

PRINCIPI FORMALNOG
PROJEKTOVANJA
REGULACIONIH KONTURA

- Pri rješavanju problema automatizacije savremenih tehnoloških procesa potrebno je obratiti pažnju na niz činjenica.
- Prije svega, treba uzeti u obzir sve složenije strukture objekata koji se automatiziraju, a koje se, u prvom redu, ogledaju u sve savršenijoj tehnologiji proizvodnih procesa i sve strožim zahtjevima na tačnost sistema automatskog upravljanja. Pored toga, sada se ne ostvaruje samo automatizacija prostih funkcija, povezanih sa obradom signala upravljanja, već i znatno složenijih koje su povezane sa obradom djestava nižih hijerarhijskih nivoa na sistem kojim se upravlja ili donošenjem odluka na osnovu cilja upravljanja i kriterijuma svakog nivoa posebno.
- Uvođenje sistema regulacije u tehnološke objekte, to jest automatizacija na nižem hijerarhijskom nivou je relativno složen proces koji u sebi ujedinjuje sljedeće etape: izbor funkcionalne sheme i elemenata ili modula za njenu realizaciju, realizacija sheme, podešavanje sistema i njegovo puštanje u pogon.
- Problemi povezani sa projektovanjem i realizacijom sistema upravljanja proizvodnim kompleksima upućuju na nužnost maksimalne formalizacije rješavanja zadataka automatizacije svih hijerarhijskih nivoa koji se nalaze u datom kompleksu. Štaviše, ovakva formalizacija postaje sve neophodnija pošto se savremena proizvodnja karakteriše masovnim korištenjem sredstava automatike. U ovakvim uslovima individualno projektovanje i realizacija sistema upravljanja postaje ekonomski neodgovarajuća.

Danas se sistemi regulacije koriste u termoenergetici, crnoj i obojenoj metalurgiji, hemiji, naftnoj i petrohemijskoj industriji, široko se primjenjuju u automatizaciji objekata prehrambene industrije, obezbjeđuju automatizaciju procesa u valjaonicama itd.

Ovakva raznovrsnost automatiziranih tehnoloških procesa koji se znatno razlikuju jedan od drugoga po svojoj fizičkoj prirodi na prvi pogled dovodi u sumnju mogućnost rješavanja postavljenog zadatka. Veoma obimni statistički podaci, dobijeni iz analize dinamičkih karakteristika tih procesa kao objekata regulacije, pokazali su da, bez obzira na raznovrsnost procesa koji se automatizuju, postoji ograničen broj tipskih situacija koje se uvijek javljaju pri realizaciji lokalnih regulacionih kontura. Na primjer, među najvažnije parametre kojima se karakteriše ponašanje tehnoloških procesa spadaju temperatura, pritisak (razlika pritiska), protok i nivo. Sistem upravljanja dužan je da mjeri, kontroliše, održava na zadanom nivou ili mijenja po zadanom zakonu ove parametre ili njihove odnose, da vrši puštanje u pogon ili zaustavljanje agregata, da štiti opremu od za nju graničnih režima rada. Može se, dakle, konstatovati da postoji konačan izbor funkcionalnih zadataka koje treba da izvršava sistem upravljanja, kao i konačan broj mjerenih, regulisanih i upravljačkih veličina.

Realizacija svakog lokalnog sistema regulacije počinje od izbora informacionih organa. Na primjeru razrade projekta mjerenja mogu se uočiti osnovne ideje koje se odnose na organizaciju formalnog projektovanja.

Iz analize sistema automatske regulacije širokog kruga tehnoloških procesa slijedi da se veliki procenat mjerenja na pomenutim parametrima vrši standardnim tehničkim sredstvima.

Ako se unaprijed može odrediti sveukupnost uslova pri raznim tipovima mjerenja, onda se projektovanje ovih mjerenja može svesti na formalno projektovanje.

Pri tome se pod formalnim projektovanjem podrazumijeva uspostavljanje korespondencije zadatih tehničkih uslova na mjerene parametre sa ranije ustanovljenim tehničkim uslovima preporučene strukture mjerne konture. Kod raznih tipova mjerenja (mjerenje temperature, pritiska, protoka, nivoa, temperature pomoću termopara ili termootpora, mjerenja pritiska gustih ili agresivnih tečnosti ili gasova, mjerenje nivoa otvorenih ili zatvorenih posuda itd.) cjelishodno je razraditi ovakve preporučene strukture mjernih kontura, koje će se nadalje nazivati standardnim projektima mjerenja.

Standardni projekti mjerenja sastavljaju se ranije i sačinjavaju album standardnih projekata mjerenja gdje svaki tip mjerenja ima svoju šifru. Na ovaj način se vrijeme projektovanja mjerne konture svodi na minimum, eliminiše potreba za visokostručnim specijalistima projektantima i omogućava se upoređivanje zadatih tehničkih uslova sa tehničkim uslovima standardnog projekta mjerenja, čime se smanjuje mogućnost pojave greški u projektu. Polazni podaci kod ovakvog formalnog projektovanja su standardni formulari koje popunjava naručilac.

Očigledno, formulisani stavovi mogu se proširiti i na projektovanje kontura regulacije, a i na bilo koji drugi tip funkcionalnog zadatka kojeg treba da izvršava sistem upravljanja. Ovim se projektantu stavlja na raspolaganje formalni aparat koji u znatnom broju slučajeva formalno omogućava razradu projekta automatizacije objekta.

Formalizacija situacija koje se pojavljuju pri rješavanju zadataka nižeg hijerarhijskog nivoa postaje posebno efikasna ukoliko se istovremeno rješava cijeli kompleks pitanja, povezan kako sa razradom formalnog aparata za projektovanje tako i sa razvojem univerzalnog regulacionog sistema.

Treba primijetiti da se formalni aparat za projektovanje razraduje uvijek na osnovu univerzalnog unificiranog sistema tehničkih sredstava za automatizaciju tehnoloških procesa, pošto se problemi razvoja sistema i formalizacije projektovanja nalaze u tijesnoj vezi. Razradeni tipični projekti automatizacije neosporno pomažu širokoj industrijskoj primjeni cijelog sistema ili pojedinih aparata nekog sistema koji ima razradene te tipske projekte ili, kako se još nazivaju, projektne podloge

PROJEKTNE PODLOGE UNIVERZALNOG UNIFICIRANOG SISTEMA TEHNIČKIH SREDSTAVA ZA AUTOMATIZACIJU TEHNOLOŠKIH PROCESA

Projektne podloge u značajnoj mjeri predstavljaju osnovu za prelaz na projektovanje pomoću računara pošto su zasnovane na formalizovanim pravilima projektovanja. Projektne podloge predstavljaju i poopštenje metoda projektovanja sistema automatskog upravljanja širokim krugom objekata u različitim oblastima industrije. One daju mogućnost da se formaliziraju odnosi među naručiocem i proizvođačem sistema svodeći ih na ispunjavanje standardnih formulara od naručioca, a koji postaju polazna informacija za projektanta. Isto tako, projektne podloge maksimalno uprošćavaju proceduru izrade projekta na račun korišćenja standardnih tipičnih projekata. Na taj način projektne podloge su formalizirano iskustvo i intuicija specijalista — projektanata i uređeni skup najčešće susretanih u praksi tipičnih situacija.

Za formalizaciju kompleksa pitanja koja su vezana za izradu projekta automatizacije industrijskog objekta, inženjer-projektant mora imati na raspolaganju album tipičnih standardnih projekata automatizacije, informaciju o automatizovanom procesu u vidu standardnih formulara koje ispunjava naručilac, specifikacioni materijal opreme i tehničkih sredstava koji dolaze u obzir za primjenu u tome projektu. Osim toga, mora biti razrađena simbolika „jezik” projektnih podloga, pravila formalizacije funkcionalnih zadataka koje treba da ispuni sistem upravljanja i forma tipičnih standardnih projekata; treba biti definisan sistem pravila za razradu standardnih formulara koji se koriste u procesu razmjene informacija među naručiocem i izvođačem sistema upravljanja i za izbor opreme i na kraju treba da budu razrađena pravila korišćenja tih materijala pri izradi projekta. Sve zajedno i čini projektne podloge. U ovom dijelu su date osnove na kojima je razrađen skup projektnih podloga jednog savremenog sistema tehničkih sredstava za automatizaciju tehnoloških procesa koji je predviđen za automatizaciju na nižem hijerarhijskom nivou upravljanja i kao veza sa višim nivoom — računarom za upravljanje procesom. Šeme, struktura i opis projektnih podloga dati su sa tačke gledišta projektovanja pomoću računara.

