

# Obsah

1	AUTOMATIZACE, JEJÍ ŠÍŘE A VÝZNAM.....	9
1.1	Co je automatizace a proč ji studovat .....	9
1.2	Řídicí technika a automatizace.....	9
1.3	Řízení a automatizace v našem životě.....	10
1.4	Automatizace předvýrobních etap, systémy CAD .....	11
1.5	Modelování a simulace .....	11
1.6	Řídicí a informační systémy.....	11
1.7	Nevýrobní automatizace.....	11
1.8	Automatizace je víc, než automatizování.....	12
1.9	Automatizace jako příležitost.....	12
2	ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	13
2.1	Komunikace a komplexní řešení automatizovaných celků .....	13
2.2	Řídicí systém a komunikace s okolím .....	13
2.3	Programovatelnost řídicích systémů a její důsledky .....	15
2.4	Encyklopedicky o řídicích systémech .....	16
2.4.1	Řídicí systém – úvaha o terminologii.....	16
2.4.2	Programovatelný automat, PLC (Programmable Logic Controller) .....	17
2.4.3	Průmyslový počítač .....	19
2.4.4	Regulace a regulátory .....	20
2.4.5	Distribuované řídicí systémy.....	21
2.4.6	Systémy NC a CNC.....	22
2.4.7	Řízení pohybu, polohy a dráhy v PLC, Motion Control .....	24
3	TECHNOLOGIE V PŘÍSTUPOVÝCH SÍTÍCH A PROCESY JEJICH INTEGRACE DO NGN .....	25
3.1	Úvod.....	25
3.2	Konvergence sítí a NGN .....	25
3.3	Porovnání vlastností PSTN s internetem.....	26
3.4	Koncepce sítí nové generace (NGN).....	28
3.4.1	Definice NGN .....	28
3.4.2	Koncepční model NGN .....	29
3.4.3	Architektura konvergovaných technologií a NGN.....	30
3.5	Technologie v telekomunikačních sítích.....	32
3.5.1	Technologie v pevných přístupových sítích na metalických přenosových médiích.....	32
3.5.2	Technologie v pevných přístupových sítích na optických přenosových médiích .....	35
3.5.3	Technologie pro bezdrátové přístupové sítě.....	37
3.5.4	Technologie pro mobilní přístupové sítě.....	39
3.5.5	Technologie pro satelitní přístupové sítě.....	44
3.6	Technologie transportní sítě.....	45
3.6.1	IP /MPLS platforma .....	45
3.6.2	ATM.....	47
3.6.3	SDH.....	48
3.6.4	Přenosové technologie v transportní síti .....	49
3.7	Platforma NGN laboratoře (případová studie).....	50
3.7.1	Koncepce a architektura NGN laboratoře .....	50
3.7.2	Propojení síťových platform.....	52
3.7.3	Aplikace NGN laboratoře.....	53
4	ZÁSADY PROJEKTOVÁNÍ S PLC .....	54
4.1	Úvod.....	54
4.2	Význam zkratk a symbolů.....	54
4.3	TECO produkty.....	56
4.4	Napájecí zdroje .....	56
4.4.1	Napájecí transformátory.....	56
4.4.2	Napájecí zdroje 24 V=.....	57

