 (075.3)
681. 51 (075.3)
ЛИСИЧКОВ, Кирил
Процесна контрола за IV средно стручно образование: производно-процесен
техничар/ Кирил Лисичков, Трајан Ивановски, Рајна Богеска. - Скопје:
Министерство за образование и наука, 2010, - 215 стр. : илустр. ; 30 см
Библиографија: стр.212
ISBN 978-608-226-209-3
1. Ивановски, Трајан [автор] 2. Богеска, Рајна [автор]
COBISS.MK-ID 85397514

Предговор

Со почетокот на реализацијата на наставната програма по предметот Процесна контрола за профилот производствено-процесен техничар, се појави потреба од издавање соодветни учебници за овој предмет. Благодарение на претходно стекнатите искуства и соработка со колегите при изработката на привремена интерна скрипта, сметаме дека е момент да биде издаден учебник по овој предмет.

Содржините што се опфатени во овој учебник се соодветни за наставниот план и програма, иако во нив се внесени дополнувања и одредени области се продлабочени. Исто така, застапените тематски области од мерењето и автоматската регулација, техниката, автоматиката и компјутерското управување со процесите може да бидат постојано дополнувани и да се приспособуваат кон потребите на процесната контрола. Содржините се изнесени на јасен, прифатлив, но доволно стручен начин, соодветен за ученици на оваа возраст.

При изработката на учебникот се користени се текстови, цртежи, слики, шеми, дијаграми и табели од различни книги, списанија или веб-страници на познати светски компании од областа на техниката, на автоматиката и на управувањето со процесите. Позначајните поими, изрази, формули и правила во текстот се особено нагласени и обележени.

Чувствуваме потреба и должност да им изразаме голема благодарност на сите автори, компании, наши колеги и соработници, како и на сите оние што несебично дадоа свој придонес при подготовката на овој учебник. Очекуваме дека со натамошна соработка, сугестии и нови сознанија тие можат ни помогнат за подобрување на квалитетот на содржините на учебникот, за што секогаш постојат простор и можност.

Од авторите

I ИНСТРУМЕНТИ ЗА МЕРЕЊЕ ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ СВОЈСТВА НА МАТЕРИЈАЛИТЕ

Наставни цели:

Ученикот:

- да го сфаќа значењето на инструментите за мерење на физичките и хемиските својства на материјалите
- да ги познава категориите на мерните инструменти што се применуваат во процесната индустрија
- да ја опишува конструкцијата и да ја објаснува функцијата на најзначајните мерни инструменти во процесната индустрија
- да ги анализира резултатите од мерењата

1.1. ВОВЕД – ПРОЦЕСНИ ИНСТРУМЕНТАЛНИ АНАЛИЗИ

Хемиската и процесната индустрија се бават со производство на производи и материјали за широка употреба. Следствено на тоа, не може да се занемари потребата од следење на физичко-хемиските својства на овие материјали. Такви големини се:

1. концентрација;
2. специфична спроводливост;
3. густина;
4. вискозитет;
5. релативна влажност;
6. калорична моќ;
7. рН вредност
и други.

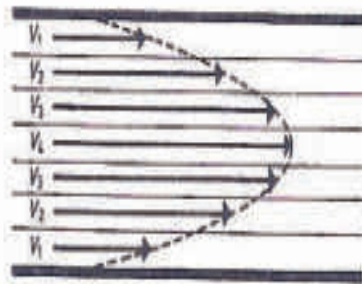
Мерните инструменти кои служат за мерење на овие големини, соодветно се: спектрофотометри, колориметри, кондуктометри, ареометри, денсиметри, вискозиметри, хигрометри, калориметри, рН – метри и различни други уреди.

1.2. МЕРЕЊЕ НА ВИСКОЗИТЕТ НА ФЛУИДИ

Деф: Вискозитетот претставува внатрешен отпор кон течење (триење) меѓу слоевите на флуидите при нивното движење.

Тоа е карактеристична особина на течноста која се јавува при нејзиното течење низ цевковод, како последица на внатрешното триење меѓу слоевите на течноста. Науката која се бави со проучување на вискозитетот се нарекува **реологија**. Името потекнува од грчките зборови **rheo** што означува течење (протекување) и **logos** што означува наука. Оваа наука се бави со сите појави кои настануваат како последица на поместување на внатрешните слоеви на материјата под дејство на надворешни сили.

Пример: При ламинарно течење на течноста низ цевка во слоеви (сл. 1), најголема брзина на движење има слојот во средината на цевката, а слојот покрај ѕидот на цевката има најмала брзина на движење или воопшто не се движи.



Сл. 1 - Ламинарно движење на течност

Њутн дал математички израз за силата на внатрешното триење:

$$F = \mu \cdot A \cdot \Delta V / L \quad [\text{N}]$$

Од овде се одредува коефициентот на вискозитет:

$$\mu = F \cdot L / A \cdot \Delta V \quad [\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{cP}] \quad (\text{cP} - \text{центипоаз})$$

каде што:

F – сила изразена во [N]

μ – коефициент на динамички вискозитет, зависи од природата на течноста и температурата

A- површина изразена во [m²]

ΔV - разлика на брзини изразена во [m/s]

L – растојание меѓу точките, изразено во [m]

Покрај динамички вискозитет, дефиниран е и кинематички вискозитет, кој се искажува преку следнава формула:

$$\nu = \mu / \rho \quad [\text{m}^2/\text{s}]$$

Мерење вискозитет

1. Мерење вискозитет по Енглер

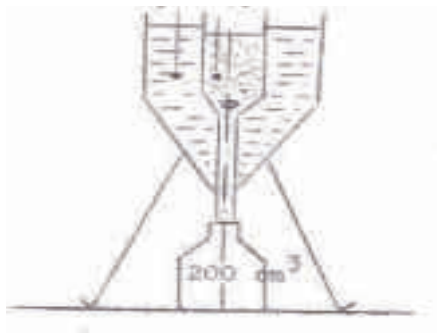
За мерење вискозитет на течностите обично се користи методот на протекување на течностите низ тесни цевки (капилари). Според законот на Поазје, при иста разлика на притисоците, низ капиларата ќе протекува побрзо онаа течност која има понизок вискозитет. Кај Енглеровиот вискозиметар (сл. 2) применет е овој закон. Овде се определува времето потребно одредена количина од течноста, чиј вискозитет се мери да истече, со времето потребно за истекување исто количество вода на $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Бројот добиен со делење на тие две вредности е кинематички вискозитет на испитуваната течност.

$$\nu = E / {}^{\circ}E$$

E - време на истекување на испитувана течност

${}^{\circ}E$ - време на истекување на водата

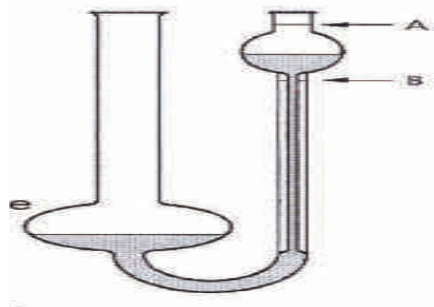
Бидејќи водата на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ има вискозитет од $1\text{ }^{\circ}E$, тоа значи дека со овој вискозиметар директно се чита вискозитетот на испитуваната течност.



Сл. 2 - Енглеров вискозиметар

2. Мерење вискозитет по Ostwald

И кај овој вискозиметар се мерат времињата на истекување иста количина на една стандардна течност (пр. вода, алкохол и сл.) и на течност чиј вискозитет се мери, по принцип на капилара. При мерењето температурата на двете течности треба да биде иста. Времето на истекување се мери со стоперица.



Сл. 3 - Оствалдов вискозиметар



Сл. 4 - Капиларен вискозиметар

Коефициентот на вискозитет се пресметува со формулата:

$$\mu(x) = \mu(H_2O) \cdot \rho(x) \cdot t(x) / \rho(H_2O) \cdot t(H_2O) \quad [\text{Pa}\cdot\text{s}]$$

$\mu(x)$ – коефициент на вискозитет на анализираната течност [Pa·s]

$\mu(H_2O)$ – коефициент на вискозитет на водата [Pa·s]

$\rho(x)$ – густина на анализираната течност [kg/m³]

$t(x)$ – време на истекување на анализираната течност [s]

$\rho(H_2O)$ – густина на водата [kg/m³]

$t(H_2O)$ – време на истекување на водата [s]



Сл. 5 - Автоматски мерен систем за
капиларни вискозиметри

Прашања и задачи:

1. Дефинирај го поимот вискозитет на течности!
2. Одреди како се пресметува кинематички вискозитет кај флуидите со Енглеровиот вискозиметар!
3. Спореди го начинот на мерење на вискозитет со Енглеров вискозиметар со начинот на мерење со Освалдов вискозиметар!
4. Потруди се со користење на ИНТЕРНЕТ ресурси, да дознаеш повеќе информации за вискозитет на флуиди и негово мерење, и истите да ги споделиш со останатите ученици од паралелката!

1.3. МЕРЕЊЕ НА ГУСТИНА НА ТЕЧНОСТИ

Деф: Густината претставува однос меѓу масата и волуменот на некое тело.

$$\rho = m/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

ρ – густина [kg/m³]

m – маса на телото [kg]

V – волумен на телото [m³]

На густината на некоја материја влијаат: составот, температурата, агрегатната состојба, алотропскиот облик, електричното поле итн.

Причините поради кои се врши мерење на густината се:

1. Густината е показател на квалитетот и количината на материјата
2. Густината е важна за следење процеси и операции: синтеза на полимери, преработка на храна, растворање, таложеење и др.
3. Со мерење на густината се утврдуваат масата, концентрацијата и други големини
4. Преку густината на гасови, течности и цврсти материи се одредуваат масата и цената на суровини и др.

За мерење густина на материите се користат следниве начини, односно мрени уреди:

1. Пикнометар
2. Мор-Вестонова вага
3. Ареометар

а) Мерење густина со ареометар

Ареометрите (сл. 6 и сл. 7) се направени од стаклена цевка (1), на која се означени скала за отчитување на густина (2), скала за отчитување на температура (3) и дно со зрна (4).

Ареометарот внимателно се потопува во мензура со течност, при што не смее да го допре сидот на цевката. Се мери во висина на столб течност.

Густината зависи од температурата и таа промена се одредува со изразот:

$$\rho_{15^{\circ}\text{C}} = \rho_t [1 + \alpha (t - t_0)] \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

каде што се

ρ_{15} - густина што се одредува [kg/m³]

ρ_t - густина што се мери на t(°C) [kg/m³]

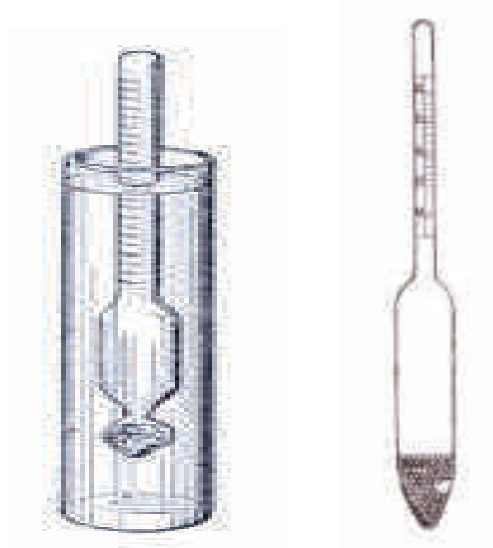
α - коефициент на ширеење [m⁰/C]

t- температура на која се мери (°C)

t₀ - референтна температура (°C)



Сл. 6 - Ареометар



Сл. 7 - Ареометар за млеко

б) Мерење густина со пикнометар

Пикнометарот е стаклено шишенце со одредена зафатнина. Стакленото шишенце има стаклен затворац низ кој поминува канал m . Кога пикнометарот ќе се наполни со течност и ќе се затвори, вишокот на течноста излегува низ каналот и тогаш пикнометарот содржи точно одредена зафатнина од течноста. Одредувањето на зафатнината на таа течност се врши со одредување на масата на дестилирана вода со која се полни пикнометарот.



Сл. 8 - Пикнометар



Сл. 9 - Сет за одредување густина

Мерењето густина на течност се врши на следниов начин:

Измиен и исушен пикнометар, заедно со затвораот се мери на вага. Потоа се полни со дестилирана вода, се затвара со затвораот и вишокот на водата излегува низ каналот m . Вака наполнетиот пикнометар се мери на вага. Кога ќе се заврши со мерење, се празни пикнометарот, се суши и на ист начин се полни со течност чија густина се одредува. Сите овие мерења се забележуваат, а густината на испитуваната течност се одредува по следнава равенка:

$$\rho = m/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

каде што V е зафатнина на пикнометарот, кој се одредува по формулата:

$$V = m_2 - m_1 / \rho_0 \text{ [m}^3\text{]}$$

Со замена на V во претходната равенка, добиваме:

$$\rho = \rho_0 (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1) \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

m_1 - маса на празен пикнометар

m_2 – маса на пикнометар со вода

m_3 – маса на пикнометар со испитувана течност

ρ_0 – густина на вода

Подолу е прикажан изгледот на Мор-Вестоновата вага, која се користи за одредување на густина на течности врз принцип на потопување на цврсто тело во неа.



Сл. 10 - Мор-Вестонова вага

Прашања и задачи:

1. Што претставува густината на течностите?
2. Наведи причини поради кои се врши мерење густина на материји!
3. Објасни како се врши мерење густина на течности со ареометар!
4. Опиши го мерењето густина на течност со помош на пикнометар!
5. Потруди се да најдеш информации за принципот на мерење на густина на течности со Мор-Вестонова вага и нејзината примена, и истите да ги претставиш на постер!

1.4. МЕРЕЊЕ pH-ВРЕДНОСТ

ВОДОРОДЕН ПОКАЗАТЕЛ

pH-факторот е вредност што ја покажува киселоста или базноста на некоја материја или средина. pH е негативен декаден логаритам од концентрацијата на водородните јони (H^+).

$$pH = - \log_{10} c_{(H^+)}$$

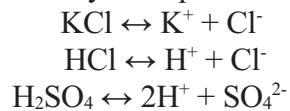
$c_{(H^+)}$ - концентрација на водородни јони [mol/dm^3]

pH – водороден показател

Во хемиските процеси, електрохемијата, металургијата, козметичката индустрија, лабораториите и друго, pH-факторот се мери поради тоа што:

- pH укажува на киселоста и базноста на суровини и производи
- pH влијае на текот на хемиските процеси
- pH-вредноста укажува на концентрацијата на одредени материји и др.

Голем број киселини, бази и соли во воден раствор дисоцираат на јони. Степенот на дисоцијација зависи од тоа дали супстанциите се електролити или не. Електролитната дисоцијација се претставува со равенка. На пример:



Водата е еден од најслабите електролити. При дисоцијацијата на водата се создаваат водородни јони H^+ и хидроксидни јони OH^-



при што се одредува константа:

$$K_w = C_{(H^+)} \cdot C_{(OH^-)} / C_{(H_2O)} = 10^{-14} [mol/dm^3]$$

K_w – константа на дисоцијација на водата [mol/dm^3]

$C_{(H^+)}$ - концентрација на водородни јони [mol/dm^3]

$C_{(OH^-)}$ - концентрација на хидрокси јони [mol/dm^3]

При НТП, оваа вредност се мери преку електроден потенцијал. Бидејќи $C_{(H^+)} \cdot C_{(OH^-)} = 10^{-14}$, се добива

$$\begin{aligned} C_{(H^+)}^2 &= 10^{-14} \\ \text{следува } C_{(H^+)} &= 10^{-7} [mol/dm^3] \end{aligned}$$

За поедноставно искажување на реакцијата на растворите, наместо $C_{(H^+)}$, се применува т.н. водороден показател рН, кој претставува негативен декаден логаритам од вредноста на концентрацијата на водородните јони:

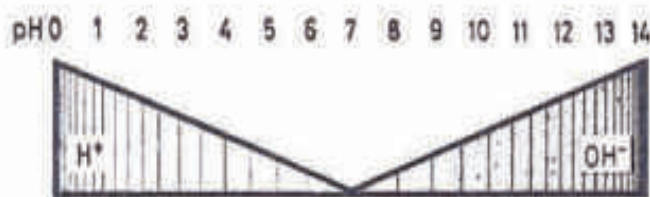
$$-\log C_{(H^+)} = -\log 10^{-7}$$

$$pH = -\log 10^{-7}$$

оттука

$$pH = 7$$

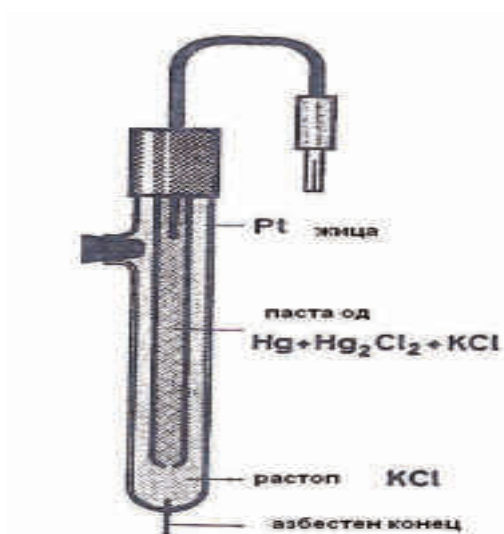
Во неутрална средина $pH = 7$, во кисела средина $pH = 0-6$, а во алкална средина $pH = 8-14$.



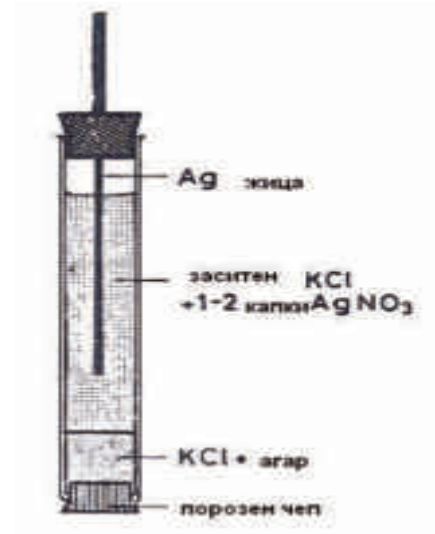
Сл. 11 – Скала на рН - вредност

На сл. 12 – 17 се прикажани различни типови електроди кои се вградуваат во уредите за мерење на рН – вредност, односно рН – метрите. Најчесто користени електроди се каломелова (живина), сребрена, хинхидронова, платинска и некои понови типови специјални електроди. Тие се направени од стаклено тело, високочувствителни се и прецизни при одредување на рН – вредноста на различни раствори, природни води и индустриски отпадни води и хемиски материи.

Електродите се приклучени кон кутијата на рН – метрите, поврзани со низок напон и при мерење се користат референтна (споредбена) и мерна електрода. Врз база на разликата на потенцијали, според Нернст–ова равенка, од дигитален индикатор се определува рН – вредноста на течноста при дадените услови.



Сл. 12 - Каломелова електрода



Сл. 13 - Сребро/сребро хлорид електрода



Сл. 14 - pH електроди



Сл. 15 - Специјални електроди



Сл. 16 - Универзален pH-метар



Сл. 17 - Стандардна pH-електрода со KCl

Прашања и задачи:

1. Колкава е концентрацијата на водородните, а колкава на хидроксидните јони, во чистата вода?
2. Колкава е вредноста на јонскиот производ на водата?
3. Колкава е C_{OH^-} во растворот, кога C_{H^+} е $10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$?
4. За кои вредности на pH реакцијата е неутрална, кисела и базна?
5. Колкава е вредноста на pH на растворот, ако C_{H^+} е $10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$?

1.5. МЕРЕЊЕ СПЕЦИФИЧНА СПРОВОДЛИВОСТ

Во индустријата и лабораториите, кај што се работи со електролити, се појавува потреба од мерење на нивната концентрација и нивната спроводливост на електрична струја.

Електричниот отпор на кој било спроводник зависи од неговата должина, попречниот пресек и природата на материјалот од кој е направен. Тој отпор се дефинира со изразот:

$$R = \rho \cdot l/A \quad (\Omega)$$

каде што ρ е карактеристична константа за секој материјал, а се нарекува специфичен електричен отпор ($\Omega \cdot m$).

Специфичната спроводливост (χ) се дефинира како реципрочна вредност на електричниот отпор и се изразува со следнава равенка:

$$1/R = 1/\rho \cdot A/l$$

Ако $1/\rho$ се замени со χ , се добива:

$$1/R = \chi \cdot A/l$$

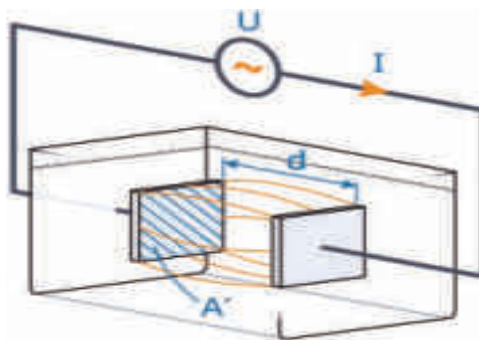
Од тука следува

$$\chi = 1/R \cdot l/A \quad (S) \quad (S - \text{Сименс})$$

За даден пар на електроди кои се наоѓаат на константна меѓусебна оддалеченост (сл. 18), односот $l/A = K$ е константна вредност која се нарекува константа на уредот. Од овде може да се определи K на познат раствор (C_R) и непознат раствор (C_x).

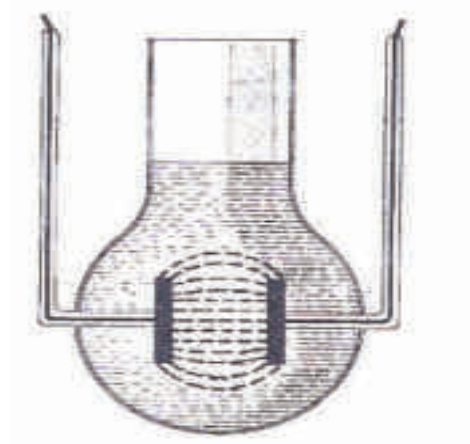
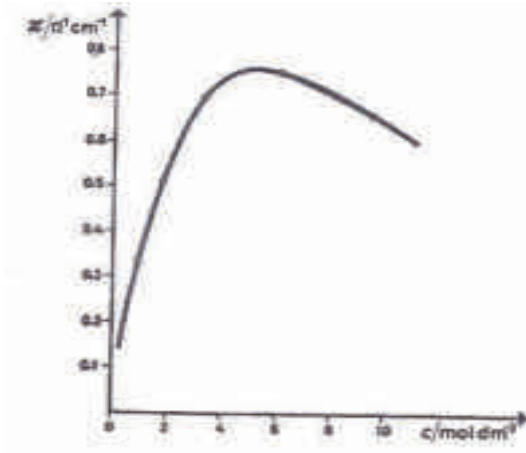
$$K = \chi \cdot R$$

Специфичната спроводливост зависи од концентрацијата на електролитот, електризирањето на јоните и од брзината кај одредена јачина на електричното поле. Зависноста на електричната спроводливост од концентрацијата е прикажана на слика 19. Електричното поле што се создава кога во некој електролит ќе се потопат пар на платински електроди, прикажано е на слика 20.



Сл. 18 - Скица на мерна опрема и големини за одредување електрична спроводливост

A_0 - површина (m^2); d – растојание меѓу електроди (m); I – електрична струја (A);
 U – напон помеѓу електродите (V)



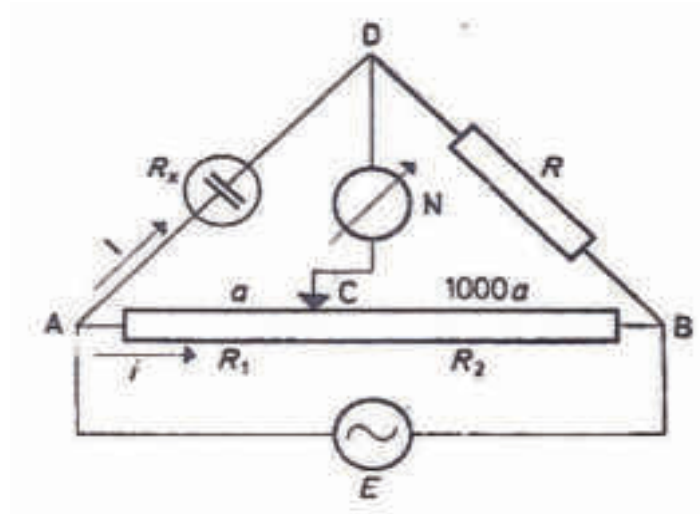
Сл. 19 - Зависност на χ од концентрација c [mol/dm^3]

Сл. 20 - Електрично поле од платински електроди

За одредување отпор на електролит се употребува уред кој претставува модификација на Ветстванов мост, а се нарекува Колраусов мост (кондуктометар). Уредот се состои од:

потенциометар (AB), извор на електрична енергија (E), нулти уред - слушалка (N), мерна кивета (R_x) и отпорник со познат отпор (R_0).

Преку лизгачот (C) се израмнуваат отпорите $R_x = R_0$.



Сл. 21 - Колраусов мост

Прашања и задачи:

1. Што претставува специфична спроводливост?
2. Изрази ја специфичната спроводливост преку равенка!
3. Прикажи ја графички зависноста на χ од концентрацијата!
4. Објасни го принципот на работа на Колраусовиот мост!

1.6. МЕРЕЊЕ РЕЛАТИВНА ВЛАЖНОСТ НА ВОЗДУХОТ

Воздухот како агенс за сушење и влажнење треба да има определени својства. Влажниот воздух се карактеризира со:

а) Апсолутна влажност – претставува количество водена пареа m (kg) во однос на 1m^3 воздух.

$$H = m / V [\text{kg}/\text{m}^3]$$

каде што:

H – апсолутна влажност $[\text{kg}/\text{m}^3]$

m – маса на водена пареа $[\text{kg}]$

V – зафатнина на воздух $[\text{m}^3]$

б) Релативна влажност

Релативната влажност на воздухот претставува однос меѓу апсолутната влажност на воздухот при дадена температура и максималната влажност при истата температура.

$$RH = \rho_n / \rho_{зас}$$

RH – релативна влажност

ρ_n – густина на пареи при дадена температура $[\text{kg}/\text{m}^3]$

$\rho_{зас}$ – густина на заситени пареи при иста температура $[\text{kg}/\text{m}^3]$

Според законите за идеални гасови, густината на пареите е пропорционална на парцијалниот притисок на пареите во воздушната смеса при дадена температура.

Ако се заменат вредностите за ρ_n и $\rho_{зас}$ со $p_{пареи}$, за апсолутно заситен воздух се добива односот:

$$RH = p_n / p_{зас}$$

p_n – парцијален притисок на водени пареи кој одговара на нејзината густина

$p_{зас}$ – парцијален притисок на заситени пареи при иста температура кој одговара на нејзината густина.

Количеството водена пареа што се наоѓа во 1 апсолутно сув воздух се нарекува **содржина на влага** и се дефинира како:

$$X = G_n/G_{c.v.} = [M_n p_n / M_{c.v.} (p_{c.v.} - p_n)] \cdot 100 \quad (\%)$$

G_n – количество водена пареа [kg]

$G_{c.v.}$ – количество сув воздух [kg/]

M_n – молекулска маса на водена пареа [kg/kmol]

p_n – парцијален притисок на водена пареа [Pa]

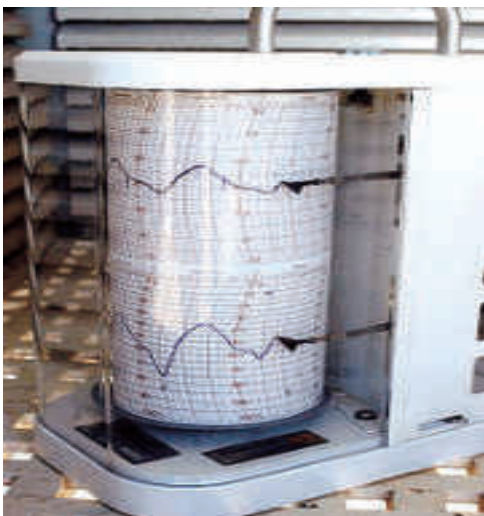
$M_{c.v.}$ – молекулска маса на сув воздух [kg/kmol]

Влажноста на воздухот се мери со помош на хигрометри и психрометри.

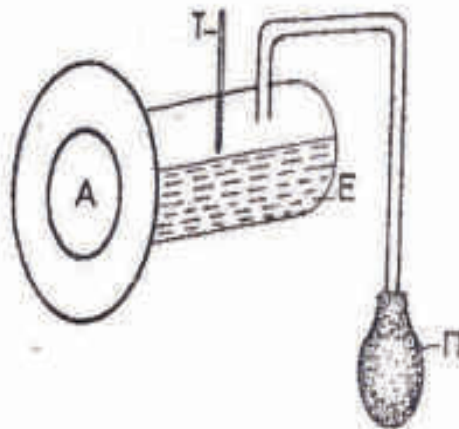
1. Кондензациски хигрометар

Овој хигрометар служи за определување **точка на роса**. Тоа е онаа температура t_r ($^{\circ}\text{C}$), при која воздухот со ладење станува заситен со водена пареа, при што вишокот од влагата кондензира во вид на роса.

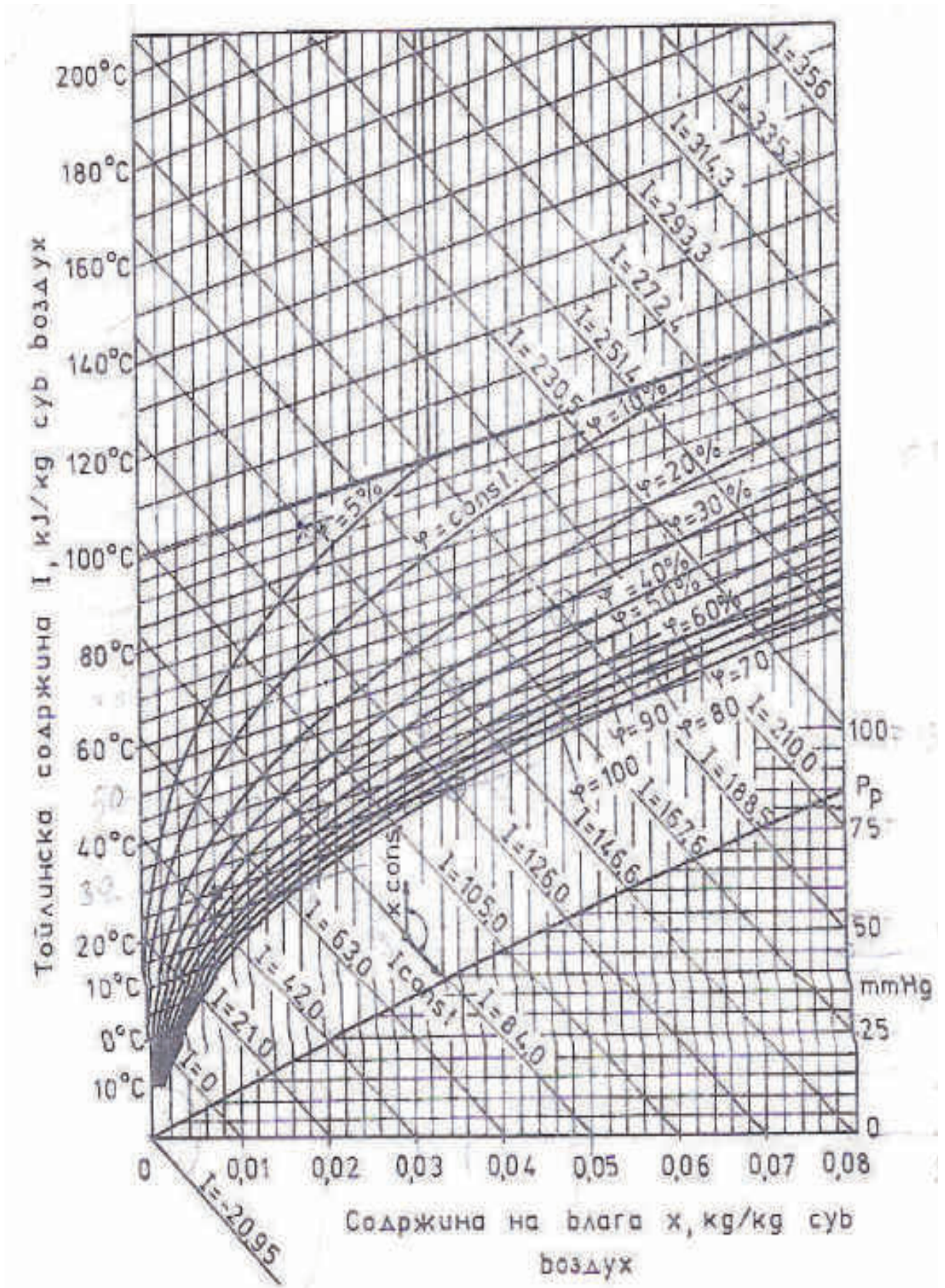
Уредот се состои од сад во кој се наоѓа етер (E), воздушна пумпа (П), термометар (Т) и метална површина (A). Со помош на воздушната пумпа се предизвикува брзо испарување на етерот, при што тој се лади. Заедно со него се лади и целиот сад, па во моментот кога температурата ќе падне на точка на роса, на металната површина ќе се појават кондензирани капки. Термометарот ја дава таа температура.



Сл. 22 - Хигрометар



Сл. 23 - Кондензациски хигрометар

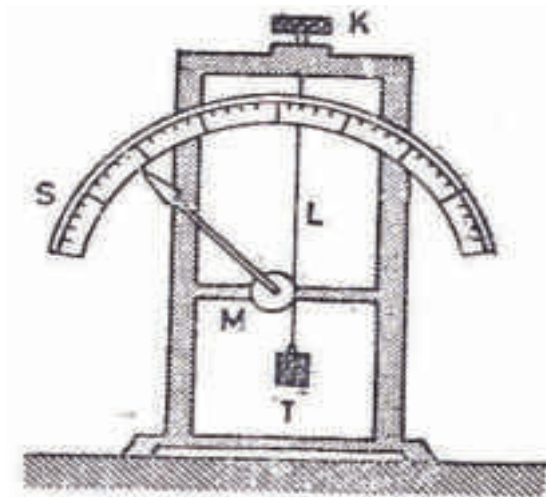


Сл. 24 - i-x дијаграм на влажен воздух

Начинот на отчитување на вредности од дијаграмот е претходно изучен во рамките на предметот Процесна техника – III година, во наставната целина Сушење и влажнење (потсети се постапката на одредување на овие вредности).

2. Хигрометар со влакно

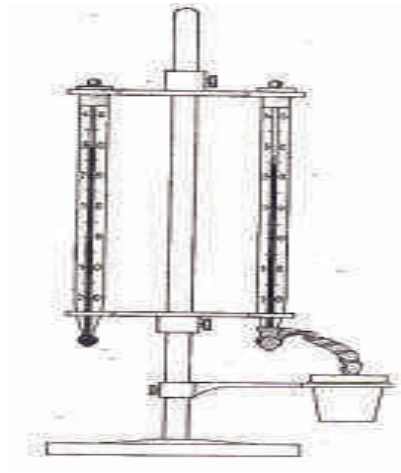
Овој уред директно ја определува релативната влажност. Хигрометарот се состои од обезмастено човечко влакно L, чиј еден крај е цврсто врзан за статив K, а вториот крај е префрлен преку макара M. Вlakното на слободниот крај е оптоварено со мал тег T. Човечкото влакно има особина да ја зголемува должината при поголема влажност на воздухот. Релативната влажност на воздухот директно се покажува на скалата S со помош на стрелка.



Сл. 25 - Хигрометар со влакно

3. Психрометар

Психрометарот е направен од два еднакви термометра, од кои едниот е сув, а другиот воден. Резервоарот на водениот термометар е обвиткан со тенка ткаенина потопена во сад со вода. Преку оваа ткаенина водениот термометар постојано е во допир со вода што испарува. При испарувањето на водата термометарот се лади и покажува пониска температура од сувиот термометар. Разликата помеѓу температурите што ги покажуваат двата термометра е поголема, толку повеќе колку што е релативната влажност на воздухот помала. Преку прочитаната температура на термометрите, со помош на специјални психрометрички таблици, се наоѓа релативната влажност на воздухот.



Сл. 26 – Психрометар



Сл. 27 - Разни типови влагомери

Прашања и задачи:

1. Наведи ги карактеристиките на влажен воздух!
2. Исажи ги апсолутната и релативната влажност на воздухот преку равенки!
3. Каква е разликата меѓу кондензациониот хигрометар и хигрометарот со влакно?
4. Објасни ја функцијата на психрометарот!

1.7. СПЕКТРОФОТОМЕТРИЈА

А) Оптички својства на раствори

При минување на светлина низ течности, доаѓа до појава на апсорпција, прекршување на светлината, ротација на рамнината на поларизираната светлина и други промени. Тие ефекти служат за квалитативни и квантитативни хемиски анализи како и за анализа на структурата на соединенијата.

1. Апсорпција на светлина во раствори – Ламберт-Беров закон

При пропуштање сноп светлина низ некоја течност или стакло, интензитетот на светлината ќе се намалува, а ако супстанцијата е обоена, ќе се менува и бојата на светлината што поминала низ течноста или стаклото.

За изведување на основниот закон што ја опишува апсорпцијата на светлината во течности, потребна е една кивета од оптичко чисто стакло (сл. 28). Кога светлосен флукс со интензитет Φ_0 , паѓа на киветата во која се наоѓа испитуваната материја, се забележува дека еден дел од светлосниот флукс со интензитет Φ_r , ќе се рефлектира од површината на киветата, друг дел со интензитет Φ_a ќе ја апсорбира материјата, а трет дел со интензитет Φ_p ќе минува низ киветата. Врз основа на изнесеното, може да се напише:

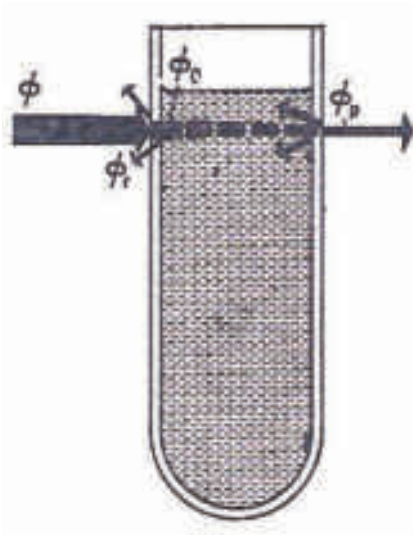
$$\Phi_0 = \Phi_r + \Phi_a + \Phi_p$$

Вкупната светлина се распределува по равенката:

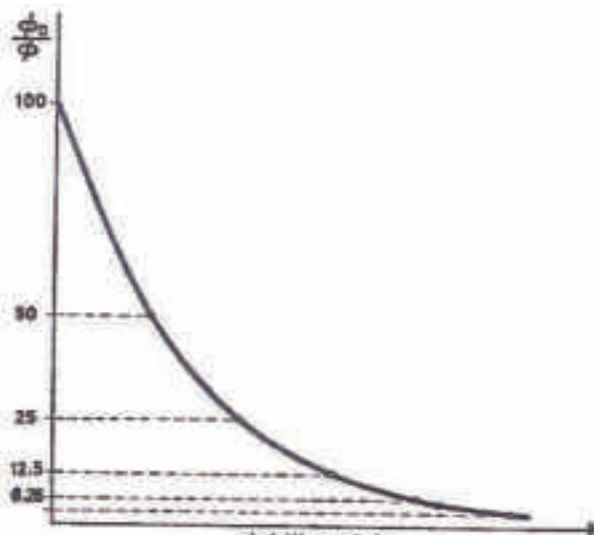
$$\Phi_p = \Phi \cdot 10^{-Ecd}$$

важи за монохроматска светлина низ слој d (m);

E – коефициент на апсорпција.



Сл. 28 – Кивета



Сл. 29 - Дебелина на слој

Ламбер, врз основа на многубројни испитувања, открил дека со иста дебелина на слоеви на различни супстанции, при еднакви услови, секогаш се апсорбира еднаков дел од светлосниот флукс. Овој закон, графички се прикажува со крива дадена на слика 29.

2. Колориметрија

Колориметријата претставува оптичка метода, со која се одредува концентрацијата на обоени раствори, преку користење на Ламбер-Беровиот закон. Принципот на мерење се состои во споредба на интензитет на светлина, која минува низ раствор со непознат состав и референтен раствор со познат состав.

$$\Phi_{p-p} = \Phi_x$$

Со замена во равенката на Ламбер-Беровиот закон

$$10^{-\varepsilon_1 c_1 d_1} = 10^{-\varepsilon_2 c_2 d_2}$$

и со кретење од двете страни, при $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$,

се добива израз за врска меѓу концентрациите и пречниците на киветите

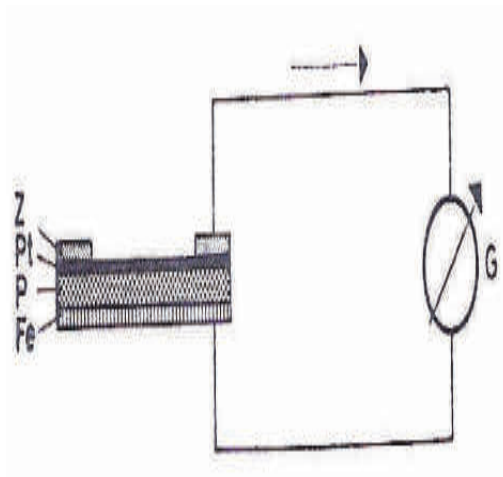
$$c_1 d_1 = c_2 d_2$$

Од познатата концентрација на растворот c_1 , со замена во горниот израз се одредува непознатата концентрација на растворот c_2 .

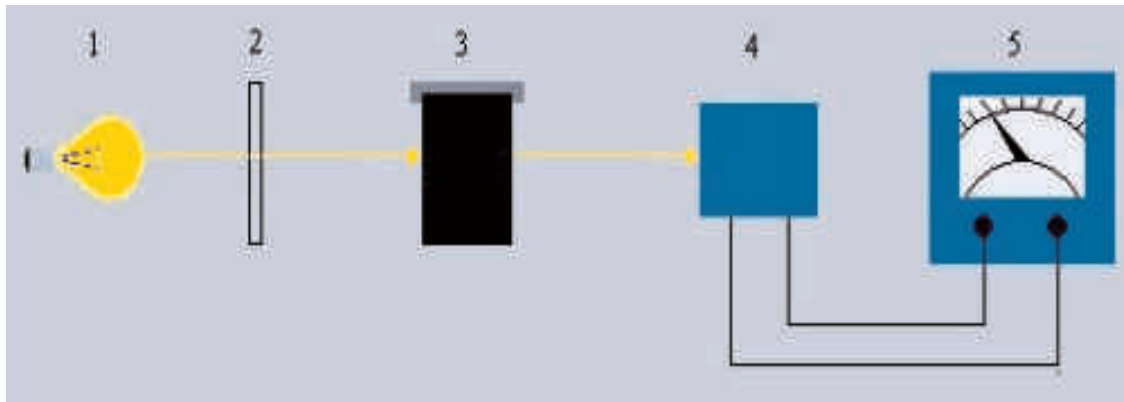
Уредите се прикажани на сл. 30 и сл. 31.



Сл. 30 - Колориметар



Сл. 31 - Фотоколориметар



Сл. 32 - Шема на колориметар

1-светилка; 2-филтер; 3-оптичка ќелија; 4-фотоќелија; 5-мерач

а) Фотоколориметрија – претставува колориметриска метода со која интензитетот на светлината што поминува низ обоен раствор се одредува мерејќи ја фотострујата со помош на фотоелементи.

Фотоколориметарот пропушта светлина низ филтер и кивета со проба за да се одреди концентрацијата на обоен раствор.

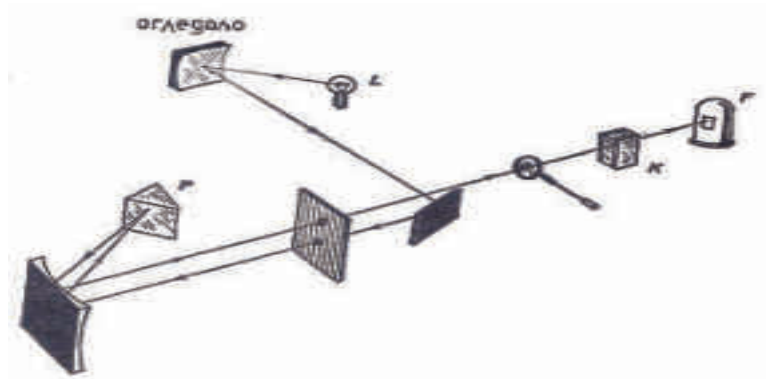
3. Спектрофотометрија

Спектрофотометријата е колориметриски метод, кај кој наместо филтри се користи монохроматор со чија помош се добива светлина со одредена бранова должина, односно многу тесно спектрално подрачје.

Во спектрофотометријата може да се работи со видлива светлина, со ултравиолетово и инфрацрвено зрачење.

Уредот за анализа на спектарот на електромагнетското зрачење се нарекува **спектрофотометар**. Тој се состои од извор на зрачење, монохроматор и детектор. Монохроматорот ја менува брановата должина на зрачењето што го пропушта. Со регистрирање на интензитетот на зрачење, што се апсорбира, пропушта или рефлектира во зависност од брановата должина, настанува спектар.

Во ултравиолетовиот и видливиот дел на спектарот се користи **Бекмановиот спектрофотометар**. На слика 33 шематски е прикажан инструмент со еден зрак. Извор на светлина претставува водородната ламба L (за ултравиолетови зраци) и Волфрамова ламба (за видлива светлина). Монохроматската светлина која се добива со помош на монохроматорот со призмата P, минува низ пробата во киветата k и паѓа на фотоќелијата F, која е во врска со галванометарот.



Сл. 33 - Бекманов спектрофотометар

Инфрацрвените зраци настануваат со ротација на молекулите и со осцилирање на атомите во молекулите. Кога овие зраци минуваат низ одредена супстанција, може да ја променат кинетичката енергија на молекулите. Ако испитуваната проба се изложи на дејство на инфрацрвеното зрачење, таа ги апсорбира оние зраци што по бранова должина одговараат на нејзината сопствена вибрација. Поради тоа пропуштениот флукс е со помал интензитет од влезниот флукс. Апсорбираната енергија се троши на зголемувањето на амплитудите на вибрациите.

Уредите со кои се работи во инфрацрвеното подрачје се слични со претходно опишаните. Како извор на зрачење служи Нернстова ламба – влакнесто стапче од оксид на елемент од групата на ретки земји. За регистрирање на пропуштеното зрачење се користи термоелемент наместо фотокелија. Овде се работи со кивети од натриумхлорид и калиумбромид, па не може да се користат водени раствори на пробите, туку раствори со органски растворувачи.

За разлика од спектрофотометријата во видливото и ултравиолетовото подрачје, оваа метода служи за одредување структура на органските соединенија или за нивна идентификација.



Сл. 34 - Основен спектрофотометар



Сл. 35 - Универзален спектрофотометар

Прашања и задачи:

1. Објасни го Ламберт-Беровиот закон!
2. Што претставува колориметрија?

3. Дефинирај го поимот спектрофотометрија!
4. Објасни ја функцијата на Бекмановиот спектрофотометар!
5. Како работат спектрофотометрите во подрачје на инфрацрвено зрачење?

Резиме:

Вискозитетот е карактеристична особина на течноста која се јавува при нејзиното течење низ цевковод, како последица на внатрешното триење меѓу слоевите на течноста.

Науката која се бави со проучување на вискозитетот се нарекува **реологија**. Името потекнува од грчките зборови **rheo** што означува течење (протекување) и **logos** што означува наука.

Коефициентот на вискозитет се претставува со формулата:

$$\mu = F \cdot L / A \cdot \Delta V \text{ [Pa} \cdot \text{s]}$$

Покрај **динамички вискозитет**, дефиниран е и **кинематички вискозитет**, кој се искажува преку следнава формула: $\nu = 1/\mu$

За мерење вискозитет на течности најчесто се користат **Енглеров вискозиметар** и **Освалдов вискозиметар**.

Густината претставува однос меѓу масата и волуменот на некое тело.

$$\rho = m/V \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Најчесто густината на материите се мери со **пикнометар**, **Мор-Вестванова вага** и **ареометар**.

pH фактор е вредност која ја покажува киселоста или базноста на некоја материја или средина. pH е негативен декаден логаритам од концентрацијата на водородни јони (H^+).

$$pH = - \log_{10} c_{(H^+)}$$

Специфичната спроводливост (χ) се дефинира како реципрочна вредност на електричниот отпор и се изразува со следнава равенка:

$$1/R = 1/\rho \cdot A/l$$

Влажниот воздух се карактеризира со апсолутна влажност и релативна влажност. Влажноста на воздухот се мери со помош на **хигрометри** и **психрометри**. Најчесто за мерење влажност на воздухот се користи **кондензациониот хигрометар**, **хигрометарот со влакно** и **психрометарот**.

При пропуштање на сноп светлина низ некоја течност или стакло, интензитетот на светлината ќе се намалува, а ако супстанцата е обоена, ќе се менува и бојата на светлината што поминала низ течноста.

Колориметријата претставува оптичка метода со која се одредува концентрацијата на обоени раствори, преку користење на Ламберт-Беровиот закон.

Спектрофотометријата е колориметриски метод, кај кој наместо филтри се користи монохроматор со чија помош се добива светлина со одредена бранова должина, односно многу тесно спектрално подрачје.

Уредот за анализа на спектарот на електромагнетското зрачење се нарекува **спектрофотометар**.

II ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА АВТОМАТСКАТА РЕГУЛАЦИЈА

Наставни цели:

Ученикот:

- да го научи и сфати значењето на автоматизацијата на управувањето со процесите
- да опишува основни примери на системи за автоматска регулација
- ги објаснува принципите на дејствување на системите за автоматска регулација
- ја објаснува улогата на основните и помошните елементи во регулацискиот круг
- ги разликува својствата на објектот на регулација
- составува блок-дијаграми на системите за автоматска регулација

2.1. ВОВЕД – СИСТЕМИ НА АВТОМАТСКО РЕГУЛИРАЊЕ

Поимот ПРОЦЕСНА ИНДУСТРИЈА, кој денеска сè повеќе се употребува, ја опфаќа хемиската и индустриите сродни со неа, за кои како заедничка карактеристика може да се одбележи присуството на хемиски реакции дополнети се одредени физички операции, чија цел е да се зголеми употребната вредност на почетните суровини и да се добијат соодветни производи.

Според тоа, под називот ПРОЦЕСНА ИНДУСТРИЈА се подразбираат следниве индустрии:

1. Големохемиската (органиска и неорганиска)
2. Нафтената и петрохемиската
3. Фармацевтската и козметичката
4. Керамичката
5. Метал – екстративната

Мерењето во процесната индустрија од секогаш имало важна функција со оглед на тоа што има големо влијание на количината и на квалитетот на производите од оваа индустрија. Примената на мерењето во процесната индустрија е присутно при секое индустриско производство, без оглед на неговата сложеност. Тоа произлегува од фактот дека дејствувањето на човекот врз природата е поврзано со набљудување, одбирање и менување на материјалите што се наоѓаат околу него, што од своја страна мора да биде селективно и квантитативно, па бара примена на соодветни методи и средства за мерење.

Со сè побрзиот развој на процесната индустрија, со усвојување на покомплицирани технолошки процеси и со воведувањето почувствителните хемиски реакции во процесната индустрија, значењето на примената на мерењето во процесната индустрија стана поголемо. Денес дури може да се набројат редица технолошки процеси за производство на висококвалитетни материјали, кои не би можеле да работат или многу лошо би работеле ако не би постоела можност за примена на системи за мерење во текот на нивното реализирање. Покрај тоа, во денешната процесна индустрија, во хемиските синтези може да се применуваат и голем број опасни материјали за здравјето на човекот, бидејќи со примената на системите за мерење, дополнети со системи за регулација, од тоа производство се отстранува човекот како директен учесник.

Генерално може да се каже дека примената на системите за мерење и автоматска регулација е последица на развитокот на средства за производство што има за цел човекот да се ослободи од непосредната работа во индустријата, а неговата улога да се ограничи на интелектуално дејствување во правец на проектирањето и изградувањето на хемиски постројки и процеси, кои понатаму треба сами да работат.

Ваквите настојувања се посебно евидентни во процесната индустрија, зашто таа, поради својата структура бара учество на човекот во директното производство да се намали на минимум, поради непрецизноста на неговите сетила и поради чувствителноста на неговото здравје. Понатаму, модерната процесна индустрија бара да се градат постројки со голем капацитет, во кои континуирано ќе се преработуваат суровини, во затворени системи и по најрационален пат. Хемиските реакции во таквите индустриски постројки се одвиваат многу брзо, дури во некои случаи секавично, со постојана и брза промена на сите важни фактори на тие хемиски реакции.

Историски може да се следи како развој на средствата за мерење, со цел да се совлада зголемениот број големини што се мерат и нивниот развиток за да се зголеми квалитетот на мерењето. Во однос на квалитетот треба да се истакне дека мерењето со време стана автономно, независно од присуството на човекот. Понатаму, вредностите на измерените големини се одвиваат врз сè покуса временска база, така што и тоа речиси за сите големини што се мерат стана континуирано.

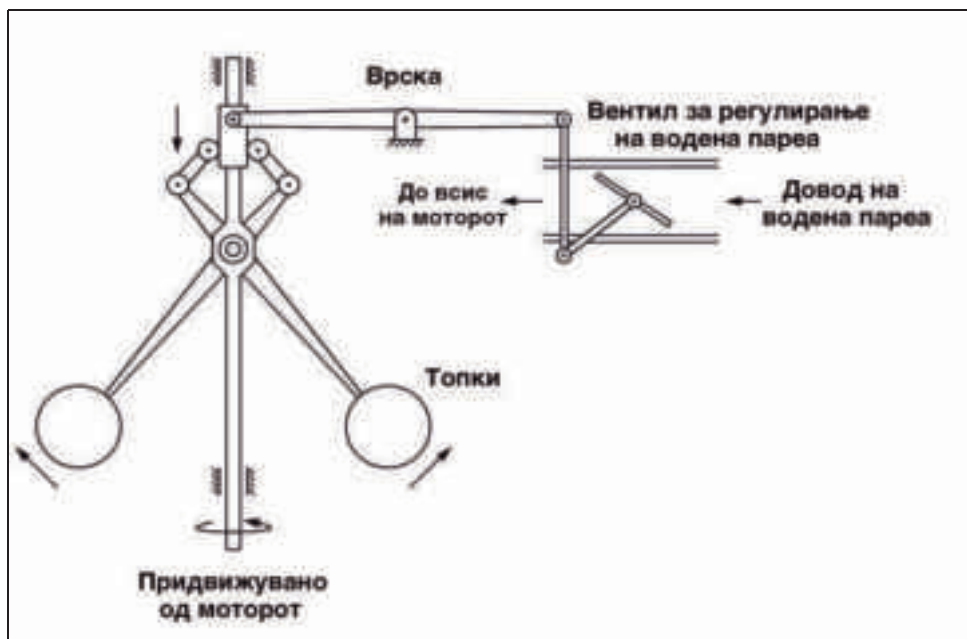
Информации за измерените вредности во прво време можеле да се добијат единствено на самото место за, со понатамошниот развој, тие да можат да се пренесуваат на поголема оддалеченост, што претставува предност во нивната примена во современата индустриска практика. На крајот, точноста, чувствителноста, прецизноста и брзината при мерењето во индустријата се зголемија со развојот на средства за мерење.

Самиот развој на средствата за мерење беше овозможен со големата експанзија на науката во годините што поминаа, како и со развојот на соодветни индустриски гранки, како: електрониката, пневматиката, хидраликата, индустријата на конструкциони материјали итн.

Исто така развојот на средства за мерење, од своја страна, имал влијание врз науката и гореспоменатите индустриски гранки, што е своевиден пример на појава на повратно дејство (feedback), која е универзално застапена во природата и која е од извонредно значење за мерењето и автоматската регулација. Електрониката зазема почесно место во развојот на средствата за мерење и автоматска регулација во последните неколку десетици години.

Денеска во примената на електрониката во системот за мерење во процесната индустрија е дојдено дотаму што веќе постојат „интелигентни системи за мерење“, кои се приспособуваат кон новонастанатите ситуации во текот на мерењето. Тоа е овозможено со вградување микропроцесори во средствата за мерење кои, на пример, овозможуваат статистичка обработка на измерените податоци во текот на самото мерење или вршат автоматско кондиционирање на измерените вредности.

Додека потребата од мерење се сознава прилично лесно, во поглед на автоматската регулација работите стојат поинаку. Имено, автоматската регулација, како посовршена форма на дејствување на човекот и како надградба на мерењето се јави многу подоцна во историскиот процес на развојот на средствата за производство. Макар што почетоците на автоматската регулација може да се забележат во текот на индустриската револуција, со откривањето и применувањето на Ватовиот центрифугален регулатор (Сл. 1) на брзината на вртежите на парната машина, вистинскиот развој тaa го доживеа непосредно пред Втората светска војна, т.е. со технолошката револуција.



Слика 1 - Ватов регулатор

Со примената на автоматската регулација не се бара само да се добијат информации за текот на одвивањето на технолошките процеси, туку и на нив да дејствува автоматски за да можат да течат во одреден правец и по одреден пат, кои обезбедуваат исполнување на однапред поставените барања. Затоа постојат различни патишта, методи и облици на автоматска регулација, кои детално и попрецизно ќе бидат дефинирани подоцна.

2.2. ЗНАЧЕЊЕ НА АВТОМАТСКАТА РЕГУЛАЦИЈА

Примената на еден од облиците на автоматска регулација во процесната индустрија демонстрирана на еден пример, даден на слика 2, на која е прикажана технолошката шема за еден сад за затоплување на вода, во кој температурата на водата автоматски се одржува однапред одредена вредност.

На сликата се употребени следниве ознаки:

F – проток на ладна вода што влегува во садот [m^3/h]. За случајов тој проток е еднаков на протокот на топла вода што излегува од садот

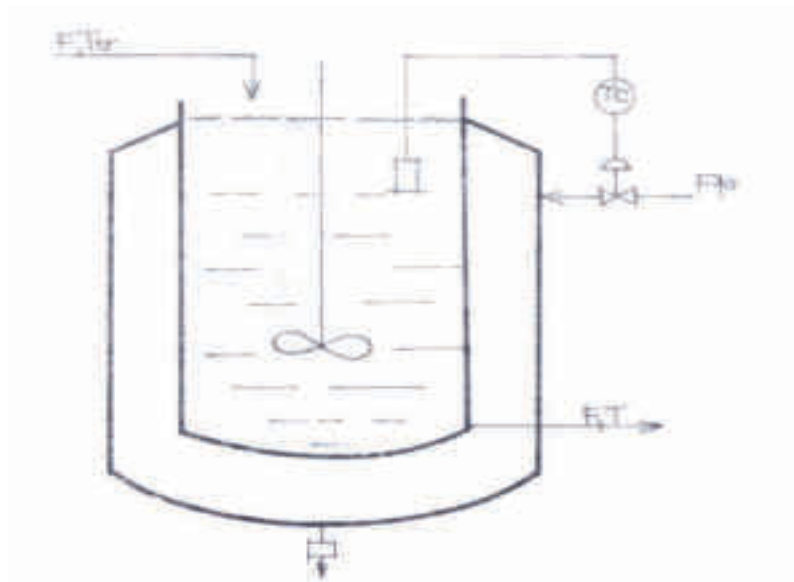
T_v – температура на водата на влезот во садот ($^{\circ}C$)

T – температура на водата во садот ($^{\circ}C$). Во конкретниов случај се претпоставува дека оваа температура е еднаква на температурата на водата што излегува од садот

F_p – проток на пареа што служи за затоплување на водата во садот [m^3/h].

T_c – регулационен вентил

Во куси црти, прикажаниот систем за регулација дејствува на следниов начин: ако температурата во садот T има вредност што се разликува од таа што со системот за автоматска регулација треба да се одржува во садот, оваа разлика се чувствува во детекциониот елемент на приборот за мерење на температурата, врз чија база инструментот за регулација дејствува на вентилот, така што тој се отвора или се затвора и со тоа се менува протокот на пареата F_p со цел да се поништи споменатата разлика на температурата.



Слика 2 - сад за затоплување на вода

Мерењето и автоматската регулација имаат своја цена и свој економски ефект. Учеството на инвестициите во системите за мерење и автоматска регулација во вкупните инвестиции за градење индустриски постројки во процесната индустрија постојано расте. Тоа учество во одредени случаи достигнува до 30%. На прв поглед може да биде ограничувачки фактор за примената на системите за мерење и автоматска регулација во процесната индустрија.

Сепак, придобивките од примената на овие системи се толку големи што го неутрализираат споменатиот податок за зголемување на учеството во инвестициските трошоци. Имено, од една страна, експлоатациските трошоци на системите за мерење и автоматска регулација, како и на целосните технолошки постројки се намалуваат со усовршувањето на системите за мерење и автоматска регулација, а од друга страна, многу се зголемува ефикасноста на работењето на индустриските постројки во поглед на квантитетот и квалитетот на производството.

Примената на системите за мерење и автоматска регулација овозможува намалување на потрошувачката на енергија и материјали по единица производи и добивање производи чиј квалитет постојано се држи во многу тесни, однапред дефинирани граници. Исто како предностите на употребата на современите системи за мерење и автоматска регулација треба да се означат и ефектите што се веќе понапред истакнати:

1. Ослободување на човекот од рутинска работа за да може да се посвети на креативни активности;
2. Можност за реализација на технолошки процеси што работат под екстремно тешки услови;
3. Остварување технолошки процеси со голем капацитет во релативно мали проточни системи.

Значи, може да се каже дека учеството на системите за мерење и автоматска регулација во инвестициски трошоци расте, меѓутоа ефектите од нивната примена се толку големи што овие непогодности се неутрализираат и уште повеќе се зголемува економичноста на постројките што се опремени со современи средства за мерење и автоматска регулација.

Од сево ова што е досега кажано, може да се согледа важноста на изучувањето на средствата и методите за мерење и автоматската регулација во процесната индустрија од страна на секој иден стручњак што се подготвува да учествува во истражувањата во подрачјето на хемиските технологии во проектирањето нови технолошки постројки или пак во водењето на постојните технолошки постројки.

2.3. ПОИМ ЗА СИСТЕМИ НА АВТОМАТСКО РЕГУЛИРАЊЕ (ДЕФИНИРАЊЕ НА ОСНОВНИТЕ ПОИМИ)

Објектот на мерењето во процесната индустрија е самиот технолошки процес, односно одредени физички големини, кои го карактеризираат тој процес. За да се објасни оваа констатација, треба да се знае дека секој технолошки процес се состои од физички и од хемиски реакции, кои се одигруваат помеѓу реактантите што претставуваат суровини или полупроизводи, со единствена цел да се добие еден или повеќе корисни производи.

При сегашната состојба на науката и нејзината примена, следењето на хемиските реакции и физичките операции се изведува преку набљудување на низа надворешни, макрофизички големини, кои се во точен однос со она што се случува помеѓу одделни основни честици на материјата (молекули или атоми). Сите тие надворешни ефекти претставуваат **променливи (варијабли)** на некој технолошки процес, па нивното мерење и регулацијата имаат големо значење за реализацијата на технолошките процеси. Некои од тие макрофизички големини на технолошките процеси се следниве:

1. Температура, притисок, рН-вредност, физички особини на појдовните материјали и готовите производи (специфична тежина, специфична маса, вискозитет, температура на вриење, напон на пари, индекс на рефракција итн.), состав на појдовните материјали и готовите производи (концентрација), брзина на хемиската реакција итн., како и ред други дополнителни ефекти кои произлегуваат од техниката на изведувањето на технолошките процеси, како:
2. Нивото на течностите и флуидизирани цврсти материјали, волуменскиот и тежинскиот проток, состојбата на опремата во поглед на вибрациите итн.

Освен променливи – варијабли на технолошките процеси, постојат и **параметри** на технолошките процеси. Често пати е тешко да се постави граница помеѓу променливите и параметрите на технолошките процеси. За дефиниција на параметрите на технолошките процеси може да се земе следново:

Параметрите се сопствени карактеристики на технолошките процеси, кои во најголем број случаи не се под надворешно влијание, така што нивните вредности не зависат од дејствувањето на влезот на процесите, ниту тие се појавуваат како промени на излезот на процесите.

На пример, за еден изменувач на топлина може да се означат следниве променливи (варијабли): влезните протоци на медиумот што дава топлина и медиумот што прима топлина; излезните протоци на овие медиуми; нивната температура и притисоците. Параметрите на еден таков изменувач на топлина се: површина на преодот на топлината; коефициентот на преодот на топлината; конструкциони карактеристики на изменувачот итн.

За мерење на горе означените големини потребни се прибори за мерење. Под мерен прибор се подразбира збир на повеќе физички објекти што служат за мерење на една процесна променлива (варијабла). Составни елементи што влегуваат во склоп на еден прибор за мерење може да бидат помалку или повеќе сложени, помалку или повеќе просторно оддалечени, меѓутоа, сите мора да бидат поврзани за да можат да послужат за мерење одредена големина. Во голем број случаи, во составот на еден прибор за мерење се вклучени еден или повеќе инструменти, кои сами за себе претставуваат најкомплициран дел на еден прибор за мерење. Под поимот инструменти се подразбира збир на повеќе елементи вградени во соодветни механизми – системи, чија цел е да се изврши мерење на одредени големини, при што сите тие елементи се вградени во една метална или пластична кутија (куќиште), па затоа претставуваат една интегрална целина.

Мерниот прибор ги содржи следниве делови:

1. Дел за детекција (осетен дел) и
2. Мерен дел

Осетниот дел (детекциониот дел) на мерниот прибор директно реагира на промената на вредноста на мерената големина со промена на својата физичка или хемиска состојба. Така на пример, кај термометри со жива осетниот дел го сочинува самата жива што се наоѓа во малиот стаклен резервоар (крувче). Температурата се мери со живини термометри, така што стакленото резервоарче се става во просторот за мерење и на тој начин се овозможува измена на топлината помеѓу живата и медиумот чија температура се мери. Со загревање живата се шири и се качува во капиларната цевка на живиниот термометар. Врз база на утврдувањето на големината на тоа ширење, односно висината на столбот на живата во капиларот, се утврдува, односно се мери температурата на околниот медиум во просторот каде што е ставен живиниот термометар.

Меѓутоа, мерењето не е секогаш толку едноставно, па честопати промените на осетниот дел не може да се утврдат со директно набљудување од човекот, туку за тоа се потребни средства што промените на осетниот дел ќе ги направат видливи, односно ќе дадат информации за нив.

