Предговор

Стално растуће тржиште области индустријске аутоматике, како у свету тако и код нас, доводи до потребе за систематским проучавањем и предавањем ове области на универзитету. Почев од школске 2011/12. године, на Модулу за аутоматско управљање, Универзитет у Београду - Машински факултет, је уведен предмет Индустријска аутоматика, који се предаје на првој години мастер академских студија.

Са увођењем предмета, приступило се писању скрипте која прати предавања. Паралелно су развијане лабораторијске вежбе и отпочело се за израдом мастер радова из овог предмета. Коначно, формирана је и опремљена Лабораторија за индустријску аутоматику, у оквиру које се изводе лабораторијске вежбе, у којој је омогућен самосталан рад студената, израда мастер радова и истраживање. Сваке наредне школске године је вршено планско и систематско унапређење организације наставе и увођење додатних садржаја. Коначно, достигао се жељени ниво који је могуће остварити и одржати у формату једносеместралног курса. Овај уџбеник је настао као еволуција започетог процеса.

Уџбеник се састоји од пет поглавља. У првом поглављу се објашњава појам, значај и улога система аутоматског управљања у индустрији. Кроз друго и треће поглавље, читалац се уводи у компоненте, методе синтезе и начине реализације електричног, пнеуматског и електропнеуматског управљања. Четврто поглавље представља централно поглавље овог уџбеника, у коме се ставља акценат на разумевање концепта програмабилних логичких контролера и системског приступа решавању проблема применом програмабилних логичких контролера. Коначно, у петом поглављу се дају основне информације о Индустрији 4.0 и улози индустријске аутоматике у 21. веку.

Како је циљ курса Индустријска аутоматика упознавање студената са савременим индустријским управљачким системима, методама пројектовања и начином реализације, а исход развијање компентенције студената да разумеју и да могу да имплементирају једноставна решења у различитим технологијама изведбе, уџбеник је проткан пажљиво постављеним и решеним проблемима из техничке праксе. Наравно, овај уџбеник је само основна литература, која читаоца треба да оспособи за даље самостално усавршавање.

Желим да захвалим професору др Жарку Ћојбашићу и професору др Горану Квашчеву на изузетној и дугодишњој сарадњи на заједничком развоју области индустријске аутоматике, као и на рецензији овог уџбеника. Коначно, желим да захвалим асистенту Горану Петровићу на пажљивом читању рукописа.

У Београду, марта 2020. *Аутор*

Садржај

1 Увод у индустријску аутоматику 1

1.1 Дефиниција индустријске аутоматике 1

1.2 Улога система аутоматског управљања у индустрији 1

1.3 Архитектура система индустријске аутоматике 3

2 Електрично управљање 5

2.1 Компоненте електричног контактног управљања 5

2.1.1 Тастери 6

2.1.2 Прекидачи 7

2.1.3 Бесконтактни близински сензори присутности 7

2.1.4 Контактори и релеји 9

2.1.5 Временски релеји 10

2.1.6 Импулсни релеји 11

2.1.7 Обртно реле 12

2.1.8 Полупроводнички релеји 12

2.1.9 Главни прекидач 13

2.1.10 Склопке 14

2.1.11 Заштитни уређаји диференцијалне струје (FI склопке) . 16

2.1.12 Ваздушни прекидачи са електронским искључивањем . . 18

2.1.13 Сигурносно искључење 19

2.1.14 Поскакивање контаката 20

2.1.15 Пренапони искључивања и електрично пражњење 20

2.1.16 IP класе заштите 22

2.1.17 Извод графичких симбола 23

2.1.18 Приказивање електричног контактног управљања 25

2.1.19 Јединствени систем означавања 26

2.1.20 Основне спреге код електричног контактног управљања . 28

2.2 Бинарно управљање 32

2.2.1 Комбинационо управљање 32

2.2.2 Секвенцијално управљање 37

2.2.3 GRAFCET 41
2.3 Управљање трофазних асинхроних мотора 48
2.3.1 Звезда-троугао стартовање мотора 50
2.3.2 Промена смера обртања вратила асинхроног електромотора 51
2.3.3 Управљање брзине обртања вратила асинхроног електромотора 52

3 Пнеуматско управљање 53
3.1 Извођење пнеуматских инсталација 54
3.2 Систем за сабијање и припрему ваздуха 55
3.2.1 Компресори 55
3.2.2 Резервоари за ваздух 56
3.2.3 Сушачи ваздуха 57
3.2.4 Развод компримованог ваздуха 57
3.2.5 Припрема ваздуха 59
3.3 Пнеуматски цилиндри 59
3.3.1 Једносмерни цилиндри 60
3.3.2 Двосмерни цилиндри 60
3.3.3 Посебна извођења цилиндара 61
3.4 Разводници и вентили 61
3.4.1 Приказивање вентила 62
3.4.2 Разводни вентили 62
3.4.3 Подела разводних вентила 63
3.4.4 Вентили 68
3.4.5 Вентили протока 68
3.4.6 Неповратни вентили 69
3.4.7 Вентили притиска 72
3.4.8 Израда пнеуматских шема управљања 73
3.4.9 Примери пнеуматског управљања 75
3.4.10 Метода “корак по корак” 76
3.5 Електропнеуматско управљање 80
3.5.1 Коло за самодржање 82
3.5.2 Електропнеуматско секвенцијално управљање 84

