

Elektroinstalacija kot vitalni del avtomatizacije

mag. Vladimir Durič, Microtronic d. o. o.

Abstract

Since generations people try to build machines and plants which shall take on different functions. To raise, sink, slide, drill, transport and much more. And we attained good results. Today, we control, inform, weld, pack and transport automatically by electric control and data cables. The cables are necessary to ensure frictionless flow of data and material. Consequently the cables are very important part of automation

1 Uvod

Temeljni sestavni člen sodobne družbe je komunikacija. Dobila je celo tako pomembno vlogo, da radi rečemo, da živimo v informacijski družbi, kar pomeni da različni načini komunikacije omogočajo prenos informacij na vseh področjih človekovega življenja.

Eno pomembnejših področij civilizacije je človekovo delo, ki se v družbenem kontekstu imenuje proizvodnja ali industrija. Tudi industrija si v zadnjih nekaj desetletjih prizadeva čim bolj uporabiti moč komunikacije. Tako se razvija ali prehaja od mehanske vse bolj na komunikacijsko avtomatizacijo, ko mehanske pogoje in vzvode vse bolj nadomešča električni in elektronski impulz in podatek. Zato industrijsko avtomatizacijo danes razumemo pretežno kot računalniško podprto in vodeno proizvodnjo in nadzor, čeprav ob tem ne smemo zanemariti tudi drugih starejših načinov avtomatizacije. Komunikacija je torej eden najvplivnejših delov sodobne avtomatizacije.

2 Komunikacija kot pomemben del avtomatizacije

Komunicirati pomeni izmenjevati informacije in sicer od povsem enostavnih do najbolj zapletenih. Gre za proces izmenjave

znanja ali podatkov. Je torej zasnovana dvokanalno, je sprejemanje in oddajanje. To je še posebej pomembno v industriji, tako na področju proizvodnje, kot tudi vseh spremljajočih dejavnosti kot je logistika in podobno. Cilj avtomatizacije je zaobjetje celote. Le ob tej postavki pridemo do optimalnega rezultata. Optimalno pa pomeni zadovoljitev na vseh področjih: delovne učinke, logistiko, kvaliteto izdelka ali storitve in ne nazadnje tudi v odnosu do človeka kot proizvajalca in uporabnika storitev.

3 Različni načini avtomatizacije

Ko govorimo o avtomatizaciji v industriji moramo pojem zajeti kar se da široko. Pri tem je potrebno izpostaviti predvsem način izvajanja. Sam se bom omejil predvsem na področje elektrotehnike, čeprav to ni edini način avtomatizacije. Brez zadržkov je namreč ob tem potrebno poudariti, da v kontekstu industrijske avtomatizacije ne kaže razmišljati v smeri enoumne prevlade ene smeri in načina, ampak je optimalno zastavljena avtomatizacije predvsem kombinacijska, kar pomeni, da so vanjo vključeni vsi potrebni načini, kot na primer pnevmatika, mehanika itd.

Povezovalni element avtomatizacije v našem primeru so vodi po katerih komunikacija poteka. Trenutno stanje pri nas kaže na dejstvo, da je prevladujoči način komunikacije v avtomatizaciji še vedno električni ali elektronski impulz, optika se uporablja bolj malo.

3.1 Komunikacija in prenos moči

Ko govorimo o avtomatizaciji ponavadi pomislimo najprej ali izključno na krmiljenje sistemov. Pomemben člen avtomatizacije pa so tudi pogoni, oboje pa je potrebno povezati v sistem, kjer struktura zgradbe ni odvisna samo od načina delovanja in učinkov ampak tudi od principa gradnje.[1] Tu se srečamo z različnimi vodniki in kabli. Načrtovanje električnih