Сите физички објекти, како деловите на приборот за мерење, чија функција е да дадат информација за промената на осетниот дел од приборот за мерење, односно таа промена да ја квантифицираат, се нарекуват мерен дел на приборот за мерење. Во некои случаи мерниот дел се состои од еден инструмент или повеќе инструменти за мерење и посебни средства за пренесување, потсилување и трансформирање на сигналот што доаѓа од осетниот дел на прибори за мерење. Во некои случаи еден инструмент, како мерен дел на повеќе прибори за мерење може да биде поврзан со повеќе осетни (детекциони) елементи.

Големината што се мери се нарекува мерена големина, а вредноста што притоа се добива се нарекува измерена вредност на мерената големина.

Мерното место е поим за локацијата каде што се вградува осетниот дел на еден прибор за мерење. Од досегашниот текст е јасно дека не е потребно осетниот и мерниот дел на еден прибор за мерење да бидат просторно сместени заедно, туку тие може да бидат оддалечени еден од друг на некои стотина метри. Во современите индустриски постројки мерните делови на приборите за мерење се поместени во една или повеќе заеднички простории, наречени контролни соби.

Под сигнал се подразбира промената на физичка големина, која се доставува од осетниот дел до мерниот дел на еден прибор за мерење за да се изврши одредено мерење.

Оваа дефиниција може да се прошири и за ситуација кога не се работи само за мерење на некоја големина, туку е потребно да се изврши и автоматска регулација на нејзината вредност или во најопшт случај, кога е потребно да се пренесе информација за состојбата на некој технолошки процес. Во таков генерален случај сигналот претставува промена на некоја физичка големина, која во себе содржи информација што се пренесува од изворот до приемот на информацијата.

Сигналите може да бидат: механички, пневматски, хидраулични, електрични и електронски. За пренесување на сигналите се употребуваат сигнални водови, кои понекогаш се нарекуваат импулсни водови. Во зависност од природата на сигналите, сигналните водови може да бидат цевки или електрични водови. Кога сигналите се пренесуваат со помош на електромагнетни бранови, сигнални водови воопшто не постојат.

Сигналите може да се пренесуваат од една природа во друга за која цел се употребуваат претворувачи. Ако се врши претворање на неелектрични сигнали во електрични, за претворањето се употребува називот трансдјусери, а ако непневматски сигнали се претвораат во пневматски, претворањето се нарекуваат трансмитери.

Како што е веќе кажано, сигналите може да се засилуваат, за што служат засилувачи, или да се филтрираат, за што постојат филтри. Имено, секој сигнал носи одредена информација за големината што се мери. Таа информација може да биде маскирана, покриена со несакани промени на основната физичка големина, така што тие мора да се одделат пред да се користи информацијата што има одредена смисла.

На пример, ако сигналот е електричен, тој може да носи информација за измерената вредност во облик на соодветна промена на истонасочниот напон, која од своја страна може да биде покриена со несакани промени на тој напон, што во тој случај претставуваат шумови (англиски: noise) и пречки во однос на основната информација.

Овие несакани шумови може да бидат приспособени во текот на пренесувањето на сигналот низ сигналните водови и најчесто се со далеку поголема фреквенција од онаа што ја има основниот сигнал. Како што е познато, во тој случај одвојувањето на основниот сигнал од шумовите се врши со филтрирање на сигналите, нивно засилување, доведување на референтно ниво и сите други интервенции што се изведуваат врз сигналите со цел да се подготват за понатамошна обработка (процесирање) се нарекуваат кондиционирање на сигналите.

Со сè поширока употреба на електронски сметачи во системите за мерење и автоматска регулација, кондиционирањето и процесирањето на сигналите станува вообичаена процедура во индустриската практика.

Во поглед на формата на промените во однос на времето, сигналите може да бидат континуирани или дисконтинуирани. Оваа поделба на сигналите е од посебна важност бидејќи техниките што се употребуваат во понатамошното процесирање на сигналите се разликуваат веќе според тоа дали се работи со континуирани или дискретни сигнали.

Аналогна техника се употребува за процесирање на континуирани сигнали (кои често пати се нарекуваат и аналогни сигнали).

Дискретните сигнали што се кодирани, т.е. обликувани по одредена шема се нарекуваат дигитални сигнали. Дигиталните сметачки машини претставуваат последен збор во развитокот на дигиталната техника. Како што е веќе речено, тие имаат сè поголема примена во системите за мерење и автоматска регулација. Со оглед на тоа што најголем број примарни информации за состојбата на променливите на процесите се наоѓаат во континуирана (аналогна) форма, ако тие треба да се процесираат со дигитални сметачи, нивните сигнали може да се дигитализираат. За оваа цел служат аналогни во дигитални конвертори (A/D конвертори), а за инверзна трансформација служат дигитални во аналогни конвертори (D/A конвертори).

Поширок поим од поимот мерен прибор е поимот систем за мерење, во кој се опфатени комплексните односи на целокупната активност при мерењето.

Системот за мерење често пати содржи повеќе мерни инструменти со цел да се изврши комплексно мерење на голем број процесни променливи, но не е исклучен да еден мерен систем да се состои само од еден мерен прибор.

Автоматската регулација претставува надградба на мерењето, а системите за автоматска регулација задолжително вклучуваат во себе и системи за мерење. Исто така, и покрај одредени разлики, мерењето и автоматската регулација се служат со слични методи и се изведуваат со средства кои во одредени свои делови се слични и честопати физички тешко се разграничуваат.

Голем број поими од подрачјето на мерењето имаат свој пандан во соодветни поими од подрачјето на автоматската регулација. Така, на пример, на мерниот прибор во подрачјето на автоматската регулација му одговара прибор за регулација, а на мерниот систем – систем за регулација.

Регулацијата претставува збир на активности што имаат за цел еден технолошки процес да го насочуваат во одредена насока, влијаејќи врз работата на одредени делови на тој технолошки процес. Оваа дефиниција ја исклучува потребата технолошкиот процес да се управува како целина, врз база на однапред поставени технолошко-економски критериуми за работење.

Во таа дефиниција не е дефинирано дали за нејзино изведување е потребно присуство на човек. Доколку е тоа потребно, оваа регулација е наречена рачна (мануелна) регулација, а ако се изведува со помош на соодветни апарати се нарекува автоматска регулација. Модерните технолошки процеси бараат регулацијата во секој случај да биде автоматска, поради што, кога зборуваме за регулација, секогаш мислиме на автоматска регулација.

Системот за регулација кој се обидува да ја одржи контролната варијабла на некоја константна вредност е дефиниран како **регулатор**.

Извршните уреди спаѓаат во последниот блок уреди на системот за управување и тие се директно поврзани со објектот кој се управува. Обично тоа се посебни уреди кои го реализираат управувачкото дејство зададено од страна на регулаторот, директно врз објектот за да ја реализираат задачата на управување.

Земајќи го предвид она што е погоре кажано, може да се заклучи дека еден систем за регулација во себе вклучува: прибор за мерење, прибор за регулација, методи за мерење и регулација и дел од технолошкиот процес како објект на регулација.

Прашања и задачи:

1. Што претставува автоматската регулација во процесната индустрија и во објектите?
2. Кои се методите и задачите на автоматиката како техничка област?
3. Наведи ги првите области на примена на автоматската регулација во производството!
4. Што претставува мерен инструмент, а што мерен систем?
5. Објасни ја разликата меѓу аналогните и дигиталните сигнали!

2.4. СТРУКТУРА И ЕЛЕМЕНТИ ВО СИСТЕМИТЕ НА АВТОМАТСКО УПРАВУВАЊЕ

Секој физички објект може да се набљудува поединечно или како дел од некој систем. Според тоа, дефиницијата за систем е следнава: еден систем го сочинуваат еден или повеќе објекти поврзани помеѓу себе така што прават целина и како целина реагираат на надворешни влијанија. Поединечните физички објекти се вградуваат во соодветни системи со цел, преку нивното дејствување, да се постигнуваат одредени цели. Така, мерните и регулационски системи се состојат од составни елементи кои градат една целина, чија цел е да се овозможи извршување акции на мерењето и автоматското регулирање.

Системите може да бидат дефинирани по аналитички и експериментален пат, а самата нивна карактеризација значи одредување на нивниот математички модел или одредување некој друг опис на тие системи, што може да послужи за нивно изучување, автоматска регулација или комплетно водење. Како кај технолошките процеси, кои претставуваат само еден вид системи, така и кај сите системи генерално може да се разликуваат променливи (варијабли) и параметри на дадениот систем.

Според тоа, разликуваме влезни и излезни променливи на системите. Еден систем може да има само една влезна и една излезна променлива (варијабла), па се нарекува моноваријабилен систем. Исто така, еден систем може да има повеќе влезни и повеќе излезни променливи (варијабли), па се нарекува мултиваријабилен систем. Треба веднаш да се констатира дека технолошките процеси како системи спаѓаат во класата на мултиваријабилни процеси и покрај горе искажаната констатација, што ќе биде понатаму објаснето.

Врз основа на понатамошната поделба на системите тие може да бидат:

- линеарни
- нелинеарни
- системи со групирани параметри
- временски варијабилни или временски инваријабилни системи
- отворени или затворени системи

1. Линеарни системи се оние кај кои постои линеарна зависност помеѓу излезната и влезната променлива и нивните деривации.

2. Кај нелинеарните системи оваа зависност е нелинеарна.

3. Системот со групирани параметри имаат концентрирани параметри во однос на просторните димензии.

4. Кај системите со распределбени параметри влезната и излезната променлива се во функционална зависност од времето и просторните димензии.

5. Кај временските инваријабилни системи параметрите се непроменливи со времето, а кај временските варијабилни системи тие се променливи со времето.

6. Отворените системи се карактеризираат со тоа што нивните излезни променливи надвор од системот не се поврзани со влезните променливи.

Јасно е дека кај затворените системи, наспроти отворените системи, постои врска помеѓу излезот и влезот, така што излезната променлива е поврзана со влезната променлива на истиот систем.

Оваа врска помеѓу излезната и влезната променлива се нарекува повратна врска (feed back), како што е веќе спомнато, претставува честа и многу важна појава во природата. Имено, дали еден систем е отворен или затворен зависи од тоа како се дефинирани границите на системот и од начинот на набљудувањето.

Системите за мерење ќе бидат главно третирали како отворени, додека системите за регулација ќе бидат третирали како затворени, т.е. како системи со повратна врска. Тоа значи дека одредени системи за автоматска регулација ќе бидат третирали како отворени системи, а во одредени случаи кај системите за мерење ќе биде насочена присутноста на повратна врска.

Времето како независна променлива зазема посебно место во проучувањето на физичките системи. Имено, постојат две состојби во кои може да се наоѓа секој систем: статичка и динамичка состојба. Системите се наоѓаат во статичка состојба кога влезните и излезните променливи не се менуваат со времето. Статичката состојба во некоја рака е и рамнотежна состојба на еден систем. Наспроти тоа, кога системите се наоѓаат во динамичка состојба, присутна е промена на влезните и излезните променливи со времето.

Познавањето на динамичката состојба на технолошките процеси е од посебна важност за проектирањето и експлоатацијата на системите за мерење и автоматска регулација.

Со оглед на тоа дека системите имаат две состојби (статичка и динамичка) и нивните математички модели имаат два дела: статички (што се однесува на дефинирање на статичките особини на системите) и динамички (што се однесува на дефинирање на динамичките особини на системот).

Под *одзив* или *реакција на системите* се подразбираат информациите за промена на излезната променлива на системите во однос на времето што е последица на одредена промена на влезната променлива со времето. Реакцијата (одзивот) на системите во реалниот свет единствено може да се реализира во однос на времето, бидејќи времето, заедно со просторните димензии, е рамка во која се случуваат промените во реалниот свет.

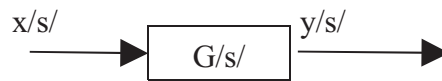
Сепак, за карактеризација на динамичките состојби на реалните системи се применуваат и низа други приоди, освен оној што е дефиниран со користењето на поимот на одзивот (реакцијата), при што посебно место има приодот што се базира врз концептот на преодна функција.

Блок и сигнални дијаграми

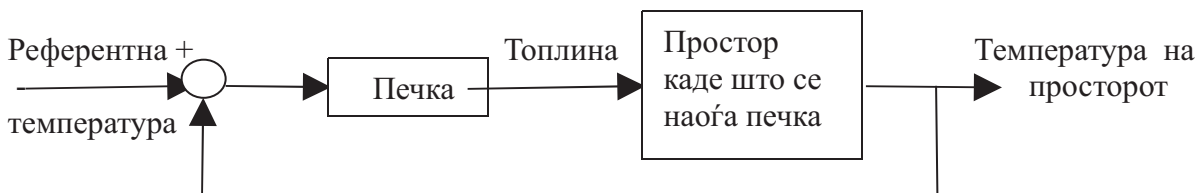
Сите односи што се горе спомнати може да се прикажат со специјални графички техники, како што се:

1. Блок дијаграми
2. Сигнални дијаграми

На сликата 2-а е даден најпрост блок дијаграм, со кој е покажан еден отворен систем со соодветна влезна и излезна променлива, додека на сликата 2-б е даден блок дијаграм на еден посложен систем, кој се состои од повеќе потсистеми (составени елементи).



Слика 2-а

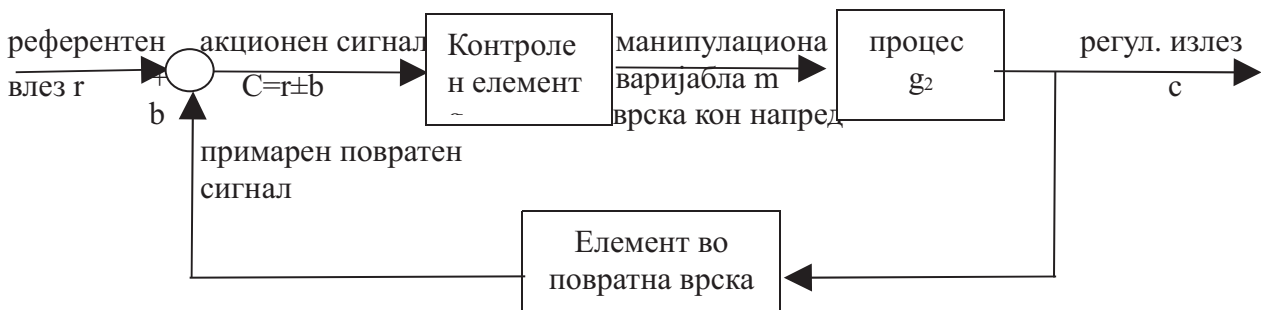


Слика 2-б

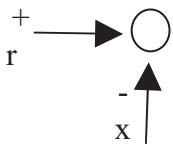
Од сликата се гледа дека блок дијаграмот се состои од квадрати што го репрезентираат системот или неговите составни делови (потсистеми) и од линии со стрелки што ги репрезентираат правците на движењето на сигналите, односно влезните и излезните променливи. Во квадрантите (блоковите) треба да се внесе опис на дадениот систем или опис на неговиот составен дел.

Поточно, во блоковите се внесуваат математички модели на системите, доколку карактеризацијата на системите се изведува во временскиот домен, или пак преносните функции, доколку карактеризацијата се изведува во s -доменот. Во најголем број случаи техниката на прикажување на системите со помош на блок дијаграми се користи заедно со преносните функции за карактеризација на одзивот на системите.

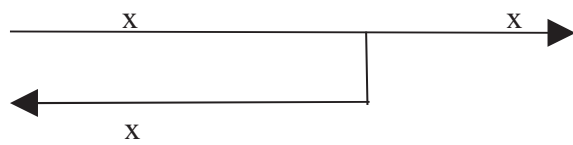
На сликата 3-а е покажан блок дијаграм на еден систем во кој постои повратна врска, а кој всушност претставува систем за автоматска регулација.



Слика 3-а



Слика 3-б



Слика 3-в

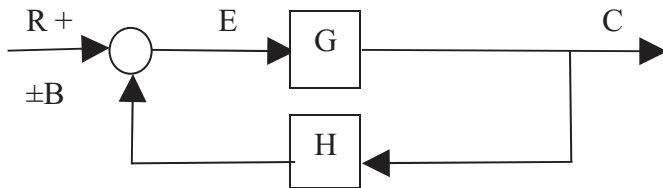
1. Сликата 3-б ја покажува точката на сумирање (англиски: summing point) во која се собираат два или повеќе сигнали
2. Сликата 3-в ја покажува точката на одземање (англиски: take-off point) во која се раздвојува еден ист сигнал со иста вредност и оди во два или повеќе правци.

За обработка на блок дијаграмите постојат посебни правила, систематизирани на тој начин што претставуваат еден посебен метод во математиката наречен блокова алгебра. Користењето блок дијаграми е основа за еден посебен приод кон проучувањето на физичките системи. Имено, врз база на тој приод не се оди кон тоа да се запознае деталната структура и градба на системот што се студира, туку тој се набљудува како „црната кутија“ и се карактеризира со помош на неговиот одзив на соодветен стимуланс, т.е. на соодветна промена на влезната променлива.

Со разделувањето на системите на поголем број потсистеми, за кои се применува горе означениот приод, и со комбинирање на нивните поединечни одзиви може да се добие поточна репрезентација на целите системи а со тоа се навлегува делумно и во внатрешната градба на системите.

Сигналните дијаграми претставуваат графичка репрезентација на симултаните равенки што го опишуваат еден систем. Всушност, тие графички ја покажуваат трансмисијата на сигналите низ системот.

За спроведување на сликата 4 е даден блок дијаграм на еден систем со повратна врска и неговиот соодветен сигнален дијаграм.



Слика 4 - блок дијаграм на систем со повратна врска

За сигналните дијаграми, исто така, постојат разработени правила за работа со нив.

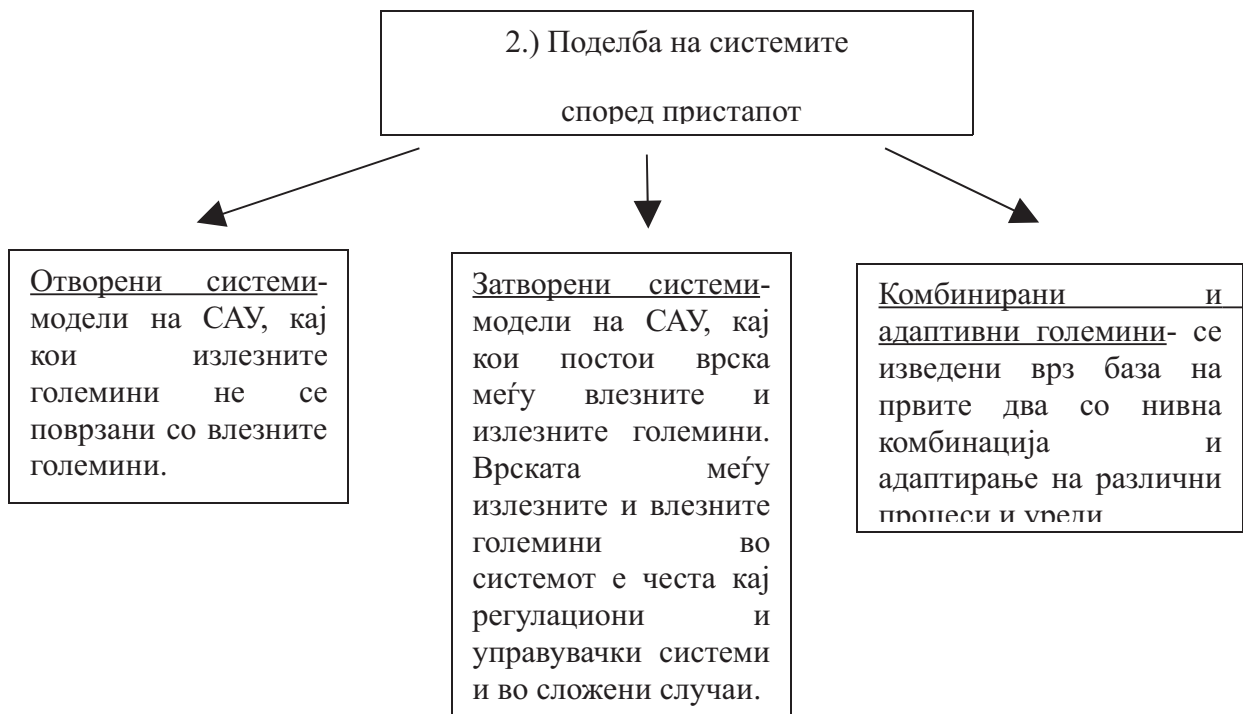
Прашања и задачи:

1. Дефинирај ги поимите автоматско регулирање и програмско регулирање во автоматиката!
2. Објасни ги поимите линеарен режим и нелинеарен режим на системите на управување!
3. Наведи ги основните елементи на означување во системите на автоматското управување!
4. Опиши ги задачите на регулаторот, на извршниот орган и на мерниот уред во структурата на системите на управување!

2.5. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СИСТЕМИТЕ НА АВТОМАТСКО УПРАВУВАЊЕ

Поради сложената структура, својствата и различната функција на системите на автоматизација, направена е поделба на неколку начина:





Резиме:

Автоматската регулација е збир од мерки, активности и методи чија цел е наведување на текот на процесите. Автоматиката е научна и техничка област, која опфаќа методи и средства на управување и на регулирање. Кибернетиката е современа наука за управувањето со различни системи. Основни поими се автоматско регулирање, програмско регулирање, регулирана величина, регулатор, автоматско управување.

Системите за автоматското управување може да се опишат преку функционален и структурен принцип. Елементите и правилата на структурниот блок-дијаграм на САУ содржат: објект на управување, регулатор, извршен орган, мерен уред и др.

III ОСОБИНИ НА СИСТЕМИТЕ НА РЕГУЛАЦИЈА

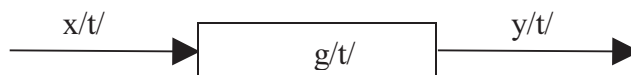
Наставни цели:

Ученикот:

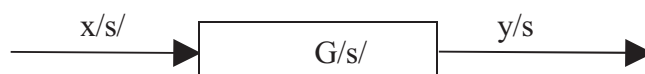
- го нагласува значењето на преносните функции за управување со процесите
- ја нагласува важноста на системите за управување со процесите
- опишува основни примери на системи за автоматска регулација
- ги познава принципите на дејствување на системите за автоматска регулација
- ги разликува својствата на објектот на регулација
- објаснува и споредува системи со и без саморегулација

3.1. ПРЕНОСНИ ФУНКЦИИ

Преносната функција што се одбележува со $G(s)$ претставува однос на отстапувањето (девијацијата) на излезната променлива и отстапувањето (девијацијата) на влезната променлива, претходно трансформирани со помош на Laplace-ови трансформации. На сликите 5-а и 5-б, со помош на блок-дијаграм, на еден отворен систем е илустрирана горенаведената дефиниција на преносната функција.



Слика 1-а



Слика 1-б

Пред да се дадат подетални објаснувања за сликата 1 потребно е да се дефинираат девијациите, односно отстапувањата. Под отстапување (девијација) се подразбира вредноста на разликата на влезната или излезната променлива, што таа ја има во секој временски миг во однос на некоја почетна, статичка состојба на системот. Кажано со јазикот на математиката, тоа значи дека со внесувањето на поимот отстапување на влезните, односно излезните променливи во математички модели, наместо реалните вредности на тие променливи се овозможува усвојување на претпоставката дека почетните услови се еднакви на нула, што во голема мера ги упростува сметачките операции со математички модели.

Со x_s , односно y_s се означени статичките вредности на влезната, односно излезната променлива, а со $X(t)$ и $Y(t)$ се означени девијационите променливи кои се дефинираат на следниов начин:

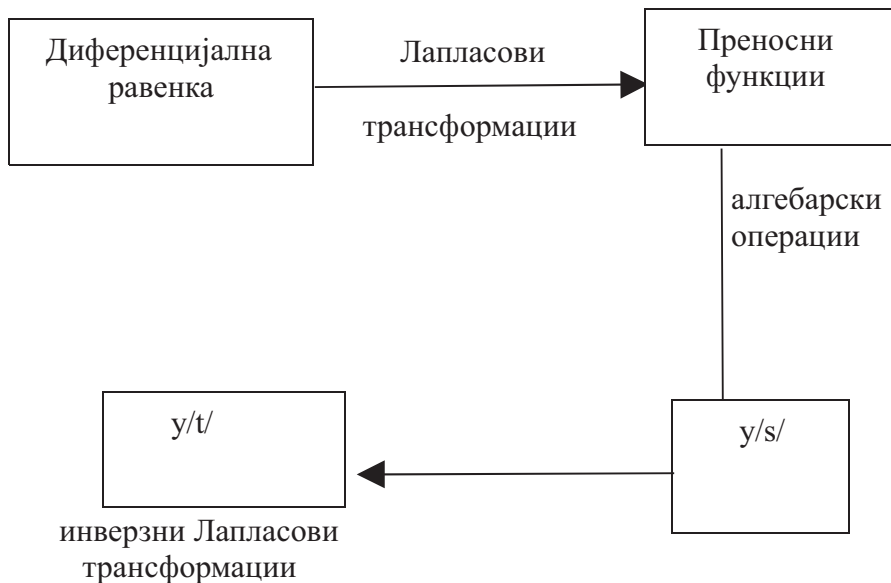
$$X(t) = X(t) - X_s$$

$$Y(t) = Y(t) - Y_s$$

додека t претставува време.

Преносната функција поседува некои особини што се од посебна важност, како:

- а) преносната функција на еден систем може да се добие од диференцијалната равенка која го репрезентира динамичкиот модел на системот со употреба на Laplace-овите трансформации и со игнорирање на членовите што произлегуваат од почетните услови;
- б) диференцијалната равенка на системот може да се добие од преносната функција со заменување на варијаблата s со диференцијалниот оператор D ;
- в) ако именителот на дропката на преносната функција се направи да биде еднаков на нула, тогаш добиената равенка претставува карактеристична равенка за системот;
- г) со решавање на равенката по $y(s)$ се добива:



Слика 2

$$Y(s) = G(s) * H(s)$$

и ако се изврши инверзна Laplace-ова трансформација на таа вредност може да се добие $Y(t)$. Според тоа, познавајќи ја преносната функција $G(s)$ и влезната променлива $X(t)$ односно нејзината Laplace-ова трансформација, преку горе опишаните операции може, по чисто аналитички пат, да се одреди одзивот на системите.

На слика 2 е прикажана улогата на Laplace-овата трансформација како еден вид математички операции во анализата на динамиката на системите.

д) за преносните функции важи принципот на суперпонирање (наддавање), која се состои во следново: ако на влезот на еден систем дејствуваат повеќе променливи, одзивот $Y(t)$ може да се добие со помош на преносна функција, така што се претпоставува на влезот на системот да дејствува само една променлива, која претставува збир на влезните променливи. Математички за две влезни променливи тоа може да се прикаже вака:

$$\begin{aligned} X(t) &= a_1 X_1(t) + a_2 X_2(t) \\ X(s) &= a_1 X_1(s) + a_2 X_2(s) \\ Y(s) &= G(s) * X(s) \\ Y(s) &= a_1 G(s) X_1 + a_2 G(s) X_2 \end{aligned}$$

Сега, со инверзно трансформирање од $Y(s)$ може да се добие $Y(t)$. Во дадените равенки, a_1 и a_2 претставуваат константи.

Преносната функција има статички и динамички дел:

$$G(s) = S * D(s)$$

каде што S претставува статички дел на преносната функција, а $D(s)$ нејзин динамички дел.

Статичкиот дел на преносната функција може да биде некој алгебарски израз, кој ги поврзува влезната и излезната варијабла во стационарна положба на системот, значи независно од временската променлива. Во најпрост случај, статичкиот дел на преносната функција е некоја константа, која генерално се одбележува со K и се нарекува статичка константа, а претставува степен на засилување или ослабување на излезната променлива во однос на влезната променлива.

Статичкиот дел на преносната функција се нарекува и статичка карактеристика на системот. Таа е често пати дадена графички, во координатен систем, во кој влезната променлива x претставува апсиса, а излезната променлива y - ордината. Вредностите на неа се добиваат за соодветни вредности на x во ситуација кога се постигнати статички услови, така што е: $y = f(x)$.

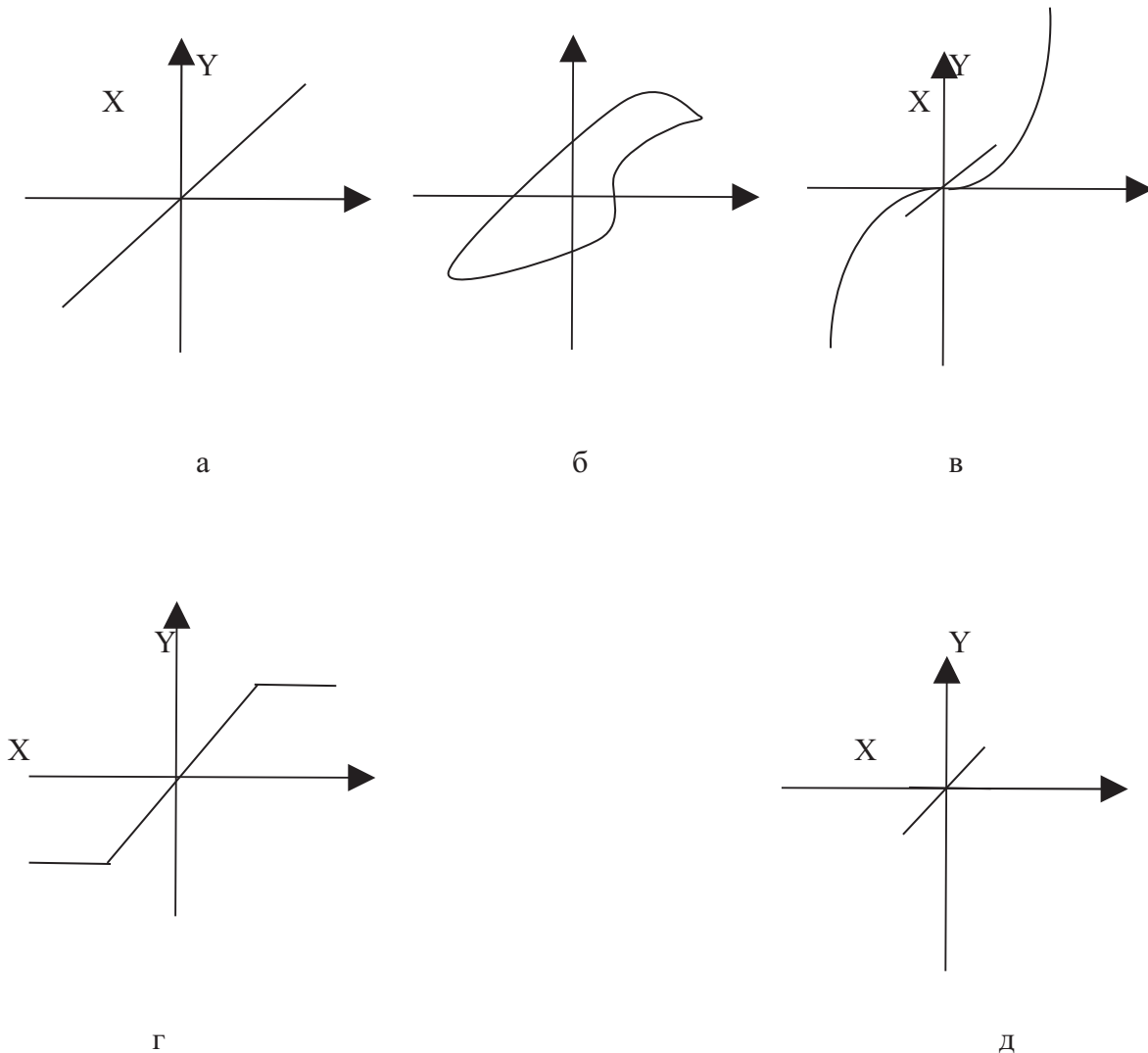
На слика 3 се назначени некои од статичките карактеристики на системите:

- линеарната карактеристика (сл.3-а);
- нелинеарната карактеристика (3-б);
- делумно линеарната карактеристика со мртва зона (3-в) и
- карактеристиката со хистерзис (3-г).

Карактеристиките дадени на сликите 3-б и 3-в се од посебна важност за системите за мерење бидејќи постојат подрачја на вредностите на големината што се мери (што ја претставуваат влезната променлива на системот за мерење), каде што измерените вредности (што ги репрезентираат вредностите на излезната големина на системот за мерење) повеќе не се зависни од вредностите на големината што се мери.

Според тоа, во тие случаи треба да се внимава мерењето да се врши во подрачјето каде што постои зависност помеѓу измерените вредности и вредностите на големината што се мери.

Карактеристиката покажана на слика 3-д се одликува со тоа што дава двозначни вредности на излезната променлива за истата вредност на влезната променлива, во зависност од тоа од која страна се приближуваме кон одредена вредност на влезната променлива.

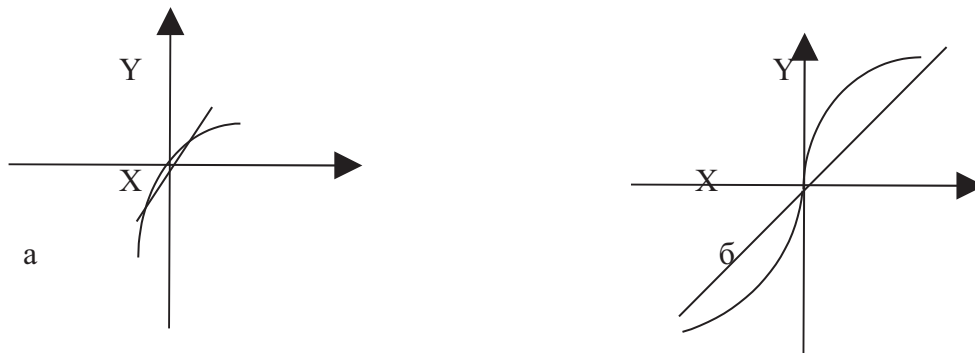


Слика 3

Според тоа, оваа карактеристика воопшто не е добра за системите за мерење, макар што има примена во некои други подрачја на науката и техниката. Нелинеарната карактеристика (слика 3-б), исто така, во поголем број случаи не одговара на системите за мерење и автоматска регулација.

Поради тоа, понекогаш се изведува линеаризација на нелинеарната карактеристика на системите за мерење и автоматска регулација, која може да се применува врз самиот математички модел на системот или врз неговиот физички модел, односно врз самиот систем.

Ако системот е нелинеарен само во едно ограничено подрачје, при негова карактеризација е доволно да се означат подрачјата каде што е тој линеарен, односно нелинеарен. Доколку се работи за целосна нелинеарност, тогаш за едно многу тесно подрачје на промената на влезната големина, тогаш за едно многу тесно подрачје на промената на влезната големина, се заменува кривата линија на статичката карактеристика на системот со тангентата во точката која претставува средина на интервалот во кој се изведува линеаризацијата (слика 4-а).



Слика 4

Другиот начин на линеаризација се состои во тоа, со методата на најмали квадрати да се пронајде права што претставува најдобра апроксимација на криволиниската карактеристика на системот во одреден интервал (слика 4-б).

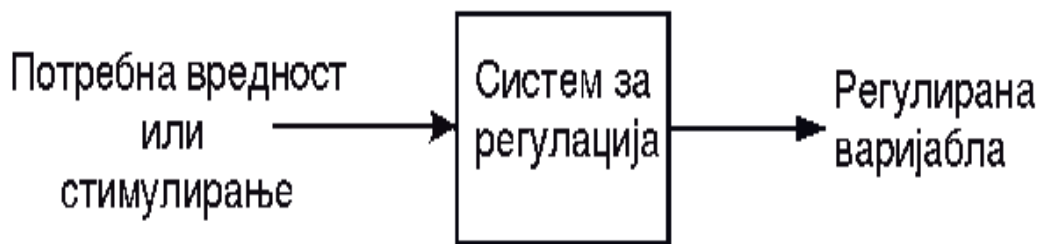
3.2. ВОВЕД – СИСТЕМИ

Што е систем за регулација?

Систем е збир од посебни ни компоненти кои работат заедно за да извршат некоја задача.

Систем за регулација е систем чија примарна цел е да одржи една или повеќе варијабли или параметри на процесот на посакувани нивоа.

Основниот облик на систем за регулација е прикажан на сликата 1.1.



Слика 1.1. Основен облик на систем за регулација

Излезот од системот за регулација е дефиниран како **контролна варијабла** и одговара на некои параметри на **процесот** кој треба да се контролира.

Влезот во системот за регулација најчесто е или **посакувана вредност** за контролната варијабла или некој облик на **стимулирање**. Овде терминот стимулирање се користи да означи нешто што предизвикува реакција од системот за регулација.

Системот за регулација се обидува да регулира некоја варијабла битна за процесот за да контролната варијабла остане или константна или да се доближи што повеќе до посакуваната вредност.

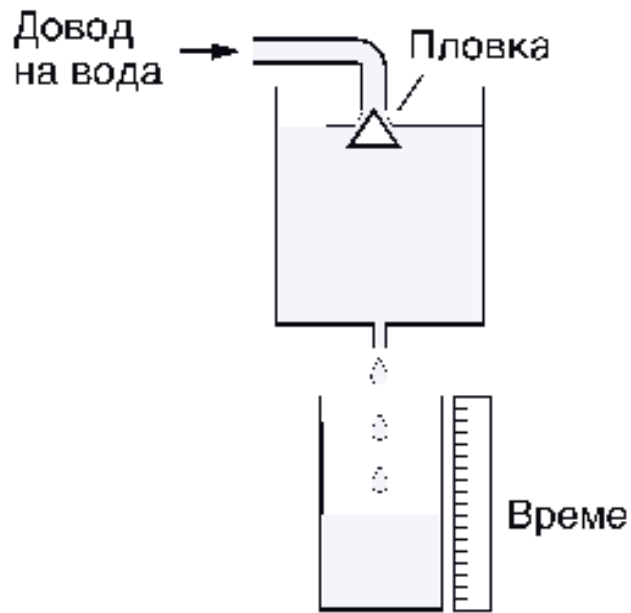
Системот за регулација кој се обидува да ја одржи контролната варијабла на некоја константна вредност е дефиниран како **регулатор**.

Системот за регулација кој се обидува да ја намести контролната варијабла, кој ја следи или ја се обидува да ја постигне посакуваната вредност е дефиниран како **серво**. Но, овој термин најчесто се користи за механички системи.

За да се помогне во претставувањето на горенаведените термини, накратко ќе бидат опишани некои од знаците во историјата на контролното инженерство и ќе бидат дадени примери на помодерни системи за регулација.

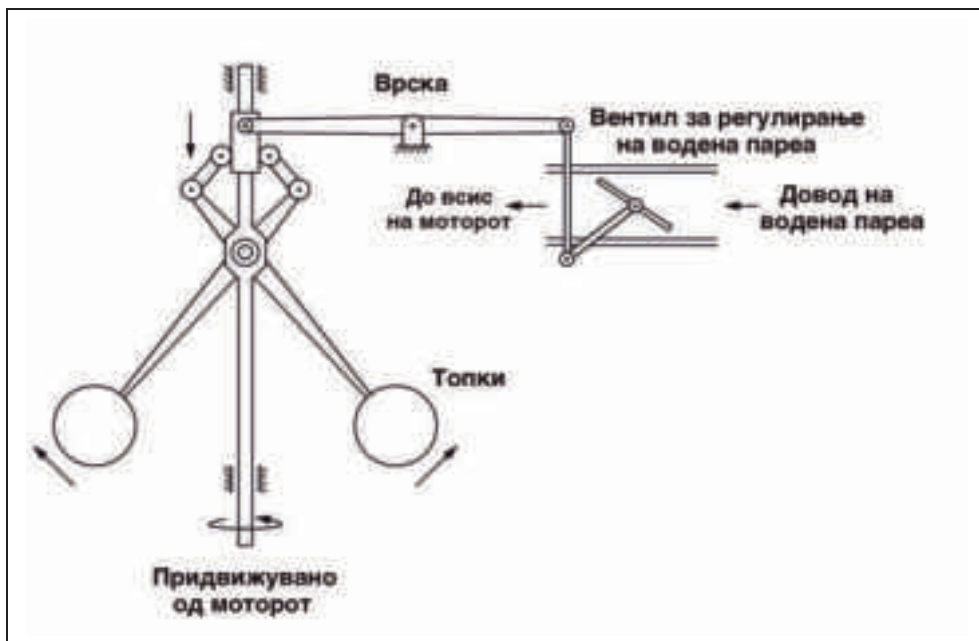
3.3. Кратка историја на регулациското инженерство

300 пр.н.е Древните Грци користеле едноставни системи за регулација за водени часовници (види слика1.2). Овде, точен часовник бара константен степен на капење на водата во градуираниот резервоар. Ова пак повратно бара константна тежина на водата во горниот резервоар (висината е контролираната варијабла). Пловката се однесува како регулатор кој го осигурува снабдувањето со вода да запре кога резервоарот ќе биде полн.



Шема 1.2 Древен механизам на воден часовник

- 1600 Cornelius Drebel измислил систем за регулација за температура за инкубација на јајца.
- 1700 James Watt измислил регулатор за брзинска контрола на мотори на пареа (види шема 1.3). Тој користел пар на топките што ротираат за да го контролира токот на пареата во моторот, со што осигурил константна брзина без разлика на оптеретувањето на моторот на пареа. Ако брзината на моторот (контролната варијабла) падне под посакуваната вредност, центрифугалната сила ќе направи топките да се кренат што, преку врска, ќе предизвика вентилот за пареа да се затвори делумно. Во спротивно, ова ќе предизвика помалку пареа да дојде до моторот и брзината ќе се намали. Рамнотежата се постигнала кога моторот ја достигнал посакуваната брзина и центрифугалната сила што ги издигнува топките точно се совпаѓа со силата на гравитација.
- Постарата верзија на управувачот биле регулатори во кои посакуваната брзина била определена од дизајнот на топките и поврзувањето. Поновите верзии имаат додадено извор кој и помага на центрифугалната сила во подигнувањето на топките. Со затегнување на изворот, посакуваната брзина може да биде поставена од операторот и системот да стане серво.
- 1800 Развиени се системи за регулација за управување на брод (првиот пример за серво-механизми). Овие користеле гироскоп да го одредат правецот на бродот а притоа парните двигатели да ја движат бродската кабина, со цел да го добијат правецот на движење на бродот поставен од капетанот.
- 1900 Развиена е теорија за системите за регулација.



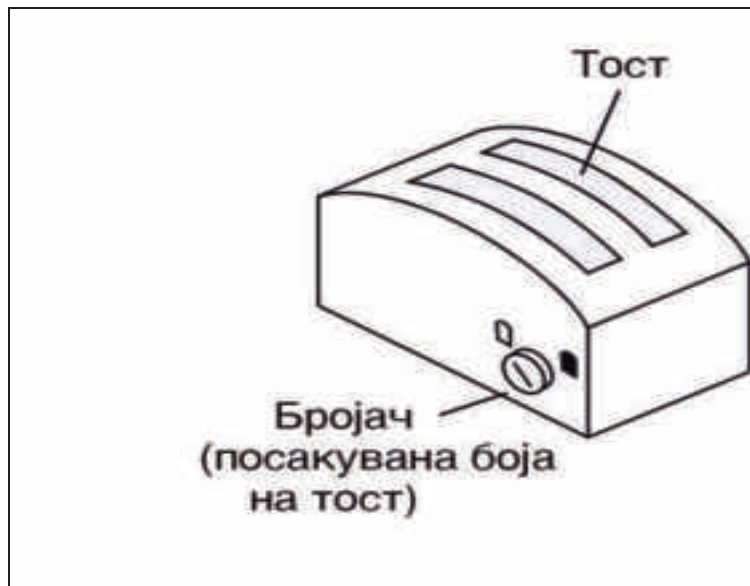
Слика 1.3 Watt – ов регулатор за брзинска контрола на мотори на пара

3.4. Некои модерни системи за регулација

Некои примери на едноставни, модерни системи за регулација се дадени подолу.

Тостер

Една од наједноставните форми на системите за регулација се наоѓа во тостерот.



Слика 1.4 Тостер

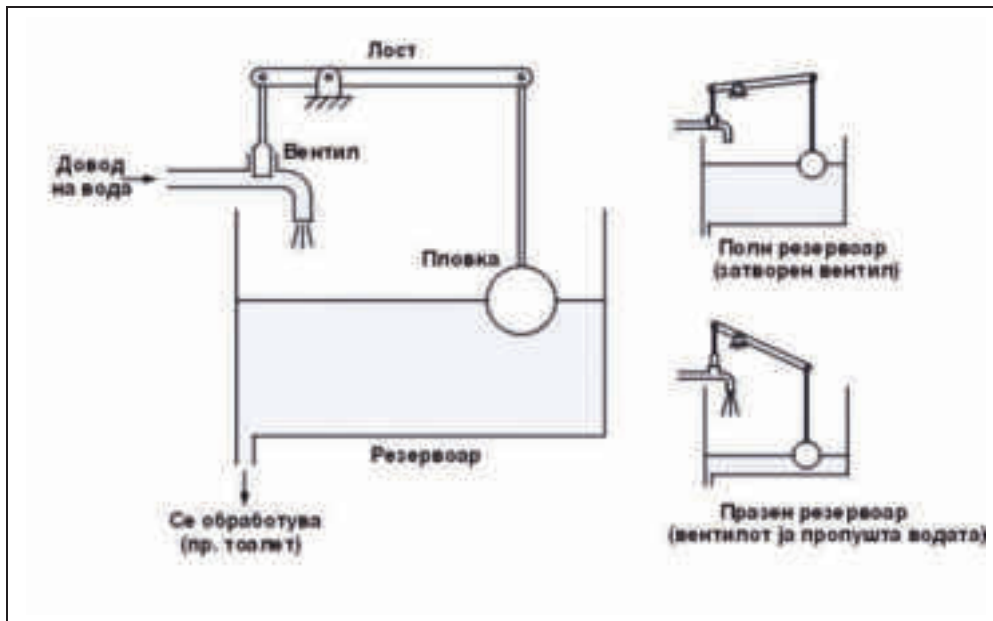
Тостерот (види слика 1.4) е направен да го претвори свежиот леб во тост со загревање. Регулациската рачка на предната страна од тостерот одредува колку долго лебот ќе се пече и колку “кафеав” ќе биде тостот. Со рачката целосно завртена во еден правец тостот ќе биде само малку кафеав, а со рачката целосно завртена во обратен правец тостот ќе биде многу кафеав. Во однос на системот за регулација, регулациската варијабла е бојата на тостот, а посакуваната вредност ќе биде одредена од регулациската рачка.

Регулација на нивото на вода во резервоар

Најчест проблем во домаќинствата и индустрискиот водовод е одржувањето на постојано ниво на вода во резервоар. Ова е решено со користење механизам со кружен вентил покажан на сликата 1.5.

Кружниот вентил се состои од пластична пловка (топка) поврзана со вентилот. Овој вентил го регулира дотокот на вода во проточниот резервоар. Ако резервоар за вода е празен, пловката паѓа предизвикувајќи го вентилот да се отвори. Ова овозможува водата да дојде до резервоарот кој почнува да се полни. Како што резервоарот се полни така пловката постепено се подигнува, притоа постепено затворајќи го вентилот. Кога резервоарот е полн, вентилот целосно се затвора и снабдувањето со вода е целосно запрено.

Во системот за регулација на нивото на водата во резервоарот регулираната варијабла е висината на водата во резервоарот. Системот е регулатор во обид да се одржи висината на одредената вредност. Текот на водата од резервоарот може да се смета како стимулирање на системот.



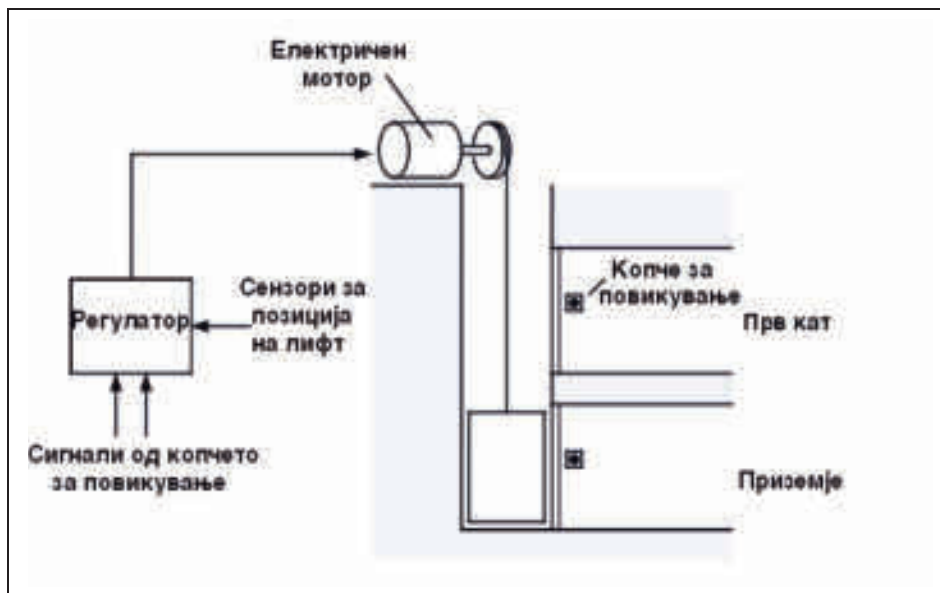
Слика 1.5 Регулација на ниво во проточен резервоар (кружен вентил)

Лифт

Лифтот илустриран во сликата 1.6 е пример на покомплициран електромеханички систем за регулација.

Системот за регулација на лифтот работи на следниот начин. Кога лице ќе притисне на едно од повикувачките копчиња на лифтот, се праќа сигнал до регулаторот (кутија со електроника). Тогаш овој регулатор проверува каде е лифтот со испитните позициони сензори монтирани во отворот на лифтот. Ако лифтот треба да се помести како одговор на повикот (пр. Ако веќе не е на потребниот кат) тогаш регулаторот ќе достави струја до погонските мотори на лифтот. Како што лифтот се движи регулаторот продолжува да ја следи позицијата на лифтот и кога ќе го достигне потребниот кат, погонскиот мотор запира.

Во терминологијата на системот за регулација, регулираната варијабла е позицијата на лифтот, или со други зборови кажано, на кој кат се наоѓа. Влезот е посакуваниот кат одреден од лицето кое го притиска копчето за повикување. Системот е серво во обид да се совпадне со моментната позиција на лифтот на посакуваниот кат.



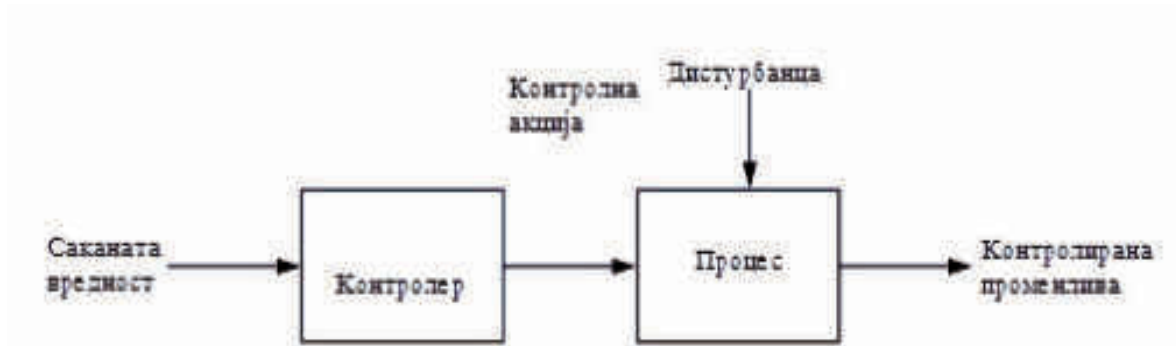
Слика 1.6 Систем за регулација на лифто

Други примери на употреба на регулациските системи

- Домаќинство: Експрес лонци, микроречки, машини за перење, термостати, за стартување на возилата и системите за гориво.
- Електроника: Засилувачи, филтри, модулатори, демодулатори, автоматски брави.
- Производство: ЦНЦ (компјутерски нумерички контролирани) машини, роботи и автоматски системи, моделирани од набавни синцири.

3.5. Системи во отворена конфигурација

Наједноставната форма на контролните системи е отворената конфигурација прикажан на сликата 1.7.



Слика 1.7 Отворен систем за регулација

Отворениот систем за регулација вклучува два под-система, најчесто регулатор и процес. Процесот е оној дел кој треба да се регулира. Регулаторот најчесто е електричен дел или механизам кој го движи процесот со создавање на соодветно регулациско дејствување. Процесот најчесто е подложен на нарушувања кои предизвикуваат непредвидени отстапувања во излезот на системот.

Пример на отворен систем за регулација е тостерот. Овде, процесот го претставуваат грејните елементи со механизмот за исфрлање, а регулаторот е тајмерот кој го пече тостот за одредено време поставено од влезниот бројач. Регулациското дејство е состојбата на грејачот, на пр. или вклучено или исклучено. Нарушувањата кои делуваат на тостерот се предмети како тип на леб (бел или црн) или почетната температура на лебот и надворешниот воздух (замрзнат леб?).

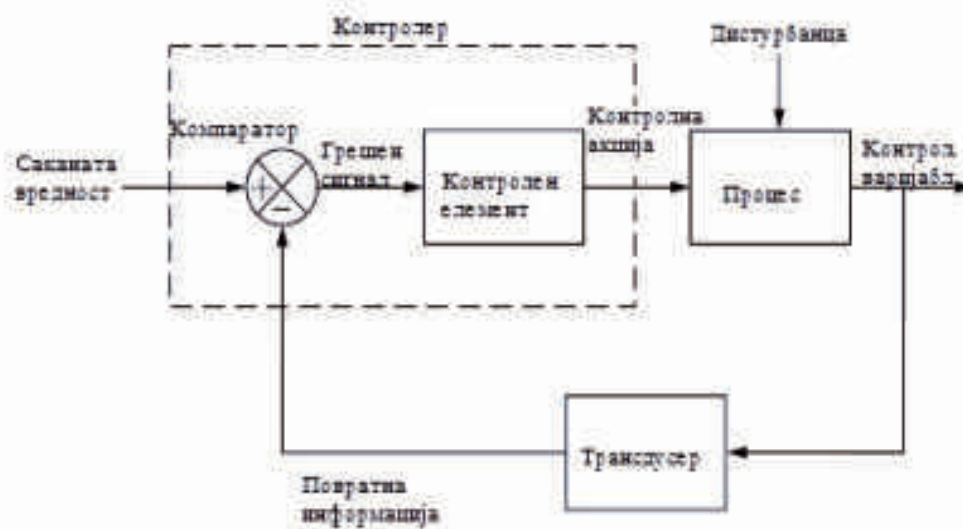
Постојат одредени предности и недостатоци на системите во отворената конфигурација.

Предности: Едноставен, со ниски цени.

Недостатоци: Неточни освен ако висококвалитетни компоненти се користат. Регулаторот нема никакви информации за нарушувањата, па не може да се компензира на ниеден начин.

3. 6. Затворени (feedback) системи за регулација

За да се подобри точноста на отворените системи за регулација и да се оневозможи компензирање на нарушувањата, податоците за регулираната варијабла најчесто се пренесени на регулаторот. Крајниот систем за регулација е наречен затворен или feedback систем за регулација (слика 1.8).



Слика 1.8 Затворен (feedback) систем за регулација

Овде, трансјусерот ги претвора вредностите за измерената регулациска варијабла. Оваа вредност, која претставува вистинската вредност на регулираната варијабла, е feedback на регулаторот и истата се споредува со поставената вредност во компаратор. Разликата помеѓу двете вредности претставува грешка и според истата се определува како процесот или постројката треба да се однесува за да се совпадна регулираната и посакуваната вредност.

За да се претставуваат принципите на фидбекот на подобар начин, се разгледува процесот на рачно регулирана брзина на возило кога се движи, прикажани на сликата 1.9.



Слика 1.9 Рачно управување на брзината на автомобил

Овде, мозокот на возачот, очите и ножните мускули се однесуваат како регулатор, додека процесот се формира од асцелаторската педала, поврзувањето и карбураторот, моторот и самиот автомобил. Влезот на системот е посакуваната брзина, на пр. 30 мпх, а излезот (регулираната варијабла) е вистинската брзина на автомобилот. Феедбацк-от е претставен со брзинометарот (трансдјусер) и визуелната врска од ова до очите на возачот.

Да се претпостави дека автомобилот се движи со 20 милји/час, а посакуваната брзина е 30 милји/час. Очите на возачот ќе ја прочитаат вистинската брзина од брзинометарот, а мозокот ќе ги спореди двете брзини. Се гледа дека колата треба да забрза, возачот ќе употреби повеќе сила на асцелаторската педала и автомобилот ќе забрза. Во моментот, кога брзинометарот ќе ја покаже вистинската брзина дека автомобилот достигнал 30 милји/час, возачот ќе ја намали силата врз асцелаторската педала.

Во затворен систем за регулација, грешката на сигналот ја покажува големината и правецот на регулациската акција. Во примерот со автомобилот, грешката на сигналот е разликата помеѓу посакуваната брзина на автомобилот и вистинската брзина. Регулациската акција е големината на силата на возачот која тој ја нанесува на асцелаторската педала. Ако грешката на сигналот е голема (голема разлика во брзина), тогаш регулациската акција соодветно ќе биде голема (на пр. возачот ќе го турка педалот посилно). Ако грешката на сигналот е мала, тогаш само мала регулациска акција ќе биде потребна (на пр. нежен притисок на педалот), за да се достигне посакуваната брзина.

Други примери за затворен систем за регулација вклучуваат воден часовник, Watt-ов управувач, систем за регулација на нивото на водата во проточен резервоар и систем за регулација на лифт. Во секој случај информацијата е повратна од процесот на регулаторот (на пр. вентилот за регулирање на нивото на водата во еден резервоар или позицијата на лифтот во однос на регулаторот за лифтот).

Предности: Има способност за компензација во однос на нарушувањата.

Недостатоци: Потребен е трансдјусер, и оттука е поскап.

Според начинот на дејствување овие системи може да бидат од следниот тип:

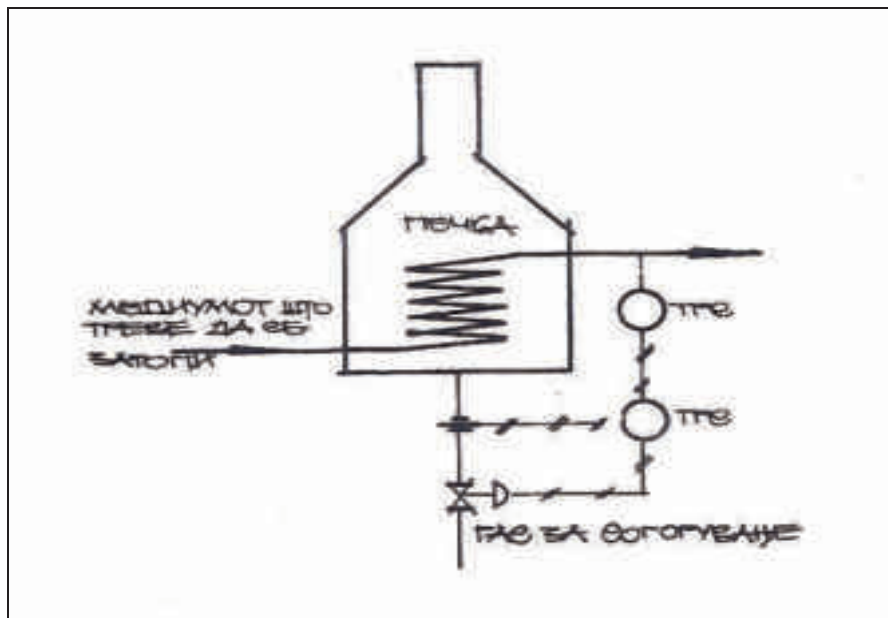
1. Стабилизациска регулација – метод на одржување на регулираната вредност на варијабилата на константно ниво. Таа не зависи од нарушувањата во процесот, туку нивото на одржување зависи од референтната вредност на варијабилата $R(s)$. Се користи кај континуирани технолошки процеси.

2. Серво-регулација – метод на одржување на регулираната вредност на варијабилата, при што таа се менува со тек на време. Во системот не постојат нарушувања, обично се користи за одржување позиција на механички, брзински и други подвижни елемент

3. Програмирана регулација – посебен тип серво-регулација кај која референтната вредност на варијабилата $R(s)$ се менува според дадена програма или циклус. Постапката се користи кај периодични, шаржни процеси и сл.

4. Врзана регулација – метод на регулирање на вредностите на големината врз база на две или повеќе варијабли кои се меѓусебно поврзани и зависни. Се користи при водење сложени технолошки, хемиски, нуклеарни, транспортни и други системи.

5. Каскадна регулација – претставува поусовршен облик на регулација преку два регулациски круга, врзани во систем со повратна врска.



Сл. 10 – Каскадна регулација

На сл. 10 е прикажана шема на систем на каскадна регулација на температурата на флуид за пренос на топлина (масло), преку загревање во печка со гасно гориво.

Примарниот регулатор на температура (TRC) создава акционен сигнал врз база на разликата меѓу зададената вредност, t_0 ($^{\circ}$ C) и измерената вредност од термометар (TI) на температурата на маслото на излезот од печката.

Неговиот сигнал доаѓа до **секундарниот** регулатор на протек (FRC), кој формира акционен сигнал што го одржува или менува дотекот F (m^3/h) на гасно гориво. Тоа се врши со вклучување регулациски вентил, кој ја регулира излезната температура на маслото.

Системите на регулација со повратна врска функционираат на тој начин што врз база на отстапувањето од зададената вредност на величината што се регулира се определува грешка $E(s) = R(s) - B(s)$. Таа формира акционен сигнал

$$P(t) = f[E(t)] + P_c$$

со кој го активира извршниот орган и создава манипулативен сигнал $M(s)$. Ова дејство на извршниот орган го управува објектот на регулација (процес, машина, уред и др.) во насока на отстранување на настанатата грешка.

Иако почетната грешка на величината може да биде голема, да дојде до нарушувања и слично, за проучување непознати процеси овој метод на регулирање е погоден.

3.7. РЕГУЛАЦИЈА СО ДИРЕКТНА ВРСКА

Методот на директна регулација е целосно различен од регулацијата со повратна врска и тој се проучува со посебни техники на анализа и синтеза. Тој сè повеќе се користи при водење сложени и современи технолошки процеси, реактори, колони, печки, системи на наведување, транспортни системи и др.

Основна карактеристика на овој метод на регулација е што постои претходна пресметка на нарушувањето x_F , одредување соодветен манипулативен сигнал x_D и нивно меѓусебно поништување за да се задржи непроменета вредноста на излезниот сигнал на величината што се регулира.

Системот треба да содржи програма што го симулира текот на процесот, вградена во регулаторот, кој пред да дејствува грешката пресметува корекција и директно се вклучува да ја отстрани. Таа функција ја пресметуваат современите електронски машини – компјутери, според системи од равенки.

На пример, при дестилација на нафта, тие се сведени на преносен однос меѓу производот од врвот и влезниот материјал на дното од колоната од типот:

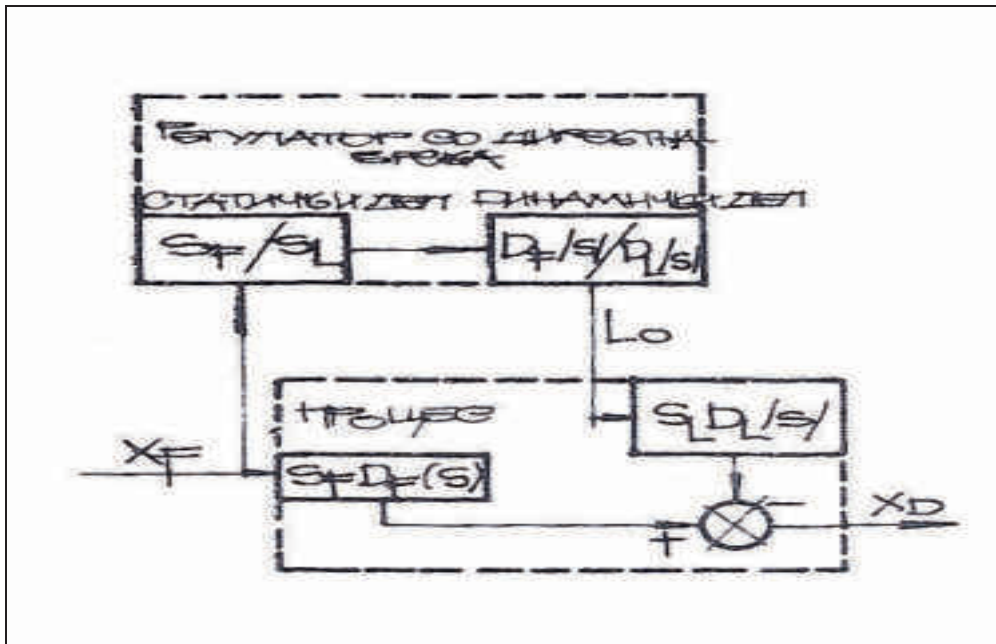
$$x_D / x_F = G_f(s)$$

која комбинирани со преносна функција меѓу производот и рефлуксот од врвот на колоната

$$x_D / x_F = G_f(s)$$

дава решение за вредноста на манипулативниот сигнал

$$M_0(s) = x_F * [S_f * D_f(s) / S_L * D_L(s)]$$



Сл. 11 – Директна регулација

Ова значи дека регулаторот постојано ќе ги пресметува промените на протекот во колоната, врз база на промените на составот на влезната суровина во дното на колоната, за да го одржува постојан составот на излезот од нејзиниот горен дел.

Овој тип регулација е ограничен само на мал број процеси, кои се добро проучени и кај кои се бараат остри услови на одржување. Проблем е и тоа што нема врска меѓу излезната и влезната големина, како и можните нарушувања на процесот.

Прашања и задачи:

1. Каква е разликата меѓу затворените и отворените системи за регулација?
2. Што претставува регулацијата со повратна врска?
3. Колку методи на регулација со повратна врска постојат?
4. Објасни ја разликата меѓу стабилизирачка и серво-регулација во системите!
5. Опиши ја структурата на системот со каскадна регулација и објасни ги задачите на двата регулатора!
6. Како се формира акциониот сигнал во регулаторот во текот на неговото дејствување?
7. Кои се најважните карактеристики на методот на директна регулација?