4 Програмабилни логички контролери 87
4.1 Основне карактеристике програмабилних контролера 87
4.1.1 Структура и функција централне процесорске јединице . 93
4.1.2 Дигитални улазни модули 96
4.1.3 Дигитални излазни модули 96
4.2 Адресирање операнада 97

4.2.1 Путања сигнала 97
4.2.2 Апсолутно адресирање 99
4.2.3 Симболичко адресирање 100
4.2.4 Елементарни типови података 100
4.3 Програмирање контролера 102
4.3.1 Програмски језици 102
4.3.2 Креирање програма 103
4.3.3 Извршавање корисничког програма 106
4.3.4 Основне функције 107
4.3.5 Статус битови 112
4.3.6 Тајмери 114
4.3.7 Бројачи 117
4.4 Секвенцијално управљање 119
4.5 Секвенцијални функцијски дијаграм 127
4.5.1 Концепт секвенцијалног функцијског дијаграма 127
4.5.2 S7-GRAPH 129
4.6 Обрада аналогних величина 136
4.6.1 Аналогни сигнали 136
4.6.2 Претварање аналогних сигнала у дигиталне вредности . 136
4.6.3 Опсег мерења аналогних улазних модула код Simatic контролера. 138
4.6.4 Претварање дигиталних вредности у аналогне сигнале . 138
4.6.5 Опсег аналогних излазних модула 139
4.6.6 Директан приступ перифералним улазима/излазима . . . 139
4.6.7 Скалирање величина 140
4.7 Управљање у реалном времену 141
4.8 Надзор и управљање процеса 147
4.8.1 Интерфејс човек-машина 147
4.8.2 Систем за супервизорско управљање и прикупљање података 148

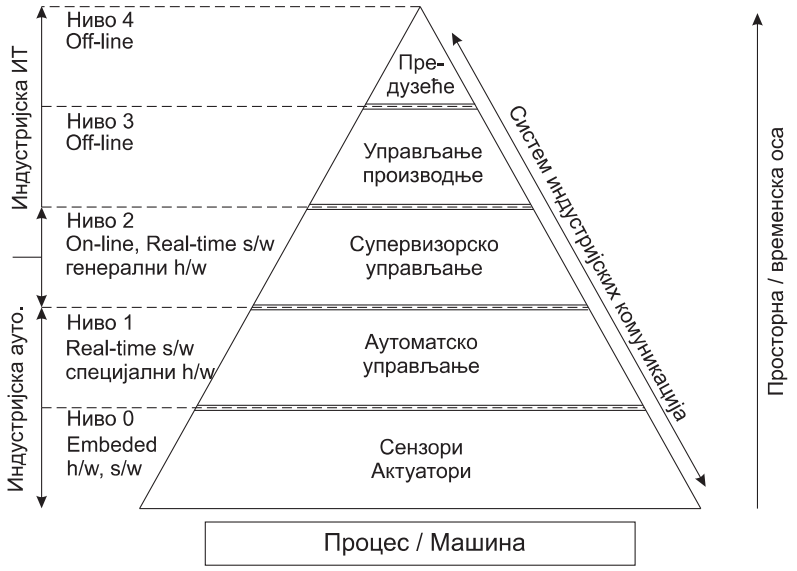
5 Индустрија 4.0 **153**
5.1 Дефиниција Индустрије 4.0 153
5.2 Индустрија 4.0 - 4. индустријска револуција 154
5.3 Кључни елементи Индустрије 4.0 154
5.4 Индустријска аутоматика и Индустрија 4.0 158

Литература **161**

драматично смањује. То значи да животни циклус производа мора знатно да се убрза. Да би ово било могуће постићи, неопходно је да производни систем може да се брзо преконфигурише, што је једино могуће са високо аутоматизованим системима. Индустријска аутоматика двадесет првог века развија економију сврхе.

1.3 Архитектура система индустријске аутоматике

На слици 1.1. је дата пирамида индустријске аутоматике.

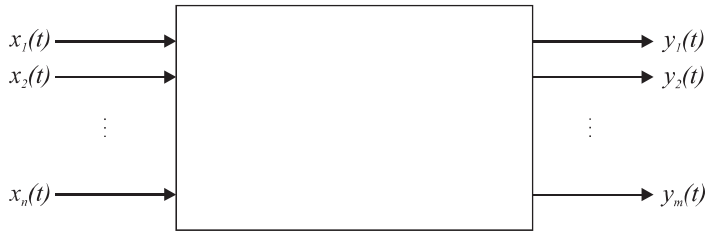


Слика 1.1. Пирамида индустријске аутоматике.