Sve šeme i opisi projektnih podloga dijele se na tri nivoa po poretku njihovog korišćenja.

Prvi nivo — tehnološke šeme, definišu tokove informacija u konturama mjerenja, regulacije ili upravljanja i razmjenu energije i materijala u tehnološkom procesu. Te šeme nose opšti karakter i primjenjuju se na nivou projektnog zadatka.

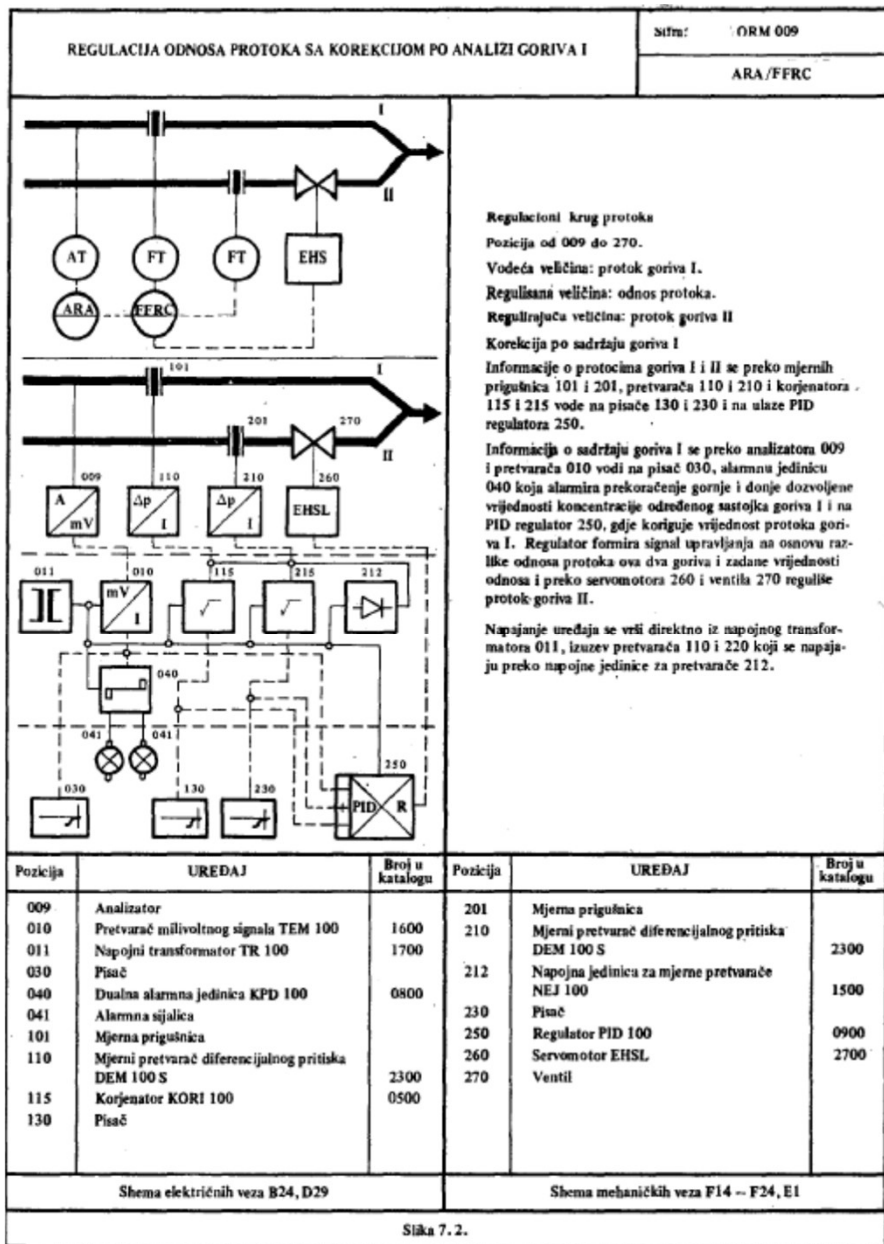
Drugi nivo — šeme djelovanja, sadrže preporučene standardne strukture kontura mjerenja, regulacije, kontrole ili signalizacije za svaki tip mjerene, regulisane, kontrolisane ili signalizirane veličine. Taj nivo šeme konkretizira na prvom nivou samo naznačeni lokalni sistem upravljanja i daje puni pregled kompletne opreme koja ulazi u mjerno-regulacionu konturu.

Šeme djelovanja, zbog svoje preglednosti i jednostavnosti u periodu eksploatacije sistema, uspješno pomažu pri dijagnostici neispravnosti.

Preglednost i udobnost u korištenju šema djelovanja obezbjeđuju pravila njihovog korišćenja. Prije svega, uređena je dispozicija upotrijebljene opreme. S tim ciljem format šeme se dijeli osnovnim horizontalnim linijama na tri oblasti. U gornjem dijelu se nalazi objekat (tehnološki proces, agregat itd.) i uredaji koji se postavljaju na sam objekat ili u neposrednoj njegovoj blizini, u srednjem dijelu su smješteni uredaji koji se montiraju u ormare iza komandne table ili pulta, a u donjem dijelu su smješteni uredaji koji se disponiraju na komandnoj tabli ili pultu. Na komandni pult se stavljaju oni uredaji koji obezbjeđuju najvažniju indikaciju i manipulativnu vezu operator — proces. Uprošćene šeme djelovanja se takođe koriste i na stepenu definicije projektnog zadatka.

Navedena dva nivoa shema za konkretni tipični funkcionalni zadatak koji treba da ispuni sistem upravljanja objedinjena su na zajedničkom standardnom formularu (sl. 7.1), koji predstavlja formulisana pravila formalizacije tipičnih situacija u vidu standardnog formulara. Na njemu se daje i kratki opis rada sistema i specifikacija opreme koja realizuje tu šemu. Specifikaciona tabela ima tri kolone : naziv uređaja, njegovu brojčanu oznaku na blok-šemi i broj prema proizvođačevom katalogu sistema.

NAZIV TIPIČNE KONTURE			Sifra situacije u albumu		
TEHNOLOŠKA SHEMA			OPIS RADA LOKALNE KONTURE		
Uređaji montirani na objektu ili njegovoj neposrednoj blizini			SHEMA DIELOVANJA		
Uređaji koji se montiraju iza komandne table ili pulta					
Uređaji montirani na komandnoj tabli ili pultu					
Pozicija	NAZIV	Broj u katalogu	Pozicija	NAZIV	Broj u katalogu
SPECIFIKACIJA OPREME KOJA REALIZIRA LOKALNU KONTURU					
Sifra sheme električnih veza			Sifra sheme mehaničkih veza		
Slika 7. 1.					



Slika 7. 2.

Na slici 7.2. prikazan je standardni formular, ispunjen za projektnu situaciju „Regulacija odnosa protoka goriva sa korekcijom po analizi goriva" (ARA/FFRC), koja je realizovana na bazi analogne opreme. Slučaj realizacije iste projektne situacije, ali ovog puta sa digitalnom opremom za mjerenje, regulaciju i upravljanje, prikazan je na slici 7.3. Za crtanje tehnološke sheme na sl. 7.2. i 7.3. korišteni su simboli koji su prikazani u tabeli 13, a koja predstavlja izbor standardnih simbola potrebnih za ilustraciju primjera u ovom dijelu.

Preglednost shema djelovanja, osim preko pravila za njihovo sastavljanje, obezbjeđuje se takode i principom označavanja uređaja koji realizuju konturu. Sistem brojčanih oznaka daje mogućnost da se jednoznačno identifikuju uređaji unutar kontura mjerenja, regulacije, kontrole ili signalizacije. Pozicioni broj uređaju na šemi sastoji se iz tri cifre, kako je to pokazano na sl. 7.2. Prva cifra označava lokalnu konturu, druga i treća određuju tip uređaja. Tako na primjeru sa sl. 7.2. transmiter diferencijalnog pritiska $\Delta P/I$ ima oznaku 110 i 210. Ovdje tip uređaja određuje cifra 10, a prve cifre 1 i 2 označavaju da se uređaj koristi u konturi mjerenja protoka komponente 1 i u konturi regulacije protoka komponente 2. Analizator sastava označen je u šemi simbolom 009, gdje dvije posljednje cifre 09 označavaju tip uređaja, a cifra 0 označava da je analizator u konturi korekcije.