povezav je ena od najbolj pomembnih načrtovalskih aktivnosti. [2] To velja tako za novogradnje, kakor tudi za retrofiting. Pri tem še posebej omenimo hibridne kable, ki so jih za delovanje in povezavo razvili večji sistemi avtomatizacije. Razviti so posebej za določen sistem avtomatizacije in določen tip pogonov in numerike. Tako poznamo različne močnostne kable, ki pa ne prenašajo le moči, ampak vsebujejo tudi svoj krmilni del, kar je še posebej razvidno pri kablkih, ki so se razvili za tehnologijo servo motorjev. Obstajajo različne kombinacije v smislu dodatnih vodnikov za zavoro, temperaturni nadzor, kakor tudi veliko drugih kombinacij. Še večji razvoj je doseglo krmiljenje. Če se načelno omejimo na omenjene servo pogone, ne moremo mimo dajalnikov, prilagojenih tako numeriki kot motorjem. Tehnologija se na tem področju izredno hitro razvija in smo priča različnim izvedbam kablov, ki so prilagojeni analognemu in digitalnemu prenosu podatkov, ob tem pa širokemu krogu tipizacij, ki so vedno usklajene na razviti sistem avtomatizacije. Za vse pa lahko podamo oceno ozko namenskih kablov.

Vzporedno z njimi gredo tudi različni sistemi merjenja. Če je uravnavanje obratov preko numerike in dajalnikov želeni efekt avtomatizacije, je ob tem potrebno spregovoriti tudi o tehniki merjenja ki je tudi pomemben člen avtomatizacije. Ob dejstvu, da je na nekem stroju, ki dosega mere nekaj deset kvadratnih metrov površine položenih več stotine metrov kablov moramo računati tudi na precejšnjo elektromagnetno polje, kar pomeni resno oviro za merilno tehniko, ki operira na minimalnih električnih potencialih in je s tem izpostavljena motnjam. Zato pomeni natančno merjenje in prenos meritve precejšnji izziv in težavo, ki jo proizvajalci in dobavitelji rešujejo prav tako s hibridno inačico kablov. Po pravilu so ti kabli dvojno opleteni, kar preprečuje vplive zunanega in notranjega elektromagnetnega polja. K tej temi se bomo vrnili še pozneje.

Eden od pomembnih segmentov avtomatizacije je tudi tako imenovana periferija. Tu ne gre za računalniško periferijo

v klasičnem pomenu besede, ampak izključno za vitalne člene okolice središčnega dogajanja proizvodnega procesa. Sem uvrščamo različna končna stikala, senzorje in podobno. Tudi ti so povezani z vodniki. Za pravilno odbiro vodnikov moramo upoštevati nekaj pomembnih dejstev. Kot uvod v to omenimo trend standardizacije, ki se uveljavlja v Nemčiji, ki je vodilna na področju strojogradnje in avtomatizacije v Evropi. DESINA pomeni decentralizirano standardizacijo izdelave instalacijske tehnologije v industriji. Zraven kakovostnih zahtev izdelave vodnikov prinaša tudi novosti glede barve plašča, ki se nanaša na namembnost kabla in s standardizacijo prinaša velik kvalitetni premik pri izdelavi in vzdrževanju industrijskih naprav.[3] Za optimalno izvedeno instalacijo pa je seveda potrebno upoštevati še veliko drugih zahtev.

3.2 *Okolje komunikacijskih in močnostnih prevodnikov*

Eno od specifičnih vprašanj postavitve ožičenja v industriji je okolje v katerega je postavljeno. Tega ni mogoče enoumno označiti kot industrijsko, saj v delovanju obstaja veliko variant, ob vsaki pa je potrebno najti najboljšo možno izpeljavo. Če ob tem spregovorimo še o gospodarstvu, ki je veliko širši pojem ugotovimo zapletenost tega postopka. Izbor vodnikov je odvisen od več dejavnikov. Naštejmo le nekatere pomembnejše:

4 **Elektrotehniške lastnosti in potrebe**

- Število vodnikov
- Presek
- Napetostno območje
- Elektromagnetno sevanje

Pri izbiri vodnikov je to področje s strani elektrotehničnega načrtovanja najlažje. Ob predvideni tokovni obremenitvi, številu tokokrogov in napetostnemu področju dokaj hitro pridemo do želenih podatkov. Nekoliko težav v praksi se kaže predvsem pri elektromagnetnem sevanju, saj to zahteva predpostavke množine in namembnosti vodnikov. V veliko primerih jako in šibkotočna instalacija nista ločeni, kar lahko predstavlja težave predvsem na daljših trasah. Če tega ni

mogoče fizično ločiti se je v veliko primerih potrebno odločiti za opletene kable, pri čemer je optimalna rešitev z opletenimi kabli tako za prenos moči kakor tudi pri signalnih kabljih.