4.4.3	Kabely pro napájení, jištění.....	57
4.4.4	Zvýšení odolnosti napájecích zdrojů.....	58
4.4.5	Ochrana proti pulznímu přepětí v síti.....	58
4.4.6	Ochrana proti rušení po síti.....	60
4.4.7	Zálohování chodu řídicího systému.....	60
4.4.8	Napájení PLC TC700.....	61
4.4.9	Napájecí zdroje PW-7903 a PW-7904.....	62
4.5	Komunikační rozhraní.....	63
4.5.1	Úvod.....	63
4.5.2	Příklad – TECOMAT TC500 a TECOREG TR200.....	63
4.5.3	Režimy komunikačních kanálů.....	64
4.5.4	RS232 – Připojení PC k PLC.....	65
4.5.5	RS485.....	65
4.5.6	Připojení PC k síti řídicích systémů přes radiomodemy.....	66
4.5.7	Připojení PC k řídicímu systému přes JTS (telefonní modemy).....	66
4.5.8	Připojení PC k řídicímu systému NS950 přes pevný spoj.....	67
4.5.9	Připojení GSM modemů k systémům TECOMAT a TECOREG pro přenos SMS zpráv.....	67
4.5.10	Připojení dispečerského pracoviště (PC) k síti regulátorů přes TKR.....	67
4.5.11	Připojení periferií se sběrnici CANOpen k systémům TECOMAT a TECOREG.....	67
4.5.12	Připojení stanic PROFIBUS DP k systémům TECOMAT.....	68
4.6	Komponenty pro komunikační síť.....	68
4.6.1	Adaptéry sériového rozhraní.....	68
4.6.2	Opakovače.....	69
4.6.3	Příklad – Opakovače REP485, typ E121, E122, výrobce ELO+.....	70
4.7	Zásady instalace, zvýšení odolnosti komunikačních sítí.....	72
4.7.1	Instalace kabelů pro komunikace.....	72
4.7.2	Kabely pro komunikace.....	72
4.7.3	Zásady instalace rozvodů ETHERNET.....	73
4.7.4	Propojení, použití modulů HUB.....	73
4.7.5	Příklady zapojení sítě ETHERNET.....	74
4.7.6	Propojení a použití modulů HUB.....	74
4.7.7	Realizace sítě ETHERNET, použití komunikačních režimů PLC.....	74
4.7.8	Délky kabelů, možnosti tvorby rozsáhlých sítí.....	75
4.8	Příklad – Komunikační rozhraní PLC TECOMAT TC700.....	76
4.8.1	Zapojení rozhraní CH1, CH2 a volitelných kanálů CH3 až CH10.....	76
4.8.2	Rozhraní USB centrálních modulů PLC TC700.....	76
4.8.3	Rozhraní ETHERNET PLC TC700 (rozhraní, kabely).....	76
4.9	Analogové vstupy a výstupy.....	78
4.9.1	Parametry analogových vstupů.....	78
4.9.2	Příklad – Analogové vstupní a výstupní moduly pro PLC.....	78
4.9.3	Zásady instalace, zvýšení odolnosti analogových vstupů a výstupů.....	79
4.9.4	Připojení stínění.....	79
4.9.5	Zvýšení odolnosti analogových vstupů.....	80
4.9.6	Připojení analogových vstupních čidel.....	80
4.9.7	Připojení pasivních čidel Pt100 (OV100).....	81
4.9.8	Připojení pasivních čidel Ni1000 (Pt1000, OV1000).....	81
4.9.9	Připojení čidel s proudovým výstupem.....	81
4.9.10	Připojení čidel s napěťovým výstupem.....	81
4.9.11	Připojení akčních členů k napěťovým výstupům.....	82
4.9.12	Připojení akčních členů k aktivním proudovým výstupům.....	82
4.9.13	Připojení akčních členů k pasivním proudovým výstupům.....	82
4.10	Digitální vstupy a výstupy.....	83
4.10.1	Zásady instalace, zvýšení odolnosti binárních vstupů.....	83
4.10.2	Zvýšení odolnosti binárních vstupů.....	83
4.10.3	Připojení stínění.....	83

4.10.4	Odrušení binárních výstupů .....	84
4.10.5	Příklad – Parametry binárních vstupů NS950, TC400, TC500 a TC600 .....	85
4.10.6	Připojení čidla nebo bezpotenciálového kontaktu .....	85
4.10.7	Parametry binárních výstupů .....	86
4.10.8	Připojení binárních akčních členů – Příklad Teco Produktu .....	87
4.10.9	Připojení k reléovým a triakovým jednotkám .....	87
4.10.10	Připojení prvků k stejnosměrným jednotkám (příklad Teco) .....	88
4.10.11	Příklad – Binární vstupní moduly PLC TECOMAT TC700 .....	88
4.10.12	Binární vstupní modul IB–7302 .....	88
4.10.13	Binární vstupní modul IB–7303 .....	88
4.10.14	Binární vstupní modul IB–7305 .....	88
4.10.15	Příklad – Binární vstupní moduly PLC TECOMAT TC700 .....	89
4.10.16	Binární výstupní modul OR–7451 .....	89
4.10.17	Binární výstupní modul OR–7453 .....	89
4.11	Slovník termínů a zkratky .....	90
5	SYSTÉMY A SOUSTAVY .....	91
5.1	Způsoby řízení .....	91
5.2	Spojitosť a nespojitosť signálů a způsoby jejich zpracování .....	93
5.3	Programová realizace systémů .....	97
5.4	Logické, číslicové a hybridní systémy .....	101
5.5	Číslicové systémy lineární a nelineární .....	101
5.6	Logické systémy .....	105
5.7	Kombinační a sekvenční logické systémy ve dvouhodnotové logice .....	107
5.8	Dvouhodnotové (binární) proměnné .....	109
5.9	Kombinační logické funkce .....	112
5.10	Zadávání logických funkcí .....	114
5.11	Základní logické operace .....	120
5.12	Minimum o Booleově algebře .....	123
5.13	Další užitečné funkce, prahové a symetrické .....	125
5.14	Od tabulky k logickému výrazu .....	131
5.15	Od logického výrazu k programu .....	139
5.16	Sekvenční logické funkce – podstata a význam .....	157
5.17	Zpracování historických vzorků, vstupní paměť .....	157
5.18	Zpětné vazby .....	160
5.19	Podmíněné příkazy .....	164
5.20	Směr běhu programu a toku mezivýsledků – souslednost a protislednost .....	164
5.21	Funkční bloky čítačů a časovačů .....	167
5.22	Systematické přístupy, přechodové diagramy, SFC .....	170
5.23	Smišené logické systémy .....	174
6	ČÍSLICOVÉ SYSTÉMY, REGULÁTORY A FILTRY .....	177
6.1	Úvod .....	177
6.2	Statické soustavy 1. řádu – jednodukapacitní .....	185
6.3	Statické soustavy druhého a vyššího řádu – vícekapacitní .....	194
6.4	Minimum o teorii a praxi regulace .....	200
7	SIMULACE A MODELOVÁNÍ REÁLNÝCH PROCESŮ .....	208
7.1	Úvod .....	208
7.2	Definice .....	208
7.3	Typy modelů .....	210
7.3.1	Přirozené a fyzikální modelování .....	212
7.3.2	Simulační modely .....	217
7.3.3	Zjednodušování modelu .....	219
7.4	Používané prostředky .....	219
7.4.1	Matlab .....	220
7.4.2	Mathematica .....	220
7.4.3	Mathcad .....	221
7.4.4	Ostatní produkty .....	222