Резиме:

Преносната функција што се одбележува со $G(s)$ претставува однос на отстапувањето на излезната променлива и отстапувањето на влезната променлива. Преносната функција поседува некои особини што се од посебна важност, како статичкиот дел. Во автоматиката се користат отворени системи и затворени системи. Регулираната и зададената величина во системот за регулација со повратна врска (feed back) дејствуваат според методот опит – грешка. Оваа метода може да биде стабилизациона, серво, програмирана, врзана и каскадна регулација (Примарниот регулатор му дава сигнал на секундарниот регулатор, кој создава акционен сигнал што го одржува или менува дотекот на гас).

Повратната врска функционира на тој начин што врз база на грешката се одредува акционен сигнал, со кој се активира извршниот орган. Методот на директна регулација користи претходна пресметка на нарушувањето и со соодветен манипулативен сигнал доаѓа до нивно меѓусебно поништување. Оваа регулација е ограничена само на мал број процеси, кои се добро проучени. Со комбинирање на двата претходно наведени начина со повратна и со директна врска се симулира работата на процесот или машината.

Оптоварување на системот во преодна и во стационарна состојба се одредува од т.н. коефициент на задоцнување. Тој може да се определи од капацитетното задоцнување, времето на одзив и од времето на транспорт.

IV ПОДЕЛБА НА АВТОМАТСКИТЕ РЕГУЛАТОРИ

Наставни цели:

Ученикот:

- ја дефинира улогата на автоматските регулатори во системите на автоматска регулација
- ги наведува задачите на автоматските регулатори во системите на автоматска регулација
- го објаснува значењето на регулаторите во системите на автоматска регулација
- ја опишува конструкцијата на пропорционалните, интегралните и на дериватните регулатори
- го објаснува начинот на дејствување на пропорционалните, интегралните и на дериватните регулатори
- ја објаснува примената на автоматските регулатори во регулациските и во управувачките системи
- чита и користи симболи и ознаки во системите за автоматска регулација

4.1. ФУНКЦИЈА И ЗНАЧЕЊЕ НА АВТОМАТСКИТЕ РЕГУЛАТОРИ

1. **Дефиниција:** Автоматски регулатори се основните уреди на секој систем на управување, автоматизиран процес или постројка, кои имаат задача да обезбедат управувачко дејство. Регулаторот е всушност единицата за водење на регулацискиот круг.

При анализата на еден регулациски круг, регулаторот го сметаме како уред кој има статичка особина да го мултиплицира сигналот на настанатата грешка. Сепак, секој регулатор има и своја динамичка особина, која е важна при неговото карактеризирање.

Управувачките системи во автоматската регулација обично дејствуваат преку повратна или директна спрега, со која го вршат регулациското дејство.

2. Задачи на автоматските регулатори

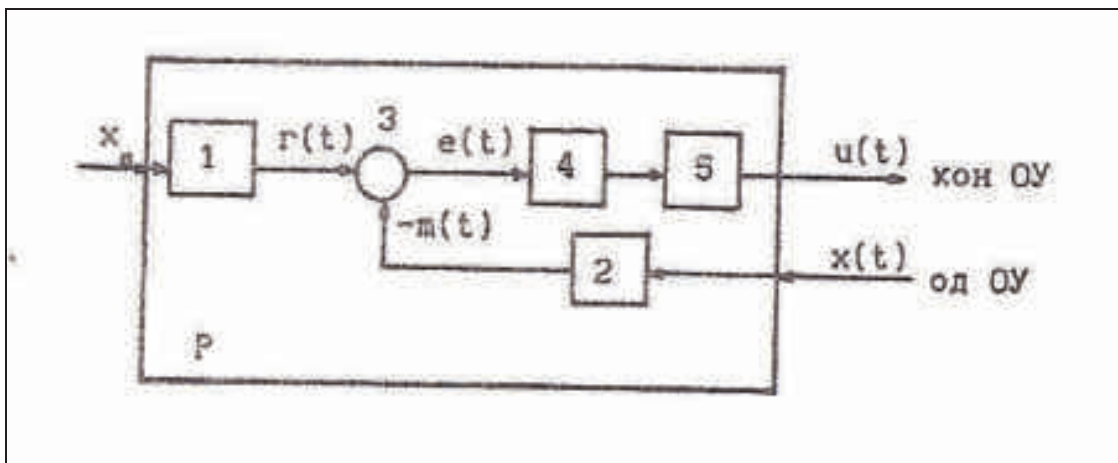
Како централна единица за управување со регулацискиот круг, регулаторот има повеќе функции и извршува различни задачи. Основните функции на дејствување на автоматските регулатори се следниве:

- да ја примат и да ја запаметат информацијата за однесување на објектот на регулирање,
 - да ја измерат вистинската вредност на регулираната величина,
 - да ја детектираат грешката – разлика меѓу зададената и мерената вредност на величината,
 - да обезбедат одредено дејство врз регулираниот објект, т. е. закон на управување,
 - да дејствуваат интензивно за ефикасно придвижување на извршниот орган
- и др.

3. Структура на автоматските регулатори

Основните елементи од кои се состои секој регулатор, независно дали се во неговиот склоп или се посебни елементи, се следниве:

- задавач на вредност (1)
- мерен уред (2)
- елемент за споредба (3)
- регулирачки елемент (4)
- извршен елемент (5)



Сл. 1 – Структура на автоматски регулатор

4.2. СТРУКТУРА НА АВТОМАТСКИТЕ РЕГУЛАТОРИ

1. Основните елементи на автоматски регулатор

Автоматските регулатори се конструирани така што секој елемент во нивната структура има своја функција. Истата е дел од функционирањето на целиот систем, со основна задача да врши регулација на објектот (сл. 1). Тоа се следните функции:

- а) Задавач - служи за местење на саканата вредност на величината (1).
- б) Мерен уред - дава информации за вистинската вредност на величината (2)
- в) Елемент за споредба - во него се врши споредба на зададената и на мерената вредност на величината (3).
- г) Регулирачки елемент - кој врз база на одредената разлика меѓу величините формира акционо дејство врз извршниот орган (4)
- д) Извршен елемент - врши дејство врз текот на процесот во сакана насока (5)

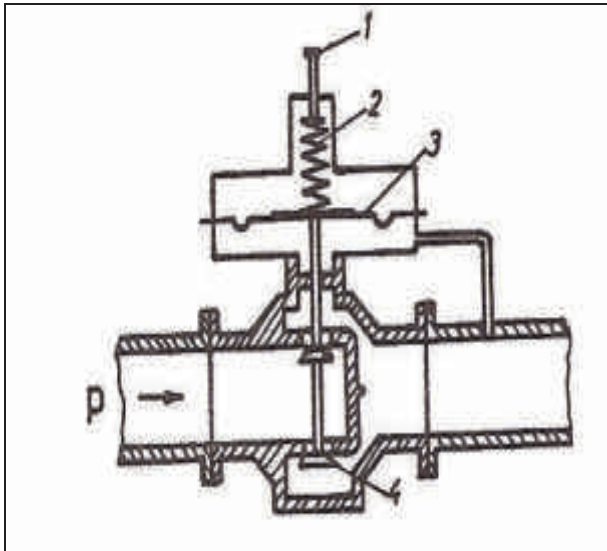
2. Пример на конструкциона целина

Бидејќи во процесната контрола многу често се користат пневматските регулатори за одржување на притисок или проток на флуиди, ќе ја разгледаме структурата на овие регулатори.

Пневматскиот регулатор на притисокот на флуидот, кој струи низ неговата внатрешност има задача да го одржува притисокот на одредена вредност – P_s (MPa). Таа вредност се мести со винт (1) и пружина (2), со кои се поставува саканата положба. Силата на пружината ја притиска мембраната (3), која истовремено е мерен уред, споредбен елемент и регулирачки елемент. Кон неа е прикачено вретено со иглест вентил (4), кој има улога на извршен орган.

Регулаторот дејствува на тој начин, што кога притисокот расте, мембраната се крева нагоре и го затвора вентилот. Со тоа, флуидот се пригушува и притисокот се намалува. Вентилот одржува притисок во одредени граници на дејствување.

Опишаниот регулатор спаѓа во групата на директни регулатори, кои ја користат погонската енергија за своето функционирање. Освен овие, постојат и индиректни регулатори, кои ги задвижуваат извршните органи со дополнителна енергија.



Сл. 2 а) и б) – Шеми на пневматски регулатори на притисокот

Прашања и задачи:

1. Дефинирај го поимот автоматски регулатор!
2. Посочи ги основните задачи на автоматскиот регулатор во целината на системот за управување!
3. Објасни ја функцијата на основните елементи од кои се состои секој регулатор!
4. На кој начин регулирачкиот елемент од автоматскиот регулатор формира акционо дејство врз извршниот орган?
5. Опиши ја структурата на пневматскиот регулатор на притисок на флуиди кој управува со вентилот.

4.3. ПОДЕЛБА НА РЕГУЛАТОРИТЕ СПОРЕД РЕГУЛАЦИСКИ АКЦИИ

1. Централна функција на регулаторот

Регулаторот е централен елемент на секој систем за автоматско управување со процесите, независно од тоа дали е класичен регулатор, логички контролор или процесен компјутер. Тој го утврдува секое отстапување на вистинската вредност на регулираната величина од нејзината зададена вредност во ценителот на грешка. Овој сигнал доаѓа во регулаторот и врз база на неговата преносна функција го пресметува акциониот сигнал $P(t)$ со кој дејствува врз извршниот орган. Неговата временска функција има облик

$$P(t) = f[E(t)] + P_c$$

Извршниот орган ја прима оваа акција и создава корекционо дејство, со кое ја менува регулираната величина во сакана насока, за да се отстрани грешката.

2. Видови регулациски акции

Регулациската акција според своето дејствување може да биде:

2.1. Дисконтинуирана – односно двоположбена (on – off), која не зависи од големината на грешката, туку има само две крајни вредности во зависност од тоа дали грешката е во плус или во минус. Посебно се воведува т.н. двоположбена регулација со „мртва зона“, чиј сигнал има две крајни вредности, кога грешката ќе достигне позитивна (+) или негативна (-) вредност.

2.2. Континуирана – класичен тип регулација, кај која регулаторот има улога на аналоген елемент (подоцна и дигитален), кој врз основа на грешката го одредува акциониот сигнал. Постојат три основни типа континуирани регулациски акции, според кои дејствуваат регулаторите: пропорционална, интегрална и дериватна акција.

А) Пропорционална регулација – P , за која важи релацијата

$$P(t) = K_c * e(t) + P_c \quad \text{т. е.}$$

$$P(s) = K_c * E(s)$$

каде K_c е константа на пропорционално дејство. Таа се менува обратно од ширината на опсегот на дејство $K_c = 1 / b$. Оваа регулација е соодветна на големината на настанатата грешка.

Б) Интегрална регулација – I, за која важи релацијата

$$P(t) = (K_c / \tau_I) * \int e(t) * dt + P_c \quad \text{т. е.}$$

$$P(s) = (K_c / \tau_I s) * E(s)$$

каде τ_I е временска константа на интегрално дејство. Оваа регулација е соодветна на збирот од промените на настанатата грешка во временски интервал.

В) Дериватна регулација – D, за која важи релацијата

$$P(t) = K_c * \tau_D * de(t) / dt \quad \text{т. е.}$$

$$P(s) = K_c * \tau_D * s * E(s)$$

каде τ_D е временска константа на дериватно дејство. Оваа регулација е соодветна на големината на промената на грешката во секој момент.

Посебно се користат само P или I регулација, како и комбинации меѓу нив, најчесто P + I или P + I + D регулацијата.

4.4. ПОДЕЛБА НА РЕГУЛАТОРИТЕ СПОРЕД ЕНЕРГИЈА

Според изворот на енергија која ја користат за вршење на регулациското дејство, регулаторите можат да бидат директни или индиректни. Тоа зависи од типот на процесот и од условите за нивно снабдување со енергија, кои постојат во постројките.

1. Поделба на регулаторите според енергија

А) Директни регулатори – ја користат енергијата на самиот процес за вршење на регулациското дејство. Тие се механички, пневматски или електрични, но поради обемноста поретко се користат.

Б) Индиректни регулатори – користат енергија од дополнителен извор за вршење регулациското дејство.

2. Пневматски регулатори – користат компримиран воздух за засилување на сигналот и за регулирање. Нивната предност е во незапаливоста, безбедноста, едноставната градба и функција. Имаат ниска цена и широко се користат во процесната, петрохемиската и други индустрии.

3. Хидраулични регулатори – користат вискозни течности (масла) за пренос на сигналите и на дејството. Даваат силен сигнал, моќни се, но сложени за работа. Се користат кај преси, транспортни уреди и др.

4. Механички регулатори – користат механички сигнали за извршување на акциите. Се користат ретко, во компактни машини со ограничен пренос на сигнали.

5. Електрични и електронски регулатори – работат под висок или под низок напон (220 V или 2 – 10 V). Овие регулатори користат електричен сигнал за регулациско дејство, сè повеќе се користат дури и во запаливи средини, со S – заштита. Модерните регулатори се комбинираат со компјутерски водените системи.

6. Комбинирани регулатори – како електрохидраулични, електропневматски и др.

Прашања и задачи:

1. Објасни ја функцијата на регулаторот, како централен елемент на системот за автоматско управување со процесите!
2. Објасни ја разликата меѓу дисконтинуираната – двоположбена и континуираната регулациска акција на регулаторите!
3. Како се пресметуваат вредностите на пропорционалната регулација и на интегралната регулација во временски интервал?
4. Каков извор на енергија користат директните регулатори за вршење на своето регулациско дејство?
5. Опиши ги карактеристиките на пневматските и на хидрауличните регулатори!
6. Каква примена наоѓаат електричните и електронските регулатори, особено во запаливи средини и ризични хемиски процеси?

4.5. ДВОПОЛОЖБЕНА РЕГУЛАЦИЈА

1. Двоположбена регулациска акција

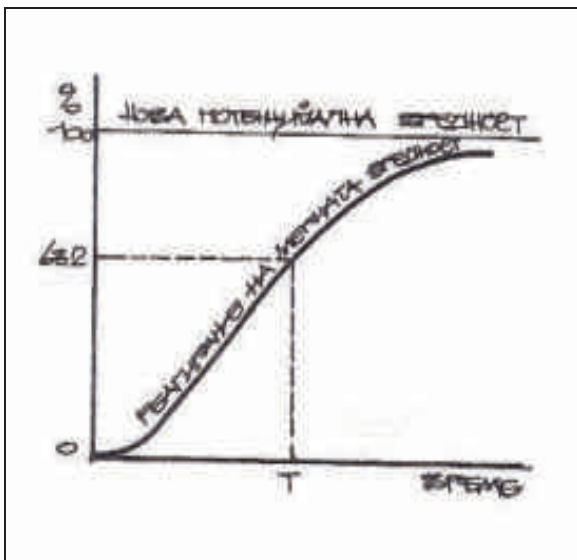
Методот на дисконтинуирана регулација се користи кај поедноставни системи на регулирање. Динамичката карактеристика на регулаторот, како преносна функција од типот $P(s) / E(s)$ е однос на излезниот врз влезниот сигнал. Во идеален случај, оваа варијабла се регулира со дејството на манипулативниот сигнал, создаден врз база на акциониот сигнал.

Таа вредност е потенцијална, но пред практично да се достигне, системот повторно се нарушува и минува во динамичка состојба.

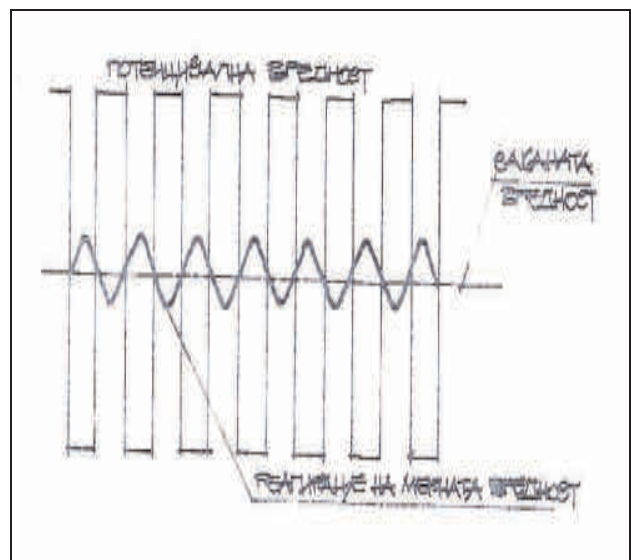
2. Двоположбени регулатори

Регулаторите со дисконтинуирана регулација се од едноставен тип, поради двете можни положби: вклучување – исклучување (on – off) на извршниот орган.

Промената на регулираната величина почнува бавно, потоа се забрзува и достигнува потенцијал од 100 %. Кога ќе ја достигне оваа вредност, промената се одвива во обратен правец, до 0 % (дијаграм 1). Кривата на осцилирање добива низок отклон и регулаторот реагира осцилаторно (дијаграм 2).



Дијаграм 1 – Промена на потенцијална вредност



Дијаграм 2 – Осцилаторно реагирање на регулаторот

3. Конструкција на двоположбен пневматски регулатор

Двоположбените електронски и пневматски регулатори се евтини, лесни за конструкција и често се користат во лабораториски уреди, апарати и бањи, во индустриски и домашни уреди со фиксна регулација, како бојлери, фрижидери, печки, компресори, ладилници и друго. Имаат осцилации на вредностите на величината.

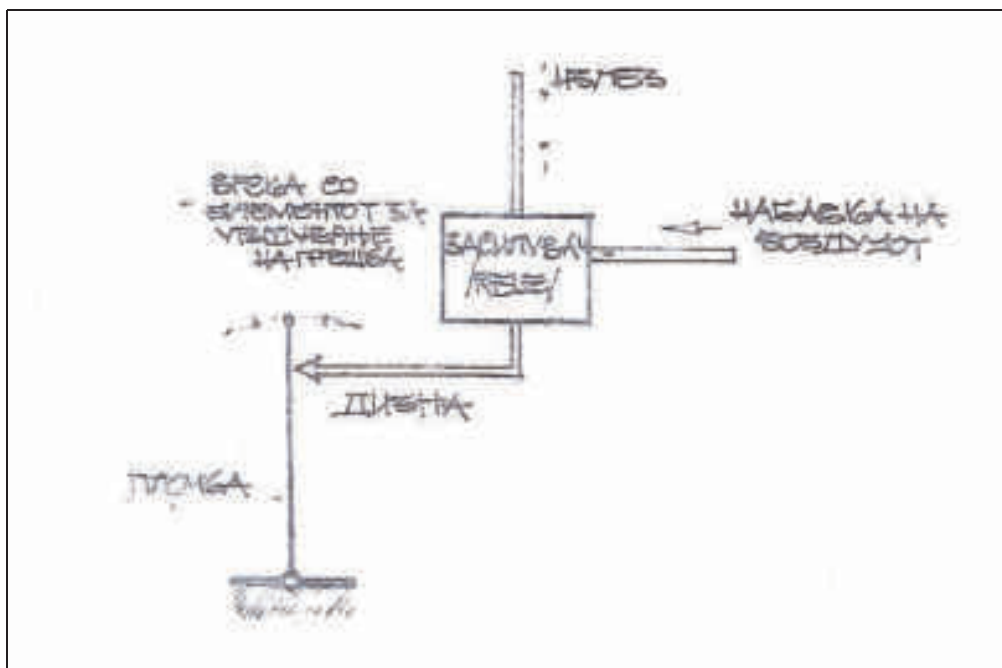
Пневматскиот регулатор се состои од диза и од плочка, меѓу кои струи воздух под притисок. При промена на вредноста на мерениот сигнал, која предизвикува поместување на плочката за 0.015 mm, млазницата се вклучува и од нулти сигнал достигнува максимум.

Статичката особина на овој регулатор се нарекува ширина на пропорционален опсег, и истата се определува од следниот израз:

$$b = (1/k_r) * 100 (\%)$$

b - ширина на пропорционален опсег,

k_r- константа на дејство



Сл. 3 – Шема на двоположбен пневматски регулатор

Прашања и задачи:

1. Каква форма има динамичката карактеристика на регулаторот со двоположбена регулација, со која се создава дејството врз манипулативниот сигнал?
2. Опиши го методот на регулација со вклучување–исклучување според кој дејствуваат двоположбените регулатори!
3. Објасни зошто двоположбениот пневматски регулатор реагира осцилаторно за време на преодите од статичка во динамичка состојба!
4. Опиши ја конструкцијата и начинот на кој дејствува двоположбениот пневматски регулатор со диза и плочка.

4.6. ПРОПОРЦИОНАЛНА РЕГУЛАЦИЈА

1. Пропорционална регулациска акција (P)

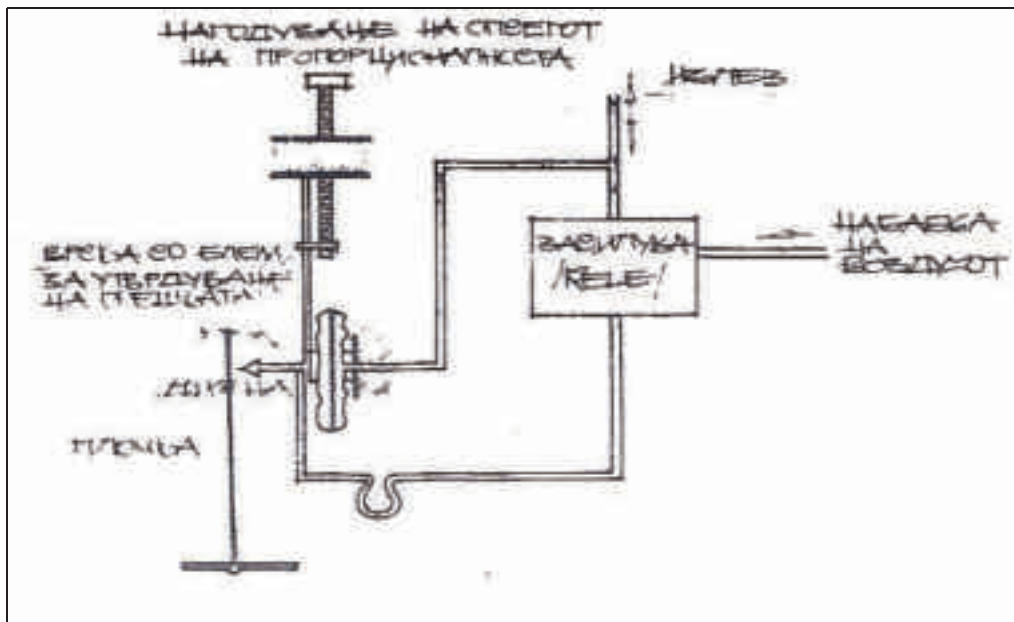
Пропорционалните регулатори користат директна врска меѓу потенцијалната и мерената вредност на регулираната величина. Таа е збир на регулациски акции, кои обезбедуваат постојана релација меѓу грешката $E(s)$ и акциониот сигнал $P(s)$, т.е. положбата на извршниот уред. За секоја вредност на сигналот $C(s)$ одговара и одредена потенцијална вредност на акцијата $P(s)$.

2. Пропорционален пневматски регулатор

Содржи врска со утврдувач на грешка, составена од еластичен мев за P – дејство, диза и плочка. При промена на грешката, мевот дејствува во правец на дизната, која го зголемува притисокот меѓу нив, го потиснува воздухот кон засилувачот и така засилен го праќа во две насоки:

- кон излезот како акционен сигнал во вентилот,
- назад кон мевот каде што го намалува притисокот од дизната, за да го урамнотежи со плочката,

Дизната и плочката се местат на саканата вредност на P – акција за различен интервал на дејства.



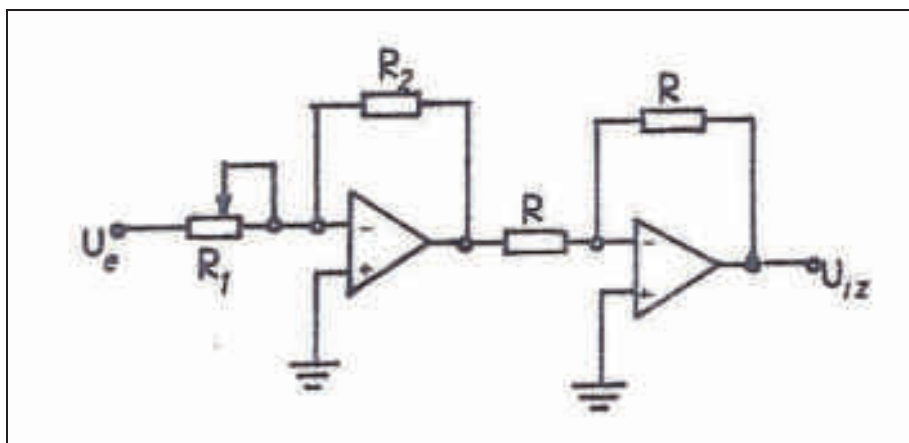
Сл. 4 – Шема на пропорционален пневматски регулатор

3. Пропорционален електронски регулатор

Овој регулатор е аналоген електронски уред со засилувачки блок. За секоја вредност на сигналот на регулираната величина и на грешката $E(s)$ постои и акционен сигнал $P(s)$, со кој се задвижува извршниот орган соодветно на таа вредност. Функцијата на излезниот сигнал U_{iz} е дадена со изразот

$$U_{iz} = (R_2 / R_1) * U_e = k_p * U_e \quad [V]$$

каде k_p е константа на пропорционалност.



Сл. 5 – Шема на пропорционален електронски регулатор

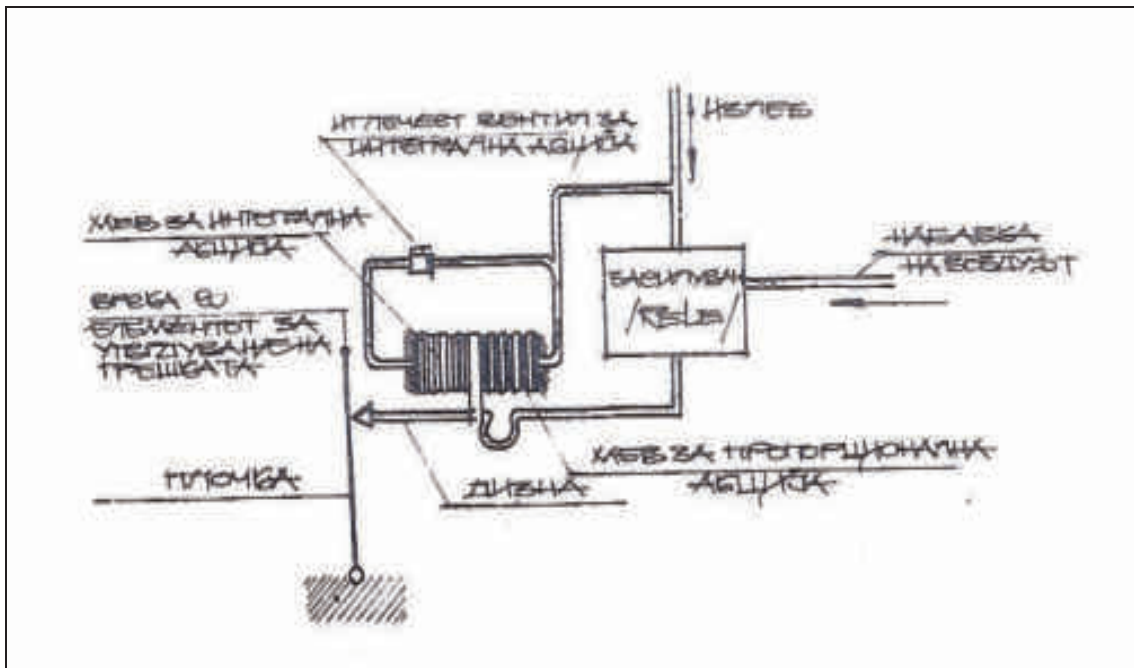
4.7. ПРОПОРЦИОНАЛНО-ИНТЕГРАЛНА РЕГУЛАЦИЈА

1. Комбинирана регулациска акција (P – I)

Со комбинирање на пропорционално и интегрално регулациско дејство, се постигнува дејствување на регулаторот врз извршниот орган на два начина:

- пропорционално на големината на грешката и
- интегрално како збир на отстапувањата на величината од зададената вредност.

Задвижувањето на извршниот орган е соодветно на овие два сигнала, грешката и збирот на промени на грешките. Управувањето со P – I регулатор дава висока точност на работењето на системот во стационарен режим.



Сл. 6 – Шема на пропорционално-интегрален пневматски регулатор

2. Пневматски (P – I) регулатор

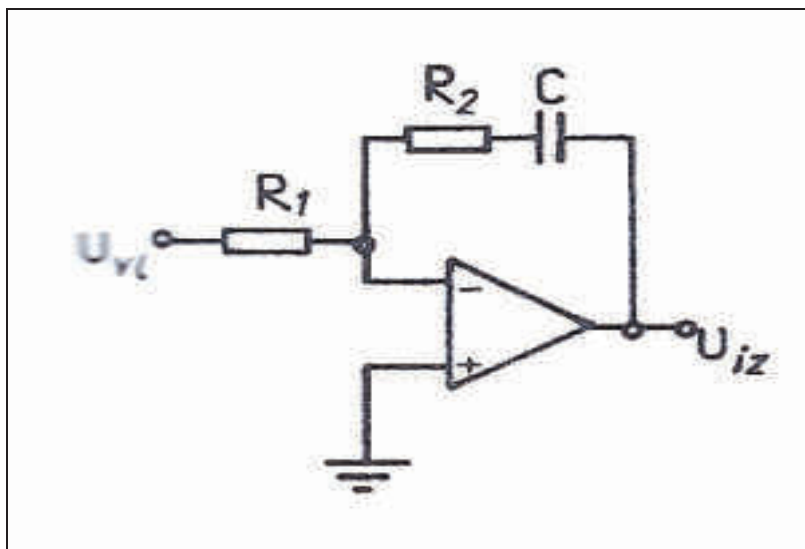
Во овој регулатор е вграден мев за интегрално дејство, кој дејствува спротивно на мевот со пропорционално дејство. Тој е приклучен кон излезниот сигнал $P(s)$ преку вентил на отпор и при излегување на системот од рамнотежа ја прима грешката од P делот. Со своето спротивставување тој го урамнотежува целиот систем и ја поставува плочката на саканата вредност.

3. Електронски (P – I) регулатор

Овој регулатор се состои од електронски елементи – отпорници, диода, кондензатор, влез и излез. При промена на влезна величина на скок, регулаторот има временска карактеристика на преод. Тој во почетокот има пропорционално дејство, кое понатаму преминува во доминантно интегрално. Неговата временска функција на регулирање има облик

$$U_{iz} = k_p + k_i * t$$

каде $k_p = R_2 / R_1$ и $k_i = 1 / R_2 * C$ (константи на пропорционално и на интегрално дејство).



Сл. 7 – Шема на пропорционално-интегрален електронски регулатор

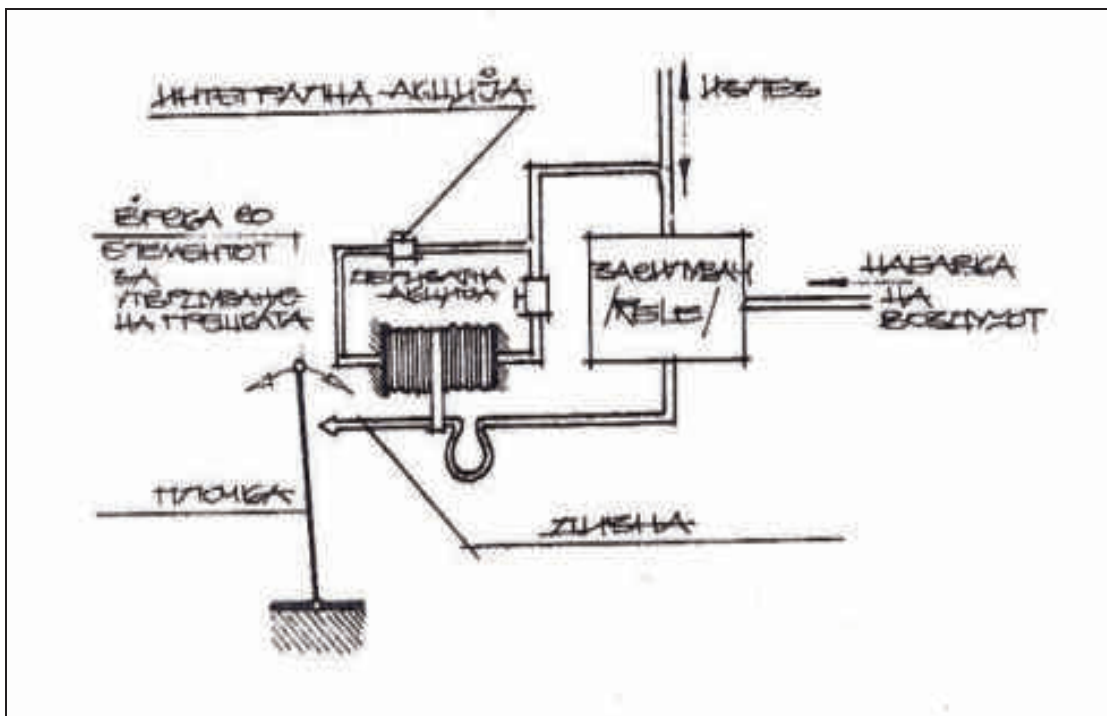
4.8. ПРОПОРЦИОНАЛНО–ИНТЕГРАЛНО–ДЕРИВАТНА РЕГУЛАЦИЈА

1. Комбинирана регулациска акција (P – I– D)

Со комбинирање на тројно (пропорционално, дериватно и интегрално регулациско дејство) се постигнува дејствување на регулаторот врз извршниот орган на трите начини:

- пропорционално на големината на грешката,
- интегрално, како збир на грешката (отстапувањата на величината) и
- дериватно, како брзина на измена на грешката.

Задвижувањето на извршниот орган е соодветно на овие два сигнала, грешката и збирот на промени на грешките.



Сл. 8 – Шема на пропорционално-интегрално-дериватен пневматски регулатор

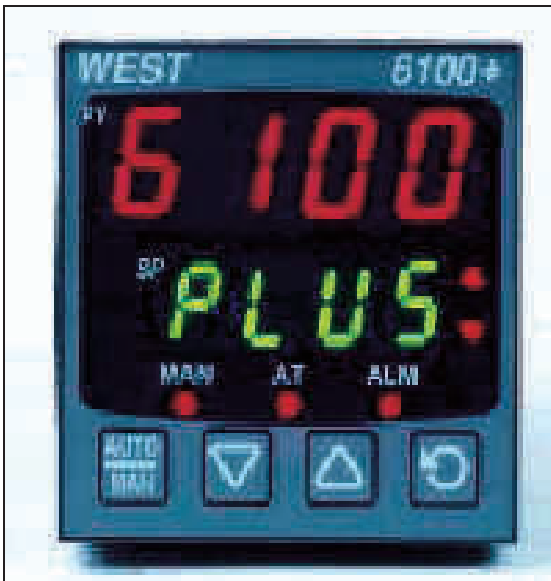
2. Пневматски (P – I – D) регулатор

Во овој регулатор, исто така е вграден мев за интегрално дејство, кој дејствува спротивно на мевот со пропорционално дејство, но и вентил на дериватно дејство во линијата на повратниот сигнал кон овој мев. Тие се приклучени кон излезниот сигнал $P(s)$ и при излегување на системот од рамнотежа ја примаат грешката од P делот. Со тоа вршат урамнотежување на целиот систем и следење на сите промени и на збирот на грешките на регулираната величина.

Бидејќи во практика D – регулаторот не се изведува самостојно, за разлика од P и од I – регулаторите, тој обично им се додава. Овие регулатори се извонредно прецизни и широко применети во процесните уреди.

3. Електронски (P – I – D) регулатор

Електронскиот (P – I – D) регулатор има тројно дејство според опишаниот начин на функционирање и прво дејствува пропорционално, потоа интегрално, а за цело време дериватно за следење на промените на грешката. Тој има универзална примена во многу постројки, уреди и процеси.



Сл. 9 – Изглед на пропорционално-интегрално-дериватни електронски регулатори

Прашања и задачи:

1. Дефинирај ја пропорционалната регулациска акција во однос на грешката $E(s)$, која се индицира во регулаторот!
2. Во кои две насоки мевот, кој дејствува во правец на дизната, го потиснува воздухот низ засилувачот на пневматскиот регулатор.
3. Како се нарекува вредноста k_p кај пропорционалниот електронски регулатор?
4. Што се постигнува со комбинирање на пропорционално и интегрално регулациско дејство во $P - I$ регулаторот?
5. Објасни зошто во пневматскиот ($P - I$) регулатор е вграден дополнителен мев за интегрално дејство, кој е приклучен кон излезниот сигнал $P(s)$?
6. Каква временска карактеристика има електронскиот ($P - I$) регулатор, ако влезната величина има функција на скок?
7. Што се постигнува со комбинирање на тројно пропорционално, дериватно и интегрално дејство кај современите пневматски и електронски регулатори?
8. Опиши ја конструкцијата на пневматскиот ($P - I - D$) регулатор и спореди го со електронскиот регулатор од ист тип!

Резиме:

Автоматските регулатори се основните уреди на секој систем на управување, кои обезбедуваат управувачко дејство. Тие имаат задача да ја примат и запаметат информацијата, да ја измерат вистинската вредност, да ја детектираат грешката и да обезбедат одредено дејство врз регулираниот објект. Се состојат од задавач, елемент за споредба, мерен уред, регулирачки елемент и извршен елемент. Пневматскиот регулатор на притисокот на флуид содржи мембрана, која е мерен уред, споредбен елемент и регулирачки елемент.

Регулаторот го утврдува отстапувањето на вистинската вредност од зададената вредност. Неговата регулациска акција може да биде двоположбена (on – off) или континуирана - пропорционална, интегрална или дериватна. Според енергијата што ја користат, регулаторите може да бидат директни или индиректни (пневматски, хидраулични, електрични, електронски и комбинирани регулатори). Двоположбените регулатори функционираат со дисконтинуирана регулација, т.е. со вклучување – исклучување (on – off) на извршниот орган со две можни положби. Често се користат во лабораториски уреди, апарати и сл.

Електронските и пневматските пропорционални регулатори обезбедуваат постојана релација меѓу грешката $E(s)$ и акциониот сигнал $P(s)$. Пневматскиот регулатор има утврдувач на грешка, еластичен мев, диза и плочка. Електронскиот регулатор е електронски уред со засилувачки блок. Комбинираната регулациска акција (P – I) дејствува на пропорционално на големината на грешката и интегрално како збир на отстапувањата. Пневматски (P – I) регулатор има вграден мев за интегрално дејство, кој со своето спротивставување го урамнотежува целиот систем. Комбинираната регулациска акција (P – I – D) има тројно дејство на регулаторот врз извршниот орган, во кое се додава и брзината на измената на грешката. Пневматски (P – I – D) регулатор има мев за интегрално дејство и вентил на дериватно дејство, кои вршат урамнотежување на целиот систем.

V ПОМОШНИ УРЕДИ ВО СОСТАВ НА СИСТЕМИТЕ

ЗА АВТОМАТСКА РЕГУЛАЦИЈА (САУ)

Наставни цели:

Ученикот:

- ги дефинира улогата и задачите на помошните уреди во системите на автоматска регулација
- го објаснува значењето на помошните и уреди во системите на автоматска регулација
- ја опишува конструкцијата и го објаснува начинот на дејствување на помошните уреди - претворувачи, засилувачи, напојни уреди, печатачи и преклопници
- чита и користи симболи и ознаки на уредите за автоматска регулација

5.1. УЛОГА И ПОДЕЛБА НА ПОМОШНИТЕ УРЕДИ

1. Поделба на помошните елементи во системите за автоматско управување (САУ)

За да се одржува основната и нормална функција на системите за автоматско управување, покрај основните уреди, се користат и дополнителни, помошни уреди во системите. Тие се наменети за извршување на следните задачи:

- постојано и квалитетно напојување со енергија
 - префрлање на работењето од рачно на автоматско
 - поставување на потребната вредност на величината
 - печатење и меморирање сигнали
 - претворање сигнали од една во друга природа
 - блокада и сигнализација
 - засилување сигнали,
- и друго.

2. Употреба и намена на помошните елементи

За да се извршат наведените помошни функции при работењето на САУ, потребно е во истите да се вклопат и да се обезбеди правилно дејствување на следните елементи:

- напојни единици, кои вршат напојување со енергија
 - редуктори и преклопници, кои намалуваат притисок и префрлаат рачно во автоматско работење
 - задавачи на вредности, кои служат за поставување на потребната вредност
 - печатачи и регистратори, служат за печатење и меморирање сигнали
 - претворувачи на сигнали, трансмитери и конвертори, служат за претворање на сигнали
 - засилувачи на сигнали, вршат засилување на сигнали
 - блокатори, заштитни и алармни уреди, служат за блокада и сигнализација
- и други, специфични уреди според барањата на системот.

5.2. РЕДУКТОРИ, НАПОЈНИ ЕДИНИЦИ И СКЛОПКИ

Овие уреди служат за обезбедување константен, чист и квалитетен сигнал низ системот, за намалување и редуцирање на сигналите и за префрлање на работењето на системот од рачно на автоматско.

1. Филтер-редуцир група

Пневматските системи за автоматско регулирање се напојуваат со инструментален воздух, чиј квалитет мора да биде одреден претходно – да биде чист, сув, без присуство на прашина и под притисок $P = 1,4 \text{ bar}$.

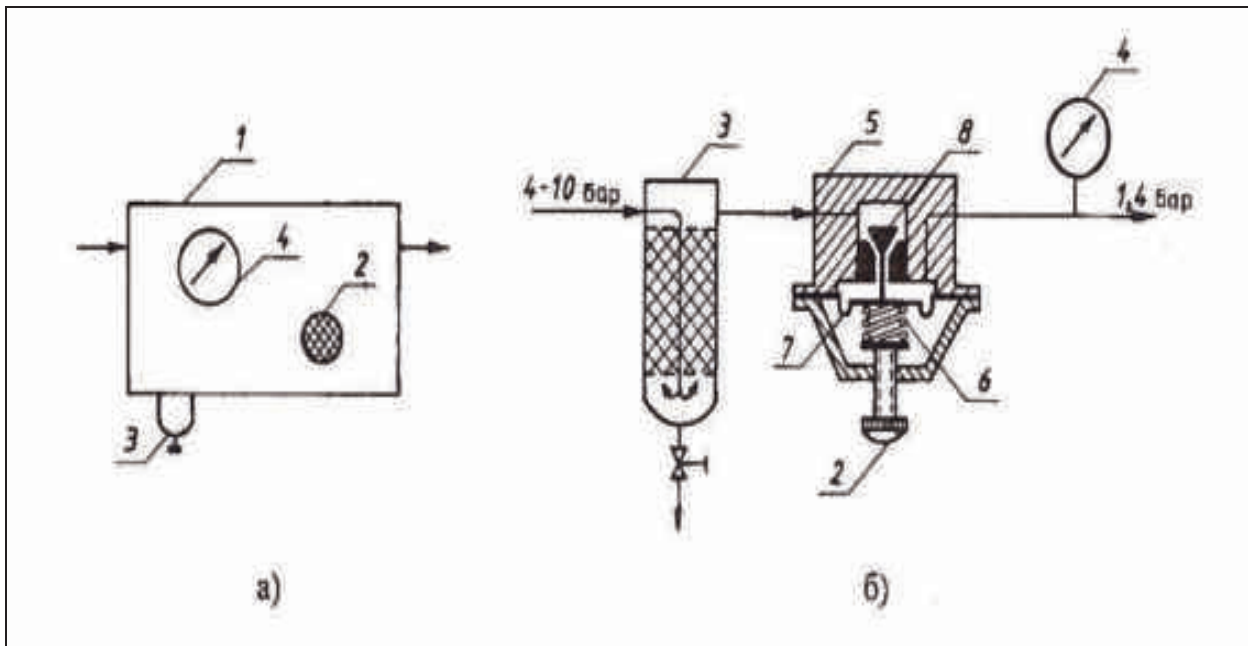
За негово компаундирање (подготовка) се користи посебен елемент од типот на редуцир-вентил, кој обезбедува константен притисок, обично од 1,4 bar.

Системот (сл. 1) се состои од следните елементи:

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1 – кутија | 5 – редуцир-вентил |
| 2 – прстен за мesteње | 6 – пружина за затегнување |
| 3 – филтер за пречистување | 7 – еластична дијафрагма |
| 4 – манометар | 8 – иглест вентил за придушување |

Воздухот под влезен $P = 4 - 10 \text{ бар}$ се филтрира низ филтерот (3) од керамика или од друг порозен материјал за да се отстранат нечистотиите и влагата од него. Потоа тој се внесува во редуциониот вентил (5), во кој притисокот се намалува со затворање на иглестиот вентил (8) преку прстенот (2), чие вртење ја притиска пружината (6) а со неа и дијафрагмата (7). Излезниот притисок на воздухот после подготовката се контролира со манометарот.

Ваквиот воздух е наменет за напојување на мерно-регулациската опрема.



Сл. 1 – Шема на филтер-редуцир група

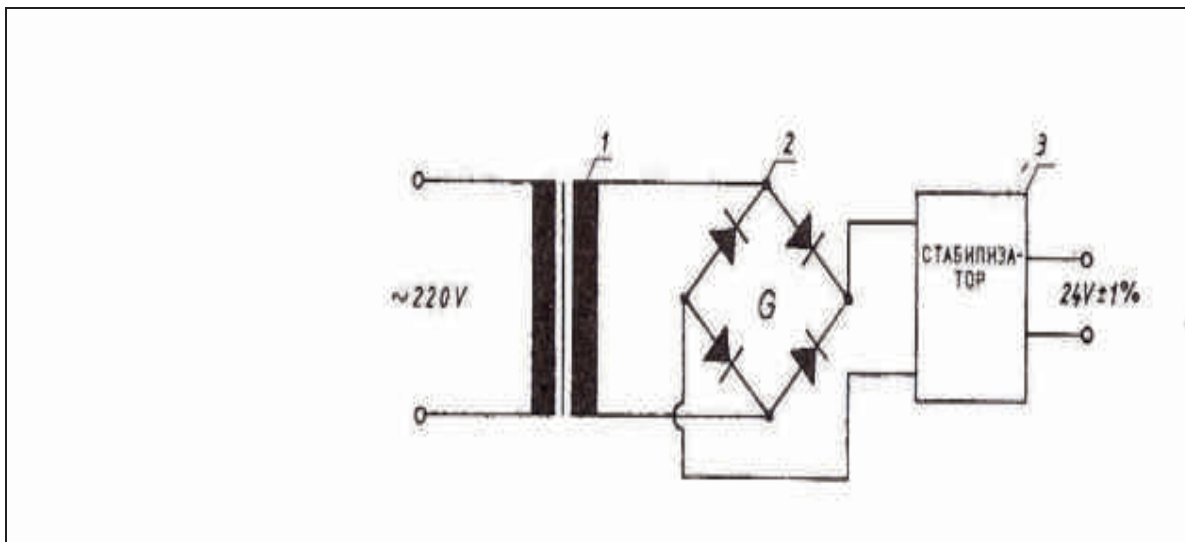
2. Електрична напојна единица

Оваа единица е редовен дел од современата мерно-регулациска опрема, која работи на електрична енергија во различни постројки и процеси. Таа генерира заштитен низок напон $U = 24 \text{ V}$ (или 48 V), со кој се напојуваат мерни и регулациски уреди.

Се состои од неколку елементи (сл. 2):

- трансформатор со намотки (1)
- Грецова спрега (2)
- стабилизатор на излезниот напон (3)

Од мрежното напојување уредот добива електрична струја со напон од 240 V и ја претвора наизменичната струја во еднонасочна, со напон од 24 V . Исправениот напон се стабилизира во стабилизаторот и на излезот има постојана вредност $U_{из} = 24 \pm 1\% \text{ (V)}$. На излезниот панел на уредот може да постојат повеќе приклучоци во секундарните намотки, на кои се поврзуваат различни мерно-регулациски уреди.



Сл. 2 – Електрична напојна единица

3. Склопка за рачно-автоматско префрлување

Овој уред е преклопник, кој содржи и задавач на вредноста на регулираната величина. Тие обично се произведуваат како една целина, а ретко кога се посебни елементи, но и во такви случаи имаат иста улога.

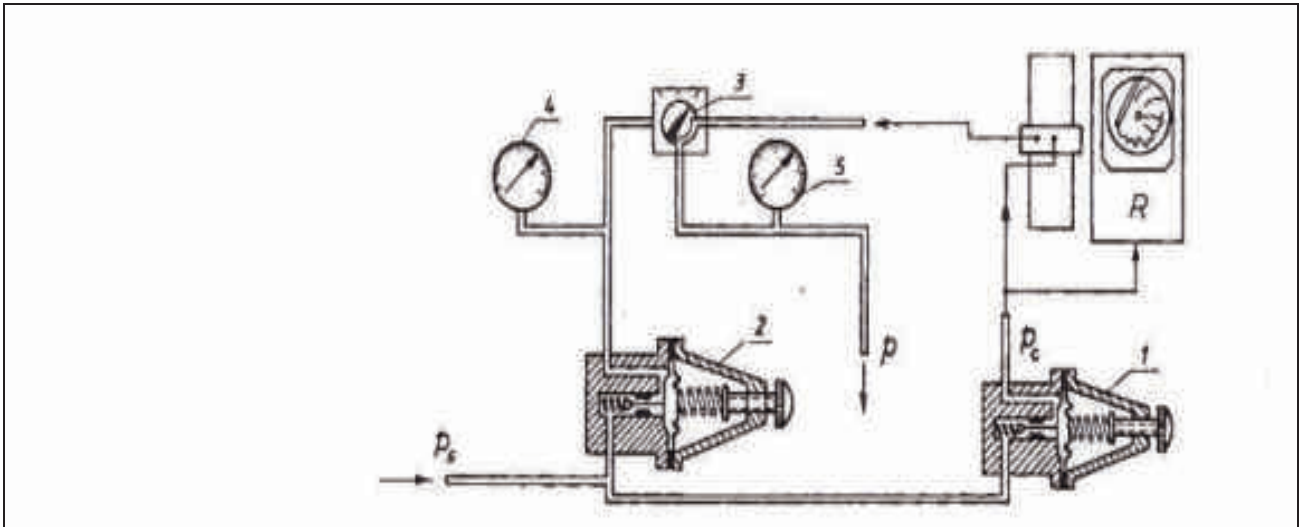
а) Склопка - служи за префрлување на режимот на работење од рачно (М) на автоматско (А) регулирање и обратно.

б) Поставувач - служи за внесување стандарден сигнал на саканата (пропишана) вредност на величината за автоматско управување (положба А) или сигнал за директно рачно управување (положба М) со извршниот орган.

Вентилот (1) служи за довод на сигнал за автоматско управување, кој се следи од манометар (4). Вентилот (2) служи за рачно управување на извршниот орган - вентил, од страна на операторот, кој следи промени на притисокот од манометар (5).

Постапката на стартување на системот се одвива на тој начин што прво се вклучува рачна регулација до воспоставување стационарен режим. Потоа, со префрлување на положбата на копчето (3) се вклучува автоматското управување со системот.

Електричните склопки се слично конструирани, сместени се во самите регулатори и имаат две склопки и потенциометар за задавање сигнал.



Сл. 3 – Склопка за рачно-автоматско работење

5.3. ПЕЧАТАЧИ НА СИГНАЛИ

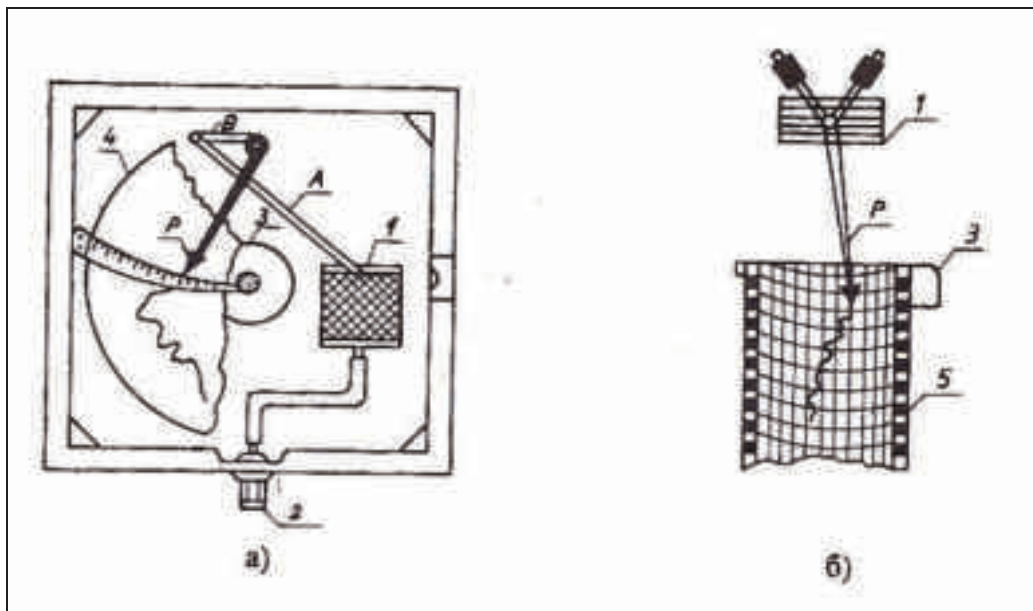
1. Печатачи и регистратори на сигнали

Овие елементи во процесната индустрија и во автоматизацијата на постројките се вклучуваат таму каде што има потреба од континуирано бележење и меморирање на вредностите на мерената или на регулираната величина. Тоа значи да се прави траен запис на податоците, кои се важни за следење на текот на процесите, за начинот на водење на автоматското управување и за промените што настанале за време на процесите. Од овие ленти и мемориски картички се следи и се пресметува ефектот од производствениот процес.

2. Пневматски кружен печатач

Линискиот или кружниот печатач (сл. 66-а) со канали и со перо за пишување на сигналот се користи за регистрирање повеќе процесни величини. Користи лента со кружен или правоаголен формат, но кај новите модели бележењето на сигналите се врши електронски врз магнетни ленти и дискети.

Уредот се состои од приемен елемент (1), кој е уред со намотки или S – цевка, преносници А и В (лост и запченик), перо за печатење Р, приклучок (2) и саатен механизам (3) за движење на кружната лента (4).



Сл. 4 - Пневматски и електрични печатачи

3. Електричен линиски печатач

Електричните линиски печатачи (сл. 66-б) се главно точкести, со игла за отчукување на сигналите во одредени временски интервали. Тие регистрираат повеќе процесни величини и користат различни формати на хартии со различна брзина на движење. Се состојат од приемен елемент (1), игла за печатење Р, саатен механизам (3) и лента (5).

Прашања и задачи:

1. Објасни ја улогата на помошните елементи во САУ за напојувањето со енергија, поставување вредности, претворањето и засилувањето на сигналите!
2. Прикажи ги најбитните елементи на филтер-редуцир групата за подготовка на воздух во пневматските системи за регулирање!
3. Каква улога имаат Грецовата спрега, стабилизаторот и излезниот панел кај електричната напојна единица во САУ?
4. Во која положба, А или М, се префрла во почетокот со работа поставувачот на стандарден сигнал кај склопката за рачно-автоматско префрлување на САУ.
5. Какво дејство имаат вентилите (1) и (2) во текот на управувањето со извршниот орган во склопката за рачно-автоматско префрлување?
6. Каква задача извршуваат печатачите и регистраторите на сигнали од типот на кружен и на линиски печатач?
7. Објасни ја улогата на печатачите и на регистраторите во САУ.

5.4. ПРЕТВОРУВАЧИ НА СИГНАЛИ

1. Мерни претворувачи

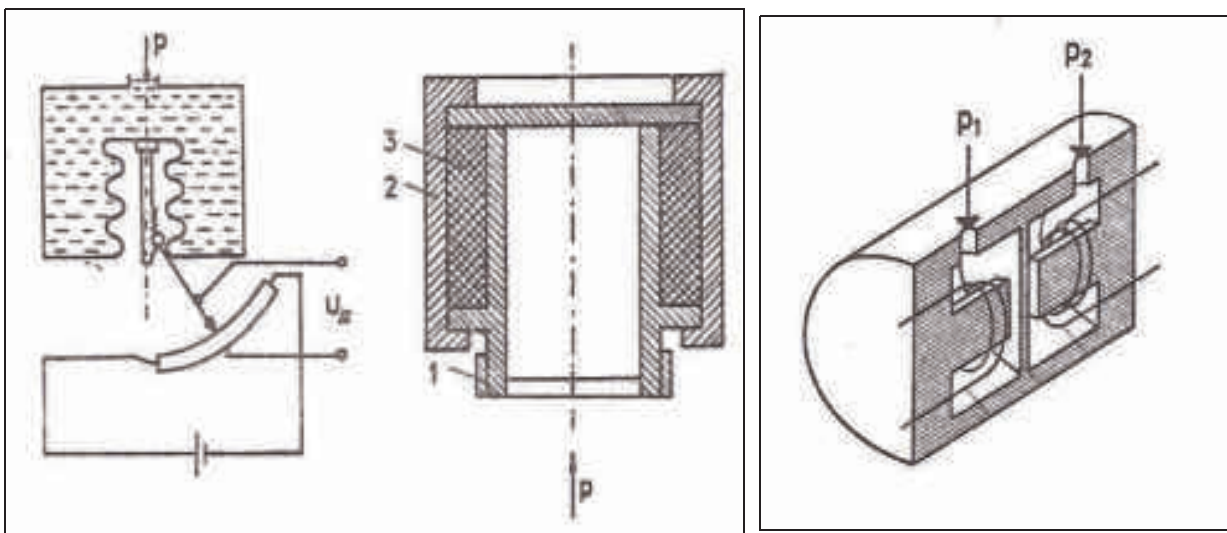
Претворувачите на сигнали се едни од најчестите елементи вклучени во САУ, чија основна задача е да обезбедат претворање на сигналите од една во друга природа. Тие обезбедуваат континуиран пренос и обработка на сигналите. Според својата функција може да се бидат сензори, детектори, давачи на сигнали или вистински трансмитери, кои мерената величина ја претвораат во онаа природа во која работи системот. Таквите стандардизирани сигнали им ги предаваат на регулаторите.

Според природата на мерената величина, се разликуваат механички, оптички, пневматски, хидраулични, топлински и др. Тие работат врз различни принципи, но најчесто сигналот го претвораат во електрична природа.

2. Мерни претворувачи на притисок

Во практика, најчесто самите мерила на притисок се и претворувачи на сигналот на притисокот и тоа во електричен сигнал на излез од уредот. Постојат две групи вакви претворувачи на притисокот.

А) Механички еластични елементи – тие го претвораат сигналот на притисокот во деформација со која на излезот се добива поместување на стрелка врз мерна табла. При тоа, со дополнителен елемент сигналот се преведува во електричен – отпор, индукција, капацитет.



а)

б)

в)

Сл. 5 — а) Експанзивен, б) магнетоеластичен и в) капацитативен претворувач на притисок

Б) Магнетоеластичен елемент – при промена на притисокот во цевката (1) овој претворувач го менува магнетниот полнеж во намотките (2). Во неговите намотки е сместен материјал кој е чувствителен на промени на притисокот (3) и при растегнување го менува напонот на излезот. Се користат и при мерење протек, ниво, притисок и густина на флуиди.

В) Капацитативен претворувач - при промена на притисокот овој претворувач го менува капацитетот во намотките околу јадрото.

3. Мерни претворувачи на температура

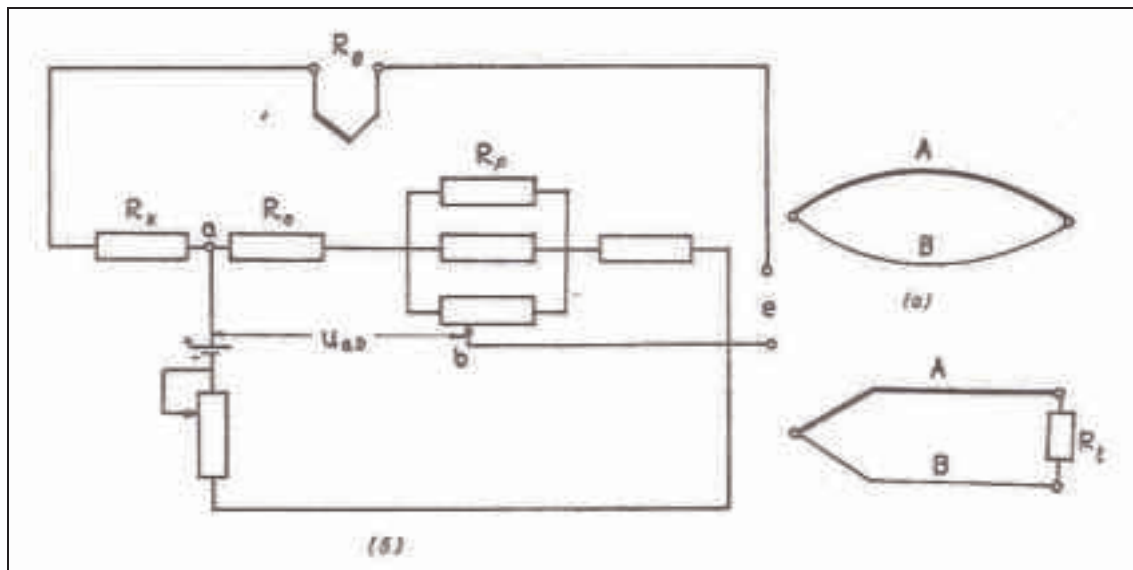
Често пати во индустријата се одвиваат термички процеси на температури во интервал од - 200 °C до + 2000 °C , при што управувањето на температурата во одреден режим е пресудно за квалитетот на производите. Следењето на температурата во овие граници најчесто се врши со уреди кои мерат преку електрични промени, како што се промена на електричен отпор R (Ω) и термоелектрична индукција I (mA), а ретко кога со дилатациони термометри.

Постојат три групи претворувачи на температура, кои работат врз наведените принципи.

А) Електроотпорен претворувач - всушност е термометар од параметарски тип, со метален или полупроводен отпорнички елемент (термистор). Тој ја мери променливата температура на топлиот крај на отпорникот според изразот

$$R_t = R_0 [1 + \alpha_R * (T - T_0)]$$

во кој се внесени коефициентот на промена на отпорот α_R , разликата на температури $T - T_0$ и крајниот и почетниот отпор R_t и R_0 .



Сл. 6 - Претворувач на температура со отпорник (б) и со термопар (а)

Б) Претворувач со термопар - се состои од два спроводника, низ кои се индуцира електрична струја кога едниот крај ќе се загрее. Тие се сензори на температура од генераторски тип и содржат ладен спој, кој е поврзан со мерен мост и топол спој, кој се наоѓа во објектот на регулирање. Мерат вредности на температурата до 1600 °C на топлиот спој. Создадената термоелектрична струја I (mA) зависи директно од температурата и може да се измери со висока точност и чувствителност при најмали промени.

За да се одржи константна температурата на ладниот спој, во шемата за мерење се вклучува отпорнички компензатор R_k . За да се нагоди зададената температура се користи отпорникот R_p со кој се менува напонот U_{ab} .

В) Релеен претворувач - користи релеј во електричната шема.

Термометрите се приклучени на електрични мостови, со кои може да се определи температурата до 700 °C, со грешка помала од 0,05 °C. Со помош на термисторите се мерат ниски температури меѓу - 200 °C и + 120 °C, нивниот коефициент на промена на отпор е негативен и тие се многу почувствителни од металните отпорни термометри.

4. Мерни претворувачи на проток

Постојат повеќе претворувачи на протокот на флуидите, кои работат врз различни принципи, како на пример:

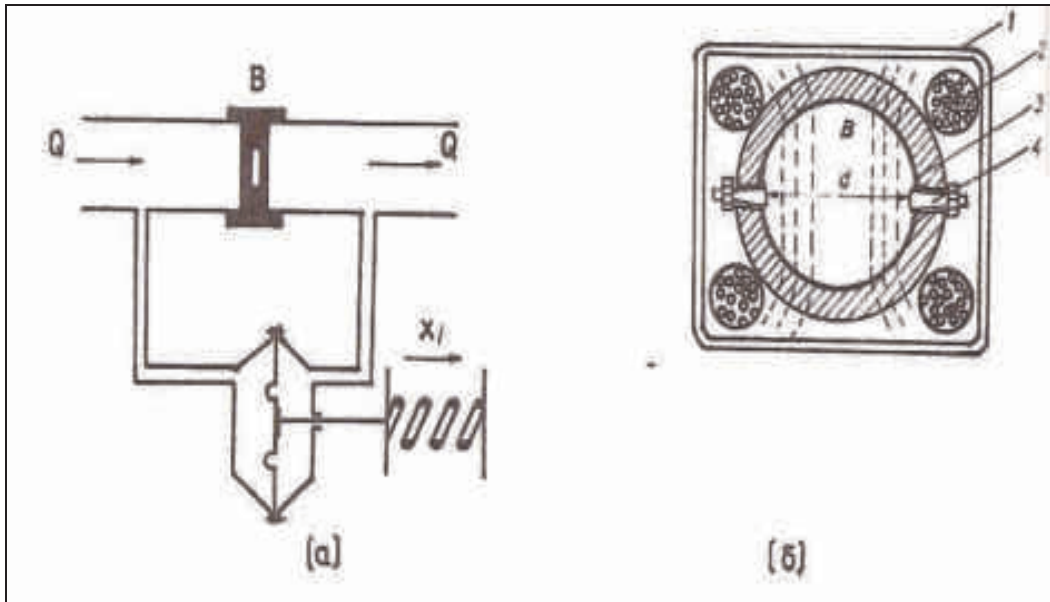
- хидродинамски мерила со стеснување на пресекот на цевката (мерна бленда, Вентури цевка),
- брзински мерила со вградени лопатки, турбини и клипови,
- електрични мерила со промена на магнетна индукција, ултразвук,
- осцилаторен претворувач, кој пренесува сигнал до процесен сметач и др.

А) Мерна бленда – се состои од цевка со придушна плоча, која е така поставена што го стеснува цевководот и создава пад на притисокот. Преку мембраната, сигналот се преведува во пневматски сигнал. Како придушници се користат и Вентури цевка и тесно грло.

Б) Електромагнетен претворувач – се состои од куќиште (1), електроди (2), цевка (3) и навртки (4). Го мери протекот и го претвора сигналот во електричен врз база на законот за електромагнетна индукција, според изразот

$$E = k \cdot d \cdot V \cdot v$$

Во употреба се и осцилаторни претворувачи, кои се директно поврзани кон процесните сметачи.