Skup cifara od 01 do 99 za označavanje tipa uređaja je strogo povezan sa funkcionalnim zadatkom uređaja (primarni organi, pretvarači mjerene veličine u standardni strujni signal, moduli za obradu informacija, regulatori, indikacioni uređaji i signalizatori, izvršni mehanizmi, ventili, specijalni uređaji itd.). U svakoj grupi su ostavljeni slobodni brojevi za nove uređaje koji se mogu pojaviti na šemama projektnih podloga kao rezultat daljeg razvoja i usavršavanja tehnike i tehnologije sistema.

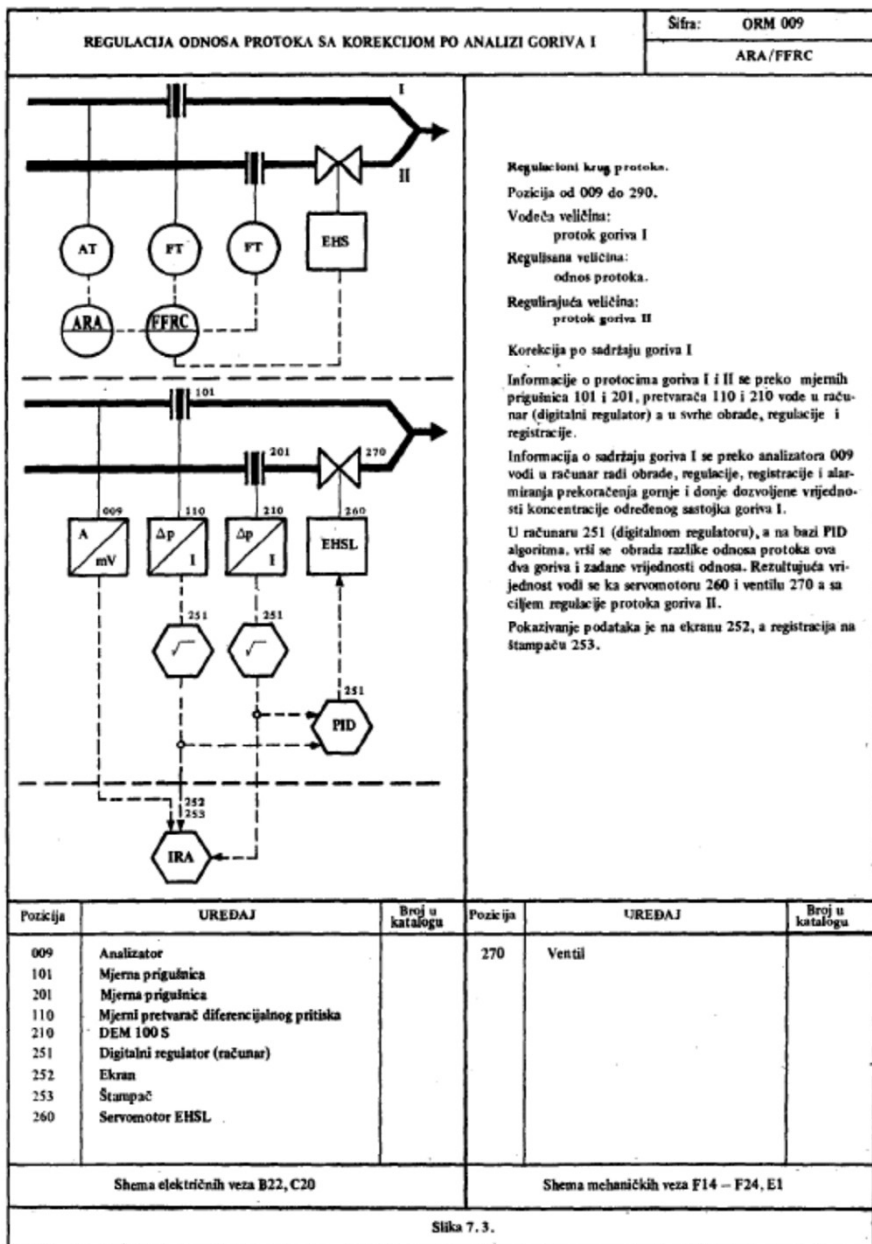


Tabela T. 13.

Br.	SIMBOL	NAZIV
1		Cjevovod sa tečnošću
2		Mehaničke veze, električno napajanje
3		Električni signal
4		Mjerna blenda za mjerenje protoka
5		Opšta oznaka uređaja (analognog, odnosno digitalnog) koji slovnim simbolom dobiva naznaku.
6		Analizator sastava
7		Transmiter protoka
8		Registracija analize sastava sa signalizacijom dostizanja gornje i donje granice dopuštenih vrijednosti, sve na bazi analogne opreme.
9		Registracija analize sastava sa signalizacijom dostizanja gornje i donje granice dopuštenih vrijednosti, sve na bazi digitalne opreme.
10		Registracija i regulacija protoka na osnovu odnosa protoka, a na bazi analogne opreme.
11		Registracija i regulacija protoka na osnovu odnosa protoka, a na bazi digitalne opreme.
12		Pokazivanje, registracija i signalizacija putem ekrana i štampača (digitalna oprema)
13		Servomehanizam uopšteno
14		Zaporni ventil, ručno djelovanje
15		Opšti prikaz ventila sa pogonom (isključuje ručno)
16		Elektrohidraulički servomotor

Sistem označavanja mora obezbijediti jednostavno čitanje projektnih šema bez specijalnih poznavanja konkretnog tehnološkog procesa i korišćenih uređaja. Dalje, on mora odražavati funkcionalnu specifiku uređaja, a ne njegovu konstrukciju. Na primjer, registrator koji zapisuje diferencijalni pritisak na blendi koji predstavlja mjeru protoka treba da se označava kao registrator protoka, a ne razlike pritiska i sl.

Veoma važan zahtjev koji se postavlja na sistem označavanja je unifikacija, tj. oznake moraju biti takve da se mogu koristiti za sve vidove projektne dokumentacije i široki krug industrijskih objekata.

Slovni simboli (ili šifre) koriste se da označe uređaje ili njihove funkcije u konturi mjerenja, regulacije, kontrole ili signalizacije na tehnološkim šemama.

Prvo mjesto u šifri zauzima slovo koje određuje regulisanu veličinu:

<i>T</i> — temperatura	(TEMPERATURES)
<i>L</i> — nivo	(LEVEL)
<i>F</i> — protok	(FLOW)
<i>P</i> — pritisak	(PRESSURE)
<i>A</i> — analiza itd.	(ANALYSIS).

Na drugo mjesto u slučaju potrebe se stavlja dopunska oznaka. Na primjer FF treba čitati kao odnos protoka". (Na prvom mjestu F znači protok, a na drugom odnos.) PD treba čitati kao „razlika pritisaka (diferencija)” itd.

Ostale pozicije u šifri konture zauzimaju funkcionalnosti koje daje automatski sistem :


<i>I</i> — pokazivanje	(INDICATION)
<i>R</i> — registracija	(REGISTRATION)
<i>C</i> — regulacija	(CONTROL)
<i>A</i> — signalizacija	(ALARM) itd.

Na primjer, simbol AR treba čitati kao „analiza, registracija“. Ako automatski sistem ispunjava nekoliko funkcija, tada se slovne oznake pišu po sljedećem poretku: najprije simboli koji označavaju funkciju posmatranja (pokazivanje, registracija itd.); zatim simboli aktivnih funkcija (regulacija, djelovanje na izvršni organ, komutacija itd.), a na posljednjem mjestu simboli signalizacije. Na primjer, ARA treba čitati kao analiza, registracija, signalizacija“; FFRC treba čitati kao odnos protoka, registracija i regulacija“. U tabeli 16. date su slovne oznake najčešće susretanih funkcionalnosti.

Tabela 16.

	POKAZIVANJE	REGISTRACIJA	POKAZIVANJE I REGISTRACIJA	REGULACIJA	POKAZIVANJE REGISTRACIJA REGULACIJA	SIGNALIZACIJA	REGULACIJA I REGISTRACIJA I SIGNALIZACIJA DONJEG I GORNJEG NIVOA SIGNALA
	I	R	IR	C	IRC	A	RCALH
TEMPERATURA	TI	TR	TIR	TC	TIRC	TA	TRCALH
NIVO	LI	LR	LIR	LC	LIRC	LA	LRCALH
PROTOK	FI	FR	FIR	FC	FIRC	FA	FRCALH
PRITISAK	PI	PR	PIR	PC	PIRC	PA	PRCALH
ANALIZA	AT	AR	AIR	AC	AIRC	AA	ARCALH

Tabela 15.

