

PROIECTAREA SISTEMELOR MECATRONICE

CUPRINS

	Pagina
1. Sistemele mecatronice	13
1.1 Introducere	13
1.2 Evoluția sistemelor	14
1.3 Ce este mecatronica ?	22
1.4 Evoluție și definiții ale sistemelor mecatronice	24
1.5 Elementele de bază ale sistemelor mecatronice	25
1.5.1 Sub-sistemul mecanic	27
1.5.1.1 Generalități	27
1.5.1.2 Efecte elastice în sistemele electromecanice	34
1.5.1.3 Comportamentul de amortizare în sistemele electromecanice	44
1.5.1.4 Efecte termice în sistemele mecatronice	50
1.5.2 Sub-sistemul electric	51
1.5.3 Sub-sistemul de calcul	55
1.5.4 Sub-sistemul informațional	58
1.6 Exemple de sisteme mecatronice	59
1.6.1 Industria automobilului	59
1.6.2 Aplicații industriale	62
1.6.2.1 Echipament de vopsire	62
1.6.2.2 Echipament pentru injecție mase plastice	62
1.6.2.3 Echipament pentru bobinare	63
1.6.2.4 Aplicații mecatronice la firma Yaskawa	63
1.6.2.5 Aplicații ale mecatronicii în producția de animale	65
1.6.2.6 Linie pentru montaj	66
1.6.2.7 Diagnosticare automată	67
1.7 Concluzii	70
1.8 Bibliografia capitolului 1	71

2. Conceptul de proiectare	73
2.1 Inginer și inginerie	73
2.2 Produs și proces de producție	74
2.2.1 Ce este un produs ?	74
2.2.2 Produse noi	75
2.3 Inginerie integrată	79
2.4 Conceptul de proiectare	83
2.5 Relația proiectare – intuiție / inspirație	87
2.5.1 Generalități	87
2.5.2 Proiectare și creativitate	88
2.5.3 Inventica	89
2.5.3.1 Generalități	89
2.5.3.2 Tehnica Lotus	89
2.5.3.3 Starbursting	90
2.5.3.4 Brainstorming	91
2.5.3.5 Studiu de caz	93
2.5.3.6 Tehnica 6/3/5	94
2.5.3.7 Metoda Philips 6/6	94
2.5.3.8 Sinectica	94
2.5.3.9 Metoda piramidei	95
2.5.3.10 Obstacole în calea gândirii constructive	95
2.6 Concepții despre proiectare ca știință și metodele sale	96
2.6.1 Introducere	96
2.6.2 Concepții despre proiectare referitoare la conținut	96
2.6.3 Cunoaștere	97
2.6.3.1 Generalități	97
2.6.3.2 Surse ale cunoașterii și ale impulsiei proiectării ca știință	99
2.6.4 Conținut și structură în știința proiectării	100
2.6.5 Clase ale științei proiectării	101
2.7 Bibliografia capitolului 2	105
3. Hazard, fiabilitate și proiectare	107
3.1 Complemente de teoria probabilităților	107
3.1.1 Introducere	107
3.1.2 Considerente teoretice privind calculul probabilistic	108
3.1.3 Variabilele aleatoare și performanța	111
3.2 Analiza hazardului în proiectarea ingineriască	115
3.2.1 Introducere	115
3.2.2 Metoda FMEA	117
3.2.3 Metoda ETA	122
3.2.4 Metoda FTA	123

3.3	Fiabilitate și proiectare	126
3.3.1	Considerații privind teoria fiabilității	126
3.3.2	Fiabilitatea sistemelor	133
3.4	Fiabilitatea în proiectarea elementelor constructive	141
3.4.1	Introducere	141
3.4.2	Analiza incertitudinilor	141
3.4.3	Bazele statistice ale incertitudinii experimentale	144
3.4.4	Coeficient de siguranță	145
3.4.5	Fiabilitatea la solicitări statice	147
3.4.6	Fiabilitatea în proiectarea lagărelor cu rulmenți	149
3.4.7	Fiabilitatea în proiectarea roților dințate	149
3.4.8	Fiabilitatea în solicitarea la oboseală	150
3.5	Probleme propuse	151
3.6	Bibliografia capitolului 3	152
4.	Proiectarea 6 Sigma	153
4.1	Introducere	153
4.2	Proiectare 6 sigma	157
4.2.1	Introducere	157
4.2.2	Interval de încredere	160
4.2.3	Metrica defectelor în 6 sigma	162
4.3	Probleme propuse	169
4.4	Bibliografia capitolului 4	170
5.	Proiectarea pentru X	171
5.1	Introducere	171
5.2	Proiectare mecanică	172
5.2.1	Proiectarea pentru montaj (DFA)	172
5.2.2	Proiectarea pentru fabricație (DFM)	181
5.3	Proiectarea în domeniul electric	190
5.3.1	Introducere	190
5.3.2	Alegerea materialelor	191
5.3.3	Marcarea componentelor de circuit	192
5.4	Proiectare electronică	196
5.5	Concluzii	198
5.6	Bibliografia capitolului 5	200
6.	Proiectarea asistată de calculator (CAD)	201
6.1	Proiectarea axiomatică	201
6.1.1	Introducere	201
6.1.2	Conceptul domeniului	201
6.1.3	Conceptul ierarhizării și zig-zag	202