Сл. 7 - Претворувачи на проток со мерна бленда и со електромагнет

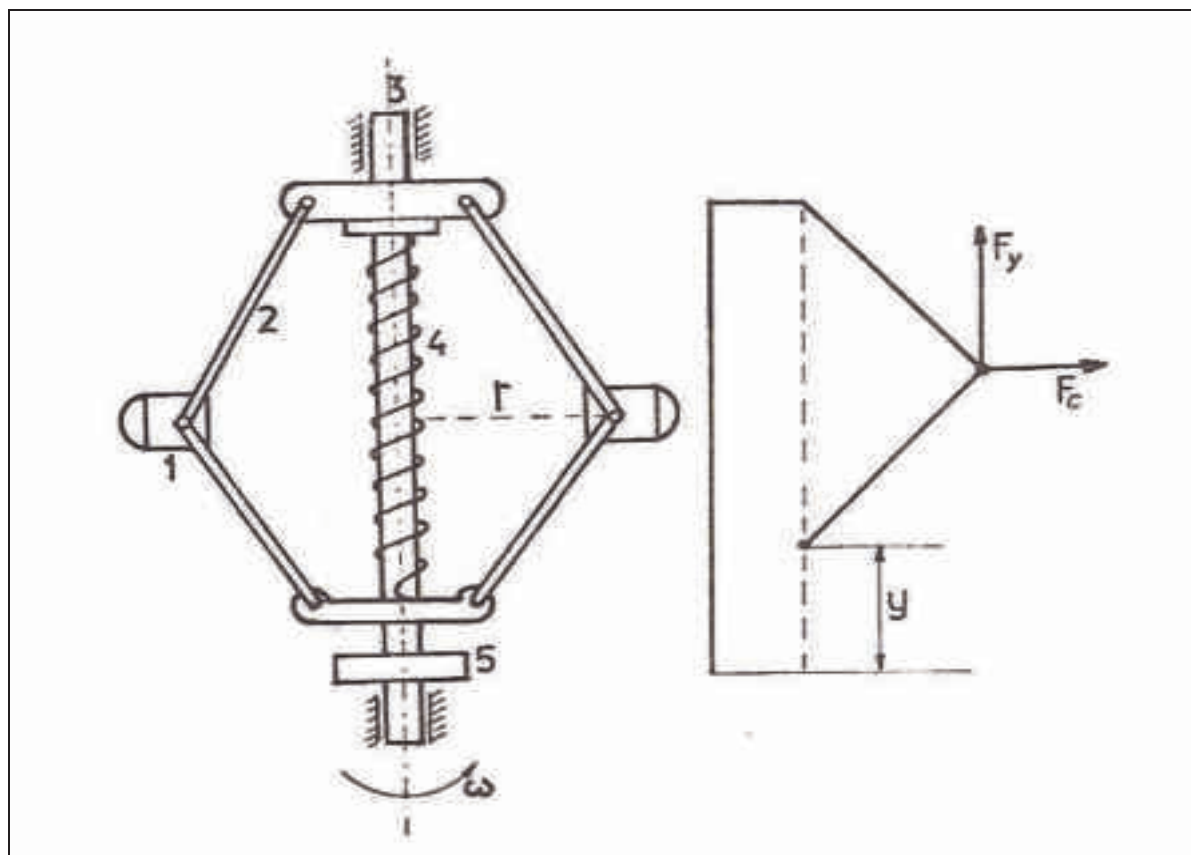
5. Мерни претворувачи на аголна брзина

Бројот на мерни претворувачи на поместувања и на различни кружни и транслаторни движења е голем, и сите тие се засноваат на различни принципи на мерење и претворба на сигналите во механичка и електрична природа. Тие најчесто содржат подвижни елементи, како лостови, пружини, вратила и оскички, со кои сигналот на движење го претвораат во електричен – отпорнички, магнетен, капацитативен или индуктивен.

А) Претворувач на аголна брзина – овој уред ги претвора вртежите на ротационите елементи, т. е. аголната брзина, во поместување, користејќи ја при тоа центрифугалната сила. Еден таков уред е центрифугалниот тахометар (сл. 8), кој се состои од следните елементи:

- две маси (тегови) (1)
- четири лоста (2)
- вртлива оска (3)
- пружина (4)
- запченик (5)

Вртењето на оската се предава врз запченикот, при што се создава центрифугална сила F_c , која предизвикува појава на сила F_y . Кога оваа сила ќе се израмни со силата на пружината, од големината на поместувањето у може да се пресмета аголната брзина ω .



Сл. 8 - Мерен претворувач на аголна брзина

Прашања и задачи:

1. Колку вида мерни претворувачи, сензори, детектори или трансмитери се познати според природата на мерната величина?
2. Објасни го начинот на кој мерните претворувачи на притисок со магнетноеластичен елемент вршат промена на притисокот во електричен импулс.
3. Колкав интервал на управување на температурата имаат мерните претворувачи на температура со електричен отпор R (Ω) и термоелектрична индукција I (mA)?
4. Кои се основните групи претворувачи на температура, приклучени на електрични мостови, со кои се преведува мерениот сигнал во електричен?
5. Наведи ги принципите на кои работат мерните претворувачи на проток и опиши го електромагнетниот претворувач на проток!

5.5. ЗАСИЛУВАЧИ НА СИГНАЛИ

1. Засилувачи на сигнали

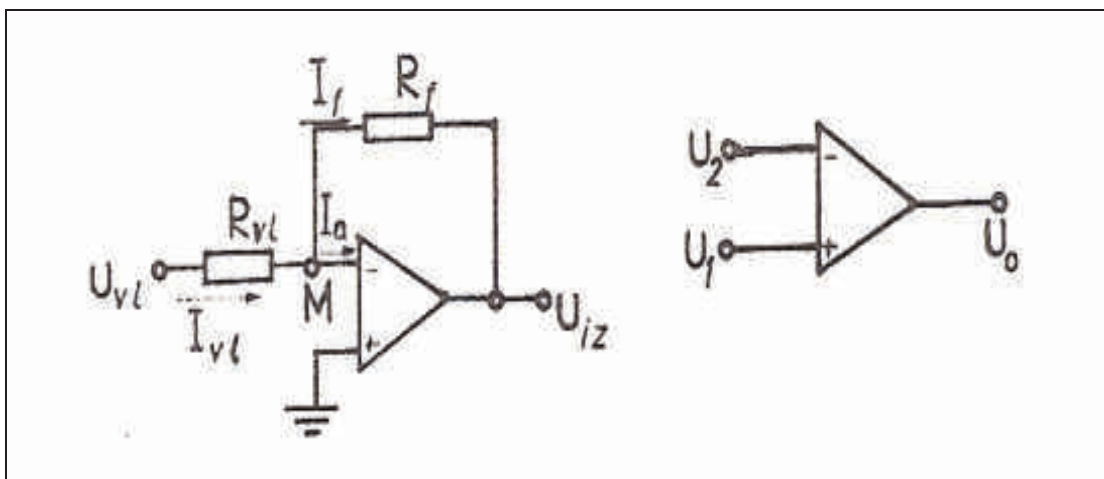
Потребата од овие додатни уреди во САУ се јавува често пати, кога сигналите кои се добиен од сензорите (осетните елементи) не се доволно моќни за да го задвижат регулирачкиот орган. Нивната излезна вредност е од редот 10^{-4} до 10^{-6} W, додека моќта потребна за вклучување на извршниот орган е редот 10^3 W.

Заради тоа, често е неопходна употреба на засилувачи за управување, мерење и контрола на сигнали. Тие, исто така, се користат и за операции со сигнали на напон U (mV), јачина на струја I (mA), притисок P (kPa) и др.

2. Операциони засилувачи

Овие засилувачи се користат како аналогни елементи во регулаторите, кои служат за извршување на математички операции врз влезните сигнали. Тие се линеарни интегрирани кола со неколку диференцијални степени, кои ја засилуваат разликата (грешката) меѓу два сигнала. Содржат две напојни единици, со спротивен поларитет од 15 V, од кои:

- ивертирачки влез (-) и
- неинвертирачки влез (+)



Сл. 9 - Операционен засилувач

Напонот на излез од засилувачот изнесува

$$U_{iz} = - I_f \cdot R_f$$

од каде засилувањето A е

$$A = U_{iz} / U_{vl} = - R_f / R_{vl}$$

Тие се користат и како инвертори, суматори, диференцијатори, интегратори и компаратори на сигнали во САУ.

3. Засилувачи на моќност

Овие уреди се наменети за засилување на моќноста на сигналот со додатна енергија од некој надворешен извор, при што излезниот сигнал зависи од влезниот сигнал. Тие можат да бидат од следниот тип:

- пневматски
- електрични
- електронски
- хидраулични
- механички и други.

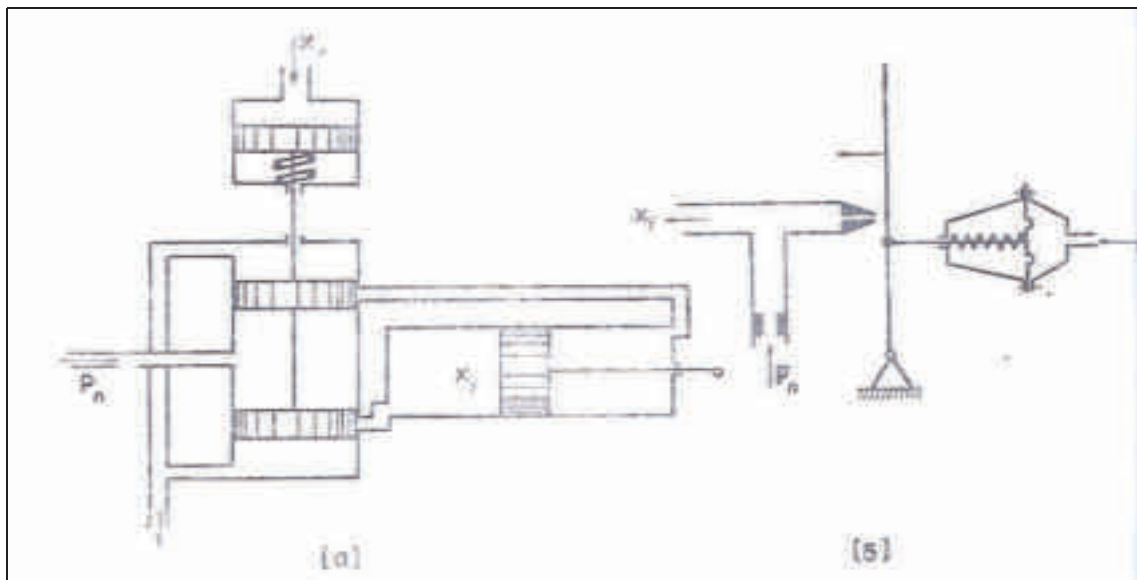
А) Електронски засилувачи - засилуваат влезни сигнали добиени од термоелемент, фотокелија, електроди и други електрични сензори и претворувачи. Составени се од електронски цевки, транзистори, диоди и интегрални кола, поврзани во каскади.

Б) Хидраулични засилувачи - користат течни флуиди како додатен извор на енергија. Го засилуваат притисокот, протекот или моќта на уредот, имаат мал габарит, висока брзина на одзив, прецизни се и даваат моќни сигнали.

Клипницата на уредот се поместува под дејство на влезниот сигнал x_v , го пропушта флуидот под притисок P_n од резервоарот во работниот цилиндер и создава силен притисок на излезот x_i .

В) Пневматски засилувачи - користат гасни флуиди како додатен извор на енергија. Го засилуваат притисокот или протекот на флуидот, преку систем од мерен уред (мембрана и др.), млазница и плочка, која го пригушува воздухот што струи низ млазницата. Излезниот притисок од уредот x_i се зголемува доколку влезниот притисок x_v се зголеми и ја турка плочката кон млазницата.

Изборот на засилувачите на сигнали зависи од нивната моќност и од условите под кои тие се користат.



Сл. 10 - Хидрауличен и пневматски засилувач

Прашања и задачи:

1. Кога се јавува потребата од засилувачи на сигналите добиени од сензорите во САУ или за мерење?
2. Кои функции ги изведуваат операционите засилувачи на сигнали, кои се вклучени како аналогни елементи во регулаторите?
3. Опиши ги конструкцијата и начинот на кој функционираат хидрауличните засилувачи на сигнали!
4. Опиши ги конструкцијата и начинот на кој функционираат пневматските засилувачи на сигнали!

Резиме:

Помошните елементи ја одржуваат нормалната функција на системите за управување, преку напојување со енергија, префрлање на работењето на автоматско, поставување на потребната вредност, печатење и меморирање сигнал, претворање сигнали и засилување сигнали.

Филтер-редуцир групата напојува со инструментален воздух, кој ако се чисти во филтер и во редуцир-вентил притисокот се намалува. Електричната напојна единица генерира низок напон $U = 24 \text{ V}$, со кој се напојуваат мерни и регулациски уреди. Склопката служи за префрлување на режимот на работење од рачно (М) на автоматско (А) регулирање, со поставувач за внесување стандарден сигнал. Печатачи и регистратори на сигнали континуирано бележат вредности на сигнали. Пневматскиот кружен и електричните линиски печатачи користат ленти, магнетни ленти и дискети.

Мерните претворувачи за претворање на сигналите во друга природа се сензори и трансмитери. Претворувачите на притисок со механички еластични елементи и магнетноеластичен елемент го претвораат притисокот во електричен сигнал. Претворувачите на температура ја следат температурата преку електрични промени на отпор или термоелектрична индукција, така што се приклучени кон електрични мостови. Претворувачите на протек се хидродинамички, брзински и електрични мерила со мерна бленда, електромагнетен претворувач и др.

Засилувачите на сигнали се користат кога сигналите добиени од сензорите не се доволно моќни. Операционите засилувачи се аналогни елементи. Засилувачите на моќност може да бидат електронски или хидраулични и пневматски засилувачи, кои го засилуваат притисокот, протекот или моќта на уредот.

VI ИЗВРШНИ УРЕДИ ВО СОСТАВ НА СИСТЕМИТЕ **ЗА АВТОМАТСКА РЕГУЛАЦИЈА**

Наставни цели:

Ученикот:

- ги дефинира улогата и задачите на извршните уреди во системите на автоматска регулација
- го објаснува значењето на извршните уреди во системите на автоматска регулација
- ги опишува конструкцијата и начинот на дејствување на извршните уреди - актуатори во системите на автоматска регулација
- чита и користи симболи и ознаки на уредите за автоматска регулација

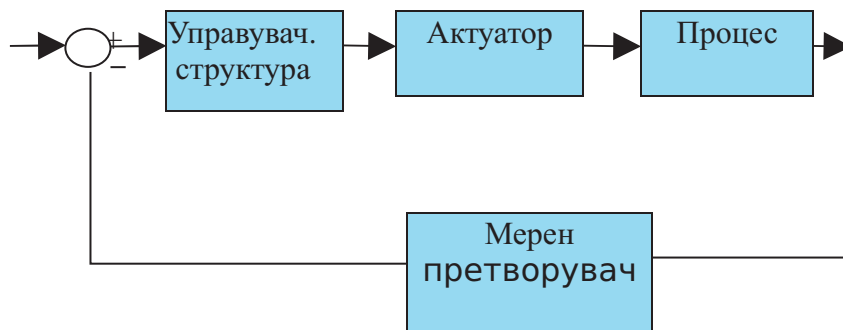
6.1. УЛОГА НА ИЗВРШНИТЕ УРЕДИ ВО СИСТЕМИТЕ НА **АВТОМАТСКА РЕГУЛАЦИЈА**

1. Извршни органи во САУ

Извршните уреди спаѓаат во последниот блок уреди на системот за управување и тие се директно поврзани со објектот кој се управува. Обично тоа се посебни уреди кои го реализираат управувачкото дејство зададено од страна на регулаторот, директно врз објектот за да ја реализираат задачата на управување.

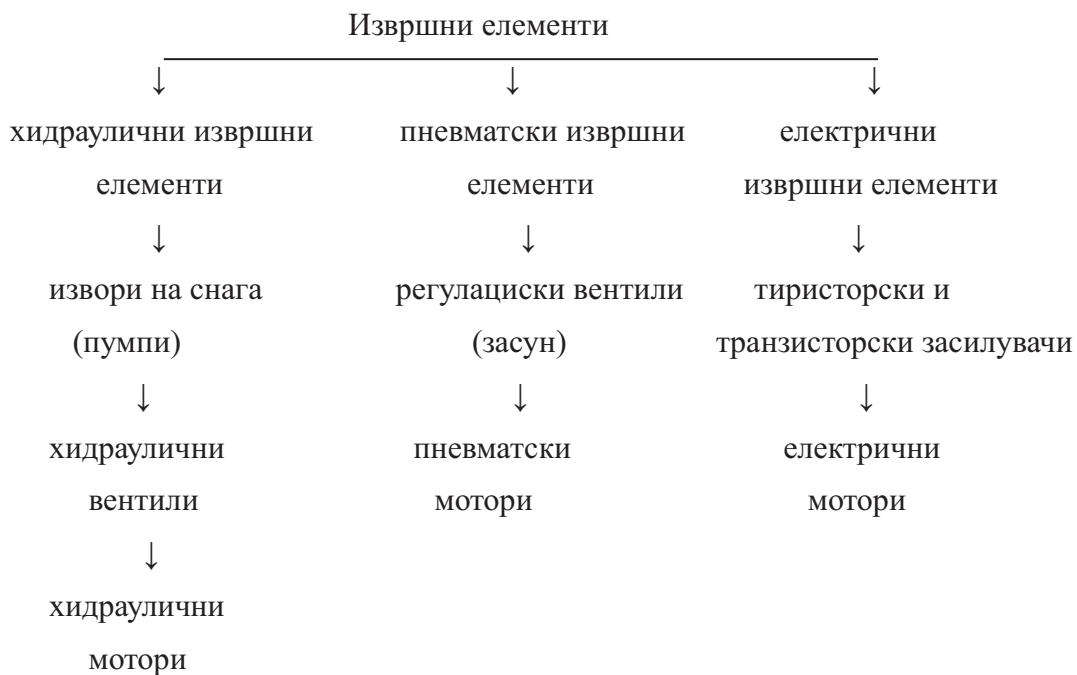
2. Видови извршни органи

Извршен орган е елемент на САУ со која непосредно се менува извршната (управувачка) величина. Обично извршниот орган го менува текот на енергијата или материјалот низ управувачкиот објект со цел достигнување на одредени перформанси.



За придвижување на извршните органи од механички тип се користи извршен механизам од механички тип кој се нарекува актуатор. Постојат разни видови на актуатори во зависност од природата на извршниот орган, од типот на енергијата која ја користат за својата работа, од типот на управувачкиот сигнал и др.

Актуатори се уреди кои ги претвараат електричните или флуидните влезови во излезни, како што се позиција, сила, агол или момент.



Најчесто применувани извршни органи (актуатори) во различните производствени, хемиски, транспортни, преработувачки и други системи се следните:

- релеи
- регулациски вентили
- серво-мотори
- грејачи и други уреди.

Тие го реализираат дејството на регулаторот врз објектот користејќи помошна енергија и обично тоа го вршат со негово механичко поместување. Според видот на енергијата која ја користат, извршните органи можат да бидат електрични, механички, хидраулични и пневматски.

3. Својства на извршните органи

Основните показатели кои ги опишуваат управувачките способности на извршните органи се следниве:

- а) Коефициент на засилување по моќност
- б) Број на вртежи во единица време
- в) Линиско или аголно задвижување на излезот и други.

Овие уреди треба да исполнат некои специфични барања, кои се поврзани со извршување на регулациската акција:

- да бидат доволно моќни за да го задвижат објектот на управување,
- да обезбедат мало менување на брзината на движење,
- да бидат статички линеарни,
- да имаат мала моќност на управување и инертност,
- задвижувањето на излезот да биде синхронизирано со управувачкиот орган итн.

6.2. РЕГУЛАЦИСКИ ВЕНТИЛИ

1. Регулациски вентили

За извршување на регулациската акција од страна на регулаторите во хемиската индустрија најчесто се користат автоматски регулациски вентили. Тие дејствуваат на тој начин, што врз база на акциониот сигнал кој го примаат од регулаторот, го менуваат протекот на флуидите преку што манипулираат со текот на процесот.

Регулацискиот вентил има два основни функционални дела: моторен дел и извршен дел.

Моторниот дел на регулацискиот вентил (актуатор, серво-мотор) е елемент што го прима управувачкиот сигнал од регулаторот и го претвара во механичко поместување на вретеното на вентилот.

Извршниот дел на регулацискиот вентил го претвара поместувањето на вратилото на вентилот во промена на протокот на флуидот низ цевководот во кој е вграден.

Според својата конструкција и според енергијата што ги придвижува, регулациските вентили можат да бидат пневматски и електрични.

2. Пневматски регулациски вентил

Во пневматскиот вентил на горниот дел се наоѓа електрична мембрана, врз која дејствува акционен сигнал – притисок, кој ја деформира и таа преку вретеното ја менува положбата на затвораот. Овој елемент го одредува пресекот на отворот на флуидот низ вентилот. Седиштето на вентилот се изработува од не`рѓосувачки челик или од метален карбид, отпорни на корозија, хемиски агенси и на топлина.

Вентилот кој со пораст на притисокот врши затворање се нарекува **директен**, додека оној кој со пад на притисокот врши затворање се нарекува **инверзен**. Во случај на недостиг на работен флуид, овие вентили спротивно реагираат (се затвораат или се отвораат) заради што се користат како сигурносни уреди во различни постројки и резервоари.

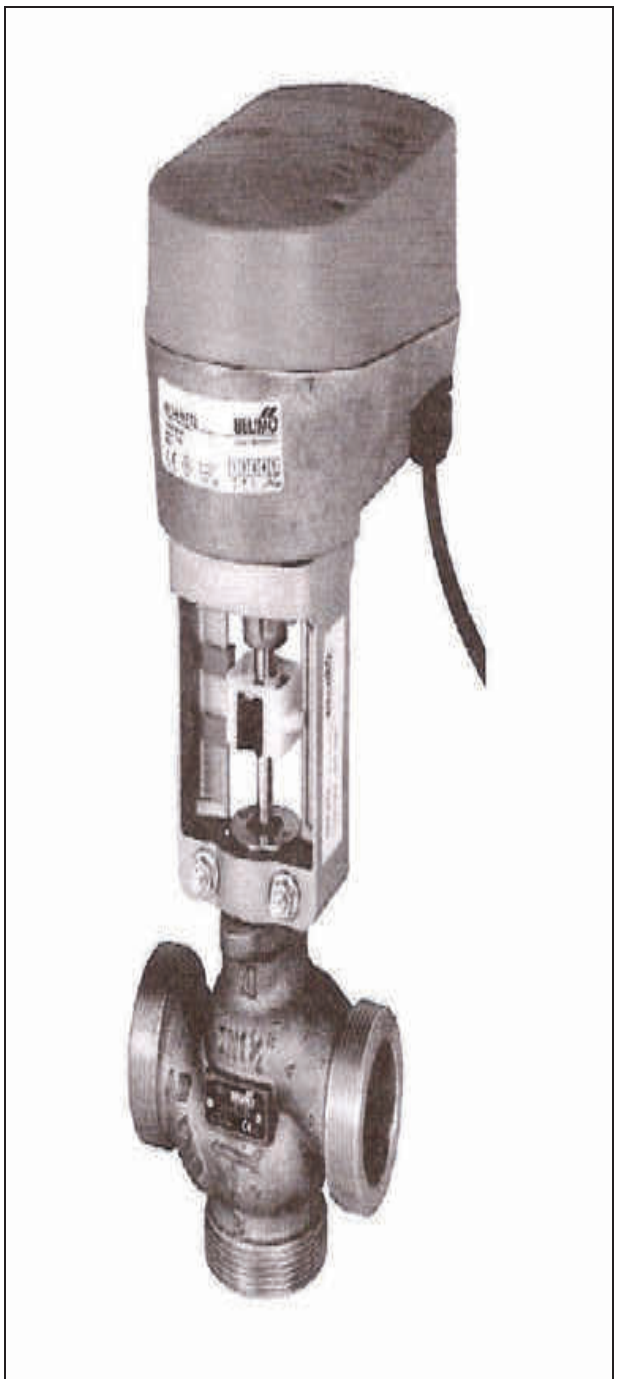
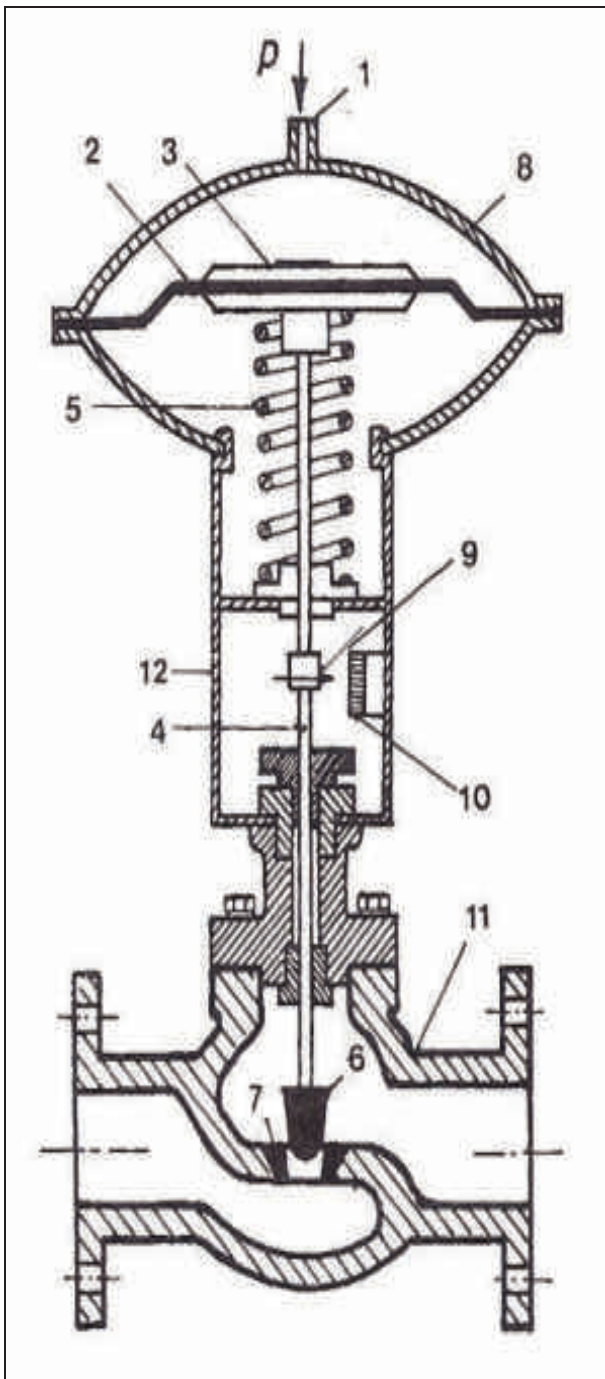
Заради влијанието на падот на притисокот врз патот кој го минува затвораот, тој не реагира линеарно на акциониот сигнал. Тоа се решава со зголемување на мембраната или со конструирање на вентил со две седишта. Најважни параметри на еден пневматски вентил се неговиот специфичен капацитет и линеарната карактеристика.

3. Електромоторен регулациски вентил

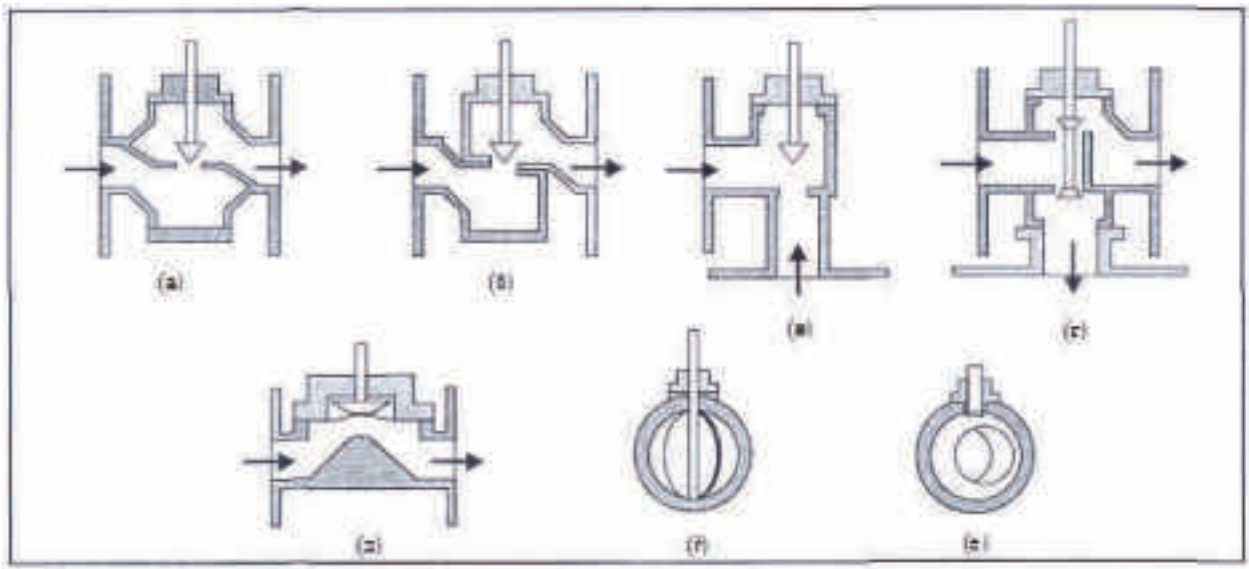
Овој вентил е со слична конструкција, со тоа што содржи електромоторен погон и опрема за врска меѓу нив. Тој се управува на два начина:

- директно затворање со управувачка јамка
- употреба на додатна јамка за позиционирање

Во првиот случај тој се управува по протекот на флуидот, а во вториот по протекот на флуидот и по позицијата на вентилот. Кај овој уред важна особина е ограничувањето на брзината на движење под дејство на сигналот, кое ја намалува линеарноста на вентилот.



Сл. 1 - Пневматски и електромоторен регулациски вентил



Сл. 2 - Различни типови тела на вентил

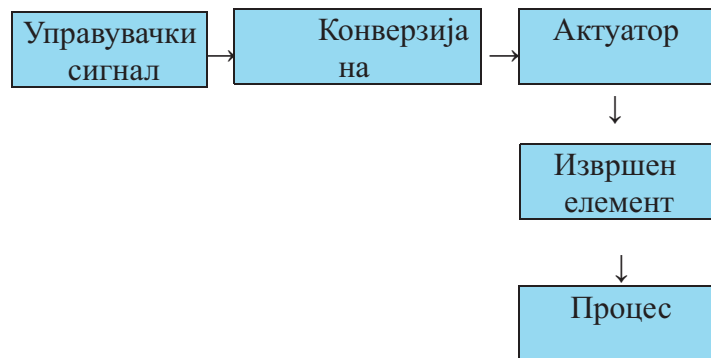
а) едноделен; б) дводелен; в) аголен; г) троктаки; д) мембрански; ё) пеперутка; е) топчест

Прашања и задачи:

1. Каде е местоположбата на извршните уреди во системот за управување и какво е нивното дејство?
2. Наведи кои се најчесто применуваните извршни органи со кои регулаторот го врши дејството врз објектот на управување!
3. Кои се поважните својства на извршните органи и специфичните барања што треба да ги исполнат за извршување на регулациската акција?
4. Опиши ги конструкцијата и начинот на кој функционира пневматскиот регулациски вентил за одржување на протекот.
5. На кој начин се управува електромоторниот регулациски вентил?

6.3. СЕРВО-МОТОРИ

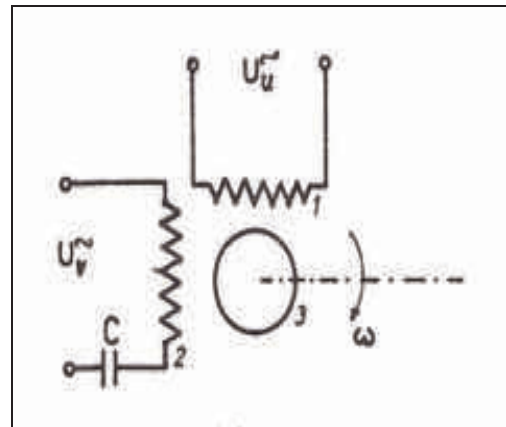
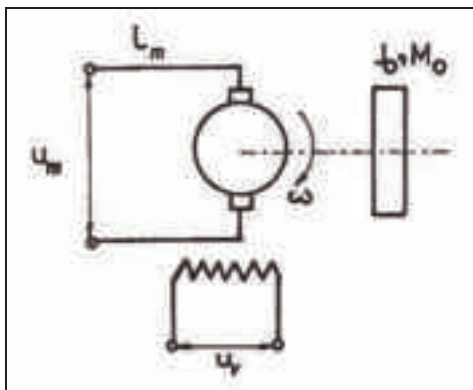
Позиционите актуатори често се нарекуваат серво-мотори кои ги позицираат извршните органи, на пример манипулациона полуга кај регулациониот вентил. Серво-моторите може да се набљудуваат како конвертор на еден вид енергија која е од ниско ниво, во друг вид на енергија која е обично од високо ниво, а кој што е неопходен за успешно придвижување на извршниот орган.



1. Електрични серво-мотори

Серво-моторите на електричен погон имаат широка употреба поради низа свои предности. Тие имаат широк дијапазон на регулирање на аголните брзини, лесно се вклучуваат, брзо и ефикасно дејствуваат и се економични во регулирањето.

А) Серво-мотори на еднонасочна струја – се користат за средни и за големи моќности. Според начинот на возбуждавање на намотката, тие се управувани по напон на ротаторот, по струјата на возбуждавање или со сериска возбуда.



Сл. 3 - Електрични серво-мотори - еднонасочен со шема (а) и наизменичен (б)

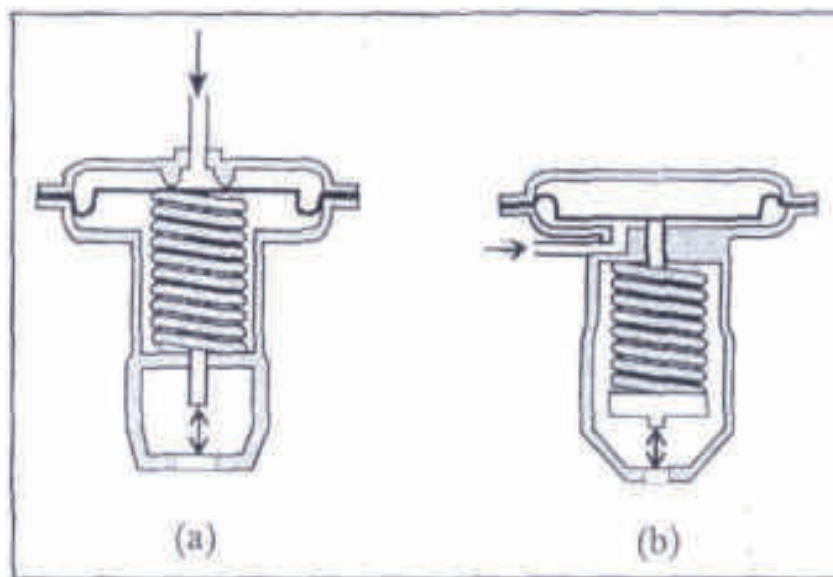
Б) Серво-мотори на наизменична струја – се применуваат двофазни мотори, за мали и за многу мали моќности, поради малата инерција. Моторот има две намотки на статорот (1) и (2) кои се под прав агол и ротор (3). Вртливото магнетно поле се создава со возбуда на намотите со еднакви наизменични напони кои се фазно поместени за 180° , тоа предизвикува вртлив момент и дејство на моторот врз објектот на управување. Тие имаат линеарна статичка карактеристика.

2. Хидраулички серво-мотори

Овие мотори имаат изведба на клипни мотори со вентилски распоредник и со движење на клипот кое е транслаторно или ротационо. Се напојуваат од пумпи и користат масло како погонски флуид. Основната функција на распоредникот (1) кај двата мотора е при поместување на клипницата нагоре, да ги отвори окната и да го пропушти маслото кон работниот цилиндер (6) со клип (7). Поради настанатата разлика на притисоци $P_2 - P_1$, клипот ќе се придвижи надолу (кај првиот мотор), односно ротационо (кај вториот мотор)

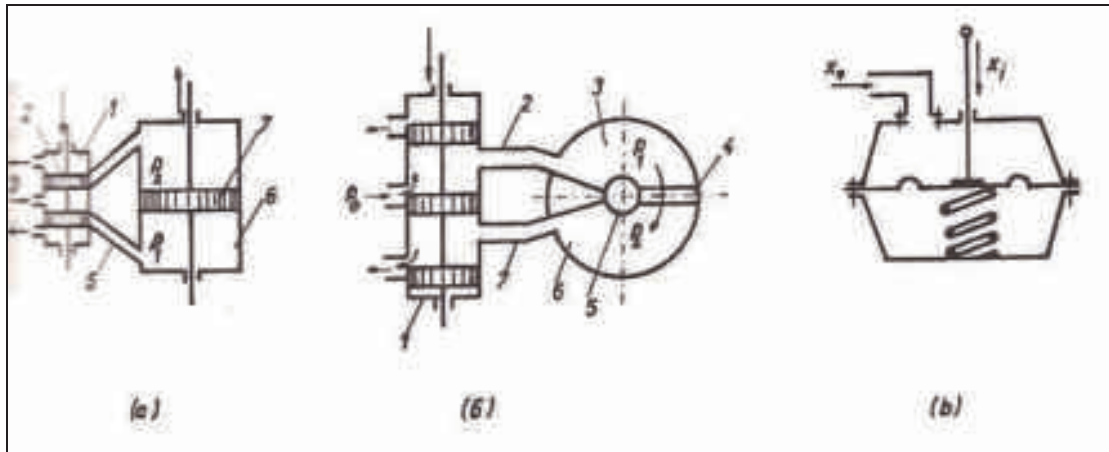
3. Пневматски серво-мотори

Овие мотори се изведени како пневматски мембрански мотори кои овозможуваат интензивно дејство на регулаторот врз објектот, под услов притисокот врз мембраната да биде доволно силен. Излезното дејство на моторот е транслаторно, бидејќи пружината се спротивставува на притисокот врз мембраната.



Сл. 4 - Пневматски серво-мотор со а) директно и б) инверзно дејство

Хидрауличните и пневматските серво-мотори имаат големи активни моменти и висока прецизност, поради што широко се користат во хемиската органска индустрија и секаде каде има запаливи материјали.



Сл. 5 - Хидраулички транслаторен (а), ротационен (б) и пневматски (в) серво-мотори



Сл. 6 - Серво-мотор АС



Сл. 7 - Серво-мотор – Драјвер



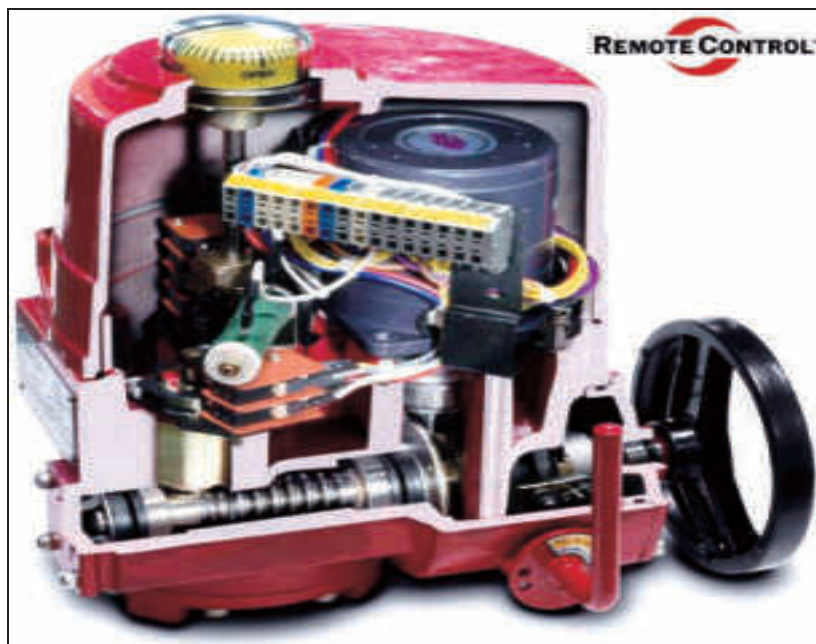
Сл. 8 - Индустриски серво-мотор

6.4. ЕЛЕКТРИЧНИ РЕЛЕИ, СОЛЕНОИДИ И ГРЕЈАЧИ

1. Електрични актуатори

Освен електричните сервомотори и регулациските вентили со електромотори, и овие уреди користат електричен извор на енергија за извршување на регулациската акција. Тие можат да бидат управувани преку регулатори, процесни компјутери или логички контролори за да го извршат своето дејство врз објектот на регулација. Релеите и контакторите често пати се поставуваат помеѓу компјутерите и процесот, за да управуваат со извршните органи со голема моќност.

Нивниот избор и одржувањето на нивната работа се многу важни за квалитетот на управувањето со технолошките процеси и постројки.

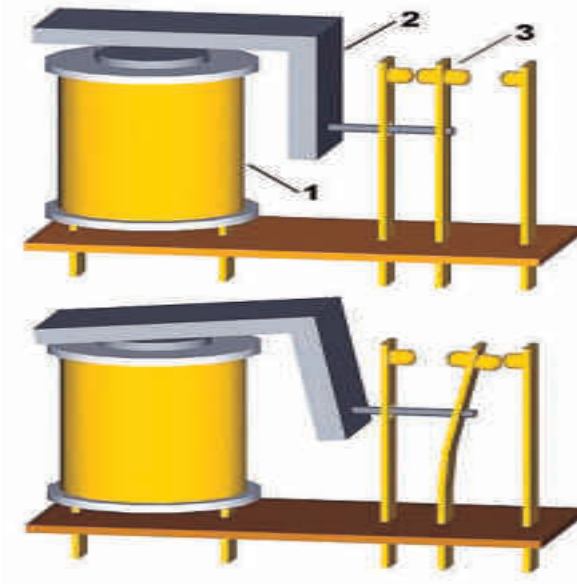


Сл. 9 - Електричен актуатор

2. Релеи

А) Електромагнетни релеи – уреди кои содржат електромагнет за затворање или за отворање на контактите на преклопката. Кога калемот ќе добие напон (а) ја повлекува арматурата, при што контактот на релејот минува од нормално затворен (NC) во нормално отворен (NO). Тие се прикажани шематски во бесконтактна состојба (б) и со скалест дијаграм (в), сл. 11. Особините на овие релеи се напонот, отпорноста и максималната струја на вклучување на контактите.

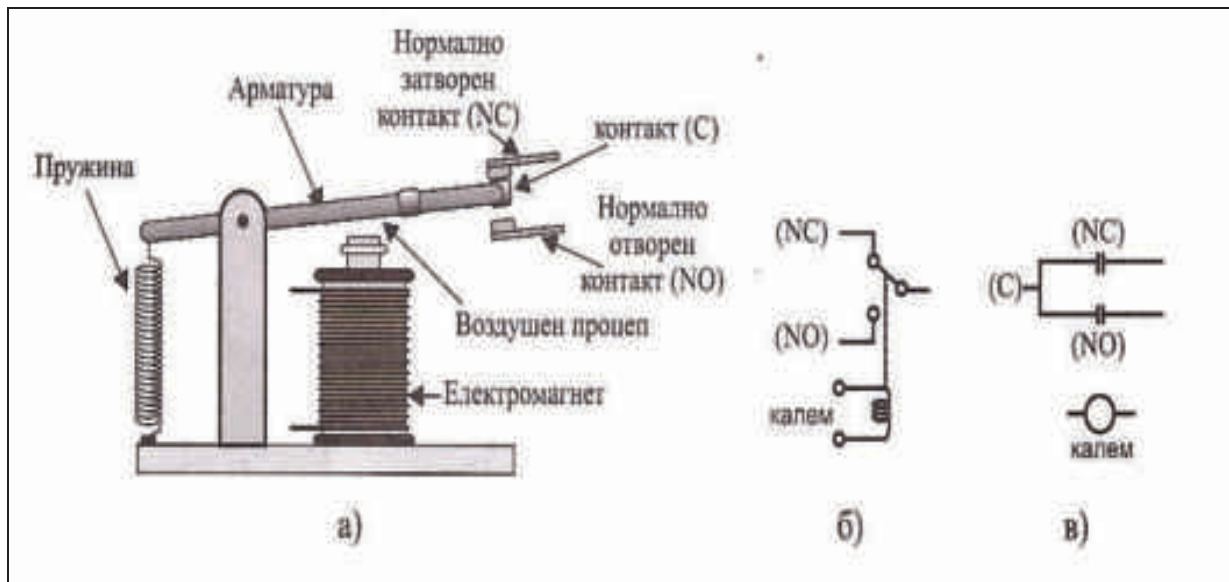
Електромагнетот обично се состои од многубројни навои (намотувања) од бакарна жица на железно јадро. Кога струјата тече низ жицата (примарно струјно коло), околу електромагнетот се создава магнетно поле кое го привлекува железната котва (клип). Железниот клип на себе носи електрични контакти, кои го отвараат или затвараат секундарното коло (струен круг).



Сл. 10 - Принцип на работа на релеј
1-електромагнет; 2-котва; 3-контакти

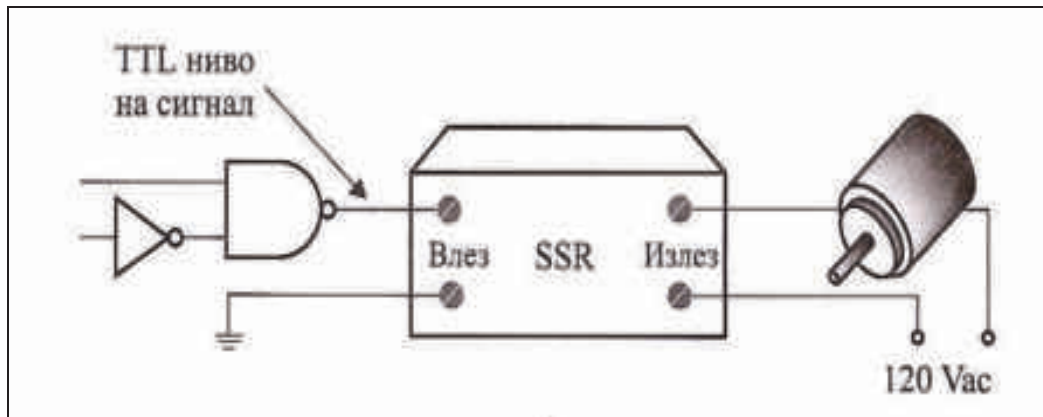
Во горниот дел од сликата релејот е исклучено. Контактите се подалеку од електромагнетот и се отворени. Во долниот дел од сликата релејот е вклучено, котвата го поместува средниот контакт, кој воспоставува врска со десниот контакт. Десниот пар на контакти е нормално отворен.

Релеите се користат во најразлични облици и места за приклучување, од дигитални логички кола до контактори во моќни машини. Тие се трошат после одреден период и треба да се заменуваат.

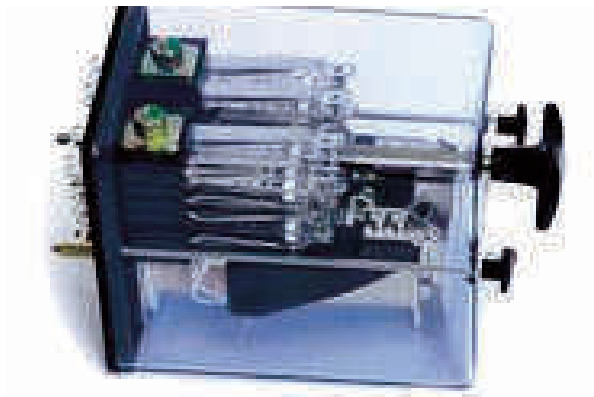


Сл. 11 – Електромагнетен релеј

Б) Електронски релеи – се чисто електронски елементи кои имаат по два влезни приклучоци наместо калем и излезни приклучоци наместо контакти. Тие немаат подвижни делови, но можно е да грешат и да се трошат поради пробивање, па затоа имаат ограничена примена.



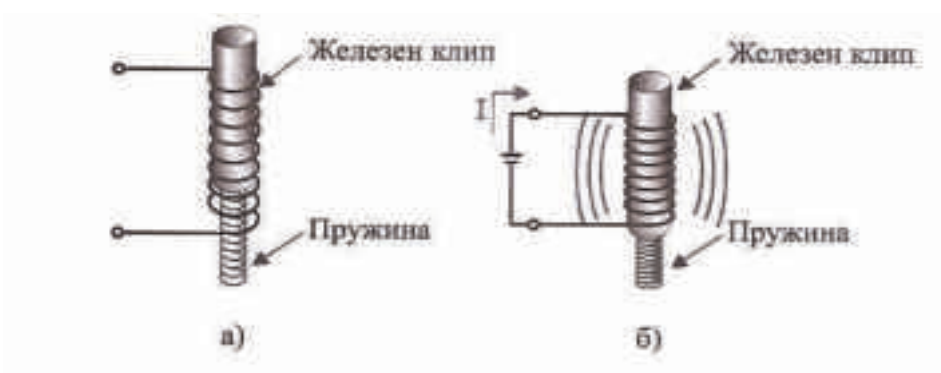
Сл. 12 – Електронски релеј



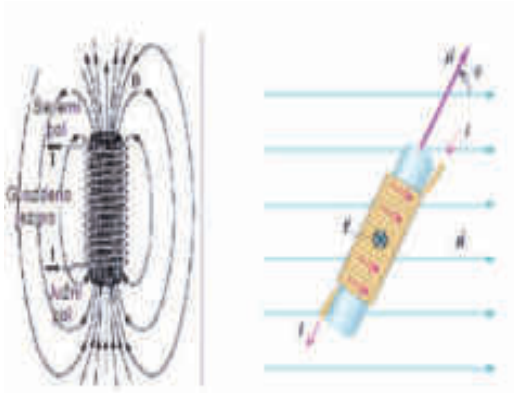
Сл. 13 - Сигурносен микро релеј



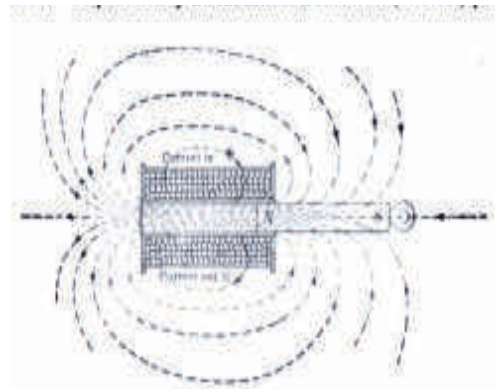
Сл. 14 - Временски релеј



Сл. 15 – Соленоиди



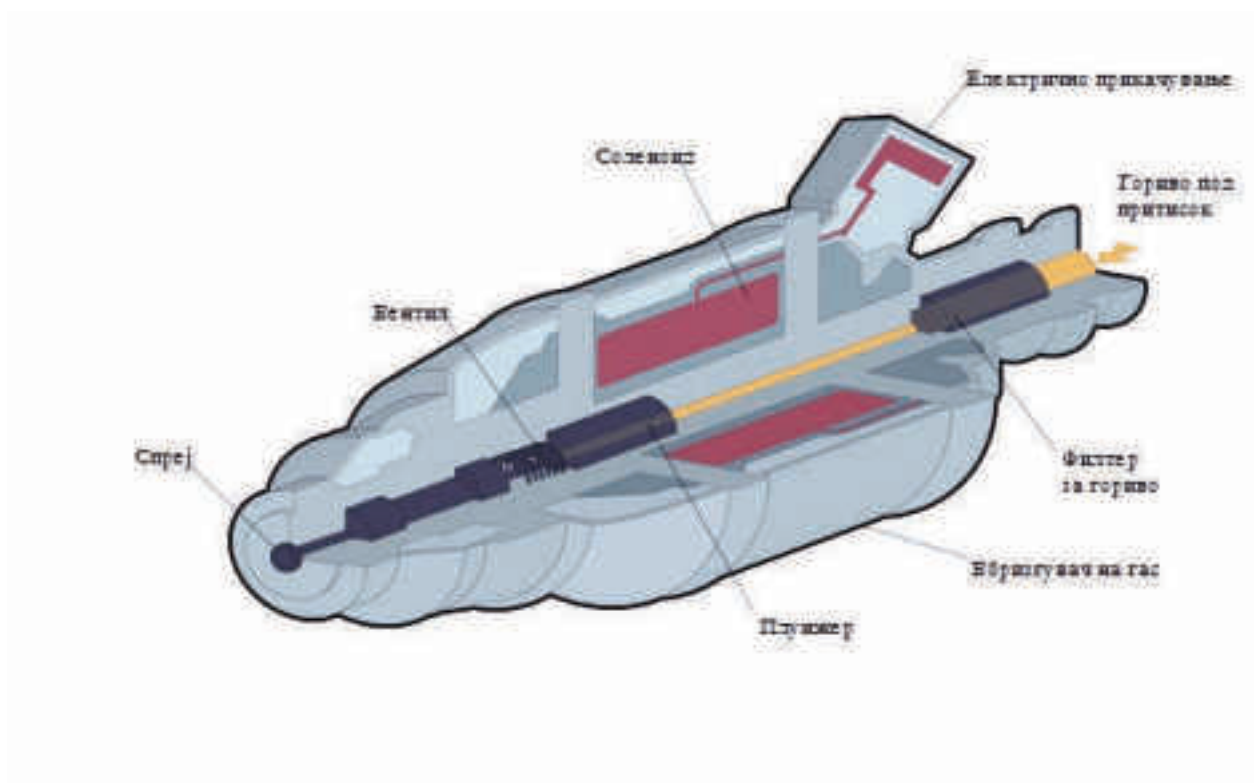
Сл. 16 - Магнетен актуатор



Сл. 17 - Магнетно поле

3. Соленоиди

Соленоидите ја претвораат електричната енергија во ограничено механичко движење. Се состојат од железна котва, навој и пружина. Имаат примена кај брави, електровентили, разни машини и други уреди за on – off регулирање.



Сл. 18 - Линеарен соленоид



Сл. 19 - Соленоид



Сл. 20 - Ротационен соленоид

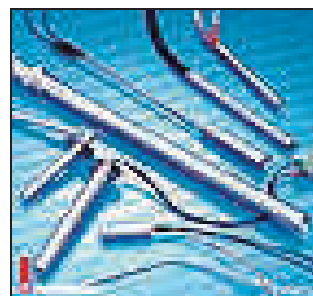
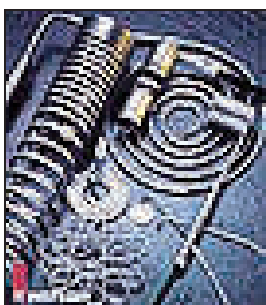
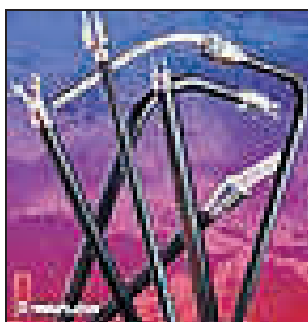
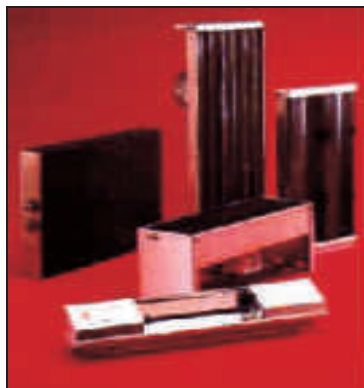


Сл. 21 – Електромеханички актуатор

4. Грејачи

Како извршни органи во состав на системите на управување се користат различни типови електрични грејачи, кои се монтираат во внатрешноста на сушарите, печките, колоните, екструдерите, реакторите и др. уреди. Работат под напон од 220 V, на наизменична струја и имаат висока моќност.

Изработени се од спроводници од Cu, Ni, Cr и од различни челици, со спирална, цилиндрична или друга форма. Грејачите се заштитени со челик или огноотпорни материјали и издржливи се на многу влијанија (влага, корозија, топлина и хемикалии).



Сл. 22 – Електрични грејачи

Прашања и задачи:

1. Наведи ги предностите на електричните серво-мотори на еднонасочна и на наизменична струја!
2. Објасни како настанува вртливото магнетно поле во серво-моторите на наизменична струја, кое предизвикува вртлив момент.
3. Во кој момент клипот на хидрауличниот серво-мотор ќе се придвижи (надолу, односно ротационо) и ќе изврши работно дејство?
4. Опиши ја функцијата на пневматските мембрански мотори!
5. Каква улога имаат електричните актуатори – релеите и контакторите во САУ.
6. На кој начин контактот на релејот ќе премине од нормално затворен (NC) во нормално отворен (NO).
7. Каква функција извршува електронскиот релеј, а каква соленоидот во автоматското управување?
8. Од што се изработени електричните грејачи и на какви влијанија тие треба да бидат издржливи?

Резиме:

Извршните органи во САУ се посебни уреди што го реализираат управувачкото дејство на регулаторот. Својствата на извршните органи се коефициент на засилување, бројот на вртежите, да бидат статички линеарни и со ниска инертност. Регулациските вентили го менуваат протекот на флуидите и влијаат на текот на процесот. Пневматските регулациски вентили со мембрана и затворац се директни или инверзни. Електромоторниот регулациски вентил се управува по протекот на флуидот и по позицијата на вентилот. Електрични серво-мотори и актуаторите лесно се вклучуваат, брзо и ефикасно дејствуваат на еднонасочна струја и на наизменична струја, како двофазни мотори. Хидрауличките серво-мотори користат масло како погон во работниот цилиндер. Пневматските серво-мотори дејствуваат со притисок на воздух врз мембраната.

Електричните актуатори управувани преку регулатори содржат електромагнет за затворање и за отворање електромагнетни релеи. Се користат од дигитални логички кола до контактори во моќни машини. Електронските релеи, соленоидите за механичко движење и електричните грејачи работат на наизменична струја и имаат висока моќност.

VII ПРОГРАМАБИЛНИ ЛОГИЧКИ КОНТРОЛЕРИ (PLC)

Наставни цели:

Ученикот:

- го сфаќа значењето на програмираните логички контролери во управувањето со процесите
- ја опишува конструкцијата на PLC
- ја објаснува функцијата на PLC
- ја истакнува важноста од примената на PLC во производствените погони
- ги набројува основните типови PLC

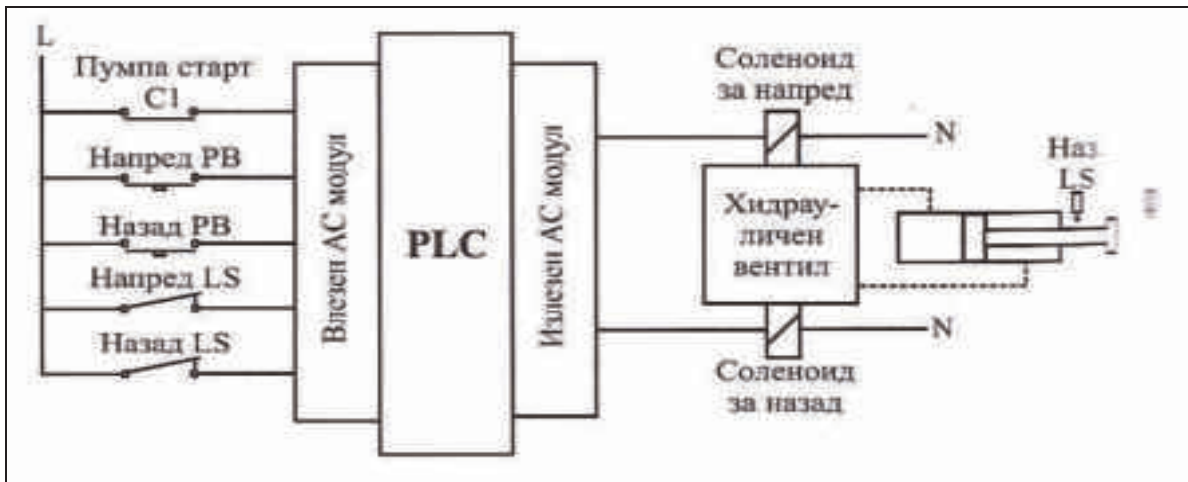
7.1. ЗНАЧЕЊЕ НА PLC ВО ИНДУСТРИЈАТА

За да се зголеми ефективноста во управувањето со процесите и со постројките во индустриските погони, веќе неколку децении се користат компјутерски управувачи, наречени програмабилни логички контролери (PLC). Тие предизвикале револуција во управувањето со процесите, бидејќи ја комбинираат моќноста на компјутерите и огромната флексибилност. Создадени се по нарачка на General motors за примена на компјутери наместо релејното секвенцијално управување во погоните за производство на автомобили.

Компјутерите, наречени **централен процесор**, се дизајнирани за работа во индустриски услови и поврзани со процесите преку шини со рамки, во кои се вметнати влезни и излезни картички (модули). Постоеле четири почетни типа модули:

- DC дигитални влезни модули
- DC дигитални излезни модули
- AC дигитални влезни модули
- AC дигитални излезни модули

Нивниот програмски јазик се заснова на дијаграмите на релејните шеми, со влезови претставени како релејни контакти и со излези претставени како намотки на релеите. На пример, движењето на еден хидрауличен цилиндер напред-назад се остварува со две копчиња.



Сл. 1 – Управување на хидрауличен цилиндер со PLC

Бидејќи секвенцијалните процеси користеле секвенцијални и прекинувачки шеми, PLC лесно ги замениле релеите и контакторите во овие процеси. Исто така, контролерите се користат во процеси на пакување и на обработка на материјали, во механички управувачки апликации со прекинување и алармирање, како и во управување со аналогни величини по многу закони од типот на PID, па до фази-логичко управување.

PLC поединечно имаат едноставни пресметки, но во процесите тие се многу сложени. Тие содржат прекинувачи, релејни контакти и вентили, кои во логичките кола се бинарни и функционираат по методот on – off (0 за отворен контакт и 1 за затворен контакт).

7.2. ПРИНЦИП НА ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА PLC

1. Основи на PLC

Програмабилните логички контролери се микропроцесори, кои извршуваат логички операции. При секвенцијално управување тие даваат излезен on – off сигнал и вклучуваат електрични мотори, соленоиди, фенови, грејачи, прекинувачи на светлина и др. PLC може да вршат различни операции како броење, временски доцнења, аритметички пресметки, управување со аналогни влезни и излезни сигнали и да заменат PID регулатори.

2. Основни својства на PLC

- Контролерите се издржливи и дизајнирани да поднесуваат вибрации, температурни промени, влага и шум.
- Врските меѓу влезот и излезот се реализирани внатре во управувачот.
- Тие се лесно програмабилни и имаат софтверска поддршка за логички искази за управување.

PLC се водени од настани, не од меморирани информации и во почетокот биле замена за релејните шеми. Со развојот на електронските компоненти и на микропроцесорите, тие станале моќни управувачки уреди. Нивниот капацитет е зголемен, помалите единици имаат улога на секвенцијални управувачи, а поголемите вршат аналогно управување.

3. Поделба на PLC

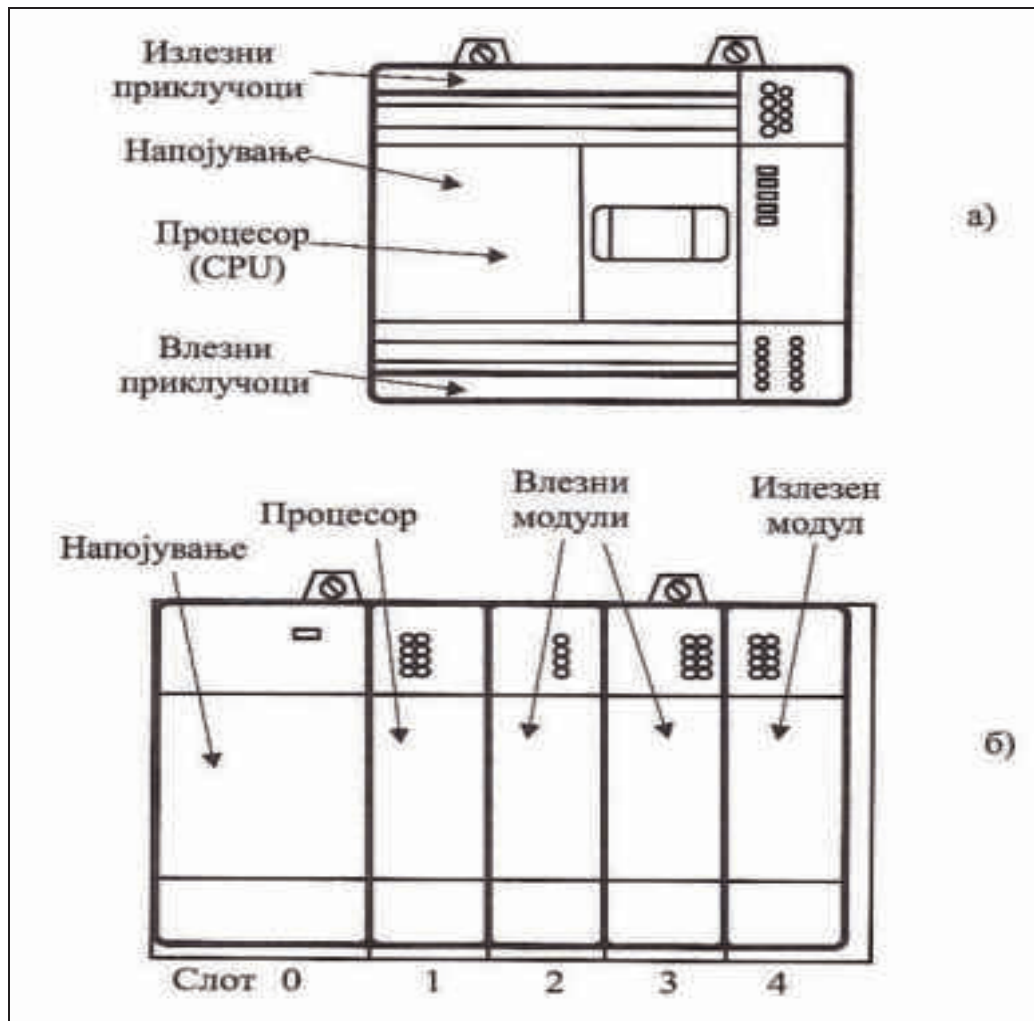
Постојат PLC системи од три големини, според бројот на влезови и излези и според меморискиот простор:

- а) Мали системи
- б) Средни системи
- в) Големи системи
- г) Индустриски компјутери

Изборот на соодветен PLC систем е според потребите на процесот, при што компактните PLC системи се за мали апликации, а модуларните за сложени процеси и апликации. Нивната модуларност се добива со внесување надворешни модули или електронски картички – со 8, 16 или со 32 влезови/ излези.