Према стандарду SRPS EN 62264 [22], вертикална интеграција дуж пирамиде је подељена у пет нивоа. Најнижи ниво, ниво 0 садржи сензоре и извршне органе, који су у директној вези са процесом, односно машином, и представљају "очи и руке" контролера.

Следећи ниво је ниво аутоматског управљања. Више система аутоматског управљања се води из следећег нивоа, супервизорског управљања. Надзор читавог производног система као целине, укључујући производњу, одржавање, систем квалитета, инвентар и слично, се води из следећег нивоа, управљање производње. Коначно, на врху се налази ниво управљања предузећа, који не узима у обзир само производњу, већ и продају, маркетинг, развој нових производа и слично.

Није неопходно да сви наведени нивои буду потпуно аутоматизовани. Другим речима, нивои сензора и актуатора, као и система аутоматског управљања морају обавезно да буду аутоматизовани. Конкретно, опрема и системи на нивоу 0 су реализовани у облику интегрисаних микропроцесорских (енгл. *embedded*) система на нивоу софтвера и хардвера. Сензори и актуатори



Слика 2.38. Структурни дијаграм комбинационог коначног аутомата.

Поступак се спроводи кроз следеће кораке:

1. опис технологије рада система;
2. одређивање логичке функције у облику комбинационе табеле, каноничке форме (сума 1-минтермова или производ 0-макстермова) или стандардне форме (сума производа или производ сума);
3. минимизација логичких функција;
4. одређивање логичког дијаграма логичких функција;
5. избор технологије физичке реализације (и евентуално прилагођавање логичког дијаграма према изабраној технологији физичке реализације) и
6. израда шеме управљања за изабрану технологију физичке реализације.

Пример 1

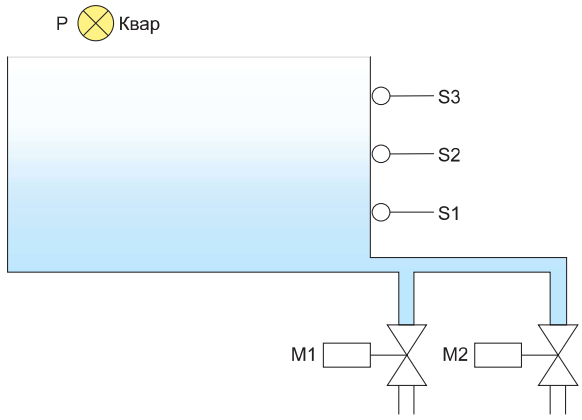
Резервоар за прикупљање течности

Пражњење резервоара за прикупљање течности (слика 2.39.) се врши преко електромагнетно активираних вентила M1 и M2, у зависности од напуњености резервоара. Када је течност у резервоару досегла ниво дефинисан сензором S1 (S1=0), отвара се вентил M1. Када се досегне ниво дефинисан сензором S2, отвара се вентил M2. Када се досегне ниво дефинисан сензором S3, отварају се оба вентила M1 и M2. У случају грешке сензора, када, на пример, сензор S2 региструје присуство течности, а S1 не региструје, светли алармна лампица P и оба вентила се превентивно отварају. Реализовати аутомат електричним управљањем.

Решење. На основу текстуалног описа проблема се закључује да је сензор S1 нормално затворен, јер у случају квара сензора, физичког непостојања сензора или прекида електричног проводника од разводног ормана аутоматике до сензора, вентил M1 треба превентивно да буде отворен.

Комбинациона табела са три независне логичке променљиве и три логичке функције је дата у табели 2.3.

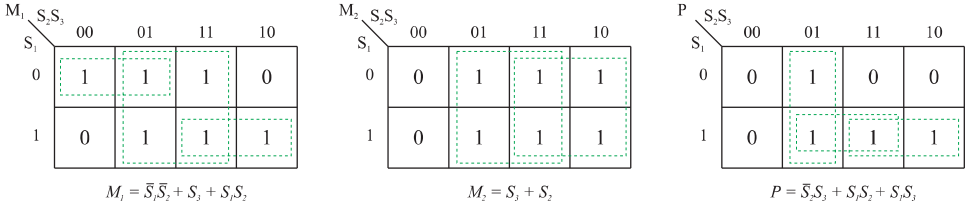
Минимизација логичких функција је извршена методом Веич-Карно (В-К) [7], слика 2.40.



Слика 2.39. Резервоар за прикупљање течности.