6.1.4 Axiomele de proiectare	203
6.1.5 Matricea de proiectare	203
6.1.6 Cantitatea de informație	205
6.1.7 Generalizări în proiectarea axiomatică	207
6.1.8 Analiza procesului de proiectare axiomatică	208
6.2 Proiectare și TRIZ	210
6.2.1 Metoda TRIZ	210
6.2.2 Comparatie metoda TRIZ – proiectarea axiomatică – metoda Taguchi	213
6.3 Proiectarea CAD inteligentă	214
6.3.1 Introducere	214
6.3.2 Considerații privind programarea orientată obiect	215
6.3.3 Programarea OO în domeniul electromagnetic	216
6.3.4 Proiectarea pe bază de caracteristici și sistem expert	224
6.4 Procesul de selectare optimală a variantelor proiectate	232
6.5 Bibliografia capitolului 6	240
7. Proiectarea sistemelor mecatronice	243
7.1 Cauzalitatea și necesitate	243
7.2 Aspecte teoretice	246
7.3 Module, metode și principii	254
7.4 Interfațarea componentelor în sistemele mecatronice	262
7.4.1 Noțiunea de interfață	262
7.4.2 Interfața operator - mașină	263
7.4.3 Interfața mașină - mașină	269
7.4.3.1 Considerații generale	269
7.4.3.2 Structura unui sistem de comunicare PC - senzor	276
7.5 Integrarea de componente	298
7.5.1 Semnificația integrării de componente	298
7.5.2 Integrarea hardware prin sisteme plug-play	306
7.5.3 Integrarea prin actuatoare	312
7.5.3.1 Aspecte funcționale și constructive	312
7.5.3.2 Integrarea hardware într-un sistem de acționare electrică. Exemplu	321
7.5.4 Concluzii	322
7.6 Integrarea software	322
7.6.1 Aspecte generale	322
7.6.2 Estimarea unei valori nemăsurabile. Filtru Kalman	323
7.6.2.1 Considerații teoretice	323
7.6.2.2 Exemplu de estimare a deplasării unui robot mobil	328
7.6.3 Detectarea defectelor	331
7.6.3.1 Introducere	331
7.6.3.2 Sisteme tolerante la defecte	333
7.6.3.3 Metode de detecție și diagnoză	337

7.6.3.4 Integrare software în X – by wire	339
7.6.3.5 Tratarea erorilor pe bază de rețele Petri	351
7.6.4 Compensarea neliniarităților din sistem prin algoritmi specifici	355
7.7 Checklist-ul în mecatronică	361
7.8 Concluzii	368
7.9 Bibliografia capitolului 7	369
8. Modelarea și simularea sistemelor mecatronice	375
8.1 Introducere	375
8.2 Conceptul de model, modelare și simulare	375
8.2.1 Introducere	375
8.2.2 Model, modelare și simulare	377
8.3 Modele matematice	383
8.3.1 Sistem, stare, intrări, ieșiri	383
8.3.2 Categorii de modele matematice	385
8.3.3 Modalități de reprezentare a modelelor matematice	387
8.3.3.1 Dezvoltarea modelului dinamic	387
8.3.3.2 Modele cu parametri distribuiți și concentrați	395
8.3.3.3 Ecuțiile dinamice	397
8.3.3.4 Scheme bloc	401
8.3.3.5 Metoda impedanței generalizate	409
8.3.3.6 Ecuțiile de stare ale sistemului	418
8.3.3.7 Bond-graph	425
8.3.4 Modelarea sistemelor electromecanice	433
8.4 Simularea sistemelor mecatronice	437
8.4.1 Programare grafică și textuală în modelare / simulare	437
8.4.2 Modelarea și simularea forțelor de frecare din sistemele mecatronice	442
8.4.2.1 Modele ale frecării	442
8.4.2.2 Simularea fenomenului de frecare	445
8.4.3 Simularea operației de polizare robotizată	447
8.4.3.1 Introducere	447
8.4.3.2 Modelarea și simularea spațiului de lucru	447
8.4.3.3 Modelarea efectorului final	449
8.4.3.4 Modelul interacțiunii efector – mediul de lucru	451
8.4.4 Simularea funcțională a cuplelor cinematice conducătoare din structura roboților industriali	452
8.4.4.1 Introducere	452
8.4.4.2 Simularea cuplei cinematice conducătoare	453
8.4.5 Simularea fenomenului de levitație magnetică	458
8.4.6 Simularea multiplă a unui sistem inerțial	459
8.4.6.1 Simularea sistemului prin utilizarea funcției de transfer	460

8.4.6.2 Simularea sistemului pe baza matlab/Simulink	461
Modelul sistemului de stare	462
8.4.7 Simularea unui sistem inerțial format din două mase	463
8.4.8 Simularea în mediul Dymola	466
8.4.9 Modelare, simulare, achiziție de date și identificare de parametri	467
8.5 Concluzii	470
8.6 Bibliografia capitolului 8	470