Работата и носењето на одлуки кај PLC системите е во реално време кон промените во околината. Тие се поврзуваат со конзоли или со лаптопи, се програмираат и потоа работат самостојно. За разлика од PC компјутерите, контролерите може да се користат во погоните без дополнителна адаптација, ги издржуваат тешките работни услови и однапред имаат определен одговор што да се прави следно.

Програмата е сместена во RAM или EPROM единици и содржи оперативен систем во ROM – меморијата. На нив не дејствуваат индукцијата или топлината.



Сл. 2 – Модуларен и компактен PLC систем

Прашања и задачи:

1. Што се програмабилни логички контролери (PLC) и каков вид револуција тие предизвикале во управувањето со процесите?
2. Како е позициониран централниот процесор на PLC и колку излезни картички (модули) тој може да има?
3. Образложи зошто PLC лесно ги замениле релеите и контакторите во секвенцијалните процеси, како што се пакување и обработка на материјалите?

4. Наведи ги различните операции што PLC ги вршат, покрај основната - да вклучуваат електрични мотори, соленоиди, грејачи и други уреди?
5. Опиши ги основните својства на PLC и објасни зашто се издржливи на вибрации, температурни промени, влага и на шум?
6. Каква софтверска поддршка и какви информации користат микропроцесорите на PLC?
7. Колку видови PLC-системи постојат според бројот на влезови и излези и според меморијата?
8. Објасни зошто PLC-системите, за разлика од PC компјутерите, може да се користат во погоните без дополнителна адаптација,



Сл. 3 – Модуларен и компактен PLC систем

7.3. ПРЕДНОСТИ И ДИЗАЈН НА PLC

Процедурата на пуштање на секој управувачки систем опфаќа 5 фази:

I Фаза - проектирање

Се проучува постројката и се донесува управувачка стратегија. При конвенционалниот систем на управување одлуките се носат пред конструирањето. Ако се управува со PLC, се определуваат само големината на машината и бројот на влезно-излезни модули.

II Фаза – конструкција

За разлика од конвенционалниот систем, кој еднаш и долго се конструира, PLC-системите се комбинираат од стандардни елементи. Во оваа фаза се пишува софтверот за управување.

III Фаза - инсталација

Оваа фаза е бавна и скапа, при што се монтираат сензори, актуатори, прекинувачи и операторски панели. PLC-системите користат сериски комуникациски врски, однапред одредени, може да ја упростат оваа фаза. Тогаш се пишува и програмата на PLC.

IV Фаза – пуштање во работа

Бидејќи секое пуштање погон во работа носи непознати моменти, PLC системите и овде се во предност. Промените во конвенционалните системи за управување долго и скапо се испитуваат, а кај PLC системите се заштедува на меморија, влезни/излезни модули и кабли. Сите измени при пуштање на постројката се бележат во програмата на PLC.

V Фаза- одржување

Во текот на целиот работен период се случуваат грешки во работењето и постои тежнеење тие да се намалат, а со тоа и застоите на постројката. Исто така, постројките се подложни на усовршувања, кои значат и мали промени во софтверот на PLC.

PLC се флексибилни за хардверската структура, лесни за одржување и за поврзување и отпорни за работа во индустриски услови.

7.4. ОСНОВНА СТРУКТУРА НА PLC

Основната структура на PLC е слична како и кај другите компјутерски управувачки системи, што значи дека **централната процесорска единица (CPU)** преку три магистрала е поврзана со мемориските делови и со **влезно/излезната единица**, која преку влезно/излезна магистрала е поврзана со влезните и со излезните канали за размена на информации од и кон процесот што се управува.

1. Централна процесорска единица (CPU)

Процесорот користи посебен регистар на резултати од инструкциите или мемориски регистер доделен на излезите. Таа обично системски, според програма комуницира со влезно-излезната единица. Секое PLC има влезно/излезни модули на разни нивоа и лесно се поврзува со стотици линии.

2. Влезно-излезни единици

Тие овозможуваат обработка на сигналите и на нив директно се поврзуваат сензори и актуатори. Влезните напони се од 5 V и 24 V DC и 220 V AC, а излезните напони се од 24 V DC и 24 V и 240 V AC. Излезите се од релеен, транзисторски или тријак тип.

Релеите го изолираат PLC од надворешните кола и се користат и за AC и за DC прекинувачи. Транзисторите само со DC прекинувачи ја пренасочуваат струјата низ надворешното коло. Излезите со тријак се користат за управување со надворешни оптоварувања, кои се напојуваат од AC извор на струја.

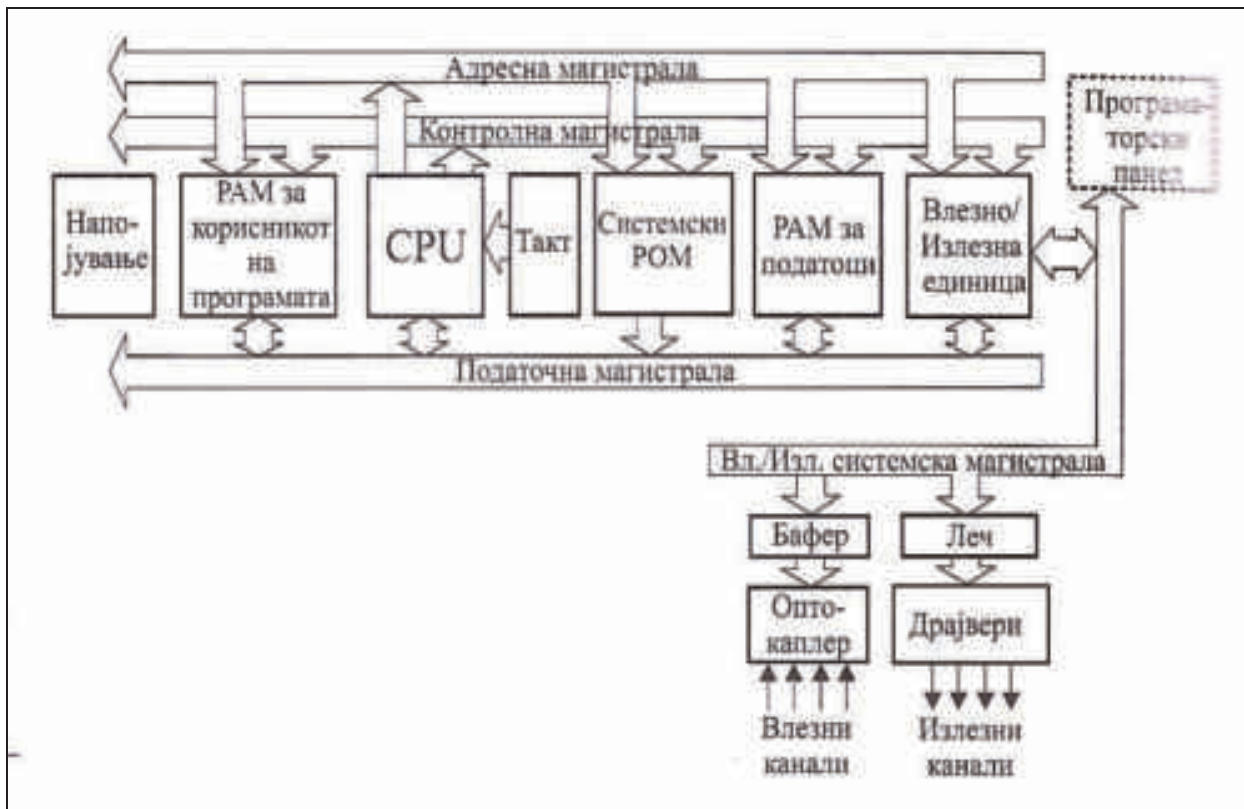
3. Специјализирани модули

Овие модули спаѓаат во т.н. умни (smart) модули и содржат свои микропроцесори. Дизајнирани се за извршување одредени функции и може да бидат BASIC модули, комуникациски модули, далечински I/O супскенери, RTD влезни модули (за температурни отпорни сензори), термопар / mV влезни и др. Новите модули на Siemens, на пример, се модули за фази-логичко управување.

4. Комуникациски модули

Постојат две класи модули:

- ASCII I / O модули за поврзување читачи на бар-кодови, мерачи, принтери и терминали. Се користат поретко.
- RS – 232 C интерфејсни модули се вградени во PLC и ги поврзуваат со модеми, било за телефонска линија или за безжична врска. Телефонската врска овозможува испитување на скалестите програми во оддалечени PLC, со кои денес операторите управуваат постројки од далечина (нафтени, гасни, за отпадни води и хемикалии). Далечинското управување значи можност за заштеда при промени во програмата или појава на проблеми.



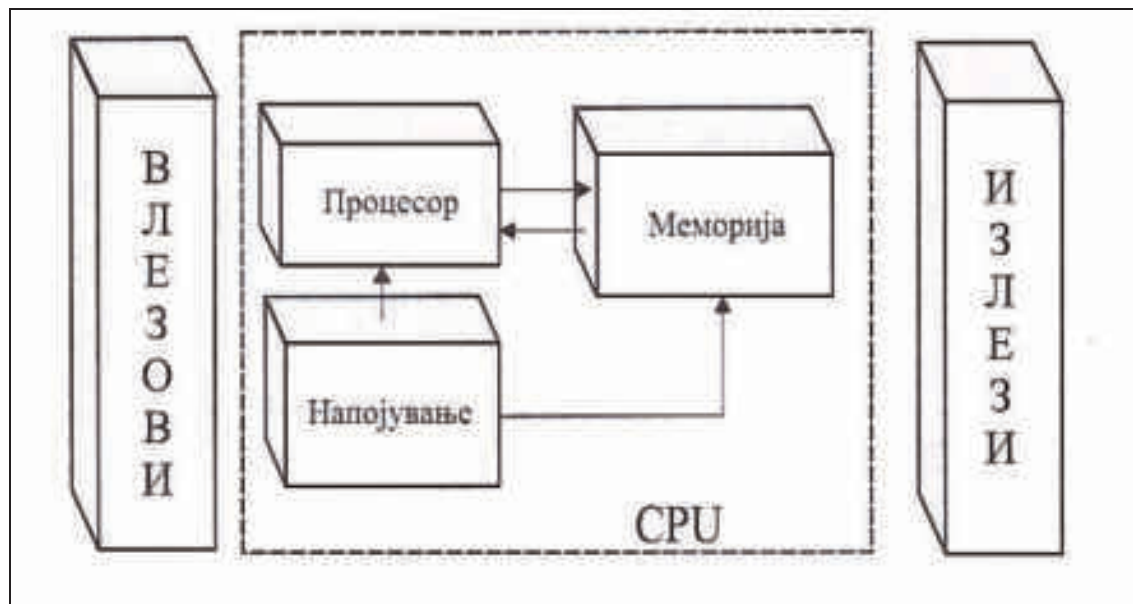
Сл. 4 – Структура на PLC

5. Влезно-излезни модули

Овие модули му овозможуваат на логичкиот контролер да извршува програмирани задачи. Тие претставуваат интерфејс – физичка врска меѓу централната процесорска единица, давачите и извршните елементи, кои даваат и примаат сигнали. По природа, тие може да бидат:

а) Дигитални модули – во почеток биле единствени во примена, но кај современите контролери се опфатени и аналогните. Дигиталните модули даваат информации од типот вклучено/исклучено за физички величини (позиција, движење, ниво, температура, притисок, струја и др.) од текот на процесот. Врз база на овие податоци, CPU издава команди за управување.

б) Аналогни модули – служат за внесување и изнесување аналогни сигнали во PLC, со тоа што влезните модули содржат А/Д конвертори, а излезните модули Д/А конвертори на сигналите.



Сл. 5 – Структура на PLC и влезно-излезни уреди

Прашања и задачи:

1. Колку фази опфаќа процедурата на пуштање на секој управувачки систем?
2. Каква функција вршат дигиталните и аналогните влезно-излезни модули во структурата на логичкиот контролер?
3. Опиши како се одвиваат фазите на проектирање и на конструкција на PLC-системите!
4. Како се однесуваат PLC-системите кога при пуштање на погонот во работа ќе настанат непознати моменти и ќе се направат измени во постројката?
5. Објасни со кои единици централната процесорска единица (CPU) е поврзана преку трите адресни магистрала во структура на PLC?
6. Каква е улогата на влезно-излезната единица, која преку магистрала е поврзана со влезните и со излезните канали на PLC?
7. Опиши ја задачата на влезните и на излезните од релеен, транзисторски или тријак тип во структурата на PLC!
8. Кои специјализирани модули што се вградени во PLC најчесто се користат за извршување одредени функции?

Резиме:

Ефективноста во управувањето со процесите се зголеми со примената на програмабилните логички контролери (PLC). Тие се состојат од централен процесор, поврзани се со процесите преку шини со рамки, со влезни и излезни картички (модули). Влезовите се релејни контакти и излезите се намотки на релеите. PLC лесно ги замениле релеите и контакторите во процеси на пакување и на обработка на материјали, во апликации со прекинување и алармирање и др.

PLC – ата се микропроцесори, кои извршуваат логички операции. Тие се издржливи, лесно програмабилни и постојат PLC кои се мали, средни, големи системи и индустриски компјутери. Нивната модуларност се добива со внесување надворешни модули. PLC се програмираат и потоа работат самостојно во погоните без дополнителна адаптација. Постојат 5 фази на нивно воспоставување – проектирање, конструкција, инсталација, пуштање во работа и одржување.

Структурата на PLC се состои од централна процесорска единица (CPU), која е поврзана со мемориските делови и со влезно-излезната единица. Оваа единица е поврзана со влезните и со излезните канали за информации од и кон процесот. Централната процесорска единица комуницира со влезно-излезната единица, која служи за обработка на сигналите и на која директно се поврзуваат сензори и актуатори (од релеен, транзисторски или од тријак тип).

Специјализираните модули, кои содржат свои микропроцесори, може да бидат BASIC модули, комуникациски модули, далечински I/O супскенери, RTD влезни модули и др. Комуникациските модули од типот ASCII I / O служат за поврзување на читачи, а RS – 232 C интерфејсните модули ги поврзуваат PLC со модеми, преку кои тие управуваат со постројки од далечина.

Влезно-излезните модули претставуваат интерфејс меѓу централната процесорска единица, давачите и извршните елементи, кои даваат и примаат сигнали. Тие може да бидат дигитални модули за информации од типот вклучено-исклучено или аналогни модули за аналогни сигнали.

ИЗБОРЕН ДЕЛ

I ПНЕВМАТСКИ И ХИДРАУЛИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ И СИСТЕМИ

Наставни цели:

Ученикот:

- ги толкува стандардизираните ознаки на хидрауличките и пневматските елементи;
- ги опишува пневматските и хидрауличките елементи и склопови;
- ја објаснува функцијата на пневматските и хидрауличките елементи и склопови и нивната примена;
- чита и анализира хидро-пневматски шеми

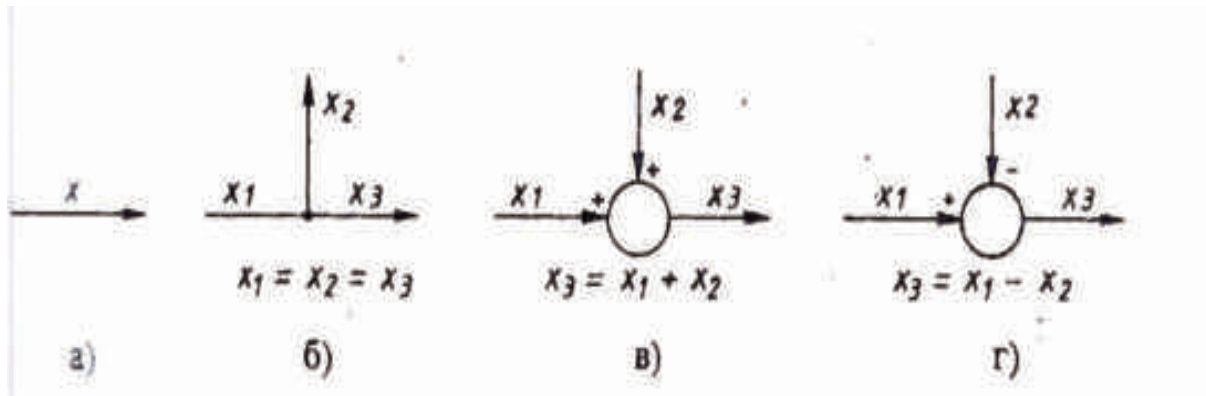
1.1. СИМБОЛИ И ОЗНАКИ ВО СИСТЕМИТЕ НА АВТОМАТСКА РЕГУЛАЦИЈА

Во теоријата и праксата во системите на автоматска регулација, се користат посебни **симболи и ознаки**, за претставување и означување на мерно-регулациските уреди. Најчесто за нивно претставување се користат **блок-дијаграми**. Во овие блок-дијаграми, секој елемент во системот се претставува со помош на **правоаголници**, кои имаат најмалку еден влез и еден излез, а се спојуваат меѓусебно во зависност од функцијата. Постојат и посебни правила кои се нарекуваат **алгебра на блок-дијаграмите**.

За оваа алгебра важат неколку правила (слика 1):

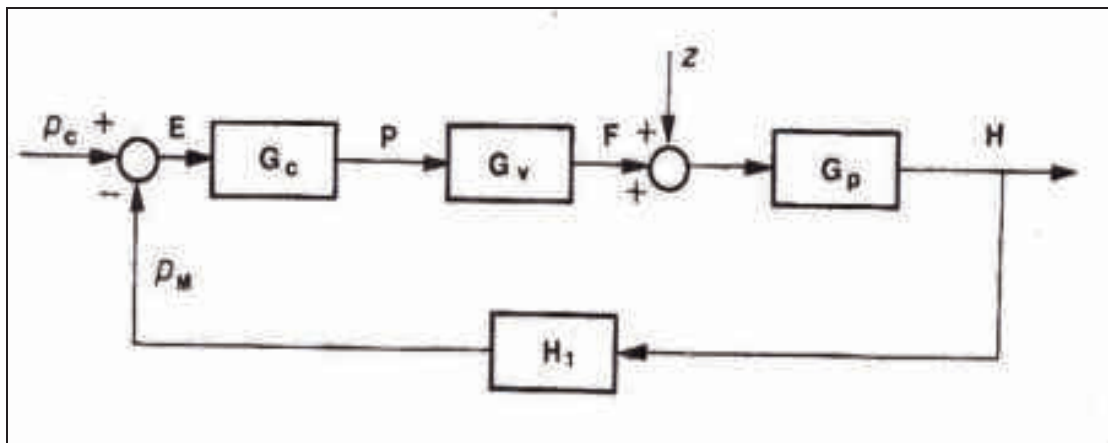
- во блок-дијаграмите тековите на сигналите се претставуваат со тенки полни линии со стрелка;
- точка на алгебарското собирање, претставува местото каде што два или повеќе влезни сигнали алгебарски се собираат и се означуваат со круг.

- точка на разгранување е местото каде што еден сигнал се разгранува на повеќе сигнали. Секој излезен сигнал од точката на разгранување е еднаков на влезниот сигнал;



Сл. 1 - Алгебра на блок-дијаграми

На сликата 2, прикажан е еден систем на автоматска регулација каде што се користени претходно наведените ознаки и симболи.



Сл. 2 - Блок-дијаграм на систем на автоматска регулација

Покрај ваков начин на претставување на системите на автоматска регулација, во проектната и техничката документација се користат посебни ознаки и симболи за означување и идентификација на мерно-регулациската опрема. За таа цел се користи систем на **графички симболи и систем на општи и специфични ознаки.**

Графичките симболи главно се користат за:

- означување на мерно-регулациската опрема и уреди и
- претставување на процесните постројки и уреди

Во соодветни табели прикажани се некои основни графички симболи на мерно-регулациска опрема.

Општите ознаки се составуваат од големи букви, кои имаат одредено значење кога се наоѓаат на некоја позиција во ознаката. Ознаката на знакот може да биде комбинирана од најмногу 4 букви. Тогаш една иста буква може да има повеќе значења, во зависност од тоа дали се наоѓа на прво, второ, трето или четврто место во општата ознака.

Првата буква во општата ознака има едно значење и со неа се дефинира и означува само една мерна променлива процесна големина. На пример ако првата буква во ознаката е Т – означува температура; Р – притисок; F – проток; L – ниво и т.н.

Втората, третата и четвртата буква најчесто ја означуваат и дефинираат функцијата која ја врши мерно-регулацискиот уред.

На пример, ако буквата Т се наоѓа на второ место, тогаш означува трансмитер:

ТТ – трансмитер на температура, РТ – трансмитер на притисок, FT – трансмитер на проток и т.н.

Ако на второ место се наоѓа R, означува пишувач, а буквата I означува индикатор (покажувач), на пример: TR – пишувач на температура, PR – пишувач на притисок, TI – индикатор на температура, PI – индикатор на притисок и т.н.

Пример: TIR – означува пишувач и индикатор на температура, PIR – пишувач и индикатор на притисок и т.н.

Буквата С на прво место означува спроводливост, а на второ, трето или четврто место означува регулатор, на пример: ТС – регулатор на температура, TICS – регулатор на температура со индикатор, TIRC – регулатор на температура со индикатор и со пишувач и т.н.

Специфичните ознаки составени се од арапски броеви, кои се пишуваат позади општата ознака, а од неа се одвоени со црта. Кога општата и специфичната ознака се впишуваат во графички симбол, тогаш во горниот дел се пишува општата ознака, а во долниот дел специфичната ознака, без црта за одвојување.

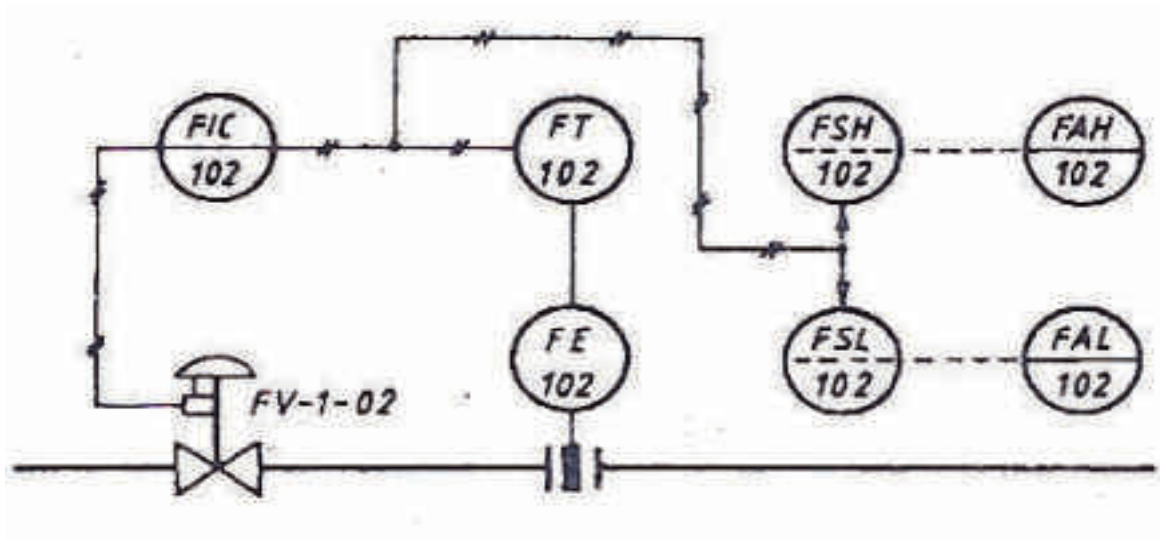
Специфичната ознака се состои од **четири бројни места** (00-00). Првите две места означуваат погон или секција, а вторите две места означуваат регулациско коло и број на инструментот во колото.

На пример: FRC-03-12 или FRC-0312

FRC – регулатор со пишуваач

03 – трет погон или секција

12 – прво регулациско коло инструмент два



Сл. 3 - Означување на мерно-регулациски уреди со помош на симболи, општи и специфични ознаки

Прашања и задачи:

1. Како се претставуваат и означуваат мерно-регулационите уреди во системите на автоматската регулација?
2. Каква намена имаат графичките симболи?
3. Објасни го значењето на буквите во општите ознаки!
4. Наведи примери за специфични ознаки и објасни ги!

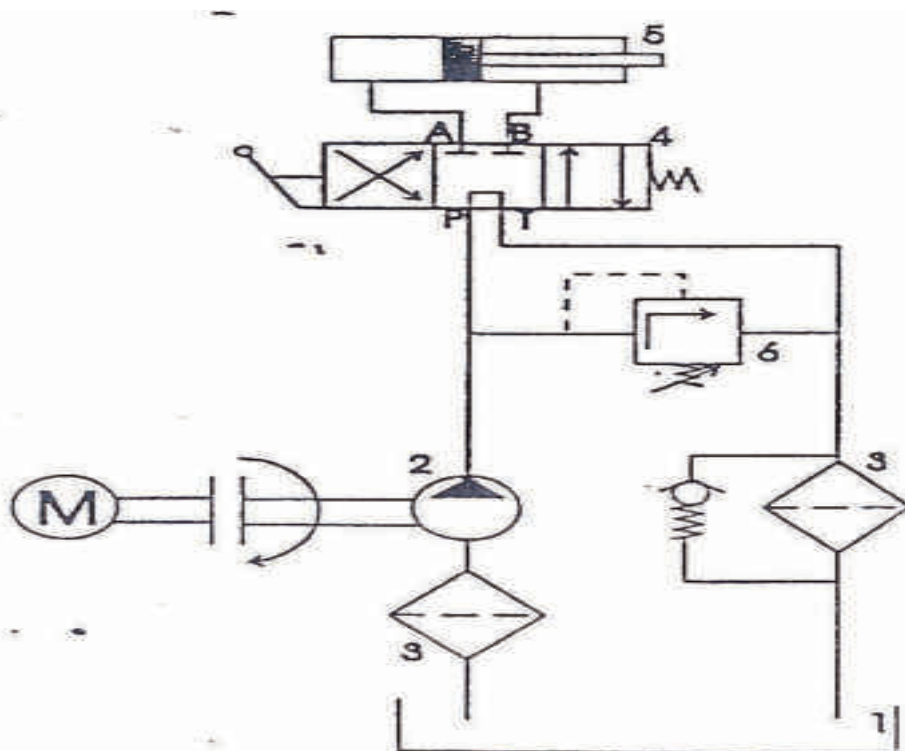
1.2. Хидрауличен систем

Хидрауличниот систем претставува збир на меѓусебно поврзани хидраулични елементи со цел вршење на некоја работа. Хидрауличните елементи служат за пренесување моќност, за погон на машините и за управување на машините и процесите. Хидрауличниот систем работи така што пумпата ја користи механичката енергија од погонскиот мотор и ја претвара во хидраулична енергија на работната течност (енергија на притисок и кинетичка енергија). Енергијата на работната течност, преку елементите на поврзување, управување и другите елементи од хидрауличниот систем, доаѓа до извршните уреди, каде што повторно се претвара во механичка работа.

Одредени хидраулични елементи, во шемата на хидрауличниот систем претставени се со симболи, меѓусебно поврзани со линии кои претставуваат водови. Всисните, повратните и преливните водови се прикажуваат со полни линии, а управувачките водови со испрекинати линии. Означувањето на приклучните отвори и начинот на активирање е стандардизиран. Од функционалната шема може да се види само врската и принципот на работа на одделните елементи, а не и нивната големина и конструкција.

На сликата 4 прикажан е едноставен хидрауличен систем.

1 – резервоар, 2 – пумпа, 3 – филтер, 4 – разводник, 5 – работен цилиндер со двострано дејство, 6 – сигурносен вентил

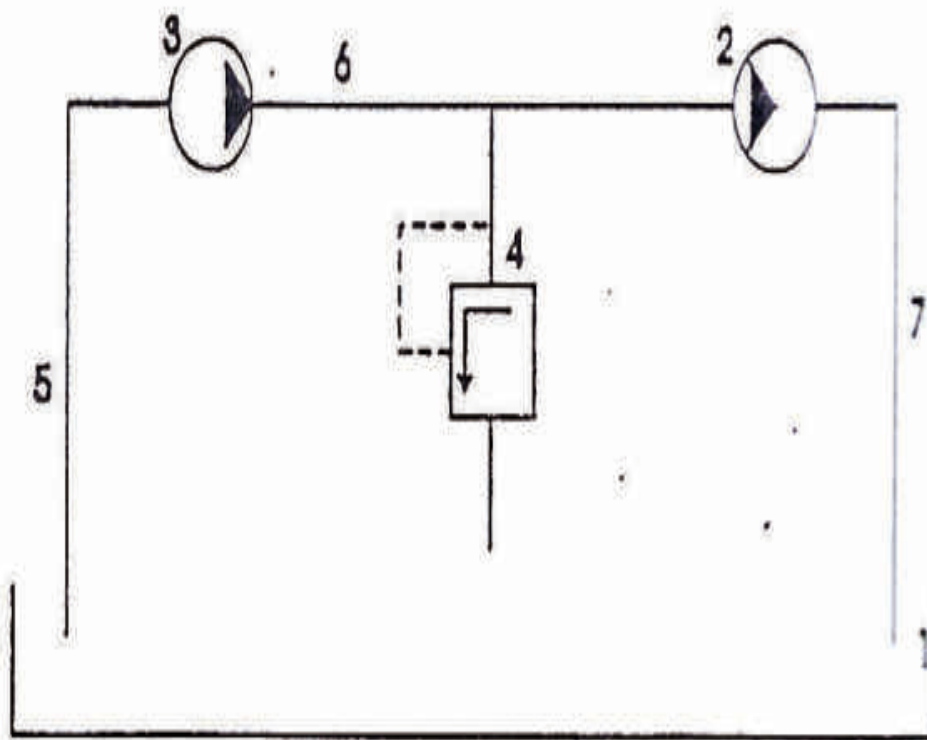


Сл. 4 - Едноставен хидрауличен систем

1.2.1. Отворен хидрауличен систем

Карактеристично кај отворениот хидрауличен систем е тоа што маслото од моторот не се враќа во пумпата туку во резервоарот. 1 – резервоар за масло, 2 – ротационен хидрауличен мотор, 3 – пумпа, 4 – сигурносен вентил, 5 – всисен вод, 6 – потисен вод, 7 – повратен вод

Маслото од резервоарот (1) и всисниот вод (5) се всисува од пумпата (3). Преку потисниот вод (6) маслото доаѓа во хидрауличниот мотор (2), а потоа преку водот (7) се враќа во резервоарот (1). Во текот на работата евентуално вишокот на масло, преку сигурносниот вентил (4) се доведува во резервоарот.



Сл. 5 - Отворен хидрауличен систем

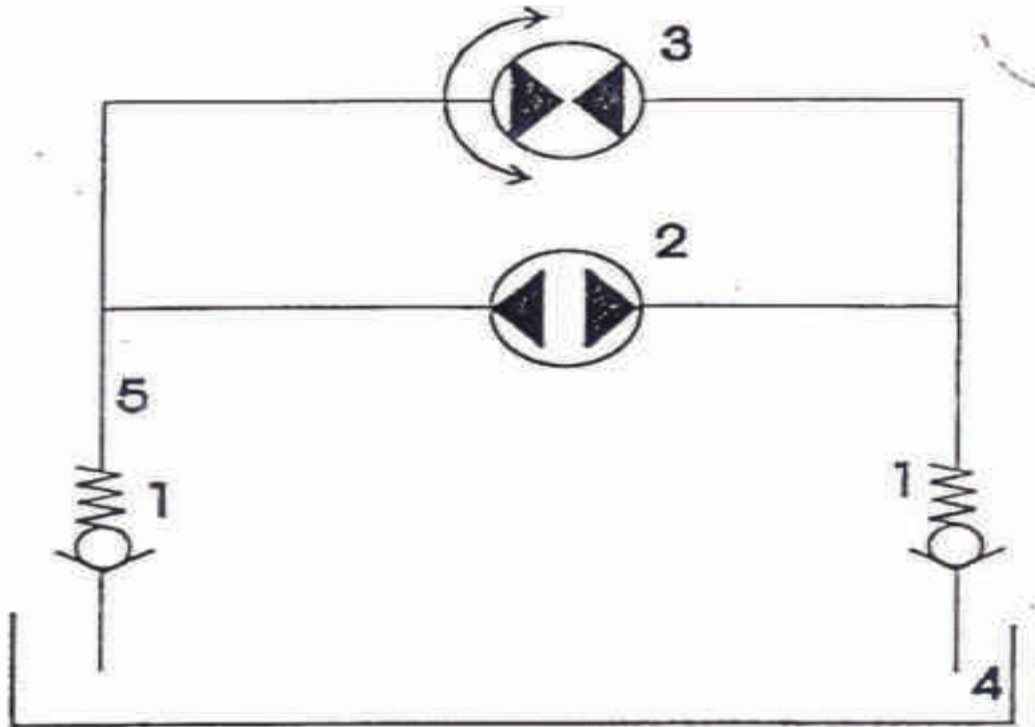
1. Затворен хидрауличен систем

За разлика од отворениот хидрауличен систем, каде што моторот врти само во една насока, овде моторот врти во две насоки, меѓутоа маслото во резервоарот не може да се лади. Во затворениот хидрауличен систем струи константна количина на масло, бидејќи проточниот губиток на масло се надокнадува од резервоарот.

На сликата 6 шематски е претставен затворен хидрауличен систем.

1 – неповратен вентил; 2 – пумпа; 3 – хидромотор; 4 – резервоар; 5 – всисен вод

Маслото всисано од резервоарот (4) преку неповратниот вентил (1), преку всисниот вод (5) и со пумпата (2) се потиснува во хидромоторот (3). Маслото кое излегува од моторот не се враќа во резервоарот (4), туку директно оди во пумпата (2). Тоа значи дека струјниот тек на маслото е затворен.

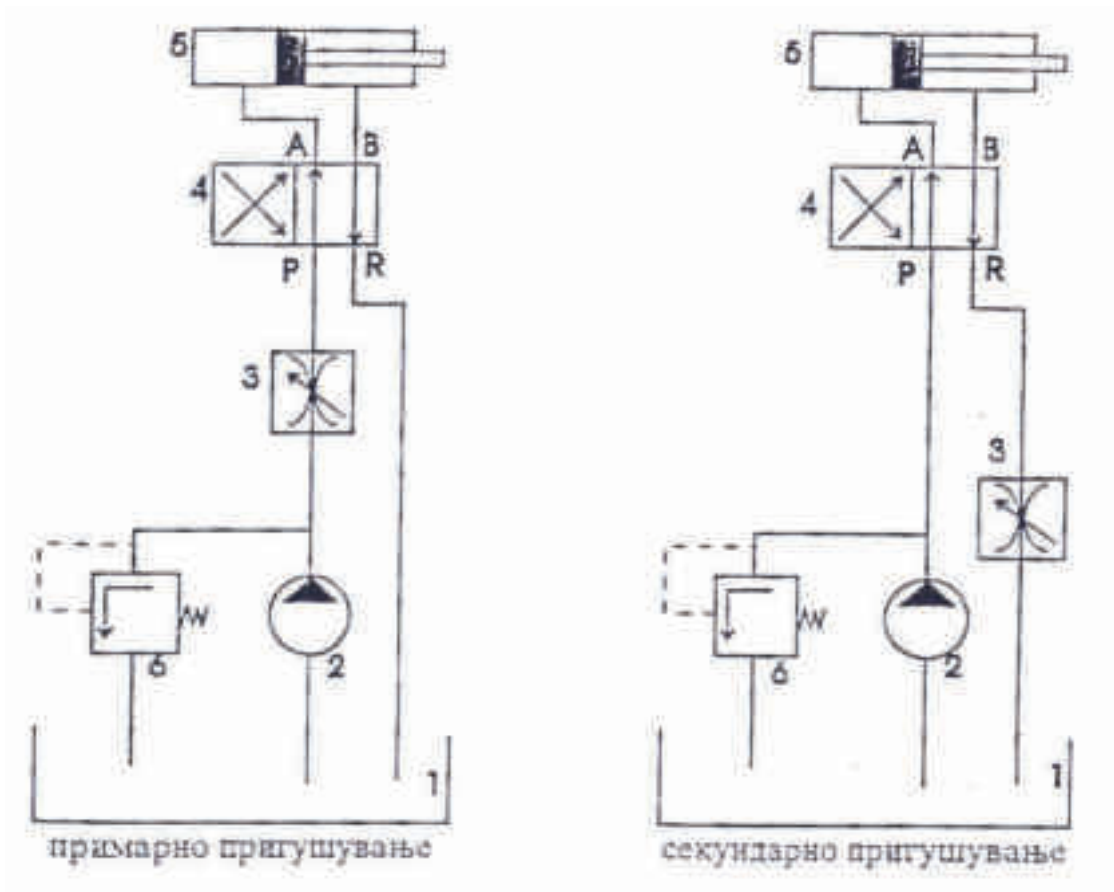


Сл. 6 - Затворен хидрауличен систем

Примери на регулација на брзина на извршните уреди во хидрауличен систем

а) Регулација на брзината на извршните уреди на хидраулични системи со пумпа со константен проток

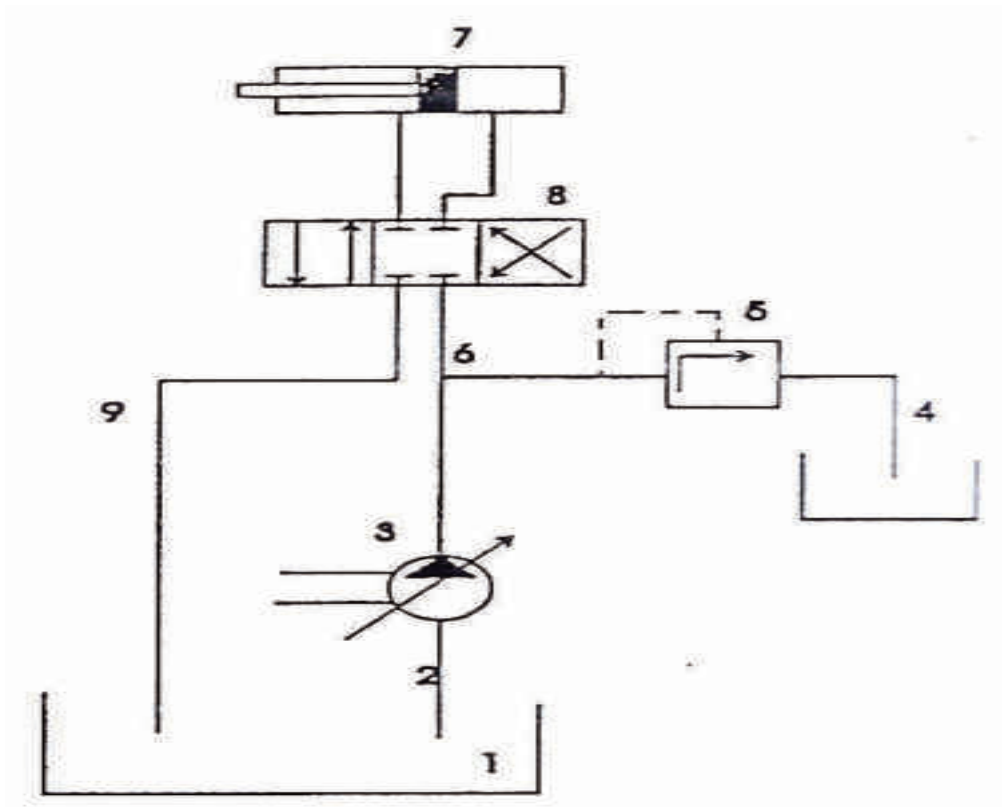
1 – резервоар, 2 – пумпа, 3 – пригушен вентил, 4 – разводник, 5 – работен цилиндер со двострано дејство, 6 – сигурносен вентил



Сл. 7 - Регулација на брзината на извршните уреди

б) Волуменска регулација на брзината на извршните уреди во хидрауличен систем

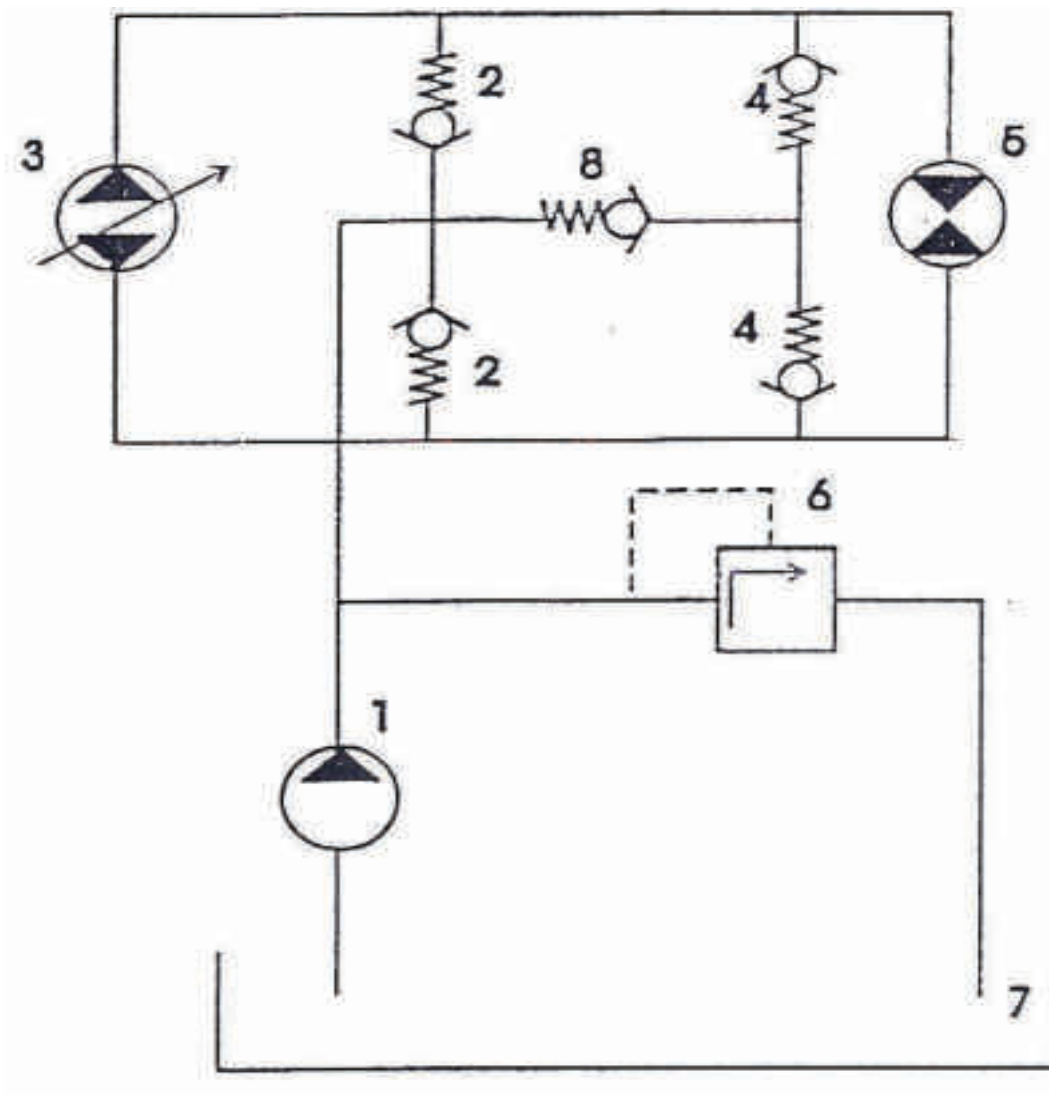
- 1 – резервоар, 2 – всисен вод, 3 – пумпа со променлив проток, 4 – повратен вод,
5 – сигурносен вентил, 6 – потисен вод, 7 – работен цилиндер со двострано дејство,
8 – разводник



Сл. 8 - Волуменска регулација на брзината на извршните уреди

в) Затворен хидрауличен систем со волуменска регулација на брзината

1 – запчеста пумпа, 2 – неповратен вентил, 3 – пумпа со променлив проток, 4 – неповратни вентили, 5 – ротационен хидро мотор, 6 – сигурносен вентил, 7 - резервоар



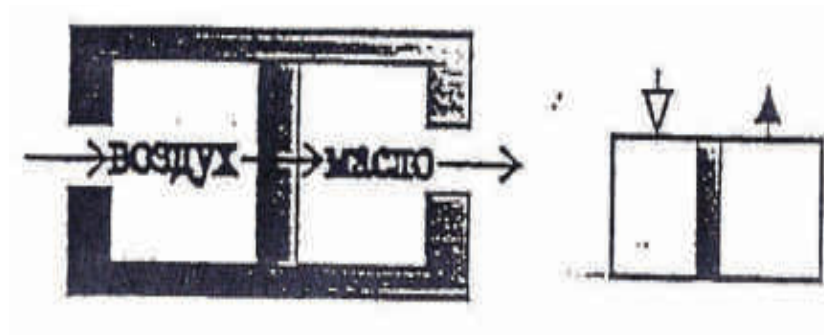
Сл. 9 - Затворен хидрауличен систем

1. Пневматско-хидраулични елементи

Со меѓусебно комбинирање на пневматиката и хидрауликата може да се добијат три различни системи и тоа: претворај на притисочен медиум, маслен цилиндер за кочење и мултипликатор на притисок.

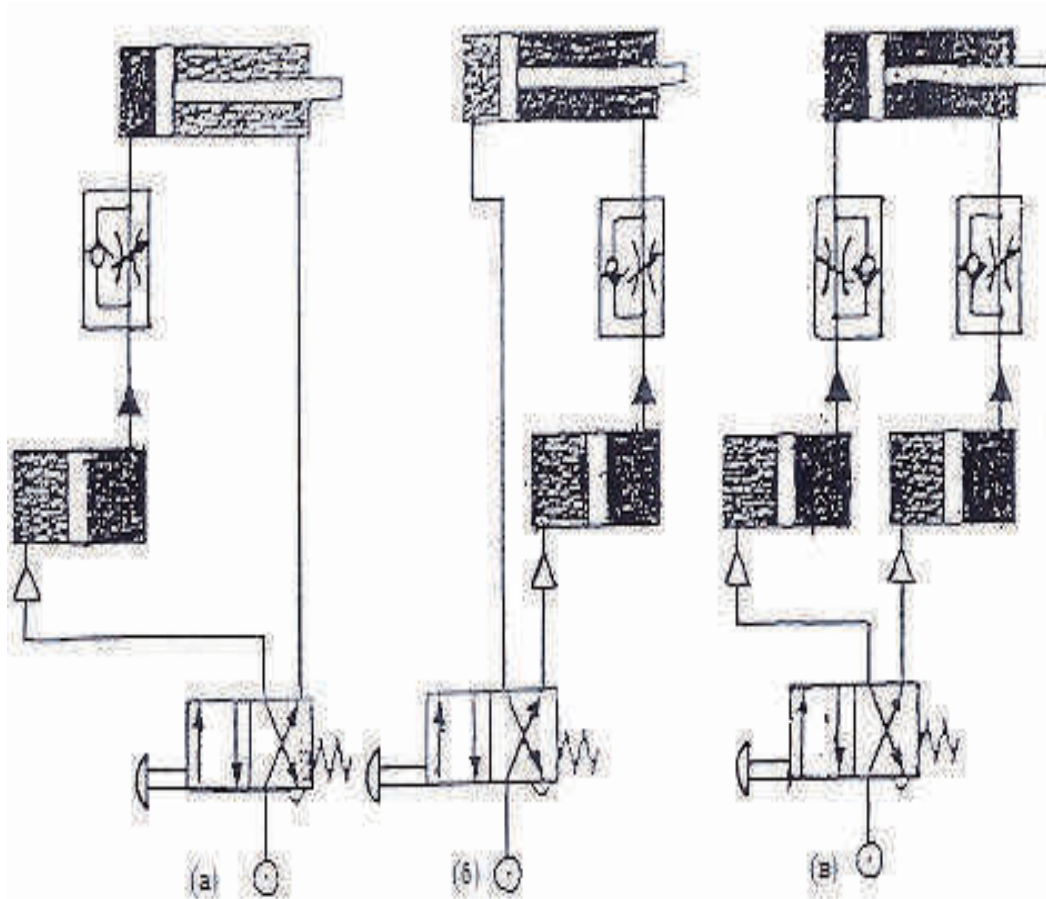
Претворувач на притисок на флуиди – Овој претворувач го претвара притисокот на воздухот во ист толкав притисок на маслото. Во цилиндер без клипен лост се движи клип кој просторот го дели на два дела: простор наполнет со воздух и простор наполнет со масло. Кога на страната на пневматиката се подигне притисокот, клипот ќе се задвижи надесно. Тој потиснува еднакво голем волумен на масло и тоа со толкава сила која се добива кога притисокот ќе се помножи со површината на клипот.

Овие претворувачи се користат за бавни поместувања и константни брзини, бидејќи маслото практично е нестисливо. Во хидрауличниот дел не е пожелно да има губиток на масло, бидејќи постројката се валка (загадува), а покрај тоа можат да настанат и други несакани незгоди. Ако дојде до губиток на масло тоа мора да се надополни во претворувачот на притисочен медиум, бидејќи се работи за затворен хидрауличен систем. Исто така секој претворувач на притисочен медиум треба да има отвор за испуштање на воздух кој навлегол во маслото.



Сл. 10 - Претворувач на притисок на флуиди

Примери на управување со претворувач на притисок на медиум



Сл. 11 - а), б), в)

а) Работниот од го регулира еднонасочниот пригушен вентил, а повратниот од е со компримиран воздух. Движењето на клипот во голема мера зависи од оптоварувањето.

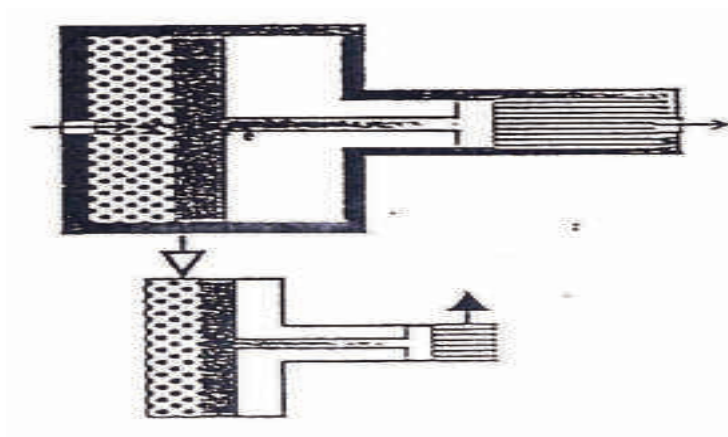
б) Работниот од е пневматски, текот на маслото го регулира еднонасочен пригушен вентил, а повратниот од е со масло без пригушување.

в) Работниот и повратниот од ги регулира еднонасочен пригушен вентил. Движењето на клипот е стабилно и не зависи многу од оптеретувањето.

1.3.1. Мултипликатор на притисок

Мултипликаторот го претвора притисокот на компримираниот воздух во повисок притисок на маслото. Тој се состои од два притисочни простори со различни попречни пресеци и зафатнини. Зголемувањето на притисокот зависи од односот на површините на пневматскиот и хидрауличниот клип, затоа што производот на притисокот и површината на клипот е еднаков на пневматскиот и хидрауличниот дел. Одовите на клиповите во пневматскиот и хидрауличниот притисок се еднакви, бидејќи двата клипа се меѓусебно поврзани. Мултипликаторите на притисок се користат за постигнување на високи притисоци во оние места каде што има мал простор, а се изработуваат со преносен однос од 1:4 до 1:8.

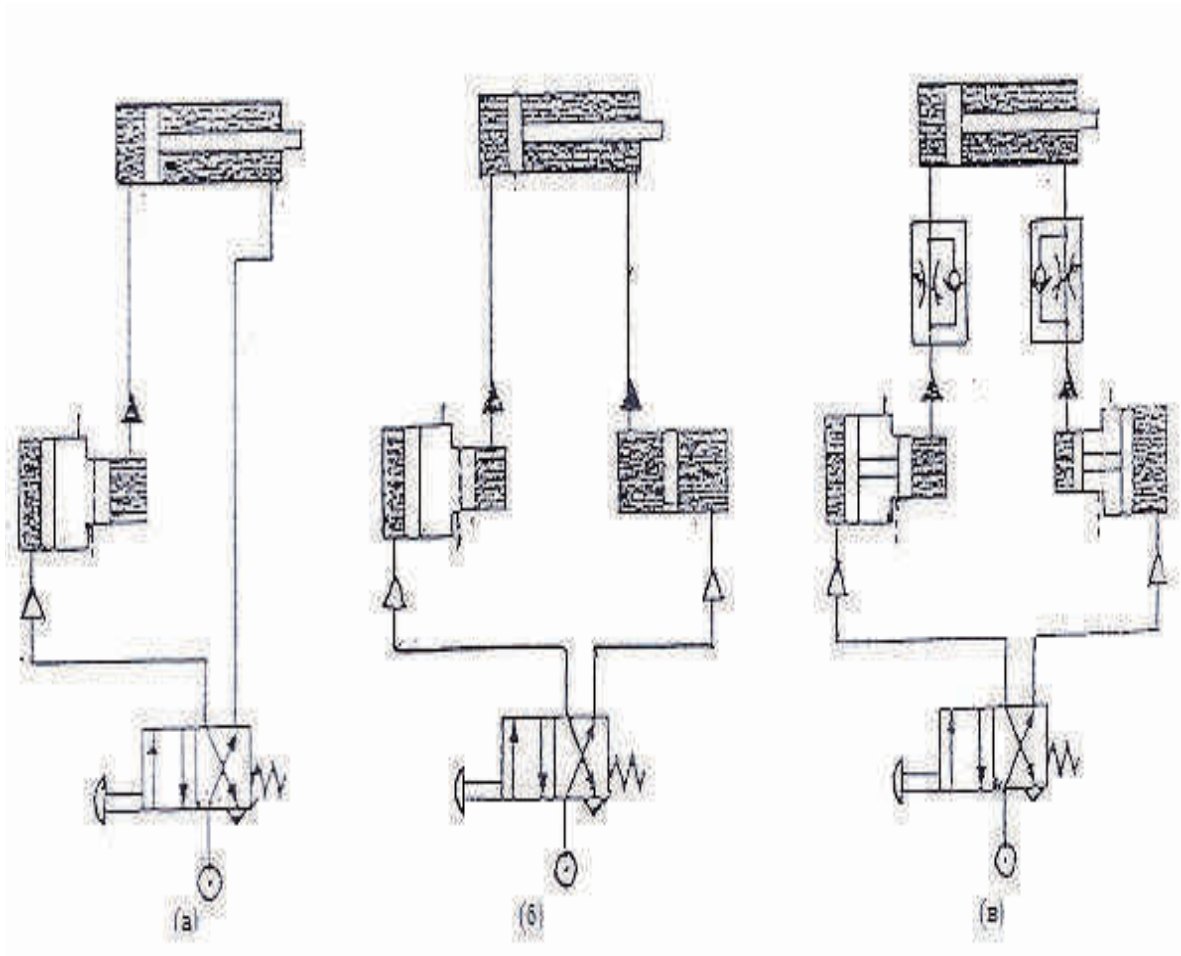
На сликата 12 дадена е шема на управување на мултипликатор на притисок.



Сл. 12 – Мултипликатор на притисок

Примери на управување со мултипликатор на притисок

- а) работниот од се постигнува со висок притисок, а повратниот од со компримиран воздух
- б) работниот од се постигнува со голем притисок, а повратниот од со притисок на масло од претворувачот на притисочен медиум
- в) работниот и повратниот од се постигнуваат со голем притисок. Со еднонасочен пригушен вентил се регулира повратокот на масло. Со пригушување на повратното масло, движењето на клипот е постабилно и малку зависи од оптеретувањето.



Сл. 13 - а), б), в) мултипликатор на притисок

Прашања и задачи:

1. Што претставува хидрауличен систем?
2. Каква функција имаат хидрауличните елементи?
3. Каква е разликата меѓу отворениот и атворениот хидрауличен систем?
4. Објасни ја функцијата на претворувач на притисочен медиум!
5. Објасни ја функцијата на мултипликаторот на притисок користејќи шема!
6. Потруди се со преку користење на стручна литература, пребарување на Интернет и други ресурси, да најдеш повеќе информации за пневматски и хидраулични елементи и системи и истите да ги презентираш пред другите ученици!

Резиме:

Во теоријата и праксата во системите на автоматска регулација, се користат посебни **симболи и ознаки**, за претставување и означување на мерно-регулационите уреди. Најчесто за нивно претставување се користат **блок-дијаграми**. Во овие блок-дијаграми, секој елемент во системот се претставува со помош на **правоаголници**, кои имаат најмалку еден влез и еден излез, а се спојуваат меѓусебно во зависност од функцијата. Постојат и посебни правила кои се нарекуваат **алгебра на блок-дијаграмите**.

Покрај ваков начин на претставување на системите на автоматска регулација, во проектната и техничката документација се користат посебни ознаки и симболи за означување и идентификација на мерно-регулационата опрема. За таа цел се користи систем на графички симболи и систем на општи и специфични ознаки.

Хидрауличниот систем претставува збир на меѓусебно поврзани хидраулични елементи со цел вршење на некоја работа.

Карактеристично кај отворениот хидрауличен систем е тоа што маслото од моторот не се враќа во пумпата туку во резервоарот.

За разлика од отворениот хидрауличен систем, каде што моторот врти само во една насока, овде моторот врти во две насоки, меѓутоа маслото во резервоарот не може да се лади.

Со меѓусебно комбинирање на пневматиката и хидрауликата може да се добијат три различни системи и тоа: претворајач на притисочен медиум, маслен цилиндер за кочење и мултипликатор на притисок.

Претворајач на притисочен медиум – Овој претворајач го претвора притисокот на воздухот во ист толкав притисок на маслото.

Мултипликатор на притисок – Мултипликаторот го претвора притисокот на компримираниот воздух во повисок притисок на маслото.

II СЛОЖЕНИ РЕГУЛАЦИСКИ КРУГОВИ

Наставни цели:

Ученикот:

- дефинира поим сложен регулациски круг
- планира и изработува проектна задача за сложен регулациски круг
- подготвува шематски приказ на регулациски круг
- опишува и конструира регулациски круг
- ги наведува можностите за примена на изработениот регулациски круг
- ја презентира проектната задача

Истражувачки проект

Што претставува истражувачкиот проект?

- Поставување на некој проблем или прашање, на кој ученикот одговара со користење на различни ресурси и применување на различни стратегии (техники) за решавање на проблемот (конструкција на сложени регулациски кругови).
- Истражувачкиот проект бара од учениците да истражуваат (испитуваат) разни теми, прашања, проблеми од реалниот живот, поврзувајќи ги со предметите што се изучуваат според наставниот план.

Истражувачките проекти се важни во наставата поради следниве причини:

- поттикнуваат на критичко размислување и комуникација
- а поттикнуваат тимската и групната работа
- им помагаат на учениците да се оспособат за живот во општество во кое владее технологијата и знаењето
- го поттикнува учењето преку соработка со други ученици
- ги оспособува учениците со вештини и знаења, што ќе им бидат потребни во иднина

Истражувачкиот циклус се состои од седум чекори:

1. Дефинирање на проблемот, развивање прашање за истражување и формулирање на целта
2. Оформување план за истражување
3. Собирање на податоци
4. Сортирање и анализирање на податоците
5. Синтетизирање на податоците
6. Вреднување
7. Презентирање на податоците

- Дефинирање на проблемот

Во оваа фаза накусо се опишува содржината на проблемот и причината за истражувачкиот проект. Се формулира целта, односно се опишува што се сака да се дознае преку истражувачкиот проект.

- Оформување план за истражување

Во втората фаза се изработува план за истражување, кој претставува рамка, која ги содржи изворите на податоци, начините на собирање на податоците, типовите на податоци кои ќе бидат собрани и временска рамка потребна за да се заврши истражувањето и да се обезбедат информациите.

- Собирање на податоците

Планот за истражување се применува со започнувањето на собирање податоци. За лоцирање на податоци и превземање на соодветни информации, се користи стручна литература, натписи во списанија, статистики, веб-страници и други ресурси преку кои ќе се дојде до одговор на прашањето/проблемот за истражување.

- Сортирање и анализа на податоците

Собраните податоци односно информации се прегледуваат и се анализираат за да се одделат важните од неважните податоци, за да се дојде до одговор на прашањето. Сортирањето на податоците вклучува систематско подредување во табела или графикони. Анализа на податоците е процес на утврдување дали податоците се задоволувачки и дали ја потврдуваат или ја негираат поставената цел. Анализата се врши по прибирањето и

средувањето на податоците, со помош на статистика, графики, одредување врски помеѓу факторите и споредување на податоците со податоци од други релевантни стручни испитувања.

- Синтетизирање на податоците

Во овој чекор се интерпретираат податоците, се формулира одговор на прашањето, се доаѓа до сознанија и заклучоци, за да се создаде продукт преку кој ќе се види резултатот од истражувањето.

Донесувањето заклучоци е завршниот процес во кој се донесуваат заклучоци врз основа на факти. Фактите можат да содржат податоци собрани од терен, експеримент, од создавањето продукти или ставови, донесени од претходни знаења или од истражувања преку користење на литература.

- Вреднување на податоците

Вреднувањето на податоците е многу корисно за истражувачкиот процес. Се вреднува секој чекор од истражувачкиот циклус. За оценување на истражувачкиот проект можат да се користат разни стратегии за оценување, како на пример листи за аналитичко оценување и самооценување.

- Презентација на податоците

Во оваа фаза истражувачкиот проект се презентира, на еден од повеќето начини како што се: писмени извештаи, усни презентации, компјутерски презентации или постери (плакати).

Треба да се нагласи дека истражувачките проекти можат да се работат индивидуално или групно. Кога се работи групно, потребно е на сите членови од групата да им се додели конкретна улога уште од почетокот на групниот проект. На ваков начин се обезбедува сите членови на тимот целисходно да учествуваат во процесот, а тоа претставува добра основа за бодирање на практичната оспособеност на секој поединец.

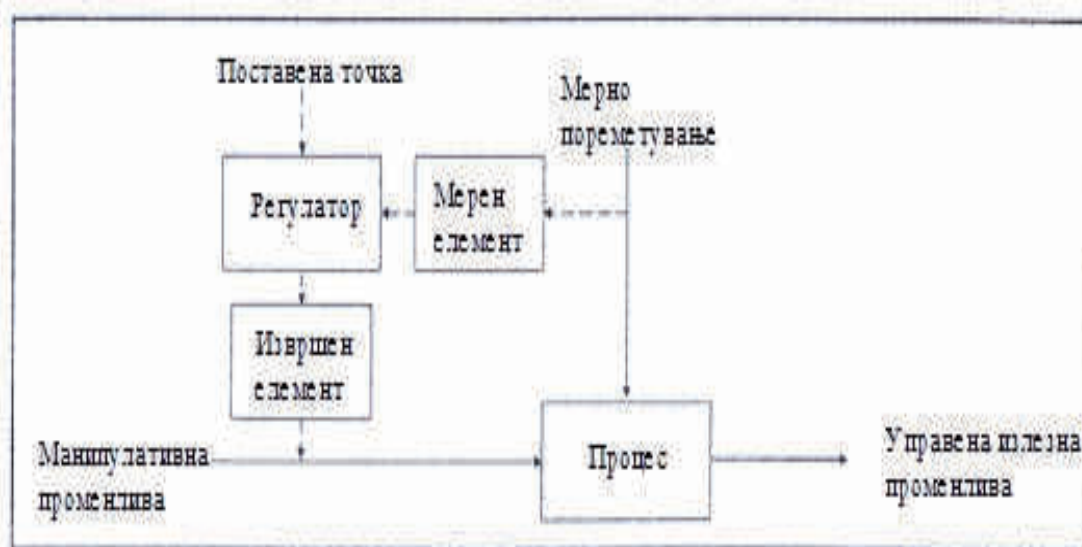
Сложени конфигурации на автоматска регулација

Конфигурација на управување во врска кон напред (feed forward) и врска кон назад - повратна врска (feed back)

Конфигурација на управување во врска кон напред

Конфигурацијата на управување со негативна повратна врска никогаш не може да овозможи совршено совпаѓање на излезот со процесот со саканата вредност, затоа што реагира после детекцијата на отстапување на излезот од саканата вредност. Вакво дејство на повратната врска дава лоша регулација како резултат во случаевите кога динамиката на процесот кој се управува е бавна, а посебно кога во системите се јавуваат значајни мртви времиња.

Спротивно, конфигурацијата на управување на врска према напред, шематски прикажана на слика 1, врши директно мерење на пореметувањето кое делува на процесот и врши промена на манипулативните променливи со кои се елиминира неговото влијание на излезот од процесот. Тоа управување со врска кон напред дава теоретски предиспозиции за идеално управување, односно потполно отклонување на дејството на несаканото пореметување, или идеално следење на промената на поставените точки.



Слика 1 - Структура на конфигурација на управување со врска кон напред

За разлика од регулацијата со негативна повратна врска која делува дополнително, со цел компензација на отстапувањето на излезот од саканата вредност, управувачката конфигурација со врска према напред делува напред, предвидувајќи го дејството кое пореметувањето ќе го има на одзив на процесот.

Примената на врската према напред е посебно интересна кај процесите со бавна динамика, какви што се процесите на пренос на топлина и маса во хемиските реакции.

