

Obsah

Předmluva	1
Úvod	3
Ing. Gunnar Künzel	
1. Úvod do mechatroniky	5
1.1 Vznik, vývoj a definice mechatroniky	5
1.2 Mechatronická soustava a její komponenty	9
1.3 Mechatronický systém a jeho struktura	11
1.4 Příklady a ukázky aplikací principů mechatroniky	14
1.5 Slovníček základních pojmů	14
1.6 Kontrolní otázky a úlohy	16
Ing. Gunnar Künzel	
2. Mechatronický výrobek	17
2.1 Mechatronický výrobek	17
2.1.1 Charakteristika mechatronického výrobku	17
2.2 Metodické kroky při návrhu mechatronického výrobku	19
2.3 Inteligentní materiály v mechatronice	19
2.4 Moderní technologie používané v mechatronice	26
2.5 Příklady a ukázky mechatronických výrobků	35
2.6 Kontrolní otázky a úlohy	36
2.7 Použitá literatura (kapitoly 1 a 2)	36
Bc. Jindřich Král	
3. Senzory v mechatronických soustavách	37
3.1 Úvod	37
3.1.1 Definice senzoru	39

3.1.2	Inteligentní senzory	40
3.1.3	Struktura inteligentních senzorů	41
3.2	Senzory polohy	41
3.2.1	Optoelektronické senzory	42
3.2.2	Kapacitní senzory	56
3.2.3	Odporové senzory	59
3.2.4	Dotykové maticové senzory	61
3.2.5	Indukčnostní senzory	63
3.2.6	Magnetostrikční senzory	65
3.2.7	Magnetické senzory	66
3.2.8	Fluidní senzory	68
3.2.9	Ultrazvukové senzory	70
3.3	Senzory teploty	71
3.3.1	Dotykové senzory teploty	71
3.3.2	Bezdotykové senzory (pyrometry)	76
3.3.3	Indikátory teploty	78
3.4	Senzory síly, tlaku a hmotnosti	78
3.4.1	Odporové tenzometry	78
3.4.2	Deformační členy	80
3.4.3	Piezoelektrické senzory	81
3.4.4	Kapacitní senzory	82
3.4.5	Optoelektronické vláknové senzory (OVS)	82
3.4.6	Senzory momentu síly	83
3.4.7	Mechatronický přístup	83
3.5	Senzory zrychlení	84
3.5.1	Kapacitní akcelerometr MEMS	84
3.5.2	Rotační akcelerometr	85
3.5.3	Elektrodynamický akcelerometr	86
3.6	Senzory průtoku	86
3.6.1	Objemové senzory	86
3.6.2	Rychlostní senzory	87

Prof. Ing. Jaroslav Nosek, CSc.

4.	Akční členy mechatronických soustav	89
4.1	Elektromechanické akční členy	90
4.1.1	Akční členy s magnetickým polem	91

4.1.2 Akční členy s elektrickým polem	113
4.1.3 Akční členy využívající vlastností inteligentních materiálů	113
4.2 Pneumatické akční členy	128
4.3 Hydraulické akční členy	129
4.4 Srovnání elektromechanických, pneumatických a hydraulických akčních členů	131
4.5 Inteligentní mikroelektromechanické systémy (MEMS)	133
4.6 Použitá literatura	135

Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.

5. Řízení mechatronických soustav, automatizace a řídicí systémy	137
5.1 Význam řídicí techniky pro mechatroniku	137
5.2 Řízení a automatizace v našem životě	139
5.3 Programovatelnost řídicích systémů a její důsledky	140
5.4 Řídicí systém a komunikace s okolím	141
5.5 Typy a algoritmy řízení	145
5.5.1 Řízená soustava	145
5.5.2 Algoritmus řízení	146
5.5.3 Dopředné a zpětnovazební řízení	146
5.5.4 Číslíkové, logické a hybridní algoritmy	148
5.5.5 Statické a dynamické, kombinační a sekvenční systémy	149
5.5.6 Příklady regulačních algoritmů	149
5.5.7 Logické řízení	151
5.6 Distribuovanost a integrace v automatizaci	154
5.6.1 Distribuované systémy	154
5.6.2 Integrovaná a globální automatizace	154
5.7 Přehled řídicích systémů	156
5.7.1 Řídicí systém – úvaha o terminologii	156
5.7.2 Řízená soustava	157
5.7.3 Programovatelný automat, PLC (Programmable Logic Controller)	157
5.7.4 SoftPLC	159
5.7.5 Programovatelný logický modul, chytré relé	160
5.7.6 Průmyslový počítač	160
5.7.7 Distribuovaný řídicí systém	162
5.7.8 Operátorské rozhraní	162
5.7.9 Regulace a regulátory	163