SIMBOL	NAZIV
	– Oznaka uređaja (ili skupa funkcionalnih zadataka koje rješava kontura); uređaj se montira na objektu ili u njegovoj neposrednoj blizini.
	– Oznaka uređaja: dijametralna linija pokazuje da je uređaj montiran na komandnom pultu ili tabli gdje je moguće sa njim manipulirati.
	– Oznaka uređaja: isprekidana dijametralna linija pokazuje da je uređaj montiran iza pulta ili table ili u ormaru.
	– Oznaka uređaja; uređaj ima dvije skale
	– Oznaka električnog servomotora
	– Oznaka ručnog upravljanja (naznačuje se sa bilo koje strane pripadnog simbola):
	– Oznaka servomotora koji ima i ručno upravljanje. – itd.

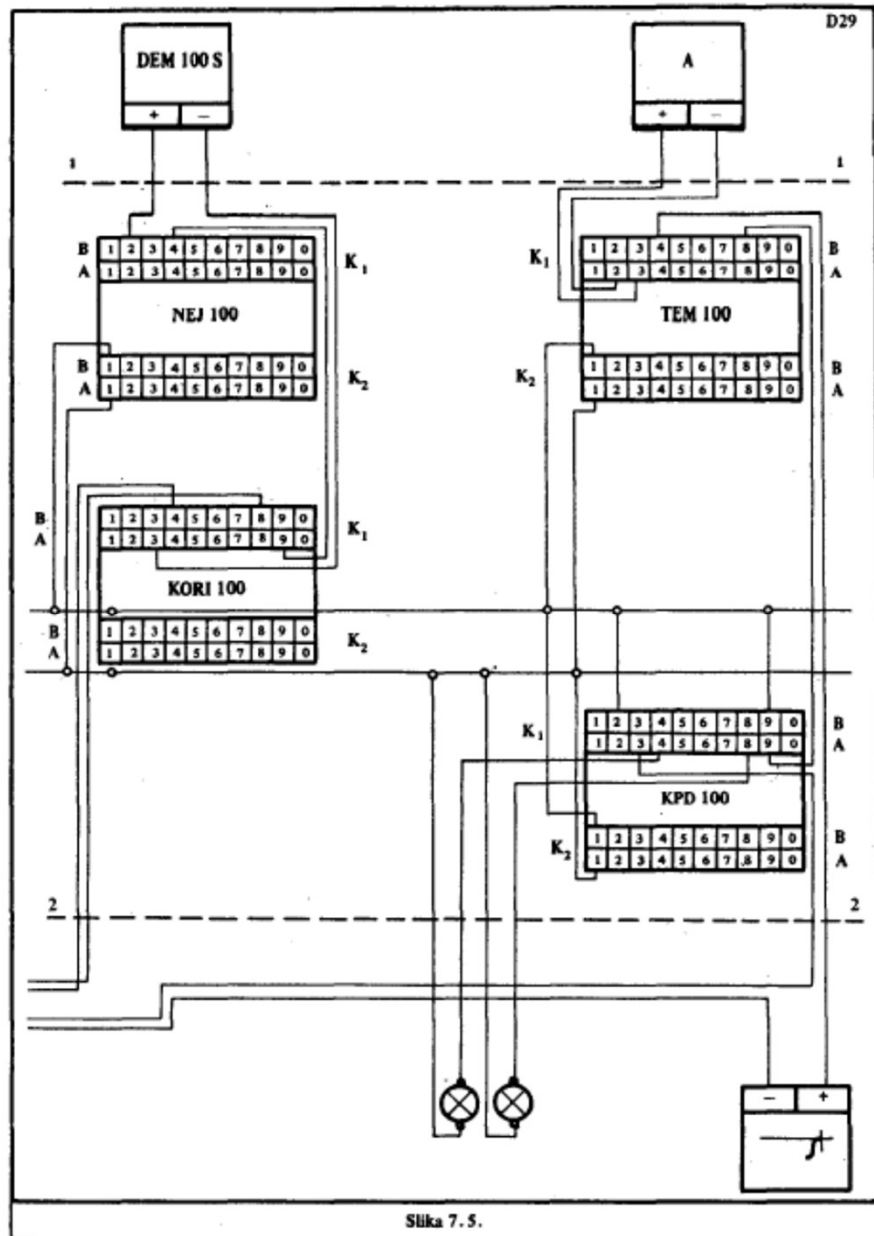
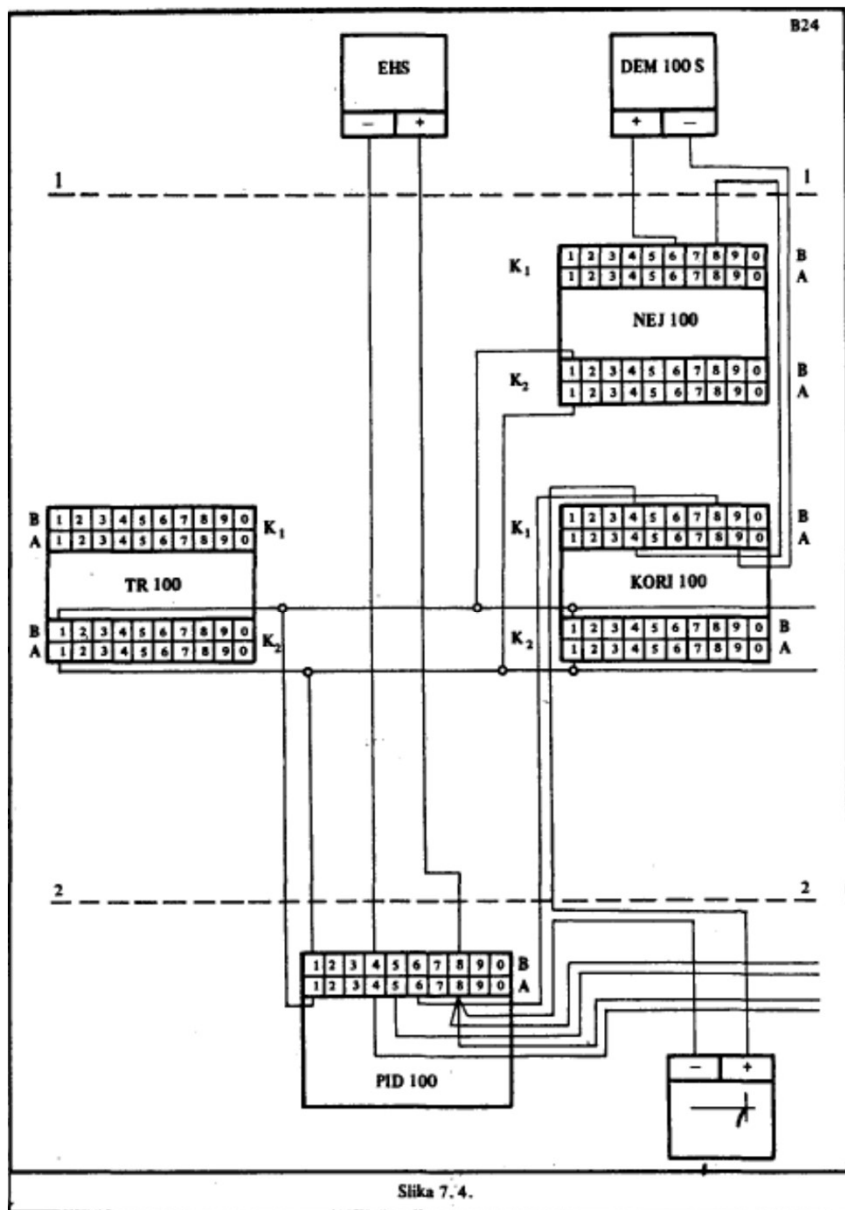
Treći nivo šema — šeme spajanja, se dijele na:

- šeme električnih spajanja i
- šeme mehaničkih spajanja.

Šeme električnih spajanja pokazuju električnu realizaciju veza među stezaljkama mjernih, regulacionih i signalnih modula, blokova za napajanje u konturi i sl.

Od tih šema se ne očekuje da one eksplicitno pokazuju funkcionalne uloge uređaja u sistemu i radi preglednosti; uređaji su predstavljeni prostim shemama konektora sa ulaznim i izlaznim stezaljkama. Oznake konektora modula na šemama električnih spajanja imaju numeraciju stezaljki koja odgovara realnoj numeraciji na projektnim konektorima konkretnog uređaja (pod projektnim konektorima se podrazumijevaju oni konektori koji na sebi realiziraju funkcionalne ulaze i izlaze bloka).