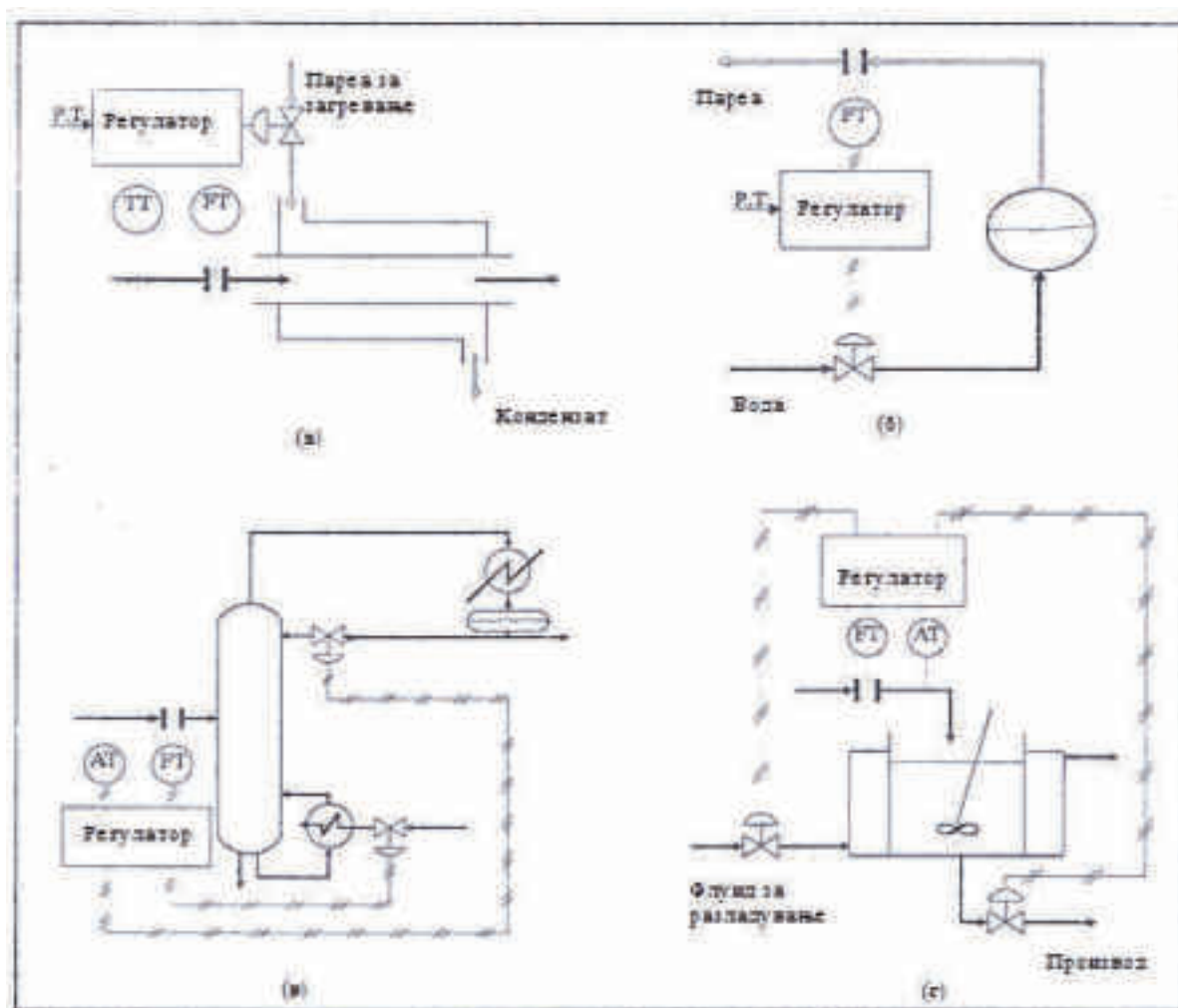
На Слика 2 се прикажани некои типични примери на користење на конфигурација на управување со врска према напред:

1. Управување на изменувачи на топлина (Слика 2(а)) кај кои целта на управување е да температурата на излезната струја и температурата на изменувачот да се одржат на константна вредност. Две основно пореметувања кои се мерат и компензираат со помош на врската према напред се протокот и влезната температура на струјата која се загрева во изменувачот, ама манипулативна променлива е притисокот на грејната пареа.

2. Управување на котли за производство на пареи (Слика 2(б)) кај кои целта на управувањето е одржување на константно ниво на вода на котелот. Главно пореметување кое делува на процесот е протокот на излезната пареа (кој е диктиран од барањата на останатата опрема), а манипулативна променлива е влезниот проток на водата.

3. Управување на котли со ректификација (Слика 2(в)) кај кои целта на управување е одржување на константен состав на врвот и на дното на котелот. Влезни променливи се протокот и концентрациите на напојната струја, а како манипулативна променлива може да се користи притисокот на пареите во ребојлерот и рефлуксниот однос. Врската кон напред често пати се користи кај ректификациони колони, заради тоа што нивниот однос е многу бавен, што силно може да влијае на резултатите на регулација со врска кон напред.

4. Управување на проточен реактор со идеално мешање (Слика 2(г)), каде целта на управување е одржување на константна температура и концентрација во реакторот. Влезната концентрација и температурата се пореметувања кои делуваат на процесот, а манипулативни променливи се протокот на излезната струја од реакторот и протокот на разладниот медиум.



Слика 2 - Примери на користење на конфигурација на управување со врска кон напред:
 (а) изменувач на топлина, (б) котел за производство на пареа, (в) ректификациона колона,
 (г) проточен реактор со идеално мешање

Треба да се нагласи да може едноставно да се проектира и реализира конфигурација управувана со врска кон напред за лимитирање на дејствата на повеќе од едно нарушување. Регулаторот делува на основа на мерењето на една променлива чија вредност се менува. Исто така треба да се истакне дека сите останати елементи од опремата (мерни и извршни елементи, покажувачи, пишувачи, уреди за сигнализација итн.), се исти како кај конфигурацијата со негативна повратна врска.

1. Конфигурација на управување во врска кон напред и повратна врска

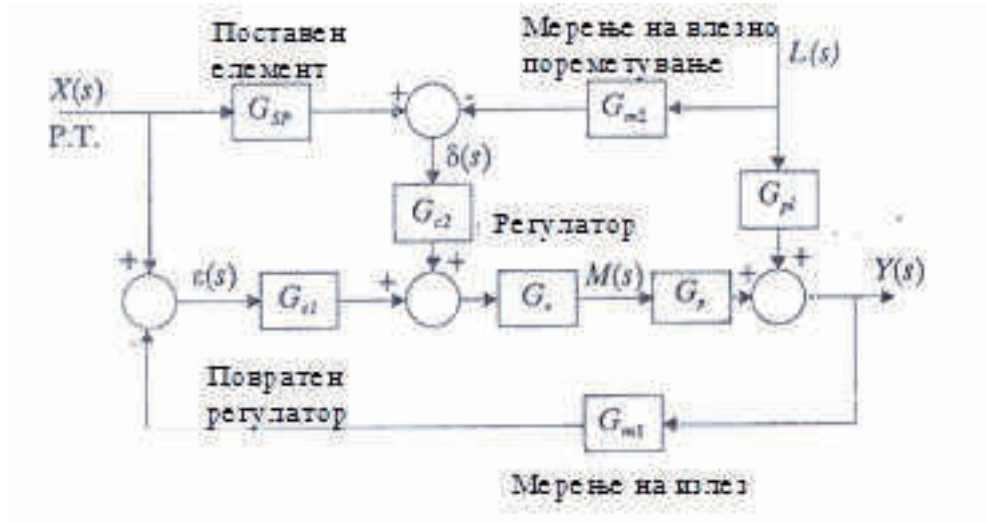
Конфигурацијата на управување со спрега кон напред има предиспозиции за идеално управување, меѓутоа има некои значајни недостатоци. Најважни се:

1. Се бара идентификација на сите можни пореметувања и ново директно мерење, што за поголем дел од процесите не е можно;
2. Управувањето со спрега кон напред бара доста добар (точен) модел на процесот, но за многу процесни системи не е можно да се добие точен модел;
3. Било каква промена на параметрите на процесот не може да биде компензирана со конфигурација на управување во спрега кон напред, затоа што влијанието на тие промени во системите со спрега кон напред не може воопшто да се детектира.

Конфигурацијата на управување со негативна повратна спрега е прилично неосетлива на овие проблеми, но дава слаби резултати кај бавни процеси со големи временски константи и системи од повисок ред, и особено кај системите кои имаат значајно мртво време. Кај овие системи се јавува и проблем на стабилноста на затвореното регулациско коло.

Во Табела 1 се прикажани паралелно предностите и недостатоците на конфигурациите на управување во спрега кон напред и со повратна спрега. Може да се очекува да комбинираниот управувачки систем со спрега према напред и со повратна спрега ќе ги поседува предностите и на едната и на другата. Ваква комбинирана конфигурација со спрега кон напред - повратна спрега е прикажана на блок дијаграмот на слика 3.

Оваа конфигурација содржи и спрега кон напред и повратна спрега. Во кругот на спрегата кон напред на основа на измерената вредност на влезното пореметување L се делува на процесот преку регулаторот во спрега кон напред $G_{u2}(c)$. Во колку компензацијата што се постигнува со спрегата кон напред е потполна, излезот од процесот Y е еднаков на саканата вредност X . Меѓутоа, доколку оваа компензација не е идеална, грешката $\varepsilon(c) = X(c) - Y(c)$ станува различна од нула, со што се активира регулациското коло со повратна спрега, преку регулаторот на повратната спрега $G_{u1}(c)$.



Слика 3 - Општ блок-дијаграм на конфигурација на управување со врска према напред и повратна спрега

Табела 1. Предности и недостатоци на конфигурациите на управување со спрега кон напред и со негативна повратна спрега

ПРЕДНОСТИ	НЕДОСТАТОЦИ
ВРСКА КОН НАПРЕД	
<ol style="list-style-type: none"> 1. дејствува пред процесот да ги осети резултатите од делувањето на пореметувањето; 2. погодна за бавни процеси и системи со големо мртво време; 3. не предизвикува нестабилност 	<ol style="list-style-type: none"> 4. бара идентификација и мерење на сите нарушувања кои дејствуваат на процесот; 5. не можат да го отстранат влијанието на неизмерените пореметувања; 6. бара добро познавање на моделот на процесот; 7. не може да го реши проблемот на промена на параметрите на процесот;
ПОВРАТНА ВРСКА	
<ol style="list-style-type: none"> 1. не бара идентификација ниту мерење на пореметувањата; 2. не е многу осетлива на грешките во моделирањето; 3. не е многу осетлива на промена на параметрите на процесот; 	<ol style="list-style-type: none"> 4. управувачката акција дејствува дури откако влијанието на нарушувањето ќе се одрази на одзивот на системот; 5. не задоволува за регулација на бавни процеси или процеси со големи мртви времиња; може да доведе до нестабилност на затвореното регулациско коло.

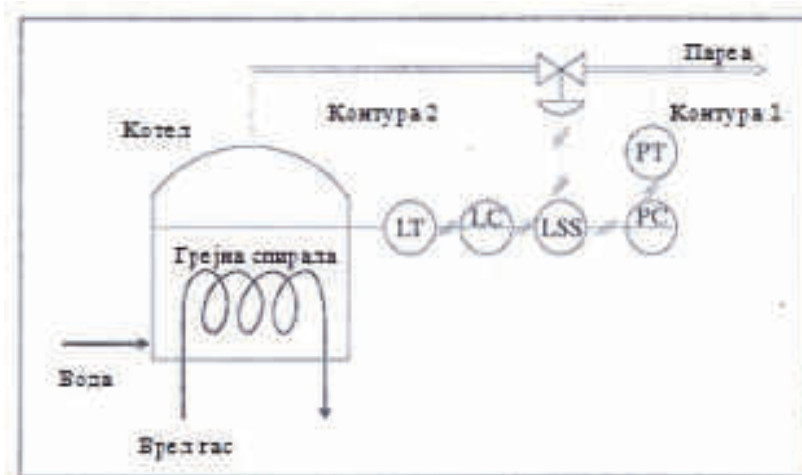
2. Селективни регулациски системи

Селективните регулациски системи се засноваат на една регулациска променлива и неколку регуларни излези. Поради тоа што со една регулациска променлива може да се регулира само еден излез, селективните регулациски системи ја пренесуваат управувачката акција од еден регулиран излез на друг, согласно потребата. Има неколку типови на селективни управувачки системи. Најчесто се користат селективни регулациски системи за надминување ексцесни ситуации, со цел заштита на опремата, и селективна регулација на основа на екстремните вредности на излезите.

2.1. Селективни регулациски системи за надминување ексцесни ситуации

За време на нормалната работа на постројките или за време на пуштање на постројките или нивно стопирање, може да дојде до ексцесни ситуации кои може да доведат до уништување на опремата, или дури и до опасност по луѓето. Во овие случаи е потребно преминување од нормално на специјално управување и да се проба да се спречи процесните променливи да ги надминат дозволените горни или долни граници. Ова се постигнува со користење на специјални типови на преклопници: преклопник за висока вредност кој се користи да би се спречило променливата да ја помине горната гранична вредност, или преклопник за ниска вредност, кој се користи за да би се спречило да вредноста на променливата падне под долната дозволена граница.

Користењето на селектираните регулациони системи ќе го илустрираме на пример на систем за заштита на котли, кој е прикажан на слика 4.



Слика 4 - Селективен регулациски систем за заштита на котел

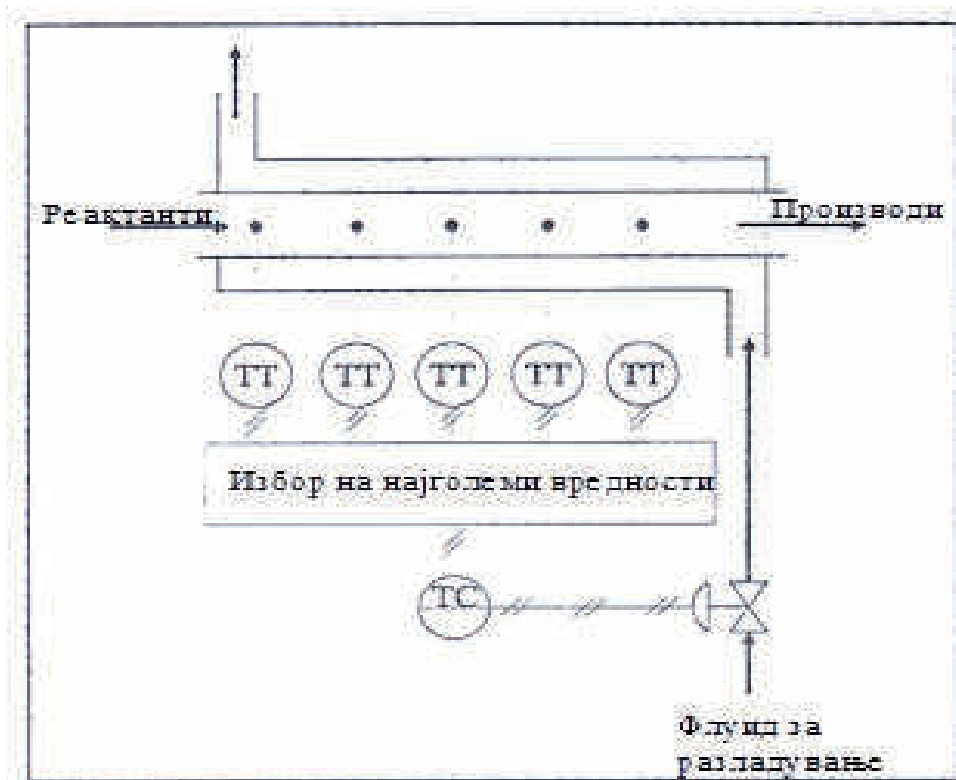
Обично, притисокот на пареите во котелот се регулира со регулација на притисокот на излезната струја од котелот (регулациска контура 1 на Слика 4). Истовремено, нивото на водата во котелот не смее да падне под некоја долна гранична вредност, затоа што е важно да се обезбеди да целата грејна спирала биде потопена во водата, за да се спречи нејзино прегорување. Затоа се користи систем за заштита со преклопник за ниска вредност на висината на нивото ЛСС. Во случај кога нивото на водата во котелот е ниско, преклопникот ЛСС ја префрла регулирачката акција од регулација на притисокот на регулација на нивото (регулациона контура 2 на Слика 4) и го затвара вентилот на излезната струја.

2.2. Регулација на основа на екстремна вредност на излезот

Кај овие конфигурации на управување имаме неколку измерени излези и една регулациона влезна променлива. Помеѓу неколку слични мерења, се избира тоа со најголема (најмала) вредност и на информацијата се доставува регулатор.

Користењето на регулацијата на основа на екстремна вредност на излезот ќе ја илустрираме на пример на регулација на температурата во каталитички цевен реактор со јако егзотермна реакција. Типичен температурен профил вдолж цевниот реактор кој е наполнет со катализатор во кој се одвива силно егзотермна реакција и покажува максималната температура која се нарекува жешка точка. Положбата на таа точка се поместува во долж реакторот како што е покажано на слика 5, зависно од параметрите на влезната струја: температура, концентрација, проток, како и од активноста на катализаторот.

Регулацијата на ваквите системи (кој се изведува со промена на протокот на флуидот за ладење) не е едноставен проблем. Главното управувачко барање е да највисоката температура во реакторот (температура на жешка точка) не помине преку некоја горна гранична вредност. Затоа е потребен систем кој ќе може да ја идентификува положбата на жешката точка и да ја изведе потребната изведувачка акција. Ова може да се изведе со поставување на неколку термо парови по должина на реакторот и користење на селективен систем кој ќе одбере мерење кое ја дава највисоката температура, која во облик на сигнал ќе биде пренесена на регулаторот така да на основа на неа се мести протокот на флуидот за разладување. Шематски приказ на еден таков систем е даден на слика 5.



Слика 5 - Регулација на температурата во цевен каталитички реактор со силна егзотермна реакција, со помош на селективен систем за користење на највисоката вредност

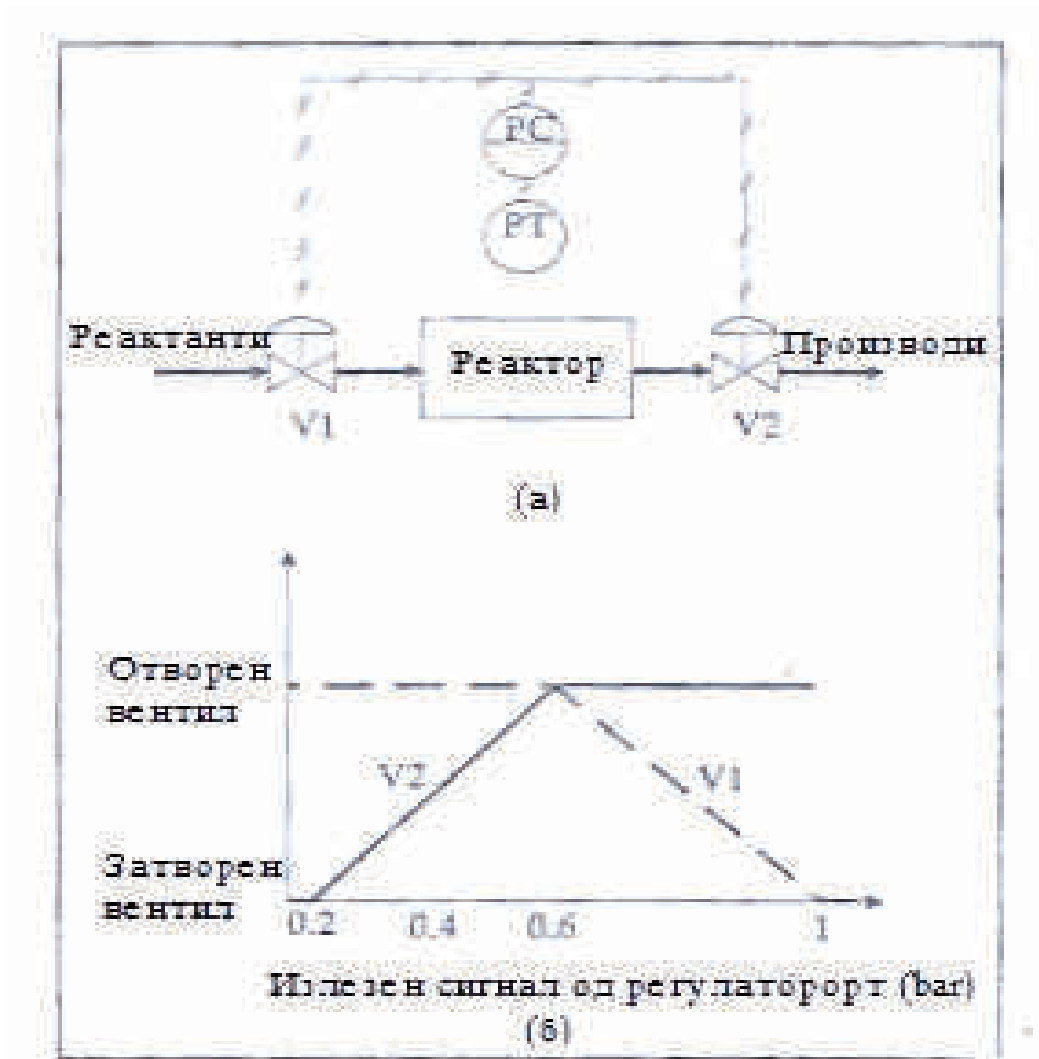
2.3. Регулација со разделување на сигналот

За разлика од каскадната и селективната регулација, регулацијата со разделување на сигналот користи само едно мерење (регулациски излез) и повеќе од една регулациона променлива. Поради тоа што постои само еден измерен излез овој систем се разгранува и влијае истовремено на неколку можни регулациони променливи. Со други зборови, регулацијата на излезот се врши со координирана акција со помош на неколку манипулативни влезни променливи. Вакви системи не се многу чести во хемиската индустрија, но даваат дополнителна сигурност и оптималност во работата кога е потребно.

Користењето на регулациските системи со разгранување на сигналот ќе го илустрираме на примена на регулација на притисок во хемиски реактор во кој се одвива реакција во гасна фаза (Слика 6). Регулацијата на притисокот во регулаторот може да се оствари со регулација на протокот на напојната струја и струите на производите на реакцијата. Меѓутоа може да се оствари подобра регулација со истовремена промена на два

протока, со помош на регулациските вентили V1 и V2, слика 6-а. Во овој случај двата вентила мора да работат координирано.

На слика 6-б е прикажан еден пример на координација на работата на овие два вентила во функција од излезниот сигнал од регулаторот. Нека излезниот сигнал од регулаторот од 0,4 bar одговара на саканиот притисок на реакторот. При тоа вентилот V2 е делумно отворен, а вентилот V1 целосно отворен. Кога поради некоја причина притисокот во реакторот ќе се зголеми ќе дојде и до зголемување на сигналот од реакторот. Со негово разгранување се врши истовремено дејствување на двата вентила и тоа на следниот начин.



Слика 6. (а) Реакторски систем со регулација со разделување на сигналот;
(б) координација на работата на вентилите

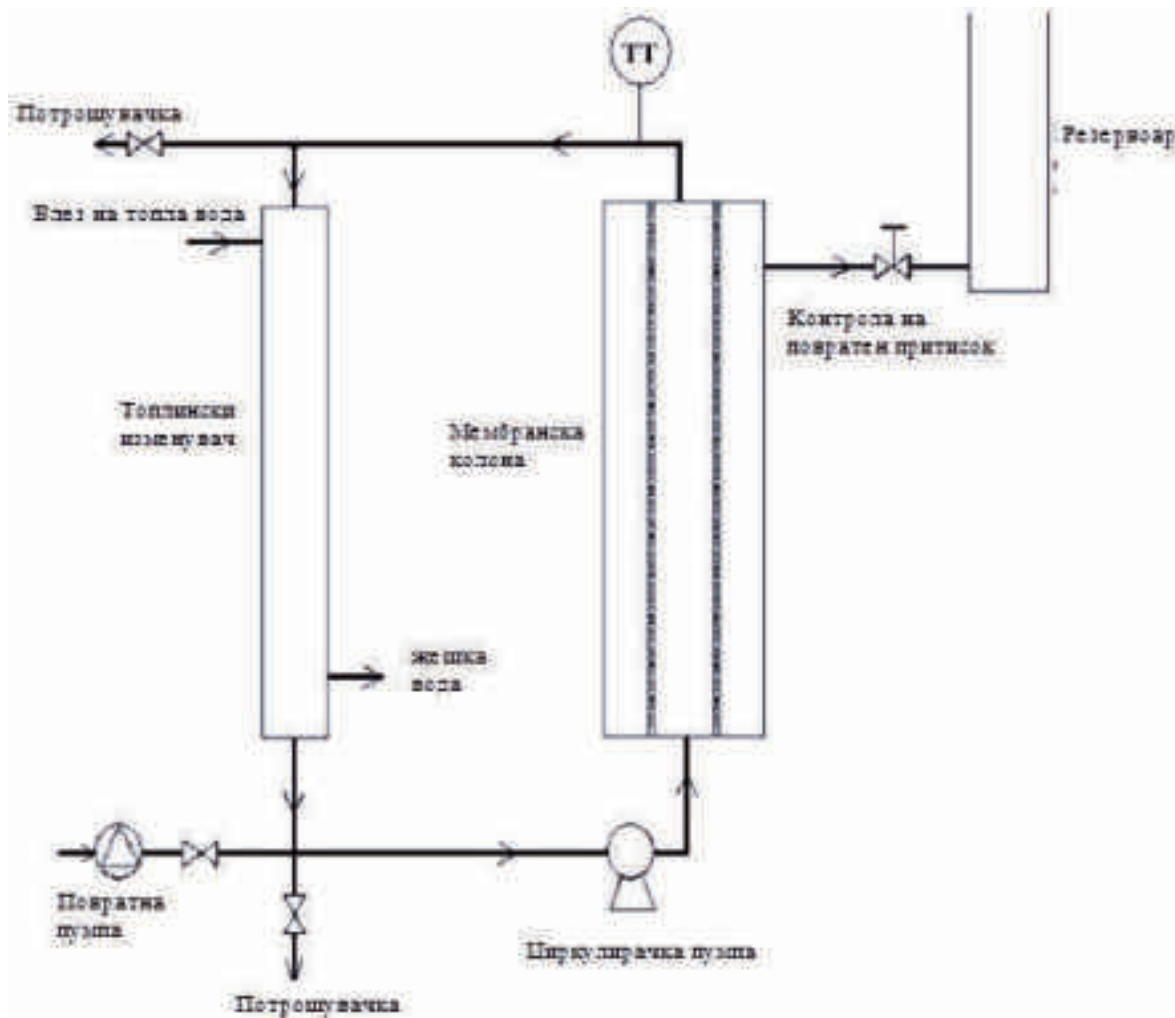
1. Ако притисокот во реакторот стане таков да излезот од регулаторот се зголеми за 0,6 bar, вентилот B2 континуирано се отвара, додека вентилот B1 останува отворен што доведува до смалување на притисокот.

2. При големо зголемување на притисокот во реакторот излезот од регулаторот постанува поголем од 0,6 bar и во тој случај вентилот B2 е потполно отворен додека вентилот B1 почнува да се затвара, што заедно доведува до смалување на притисокот.

3. Ако притисокот во реакторот се намали под одредена сакана вредност вентилот B2 постепено ќе се затвора додека вентилот B1 е потполно отворен. Тоа предизвикува зголемување на притисокот во реакторот и негово враќање на саканата вредност.

3. Каскадна контрола на температура во реактор

Како пример на каскадна контрола може да се разгледа реактор со потполно мешање како на слика 7. Во стандардната стратегија на контрола на напојот се мери температурата во реакторот и се манипулира со брзината на протокот во дуплиот сад. Ако постои изместување од рамнотежа во температурата во напојот на дуплиот сад тоа ќе влијае на температурата во дуплиот сад кој пак влијае на температурата во реакторот. Во стратегијата на каскадна контрола се мери температурата во реакторот и се споредува со посакуваната температура во реакторот. Излезот од овој температурен контролор



Слика 7 - Шематски дијаграм на сепаративен мембрански реактор

претставува поставена работна точка за контролорот на температурата во дуплиот сад. Контролорот на температурата во дуплиот сад манипулира со напојната брзина во дуплиот сад.

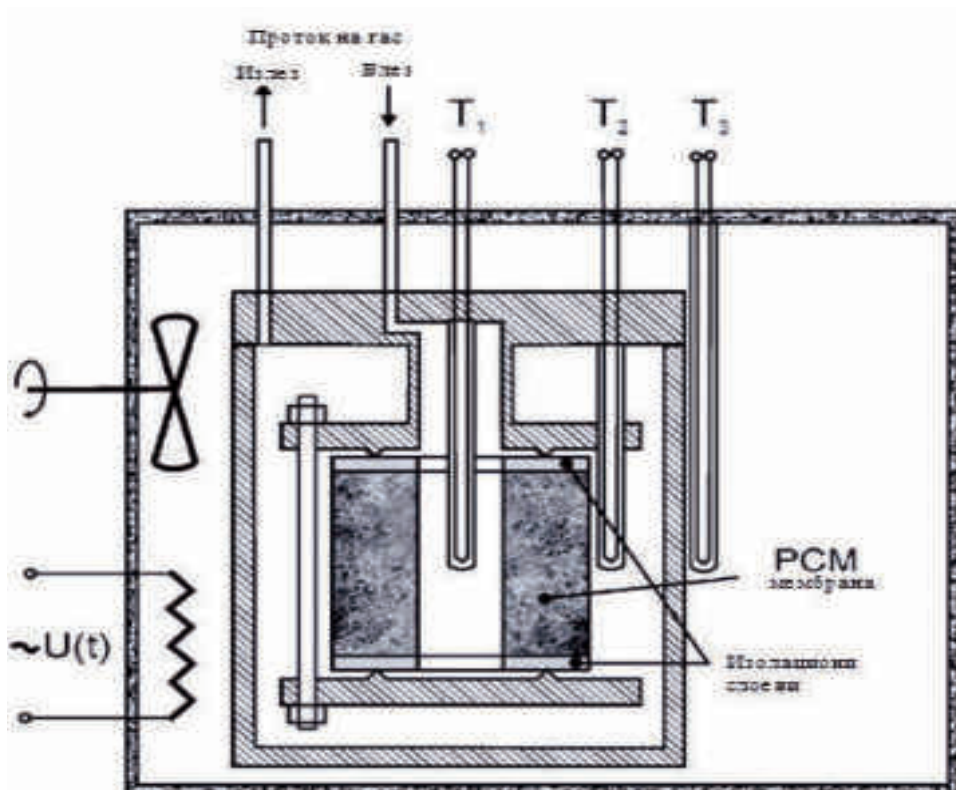
Мора да се забележи дека се изведуваат две мерења но се мести само една манипулативна варијабла. Во оваа стратегија температурниот контролор на реакторот претставува примарен контролор, додека температурниот контролор на дуплиот сад претставува секундарен контролор.

Ова е ефикасна стратегија затоа што температурната динамика на дуплиот сад е значително побрза од температурната динамика во реакторот. Нарушување на внатрешниот круг како температурата на напојот во дуплиот сад ќе има ефект врз температурата во дуплиот сад пред да има значителен ефект на температура во реакторот. Овој секундарен контролор ја мести манипулативната варијабила пред да се појави значителен ефект на примарниот излез.

3. 1. Каскадна контрола на проток (FLOW CONTROL)

Да разгледаме пример на контрола на температура како на слика 5, каде што печка за согорување се користи за загревање на проток на процесен флуид. Излезната температура се контролира со манипулирање на позицијата на вентилот на контролниот вентил на гасното гориво. Растројување на притисокот на гасното гориво ќе заврши со промена на протокот на гасното гориво и понатаму и на излезната температура. Најдобар начин за компензација на растројување на протокот на гасното гориво е да се стават во каскада контролорот на температурата со контролорот на гасното гориво како што е прикажано на слика 8.

Овде излезот на контролорот на температурата е работна точка на контролорот на гасното гориво. Излезот од контролорот на протокот е притисокот во контролниот вентил, кој што ја менува позицијата на вентилот, а со тоа и брзината на протокот. Било каква промена во притисокот на гасното гориво, моментално ќе се осети во мерењето на протокот што овозможува контролорот на протокот моментално да изврши корекција.



Слика 8 - Шема на каталитички мембрански реактор за синтеза на Fischer-Tropih синтеза

4. Адаптивно и посредно управување

Основните принципи на конфигурација на адаптивното и посредното управување можат релативно едноставно квалитативно да се опишат, меѓутоа нивната практична примена е прилично комплицирана, бара значително истражување и се изведува со помош на користење на дигитални пресметковни машини.

Поради тоа што за дефинирање на системите за управување со дигитални пресметковни машини е неопходно познавање на теоријата на дискретни системи и математичките методи за нивна анализа (з-трансформации), ќе биде даден само квалитативен опис на системот со адаптивно и посредно управување.

4.1. Адаптивно управување

Систем со адаптивно управување е тој кај кого параметрите на регулаторот можат да се местат автоматски, така да ги компензираат промените на карактеристиките на процесот кој се управува.

Постојат две главни причини за потребата за адаптивни системи при управување на хемиските и сродните процеси:

Нелинеарност на процесот. Најголем дел од хемиските процеси се нелинеарни. Линеаризираните модели кои се користат за проектирање на линеарни регулатори зависат од одбраната работна точка (стационарната состојба околу која моделот е линеаризиран). При промена на саканата стационарна состојба, се менуваат и параметрите на линеаризираниот модел, а со тоа и „најдобрите“ параметри на регулаторот. Поради тоа е потребна адаптација, односно прилагодување на параметрите на регулаторот.

Промена на карактеристиките на процесот. Многу процеси кои се јавуваат во процесната индустрија се такви да нивните карактеристики се менуваат со времето.

Типични примери се деактивирање на катализаторите во реакторите или промена на коефициентите на преод на топлина при изменувачите на топлина поради загадување на површината. Ова доведува до влошување на однесувањето на системот на управување со линеарен регулатор кој е проектиран на основа на некои номинални вредности на процесните параметри и бара адаптација на параметрите на регулаторот.

Целта на адаптационата процедура е да излезот со кој е дефинирано управувачкото барање се одржи на зададената вредност на дефинираната поставена точка. За да се постигне тоа, потребно е да се дефинира одреден критериум-функција на целта на основа на која ќе се води механизмот на адаптација до „најдобрите“ вредности на параметрите на регулаторот. Може да се користи било кој од критериумите на квалитетот на однесување на системите: односот на слабеење од $\frac{1}{4}$, *IAG*, *IKG*, *IBAG*, поставените пречки на засилувањето или фазата, итн.

Постојат два основни механизми на адаптација на параметрите на регулаторот, а со тоа и два основни типови на адаптивно управување:

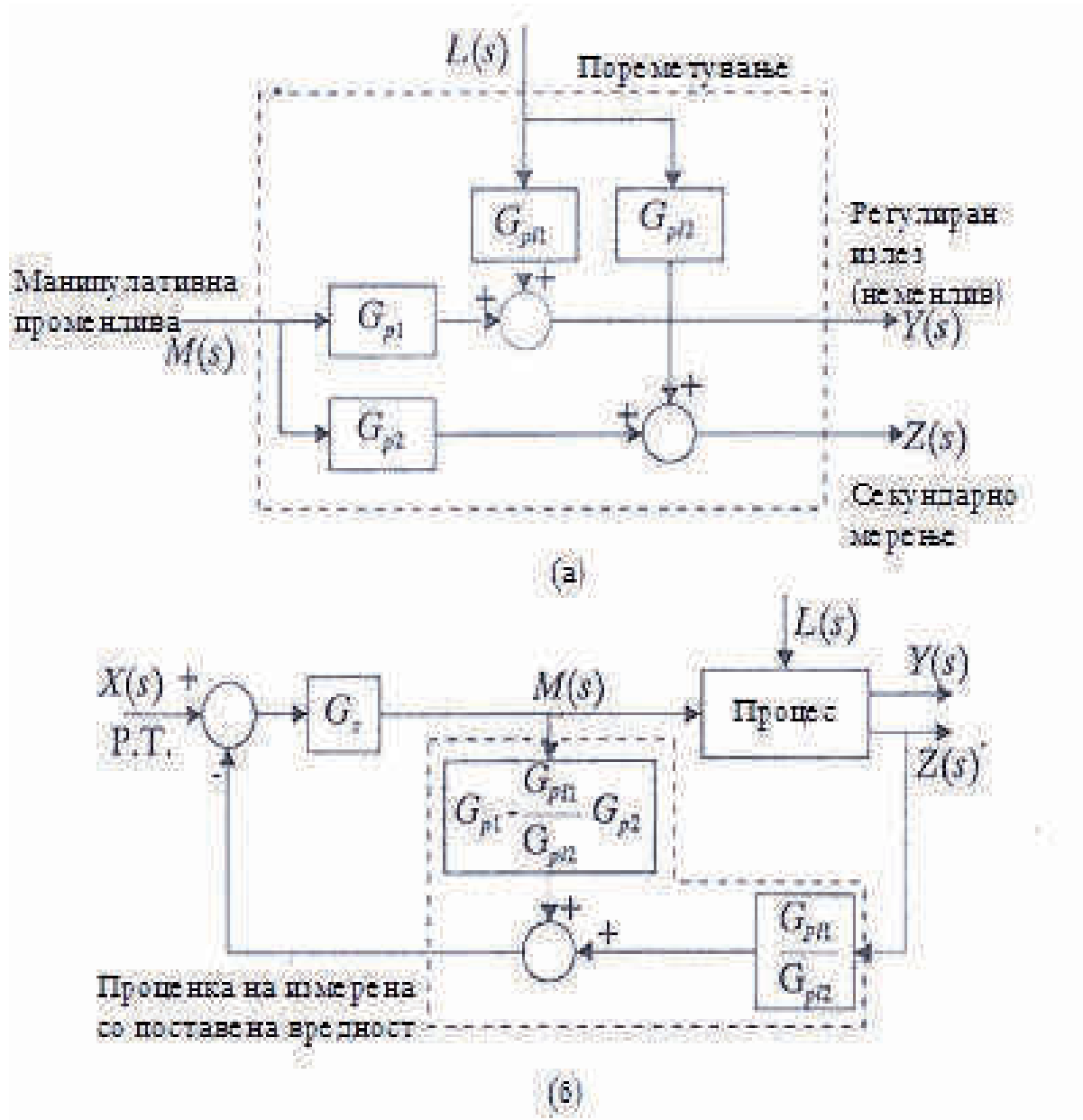
1. програмско
2. со самонагодување

Наједноставен случај на програмско адаптивно управување е тој кај кој се врши автоматско нагодување само на засилувањето на регулаторот. Вакви адаптивни регулатори се изработуваат сериски.

4.3. Посредна регулација

Често пати не е можно директно мерење на регулираната излезна променлива, така да не може да се користи конвекционална регулација со негативна повратна спрега. Ако не е можно мерење на влезните пореметувања не може да се примени ниту конфигурација на управување со спрега кон напред. Единствено решение во таквите случаи е посредна регулација.

Блок дијаграм на системот со посредна регулација е прикажан на Слика 9(б). Се забележува дека пресметаната вредност на регулираната променлива игра иста улога како и нормална измерена вредност на овој излез во систем со обична повратна врска (се споредува со саканата вредност и нивната разлика претставува влез во регулаторот со повратна врска).



Слика 9 - Блок дијаграм (а) на процес кој бара посредна регулација; (б) аналоген систем на управување со посредна регулација

Напомена:

- Квалитетот на посредната регулација многу зависи од точноста на пресметката на регулираната променлива, ако ги познаваме преносните функции на процесот G_{n1} , G_{n2} , G_{pn1} и G_{pn2} .

- Процесната променлива која најчесто се пресметува на основа на секундарни мерења во хемиските процеси е составот, односно концентрацијата на некоја компонента. Поради тоа посредната регулација најчесто се користи за регулација на работата на хемиските реактори, дестилациони колони, апсорбери и други уреди за пренос на маса. Најчесто користено секундарно мерење кај тие системи е температурата.

III ЕЛЕКТРИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ВО АВТОМАТСКОТО УПРАВУВАЊЕ СО ПРОЦЕСИ

Наставни цели:

Ученикот:

- дефинира и опишува основни електрични елементи
- го објаснува значењето на електричните елементи во управувањето со процеси
- класифицира и разликува типови контактите
- класифицира и разликува различни типови тастери, прекинувачи и преклопници
- класифицира и разликува електромеханички и електронски релеи според намена и конструкција
- го опишува принципот на работа и карактеристиките на релеите
- го познава значењето и намената на контакторите
- класифицира и разликува контактори во системите за контрола
- чита електрични шеми за релејно-контакторско управување во погони
- дефинира и опишува основни типови сензори конструкција, напој и намена
- го опишува принципот на работа на сензорите
- го опишува принципот на работа на граничните прекинувачи

3.1. УПРАВУВАЊЕ СО ПОГОНИ

Современите индустриски погони и постројки се делумно или целосно автоматизирани и користат различни системи за секвенцијално управување со работните машини и погонските мотори. Тие се со комплетно електрично или комбинирано механичко со електрично управување. Работната машина е придвижена од погонски мотор, кој пак е управуван со систем за автоматско управување.

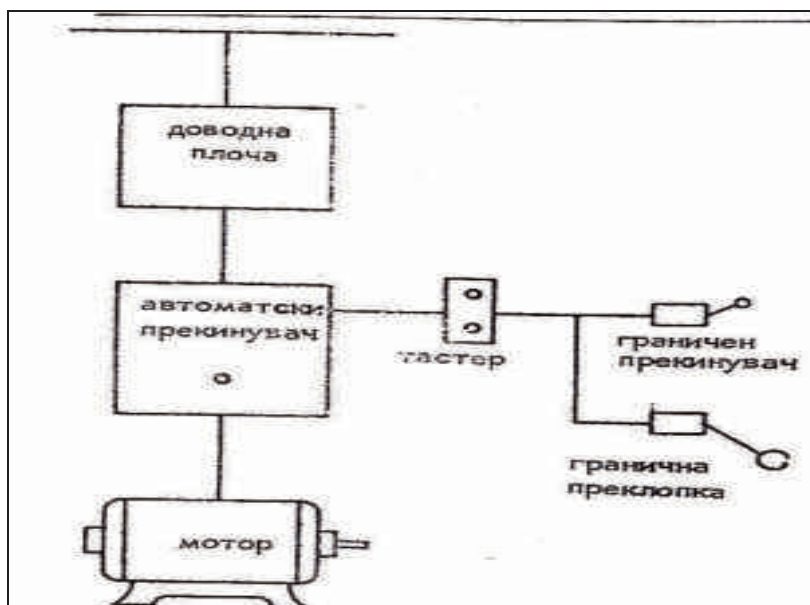
1. Основи на управувањето

Системот за управување има задача да ја следи работата на машината и да влијае врз нејзини определени функции, т.е. да ја насочува во одредена насока на дејствување. Тие функции на еден мотор се – пуштање, забрзување, промена на брзина, оптеретување, реверзирање, кочење и др.

2. Начини на управување

Како што претходно беше наведено, управувањето со погонските мотори може да биде, аналогно на управувањето со процесите, на следните три начини:

- рачно, од страна на процесниот оператор, со внесени заштитни елементи.
- полуавтоматски, од страна на процесниот оператор но со примена на електромагнетна склопка, управувачки и заштитни елементи.
- автоматски, со примена на електрични, механички и други елементи, кои вршат целосно управување со моторот.



Сл. 1 – Автоматско управување

3. Воведување автоматско управување кај електромоторни погони

Електромоторните погони се широко применети во сите индустриски постројки ширум светот, во амбалажата, прехранбената, преработувачката, хемиската, автомобилската и други индустрии. Поради силниот подем на индустријата, конструкторите се среќаваат со бројни предизвици и технички проблеми за кои изнаоѓаат различни решенија.

4. Поделба на системите за автоматско управувањето

Основните типови на САУ со моторите се поделени во две групи:

- отворени системи, како пуштање, кочење и реверзирање, за чија функција се користат релејно-контакторско управување.
- затворени системи, како бесконтактно управување со повратна врска, која е класична регулација.

5. Основни барања од автоматизираните електромоторни погони

- соодветност на системот со технолошките процеси
- едноставност во управувањето
- сигурност во управувањето
- еластичност на системот и удобност при управувањето
- проверка на исправноста и отстранување на грешките
- економичност на системот на управување

3.2. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ВО ЕЛЕКТРИЧНИТЕ ШЕМИ

1. Претставување на елементите во електричните шеми

Според стандардизираните прописи на Меѓународната електротехничка комисија (IEC), системите на управување користат графички симболи за стотина електрични елементи, уреди и апарати. Сите овие уреди имаат заеднички компоненти врз база на кои ги вршат основните функции, па затоа е можно нивно воопштување и графички приказ низ шеми.

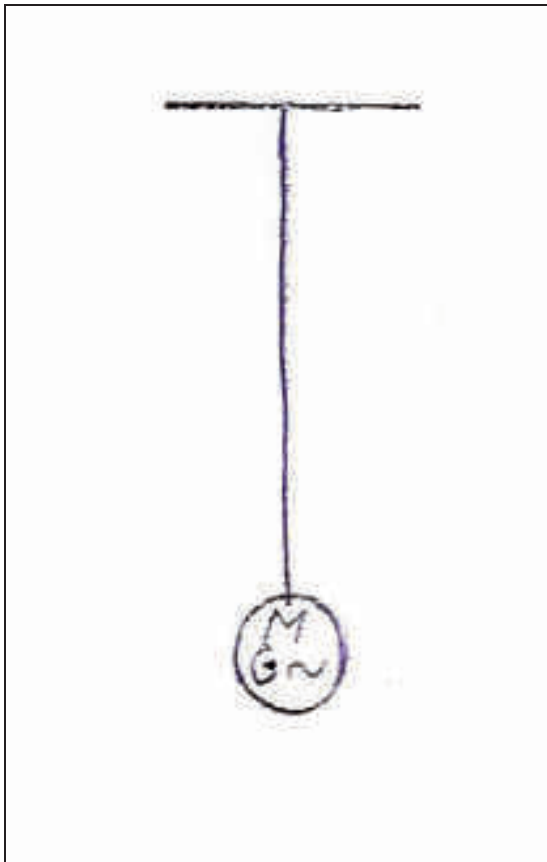
2. Видови електрични шеми и изработка

Електричните шеми претставуваат пишани форми на енергетските и управувачките кругови во електромоторните погони, кои можат да покажуваат принципиелни решенија, електрична функција на дел или склоп од погон, но и да бидат наменети за изведување.

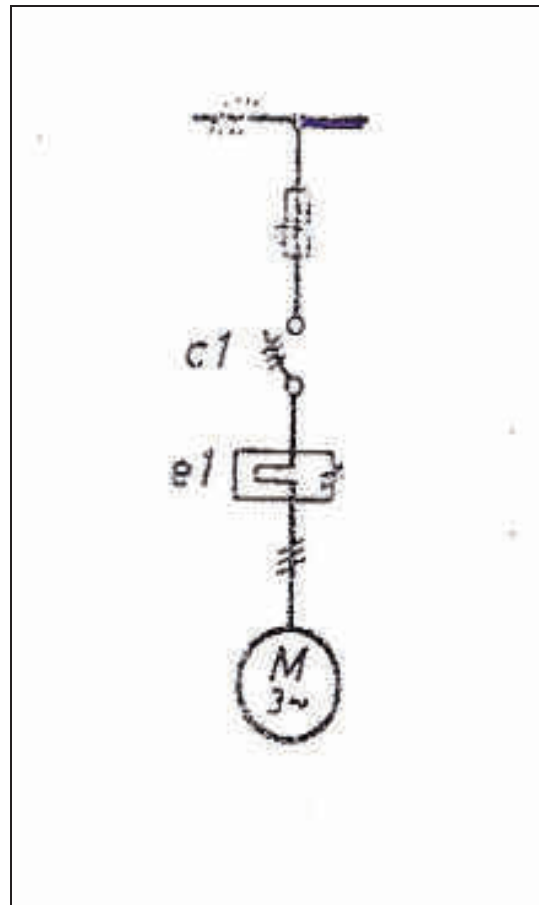
Постојат три групи на електрични шеми:

А) Функционални шеми – во овие шеми електричните елементи и уреди се прикажани со графички симболи и нумерички ознаки. Тие можат да бидат:

- принципиелни шеми, со едноставни прикази на врските
- еднополни шеми, врските меѓу главни полови се еднополно прикажани

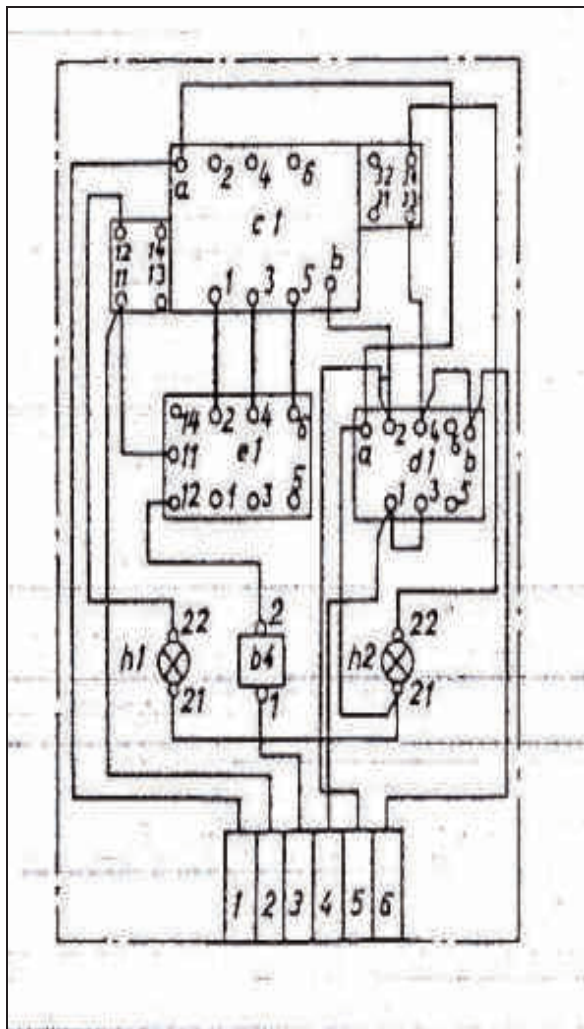


Сл. 2 – Принципиелна шема

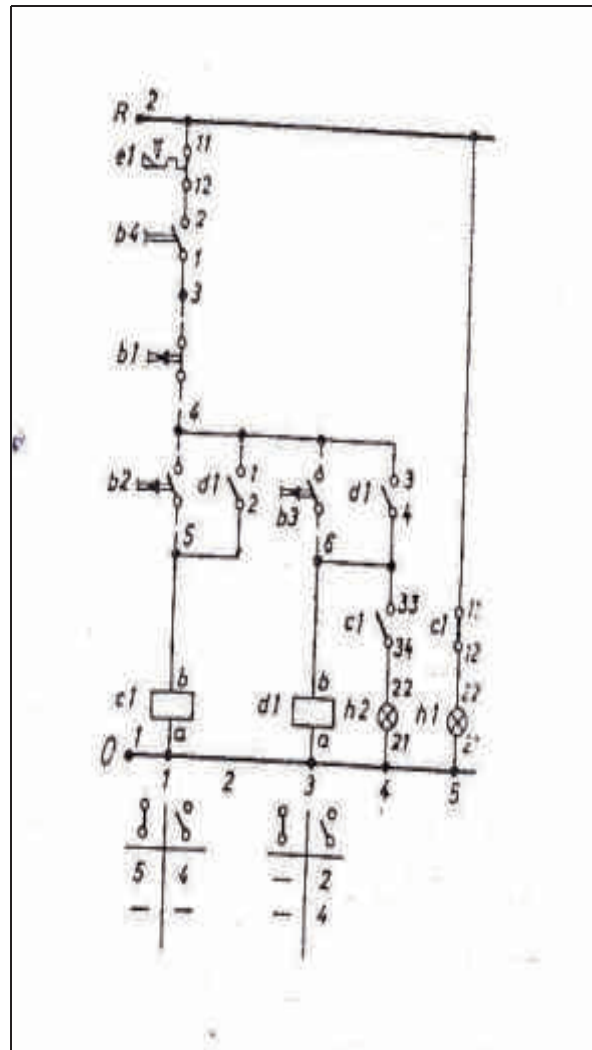


Сл. 3 – Еднополна шема

- шеми на дејствување, ги покажуваат сите врски на машините со управувачките, мерните и заштитните елементи и сите водови
- струјни шеми, со прикажување на поединечните управувачки струјни кругови



Сл. 4 – Шема на врзување



Сл. 5 – Струјна шема

Б) Сврзни шеми – во овие шеми се прикажуваат врските на водовите кон вклучниците на апаратите и сл. уреди. Дејствувањето на погонот и самата врска кај нив не се видливи.

- шема на врзување, го покажува просторниот распоред на апаратите во едно поле, погон и сл.

- план за вклучување, ги покажува вклучниците на поле, плоча, за спроводници и табеларен приказ на врските меѓу апаратите.

В) Монтажни шеми – служат за физичко реализирање на електромоторен погон.

- ситуационен план

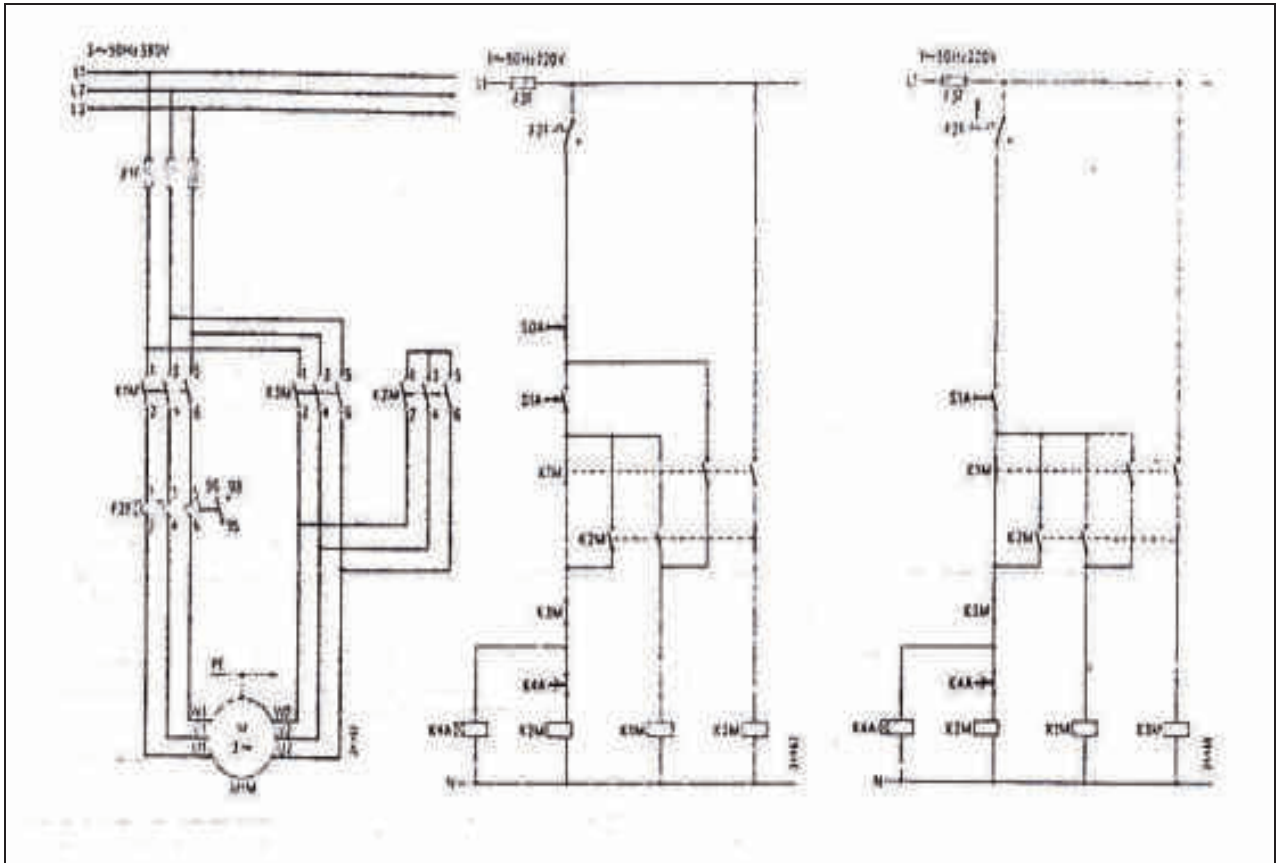
- прегледен цртеж

- план на спроводници

и други.

3. Примери – регионални шеми

На следнава слика се прикажана шема звезда/триаголник на еден електромоторен погон според важечките прописи DIN (германски), но истата може да се претстави и по BS (британски) и ANSI (американски) прописи.



Сл. 6 – Типична шема звезда/триаголник според DIN

Прашања и задачи:

1. Опиши ги начините на управување со процеси?
2. Наведи ги основните барања од автоматизираните електромоторни погони!
3. Објасни како се врши претставување на елементите во електричните шеми?
4. Објасни што претставуваат принципиелни шеми, еднополни шеми и шеми на дејствување?

3.3. ВКЛОПНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА РЕЛЕЈНО-КОНТАКТОРСКО УПРАВУВАЊЕ

1. Поделба на вклопните елементи

Вклопните елементи кои се користат за управување со електромоторните погони можат да бидат разновидни според својата функција и според намената, па затоа тие се класифицирани по неколку критериуми, од кои најчести се следниве:

- според начин на вклучување
- според управување
- според вклопна моќност
- според енергетски извор
- според намена

2. Вклопни елементи според вклопна моќност

Обично еден од наведените критериуми се зема како основен, најчесто е тоа според вклопна моќност, според кој се користат:

- А) Разделувачи – кои скоро беструјно вклучуваат и исклучуваат, или со мал напон во мигот на вклопување меѓу контактите.
- Б) Товарни склопки - елементи кои вклучуваат и исклучуваат погонски средства во нормална состојба, со номинална вклопна моќност.
- В) Моторни склопки – елементи за вклучување и исклучување на мотори со вклопна моќност од струите на развртување.
- Г) Прекинувачи – елементи кои одговараат на напрегања при вклучување и исклучување на погонски средства и при случаи на пречки.

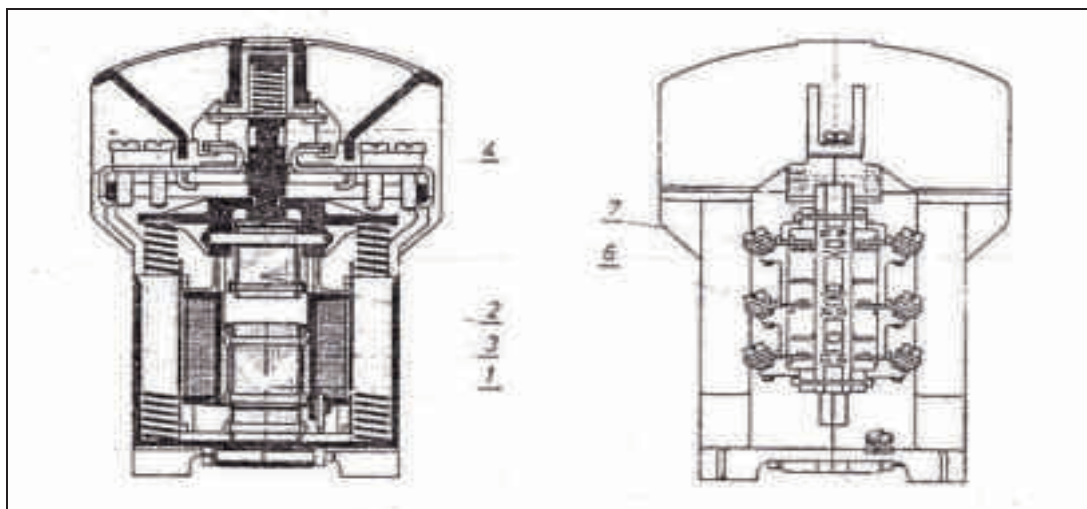


Сл. 7 – Различни видови вклопни елементи

3. Контактори

Како често применувани електромагнетни уреди, контакторите служат за често вклучување и исклучување на струјни и управувачки кругови кај електрични апарати, како и за далечинско управување со погонски електромотори. Тоа се врши преку различни тастери, исклучници, контролери или релеи.

Тие можат да се трајно вклучени или да работат со голем број вклопувања на 1 час (од 1000 до 3000). По истекот на нивниот механички и електричен век, тие се заменуваат. Можат да работат на еднонасочна или на наизменична струја.



Сл. 8 – Контакттор тип К

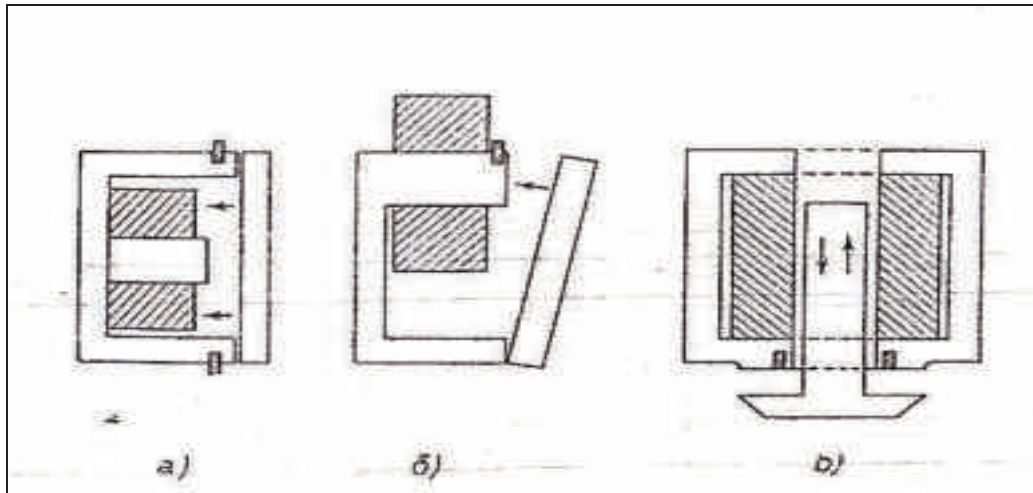
Контактторите се конструирани од следниве елементи:

- магнетно јадро (1)
- котва (2)
- калем (3)
- неподвижен контакт (4)
- контактен мост (5)
- неподвижен помошен контакт (6)
- контактен мост на помошни контакти (7)

Котвата на контакторите може да биде изведена на три начини, намотката е управувачка калем а контактниот дел се вклопува преку контактите. Кога ќе протече управувачка струја низ калемот, подвижната котва на јадрото се привлекува и го затвора контактот. При прекин на напонот, под дејство на тежината или на посебна пружина, контактот се отвора. Повеќето помошни контакти затвораат и отвораат повеќе управувачки струјни кругови, и при безнапонска состојба тие се

- нормално отворени (НО)
- нормално затворени (НЗ)

Управувачкиот калем се напојува со еднонасочна или со наизменична струја, со која обезбедува сигурно вклучување и при 85 % од номиналниот напон и издржување до 110 % од истиот. Времето на вклучување на контактите изнесува од 10 – 40 ms, а исклучувањето е побрзо, до 25 ms.



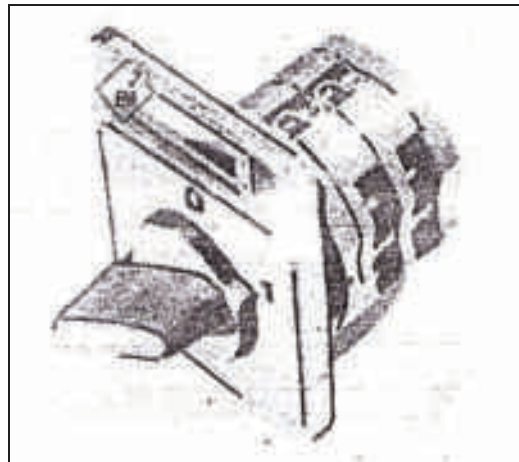
Сл. 9 – Магнетски јадра Е, С и соленоиден тип

Комбиниран со заштитен релеј и осигурач, овој уред дава *автоматски контактор*, кој служи за заштита на електромотори од загревање, товар, самовклучување и сл.

4. Товарни склопки

Товарните склопки, од типот на гребенести склопки, се вклопни елементи кои служат како товарни и како моторни склопки. Се користат главно кај електрични потрошувачи на наизменична струја и нивната главна примена во електромоторните погони е рачно вклучување на струјни и управувачки кругови (асинхрони кафезни мотори, преклопување на мотори, реверзирање и кочење, командни и сигнални уреди).

Тие имаат специфична конструкција од нанижани прстени со програми за активирање на контактните елементи. Овие програми, дадени од производителот, ги овозможуваат сите наведени функции на гребенестите склопки. Вклопуваат 200 – 300 пати на час, имаат долг електричен и механички век, висока моќност и издржуваат оптеретувања.



Сл. 10 – Гребенести склопки

5. Нисконапонски прекинувачи

Нисконапонските прекинувачи се вклопни апарати со голема прекинувачка моќност и служат главно за заштита на електромотори, генератори, трансформатори и други уреди, како и за прекинувачи во разводни системи, мотори и дигалки.

Комбинирани со релеи и разни типови исклучници, овие уреди се автоматски прекинувачи или автомати за заштита. Заради сигурност во исклучувањето, тие можат да содржат претконтакти и главни контакти.

3.4. ПОМОШНИ УРЕДИ ВО ШЕМИТЕ ЗА УПРАВУВАЊЕ

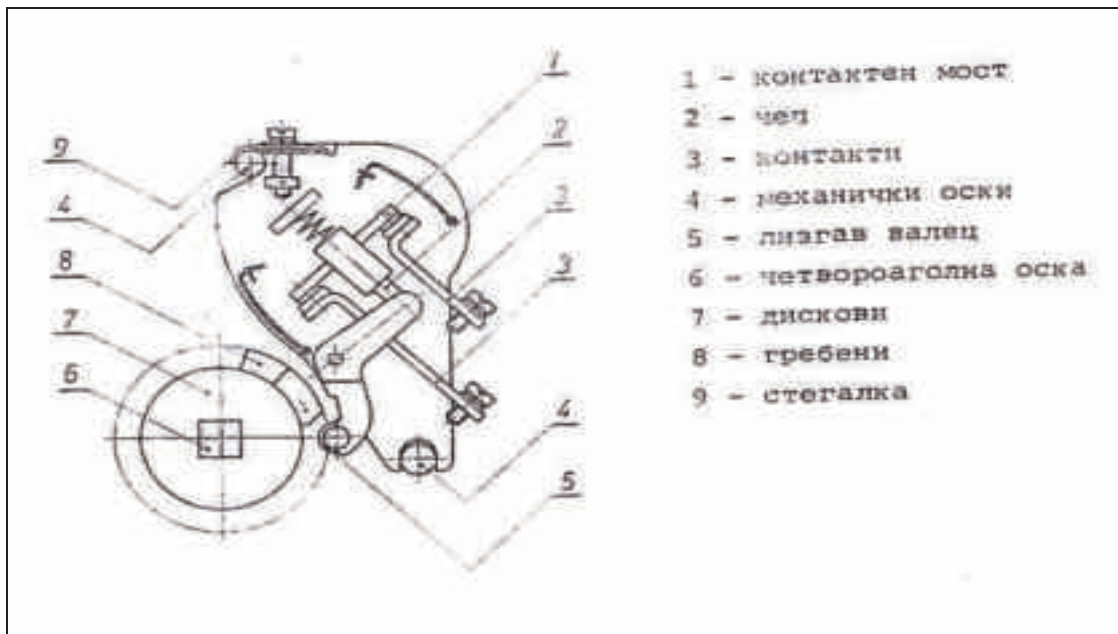
1. Контролери

Контролерите се апарати за вклопувања со повеќе положби, кои реализираат различни промени во шемите на управувачките кругови. Тие се користат за вклучување, регулирање на брзината, кочење и за реверзирање, односно управуваат со моторите во меѓурежим.