5.7.10	Distribuovaný regulační systém IRC	164
5.7.11	Regulátory pohonů	165
5.7.12	Systémy NC a CNC	166
5.7.13	Řízení pohybu, polohy a dráhy v PLC, Motion Control	168
Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.		
6.	Inteligentní řízení mechatronických soustav	171
6.1	Motivační úvod	171
6.2	Chytrost a inteligence	175
6.3	Minimum o fuzzy logice	176
6.3.1	Důvody pro fuzzy logiku	176
6.3.2	Zjednodušený výklad	178
6.3.3	Fuzzy zobecnění logických výrazů	179
6.3.4	Fuzzy diagnostický systém	180
6.3.5	Typický postup a struktura fuzzy systému	181
6.3.6	Fuzzy zobecnění AND, OR, NOT	182
6.3.7	Typické použití fuzzy algoritmů	184
6.4	Neuronové sítě	184
6.4.1	Od prahových funkcí k neuronům	184
6.4.2	Umělé neuronové sítě	187
6.5	Genetické algoritmy	189
6.7	Použitá literatura (kapitoly 5 a 6)	191
Doc. Ing. Vladislav Singule, CSc., Doc. RNDr. Ing. Tomáš Březina, CSc.		
7.	Návrh mechatronické soustavy	193
7.1	Mechatronický přístup k procesu návrhu soustavy	193
7.1.1	Tradiční metodika konstruování strojních soustav	194
7.1.2	Mechatronický způsob konstruování strojních soustav	195
7.2	Struktura mechatronických soustav a základní principy jejich návrhu	196
7.2.1	Základní struktura	196
7.2.2	Modularizace a hierarchizace	198
7.2.3	Integrace činností a prostorová integrace	199
7.3	Speciální hlediska vývoje a konstruování mechatronických soustav	200
7.3.1	Komunikace a kooperace mezi experty z jednotlivých oborů	200

7.3.2	Větší složitost soustavy	201
7.3.3	Tvorba virtuálních prototypů	202
7.4	Metodika mechatronického návrhu	202
7.4.1	Postup	202
7.4.2	Cyklus návrhu na mikroúrovni (mikrocycklus)	203
7.4.3	Cyklus návrhu na makroúrovni (makrocycklus)	204
7.4.4	Pracovní postup pro opakující se pracovní kroky	206
7.5	Návrh soustavy založený na modelu	209
7.5.1	Modelování	209
7.5.2	Postup návrhu soustavy založený na modelu	211
7.6	Nástroje	212
7.7	Příklady návrhu mechatronických soustav	216
7.7.1	Návrh a optimalizace konstrukce humanoidního robotu	216
7.7.2	Návrh vícesouřadnicového pohonu	223
7.8	Slovník pojmů	229
7.9	Použitá literatura	231
Ing. Jaroslav Svoboda		
8.	Mechatronické systémy	233
8.1	Uživatelé a klíčové trhy	233
8.1.1	Uživatelé	233
8.1.2	Klíčové trhy	233
8.2	Výrobní systém	234
8.2.1	Strojírenská výroba a informační technologie	234
8.2.2	Výrobní stroje	236
8.3	Nevýrobní systém	238
8.3.1	Telekomunikace a síťové produkty	238
8.3.2	Lékařství	238
8.3.3	Technické vybavení budov	239
8.3.4	Spotřební zboží	241
8.4	Dopravní systémy	242
8.4.1	Doprava silniční	242
8.4.2	Doprava kolejová, lodní a letecká	247
8.5	Odborné školství	247

9. Spolehlivost a diagnostika mechatronických soustav	253
9.1 Úvod	253
9.1.1 Definice technické diagnostiky	253
9.1.2 Spolehlivost	253
9.1.3 Předpověď poruch – predikce	253
9.1.4 Význam technické diagnostiky pro mechatroniku	254
9.2 Spolehlivost	254
9.2.1 Spolehlivost funkcí strojů, zařízení a systémů	254
9.2.2 Základy pravděpodobnosti a spolehlivosti	254
9.2.3 Výpočet spolehlivosti a pravděpodobnosti	257
9.3 Údržba strojů a zařízení	257
9.3.1 Způsoby údržby a její organizace	257
9.3.2 Údržba po poruše	258
9.3.3 Údržba v plánovaném čase	258
9.3.4 Údržba dle skutečného času	259
9.4 Metody technické diagnostiky	261
9.4.1 Metoda provozní diagnostiky	261
9.4.2 Metoda operativní diagnostiky	262
9.4.3 Metoda preventivní diagnostiky	262
9.4.4 Diagnostika vibrační, hluková, tribo a thermo	264
9.5 Automatická diagnostika	268
9.5.1 Základní principy	268
9.5.2 Hardwarová automatická technická diagnostika	270
9.5.3 Softwarová automatická technická diagnostika	271
9.5.4 Sběr dat	271
9.6 Technická diagnostika mechatronických a pružných výrobních systémů	272
9.6.1 Diagnostika mechatroniky strojů	272
9.6.2 Diagnostika řídicích systémů a ovládání strojů	273
9.6.3 Autodiagnostika	273
9.7 Expertní systémy pro technickou diagnostiku	273
9.7.1 Aplikace principů umělé inteligence (A. I.)	273
9.7.2 Predikce	274
9.7.3 Příklad expertního systému	276
9.7.4 Moderní metody údržby a technické diagnostiky	278

9.8 Závěr	279
9.8.1 Zhodnocení současného stavu	279
9.8.2 Směr dalšího vývoje	280
9.9 Použitá literatura	280