5 Okolje

- Vpliv raznih olj, maziv in emulzij
- Izpostavljenost kislinam lugom ali drugim kemičnim spojinam
- Temperatura okolja
- Izpostavljenost mehanskim vplivom
- Namembnost ožičenja

To področje zahteva pri izboru že širši pogled. Električni vodniki kot prenosniki energije in signalov delujejo kot člen avtomatizacije in proizvodnje v celotnem procesu, zato so izpostavljeni tudi vsem vplivom, ki so za industrijo značilni. Vodniki za industrijsko instalacijo so izdelani iz materialov, ki so oljeodporni. Vendar pa je pri tem potrebno poudariti, da odpornost na vpliv olja ni pri vseh enaka glej tabelo 1. Zato je za pravo izbiro potrebno poznati stopnjo

izpostavljenosti raznim oljem, emulzijam in mazivom. Podobno velja za temperaturo delovanja in izpostavljenosti mehanskim vplivom. Če industrijsko okolje razširimo v smeri gospodarstva naletimo še na dodatne zahteve. Pri tem omenimo le instalacije v raznih prostorih, kjer se stalno zadržuje večje število ljudi, kot so na primer projektivni biroji in podobno. Izbor vodnikov v takšnih primerih mora nujno zadovoljevati standarde, ki jih imenujemo »Halogenfree« ali nemško »Halogenfrei«. To so vodniki, ki v primeru požara v okolje ne izločajo halogenih snovi, in če so vsi kabli ki se uporabljajo v industriji samogasni mora biti v tem primeru dodatno zadoščeno tudi tej zahtevi. V tem kontekstu je potrebno omeniti še instalacije v industriji živil in preskrbe s pitno vodo. Na tem področju vladajo posebne zahteve, ki morajo ustrezati tudi sanitarnim predpisom in pri izbiri zavzemajo posebno mesto. Posebne zahteve vladajo tudi v različnih vejah industrije, kot je na primer petrokemija.

Tabela 1: Izvleček iz tabele kemijske odpornosti kablov [4]

Kemikalija	YSLY-J		YSLY-J-SY		PUR		NEO		TEFLON		SILIKON	
	Testna temp. 20°C	60°C	Testna temp. 20°C	60°C	Testna temp. 20°C	60°C	Testna temp. 20°C	60°C	Testna temp. 20°C	60°C	Testna temp. 20°C	60°C
Barijeve soli	☺		☺		☺		☺		☺	☺	☺	
Bencin	☹	☺	☹		☺		☹	☹	☺	☺	☹	☹
Benzol	☹		☹		☹							
Dizelsko olje	☹		☹		☹				☺			☹
Etil alkohol	☹		☹		☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Fosforna kislina	☺	☹	☺	☹	☹		☹	☹	☺	☺	☹	☹
Hidraulično olje	☹		☹		☹				☺		☹	
Kalijev klorid	☺	☺	☺	☺	☹	☹			☺	☺	☺	
Kalijev nitrat	☺		☺		☺		☺	☺	☺	☺		
Kalijev karbonat	☺		☺				☺		☺	☺	☺	
Kalijev sulfat	☺	☹	☺	☹	☺	☹	☺		☺	☺	☺	
Magnezijeve soli	☺	☺	☺	☺	☹				☺	☺		
Metilni alkohol	☹		☹		☹		☹		☺	☺		
Motorno olje	☹		☹		☹							☺
Soliterna kislina	☹		☹		☹		☹		☺	☺	☹	☹
Solna kislina	☹	☹	☹	☹	☹		☹	☹	☺	☺	☹	☹
Trikloroetilen	☺		☺									☺
Zavorna tekočina	☺		☹		☹							
Zobniško olje	☺		☺		☹							☹
Žveplo	☺		☺						☺	☺	☺	☺