Се користат неколку видови контролери, кои според намената можат да бидат:

- енергетски контролери, кои се вклучени во напојните кругови на моторите
- командни контролери, кои се вклучени во помошните струјни кругови

Енергетските контролери имаат номинална моќност на моторот до 60 kW или струјно оптеретување до 250A. Командните контролери се од напонски ред до 500 V и со управувачка струја од 5 до 15 A. Според нивната конструкција тие можат да бидат гребенести и барабанести.

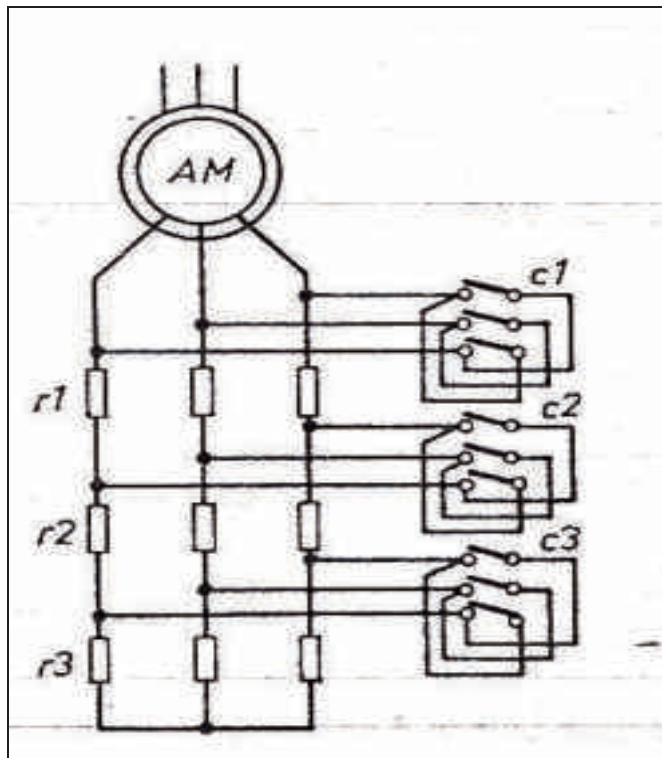


Сл. 11 – Конструкција на команден контролер

2. Задвижувачи

Задвижувачките отпорници ги впуштаат моторите во работа, односно служат за нивно развртување од мирување до работна брзина. Се користат кај асинхрони мотори и еднонасочни мотори во нивниот струен круг. Тие се димензионирани за кратко оптоварувања, но не и за регулирање на брзината на моторите.

Електричните вредности, бројот и големината на степените на пуштање на задвижувачите се пресметуваат според одредени стандарди како IEC, VDE и DIN. Во тие параметри влегуваат моќностите, бројот на вртежи, вртежните моменти, јачината и напонот на струјата, задвижувањето и др. Бројот на степените на пуштање на задвижувачите (m) се определува од моќноста на моторот и тој се зголемува од 2 до 6 степени кај најмоќните мотори.



Сл. 12 – Шема на врски на додатни отпори кај асинхрон мотор

Нивното поврзување кон шемите на моторите се врши на неколку начини, од кои дел се прикажани на сл. 12.

3. Уреди за кочење

Овие уреди се вградени во многу кранови, дигалки, транспортери и мотори кај кои можат да дејствуваат гравитациони и статички моменти. Тие вршат додатно кочење како фрикциони механички кочници односно „магнетни кочници“.

Магнетните кочници се состојат од неколку основни елементи, меѓу кои се:

- фрикциона педала или лента која притиска врз кочниот барабан на моторот
- пружина или тег
- електромагнет кој ја ослободува механичката кочница

Тие имаат улога да откочуваат и се нарекуваат „откочни магнети“. Можат да функционираат преку сериско поврзување со моторот, како кај кранови и дигалки, или со паралелно поврзување за електромагнетот, како кај елеватори и други уреди со променливо оптеретување. Сериските електромагнети имаат предности во однос на паралелните, поради брзото дејство и кревање на педалите, како и при прекин на арматурниот круг во намотките при што механички кочат.

Прашања и задачи:

1. Кои елементи се подразбираат под поимот склопни елементи во шемите за управување?
2. Каква е функцијата на контакторите во електричните шеми на управување?
3. Каква е улогата на нисконапонските прекинувачи ако се комбинирани со релеи и разни типови исклучници?
4. Објасни како се приклучуваат енергетските контролери, а како командните контролери?
5. Опиши ја улогата на уредите за кочење, познати уште и како „магнетни кочници“?

3.5. РЕЛЕИ

1. Вовед

Под називот релеи се подразбираат уреди со кои автоматски се затвораат или отвораат помошни и управувачки електрични кругови при промена на некој параметар во главниот струен круг на електромоторите и други уреди. Контактниот систем на релејот се активира под дејство на електричен, термички, механички и друг импулс.

2. Според принцип на дејство, постојат:

А) Механички релеи

Б) Електрични релеи – кои можат да бидат:

- бесконтактни (електронски, со трансдуктори, со полупроводници и со насочувачи).
- со подвижни контакти (електродинамички, електромагнетен, термички и индукционен релеј).

3. Според намена, релееите можат да бидат:

А) Релеи за заштита – го обезбедуваат ЕМ погонот во случај кога е нарушен режимот во кој истиот работи, со исклучување или со сигнализирање. Тие можат селективно да исклучат дел од електричниот круг, при што погонот останува во работа или да го исклучат целиот погон.

Б) Релеи за управување – наменети се за управување со преодни режими на работа на моторите, за поддржување на вредности на одредени струјни величини, како и за проработување на одделни елементи во управувачката шема.

Важна величина кај релееите е *струјата на проработување*, која е најниската вредност при која ќе дојде до затворање/отворање на контактите во релејот. Кај релееите постојат две можни положби на контактите:

- нормално отворен (во работна положба)
- нормално затворен (во работна положба)
- контакти за превклучување
- контакти за миговно затворање/отворање

3.6. ВИДОВИ РЕЛЕИ

1. Струјни релеи

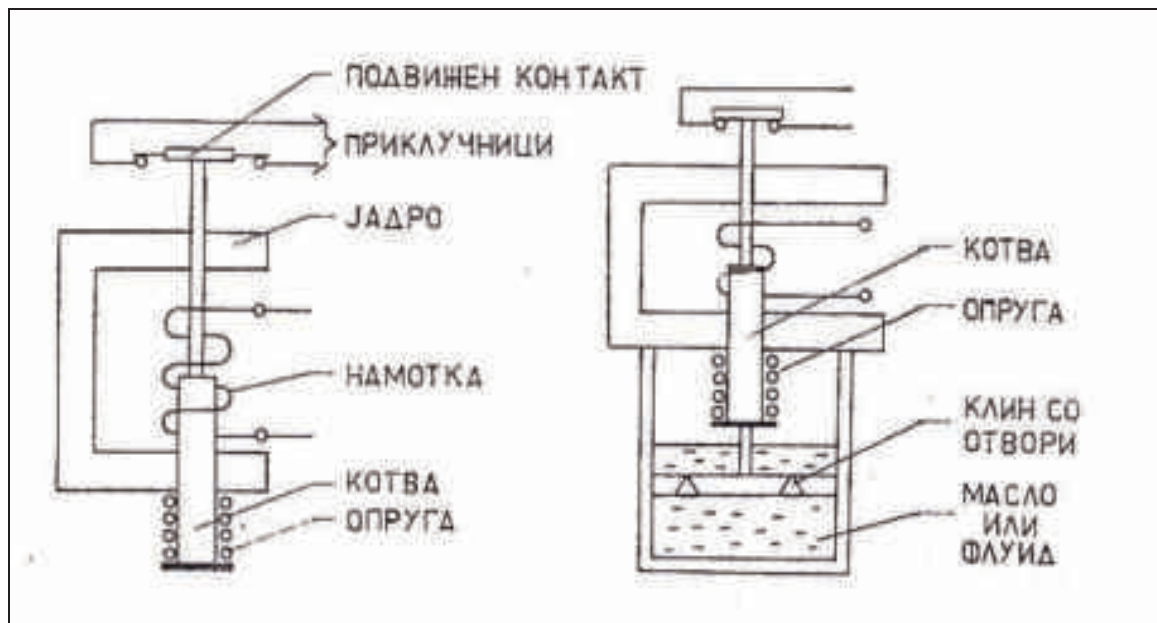
Струјните релеи се користат во ЕМ погони како управувачки но многу почесто како заштитни, за да обезбедат исклучување на моторот од мрежата при струјно преоптоварување. Тие се користеле во принцип слично на осигурувачите во електричната мрежа, но со одредена пренамена за ЕМ погони. Нивната основна функција е всушност при било какво струјно преоптоварување на моторот да го исклучат од електричната мрежа или да сигнализираат.

Најчесто тие се електромагнетни струјни релеи, кои штитат од зголемување на струјата, од куси врски, како нулта заштита од самовклучување и како управувачки релеи со преодни режими.

2. Напонски релеи

Овие релеи се, исто така, често употребувани како управувачки или заштитни во ЕМ погони. Најчесто, според принцип на дејствување, тие се електромагнетски или индукциони и служат за заштита.

А) Пренапонска заштита е поретка во погоните и не е проблем поради зголемување на моментот и пад на струјата при раст на напонот. Се става само при зголемување на брзината на моторот или дефект на електричните или механичките уреди.

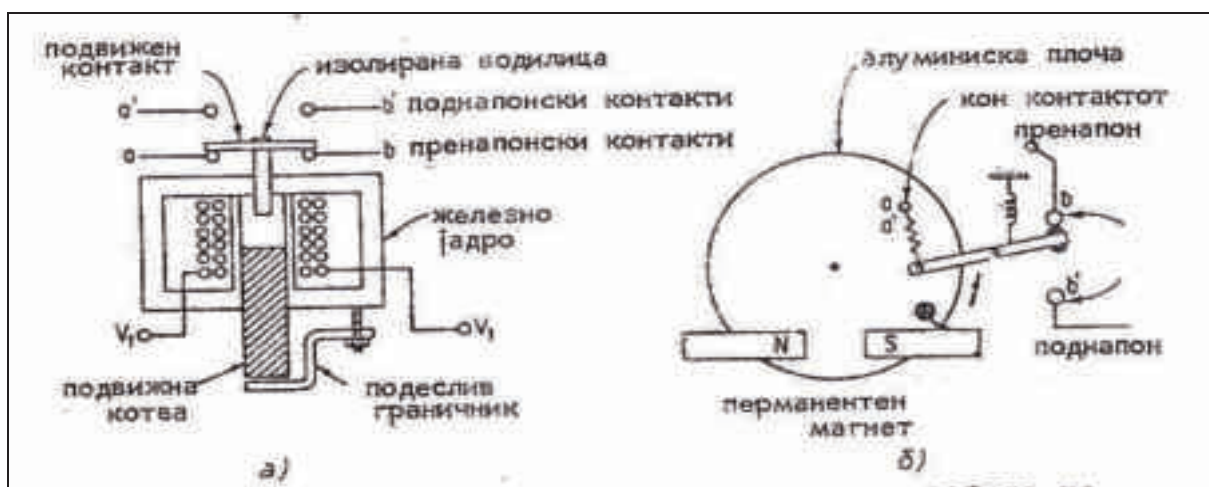


Сл. 13 – Принцип на работа на електромагнетен струен релеј

Според конструкција, тие се мигновни индукциони релеи (сл. 14-а), со два пара помошни контакти, едните НО и другите НЗ. Обично делуваат како сигнални уреди, поретко се исклучници, и потребно е да содржат механичка блокада при дејство.

Б) Поднапонска заштита (сл. 14-б) е почеста во ЕМ погони за заштита од снижен напон, крајно и од пад на напонот. Затоа се разликуваат два поими – поднапонски релеј и поднапонска заштита. Во првиот случај, при пад на напонот доаѓа до прекин на доводот кон моторот кој потоа повторно се активира, додека во вториот случај моторот целосно се исклучува. Тоа се прави за да се спречат можни штети и опасност од повреди на луѓето во погонот (алатки, пили, преси и сл.).

Релејот е во предност кај постројки со пумпи, воздушни кондиционери, вентилатори и други процесни уреди, кои после враќање на напонот можат повторно сами да се вклучат.



Сл. 14 – Принцип на работа на пренапонски и поднапонски релеи

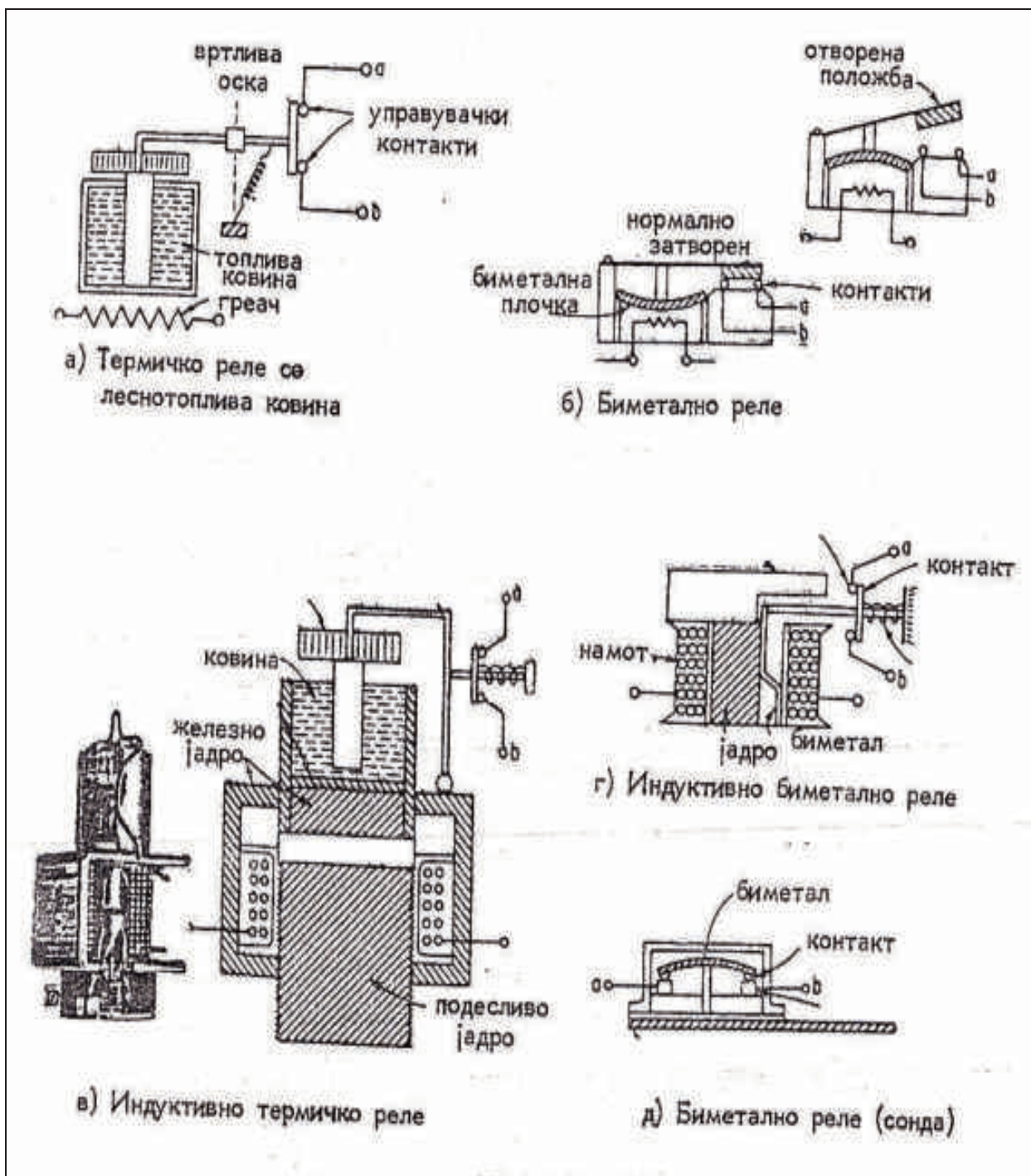
3. Биметални релеи

Биметалните релеи служат за заштита на електромоторите и други уреди од зголемување на струјата на товарот од 10 до 20 % над номинална вредност. Тие не штитат од струи на куса врска или од миговно зголемување на струјата, при што непотребно би се запрел моторот (што го вршат други типови релеи).

Основен дел на овие релеи е биметалниот елемент, составен од две метални плочки, кој при загревање се витка и со слободниот крај дејствува врз управувачките контакти. Тој се активира термички и има различни својства во почетна, т.н. ладна состојба и во крајна, т.н. топла состојба. Содржат и компензационен биметал кој го спречува влијанието на околината.

Тие се вклучуваат директно во главниот струен круг на моторот и се дотеруваат на условите на работа. Издржуваат високи номинални струи и ги вклучуваат моторите за околу 15 s.

ЕМ погоните при работа во динамички режим се штитат со примена на отпорни термометри, биметални сонди и релеи кои се вградени во намотките на моторите и дејствуваат со сигнализација или со нивно исклучување. Во употреба се и некои други релеи со растоплив метал, индуктивни биметални и термички релеи. Сите овие релеи ги штитат моторите од преоптоварување. Најчесто се комбинираат со контактори или прекуструјни релеи.



Сл. 15 – Различни принципи на изведба на биметални релеи

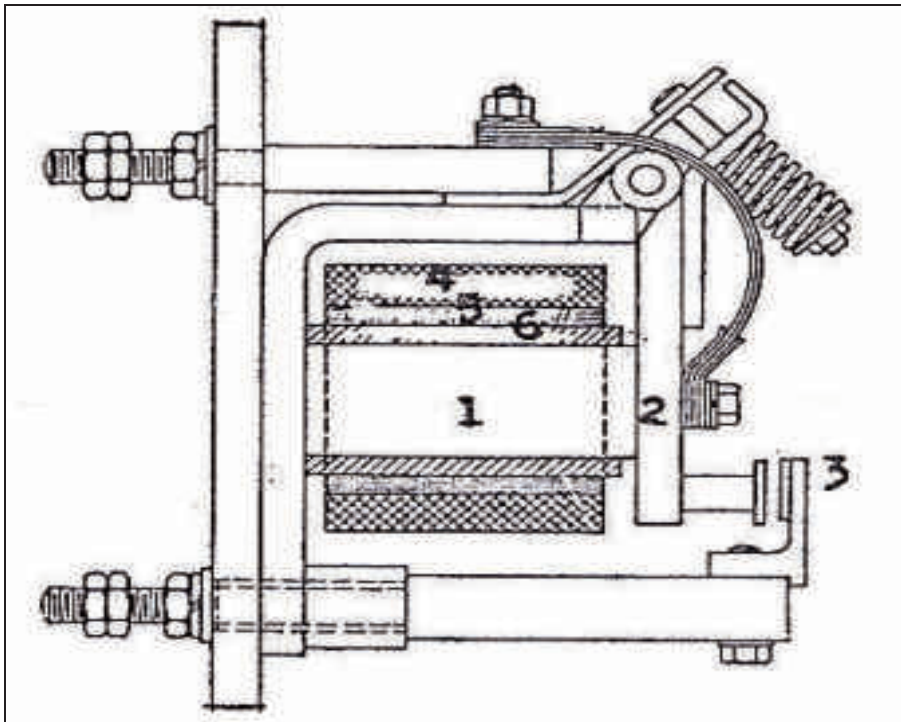
4. Временски релеи

Во ЕМ погоните временските релеи служат за да се исполни редоследот на управување, траењето на вклученоста и исклученоста на елементите и управувачки апарати. Овие релеи се независни од струјата на оптоварување и се вклучуваат по определено време од појава на импулсот. Постојат повеќе типови временски релеи како:

- електромагнетни релеи
- релеи со часовен механизам
- моторни релеи
- индукциони релеи
- транзисторирани релеи

и други. Тие обезбедуваат временска задршка за преработување од неколку секунди до неколку часови, зависно од типот. Во шемите за управување тие се поврзани со помошни релеи, кои доведуваат импулси во повеќе струјни кругови и преку повеќе контакти.

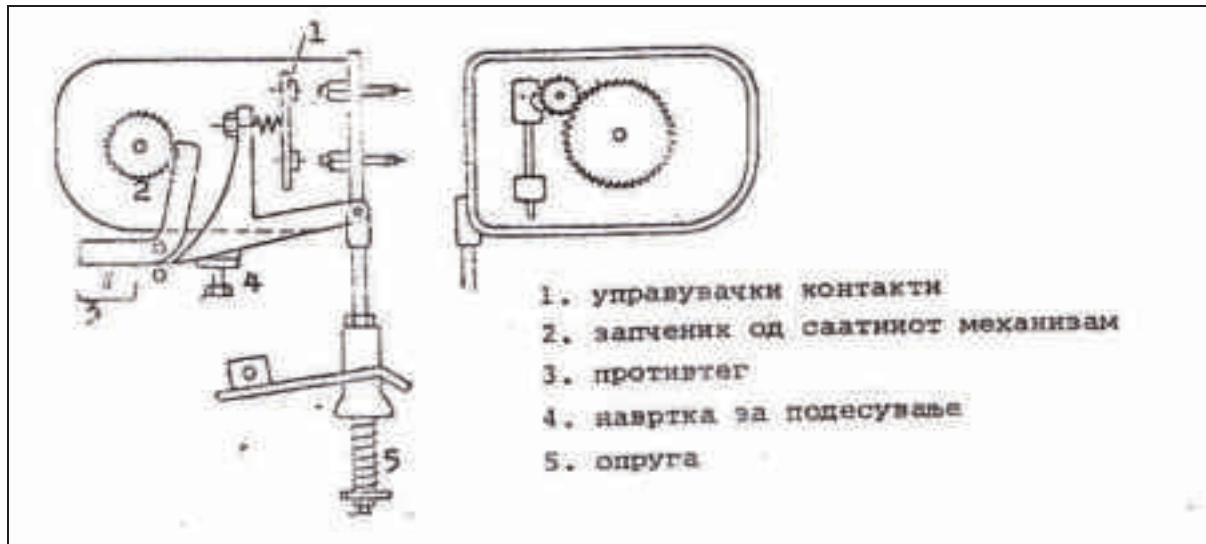
Електромагнетните релеи се состојат од магнетно јадро (1), котва (2) и контакти (3). Работат врз принцип на експоненцијално растење на струјата и силата на привлекување кога ќе се вклучи струјата во намотката за самоиндукција, што значи дека ќе се активираат по одредено време.



Сл. 16 – Принцип на работа и изглед на електромагнетен временски релеј

Постојат и други типови релеи кои временска задршка постигнуваат преку цилиндер и мал клип, издупчен и исполнет со масло. Брзината на движење на клипот и преминот на маслото низ цилиндерот зависат од големината на отворите во клипот.

Електромагнетните временски релеи со часовни механизми содржат пружина која се растегнува под дејство на котвата, што го менува времето на задршка од 1 до 10 s.



Сл. 17 – Принцип на работа на електромагнетен временски релеј со запчест механизам

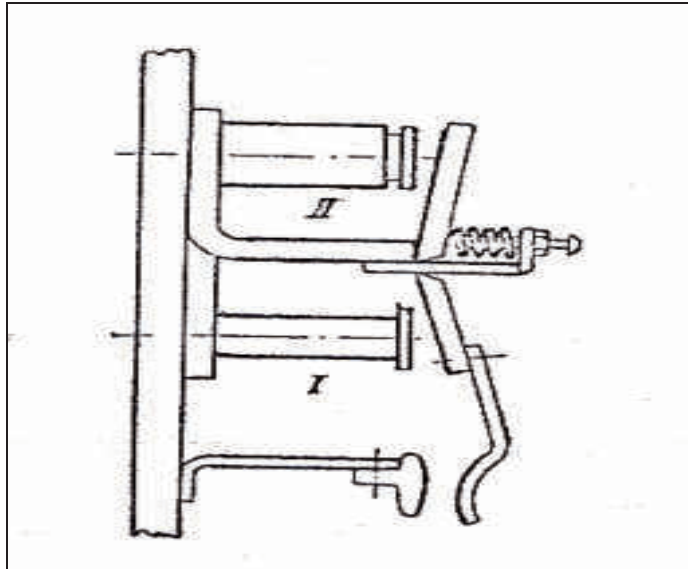
За подолги временски задршки се користат и моторни временски релеи. Тие содржат мал синхронен серво-електромотор кој преку запчен пренос го задвижува извршниот елемент на релејот.

Временските релеи можат да бидат приклучени кон наизменична или еднонасочна струја.

5. Тајмфактори

Во управувањето со ЕМ погони, т.н. тајмфактори имаат обединета функција на контактори и на временски релеи. Тие служат за автоматско управување со процесите на пуштање и на кочење на моторите, но и за други намени на исклучување и вклучување. Содржат два магнетски системи при НО контакти или еден при НЗ контакти.

Овие уреди се со помал габарит, лесни и подолготрајни од обичните контактори.

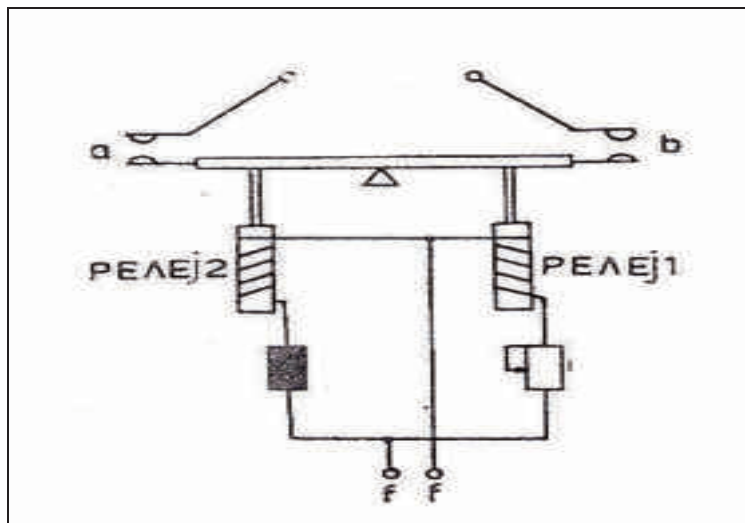


Сл. 18 – Принцип на работа на тајмконтактор

6. Фреквентни релеи

Во ЕМ погоните фреквентните релеи се во употреба при управување зависно од брзина, кај двата типа мотори – асинхрони и синхрони. Преку контрола на фреквенцијата во роторот се контролира неговата брзина.

Често пати во употреба е еден фреквентен управувачки релеј со мостовна врска. Релеите 1 и 2 се приклучени кон гранките на мостот и при дадена фреквенција на струјата во релејот ги држат контактите а и б отворени. Јадрото на релејот 2 мирува се до моментот кога ќе се зголеми фреквенцијата на стегалките $f-f'$, при што струјата во тој круг ќе се намали и контактите б ќе се затворат. Спротивно, се затвораат контактите а.



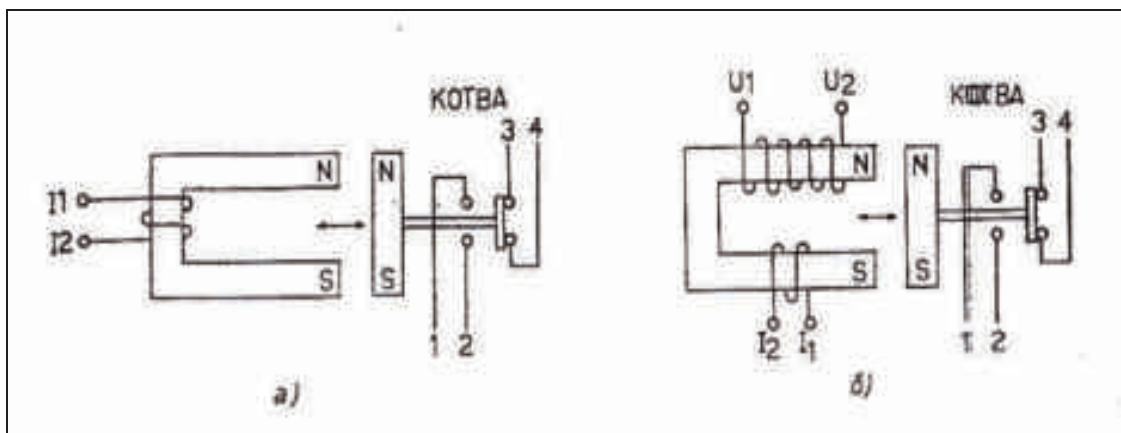
Сл. 19 - Фреквентен релеј

7. Поларизирани релеи

Овие релеи спречуваат непожелно вртење на погонските мотори во погоните во спротивна насока од пожелната, со цел да се избегнат хаварии и штети на работниот механизам. Кај еднонасочните мотори тие спречуваат замена на поларитет со што би преминале од работа во моторен во генераторски режим.

Постојат повеќе вакви релеи:

- релеј со реверзирана струја
- диференцијален релеј со напонска и струјна намотка
- релеј со вртлива котва



Сл. 20 – Релеи за контрола на поларитет

3.7. ЕЛЕКТРИЧНИ СЕНЗОРИ

Со сè поголемата автоматизација на комплексните производствени постројки се јавува потреба од компоненти што ги собираат и ги преведуваат информациите битни за процесот. Сензорите ја исполнуваат оваа задача и во поново време тие се многу значајни за мерењето, управувањето и регулацијата. Сензорите му даваат информации на делот за водење состојбата на процесните големини.

Сензорот е технички претворувач кој физичката големина (температура, притисок, положба) ја преведува во друга големина, обично во електричен сигнал. Во многу производствени постројки се користат механички претворувачи на линиско или ротационо поместување. Други називи за овие уреди се – микропрекинувачи, гранични прекинувачи или граничници. Бидејќи поместувањето на извршните елементи – актуатори се детектира со механички контакти, постојат контактни и бесконтактни сензори.

1. Контактните прекинувачи се постари електротехнички делови со механички контакт – гранични прекинувачи
2. Бесконтактните прекинувачи се понови уреди кои се замена за контактните и се произведуваат во помали серии.

Предностите на бесконтактните сензори се:

- точно и автоматско одредување на положбата и движењето
- бесконтактно регистрирање на објектот на мерење, односно без допир меѓу сензорот и процесот.
- брзо поврзување, без искрење или појава на лажен сигнал
- отпорни се на трошење, без подвижни делови
- неограничен број на прекинувања
- безбедност во опасна средина

Денес, примената на сензорите за секвенцијална контрола во многу области на индустријата е широка, бидејќи тие вршат надзор и контрола над процесите. Тие сигурно и брзо ги откриваат грешките во производствениот процес, ги штитат луѓето и машините од несреќни случаи и јавуваат за секој недостаток во процесната опрема.



Сл. 21 – Сензори и приклучници



Сл. 22 – Сензори

Во водењето на процесите, тие се „набљудувачи“ над процесите, јавувачи на грешки и промени, пренесувачи на сигнали итн. Такви се сензорите на „дискретна положба“ кои чувствуваат дали на одредено растојание се наоѓа објект, давајќи информации *да* или *не*, бинарните сензори и вклопувачи.

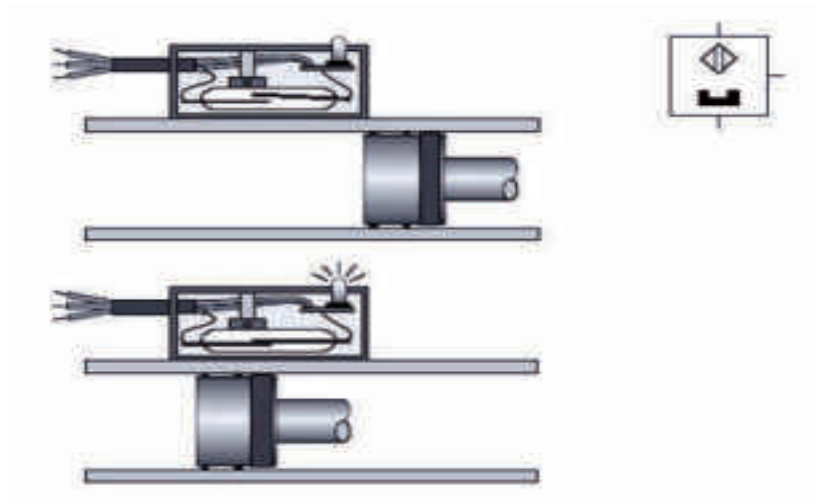
Сензори на близина

За разлика од граничните прекинувачи, овие сензори дејствуваат без надворешен контакт или сила. Тие се многу прецизни и сигурни за подолг период. Се разликуваат неколку типови сензори на близина:

1. Reed сензори
2. Индуктивни сензори
3. Капацитативни сензори
4. Оптички сензори

Индуктивните, капацитативните и оптичките сензори на растојание се всушност електронски сензори без подвижни контакти кои управуваат со струјните кругови преку излез кој е електронски поврзан со напојување или заземјен.

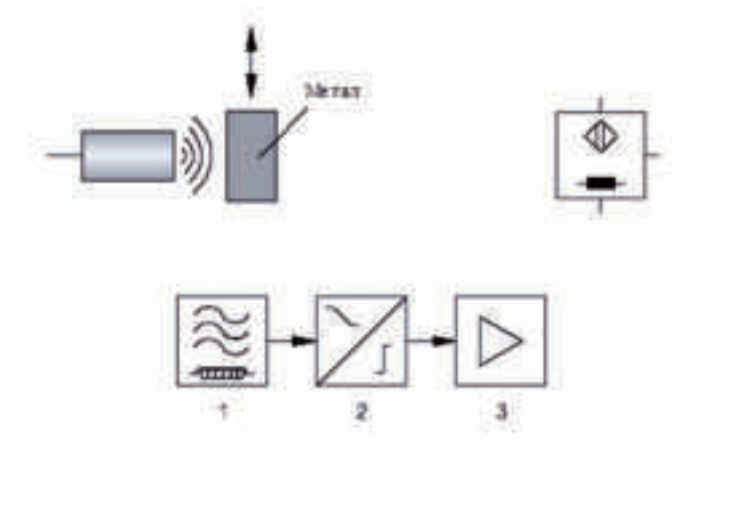
1. Reed сензорите се активираат преку магнетизирање, се состојат од два контакти сместени во стаклена цевка исполнета со гас. Магнетното поле ги вклучува контактите кога магнетот ќе пристапи под сензорот и со тоа ќе потече електрична струја во кругот. Овие сензори се долготрајни, сигурни и ефикасни (0,2 ms), но не се користат во близина на силни магнетни полиња.



Сл. 23 – Reed сензори

2. Индуктивните сензори се составени од електричен осцилатор со преклоп (flip-flop) и засилувач. Со приклучување на напонот на индуктивен сензор се генерира високофреквентно магнетно поле кое дејствува на сензорот. Ако во таа зона се внесе метален дел, амплитудата на осцилаторот се пригушува и преклопникот дава излезен сигнал.

Тие реагираат на метали, графит и др. материјали, и нивните предности се што не искрат, не трошат енергија за движење и лесно се монтираат во област за преклопување

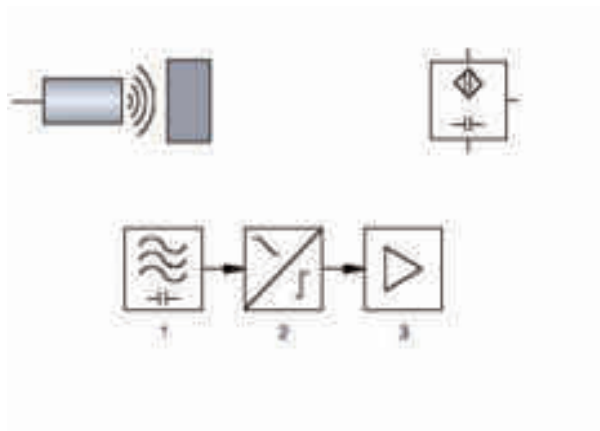


Сл. 24 – Индуктивни сензори

3. Капацитативните сензори се слично составени како индуктивните, но немаат индуктивен навој туку кондензатор и отпорник во склоп со осцилатор. Меѓу анодата и катодата се генерира електростатично поле кое се простира пред сензорот. Кога ќе најде објект во полето, се менува капацитетот на кондензаторот, што активира излезен сигнал.

Овие сензори не реагираат само на високоспроводни материјали, метали, туку и на изолатори како пластика, стакло, течности и др. Капацитативните сензори реагираат кога на активната површина ќе се приближат медиумите, без да дојде до контакт меѓу нив. Тие исто така реагираат додатно и на приближување на изолатори со висока диелектрична константа и заради тоа се соодветни за вградување како крајни прекинувачи при мерење на ниво на вода, цемент, брашно и други прашоци.

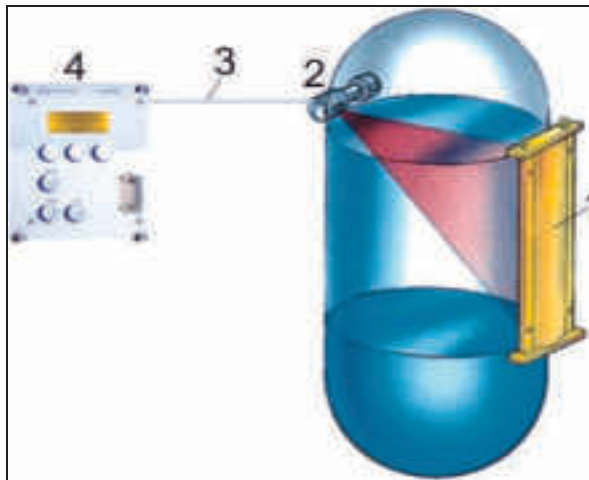
Растојанието на кое се вклучуваат капацитативните сензори зависи од видот, должината и пречникот на материјалот кој го следи. Оваа чувствителност се менува со помош на потенциометар. Оваа чувствителност се менува со помош на потенциометар. Нивната предност е во тоа што можат да реагираат на материјали зад неметална преграда.



Сл. 25 - Капацитативни сензори

4. Оптички сензори на близина ги забележуваат предметите со примена на оптиката и на електрониката. Тие работат со црвена и со инфрацрвена светлина, која се добива од полупроводнички LED диоди. Сензорите се мали, компактни траат долго и лесни се за вградување и замена. Како приемник користат фотодиоди и фототранзистори. Оние со црвена светлина имаат предност при мesteње, кои можат и без проблем да користат оптички водови.

Оптоелектронските прекинувачи реагираат бесконтактно на сите материјали, и тоа врз база на рефлексija на светлината која ја емитираат кон материјалот. Обично се состојат од емитер и приемник на светлина.



Сл. 26 – Оптоелектронски сензор

Зависно од примената, потребни се рефлектори и оптички водови, кои се поставени во исто куќиште (дифузиони и огледални) или во посебни куќишта (оптички врата и брани). Се разликуваат три типа оптички сензори на близина:

- а) Оптичка брана – преоден сензор
- б) Светлинска рефлексна преклопка – рефлексен сензор
- в) Светлинска рефлектирачка преклопка – дифузен сензор

Оптичката брана е еднонасочна преклопка која се активира со прекин на светлинскиот зрак.

Светлинската рефлексна преклопка е тип сензор со едно куќиште, во кое зракот се рефлектира од од рамна површина. Се активира на ист начин.

Светлинската рефлектирачка преклопка не содржи рефлектор, туку прима зраци од предметите кои ги следи. Се користи кај следење на блиски и мазни површини.

Прашања и задачи:

1. Колку видови елементи под поимот релеи се користат во шемите за управување?
2. Каква е функцијата на релеите во електричните шеми на управување?
3. Каква е улогата на струјните, напонските и на биметалните релеи?
4. Објасни како се приклучуваат индуктивните, Reed и капацитативните сензори?
5. Опиши ја улогата на уредите оптички сензори и оптоелектронските прекинувачи ?

Резиме:

Секвенцијално управување со работните машини и погонските мотори е всушност електрично управување, кое може да биде полуавтоматско и автоматско, со примена на електрични, механички и други елементи. Тие се врзани во електрични шеми, функционални шеми, сврзни шеми и монтажни шеми. Такви се вклопни елементи и контактори за често вклучување и исклучување на струјни и управувачки кругови, товарни склопки, нисконапонски прекинувачи и неколку видови контролери, кои по функција се енергетски и командни, задвижувачите и уредите за кочење.

Релеите се уреди со кои автоматски се затвора струјното коло при секвенцијално управување со работните машини и погонските мотори. Можат да бидат механички релеи и електрични релеи, а според намена релеи за заштита и за управување, какви што се струјните и напонските релеи во ЕМ погони.

Биметалните релеи служат за заштита на електромоторите при зголемување на струјата на товаро, а. временските релеи да се исполни редоследот на управување. Тајмтакторите и фреквентните релеи затвораат или отвораат помошни и управувачки електрични кругови.

Електронските сензори без подвижни контакти управуваат со струјните кругови, како Reed сензори, индуктивните сензори, капацитативните сензори на растојание и оптички сензори на близина. Тие ги забележуваат предметите со примена на оптиката и на електрониката.

IV КОНСТРУКЦИЈА НА РЕГУЛАЦИОНИ ЕЛЕКТРИЧНИ ШЕМИ

Наставни цели:

Ученикот:

- дефинира поим регулациона електрична шема
- планира и изработува проектна задача за релеи, контактори и сензори
- конструира проектна задача за релеи, контактори и сензори
- ги наведува можностите за примена на подготвената регулациона шема
- ја презентира проектната задача

Истражувачки проект

Што претставува истражувачкиот проект?

- поставување на некој проблем или прашање, на кој ученикот одговара со користење на различни ресурси и применување на различни стратегии (техники) за решавање на проблемот (конструкција на електрична шема за управување со ЕМ погон)
- истражувачкиот проект бара од учениците да истражуваат (испитуваат) разни теми, прашања, проблеми од реалниот живот, поврзувајќи ги со предметите што се изучуваат според наставниот план.

Истражувачките проекти се важни во наставата поради следниве причини:

- поттикнуваат на критичко размислување и комуникација
- ја поттикнуваат тимската и групната работа
- им помагаат на учениците да се оспособат за живот во општество во кое владее технологијата и знаењето
- го поттикнува учењето преку соработка со други ученици
- ги оспособува учениците со вештини и знаења, што ќе им бидат потребни во иднина

Истражувачкиот циклус се состои од седум чекори:

1. Дефинирање на проблемот, развивање прашање за истражување и формулирање на целта
2. Оформување план за истражување
3. Собирање на податоци
4. Сортирање и анализирање на податоците
5. Синтетизирање на податоците
6. Вреднување и
7. Презентирање на податоците

Треба да се нагласи дека истражувачките проекти можат да се работат индивидуално или групно. Кога се работи групно, потребно е на сите членови од групата да им се додели конкретна улога уште од почетокот на групниот проект. На ваков начин се обезбедува сите членови на тимот целисходно да учествуваат во процесот, а тоа претставува добра основа за бодирање на практичната оспособеност на секој поединец.

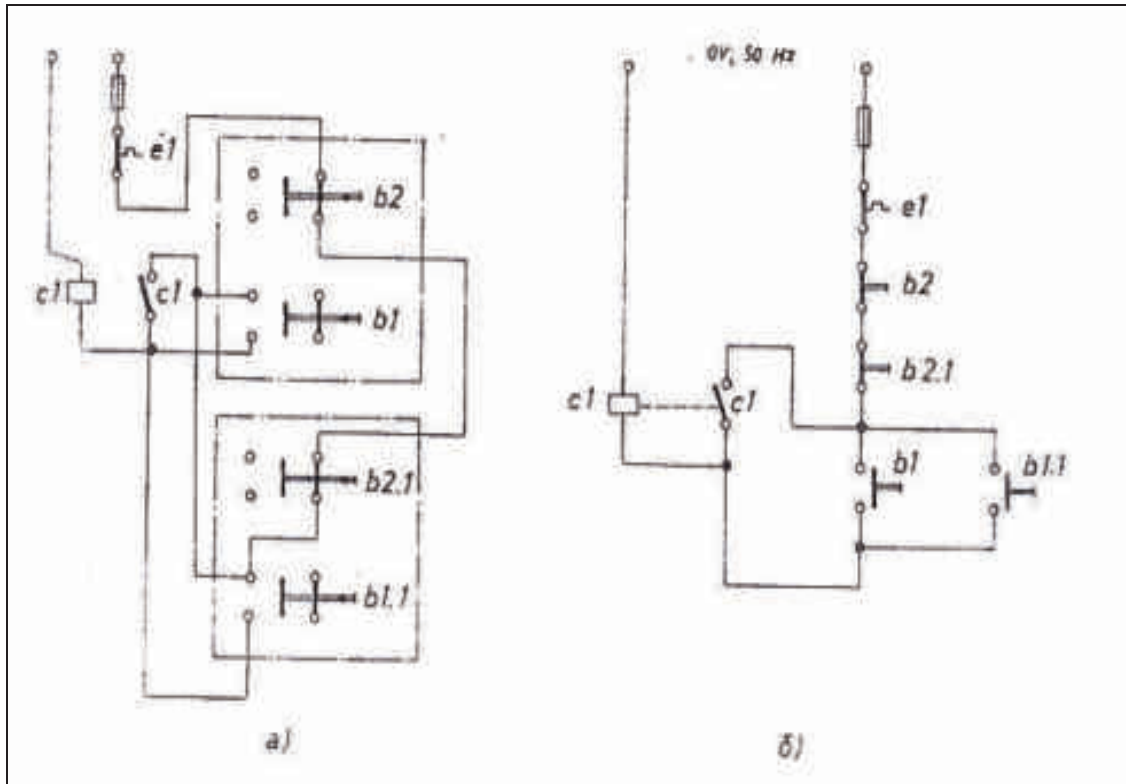
СОСТАВУВАЊЕ ШЕМИ ЗА УПРАВУВАЊЕ

1. Принципи на составување на шемите

Електричните шеми за управување со ЕМ погони се составуваат во повеќе чекори, со цел да се состави комплетна шема која ќе ги задоволи барањата од страна на погонската електрична машина, на работниот механизам и на технолошките услови на процесот.

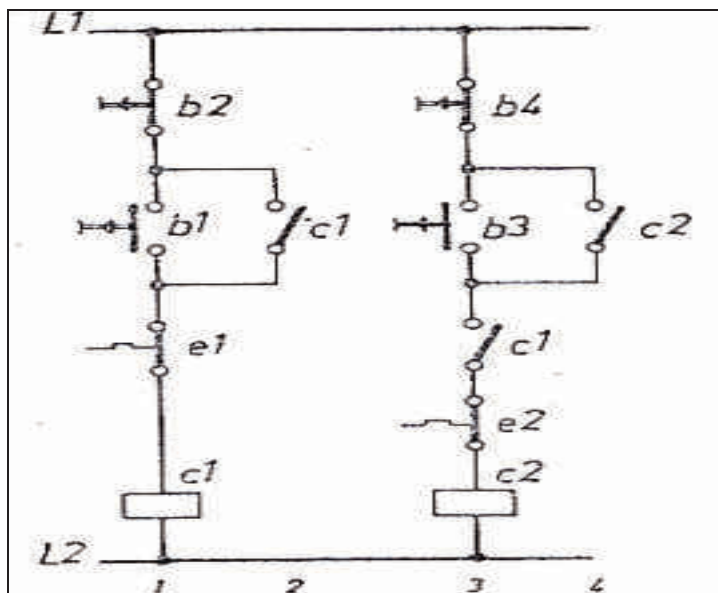
Низ следните примери се прикажани некои шеми на вклучување и на управување на електрични машини:

А) Триполна шема на вклучување на асинхронен кафезен мотор (m_1) – содржи тастери (b_1 , b_2), контактор (c_1) и термичка биметална заштита (e_1). После нумерирање на водовите и поврзување на елементите се црта струјната шема, во која елементите се во нормална состојба. Со внесување на додатни тастери или контакти може да се реализираат посебни барања за рачно вклучување, заштита од преоптоварување итн.



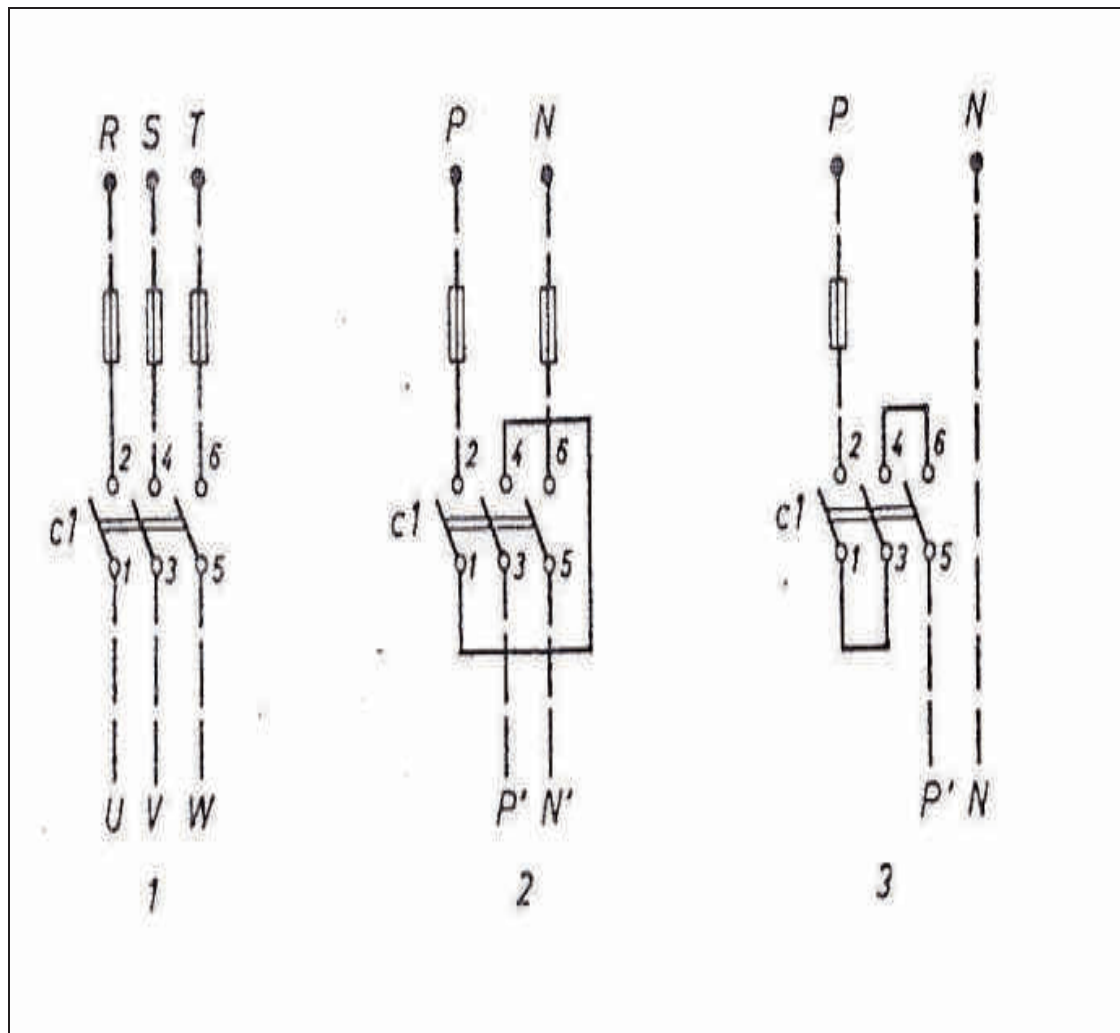
Сл. 1- Триполна шема на вклучување на асинхронен мотор

Б) Електрична шема за редоследно вклучување на мотори – содржи мотори А и В, линиски контактор c_1 и тастер b_3 . Тој е конструиран врз база на претходниот круг, со додатно внесување на тастери и контакти.



Сл. 2 - Електрична шема за редоследно вклучување на мотори

В) Шеми на напојување на еден наизменичен и еднонасочен мотор без термичка заштита – истите шеми можат да се изведат и со термичка заштита со релеј.

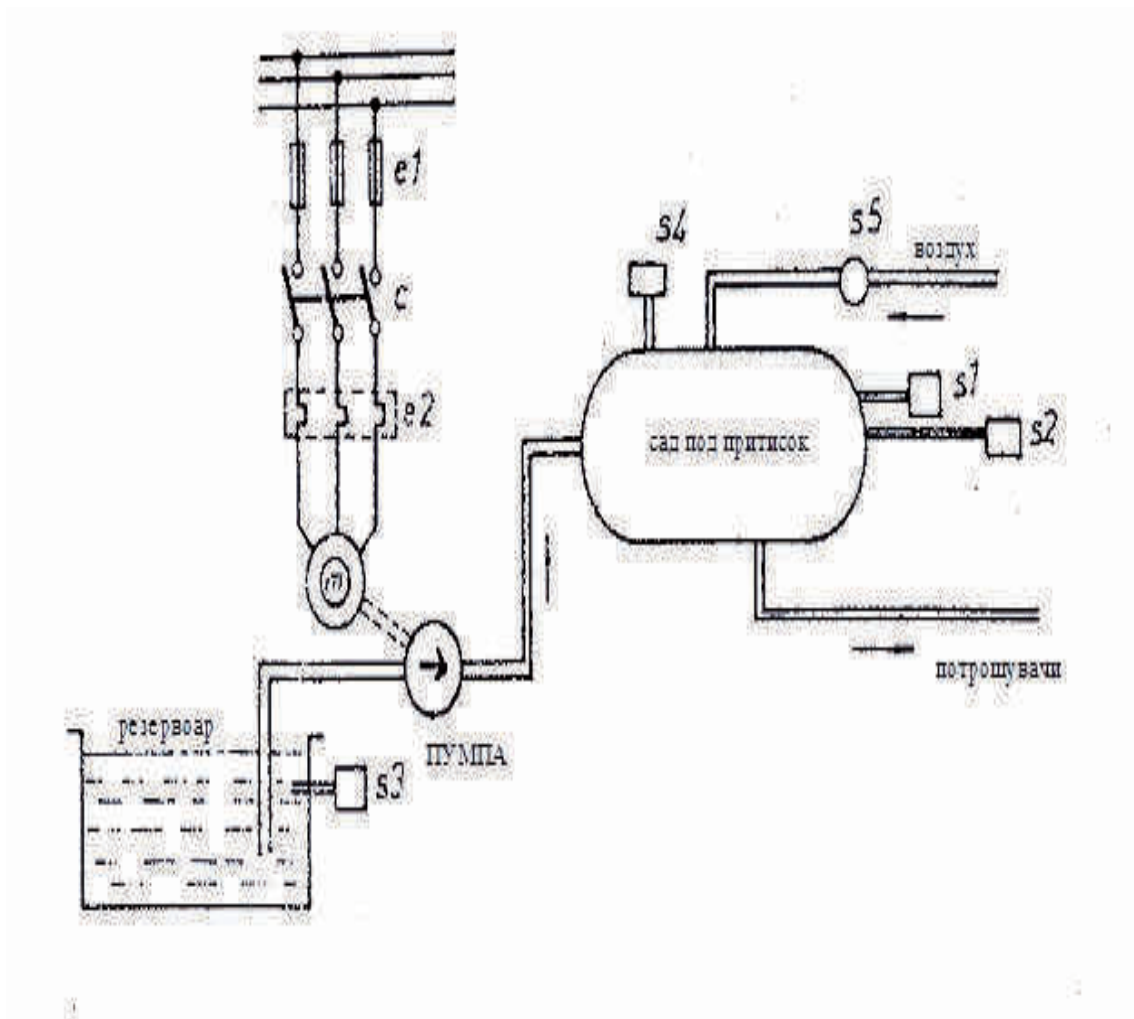


Сл. 3 - Шеми на напојување на наизменичен и еднонасочен мотор без термичка заштита

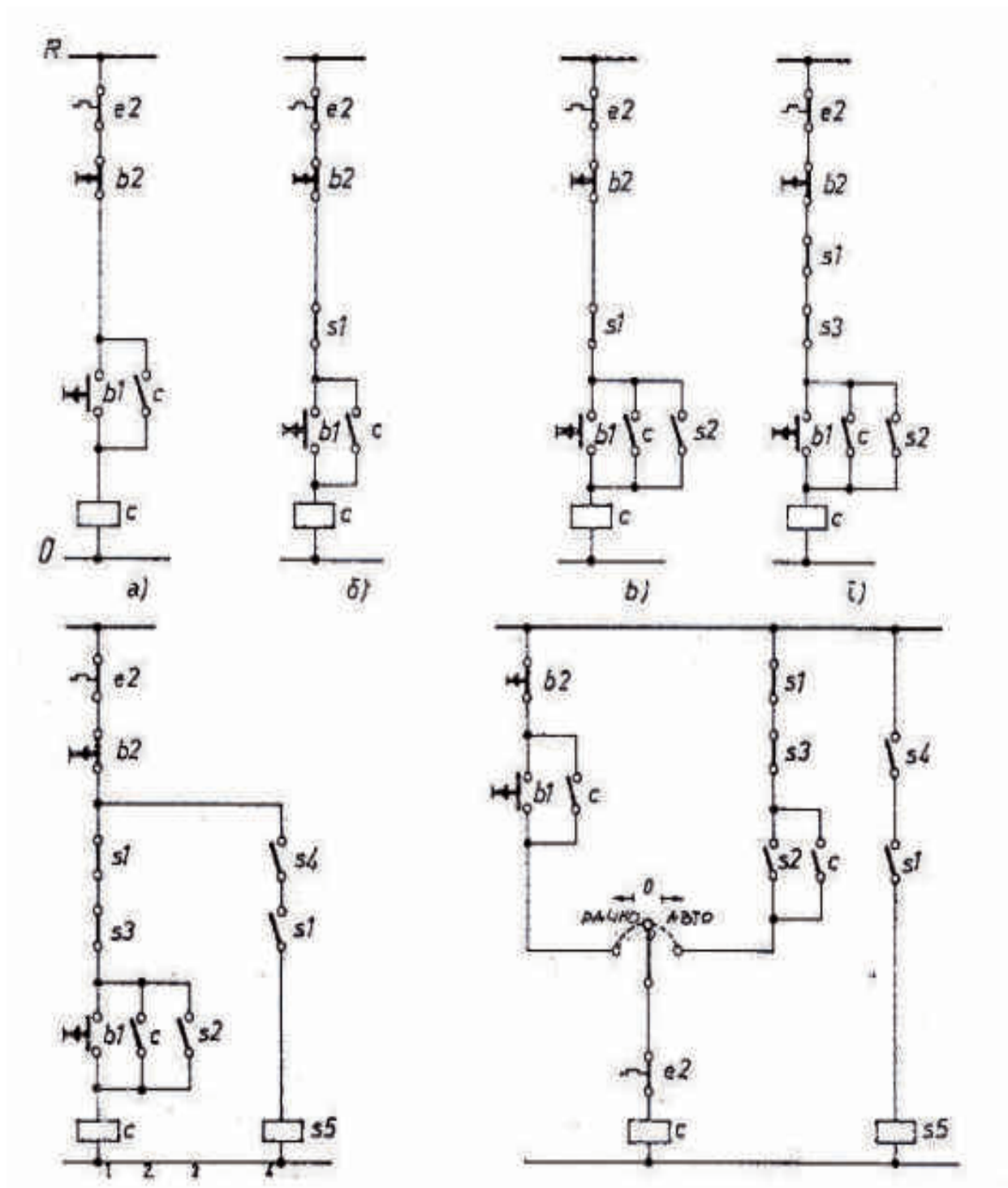
2. Практични примери за составување на управувачки шеми во ЕМ погони
(Предлози за изработка на проектни задачи)

Пример 1: Управувачка шема на пумпна станица за црпење вода.

- а) исклучена положба
- б) рачно вклучување и исклучување со тастери
- в) автоматско исклучување при полнење на резервоарот до одредено ниво
- г) автоматско вклучување на пумпата при празнење на резервоарот до одредено ниво
- д) автоматско исклучување на пумпата при празнење на резервоарот од кој се снабдува вода
- ѓ) одржување на притисок во садот до потрошувачите со рачно или автоматско управување



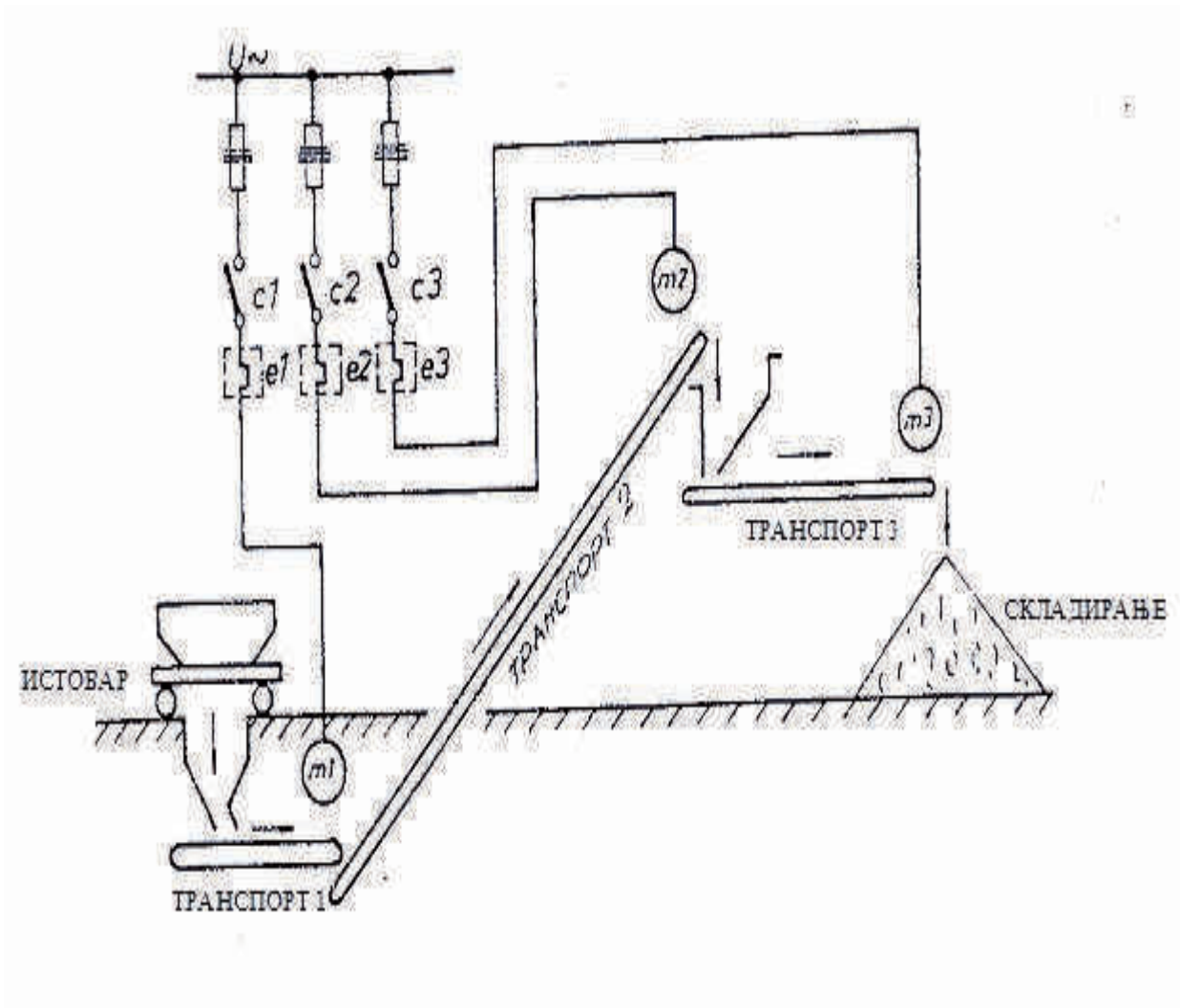
Сл. 4 – Шема на пумпна станица



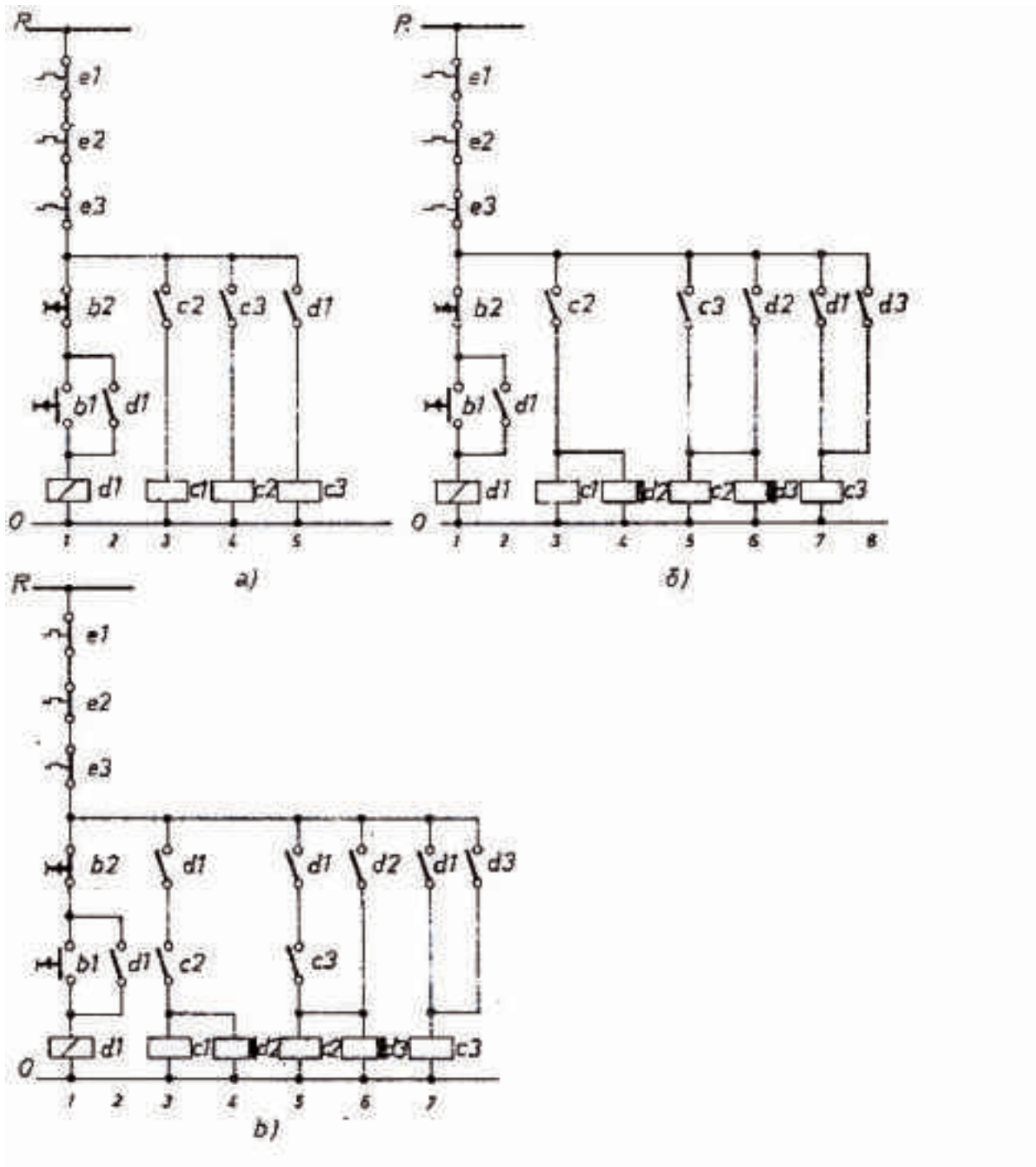
Сл. 5 - Управувачка шема на пумпна станица за црење вода

Пример 2: Управувачка шема на ЕМ погон со конвејнерен систем за транспорт на сировини

- а) со еден тастер сите мотори на лентите, од 3 до 1 се ставаат во работа по даден редослед
- б) при активирање на заштитата од преоптоварување на еден од моторите, се исклучуваат сите ленти
- в) со тастерот за исклучување b_2 се овозможува исклучување на сите ленти по редослед, сега спротивно, од 1 до 3, но со 1 минута временско растојание заради нивно празнење.