S1	S2	S3	M1	M2	P
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1

Табела 2.3. Пример 1. Комбинациона табела



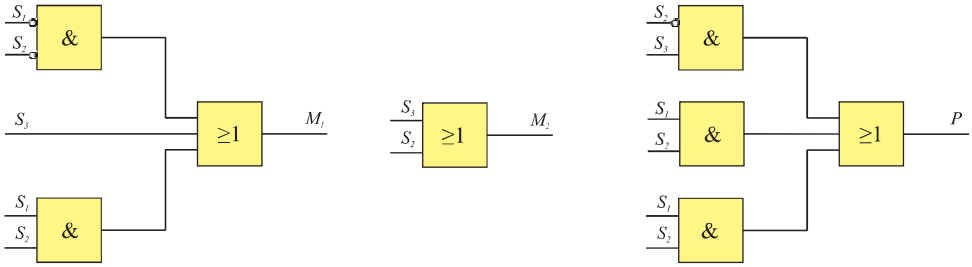
Слика 2.40. Пример 1. Минимизација логичких функција В-К мапама.

Код пројектовања комбинационих логичких кола, мора да се обезбеди рад кола при свим могућим условима. Услов који може да изазове поремећај рада кола се назива **хазард**. Хазард генерише краткотрајне нежељене промене излазне вредности кола када промена није очекивана, познате као "гличеви" (енгл. glitch). Гличеви настају услед кашњења сигнала због различитог времена пропагације кроз паралелне гране истог кола [7].

У зависности од типа хазарда, постоје технике за њихово спречавање [7].

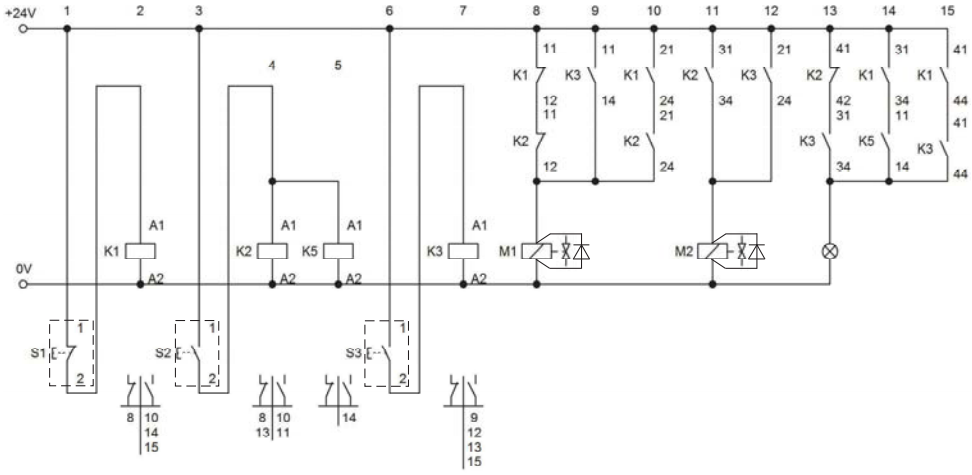
Конкретно, код функције P, из дефиниције хазарда, знамо да постоји 1-хазард јер се два различита производа користе за покривање два суседна 1-минтерма, слика 2.40. Због тога се уводи додатна примарна импликанта која покрива оба суседна 1-минтерма у форми суме производа. Практично, у В-К мапи је додата контура која "прекрива" претходне две контуре.

Логички дијаграм минимизованих функција је дат на сл. 2.41.



Слика 2.41. Пример 1. Логички дијаграм.

Шема деловања електричне реализације аутомата је дата на слици 2.42.



Слика 2.42. Пример 1. Електрична шема управљања.

Сензори нивоа се налазе у пољу, па је добра инжењерска пракса да се сигнали са сензора најпре прихвате релејима.

У извођењу логичких функција у релејној техници, користе се релеји са више пари контакта. Међутим, могући број пари контаката је ограничен, обично на један, два или четири. С тим у вези, на шеми је додато реле К5, како би се умножио сигнал са сензора S2.

Електромагнетни покретачи вентила М1 и М2 представљају индуктивно оптерећење, па је у шеми додата заштита од пренапона.

Поглавље 4

Програмабилни логички контролери

4.1 Основне карактеристике програмабилних контролера

Према стандардизацији Удружења произвођача електричне опреме (*The National Electrical Manufacturers Association* - NEMA) **програмабилни логички контролер - PLC** (енгл. PLC - *Programmable Logic Controller*, нем. SPS - *Speicherprogrammierbare Steuerung*) или краће **програмабилни контролер** се дефинише као: "*дигитални електронски уређај који користи програмабилну меморију за памћење наредби којима се захтева извођење специфичних функција, као што су логичке функције, секвенцирање, пребројавање, мерење времена, израчунавање, у циљу управљања различитих типова машина и процеса преко дигиталних улазно-излазних модула.*"

