

**OBSAH**

Predhovor .....	9
Zoznam použitých symbolov .....	11
1 KMITY JEDNODUCHÝCH KMITAVÝCH SÚSTAV .....	15
1.1 Netlmené vlastné kmity sústavy .....	17
1.1.1 Netlmené vlastné kmity lineárnej sústavy.....	19
1.1.2 Netlmené vlastné kmity nelineárnej sústavy .....	26
1.2 Vlastné kmity lineárnej sústavy s viskóznym tlmením.....	30
1.2.1 Podkritické tlmenie .....	31
1.2.2 Kritické tlmenie .....	33
1.2.3 Nadkritické tlmenie .....	33
1.3 Lineárna a nelineárna kmitavá sústava s viskóznym tlmením a harmonickým budením .....	36
1.3.1 Spektrálne charakteristiky vynútených kmitov lineárnej sústavy .....	36
1.3.2 Kmity nelineárnej sústavy s harmonickým budením .....	38
1.3.3 Interakcia harmonických kmitov v nelineárnej sústave .....	40
1.3.4 Výkonová strata a podstata spektroskopie .....	42
1.3.5 Magnetická rezonancia .....	45
1.3.5.1 Vznik magnetickej rezonancie .....	45
1.3.5.2 Vznik FID signálu .....	47
1.3.5.3 Relaxácia priečnej magnetizácie .....	48
1.3.5.4 Zobrazovanie pomocou magnetickej rezonancie .....	49
1.3.5.5 Magnetická rezonančná spektroskopia.....	50
1.3.5.6 Magnetická rezonančná terapia .....	52
1.4 Generátory periodických dejov .....	53
1.4.1 Mechanický oscilátor .....	53
1.4.2 LC oscilátor .....	54
1.4.3 Oscilátory riadené kryštálom .....	55
1.4.4 Multivibrátory .....	57

2	KMITY VIAZANÝCH KMITAVÝCH SÚSTAV .....	59
2.1	Vibračné spektrá molekúl .....	59
2.1.1	Frekvencia vibrácií dvojatómovej molekuly .....	59
2.1.2	Kmity viacatómových molekúl .....	61
2.2	Prenos energie v sústave viazaných oscilátorov .....	64
2.2.1	Kmity sústavy dvoch viazaných oscilátorov .....	60
2.2.1.1	Stacionárne módy .....	65
2.2.1.2	Interferencia stacionárnych módov .....	66
2.2.2	Šírenie kmitov v dlhom reťazci viazaných častíc .....	67
2.2.2.1	Šírenie pozdĺžnych kmitov pozdĺž reťazca .....	68
2.2.2.2	Prenos energie harmonickou vlnou v reťazci .....	70
2.2.2.3	Šírenie tepla v látkach .....	71
2.2.3	Šírenie kmitov v dlhom LC reťazci .....	72
3	MECHANICKÉ VLNENIE .....	77
3.1	Šírenie pozdĺžnej deformácie v pružnej látke .....	77
3.1.1	Pozdĺžna mechanická vlna v bezstratovom pružnom prostredí ...	80
3.1.2	Šírenie priečného mechanického vlnenia v pružnom prostredí ....	81
3.1.3	Šírenie mechanického vlnenia pozdĺž pružného vlákna .....	83
3.1.4	Šírenie mechanického vlnenia v plynoch .....	84
3.1.5	Šírenie mechanického vlnenia v kvapalinách .....	85
3.1.6	Polarizácia vlnenia .....	86
3.2	Mechanické prejavy vlnenia .....	88
3.2.1	Akustická výchylka a akustická rýchlosť .....	88
3.2.2	Akustický tlak a akustický výkon .....	88
3.3	Harmonická rovinná mechanická vlna .....	92
3.3.1	Šírenie harmonickej vlny .....	92
3.3.2	Akustická výchylka a akustická rýchlosť harmonickej vlny .....	96
3.3.3	Akustický tlak a výkon harmonickej vlny .....	96
3.4	Odraz a rozptyl vlnenia .....	99
3.4.1	Odraz vlnenia od rovinného rozhrania .....	99
3.4.1.1	Zákony odrazu a lomu .....	99
3.4.1.2	Úplný odraz .....	100
3.4.1.3	Prenos energie vlnenia cez rozhranie .....	100

---

3.4.1.4	Prenos vlnenia vrstvou látky .....	102
3.4.2	Rozptyl vlnenia .....	106
3.5	Dopplerov jav .....	107
3.5.1	Pohybujúci sa zdroj a statický prijímač .....	107
3.5.2	Zdroj stojí a prijímač sa pohybuje .....	108
3.5.3	Odraz vlnenia od pohybujúceho sa objektu .....	108
3.6	Spektrálne pásma mechanických vln .....	109
3.7	Zdroje a detektory zvuku .....	112
3.7.1	Mechanické zdroje mechanického vlnenia .....	112
3.7.2	Termické budenie zvuku .....	114
3.7.3	Elektrodynamické zdroje a detektory mechanického vlnenia.....	115
3.7.4	Elektrostatický zdroj a detektor mechanického vlnenia .....	116
3.7.5	Magnetostrikčný menič .....	116
3.7.6	Piezoelektrický menič .....	117
3.8	Vnímanie zvuku ľudským sluchom .....	119
3.9	Lekárska diagnostika s využitím zvuku a ultrazvuku .....	124
3.9.1	Audiometria .....	124
3.9.2	Auskultácia .....	126
3.9.3	Ultrasonografia .....	127
3.9.3.1	Základné ultrasonografické zobrazenie .....	127
3.9.3.2	Dopplerovská sonografia .....	130
3.9.4	Meranie prietoku krvi v cieve ultrazvukom .....	132
4	ELEKTROMAGNETICKÉ VLNIENIE.....	133
4.1	Rovinná elektromagnetická vlna .....	135
4.1.1	Rovinná EM vlna v bezstratovom prostredí .....	136
4.1.2	Harmonická rovinná elektromagnetická vlna .....	137
4.1.2.1	Vlnová funkcia harmonickej EM vlny .....	137
4.1.2.2	Šírenie EM vlnenia v nízkostratovom prostredí .....	139
4.1.2.3	Šírenie EM vlnenia vo vodivom prostredí .....	139
4.1.2.4	Dielektrické parametre látok .....	141
4.1.2.5	Vlnová impedancia .....	144
4.2	Výkon prenášaný elektromagnetickým vlnením .....	146
4.3	Prechod EM vlnenia rozhraním dvoch prostredí .....	148

