

MJERNA I REGULACIJSKA TEHNIKA



Uređuje: Nenad Bolf

Sustavi za vođenje danas su snažniji, fleksibilniji, jednostavniji za konfiguriranje i programiranje nego ikad. Velik je broj proizvođača sustava za vođenje i ponekad nije jednostavno doći do prave informacije i odabrati prikladan regulator. Uz razmatranje različitih mogućnosti, ograničenja i kompatibilnosti, treba donijeti pravu odluku. Veoma je bolno kad se prilikom konfiguracije i pokretanja sustava shvati da izabrani sustav nije optimalan za konkretnu primjenu.

Koji su tipovi regulatora i njihove karakteristike te kako odabrati odgovarajući regulator tema je ovog priloga.

Kako odabrati prikladan regulator

|| N. Bolf*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa
Savska cesta 16/5a
10 000 Zagreb

Većina regulatora provodit će diskretne, procesne i hibridne zadatke, ali nameće se pitanje kako odabrati prikladan regulator. Odabir odgovarajuće platforme bitno će utjecati na uspjeh projekta.

Za odabir odgovarajućeg regulatora treba poznavati karakteristike, ograničenja te razmotriti kompatibilnost s cijelim sustavom. Odabir se obično svodi na tri mogućnosti:

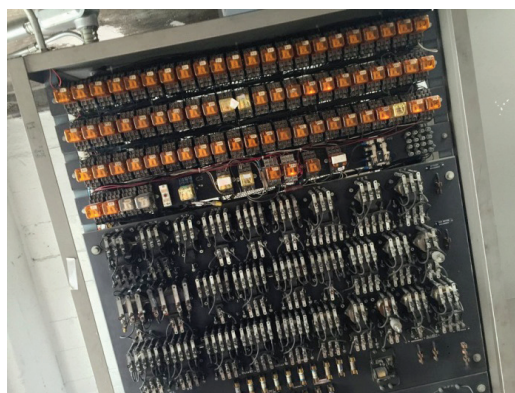
- programabilni logički regulator (engl. *programmable logic controller – PLC*),
- programabilni automatski regulator (engl. *programmable automation controller – PAC*) ili
- industrijski PC (engl. *industrial IPC*)



Slika 1 – Sustavi za vođenje

Vrste sustava za vođenje

Do kasnih 1960-ih sustavi za vođenje sastojali su se od releja koji upravljaju s diskretnim funkcijama i nezavisnih regulatora za analogne funkcije. Bilo je dosta problema, kao što su velik prostor za smještaj releja, skupa i dugotrajna prilagodba sustava, a često je bilo potrebe za popravcima i rješavanjem niza problema.



Slika 2 – Relejni regulatori

Uz velik izbor regulatora, važno je razumjeti razliku između osnovnih tipova regulatora. Čak i unutar svakog tipa, kao što je PLC, može postojati nekoliko skupina regulatora od jeftinijih do skupljih sa širokim rasponom funkcionalnosti. Među njima se ističu:

1. PLC

Početkom 1970-ih pojavio se PLC i počeo se naširoko primjenjivati u industriji kao zamjena za relejne regulatore. Prvi PLC bio je velik (premda mnogo manji od ormara s relejima), a sustav se programirao na posebnim terminalima s vrlo ograničenim brojem naredbi. Kasnih 1970-ih distribuirani sustavi za vođenje (engl. *distributed control system – DCS*) počeli su zamjenjivati pojedinačne regulatore tako centralizirajući analogne funkcije regulatora. DCS se obično sastoji od više ulaznih/izlaznih (I/O) terminala, vizualizacije na osobnom računaru i inženjerske stanice. Grafika i inženjerski ekrani sastavni su dio DCS-a i služe za interakciju s procesom ili ugađanje regulacijskih krugova. Početkom 1980-ih PLC-i su krenuli putem DCS-a tako da su imali distribuirane kom-

* Izv. prof. dr. sc. Nenad Bolf
e-pošta: bolf@fkit.hr

ponente i modularni dizajn koji je omogućio fleksibilnost s obzirom na zahtjeve sustava.