Šeme električnog spajanja takođe se realizuju na listu standardnog formata, sl. 7.4, 7.5*. Radi udobnosti korišćenja, jednoobraznosti materijala i tačne korespondencije uprošćenih šema djelovanja i šema električnog spajanja, polje standardnog formata posljednjih se dijeli baznim linijama 1—1 i 2—2 na tri oblasti pri čemu u gornjem dijelu lista, kao i u prethodnom slučaju, se crtaju uređaji montirani na objektu ili njegovoj neposrednoj blizini, u srednjem dijelu lista su uređaji montirani iza komandnog pulta ili table, a u donjem su uređaji na pultu ili tabli. U lijevom donjem uglu lista određeno je mjesto za šifru standardnog projekta električnog spajanja. Ta šifra, radi korespondencije, unosi se u odgovarajuću šemu djelovanja



U albumu projektnih podloga sistema čiji primjer se razmatra sve sheme električnih spajanja su razbijene po funkcionalnim ulogama uređaja na četiri grupe A, B, C i D i imaju numeraciju unutar svake grupe. Ta činjenica je osnova pri razradi šifara standardnih projekata električnih spajanja.

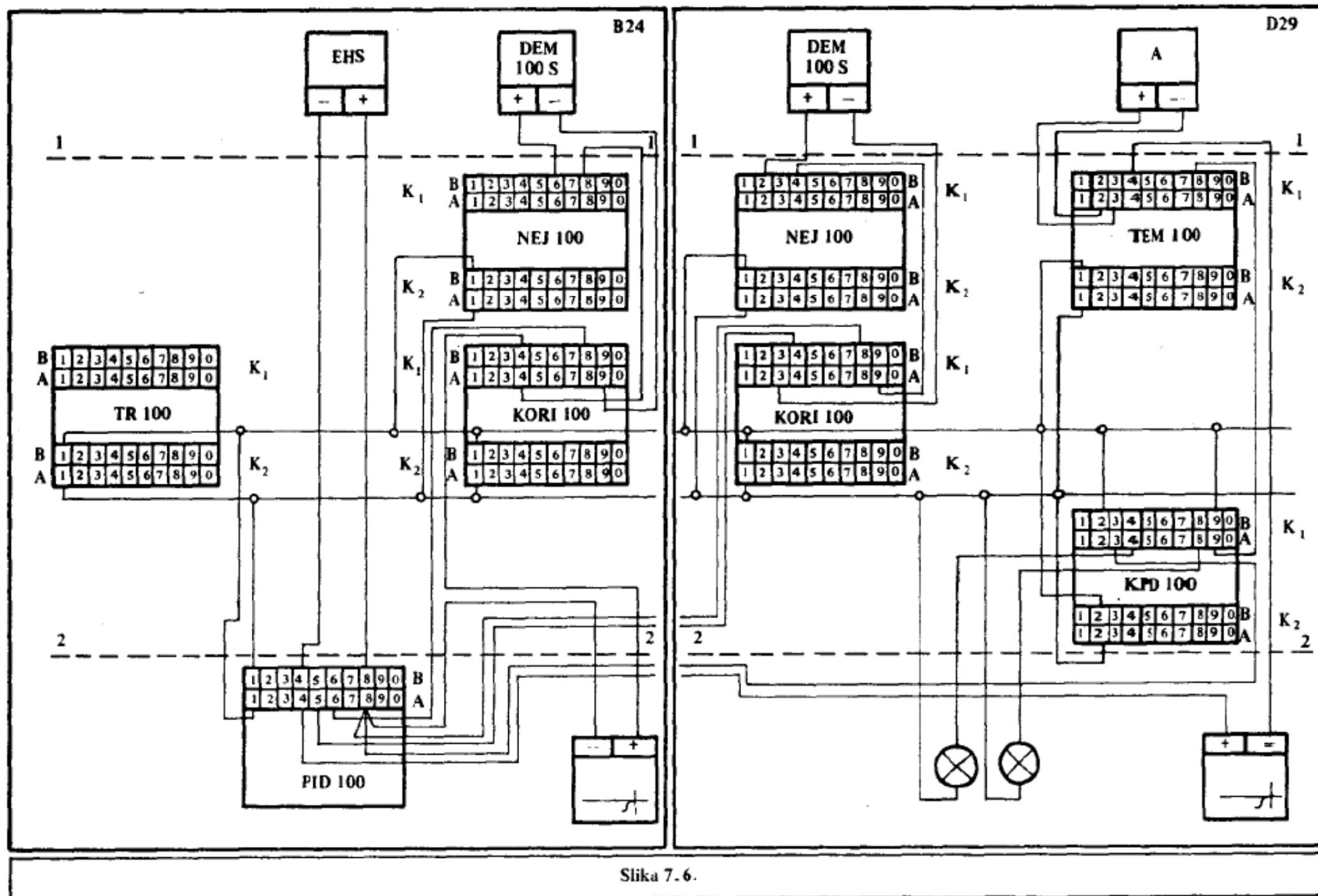
U grupi A su objedinjene šeme električnih spajanja napojnih izvora za transmitere pasivnog tipa, napojnog transformatora* indikacionih i registracionih aparata itd. U grupu B ulaze električne šeme za formiranje signala i generisanje upravljačkog signala (tj. u tim šemama su date različite varijante spajanja regulatora i izvršnih organa sa drugim modulima sistema, Sl. 7.4). Grupi C sačinjavaju električne šeme koje obezbjeđuju samo formiranje signala (tj. u tim šemama su dati različiti načini spajanja regulatora sa drugim modulima sistema). Grupi D čine električne šeme spajanja uređaja koji realizuju mjerne funkcije (tj. dati su različiti načini spajanja transmitera sa drugim modulima sistema, registratorima, indikacionim instrumentima, signalnim uređajima itd.) kao na sl. 7.5. Na taj način šifra šeme električnog spajanja se sastoji od jednog od opisanih slova i rednog broja šeme (npr. šema sa sl. 7.4. nosi oznaku B 24, a ona sa sl. 7.5. je D 29).

Šeme električkog spajanja su razbijene na manje cjeline podstrukture šeme djelovanja. Dekompozicija šema djelovanja pri prelazu na električne šeme sprovodi se na osnovu izvlačenja tipičnih dijelova već na samim blok-šemama. Takvi tipični dijelovi su npr. spajanje regulatora sa servomotorom, spajanje transmitera diferencijalnog pritiska sa blokom napajanja i uređajem za korjenovanje u šemama za mjerenje protoka itd. Te podstrukture se predstavljaju na posebnim električnim šemama i prema prostim pravilima, koja će biti opisana, spajaju se u električnu šemu mjerenja, regulacije, kontrole ili signalizacije automatizovanog procesa. Može se pokazati da sa funkcionalne tačke gledanja šema — podstruktura nema smisla. Ali takvo razbijanje značajno smanjuje biblioteku električnih šema spajanja, jer se jednim te istim skupom podstrukture mogu realizovati različite električne šeme spajanja. Osim toga, kombinacija ukazanih podstrukture daje mogućnost da se dobiju električne šeme i novih automatizovanih procesa koji još nisu uvedeni u album projektnih podloga.

Sada će biti opisan način sinteze električne šeme spajanja konture. Već je napomenuto da se ona kompletira na osnovu određenog broja standardnih električnih šema, šifre kojih su date na uprošćenim šemama djelovanja. Spajanje dekomponovanih električnih šema u zajedničku u horizontalnom smjeru se izvodi mehaničkim sastavljanjem baznih linija 1—1 i 2—2 standardnih projekata. Tako, za dobijanje šeme električnog spajanja uređaja koji realizuju konturu regulacije odnosa protoka koja je pokazana na sl. 7.2. potrebno je mehanički sjediniti po baznim linijama 1—1 i 2—2 sheme koje su pokazane na sl. 7.4. i sl. 7.5.*

Strogo fiksirano rastojanje među linijama 1—1 i 2—2 i okvir formata obezbjeđuje tačno spajanje standardnih električnih šema. Da bi se mogla sastaviti od pojedinih podstrukture električna šema konture, za podstrukture su strogo određena mjesta uređaja iskazanih simbolima, standardna rastojanja među linijama 1—1 i 2—2 i linije koje označavaju električne veze među uređajima.