6 Področje delovanja

- Statična instalacija
- Gibljivi deli
 - Hitrost gibanja
 - Pospešek
 - Količina gibanja
 - Smer gibanja
 - Način gibanja

Ob upoštevanju vseh navedenih zahtev je potrebno upoštevati tudi naravo instalacije. Industrijski standard, ki je v večini uveljavljen tudi pri nas predvideva gibljive vodnike. To so vodniki izdelani po DIN VDE 0295 standardu klase 5. Bolj zahteven je izbor vodnikov, ki so povezani z gibljivimi deli. Tu je poleg okolja potrebno upoštevati še podatke o gibanju. Glede na kombinacijo

gibalnih zahtev je gibljiva sposobnost kabla odvisna tako od zgradbe posameznih vodnikov, kakor tudi od kvalitete izolacije. Zgradba vodnikov je razdeljena v različne klase in odseke, glej tabelo 2. Visoko gibljivi kabli spadajo v klaso 6, glede na gibalne zahteve pa v odseke. Pri tem velja preprosta formula: Večja gibljivost = kvalitetnejša izolacija + večja finožičnost. Pri manjših pospeških in hitrostih in upoštevanju okolja lahko izberemo vodnike s PVC izolacijo ob ustrezni zgradbi žic. Večji pospeški in hitrosti zahtevajo večjo finožičnost in izolacijo vodnikov iz PE, ter plašča iz PUR izolacije. Ekstremno hitro gibanje, kot na primer pri robotih, pa zahteva specialno zgradbo kablov, kjer kot tudi v prejšnjem primeru mehanske obremenitve prevzemajo še dodatni členi, vgrajeni v kabel.

Tabela 2: Izvleček tabele zgradbe vodnikov po DIN VDE 0295 [5]

Presek vodnika	Večžični vodniki	Mnogožični vodniki	Finožični vodniki	Najbolj	finožični	vodniki	
	Klasa 2 DIN VDE 0295		Klasa 5 DIN VDE 0295	Klasa 6 DIN VDE 0295			
	Odsek 1	Odsek 2	Odsek 3	Odsek 4	Odsek 5	Odsek 6	Odsek 7
	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke	Število žičk x premer žičke
0,14			18x0,1	18x0,1	18x0,1	36x0,07	72x0,05
0,25			14x0,15	32x0,1	32x0,1	65x0,07	128x0,05
0,34		7x0,25	19x0,15	42x0,1	42x0,1	88x0,07	174x0,05
0,38		7x0,27	12x0,2	21x0,15	48x0,1	100x0,07	194x0,05
0,5	7x0,30	7x0,30	16x0,2	28x0,15	64x0,1	131x0,07	256x0,05
0,75	7x0,37	7x0,37	24x0,2	42x0,15	96x0,1	195x0,07	384x0,05
1,0	7x0,43	7x0,43	32x0,2	56x0,15	128x0,1	260x0,07	512x0,05
1,5	7x0,52	7x0,52	30x0,25	84x0,15	192x0,1	392x0,07	768x0,05
2,5	7x0,67	19x0,41	50x0,25	140x0,15	320x0,1	651x0,07	1280x0,05
4	7x0,85	19x0,52	56x0,3	224x0,15	512x0,1	1040x0,07	
6	7x1,05	19x0,64	84x0,3	192x0,2	768x0,1	1560x0,07	
10	7x1,35	49x0,51	80x0,4	320x0,2	1280x0,1	2600x0,07	
16	7x1,70	49x0,65	128x0,4	512x0,2	2048x0,1		
25	7x2,13	84x0,62	200x0,4	800x0,2	3200x0,1		
35	7x2,52	133x0,58	280x0,4	1120x0,2			