PLC je doživio velik napredak. Osim ostalog, veću snagu procesora, povećanu memoriju i manje dimenzije. Pomaci od izvornog koncepta PLC-a također su donijeli novu podjelu pojavom PAC-ova i IPC-a. Dok je PLC zadržao isti osnovni koncept s početka 1970-ih, PAC i IPC su donijeli nove funkcionalnosti koje ih razlikuju od osnovnog koncepta PLC-a.

PLC je ostao osnovni građevni blok za većinu manjih projekata automatizacije. Današnji PLC-i su vrlo snažni i moćni regulatori. Konfiguriraju se tzv. *ladder logic* programiranjem, iako su danas često dostupne i druge opcije. Uobičajeno ga upotrebljavaju proizvođači opreme (OEM) za pakirne strojeve, punila, paletiranje i druge manje procese. PLC je obično povezan sa sučeljem čovjek-stroj (engl. *human machine interface* – HMI) za vizualizaciju i alarmiranje. PLC je prilagođen vrlo brzim ulazima/izlazima, sekvencioniranju, PID regulaciji, digitalnim i analognim ulazima/izlazima, uz veći broj funkcija od modela PLC-a iz 1970-ih i 1980-ih. Osim toga, ovisno o proizvođaču i modelu PLC-a, postoji cijeli niz posebnih modula npr. za velike brzine očitavanja, mrežno sučelje, kontrolu pokreta i drugo.

Gotovo svi PLC-i imaju standardnu serijsku komunikaciju ili na razini *Ethernet*a. Tu spadaju i mrežni protokoli kao što su *Ethernet/IP*, *Profibus*, *Profinet*, *Foundation Fieldbus* ili *Modbus TCP*. Navedeni protokoli omogućavaju tzv. *peer-to-peer (PLC-to-PLC)* komunikaciju, distribuirane ulaze/izlaze i komunikaciju HMI/SCADA. Iako su vrlo snažni u odnosu na nekadašnje PLC-e, današnji PLC-i i dalje imaju ograničenja. Da bi se spustila cijena na konkurentnom tržištu, ograničen je broj ulaza i izlaza, kao i logike koja se može instalirati.

2. PAC

Veći projekti zahtijevaju više distribuiranih terminala, veće procesorske snage i memorije od PLC-a. PAC predstavlja sljedeću generaciju PLC-a. Projektirani su za vođenje većih distribuiranih sustava, kao što su npr. veće linije za pakiranje ambalaže, sustavi za diskretno vođenje procesa ili vođenje manjih i većih postrojenja.

Dok su ti regulatori slični oblikom i dizajnom PLC-u, PAC-ove novije tehnologije, slijedivši inovacije kod standardnih PC-a i mobilnih uređaja, znatno su unaprijeđene. PAC-ovi imaju obično bolju komunikaciju i veći kapacitet pohrane podataka. Za programiranje postoje razne opcije u skladu s normom *International Electrical Commission (IEC) 61131-3*, koja je prilagođena *high-end* aplikacijama.

Ipak, korijeni PAC-a leže, također, u *ladder* logici. Skupovi naredbi su napredniji i prilagođeni određenoj svrsi kao što su npr. vođenje procesa, slijedna regulacija, vođenje šaržnih procesa i upravljanje strojevima. Neki proizvođači idu tako daleko da kreiraju posebne pakete za određene industrije: npr. rafinerijsku i petrokemijsku proizvodnju, nuklearne elektrane, cementnu industriju, proizvodnju piva i druga specifična područja. Te posebne funkcije obično su veoma moćne i zahtjevne, stoga su potrebni PAC-ovi povećanih performansi da bi ih korektno i pouzdano izvodili. PAC-ovi se često rabe za prikupljanje podataka i nadzorne funkcije na razini tvrtki te vođenje proizvodnje.

