

# CUPRINS

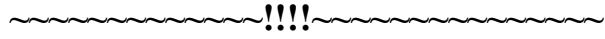
PREFAȚA	i
1. INTRODUCERE	1
1.1. Modelarea vibrațiilor mașinilor și structurilor mecanice	1
1.2. Definiții și reprezentări grafice	1
1.2.1 Definiții	1
1.2.2 Mișcarea armonică	2
1.3. Analiza vibrațiilor unui sistem mecanic	3
1.4. Reprezentări grafice	4
1.4.1 Semnal temporal	4
1.4.2 Reprezentarea cu fazori	6
1.4.3 Reprezentarea în planul fazelor	7
1.4.4 Reprezentarea în domeniul frecvențelor.	8
1.5. Seria Fourier. Analiza spectrului de frecvențe.	8
1.5.1 Exemple de analiză spectrală	9
1.5.1.1 Semnalul armonic	9
1.5.1.2 Semnalul dreptunghiular	10
1.5.1.3 Semnalul triunghiular „dinte de ferăstrău”	11
1.5.1.4 Semnalul aleator	12
1.5.1.5 Semnalul de tip impuls (Dirac)	12
1.6. Program MATLAB pentru analiza armonică a semnalelor	13
2. VIBRAȚIILE SISTEMELOR CU UN GRAD DE LIBERTATE	15
2.1. Vibrații libere neamortizate.	15
2.1.1 Modelul masă-resort	15
2.1.2 Condițiile inițiale	16
2.1.3 Energia mecanică totală a sistemului	17
2.1.4 Ecuațiile diferențiale ale mișcării folosind ecuațiile Lagrange	17
2.1.5 Constante elastice echivalente	18
2.1.6 Exemple numerice	19
2.2. Vibrații libere amortizate	21
2.2.1 Amortizarea vâscoasă	21
2.2.2 Amortizare subcritică	22
2.2.3 Exemplu numeric	23
2.2.4 Amortizare critică	24
2.2.5 Exemplu numeric	24
2.2.6 Amortizarea supra-critică	25
2.2.7 Exemplu numeric	26
2.2.8 Ecuațiile diferențiale ale mișcării folosind ecuațiile Lagrange	26
2.2.9 Energia mecanică totală a sistemului	27
2.2.10 Exemple numerice	28
2.2.11 Amortizarea prin frecare uscată	30
2.2.12 Exemplu numeric	32
2.2.13 Amortizarea structurală. Fenomenul de histerezis.	33
2.2.14 Energia mecanică totală a sistemului	34
2.3. Vibrații forțate neamortizate	35
2.3.1 Cazul pulsațiilor apropiate. Fenomenul de bătăi.	36

2.3.2	Exemplu numeric	36
2.3.3	Fenomenul de rezonanță	37
2.3.4	Exemplu numeric	37
2.4.	Vibrații forțate amortizate	38
2.4.1	Vibrații forțate cu amortizare vâscoasă	38
2.4.2	Vibrații forțate cu amortizare structurală	41
2.4.3	Impedanța mecanică	43
2.4.4	Transmisibilitatea vibrațiilor cu amortizare vâscoasă	44
2.4.5	Transmisibilitatea vibrațiilor cu amortizare structurală	46
2.5.	Vibrații forțate produse de mase în rotație	48
2.5.1	Modelul masă – resort – amortizor	48
2.5.2	Turația critică a arborilor	49
2.5.3	Rotor modelat ca masă concentrată	50
2.6.	Programe MATLAB pentru vibrațiile unui sistem cu un grad de libertate	53
2.6.1	Vibrații libere	53
2.6.2	Vibrații libere amortizate pentru un sistem cu un grad de libertate	53
2.6.3	Vibrații forțate neamortizate pentru un sistem cu un grad de libertate	56
2.6.4	Vibrații forțate amortizate pentru un sistem cu un grad de libertate	57
3.	VIBRAȚIILE SISTEMELOR CU MAI MULTE GRADE DE LIBERTATE	59
3.1.	Vibrații libere, neamortizate	59
3.1.1	Reprezentarea vectorilor proprii	62
3.1.2	Ortogonalitatea formelor proprii de vibrație	63
3.1.3	Vibrații libere în coordonate normale	64
3.1.4	Exemple numerice	65
3.2.	Vibrații libere, amortizate	69
3.2.1	Ortogonalitatea vectorilor proprii	71
3.2.2	Cazul amortizării proporționale, Rayleigh	71
3.2.3	Exemplu numeric	73
3.3.	Vibrații forțate cu amortizare	77
3.3.1	Soluția asimptotică. Regimul permanent.	77
3.3.2	Soluția completă a mișcării. Regimurile tranzitoriu și permanent	78
3.3.3	Exemplu numeric	80
3.4.	Vibrații forțate fără amortizare	82
3.4.1	Vibrații forțate fără amortizare în coordonate normale	83
3.4.2	Exemplu numeric	84
3.5.	Programe MATLAB pentru vibrațiile sistemelor cu două grade de libertate	85
3.5.1	Vibrații libere pentru un sistem cu două grade de libertate	85
3.5.2	Vibrații libere amortizate pentru un sistem cu două grade de libertate	86
3.5.3	Vibrații forțate amortizate pentru un sistem cu două grade de libertate	89
3.5.4	Program de calcul al factorilor de amplificare	92
4.	VIBRAȚIILE LIBERE ALE CORPURILOR ELASTICE	95
4.1.	Vibrațiile firelor elastice	95
4.1.1	Coarda vibrantă	96
4.1.1.1	Exemplu numeric	99
4.2.	Vibrațiile longitudinale ale barelor prismatice	100
4.2.1	Bara fixată la un capăt și liberă la celălalt	101
4.2.1.1	Exemplu numeric	102
4.2.2	Bara liberă la ambele capete	103
4.2.2.1	Exemplu numeric	103