Načrtovanje in izbira vodnikov je torej dokaj zahtevna naloga. Lahko bi rekli, da je kar samostojna panoga znotraj avtomatizacije, čeprav še ni dosegla svojega pravega mesta. Na tem področju imamo malo znanstvenega aparata. V veliko pomoč so tehnični dodatki h katalogom boljših proizvajalcev in dobaviteljev kablov, kjer se je mogoče s pomočjo tabel in izračunov lažje odločiti za pravilno izbiro. Ta pa je odvisna tudi od interdisciplinarnega poznavanja industrije in presega zgolj elektrotehnično področje. Za pravilno odbiro vodnikov je potrebno torej poznavanje mehanskih, kemičnih, bivanjskih, funkcionalnih in drugih zahtev in lastnosti naprav, kjer so vgrajeni.

Ob vsem navedenem je primerno spregovoriti tudi o izvedbi priključitve posameznih komponent.

7 Izvedba priključitve

Izkušnje pri gradnji in servisiranju električne avtomatizacije v industriji kažejo na raznolikost pristopov avtomatizacije. V tem kontekstu lahko rečemo, da se v zadnjem času vse bolj uveljavlja uvajanje specializiranih sistemov avtomatizacije, ki poskušajo poenostaviti montažo in vzdrževanje, kar pomeni določeno univerzalizacijo. Pri starejših sistemih srečamo prevladujočo »klasično« tehniko spajanja preko razdelilnih omaric in razvodnic, tehnologija poznejšega datuma pa vedno bolj uveljavlja tehnologijo konektorskega spajanja posameznih členov.

Klasično povezovanje avtomatizacije s sponkami poznamo, saj je uveljavljena že kar nekaj časa. Zato se posvetimo nekoliko bolj novim tehnologijam povezovanja. Prevladujoči model povezave posameznih členov avtomatizacije vedno bolj zavzema konektorski način. Poglejmo si nekaj prednosti in ovir:

7.1 Prednosti

- Za montažo pri poskusnem delovanju stroja in končni montaži potrebujemo manjše število strokovnjakov kot pri klasični izvedbi
- Zagotovljena je večja natančnost, oziroma skoraj nična možnost zmote.

- Konfekcioniran kabel s konektorjem pomeni točno določen sestavni del stroja in ga je mogoče uvrstiti kot rezervni, oziroma sestavni del stroja, kar pomeni lažje servisiranje.
- Zamenjava sestavnega dela je veliko enostavnejša in hitrejša od klasičnega načina.
- Z dobrimi konstrukcijskimi rešitvami pri načrtovanju je mogoče zamenjati le del okvarjenega kabla (kablji ki so bolj izpostavljeni gibanju in kemičnim vplivom se konektorsko prekinejo).
- Izdelava avtomatizacije je razdeljena na različne strokovnjake, ki dobro obvladajo svoje področje dela., kar pripomore k večji strokovnosti in krajšem času izdelave.

To je le nekaj bistvenih prednosti konektorskega načina spajanja posameznih elementov pri avtomatizaciji. Pomanjkljivosti je manj.

7.2 Pomanjkljivosti

- Cenovni vidik - investicijsko kratkoročno to pomeni dražjo proizvodnjo, ne pa tudi vedno višjo ceno končnega izdelka, saj je končna montaža cenejša.
- Osebnostni vidik - še vedno s težavo prodremo z novimi idejami, mnogo izdelovalcev se ne želi vključiti v inovacije, naj bo to zaradi večje soodvisnosti s kooperanti, ali togosti pri uveljavljanju novega.