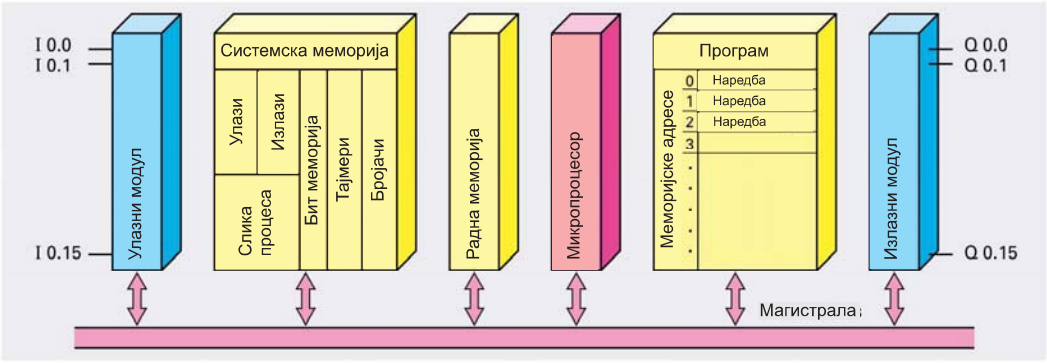
Програмабилни контролери су, с обзиром на провобитне скромне могућности микропроцесора, првобитно замишљени као специјализовани уређаји који се могу програмирати да обаве исту функцију као и низ логичких или секвенцијалних елемената који се налазе у неком релејном уређају или аутомату. Међутим, за разлику од уређаја реализованих у релејној технологији, где су компоненте "програмиране" повезивањем проводницима, програмабилни контролери имају програм који се складишти у програмабилној меморији. Модерни контролери и даље могу да садрже рејеле, али се они не користе за реализацију логичких функција, већ су део излазних јединица.

Програмабилни логички контролери, осим што доносе уштеде у цени коштања у поређењу са конвенционалном релејном логиком, имају и многе друге предности:

- Повећање поузданости - Једном, када се програм напише и тестира, он може да се учита у други програмабилни логички контролер. С обзиром да је сва логика садржана у меморији контролера, не постоји шанса да се се погреши у ожичењу.
- Флексибилност - Једноставније је написати и изменити кôд програма, него повезати или превезати струјно коло.

4.1.1 Структура и функција централне процесорске јединице

Централна процесорска јединица се састоји од микропроцесора, радне (енгл. *work memory*), системске (енгл. *system memory*) и програмске меморије (енгл. *load memory*), који су међусобно повезани магистралама, слика 4.7.



Слика 4.7. Унутрашња структура програмабилног контролера.

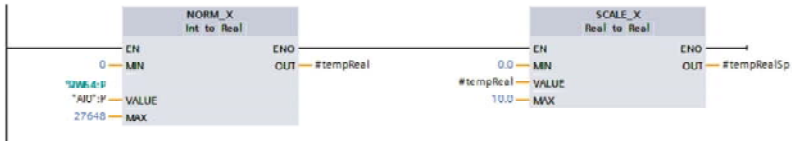
Програмска меморија

У програмској меморији се налази комплетан кориснички програм, укључујући конфигурационе податке (системски подаци) који садрже хардверску конфигурацију. Кориснички програм се увек иницијално преноси са уређаја за програмирање у програмску меморију, а одатле у радну меморију. Програм који је смештен у програмској меморији се не извршава, већ се приликом старта централне процесорске јединице, учитава садржај програмске меморије у радну меморију. Уколико CPU нема микро меморијску картицу (енгл. MMC - *micro memory card*) или SD (енгл. SD - *secure digital*) картицу, онда је програмска меморија пројектована у облику RAM-а или EPROM-а интегрисаног у CPU. Уколико се програмска меморија садржи од интегрисаног RAM-а или RAM меморијске картице, неопходна је backup батерија како би се сачувао кориснички програм. Када је програмска меморија изведена као интегрисани EEPROM, као flash EPROM, или меморијска картица, CPU може да ради без backup батерије. Кориснички програм се преко програмера (уређаја за програмирање), смешта на медијум програмске меморије, а претходни садржај се притом неповратно брише.

Радна меморија

Радна меморија се изводи у облику веома брзог RAM-а и потпуно је интегрисана у CPU. У радну меморију се смештају "релевантни" подаци за извршавање програма. Оперативни систем CPU-а копира програмски кôд "релевантан за извршавање" и корисничке податке у радну меморију. "Релевантан" не значи да ће се неки постојећи објекат или постојећи део кôда неопходно позвати или извршити. "Актуелни" кориснички програм се извршава у радној меморији. У зависности од процесора, радна меморија може да буде

Функције NORM_X и SCALE_X могу да задовоље оба постављена захтева. Нека је на аналогни улазни канал на адреси IW64 повезан потенциометар, тако да за свој пун опсег даје промену 0...10V. На слици 4.62. је приказана мрежа у којој се у функцији NORM_X врши директан приступ периферном улазу, нормирање измерене величине у опсег [0...1] уз конверзију целобројне вредности у реалан број.