4.2.3	Bara fixată la ambele capete	104
4.2.3.1	Exemplu numeric	105
4.2.4	Bară fixată la un capăt și având o masă punctiformă la celălalt	105
4.3.	Vibrațiile de răsucire ale barelor cilindrice	107
4.3.1	Bara circulară fixată la un capăt și liberă la celălalt	110
4.3.1.1	Exemplu numeric	110
4.3.2	Bara circulară liberă la ambele capete	111
4.3.2.1	Exemplu numeric	112
4.3.3	Bara circulară fixată la ambele capete	113
4.3.3.1	Exemplu numeric	113
4.3.4	Bara circulară fixată la un capăt și cu volant la celălalt	114
4.4.	Vibrațiile transversale ale barelor prismatice. Modelul Euler-Bernoulli	115
4.4.1	Bara simplu rezemată la capete	118
4.4.1.1	Exemplu numeric	119
4.4.2	Bara liberă la ambele capete	120
4.4.2.1	Exemplu numeric	122
4.4.3	Bara încastrată la ambele capete	123
4.4.3.1	Exemplu numeric	124
4.4.4	Bara încastrată la un capăt și liberă la celălalt	125
4.4.5	Bara încastrată la un capăt cu o masă punctiformă la celălalt	127
4.4.5.1	Exemplu numeric	128
4.5.	Vibrațiile transversale ale membranelor plane	129
4.5.1	Vibrațiile transversale ale membranei dreptunghiulare	131
4.5.1.1	Exemplu numeric	132
4.5.2	Vibrațiile transversale ale membranei circulare	134
4.5.2.1	Exemplu numeric	136
4.6.	Vibrațiile transversale ale plăcilor plane	137
4.6.1	Modelul Love-Kirchhoff	137
4.6.1.1	Ecuatiile diferențiale cu derivate parțiale pentru mișcarea transversală	138
4.6.1.2	Soluția generală în coordonate carteziane	142
4.6.1.3	Condițiile la limite pentru placa în coordonate carteziane	142
4.6.2	Vibrațiile plăcilor dreptunghiulare simplu rezemate pe contur	144
4.6.2.1	Exemplu numeric	144
4.6.3	Vibrațiile plăcilor dreptunghiulare simplu rezemate pe laturi opuse	146
4.6.3.1	Exemplu numeric	147
4.6.4	Vibrațiile plăcilor dreptunghiulare încastrate pe contur	149
4.6.4.1	Exemplu numeric	149
4.6.5	Vibrațiile transversale ale plăcilor circulare	151
4.6.5.1	Vibrațiile plăcii circulare încastrate pe contur	154
4.6.5.2	Exemplu numeric	155
4.6.5.3	Vibrațiile plăcii circulare simplu rezemate pe contur	156
4.6.5.4	Exemplu numeric	157
4.6.5.5	Vibrațiile plăcii circulare libere	158
4.6.5.6	Exemplu numeric	159
4.7.	Vibrațiile plăcilor curbe	161
4.7.1	Deplasări și deformații specifice	162
4.7.1.1	Calculul deformațiilor specifice	166
4.7.2	Ipotezele Love- Kirchhoff	168
4.7.3	Starea plană de tensiuni	170
4.7.3.1	Ecuatii de echilibru	171