Ob povedanem je potrebno še enkrat izpostaviti bistveni člen avtomatizacije, ki ni vezana le na samodejno delovanje, ampak hkrati tudi na hitro možnost popravil ali remonta. Končni smisel avtomatizacije namreč ni le samodejna produkcija, ampak hkrati tudi, kolikor je mogoče nepretrgano delovanje, kar pa je zaradi izrabe posameznih delov praktično nemogoče. Zato je torej potrebno omogočiti čim krajši čas popravila, oziroma servisa. Prav to so dejstva in merila zaradi katerih se konektorski način spajanja v praksi vedno bolj uporablja. Ob tem je potrebno še poudariti nove trende v evropskem prostoru, ki se vedno bolj nagiba v smeri standardizacije. Eden od teh trendov je v uvajanju metričnih navojev, ki vse bolj izpodrivajo colske in PG navoje. Tako je na

primer pri signalni tehniki že skoraj izključno v uporabi metrični navoj, kar se tiče konektorjev in uvodnic, sistemi pa, ki so temeljili še pred kratkim na ameriških normativih navojev prehajajo na bajonetni sistem sklapljanja, ki je poznan predvsem iz vojaške industrije. Metrični navoj in »aranžma«, oziroma postavitve kontaktov je viden v vsej tehnologiji spajanja kablov z okroglimi konektorji. Vodilna podjetja so na tem področju po večini poenotila standarde, tako da je mogoče na trgu dobaviti enake tipe konektorjev za različne sisteme avtomatizacije, kar je prav gotovo za pozdraviti.

Drugo področje konektorske povezave, ki ga ni moč zaobiti je industrijski standard »Težkih konektorjev«. Razvili so ga za prenos moči in signalov, danes pa preko modularnega sistema tudi vse bolj na področju elektronike in tudi v kombinaciji s pnevmatiko. Pri tem je zanimivo, da so se različni proizvajalci zedinili ob standardu, ki je medsebojno skoraj v polnosti kompatibilen. Prevladujoče področje te tehnike je predvsem na prenosu analognih signalov in moči, seveda pa tudi v kombinaciji z elektroniko in pnevmatiko.

Kot zaključek k temu bi lahko rekli, da v našem prostoru vse bolj prevladuje trend evropske standardizacije, čeprav ne brez težav, kljub vsemu pa kar vzpodbudno.

8 Zaključek

Iz povedanega je razvidno, da je za optimalno avtomatizacijo kot tudi za industrijsko proizvodnjo v celoti zelo pomembna tudi prava izbira instalacije, ki električno avtomatizacijo na nek način oživčuje. Delovna operacija ali sistem je namreč lahko uspešen le ob predpostavki, da so vsi njegovi členi primerno izbrani in se kakovostno

vklapljuje v celoto. [6] Slabša kvaliteta enega od sestavnih delov slabi celoto, zato je načrtovanje in izvedba avtomatizacije odvisna predvsem od celote. Poskušali smo prikazati pomen vodnikov in instalacije v avtomatizaciji, lahko pa bi zapisali še pomembno spoznanje, da je namreč vodniška povezava vitalni del sodobne proizvodnje, še posebej pomembno pa je to pri avtomatizaciji.

Avtomatizacija pa je hkrati odvisna tudi od modrosti uvajanja, in če vzamemo človeško modrost kot vodilo je morda najbolj primerna prav metoda, ki se je učimo iz narave, od koder je vse tudi na nek način povzeto in posneto. Če namreč zadostuje preprostejša rešitev ni potrebno iskati bolj zahtevnih mehanizmov, ki v končni fazi prinašajo le minimalne ali nobenih izboljšav, hkrati pa je delovanje zaradi tega bolj zapleteno in s strani servisa tudi težje rešljivo. Servis je namreč ena od pomembnih komponent, ki naj bi vplivale pri uvajanju avtomatizacije v industrijo.

9 Viri in literatura

- [1] J. Balič, *Teorija tehniških sistemov*, Fakulteta za strojništvo v Mariboru, Maribor 2002
- [2] S. Strmičnik, *Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov*, Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani, Ljubljana 1998.
- [3] Ta standardizacija je bila sprejeta iz strani združenja nemških proizvajalcev strojev (VDW Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken)
- [4] Helukabel katalog, *Kabel und Leitungen*, Helukabel, Hemmingen 2002
- [5] Helukabel katalog, *Kabel und Leitungen*, Helukabel, Hemmingen 2002
- [6] D. Gradišnik, N. Muškinja, *Kako pristopiti k posodobitvi stroja*, Zbornik društva avtomatikov, Maribor 2001