Слика 4.62. Скалирање измерене величине.

Аргументи MIN и MAX су променљиви и треба да буду усклађени са номиналним опсегом аналогних модула, слика 4.62. Целобројна вредност са аналогних модула се очитава директним приступом периферном улазу %IW64:P. Резултат конверзије је реалан број у опсегу 0...1 који се смешта у локалну променљиву #tempReal.

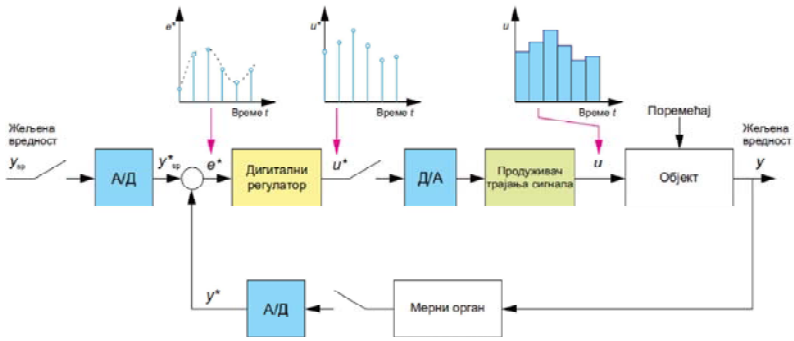
Функција SCALE_X преводи нормирану вредност у инжењерску величину у опсегу мерења, у овом случају 0...10V.

4.7 Управљање у реалном времену

Програмабилни контролери, преко својих аналогних улазно/излазних модула, могу да реализију дигитални систем управљања, слика 4.63. За разлику од аналогних корекционих органа, алгоритам управљања у облику математичких релација се циклично позива и на основу сигнала грешке e се израчунава вредност управљања u. Дакле, дигитални регулатор не може да ради континуално, већ само у одређеним дискретним временским тренуцима. Уколико у алгоритму управљања фигурише реално време или периода одабирања, на пример ради интегрaљења или диференцирања, онда мора да се обезбеди еквидистантност временских одабирака. С тим у вези, неопходно је укључити временски интерапт (прекид) цикличног извршавања главног програма, са одговарајућом периодом одабирања, у складу са динамиком управљаног објекта, водећи рачуна о брзини конверзије код аналогних улазно/излазих модула.

Имплементација дигиталног система управљања зависи од расположивог хардвера и софтвера, док је извршавање програма управљано генератором такта (*clock*-ом) рачунара. Генератор такта се поставља да генерише интерапт при сваком тренутку одабирања, извршавање главног програма се тада прекида и позива се интераптна рутина у којој се врши:

- А/Д конверзија;
- рачунање управљачке величине и
- Д/А конверзија.



Слика 4.63. Структурни дијаграм дигиталног система управљања.

Кôд у интераптној рутини се извршава после сваког интерапта. Уколико је време потребно да се програм у интераптној рутини изврши за време краће од физички протеклог времена, можемо да кажемо да се ради о управљању у реалном времену.

Да би се добио добар дигитални систем управљања, такође је неопходно узети у обзир и следеће:

- префилтрацију и време израчунавања;
- нелинеарност извршних органа;
- операционе аспекте;
- нумерику;
- реализацију и
- програмерске аспекте.

Да би се спречило мултиплицирање фреквентног спектра поворке одабирака. неопходно је увести аналогни префилтар за елиминацију поремећаја са учестаношћу већим од Најквистове учестаности у складу са учестаношћу одабирања. Увек, када је то могуће, корисно је вршити одабирање аналогних сигнала на значајно већим учестаностима одабирања када се користи аналогни филтер, који је пројектован са становишта обраде датог сигнала. Ако је довољно имати споре учестаности одабирања, увек је једноставније вршити брже одабирање, а затим користити дигиталне филтре, уместо аналогних.

А/Д и Д/А конверзије, као и друга израчунавања трају извесно време, тако да ће увек да постоји кашњење када се имплеметира управљање дигиталним рачунаром. Ово кашњење се зове кашњење израчунавања (енгл. *computational delay*) и оно зависи од тога како се управљачки алгоритам реализује.

Чест случај у техничкој пракси је да су извршни органи нелинеарни, у смислу да уђу у засићење у својим крајњим положајима (ограничена брзина мотора, засићење управљачког вентила и сл.). Услед описаног, може доћи до потешкоћа при покретању или заустављању система управљања. С друге стране, уколико је вредност управљачке величине велика, толика да уведе извршни орган у засићење, повратна спрега бива ефективно прекинута све док извршни орган остаје у свом крајњем положају. Уколико контролер садржи интегрално дејство, доћи ће до "препуњавања" ("намотавања") интегралног

С обзиром да је неопходно чувати вредности интегратора између два сукцесивна извршавања интераптне рутине, намеће се употреба функционалног блока.