4.7.4	Vibrațiile plăcilor cilindrice – starea de membrană	172
4.7.4.1	Vibrațiile libere ale cilindrului infinit (starea de membrană)	174
4.7.4.2	Exemplu numeric	175
4.7.5	Vibrațiile plăcilor sferice – starea de membrană	178
4.7.5.1	Vibrațiile libere radiale ale plăcii sferice (starea de membrană)	179
4.7.5.2	Exemplu numeric	181
	Programe în MATLAB pentru studiul modurilor proprii	183
4.7.6	Modurile proprii pentru firul elastic (coarda vibrantă)	183
4.7.7	Modurile proprii ale vibrațiilor longitudinale pentru bare prismatice	183
4.7.8	Modurile proprii ale vibrațiilor torsionale pentru bare prismatice	187
4.7.9	Modurile proprii ale vibrațiilor de încovoiere pentru bare prismatice	190
4.7.10	Pulsații proprii pentru vibrațiile plăcilor dreptunghiulare	197
4.7.11	Pulsații proprii proprii pentru placile circulare	198
4.7.12	Pulsații proprii ale plăcii cilindrice circulare	200
4.7.13	Pulsații proprii ale plăcilor sferice	202
4.7.14	Funcție utilizată de unele dintre programele precedente	204
5.	VIBRAȚIILE FORȚATE ALE CORPURILOR ELASTICE	205
5.1.	Vibrațiile transversale forțate ale firelor elastice	206
5.1.1.1	Exemplu numeric	207
5.2.	Vibrațiile longitudinale forțate ale barelor prismatice	209
5.2.1	Bara fixată la un capăt, acționată de o forță armonică la celălalt capăt	209
5.2.1.1	Exemplu numeric	210
5.3.	Vibrațiile transversale forțate ale barelor prismatice	211
5.3.1	Forța armonică distribuită în lungul barei	212
5.3.2	Forța oarecare distribuită în lungul barei	213
5.3.3	Bara simplu rezemată la capete. Forță distribuită armonică	213
5.3.4	Exemplu numeric	214
5.3.5	Bara simplu rezemată la capete. Forță punctuală armonică	215
5.3.5.1	Exemplu numeric	216
5.4.	Vibrațiile transversale ale membranelor plane	217
5.4.1	Vibrațiile transversale ale membranei dreptunghiulare	217
5.4.2	Forța armonică distribuită pe suprafața membranei	219
5.4.2.1	Exemplu numeric	220
5.5.	Vibrațiile transversale forțate ale plăcilor plane	221
5.5.1	Ecuțiile vibrațiilor transversale pentru modelul Love-Kirchhoff	221
5.5.2	Vibrațiile forțate ale plăcilor dreptunghiulare rezemate pe contur	221
5.5.3	Forța armonică distribuită pe suprafața plăcii	223
5.5.3.1	Exemplu numeric	223
5.6.	Vibrații forțate produse de rotirea corpurilor	225
5.6.1	Discul	225
5.6.2	Arborele	227
5.6.3	Lagărele	228
5.6.4	Masa excentrică	228
5.6.5	Un model de rotor rigid cu două lagăre la capete	229
5.6.5.1	Discul	230
5.6.5.2	Arborele	230
5.6.5.3	Lagărele	230
5.6.5.4	Masa excentrică	231
5.6.5.5	Ecuțiile Lagrange	231
5.6.5.6	Exemplu numeric	233

5.7.	Programe în MATLAB pentru studiul vibrațiilor forțate	237
5.7.1	Vibrații forțate pentru firul elastic (coarda vibrantă)	237
5.7.2	Vibrații longitudinale forțate ale barelor prismatice	238
5.7.3	Vibrații forțate de încovoiere pentru bara simplu rezemată	239
5.7.3.1	Forța uniform distribuită	239
5.7.3.2	Forța aplicată într-un punct	240
5.7.4	Vibrații transversale forțate pentru membrana dreptunghiulară	242
5.7.5	Vibrații transversale forțate pentru placa dreptunghiulară	243
5.7.6	Vibrațiile unui rotor rigid cu patru grade de libertate	245
ANEXA.	Ecuțiile Lagrange. Principiul variațional Hamilton	249
	Ecuțiile lui Lagrange	249
	Principiul variațional al lui Hamilton	251
BIBLIOGRAFIE		253



*Aceasta pagina nu se imprima si nu face parte din forma tiparita a cartii.  
Pagina nu poate fi ștearsă deoarece contine trimiteri la lista fisierelor cu capitolele.*