Сл. 6 – Еднополна шема на конвејнерен систем за транспорт на сировини



Сл. 7 - Управувачка шема на ЕМ погон со конвејнерен систем
за транспорт на суровини

Пример 3: Управувачка шема на реверзибилен ЕМ погон на машина алатка

Пример 4: Управувачка шема на реверзибилен ЕМ погон на машина/алатка со склопки за гранична положба

Пример 5: Управувачка шема на ЕМ погон во пакерска индустрија

V ОСНОВНИ ПОИМИ ЗА ДИГИТАЛНИТЕ СИСТЕМИ

Наставни цели:

Ученикот:

- дефинира основни поими од Булова алгебра
- ги познава и разликува елементарните логички кола
- го објаснува принципот на работа на елементарните логички кола и мемориски елементи
- ја наведува можната примена на елементарните логички кола и компјутерите

5.1 ЛОГИЧКА АЛГЕБРА

Елементите на дигиталната техника се развиени како компоненти на дигиталните сметачи кои заземаат се поширока примена во автоматската регулација и управувањето со процесите и со машините. Компјутерското водење на процесите го вршат дигиталните сметачи, кои се сложени автоматски целини и во нив пресметките ги вршат дигитални елементи, врз база на дадена програма.

Логичката алгебра е математичка постапка за решавање на логичките изрази, развиена од страна на математичарот и филозоф George Boole. Со неа се развива врска помеѓу математиката, логиката и контактните елементи, која се базира на давање одредени бројни вредности на логичките изрази. Ако е исказот точен, се означува со 1, ако не е, се означува со 0.

Пр: Пумпата е вклучена, ако е вистинит исказ $A=1$, ако не е $A=0$. Оваа техника користи бинарни компоненти.

Електричен круг е спроводен за импулс (1) или не е спроводен (0). Се користат повеќе основни логички функции и закони на логичка алгебра.

5.2. ОПЕРАЦИИ И ЗАКОНИ НА ЛОГИЧКА АЛГЕБРА

1. Негација (инверзија)

За одредена логичка вредност A , постои нејзина инверзна вредност \bar{A} .

A	\bar{A}
1	0
0	1

Оваа операција е наречена негација, што значи ако A е вистина, \bar{A} не е и обратно.

2. Множење (конјункција)

Логичкото множење се прикажува со израз

$$A * B = C$$

A и B се прости логички искази (A – пумпата е вклучена, B – вентилот е отворен), додека C е сложен логички исказ (пумпата е вклучена и вентилот е отворен). Целиот сложен исказ C е вистинит ако исказите A и B се точни, а не е вистинит ако еден од исказите A и B не е точен.

A	B	C
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

Вредноста C се добива со множење на бинарните цифри A и B , односно со нивно поврзување како прости искази во сложен исказ C . Бидејќи се сврзани со сврзник \wedge , операцијата се нарекува **И**.

3. Собирање (дисјункција)

Логичкото множење се прикажува со израз

$$A + B = C$$

Сложениот логички исказ C се добива со собирање на простите искази преку сврзник *или*. Целиот сложен исказ е вистинит доколку барем едниот од двата прости искази е точен, а не е вистинит само доколку двата прости искази не се точни.

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
0	1	1
1	0	1
1	1	1
0	0	0

Оваа операција се нарекува **ИЛИ**, бидејќи истата се добива со собирање на простите искази.

Основни логички операции се негација, множење и собирање (**НЕ**, **И** и **ИЛИ**).

Изведени логички операции се **НИ**, **НИЛИ** и **ЕКСИЛИ**.

4. Закони на логичка алгебра

а) Закон за комутација

$$A * B = B * A$$

$$A + B = B + A$$

б) Закон за асоцијација

$$A * B * C = A * (B * C) = (A * B) * C$$

$$A + B + C = A + (B + C) = (A + B) + C$$

в) Закон за дистрибуција

$$A * B + A * C = A * (B + C)$$

$$(A + B) * (A + C) = A + B * C$$

г) Де Морганов закон

$$\overline{A + B} = \overline{A} * \overline{B}$$

$$\overline{A * B} = \overline{A} + \overline{B}$$

Овие закони се докажуваат со замена на вредности 1 и 0 во сите комбинации.

5. Физичко претставување на логички функции

Во логичката алгебра променливите имаат вредности 1 и 0, кои физички во прекинувачките електрични кругови имаат состојби:

- спроводливост (1)

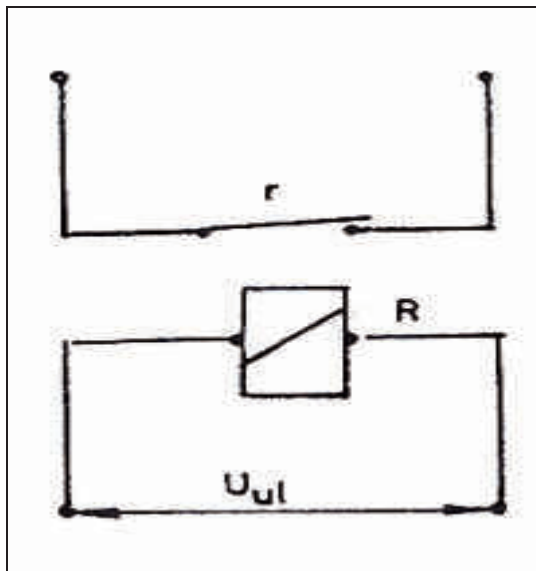
- неспроводливост (0)

Влезните големини во логичките кола одговараат на големините A и B, а излезните големини на сложениот исказ C, во вид на точно тврдење.

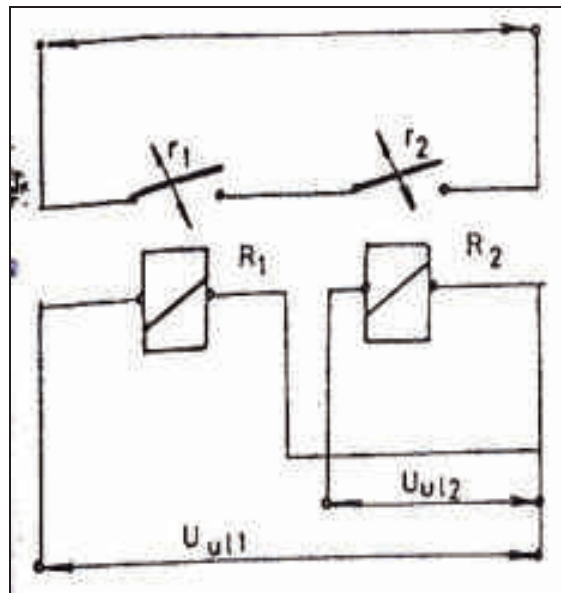
Според конструкцијата, овие логички кругови во автоматиката и дигиталната техника можат да бидат:

- електромеханички (релејни), кои се претходно опишани
- полупроводнички (со диоди, транзистори и интегрални кола)
- електронски (со цевки)
- магнетни
- специјални логички кругови

А) Логички круг НЕ – се состои од релеј, на краевите на чии намотки се постои низок напон (0 V) и висок напон (1V). Напонот 1 овозможува побуда на на релејот R, кој го вклучува контактот r. Кога контактот е отворен (НО) излезниот сигнал е 0, а кога тој е затворен (НЗ) и спроведува струја, излезниот сигнал е 1.



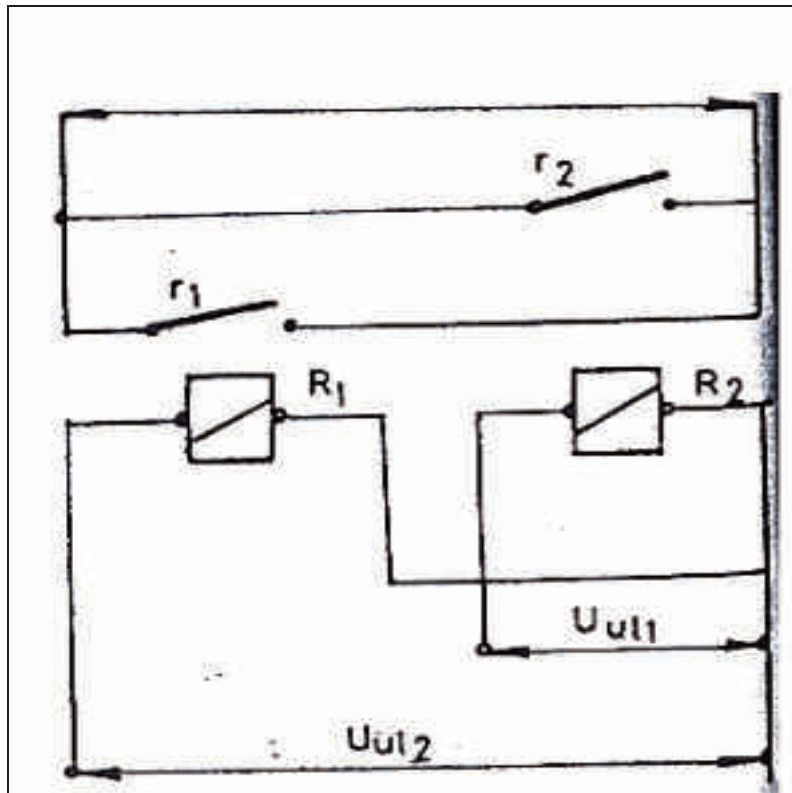
Сл. 1 – Логички круг НЕ



Сл. 2 – Логички круг ИЛИ

Б) Логички круг ИЛИ – се состои од два релеја R_1 и R_2 и од контактите r_1 и r_2 , кои на ист принцип даваат излезен сигнал 0 кога се исклучени. Ако едниот контакт под дејство на напон на релејот се вклучи, кругот се затвора и се создава излезен сигнал 1.

В) Логички круг И – во оваа комбинација од два релеја R_1 и R_2 и од контакти r_1 и r_2 , потребно е двата напони на релеите да имаат влезна вредност 1 за да се создаде излезен сигнал 1. Доколку едниот од напоните е со вредност 0, тој контакт е отворен и ќе се создаде излезен сигнал 0.



Сл. 3 – Логички круг И

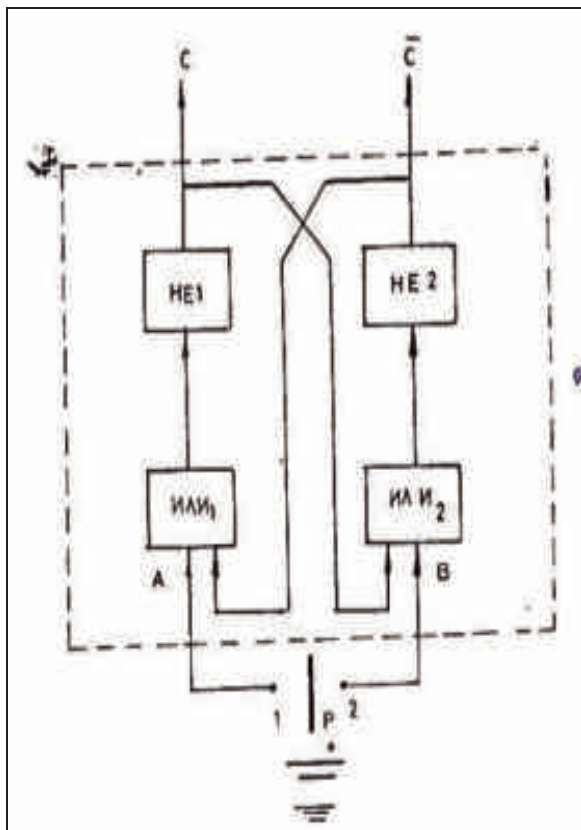
Прашања и задачи:

1. Што претставуваат елементите на логичка алгебра?
2. Искажи ја дефиницијата за логичките операции негација, множење и собирање!
3. Докажи ги законите за комутација, асоцијација и за дистрибуција со замена на вредности 1 и 0 во изразите за наведените закони!

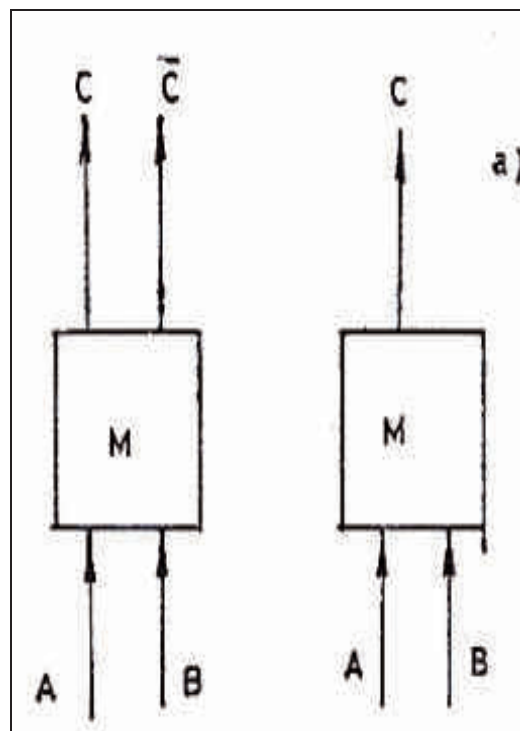
5.3. СИНТЕЗА НА ДИГИТАЛНИ АВТОМАТИ

Со примена на логичките искази и операциите на логичка алгебра се решаваат сложени логички целини кои градат соодветни единици. Претворањето на голем број информации со помош на бинарни кодови 1 и 0 е основа на работењето на дигиталните компјутери, кои се користат во информатиката, комуникациите и во управувањето со технолошките процеси, постројки и различни транспортни средства. Овие податоци се внесуваат во мемориски единици на сметачките машини.

Податоците се внесуваат во феромагнетни торуси, на магнетни ленти, картички, дискови и други видови носачи. Надворешните мемории се постојани и се надградуваат во сметачите екстерно. За регистрирање на оние податоци со кои се оперира за кусо време, се користи вградената или оперативна меморија.



Сл. 4 – Мемориска ќелија



Сл. 5 – Симбол за ќелија со два излеза
и со еден излез

Основната ќелија на овие мемории која памети еден податок, односно цифра е *бит*, и тој обично се конструира од два ИЛИ и два НЕ логички круга. Тој круг има две стабилни состојби, при кои влезниот сигнал дејствува на влез ИЛИ1 односно на влез ИЛИ2, и се нарочува бистабилен мултивибратор (флип-флоп).

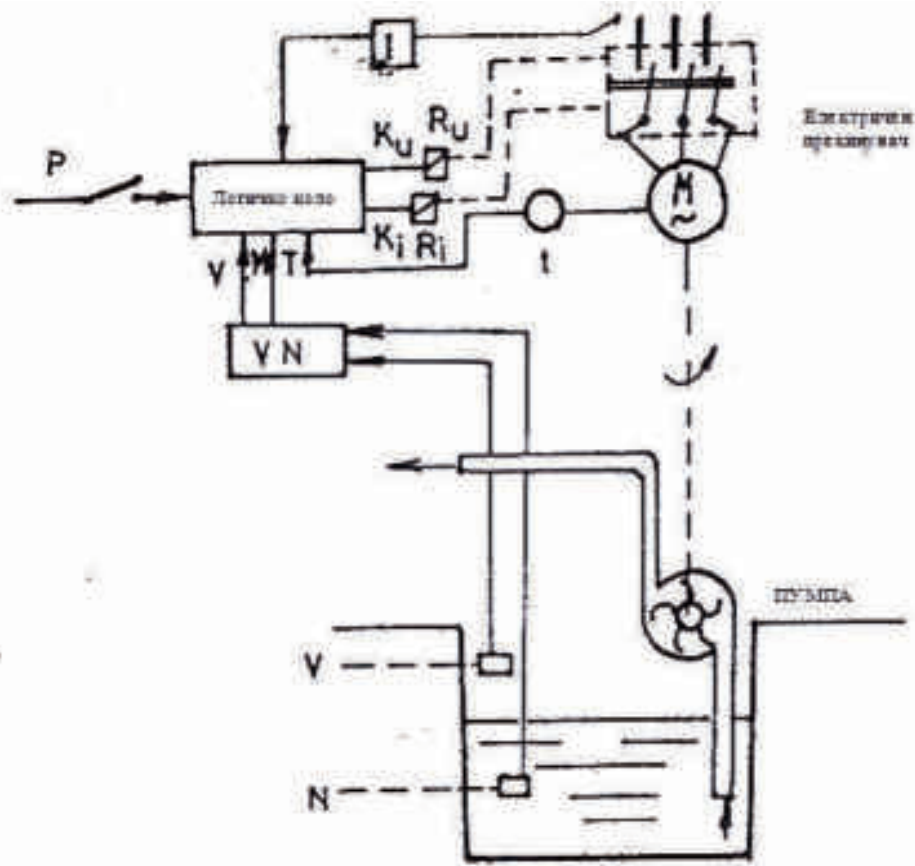
Моностабилниот мултивибратор (тајмер) има еден излез иако дејствува на двата влеза. Неговите излези се комплементарни и имаат спротивни вредности – кога $C = 1$ и $\hat{C} = 0$ и обратно.

Келијата на меморијата (сл. 4) може да има еден или два излеза, прикажани на шемата на сл. 5.

Пример: Синтеза на логички круг за управување со центрифугална пумпа

Постројката со пумпа за црпење на вода од резервоар се управува преку прекинувач, кој го вклучува и исклучува електромоторот што ја придвижува пумпата. Ова се изведува со логички уреди односно електричен круг составен од релеи, контактори и сензори. Постројката ги содржи следните уреди и користи сигнали:

- VN, мерен претворувач на сигнал на ниво
- V, сигнал за максимално ниво
- N, сигнал за минимално ниво
- M, електромотор
- P, прекинувач
- U, сигнал на рачно исклучување
- I, релеј за прекуструјна заштита
- S, сигнал за прекуструјна заштита
- t, релеј за температурна заштита
- T, сигнал за температурна заштита



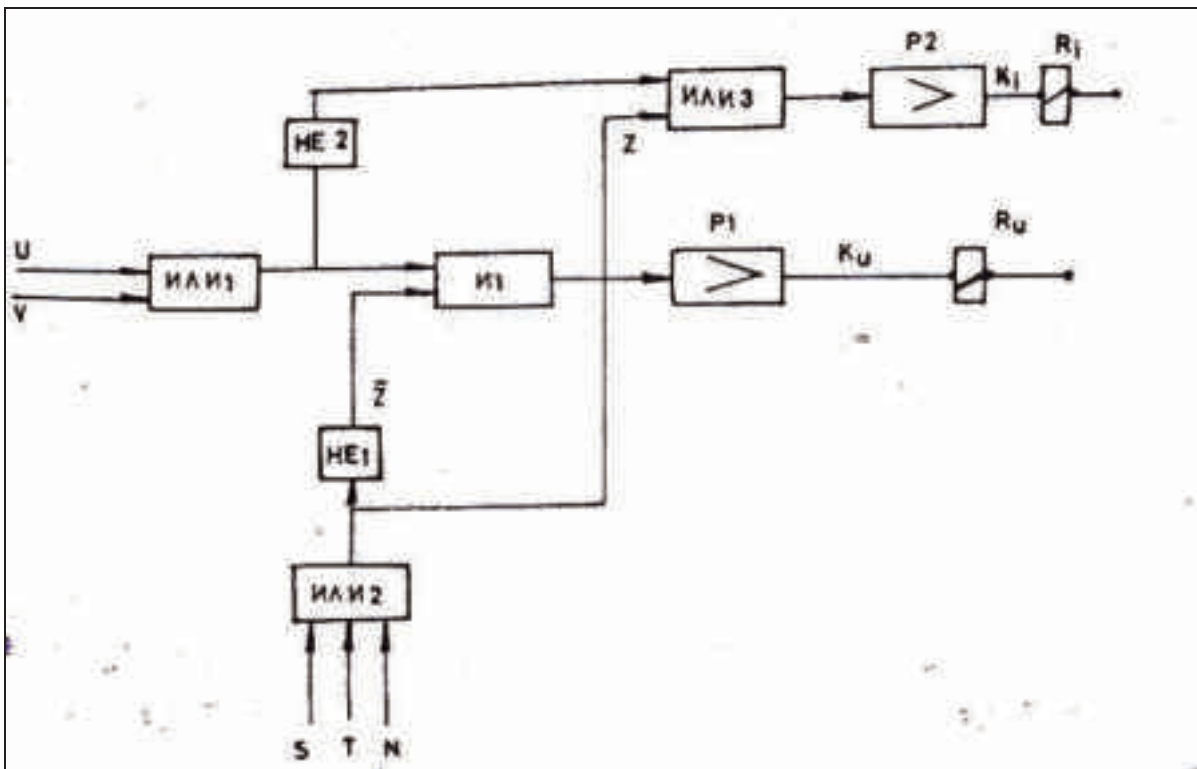
Сл. 6 – Автоматски погон со пумпа

Релејот, освен рачно со прекинувачот P, може да се исклучува и со дејствување на сигналите за заштита од логичките уреди. Постојат три уреди за логичка заштита на моторот

- Релејот за прекуструјна заштита I дава сигнал за прекин на пумпањето ако надојде преголема јачина на струја.
- Релејот за температурна заштита t дава сигнал за прекин на работа доколку намотките на електромоторот се прегреат.
- Мерниот претворувач на сигнал на ниво VN дава сигнал за прекин на пумпањето кога нивото на водата во резервоарот падне под дозволен минимум.

Логичкиот круг ИЛИ1 го вклучува моторот преку релејот I со сигнал од прекинувач U или со сигнал за максимално ниво V, при што во релејот не дејствува ниеден сигнал на заштита од логичкиот круг ИЛИ2. Излезниот сигнал од овој круг преку засилувач P1 го вклучува моторот. Излезот од кругот ИЛИ1 е поврзан и со влезот во кругот НЕ2, што значи дека кога нема сигнал за вклучување тој преку кругот ИЛИ3 и засилувач P2 го исклучува моторот.

Заштитата дејствува посебно, преку кругот ИЛИ2, кога ќе се активира еден од сигналите на заштита S, T или N. Тој круг дејствува преку кругот ИЛИ3 и го исклучува моторот. Истовремено, преку кругот НЕ1 тој го блокира прекинувачот без обзир на состојбата на излезот од релејот И1.



Сл. 7 – Шема на логички уред за управување на погон со пумпа

Преведувањето на бинарните кодови во декаден систем се изведува со примена на дигитален потенциометар, кој броевите ги сумира како збир од големини од типот $2^0, 2^1, 2^2, 2^3$ итн. за оние членови во збирот кои постојат, тој дава вредност 1, а за оние кои ги нема вредност 0. Така, на пример, бројот 56 преку бинарни цифри има вредност 111000.

Прашања и задачи:

1. Објасни го основниот принцип на функционирање на дигиталните системи?
2. Опиши ги основните елементи на синтеза на логички круг за управување со центрифугална пумпа!

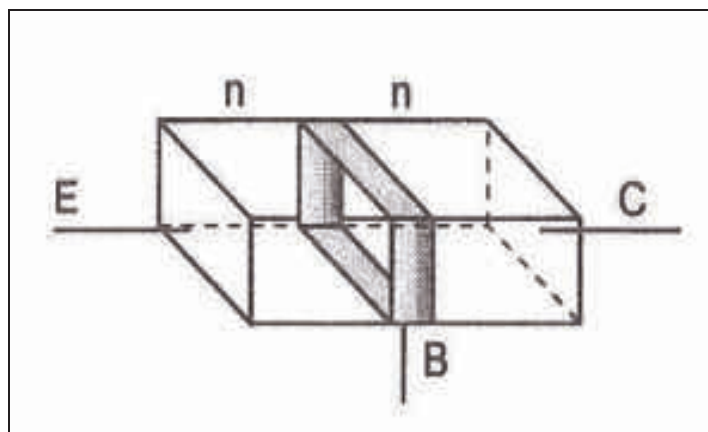
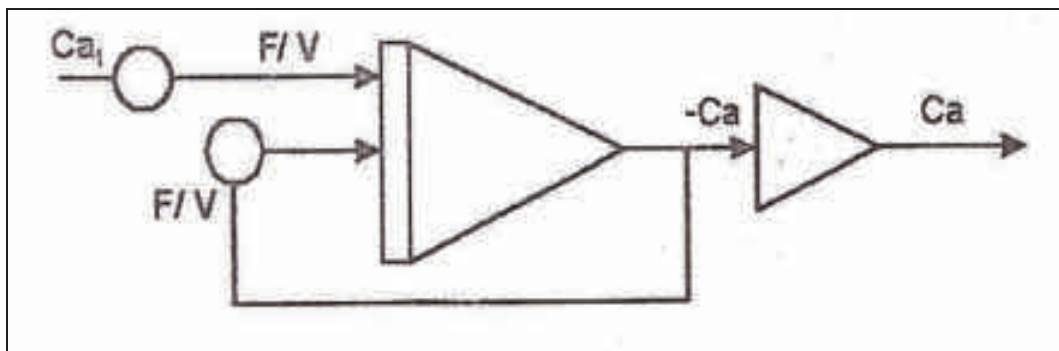
5.4. РАЗВОЈ НА ЕЛЕКТРОНИКАТА ВО ИНФОРМАТИЧКАТА ДЕЈНОСТ

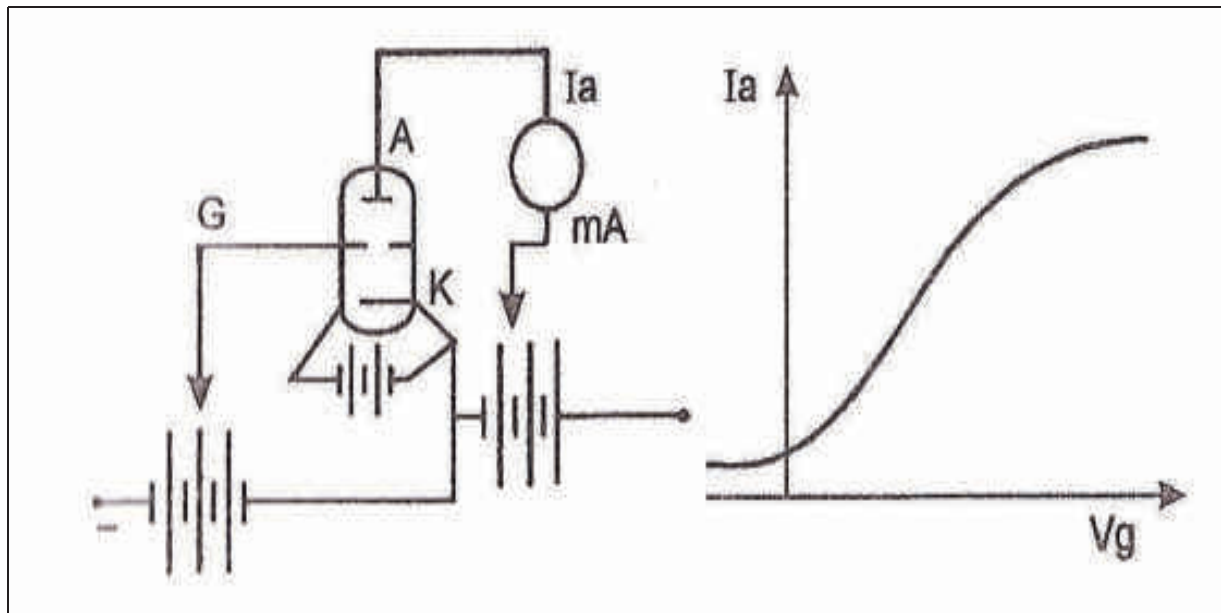
Примената на електрониката во информатичката дејност овозможува прикажување на системите и процесните големини, пренос на информации и нивна обработка во форма на физички сигнали. Како носители на информации, сигналите по својата природа можат да бидат

- аналогни, или континуирани
- дигитални, или периодични

Природата на физичките големини што се обработуваат обично е аналогна, но современите информатички и технолошки системи користат дигитални сигнали за пренос и процесирање на информациите. Претворањето на аналогните во дигитални сигнали се врши со А/Д конвертори, а на дигитални во аналогни сигнали со Д/А конвертори.

Електрониката како модерна наука и технолошка област ги развила основните елементи кои се вградуваат во управувачките системи, како што се електронските ламби (диоди, триоди), отпорници, кондензатори, транзистори, електронски интегрирани кола, LED диоди и др. Тие овозможуваат засилување и обработка на сигналите, нивна трансформација и употреба во управувањето со процесите.



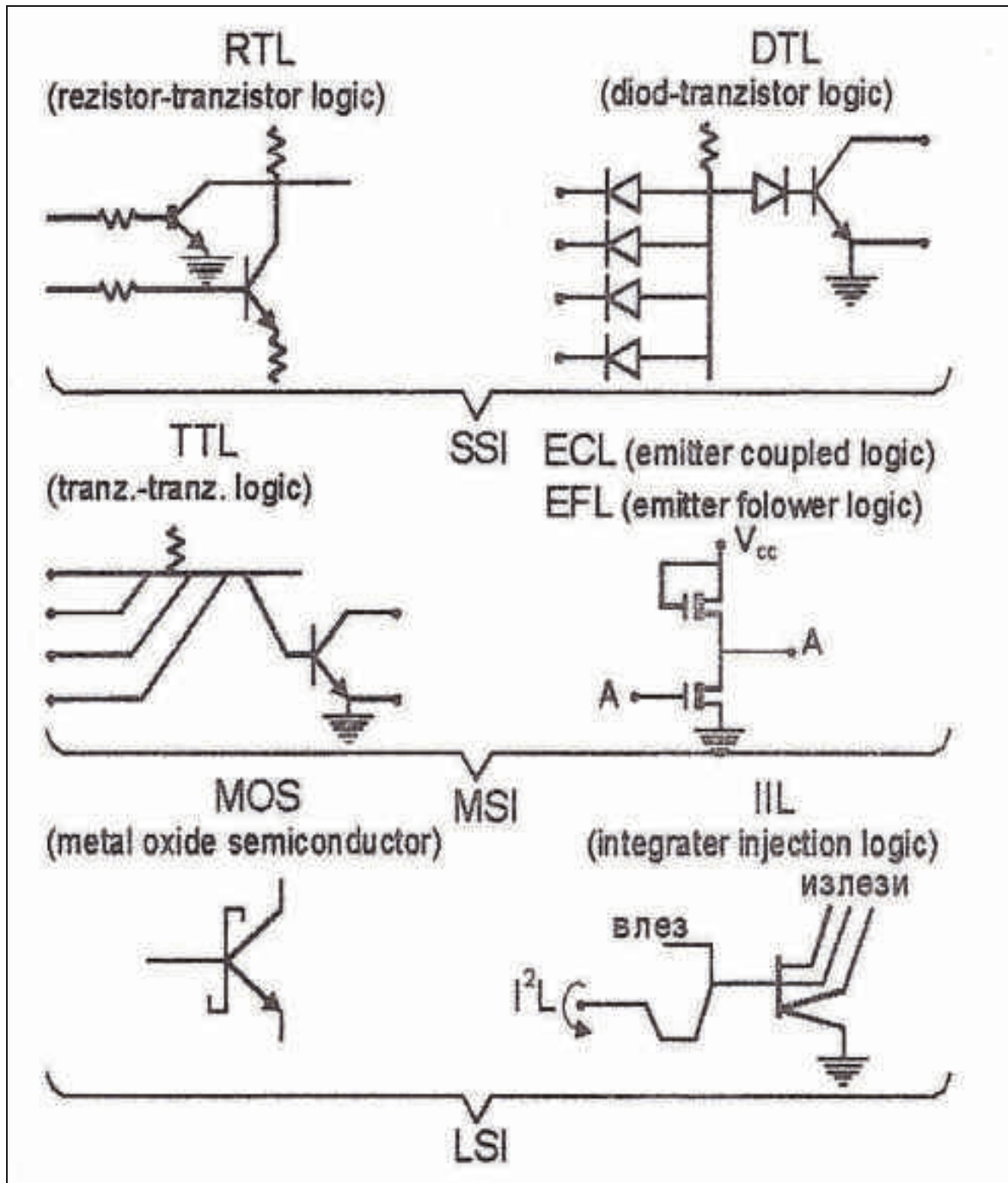


Сл. 8 – Шеми на систем со мешалка, триода и на транзистор

Современите електронски елементи од типот VLSI чипови исполнуваат низа особини, како што се:

- пакување од 10^4 логички порти по чип,
- време на доцнење под 1ns (наносекунди),
- минимална потрошувачка на енергија
- разновидна примена на интегралните кола,

Тие се изработуваат од суперспроводни материјали врз база на силициум, галиум и други семиметали.



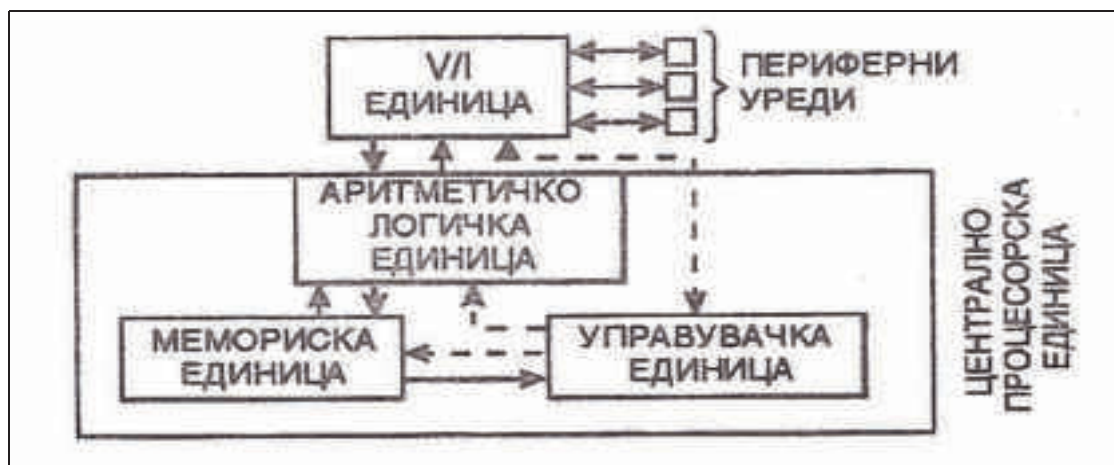
Сл. 9 – Дигитални интегрирани кола

5.5. КОМПЈУТЕРСКА ТЕХНИКА И КОМПЈУТЕРСКИ МРЕЖИ

Развојот на сметачките машини – компјутери се одвивал од првобитните аналогни сметачи со картички, преку воведување на четирите генерации дигитални компјутери (врз база на Von-Neumann-овиот компјутер) се до современите компјутери од петта генерација. Последниве се базираат на примена на VLSI чипови, како и на вештачката интелигенција и на распознавањето на примероци. Се добиваат со најсовремени истражувања и развој на системи за проектирање, обликување и производство на VLSI структури, логички полиња и полиња со порти.

1. Von-Neumann-овиот компјутер, како претходник на современите компјутери, ги вршел следните информации:

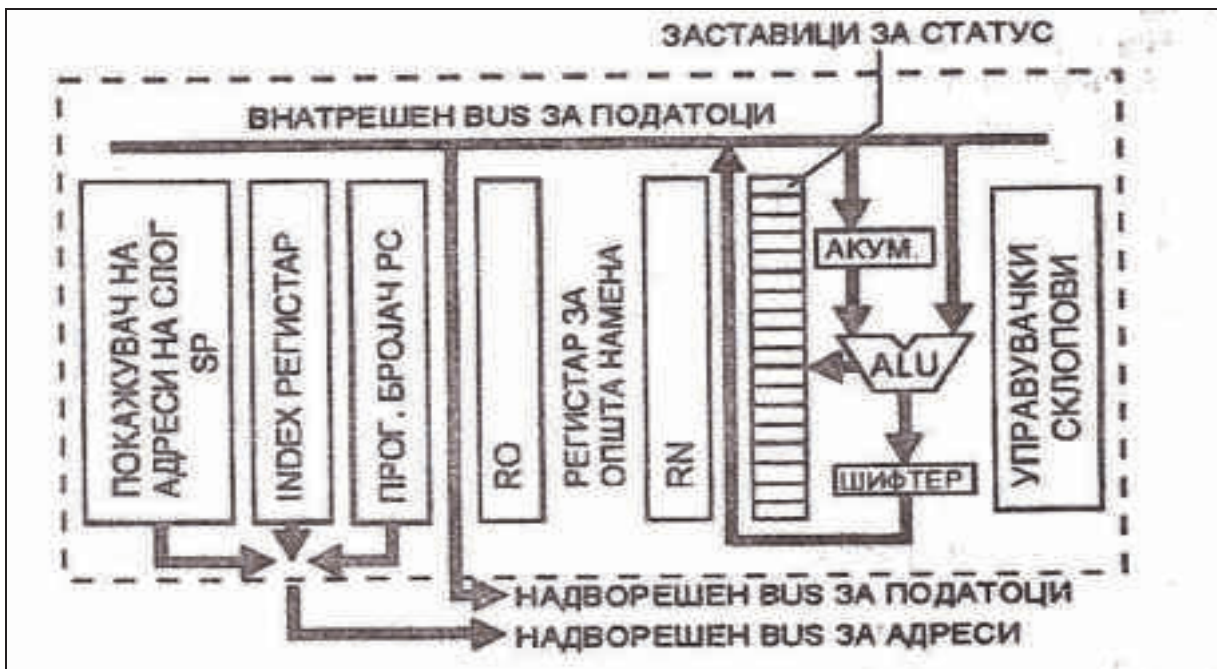
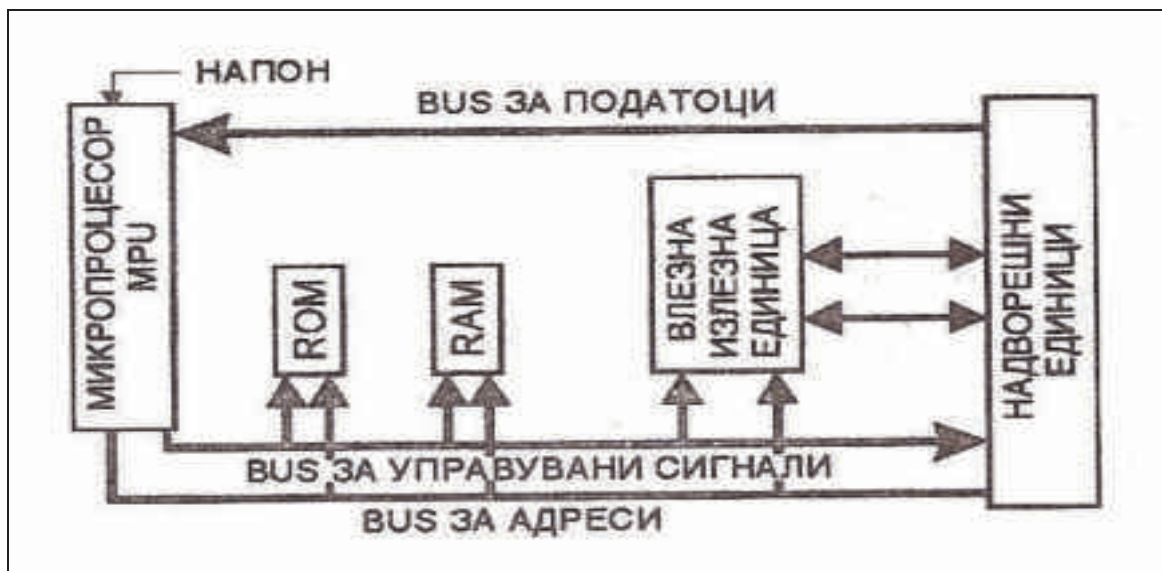
- автоматско изведување програми
 - меморирање податоци, вредности, функции и др.
 - меморирање програми
 - инструкциите ги преведува во бинарни кодови и ги сместува во *мемориска единица*
 - врши многубројни *аритметички* операции
 - изведува и логички операции во *логичка единица*
 - управува со редоследот на добиени инструкции преку *управувачката единица*
- (Овие три единици се централна процесорска единица CPU)
- комуницира со околината преку *влезно – излезната единица*



Сл. 10 – Модел на Von-Neumann-ов компјутер

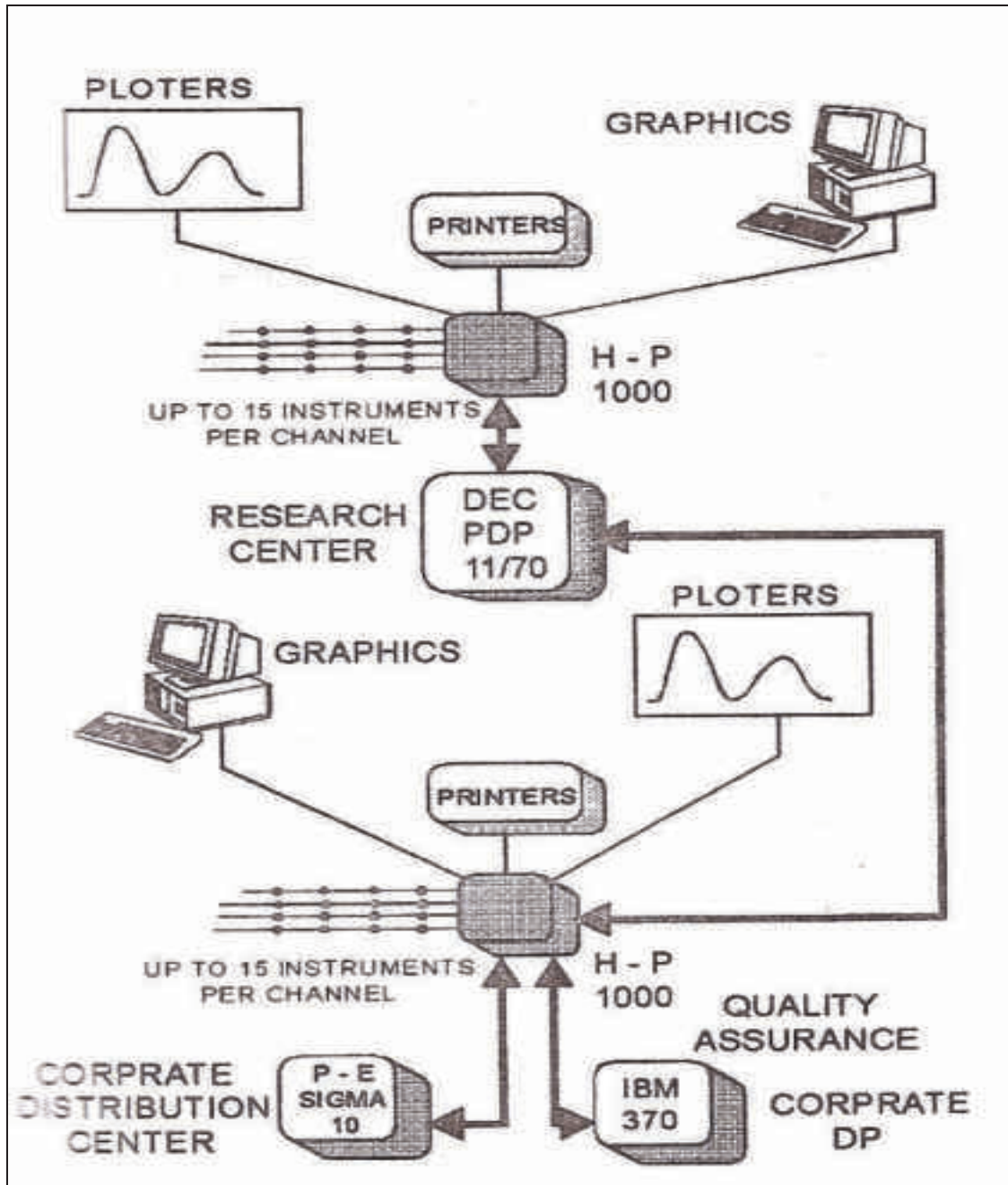
2. Современите компјутери се конструирани врз база на високоинтегрирани кола со илјадници компоненти во нив и се нарекуваат *микропроцесори*. Тие се составени од следните елементи:

- микропроцесорска единица MPU
- меморија од која се чита и во која се впишува RAM
- меморија од која само се чита ROM
- влезно-излезна единица (интерфејс)



Сл. 11 – Микропроцесорски систем и организација на микропроцесор

Внатрешната структура на микропроцесорот е таква што овозможува изведување на огромен број логички и аритметички операции со кои се решаваат сите задачи што му се задаваат на микропроцесорот. Најпознати типови микропроцесори се моделите Intel 8080/8073, Zilog Z80 и Motorola 6800.



Сл. 12 – Компјутерски систем за LIMS на компанијата

А.Н. Robins

3. Компјутерски мрежи

Множеството меѓусебно поврзани компјутери со различна големина и архитектура, кои се користат во одреден комуникациски, информатички или производен систем се нарекува компјутерска мрежа. Со неа корисникот бара извршување на задача од одредена машина, зема фајлови од дадено место, управува и врши други операции. Со тоа, големиот систем е поделен на повеќе корисници истовремено и оптимално може да се користи во паралелно време.

На тој начин трошоците се намалуваат, се комуницира преку телефонска линија и опремата заеднички се одржува. Постојат различни конфигурации на компјутерски мрежи, кои можат да бидат хиерархиски, линиски, целосно распределени, во вид на ѕвезда или на прстен.

Прашања и задачи:

1. Опиши ја структурата на Von-Neumann-овиот компјутер?
2. Што претставува и како функционира микропроцесорот?
3. Истражи повеќе факти од Интернет за структурата на компјутерите и на компјутерските мрежи!

VI ПРОГРАМАБИЛНИ ЛОГИЧКИ КОНТРОЛЕРИ **(PLC)**

Наставни цели:

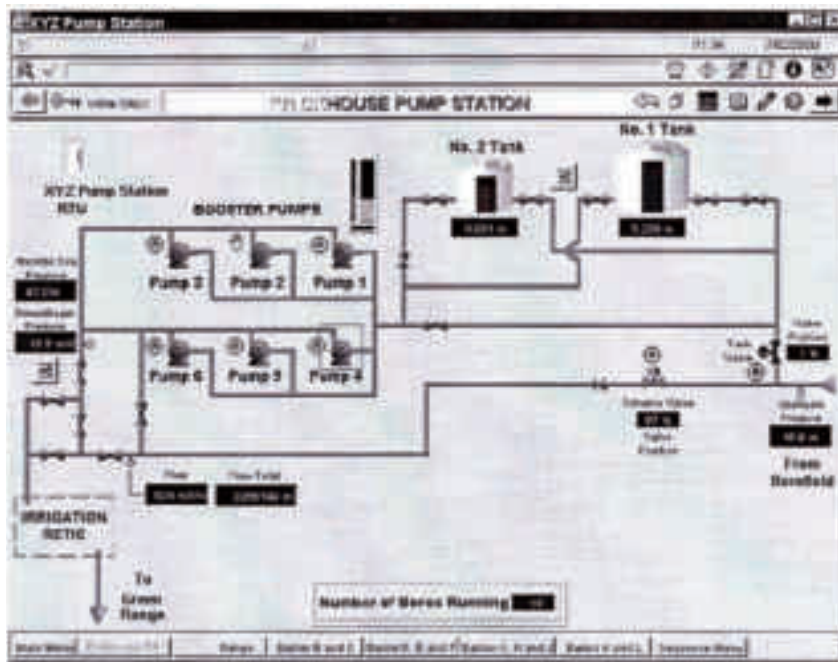
Ученикот:

- дефинира поим програмабилен логички контролер
- ги разликува основните логички контролери спред принцип на работа и нивната примена во водење процеси
- дефинира влезови и излези на PLC
- ги опишува начините на програмирање на разни типови контролери
- го познава основниот програмски пакет за PLC - STEP 7 и SCADA
- изработува PLC документација
- чита, тестира и пронаоѓа грешки во програмите
- презентира програма за процеси со одредени чекори
- ја прикажува примената на PLC — ата во некои индустриски процеси

6.1. ПРОГРАМИРАНА – ЛОГИЧКА КОНТРОЛА (PLC)

Со цел поголема ефективност во управувањето со процесите и постројките во процесната индустрија, веќе неколку децении се користат компјутерски управувачи, наречени програмабилни логички контролери (PLC). Тие предизвикале револуција во управувањето со процесите, бидејќи ја комбинираат моќноста на компјутерите и огромната флексибилност. Од особена важност е примената на автоматска регулација со динамичко надгледување на сите фази од самиот процес, за таа цел креирана е SCADA контрола со супервизија-динамичко надгледување и прибирање на податоци) конфигурацијата.

SCADA е технологија која им овозможува на корисниците собирање на податоци од една или повеќе далечни постројки и испраќање на управувачки инструкции. Тоа им овозможува на операторите да не се стационарни на далечните локации, а сепак да прават промени на сетираните точки во далечните контролери, да отвораат или затвараат вентили или прекинувачи, да ги надгледуваат алармите, да собираат информации... SCADA претставува систем наменет за истовремено мерење и управување, при што неговите функции се собирање на информациите, нивно пренесување до централата на податоци, ги спроведува соодветните анализи и управувања, за да на крај да ги прикачи на операторски екрани.



Операторски интерфејс

SCADA претставува акроним од Supervisory Control And Data Acquisition, што во превод значи "надзорна контрола и аквизиција на податоци", па оттука тоа не е целосен контролен систем, туку се базира на надзорниот дел. Како таков, претставува чисто софтверски пакет, кој е позициониран над хардверот, со кој се поврзува обично преку програмибилни логички контролери (PLC) или преку други комерцијални хардверски модули. SCADA системите, освен во индустриските процеси (производство на челик, производство и дистрибуција на енергија, хемиска индустрија) се користат и во експериментални услови, како на пример кај нуклеарната фузија. Нуклеарните електрани содржат од неколку илјади до неколку стотици илјади влезно/излезни (В/И) канали. Претходно, SCADA системите работела на DOS, BMS, UNIX, а во последниве години се префрлени на NT и Linux.

SCADA системите се користат за супервизија и управување на постројки или делови од опрема, при што управувањето може да биде автоматско или интерактивно - командите се задаваат од операторот. Овие системи претставуваат комбинација од систем за телеметрија и систем за аквизиција на податоци. Телеметриската техника претставува техника на пренесување и прием на податоци (мерења на проток, температура...) преку медиум (кабел, телефон). Сите локации од кои потекнуваат податоците се уникатно адресирани и вметнати во системот.

Аквизицијата на податоци го претставува методот на пристап и управување со податоци од постројката која се управува и надгледува. Собраните податоци, аналогни или дигитални, се добиени од мерните инструменти - сензори или податоци наменети за управување со актуатори (придвижувачи), вентили, мотори, кои преку системот за телеметрија се пренесуваат.

6.2. Елементи на SCADA системи

Вообичаено, SCADA системите се состојат од централна терминална единица (MTU - Master Terminal Unit), една или повеќе теренски единици за собирање на податоци и управување (RTU - Remote Terminal Units или PLC- Programmable Logic Controller) и софтвер кој се употребува за супервизија и управување на теренски поставените податочни елементи.

Кај современите SCADA системи преовладуваат отворените управувачки системи и комуникации на големи растојанија, но може да бидат присутни и елементи на управување со затворено коло (повратна врска). Еден SCADA систем е составен од четири базични елементи:

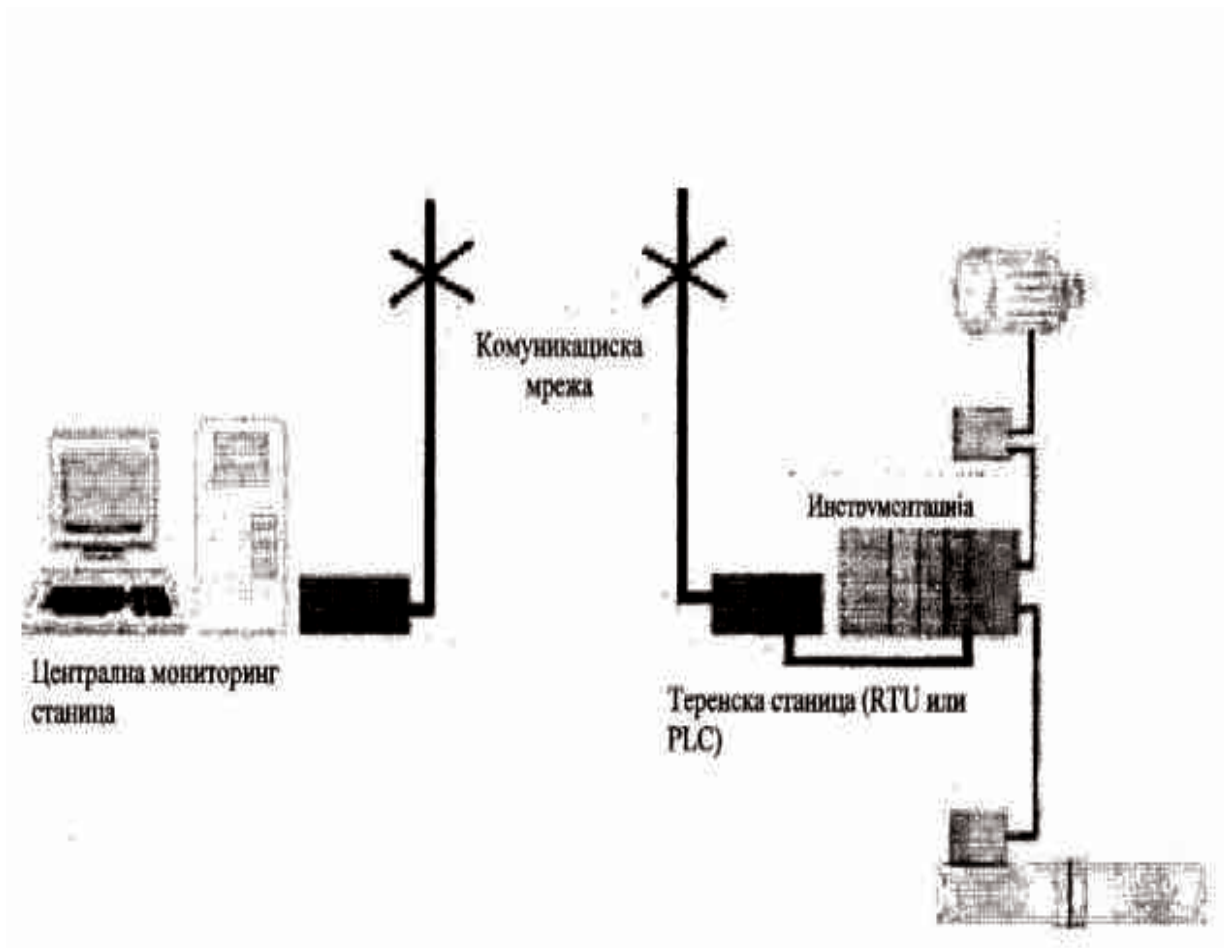
1. Теренска инструментација
2. Теренски станици (RTU или PLC)
3. Комуникациски станици и опрема за поврзување
4. Централна мониторинг станица

Теренската инструментација е составена од уреди (актуатори и сензори), кои се директно поврзани со постројката или опремата. Тие создаваат аналогни или дигитални сигнали кои се надгледувани од теренската станица. Овие сигнали најчесто се кондиционираат пред да влезат во станицата за да бидеме сигурни дека ќе бидат компатибилни со влезовите/излезите од RTU- то или PLC- то на теренската станица.

Теренската станица е инсталирана на оддалечената постројка или опрема која што треба да биде надгледувана и управувана од централната компјутерска станица. Таа може да се состои од RTU или PLC.

Комуникациската мрежа е медиум кој служи за трансфер на информации од една локација на друга. Тоа се врши со помош на телефонска линија, радио или кабел.

Централната мониторинг станица (ЦМС) се однесува на локацијата на централниот компјутер (или MTU). Неколку работни станици можат да бидат приклучени на ЦМС, на кој е инсталиран софтвер кој служи за мониторинг и интеракција со различни типови на податоци, потребни за оптимално работење на надгледуваната постројка.



Основни елементи на SCADA системот

6.3. Хардверска архитектура

Постојат два основни "слоја" во SCADA системот: "слој на клиентот", кој е одговорен за интеракцијата меѓу луѓето и машините и "слој на серверот за податоци", кој управува со мнозинството од активностите на контрола на податоците во процесот. Серверите за податоци комуницираат со уредите на терен преку процесните контролери, како на пример PLC, кои се поврзани со серверите или директно или мрежно, или пак преку патентирани или непатентирани кабли. Серверите за податоци се поврзани меѓусебно и со клиентските станици преку Externet LAN порта.

6.4. Софтверска архитектура

Софтверските производи се "multitasking" и се базираат на "real-time" база на податоци (Real Time Database), сместена на еден или повеќе сервери. Серверите се одговорни за собирање и управување со податоците (испитувачки контролери, проверка на аларм, пресметки, запишување и архивирање) над групата параметри, обично оние на кои се споени. Меѓутоа, можно е и присуство на наменски сервери за одредени задачи, како на пример data logger (запишувач на податоци).

Аквизицијата на податоците се остварува со помош на RTU или PLC, кои ги скенираат теренските влезови кои се поврзани за RTU/PLC. Централната единица врши скенирање на RTU или PLC, а добиените податоци се обработуваат во централната единица за да се одредат променетите и алармните состојби. Доколку постојат алармни состојби, тие се презентираат на дисплејот во листата за аларми. Постојат три типа на податоци кои се регистрираат: аналогни, дигитални и пулсни. Аналогните податоци се прикажуваат графички, а дигиталните (on/off) послужуваат како алармна ситуација кога ќе се постигне едната од двете состојби. Пулсните податоци најчесто се акумулираат.

Примарен интерфејс кон операторот е графички дисплеј кој претставува постројка или дел од опремата претставени во графичка форма. Он-лајн податоците се претставени во графички форми - foreground, поставени над статичките background. Како што се менуваат теренските податоци така се менуваат и графичките форми. Одредени вредности (аналогни податоци) може да се прикажуваат со бројки или со графики, или пак со бинарни форми за бинарните податоци (пр. Отворено/Затворено).

6.5. Потенцијални предности на SCADA системот

Иако SCADA системите имаат некои ограничувања во поглед на управувањето, тие сепак овозможуваат двонасочно управување, што е и нивна најважна карактеристика која им дава предност над системите за телеметрија. Преку употребата на SCADA систем, освен надгледувањето на постројката се овозможува и интервенирање во нејзината работа, што ја дава основата на супервизорното надгледување. Предностите кои можат да се очекуваат со прифаќањето на SCADA системот за контрола на специфична постројка, можат да се сумираат како следи:

Богата функционалност и опсежно развивање;

Количината на специфични развојни задачи кои треба да ги изврши крајниот корисник е ограничена, особено во случај на прилагодено проектирање;

Веродостојност и сеопфатност.

Овие системи се користат во процеси од голема важност, каде што сигурноста и сеопфатноста се најважни. Понатаму, специфичниот развој се одвива во добро поставени рамки, кои придонесуваат кон веродостојноста и сеопфатноста.

Техничката поддршка и одржувањето се во доменот на доставувачот;

Кај големите постројки, користењето на SCADA системот за нивна контрола обезбедува заедничка рамка за развој не само на специфичните апликации, туку и за функционирање и детекција.

6.6. Примена на SCADA системите во процесната индустрија

SCADA системите се користат за надгледување и контрола на постројки или опрема во индустриите, како на пример телекомуникациите, пречистувањето на отпадни води и рециклирање на отпад, производство на енергија, производство на мазива, горива итн. Од наведеното, може да се заклучи дека со оглед на подрачјето на примена, процесите може да бидат многу специфични, што значи дека нема универзални SCADA системи. Оттука произлегува прашањето на отвореноста на системот, односно можноста за прилагодување на функционалноста на корисничкиот interface и проширување на останатите делови на системот, што всушност може да се постигне преку групирање на процесите во групи според примената и користење приспособени SCADA - и за секоја група

Прашања и задачи:

1. Опиши ја структурата на SCADA системот?
2. Што претставува и како функционира SCADA системот за водење на процесни постројки?
3. Кои се основните хардверски и софтверски елементи во структурата на SCADA системот?
4. Истражи повеќе факти од Интернет за структурата на SCADA системот и за неговата примена во процесната индустрија?

ЛИТЕРАТУРА

1. Александар Ношпал, Струјнотехнички мерења, 1995, Скопје
2. Јурај Божичевиќ, Темелји аутоматике, I књига, 1989, Загреб,
3. Јурај Божичевиќ, Темелји аутоматике, II књига, 1989, Загреб
4. Миле Станковски, Татјана Колемишевска – Гугуловска, Компјутерско водење на процеси, 2006, Скопје,
5. Миодраг Брајовиќ, Мерење и автоматска регулација во хемиската индустрија, 1981, Скопје,
6. Татјана Колемишевска – Гугуловска, Основи на автоматско управување, учебник за IV година, 1992, Скопје,
7. Асим Садибашиќ, Практикум за аутоматску контролу процеса, за IV година, 1999, Белград,
8. Тодор Јакимов, Електромоторни погони, 1980, Скопје,
9. Николај Наплантов, Теория на автоматичното регулирање, том I, 1971, Софија,
10. Миодраг Брајовиќ, Примена на компјутерски информации системи во научно истражувачка работа, втор дел, 1995, Скопје,

Одреден број фотографии, слики и дијаграми се преземени од веб-страниците на познатите компании и институти од областа на техниката и на автоматиката, како што се:

Mettler Toledo, Berthold, Accurate, Festo, Zumboch, Applied measurements, Testo, Proservs, Sensorone, Icaro didactica, Patent storm, Stanbex, Motherwell, Sens Comp, Philips, Wikai, KLM, Rade Konchar и други.

СОДРЖИНА

I Инструменти за мерење физички и хемиски величини на материјалите	7
Вовед – процесни инструментални анализи	7
Мерење на вискозитет на флуиди	8
Мерење на густина на течности	11
Мерење рН вредност	14
Мерење специфична спроводливост	17
Мерење на релативна влажност на воздухот	19
Спектрофотометрија	24
II Основни принципи на автоматска регулација	29
Вовед – системи на автоматско управување	29
Значење на автоматската регулација	32
Поим за системи на автоматско управување	34
Структура и елементи во системите на автоматско управување	38
Блок и сигнални дијаграми	40
Класификација на системите на автоматско управување	43
III Особини на системите на регулација	45
Преносни функции	45
Вовед - системи	49
Модерни системи на автоматска регулација	52
Системи со отворена конфигурација	56
Затворени системи за регулација	57
Регулација со директна врска	60
IV Поделба на автоматските регулатори	63
Функција и значење на автоматските регулатори	63
Структура на автоматските регулатори	65
Поделба на регулаторите според регулациски акции	67
Поделба на регулаторите според енергија	68
Двоположбена регулација	70
Пропорционална регулација	72
Пропорционално - интегрална регулација	74
Пропорционална – интегрално - дериватна регулација	76

V Помошни елементи во системите на автоматска регулација	80
Улога и поделба на помошните елементи	80
Редуктори, напојни единици и склопки	81
Печатачи	84
Претворувачи на сигнали	87
Засилувачи на сигнали	92
VI Извршни елементи во системите на автоматска регулација	96
Улога на извршните уреди во САУ	96
Регулациски вентили	98
Серво-мотори	102
Електрични релеи, соленоиди и грејачи	104
VII Програмабилни логички контролери (PLC)	112
Значење на PLC во индустријата	112
Принцип на функционирање на PLC	114
Предности и дизајн на PLC	117
Основна структура на PLC	118
Изборен дел	
I Пневматски и хидраулични елементи и системи	122
Симболи и ознаки во системите на автоматска регулација	122
Хидрауличен систем	126
Отворен хидрауличен систем	127
Затворен хидрауличен систем	128
Примери на регулација на брзина на извршните уреди во хидрауличен систем	129
Пневматско - хидрауличен систем	132
Примери на управување со претворувач на притисок на медиум	133
Мултипликатор на притисок	134
II Сложени регулациони кругови	137
Истражувачки проект	137
Сложени конфигурации на автоматска регулација	139
Конфигурација на управување во врска кон напред	139
Конфигурација на управување во врска кон напред и повратна врска	142
Селективни регулациски системи	144
Каскадна контрола на температура во реактор	148
Адаптивно и посредно управување	151

III Електрични елементи во автоматско управување со процеси	155
Управување со погони	156
Основни елементи во електричните шеми	157
Вклопни елементи за релејно – контакторско управување	161
Помошни елементи во шемите за управување	164
Релеи	167
Видови релеи	168
Електрични сензори	175
IV Конструкција на регулациони електрични шеми	182
Истражувачки проект	182
Составување шеми за управување	183
V Основни поими за дигиталните системи	190
Логичка алгебра	190
Операции и закони на логичка алгебра	191
Синтеза на дигитални автомати	195
Развој на електрониката во информатичката дејност	199
Компјутерска техника и компјутерски мрежи	201
VI Програмабилни логички контролери (PLC)	205
Програмирана - логичка контрола	205
Елементи на SCADA системи	207
Хардверска архитектура	208
Софтверска архитектура	209
Потенцијални предности на SCADA системот	210
Примена на SCADA системите во процесната индустрија	211
Литература	212