Функционални блок `FB_PI_Control` је реализован у програмском језику SCL, слика 4.64.

```
1  //FB_PI_Control
2 REGION Skaliranje ulaza
3      #tmpReal := NORM_X_REAL(MIN := -27648, VALUE := #SetPoint, MAX := 27648);
4      #YSpReal := SCALE_X_REAL(MIN :=  10.0, VALUE := #tmpReal,  MAX := 10.0);
5      #tmpReal := NORM_X_REAL(MIN := -27648, VALUE := #ActValue, MAX := 27648);
6      #YReal   := SCALE_X_REAL(MIN := -10.0, VALUE := #tmpReal,  MAX := 10.0);
7  END_REGION
8 REGION PI algoritam
9      #e := #YSpReal - #YReal;                  //signal greshke
10     #P := #Kp * #e;                           //proporcionalno upravljanje
11     #I := #I + #Kp / #Ti * #e * #Tsampl;      //integralno upravljanje
12     #u := #P + #I;                            //PI upravljanje
13
14     IF #u >= 10.0 THEN                        //zasicenje upravljanja
15         #u_lim := 10.0;
16     ELSIF #u <= -10.0 THEN
17         #u_lim := -10.0;
18     ELSE
19         #u_lim := #u;
20     END_IF;
21
22     #I := #I + #Kp / #Ti * (-#u + #u_lim) * #Tsampl;   //Integrator anti-windup
23 END_REGION
24 REGION Skaliranje upravljanja
25     #tmpReal := NORM_X_REAL(MIN := -10.0,  VALUE := #u_lim,   MAX := 10.0);
26     #Control := SCALE_X_INT(MIN := -27648, VALUE := #tmpReal, MAX := 27648);
27 END_REGION
```

Слика 4.64. Пример 11. SCL функцијски блок ПИ регулатора.

Ради прегледности, кôд је организован у три секције: скалирање улаза, реализација ПИ алгоритма и скалирање излаза. Све променљиве које се користе у кôду морају да буду декларисане, слика 4.65.

	Name	Data type
1	Input	
2	Kp	Real
3	Ti	Real
4	Tsampl	Real
5	SetPoint	Int
6	ActValue	Int
7	Output	
8	Control	Int
9	InOut	
10	Static	
11	I	Real
12	Temp	
13	tmpReal	Real
14	YSpReal	Real
15	YReal	Real
16	e	Real
17	P	Real
18	u_lim	Real
19	u	Real

Слика 4.65: Пример 11. Декларација променљивих у функцијском блоку ПИ регулатора.

Big data. Прикупљени подаци путем IIoT се преко аналитичких платформи анализирају у циљу оптимизације организације. Примена у индустрији је у: оптимизацији процеса; развоју нових модела пословања; управљању потрошње енергије; у HR одељењима за развој вештина, тражење запослених, итд.

Планирање ресурса предузећа (ERP - *Enterprise Resource Planning*). ERP, на четвртом нивоу пирамиде индустријске аутоматике, се односи на софтверска решења за решавање задатака координације свих ресурса у компанији. Типичне функције ERP-а су: планирање захтева за материјалом; администрација ресурса фабрике; финансије и рачуноводство; набавка; логистика, итд.

Систем за управљање производње (MES - *Manufacturing Execution System*). MES обавља детаљно планирање производних процеса и ресурса. Типичне фунције MES-а су: директна веза са раздељеним системима на нивоу процеса; менаџмент, управљање и контрола у реалном времену; бележење оперативних, као и података везаних за машине и особље; планирање и контрола производње; планирање и управљање производним ресурсима; регистровање параметара перформанси производње.

Интелигентна логистика. Машине и процеси имају сталну везу са добављачима путем веб сервиса.

Паметна фабрика (*Smart Factory*). Паметна фабрика представља интелигентно, флексибилно и динамично производно постројење, у коме машине и опрема имају могућност унапређења процеса кроз само-оптимизацију и аутономно доношење одлука.