Napredak PAC-ova izbrisao je granicu između PAC-a i DCS-a. Velik dio funkcionalnosti, moć i integraciju DCS-a danas mogu osigurati proizvođači PAC-ova. Oni su sposobni za napredno vođenje koje je nekad bilo rezervirano za velike DCS-e, a primjeri su modelsko prediktivno vođenje (engl. *model predictive control* – MPC) i neizrazita logika (engl. *fuzzy logic*) koji se primjenjuju za nestabilne ili složene procese kad PID regulacija nije dovoljna.



Slika 3 – PAC-ovi su prikladni za sve aplikacije na razini između PLC-a i IPC-a

3. IPC

Industrijska računala pojavila su se 1990-ih unutar tvrtki koje su dizajnirale softver za simuliranje okruženja PLC-a na standardnim osobnim računalima. IPC je, zapravo, PC izgrađen za pouzdan rad u industrijskom okruženju. Prvi pokušaji primjene računala za automatsko vođenje bili su često nepouzdati zbog problema sa stabilnosti rada operativnog sustava i češće pojave kvarova na njima.

Od tada je IPC značajno napredovao, što uključuje primjenu industrijskih računala, stabilnijih operativnih sustava, a neki su proizvođači stvorili vlastite IPC-e s *real-time kernelom*. *Real-time kernel* omogućuje da se funkcije automatike odvoje od okruženja operativnog sustava i ostvari prioritet nad prioritetima OS-a. No, s novijim i manjim komponentama i operativnim sustavima, IPC više ne nalikuje stolnom računalu.

Budući da IPC-i rade na PC platformi, sadrže najsvremenije procesore i više memorije od standardnih PLC-a. Jedna od prednosti IPC-a je u tome da je moguće na istom računalu gdje se izvodi program za vođenje pokretati HMI aplikaciju i tako smanjiti troškove. IPC-i nalaze primjenu i kod OEM uređaja i sličnih malih projekata gdje je prostor ograničen.

IPC je danas prilagođen za standardnu montažu koju je moguće proširivati. Zbog toga što je u suštini IPC-a PC, njegova moć procesiranja i komunikacije i pohrana podataka su bez premca u usporedbi s PLC-om ili PAC-om.



Slika 4 – IPC

Odabir prikladnog sustava za vođenje

Ne postoji jednostavno pravilo za odabir između PAC-a, PLC-a ili IPC-a. U razmatranje dolazi više faktora, poput financija, veličine, podrške, složenosti i mogućnosti naknadnog proširenja.

Posebnu pozornost treba usmjeriti na zahtjeve procesa i sustava vezane uz certifikacije za sigurnost (engl. *safety integrity level* – SIL) i prosječno vrijeme između kvarova (engl. *mean time failure between failure* – MTBF).

Tablica 1 – Industrijski regulatori i tipična primjena

Tipična primjena	PLC	PAC	IPC
upravljanje strojevima	najbolje	bolje	solidno
osnovni i jednostavni sustavi	najbolje	bolje	solidno
koordinirana regulacija pokreta	slabo	bolje	najbolji
integrirani sustavi vizije	slabo	bolje	najbolji
vođenje procesa	solidno	dobro	bolje
distribuirano vođenje	solidno	dobro	bolje
vođenje šaržnih procesa	solidno	bolje	najbolji

Kupac često određuje proizvođača (*brand*) sustava za vođenje zbog postojećih programskih licencija, održavanja, obuke operatera i navike rada sa sustavom te regionalne podrške.

Ako postoji dilema pri izboru, dobro je napraviti matricu za izbor, tablica 2, s ponderiranim kriterijima te, na temelju toga, ocijeniti svaku opciju/ponudu. Naravno, važniji kriteriji ili zahtjevi imaju veću težinu od poželjnih ili manje važnih. Izradom tablice potiskuje se subjektivnost pri odlučivanju. Takva tablica je korisna kada kupac nema standarda ili kada standard ostavlja prostor da integratori sustava preporuča rješenje ili proizvođača.