Na sl. 7.6. je prikazana sintetizovana električna šema na osnovu dvije električne šeme spajanja. Dobijena šema pokazuje realizaciju električne veze u konturi regulacije odnosa, koja se u ovom dijelu koristi kao primjer. Pri korišćenju šema za konkretni objekat, projektant treba da na tu šemu nanese detalje koji su potrebni tom objektu kao osigurači, prekidači, oznake stezaljki na pultu, komandnoj tabli itd.



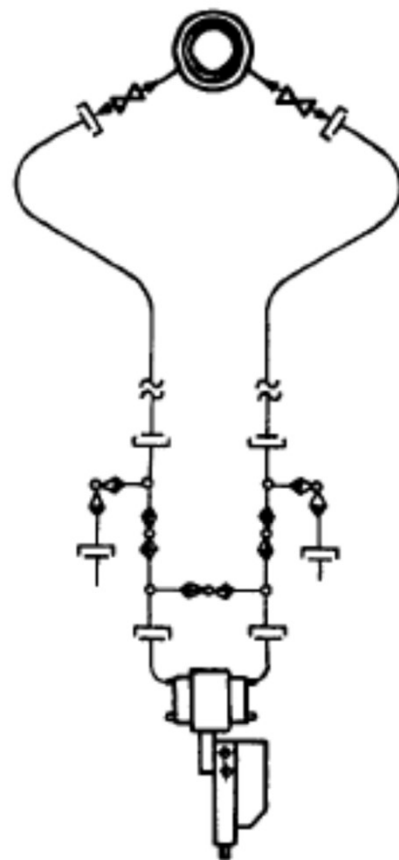
Slika 7.6.

Šeme mehaničkih spajanja pokazuju fizičku realizaciju veza među objektom i transponderom, odnosno izvršnim organom. Te šeme se koriste pri montaži informacionih i izvršnih organa i sadrže sve elemente koji su neophodni za montažu uređaja i pokazuju njihov položaj s obzirom na objekat.

U projektnim podlogama sistema čiji primjer se razmatra postoje dva tipa šema mehaničkih spajanja, i to simboličke šeme i montažni crteži vezne armature transpondera i izvršnih organa.

U simboličkoj šemi mehaničkog spajanja objedinjena je približna montažna skica opreme i (za transponder) uputstvo za pripremu montiranog transpondera za puštanje u pogon kao i sama procedura puštanja u pogon. Primjer takve šeme prikazan je na sl. 7.7, gdje je pokazan način dispozicije transpondera diferencijalnog pritiska DEM 100 S za mjerenje protoka tečnosti u slučaju kada se transponder montira ispod tačke oduzimanja pritiska i opisan je prethodni postupak za pripremu i puštanje uređaja u rad. Uslovne oznake koje se koriste na crtežu date su u tabeli 14.

**MJERENJE PROTOKA TEČNOSTI
TRANSMITER ISPOD MJESTA MJERENJA**



Procedura puštanja u rad

Da bi se impulсни vodovi ispunili radnom tečnošću potrebno je učiniti sljedeće:

1. Otvoriti ventil za izjednačenje, a zaporni manometarski ventil zatvoriti. Zaporne ventile kod mjesta mjerenja treba otvoriti.
2. Otvoriti jedan od dva zaporna ventila u armaturi transmi-tera.
3. Kroz izduvne ventile ili kroz čepove na komori diferencijalnog pritiska ispuštiti vazduh.
4. Zatvoriti zaporni ventil koji je otvoren u drugom koraku i otvoriti drugi zaporni ventil.
5. Ispustiti sav vazduh analogno trećem koraku procedure.
6. Otvoriti oba zaporna manometarska ventila i zatvoriti ventil za izjednačenje.

Primjedba: Impulsne linije i komora diferencijalnog pritiska moraju biti u potpunosti ispunjene tečnošću, inače mjerenje može imati veliku grešku.

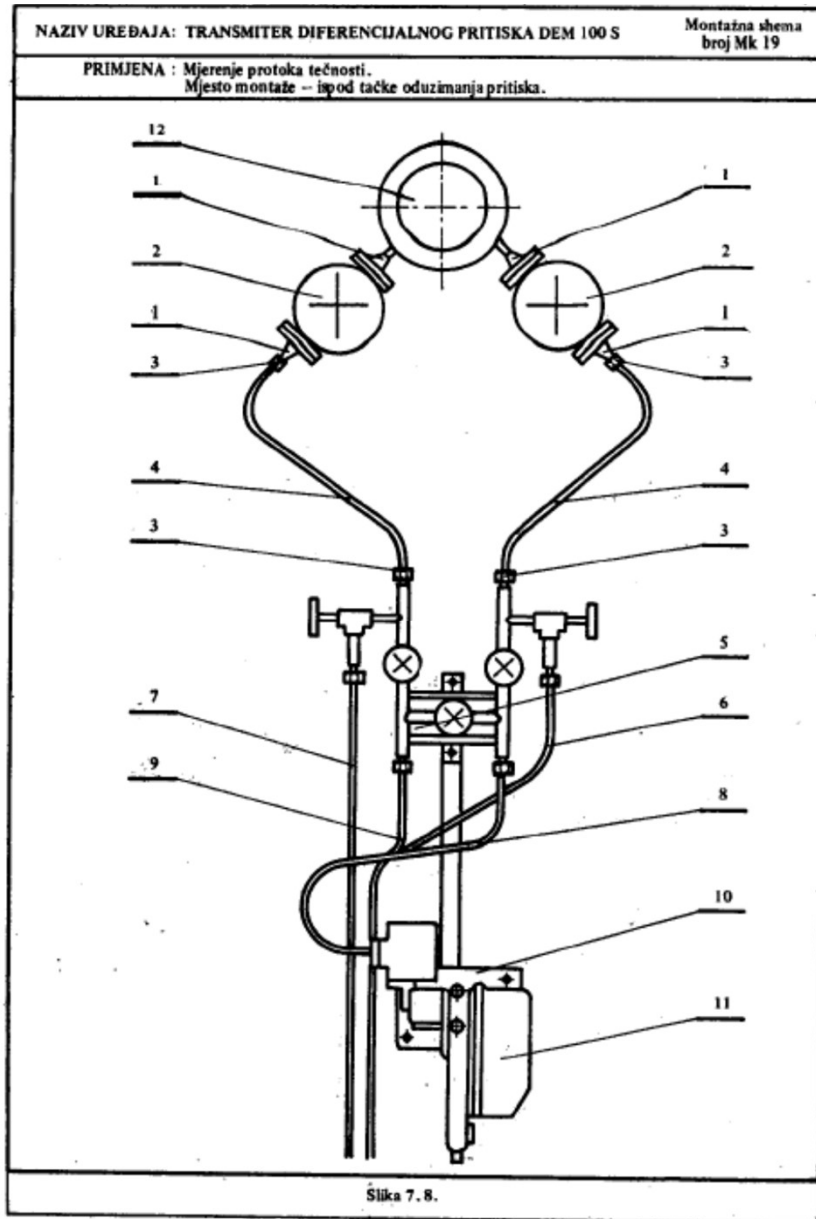
Slika 7.7.

Tabela 14.

SIMBOL	N A Z I V
	MJERNA PRIGUŠNICA U HORIZONTALNOJ CIJEVI
	ZAVARENI SPOJ
	ZAPORNI VENTIL NORMALNO OTVOREN
	VIJČANI SPOJ
	MANOMETARSKI VENTIL NORMALNO OTVOREN SA OTVOROM ϕ 8 mm.
	UGAONI MANOMETARSKI VENTIL SA OTVOROM ϕ 8 mm.
	TRANSMITER DIFERENCIJALNOG PRITISKA

Montažni crteži spajanja transmitera sa cjevovodom i izvršnih mehanizama sa regulacionim ventilima konkretizira odgovarajuću simboličku šemu mehaničkih spajanja. Ove šeme se opisuju specifikacijom montažnog materijala. Na primjer, na slikama 7.8. i 7.9. prikazani su montažni crtež i specifikacija montažnog materijala koji je neophodan za realizaciju simboličke šeme sa sl. 7.7.

Treba primijetiti da mjesto realizacije cijelog kompleksa, dispoziciju transmitera, ventila itd. određuje projektant saglasno konfiguraciji konkretnog objekta. Šeme trećeg nivoa koriste se na stepenu „izvođački projekat”.



LISTA SASTAVNIH ELEMENATA		Montažna shema broj -- MK 19
POZ.	NAZIV ELEMENTA	KOM.
1	Prirubnica NP 10 NO 15	4
2	Zaporni ventil NP 60/160 NO 15	2
3	Spojnica PPT	4
4	Cijev $\phi 12/14$	2
5	Petokraki blok: ventil za cijev $\phi 12/14$	1
6	Cijev $\phi 12/14$	1
7	Cijev $\phi 12/14$	1
8	Cijev $\phi 12/14$	1
9	Cijev $\phi 12/14$	1
10	Noseća konzola transmittera	1
11	Transmitter diferencijalnog pritiska DEM 100 S	1
12	Mjerna prigušnica	1

Slika 7.9.