5.4 Индустријска аутоматика и Индустрија 4.0

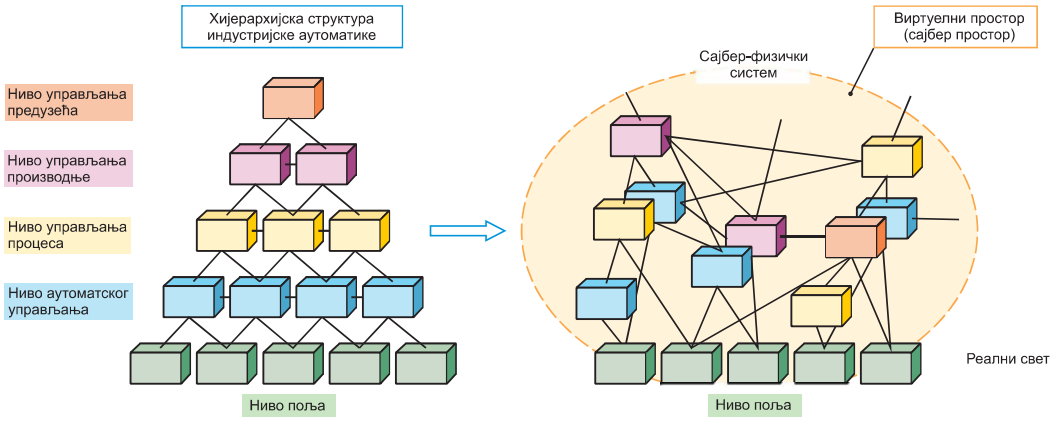
Индустрија је под константним притиском да повећа квалитет производа, подигне оперативну ефикасност, остане конкурентна, повећа сигурност, безбедност и одрживост, а при том да буде профитабилна.

Традиционалне мере "резања" трошкова данас дају само краткотрајну и занемарљиву добит. Трансформација ка Индустрији 4.0 значи померање ка дигитализацији индустријске аутоматике и флексибилној фабрици, слика 5.2.

Прелаз ка Индустрији 4.0 ће зависити од успешног усвајања нових технологија, чија примена зависи од нивоа примене индустријске аутоматике и управљања у реалном времену.

Област индустријске аутоматике је традиционално била отпорна на рано прихвање нових технологија које су тек у повоју. Компаније, у овом сегменту, су радије ценили доказане технологије и стандарде, како би обезбедиле безбедан, сигуран и конзистентан рад током времена. Међутим, ствари су кренуле радикално да се мењају увођењем Индустрије 4.0.

Индустријска аутоматика је на прагу нове револуције, крећући се кроз брзе технолошке промене, прихватајући нову архитектуру и системе умрежавања стремећи ка интеракцији између уређаја и система.



Слика 5.2. Трансформација ка Индустрији 4.0.

Произвођачи успешно конвергирају ка вертикалној и хоризонталној интеграцији напредних система аутоматског управљања, мерења и прикупљања података из поља, са нивоом управљања предузећа. То значи, да поред интегрисаних управљачких платформи, као што су управљање серво погона, секвенцијално управљање, логичко управљање, програмирање, конфигурисање интерфејса човек-машина, тежи се ка интеграцији функционалности управљачког система као што су: даљински приступ, мониторинг услова, удаљена дијагностика, итд. Овако интегрисане платформе омогућавају компанијама да повећају ефикасност и продуктивност, изврше оптимизацију процеса, као и размену искустава корисника.

Еволуција програмабилних логичких контролера ће играти кључну улогу у вођењу индустријске револуције у ново раздобље. Са повећањем флексибилности и поверења у аутоматско генерисање програмског кôда, скалабилност, више меморије, смањење димензија, гигабитни Етернет и уграђене бежичне функционалности, програмабилни контролери будућности ће прихватити технолошка достигнућа софтвера, хардвера и комуникација. Значајан део ове еволуције ће укључити интеграцију програмабилних контролера и других програмабилних платформи које обезбеђују комуникацију, почев од нивоа фабричке хале, са свим процесима.

Да би ово постигли, произвођачи морају да развију PLC који може да управља процес, али и да обезбеди неопходне алате за скупљање, анализу и приказивање података кориснику када он то затражи. Ово може да укључи обезбеђивање приступа кроз мобилне апликације или веб претраживаче.

Важно је напоменути да умрежавање контролера последње генерације захтева значајно инвестирање у хардверску и софтверску инфраструктуру. С друге стране, власништво компанија над хардвером спречава флексибилност, повећава трошкове и комплексност инсталације, и отежава пуштање у рад. Виртуелизација може да помогне компанијама да овде направе разлику.

За разлику од комерцијално доступних опција, виртуални системи за управљања, као што су PLC, DDS, HMI и SCADA, захтевају мање физичких сервера. Виртуелизација више функција управљања може да буде спуштена на ниво једне интегрисане (*embedded*) платформе. Флексибилност коју пружају отворене платформе са софтверски базираном архитектуром управљања до-

пуштају компанијама да унапреде процесе управљања, дефинишу и убрзају имплементацију нових функционалности.

Са развојем функција управљачких система, симултано се развија и инструментација која се прилагођава променама. Прегледни и лако разумљиви панели (енгл. *dashboard*) ће наставити да утичу на инструментацију да постане још више интерактивна и доступна операторима. Умрежена инструментација је већ нашироко прихваћена. Уместо да допусти оператеру да непосредно у пољу процењује податке са инструментације, умрежавањем система се подаци преносе на једно место, где се комплетирају и анализирају у корисне сврхе.