Rješenje može biti i hibridno: kombinacija PLC-a, PAC-a i IPC-a. Današnje industrijske mreže omogućuju čvrstu integraciju, čak i s više tipova regulatora od više proizvođača.

Iskusan integrator sustava trebao bi biti u stanju donijeti ispravnu odluku na temelju potreba i želja kupaca. Odabir ispravne platforme na samom početku, u svakom slučaju, olakšat će provedbu i uspjeh projekta automatizacije.

Literatura

- E. Csanyi, When we started to use PLCs after all?, 2011, URL: <http://electrical-engineering-portal.com/when-we-started-to-use-plcs-after-all> (19. 3. 2017.).
- V. R. Segovia, A. Theorin, History of Control History of PLC and DCS, June 15, 2012, URL: http://www.control.lth.se/media/Education/DoctorateProgram/2012/HistoryOfControl/Vanessa_Alfred_report.pdf.
- <http://www.controleng.com/single-article/how-to-choose-the-best-controller-for-each-application/104d4828da-7c2844a2c5b09aaad2605f.html>
- <http://www.controleng.com/single-article/plc-vs-pac-vs-ipc/33866a2fabbc46fb5050a31bd3d2d13.html>

Automatizacija će uskoro dovesti do zagarantiranih osnovnih dohodaka

Tijekom *World Government Summita* održanog nedavno u Dubaiju **Elon Musk**, osnivač tvrtki *Tesla* i *SpaceX* objasnio je zašto će univerzalni temeljni dohodak uskoro biti politički nužnost kao posljedica sveprisutne automatizacije.

“Bit će sve manje i manje radnih mjesta na kojima roboti neće raditi bolje. Želim biti jasan, to nisu stvari koje želim da se dogode; to su stvari za koje mislim da će se vjerojatno dogoditi. Ako je moja procjena točna vjerojatno će se i dogoditi, pa moramo razmišljati o tome što ćemo učiniti u vezi s tim? Mislim da će biti nužna neka vrsta univerzalnog osnovnog prihoda. Proizvodnja robe i usluga bit će ogromna. Uz automatizaciju doći će obilje. Gotovo svi proizvodi bit će vrlo jeftini. Univerzalni osnovni prihod bit će nužan. Mnogo veći izazov je – za što će nam trebati ljudi? Osnovni smisao ljudskog života je rad. Dakle, ako nemaš potrebe za radom, koji je tvoj smisao? Hoće li se osjećati beskorisno? To će biti puno teži problem za riješiti.”

Tablica 2 – Matrica s težinskim faktorima za odabir odgovarajuće tehnologije

Kriterij	Težinski faktor	Tehnologija 1		Tehnologija 2		Tehnologija 3		Tehnologija 4	
		%	ukupno	%	ukupno	%	ukupno	%	ukupno
<i>cijena</i>	x/4	3	270	50	150	100	300	10	30
<i>brzina</i>		4	300	100	400	100	400	25	100
<i>proširivost</i>		2	200	75	150	100	200	50	100
<i>rezervni dijelovi</i>		2	200	50	100	100	200	50	100
<i>podrška integratora</i>		4	200	50	200	50	200	25	100
<i>podrška za opremu drugih proizvođača</i>		3	225	75	225	75	225	75	225
<i>kriterij 7</i>		3	300	80	240	90	270	50	150
<i>kriterij 8</i>		2	200	90	180	100	200	25	50
<i>kriterij 9</i>		2	200	10	20	90	180	10	20
	ukupno		2095		1665		2175		875

Težinski faktor – važnost pojedinog kriterija na skali od 1 do 4

% – postotak u kojem pojedina tehnologija zadovoljava pojedini kriterij