7.5	Režimy .....	222
7.5.1	Teorie podobnosti.....	225
7.5.2	Obecné vlastnosti deterministických modelů .....	226
7.6	Komunikace řídicích systémů s matematickými programy .....	228
7.6.1	Propojení MATLAB – vývojové prostředí .....	229
7.6.2	Propojení MATLAB – SCADA systémy .....	230
7.6.3	Propojení MATLAB – (fyzické) komunikační rozhraní .....	231
7.7	Prezentace výsledků.....	232
7.7.1	MATLAB .....	233
7.7.2	Klíčové vlastnosti.....	233
7.7.3	Vytváření a editace podkladových souborů a stylů v Report Explorer .....	234
7.7.4	Generování dokumentů z šablon .....	234
7.7.5	Vytváření podmínek reportu .....	234
7.7.6	Mathcad.....	234
7.7.7	Web .....	235
7.7.8	Mathematica .....	235
7.7.9	Závěr .....	237
7.8	Využití simulačních modelů .....	237
7.8.1	Realistické Simulink modely .....	238
7.8.2	Volba správného modelovacího přístupu .....	238
7.8.3	Znalost a porozumění dynamice systému .....	238
7.8.4	Kontrola chybných simulačních výsledků .....	239
7.8.5	Verifikace simulačních výsledků .....	239
7.8.6	Porozumění přínosům modelu .....	240
7.8.7	Příklad: Modelování antiblokovacího systému .....	240
7.8.8	Shrnutí .....	245
7.9	Definice požadavků na simulační modely .....	246
7.9.1	Relevance ke stupni abstrakce.....	246
7.9.2	Ověřitelnost výstupů .....	246
7.9.3	Numerická stabilita .....	246
7.9.4	Rychlost simulace .....	246
7.9.5	Propojitelnost na další SW .....	246
7.9.6	Přenositelnost .....	246
7.9.7	Snadnost vytvoření a modifikace .....	247
7.9.8	Dokumentace modelu.....	247
7.10	Způsoby hodnocení vytvořených simulací.....	247
7.10.1	Matematické a fyzikální parametry.....	247
7.10.2	Obecné vlastnosti .....	248
7.11	Modelování na abstraktní úrovni .....	248
7.11.1	UML.....	248
7.11.2	Sekvenční diagram (Sequence diagram).....	249
7.11.3	Diagram spolupráce (Collaboration diagram).....	250
7.11.4	Diagram tříd (Class diagram).....	250
7.11.5	Stavový diagram (State transition diagram).....	251
7.11.6	Diagramy aktivit (Activity diagram).....	252
7.11.7	Diagram komponent (Component diagram).....	252
7.11.8	Diagram nasazení (Deployment diagram).....	252
7.11.9	Závěr .....	253
7.12	Příklad modelu .....	253
7.12.1	Bez zatížení .....	254
7.12.2	Se zatížením .....	255
8	MINIMUM O FUZZY LOGICE .....	257
8.1	Důvody pro použití fuzzy logiky .....	257
8.2	Shrnutí a souvislosti .....	260
8.2.1	Dvouhodnotová logika .....	260
8.2.2	Booleova a jiné algebry.....	260
8.2.3	Binární logika a množiny.....	261