Razrada albuma standardnih projektnih situacija je veoma važan posao pri stvaranju projektnih podloga regulacionog sistema. Klasifikacija funkcionalnih zadataka koji se postavljaju pred lokalne sisteme upravljanja traži veliko vrijeme i trud. Ipak, masovna upotreba tehničkih sredstava automatike u savremenoj industriji diktira maksimalnu tipizaciju projektnih podloga i opravdava bilo koji napor u tom pravcu. Album standardnih projekata, s jedne strane, otkriva funkcionalne mogućnosti regulacionog sistema, a s druge strane predstavlja skup tačnih formalnih pravila za projektovanje, što u suštini predstavlja osnovu za razvoj programa pri projektovanju pomoću računara. Ograničeni broj tipičnih standardnih kontura u albumu osigurava mogućnost projektovanja velikog broja raznih, po namjeni i funkcijama, sistema upravljanja. Analogna filozofija i metod može biti primijenjena i za bilo koji drugi unificirani sistem tehničkih sredstava.

Bilo koji pokušaj formalizacije rješavanja različitih tehničkih zadataka na bazi jednotipnih situacija traži postojanje „jezika” formalizacije — simbolike. Treba primijetiti da, osim rješavanja zadataka unifikacije, simbolika treba da bude prilagodena rješavanju zadataka formalizacije i sastavlja se uzimajući u obzir i osobenosti konkretnog sistema. S tačke gledanja formalizacije procedura projektovanja u simbolici, moraju naći svoj odraz funkcionalne uloge komponenata sistema, fizička priroda signala koji se konvertuje, pravila označavanja uređaja. Specifična osobenost simbolike u ovom slučaju je to da je simbolika razradena za svaki nivo šema albuma standardnih projekata. Po oznakama lako je moguće odrediti o kojem nivou šeme se radi. Unifikacija oznaka u šemama značajno olakšava korišćenje projektnih podloga.

Pri dobijanju informacije o automatizovanom procesu mora postojati veoma tijesna veza između projektanta tehnološkog procesa (naručioca) i projektanta automatskog upravljanja. Kvalitet projekta veoma zavisi od kompletnosti i tačnosti tih informacija. Zato su veoma vazni sistematizovani i uređeni odnosi među svim učesnicima izgradnje automatizovanog procesa.

RAČUNARSKO PROJEKTOVANJE LOKALNIH KONTURA AUTOMATIZACIJE

Upotrebljivost formalizovanog pristupa projektovanju naročito je došla do izražaja primjenom računara u postupku projektovanja. Praksa je pokazala da je formalno projektovanje lokalnih kontura automatike na bazi računara tim efikasnije i ekonomski opravdanije što je industrijsko postrojenje složenije. Tome treba dodati još i činjenicu da su računarska realizacija postupka projektovanja i koncept formalnog projektovanja dva međusobno komplementarna rješenja. Naime, oba, sama po sebi, traže postojanje odgovarajuće baze podataka kao skupa na jedinstven način uređenih informacija.

Bazu podataka prilikom formalnog pristupa projektovanju čine :

- Klasifikacija svih mogućih zadataka koje treba da riješi sistem za mjerenje, regulaciju i upravljanje industrijskih postrojenja.
- Klasifikacija tipičnih funkcija konture.
- Klasifikacija prepoznatljivih situacija u konturama za mjerenje, regulaciju i upravljanje industrijskih postrojenja.
- Realizacija albuma tipičnih projektnih situacija mjerenja, regulacije i upravljanja, a koji kroz otkrivanje funkcionalnih mogućnosti konkretnog regulacionog sistema definiše i skup tačnih formalnih pravila za projektovanje.
- Standardizacija informacionih veza (unificiranih vanjskih veza) među aparatima — elementima sistema.

Otuda, pri formalnom projektovanju, moguća je upotreba kataloga bilo kog unificiranog sistema ukoliko mu je potpuna baza podataka u smislu navedene definicije.

Računarska realizacija formalnog projektovanja ne samo da podržava ova osnovna opredjeljenja formalnog projektovanja nego ih čak transformiše u svoje postulate insistiranjem na tome da tipizacija i formalizacija elemenata baze podataka treba da bude dosljedno sprovedena.

Računarska realizacija formalnog projektovanja podrazumijeva prisustvo takvog softvera za podršku interaktivnom radu sa korisnikom koji, po principu dijaloga, omogućava interaktivno unošenje praktično svih informacija relevantnih za jednoznačno određivanje zahtijevanog projektnog rješenja. Slika 7.10. prikazuje samo dio takvih ulaznih informacija (pitanja sa mogućim odgovorima) koje su ovdje, ilustracije radi, organizovane u formi tabele — upitnika. S obzirom da je svaki standardni projekat moguće okarakterisati karakterističnim oznakama kao što su regulisana veličina, funkcionalni zadatak konture, karakteristika radnog fluida i karakteristika objekta, ti isti entiteti postaju elementi baze podataka. Ako se svakom entitetu pridruži odgovarajuća cifarska oznaka i ako se cifre urede na pogodan način, dobije se šifra standardnog projekta. Kao primjer prikazano je šifriranje na bazi 11 entiteta, Sl. 7.11. Na bazi njih, kao ulaznih veličina, program bira standardni projekat. U slučaju da u bazi podataka, Sl. 7,11, ne postoji standardna situacija sa potrebnom šifrom, ili se ulazna šifra pokazala netačnom, o tome se daje informacija korisniku.

FORMULAR – UPITNIK
ZA REGULACIONU KONTURU

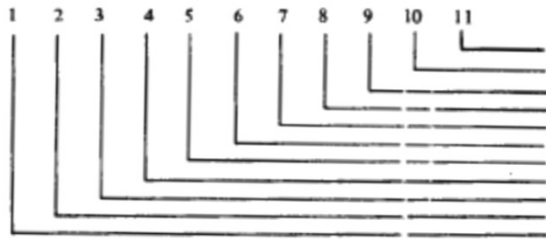
Uputa za popunjavanje:
Staviti x na mjesto koje odgovara
potrebnom odgovoru.

PODACI O NARUČIOCU PREDUZEĆE: ADRESA: ODGOVORNO LICE: BROJ NARUĐBE:					DATUM:	
I	REGULIRANA VELIČINA: (MJERENA) (REGISTRIRANA) (SIGNALIZIRANA)	ANALIZA	1			
		PROTOK	2			
		NIVO	3			
		PRITISAK	4			
		RAZLIKA PRITISAKA	5			
		POMAK	6			
		TEMPERATURA	7			
	OPSEG MJERENJA:		MIN			
	POTREBNA TAČNOST MJERENJA		MAX			
		%			
II	POMOĆNI PARAMETAR:	NEMA GA	0			
		ANALIZA	1			
		PROTOK	2			
		NIVO	3			
		PRITISAK	4			
		RAZLIKA PRITISAKA	5			
		POMAK	6			
	TEMPERATURA	7				
	OPSEG MJERENJA:		MIN			
	POTREBNA TAČNOST MJERENJA		MAX			
	%				
III	DINAMIKA OBJEKTA	STACIONARNA	0			
		NESTACIONARNA	1			
IV	POTREBNA SILA (MOMENAT) NA IZLAZU SERVOMOTORA	do 3000 N	1			
		do 5000 N	2			
		do 10000 N	3			
		do 250 Nm	4			
		do 500 Nm	5			

Nastavak

PODACI O FUNKCIJI KONTURE	V	Tip sheme	Kontrola, signalizacija	0	
			Jedna regulirana veličina	1	
			Regulacija odnosa	2	
			Regulacija sa korekcijom po smetnji	3	
			Kaskadna regulacija	4	
	VI	Trebaju li indikacioni instrumenti	Ne	0	
			Za prvi parametar	1	
			Za pomoćni parametar	2	
			Za oba parametra	3	
	VII	Trebaju li registracije	Ne	0	
			Za prvi parametar	1	
Za pomoćni parametar			2		
VIII	Trebaju li signalizacije	Za oba parametra	3		
		Ne	0		
		Za prvi parametar	1		
IX	Karakter radne sredine	Za pomoćni parametar	2		
		Za oba parametra	3		
		Plin	1		
PODACI O USLOVIMA EKSPLOATACIJE	X	Karakter ambijenta	Agresivni plin	2	
			Para	3	
			Tečnost	4	
			Agresivna tečnost	5	
			Granulat	6	
			Neeksplozivan	0	
XI	Trebaju li galvanska izolacija mjernih krugova	Eksplozivan	1		
		Ne	0		
		Da	1		

Slika 7. 10.