8.2.4	Vícehodnotová a fuzzy logika, fuzzy množiny .....	261
8.3	Fuzzy logika jako zobecnění binární logiky .....	263
8.4	Fuzzy zobecnění AND, OR, NOT .....	266
8.5	Fuzzy diagnostický systém .....	267
8.6	Typický postup a struktura fuzzy systému .....	268
8.7	Typické použití fuzzy algoritmů .....	269
9	UMĚLÁ INTELIGENCE V AUTOMATIZACI .....	270
9.1	Úvod .....	270
9.2	Inteligence .....	270
9.3	Rozdělení základních principů .....	271
9.3.1	Expertní a znalostní systémy .....	271
9.3.2	Neuronové sítě .....	282
9.3.3	Evoluční výpočetní techniky .....	295
9.4	Jak rozpoznat úlohu pro aplikaci umělé inteligence .....	304
9.5	Další rozvoj oblasti .....	308
9.6	Závěr .....	309
10	SPOLEHLIVOST TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ .....	310
10.1	Úvod .....	310
10.2	Základní poznatky o spolehlivosti .....	310
10.2.1	Definice spolehlivosti .....	310
10.2.2	Spolehlivostní inženýrství .....	311
10.2.3	Měřítka spolehlivosti .....	311
10.2.4	Jak řešit poruchu? .....	311
10.2.5	Normy a příručky .....	312
10.3	Matematické základy .....	313
10.3.1	Pravděpodobnost – Historie .....	313
10.3.2	Diskrétní pravděpodobnost – Definice .....	314
10.3.3	Diskrétní pravděpodobnost – Příklad .....	314
10.3.4	Spojité pravděpodobnost – Definice .....	315
10.3.5	Spojité pravděpodobnost – Příklad 1 .....	315
10.3.6	Spojité pravděpodobnost – Příklad 2 .....	316
10.3.7	Střední hodnota a rozptyl .....	317
10.4	Základní pravidla pro počítání s pravděpodobnostmi .....	317
10.4.1	Součet (exkluzivní) .....	317
10.4.2	Součet (neexkluzivní) .....	317
10.4.3	Násobení .....	318
10.4.4	Podmíněná pravděpodobnost .....	318
10.5	Časté omyly predikce spolehlivosti .....	318
10.5.1	Součet pravděpodobností .....	319
10.5.2	Přehlížení rozptylu .....	319
10.5.3	Přehlížení statistických závislostí .....	319
10.5.4	Špatná numerická podmíněnost .....	320
10.5.5	Nevhodný software .....	320
10.5.6	Nedostatek dat .....	320
10.5.7	Pravděpodobnost není nutnost .....	320
10.6	Životní cyklus součástky .....	320
10.6.1	Přehled .....	320
10.6.2	Pravděpodobnost bezporuchového provozu .....	320
10.6.3	Intenzita poruch .....	321
10.6.4	Střední doba bezporuchového provozu .....	321
10.6.5	Typický průběh životnosti – Vanová křivka .....	321
10.6.6	Další typy životnosti – Exponenciální rozdělení .....	322
10.6.7	Další typy životnosti – Weibullovo rozdělení .....	323
10.6.8	Další typy životnosti – Ofizně normální rozdělení .....	324
10.6.9	Další typy životnosti – Smišená rozložení .....	325
10.6.10	Příklad 1 – Životnost žárovky .....	325

10.6.11	Příklad 2 – Životnost žárovky .....	326
10.6.12	Příklad 3 – Životnost žárovky .....	327
10.6.13	Příklad 4 – Životnost žárovky .....	327
10.7	Analýza klasickou pravděpodobností .....	328
10.7.1	Úvod .....	328
10.7.2	Obecná spolehlivost systému .....	328
10.7.3	Obecná spolehlivost systému – Příklad .....	329
10.7.4	Sériové zapojení .....	329
10.7.5	Paralelní zapojení .....	329
10.7.6	Paralelní systém se spínanou zálohou .....	330
10.7.7	Majoritní rozhodování pro tři prvky .....	331
10.7.8	Paralelní zapojení 2 ze 3 .....	331
10.7.9	Sériově-paralelní X Paralelně-sériové zapojení .....	332
10.7.10	Složitější sériová a paralelní zapojení – Příklad .....	333
10.7.11	Příklad – Nastartování Škody 120 .....	333
10.7.12	Systémy s více funkcemi .....	335
10.8	Metoda pravdivostní tabulky .....	336
10.8.1	Úvod .....	336
10.8.2	Vytvoření pravdivostní tabulky .....	336
10.8.3	Booleovské rovnice .....	338
10.8.4	Systémy s více funkcemi .....	339
10.9	Přehled dalších metod analýzy spolehlivosti .....	340
10.9.1	Analýza stromu poruch a stromu událostí .....	340
10.9.2	FMEA/FMECA .....	341
10.9.3	Markovovy diagramy .....	342
10.9.4	HAZOP .....	342
10.9.5	Závěr .....	343
11	VÝVOJ A TRENDRY V OBLASTI ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ .....	344