Poz. 1 – regulirana veličina

- 1 – A – analiza (pH, koncentracija CO itd.)
- 2 – F – protok
- 3 – L – nivo
- 4 – P – pritisak
- 5 – Δp – razlika pritiska
- 6 – S – pomak
- 7 – T – temperatura
- 8 – V – brzina

Poz. 2 – pomoćni parametar procesa
(u shemama regulacije odnosa, u kaskadnim shemama, kod kombinirane regulacije).

- 0 – ako je shema s jednim parametrom

Poz. 3 – struktura sheme

- 0 – shema kontrole ili signalizacije
- 1 – jedna regulirana veličina
- 2 – regulacija odnosa
- 3 – regulacija po smetnji
- 4 – kaskadna regulacija
- 5 – ostale složene sheme

Poz. 4 – mjerenje parametara procesa

- 0 – sheme bez mjerenja
- 1 – mjerenje prvog parametra
- 2 – mjerenje pomoćnog parametra
- 3 – mjerenje dva parametra

Poz. 5 – registracija

- 0 – sheme bez registracije
- 1 – registracija prvog parametra
- 2 – registracija pomoćnog parametra
- 3 – registracija dva parametra

Poz. 6 – signalizacija

- 0 – sheme bez signalizacije
- 1 – signalizacija prvog parametra
- 2 – signalizacija pomoćnog parametra
- 3 – signalizacija dva parametra

Poz. 7 – dinamička karakteristika objekta:

- 1 – stacionarna
- 2 – nestacionarna

Poz. 8 – galvanika izolacija mjernih linija:

- 0 – nema
- 1 – postoji

Poz. 9 – karakteristika ambijenta:

- 1 – neeksplozivna
- 2 – eksplozivna sa zahtjevom na SE_X
- 3 – eksplozivna sa zahtjevom na S_i

Poz. 10 – radni fluid:

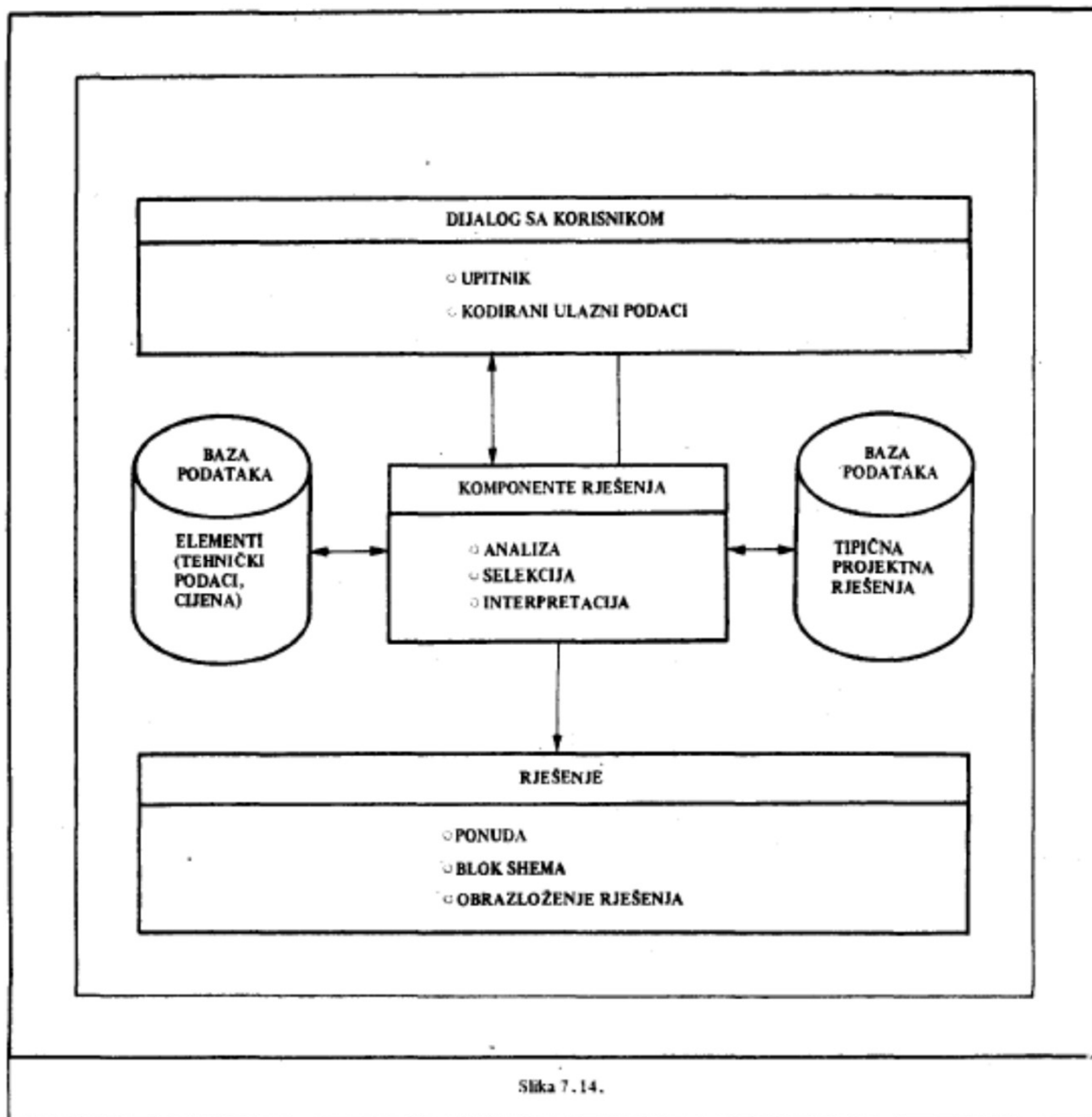
- 1 – plin
- 2 – plin agresivni
- 3 – para
- 4 – tečnost
- 5 – agresivna tečnost
- 6 – granulst
- 7 – ostalo

Poz. 11 – izlazne sile servomotora
(ili momenti)

- 1 – do 300 N
- 2 – do 5000 N
- 3 – do 10000 N
- 4 – više od 10000 N
- 5 – do 250 Nm
- 6 – do 500 Nm
- 7 – više od 500 Nm
- 8 – van opsega 1 – 7

Opisani način šifriranja dovoljno određuje tipska standardna rješenja kontura. Razrađeni 11-cifarski kôd tipičnog projekta omogućava da se u dijelu baze podataka o projektima sačuva informacija koja u potpunosti određuje funkcionalno rješenje projektovane konture. Upitnik koji ispunjava naručilac ovim je potpuno definisan, sa svoje 4 grupe podataka o parametrima procesa, karakteristikama objekta, funkciji konture i uslovima eksploatacije. Svi odgovori na pitanja, osim onih o klasi tačnosti i opsezima mjerenja, nose karakter dane i obrazuju 11-cifarski adresni kôd u datoteci standardnih situacija. Informacija o svakoj konkretnoj konturi iz baze podataka standardnih situacija uključuje u sebe redni broj, kratki alfa-numerički opis konture, broj elemenata koji ulaze u konturu, specifikaciju njihovih brojeva u datoteci elemenata, a takode geometrijske parametre elemenata blok-scheme konture

Slika 7.11.



Slika 7.14.

Ono što je potrebno nakon svega navedenog posebno istaći je konstatacija da računarska realizacija formalnog projektovanja ne samo da ne obezvrjeđuje sve ono što je učinjeno u postupku formalnog projektovanja prije upotrebe računara nego, naprotiv, pojačava njegove osnovne karakteristike i omogućava, u edukacionom smislu, kretanje u pravcu od jednostavnijeg ka složenijem.

Ovakva računarska realizacija (sl. 7.14) u literaturi se javlja pod terminom CAD/CAE (Computer-Aided-Design/Computer-Aided-Engineering); dodavanjem dinamičkih karakteristika objekta, dodatnih karakteristika opreme. te simulacionog softvera može biti funkcionalno proširena na računarsku simulaciju u svrhe dizajna sistema (CACSD Computer-Aided-Control-System-Design). Razmatranje ovakvih računarskih realizacija izlazi van okvira ovog kursa.