4.3.1	Odraz a lom elektromagnetického vlnenia .....	148
4.3.2	Prenos energie EM vlnenia cez rozhranie dvoch prostredí .....	149
4.3.3	Prechod EM vlnenia tenkou vrstvou dielektrika .....	151
4.4	Kvantové vlastnosti EM vlnenia .....	154
4.5	Spektrum EM vlnenia. ....	156
4.6	Zdroje elektromagnetického vlnenia .....	161
4.6.1	Koherentné a nekoherentné zdroje .....	161
4.6.2	Zdroje rádiových a mikrovlnných EM vlnenia .....	162
4.6.3	Zdroje nekoherentného optického žiarenia .....	164
4.6.3.1	Teplotné zdroje, žiarovky a oblúkové výbojky .....	164
4.6.3.2	Termovízia a termografia .....	166
4.6.3.3	Nízkotlakové výbojky .....	167
4.6.3.4	Luminiscencia .....	169
4.6.3.5	Polovodičové svetlo-emitujúce diódy (LED) .....	171
4.6.4	Zdroje koherentného optického žiarenia – LASER .....	174
4.6.5	Zdroje ionizujúceho EM žiarenia .....	180
4.6.5.1	Zdroje röntgenového žiarenia .....	180
4.6.5.2	Zdroje gama žiarenia .....	182
4.7	Detekcia elektromagnetického vlnenia .....	185
4.7.1	Vlnové detektory .....	185
4.7.1.1	Antény pre príjem EM vlnenia .....	185
4.7.1.2	Detektory optického žiarenia .....	187
4.7.2	Fotonásobič .....	189
4.7.3	Detektory ionizujúceho žiarenia .....	190
4.8	Vnímanie svetla ľudským okom .....	192
4.8.1	Optická sústava oka .....	192
4.8.2	Detekcia svetla okom .....	194
4.8.3	Spracovanie signálov zrakového nervu v mozgu .....	197
4.8.3.1	Priestorové videnie .....	197
4.8.3.2	Holografia .....	198
4.8.3.3	Virtuálna realita.....	201
4.8.3.4	Tomografia .....	203
4.8.4	Fotometria .....	204
4.8.5	Kolorimetria .....	206

---

5	VLASTNOSTI A PREJAVY VLNENIA .....	209
5.1	Vlnová funkcia .....	209
5.1.1	Polarizácia vlnenia .....	209
5.1.2	Koherencia vlnenia .....	212
5.1.3	Rovinná, valcová a guľová vlna v bezstratovom prostredí .....	213
5.1.3.1	Rovinná vlna .....	213
5.1.3.2	Valcová vlna .....	214
5.1.3.3	Guľová vlna .....	215
5.1.3.4	Šírenie vlnenia vo vlnovodoch .....	216
5.1.4	Prenos informácie vlnením .....	219
5.1.5	Modulácia vlnenia .....	220
5.1.5.1	Amplitúdová modulácia – AM .....	221
5.1.5.2	Frekvenčná modulácia – FM .....	222
5.1.6	Materiálová disperzia vlnenia .....	222
5.2	Lúčová optika .....	224
5.2.1	Fermatov princíp .....	224
5.2.2	Huygensov a Huygens–Fresnelov princíp .....	228
5.3	Interferencia vlnení .....	231
5.3.1	Konštruktívna a deštruktívna interferencia .....	231
5.3.2	Vlnové rázy .....	233
5.3.3	Stojaté vlny a rezonátory .....	235
5.4	Difrakčné javy .....	239
5.4.1	Vyžarovanie plošného zdroja vlnenia .....	239
5.4.1.1	Zdroj v tvare dlhého obdĺžnikového pásika .....	239
5.4.1.2	Obdĺžnikový a kruhový plošný zdroj .....	243
5.4.2	Štruktúrované plošné zdroje .....	245
5.4.2.1	Sústava súfázových paralelných pásikových zdrojov .....	245
5.4.2.2	Elektronické vychýľovanie vyžarovaného lúča .....	249
5.4.2.3	Elektronické zaostrovanie vyžarovaného vlnenia .....	250
5.5	Vlnové zobrazovanie .....	251
5.5.1	Prvky zobrazovacích sústav .....	253
5.5.1.1	Zrkadlá .....	253
5.5.1.2	Šošovky .....	255

---

5.5.2	Zobrazovacie systavy .....	257
5.5.2.1	Fotografická kamera a projektor .....	257
5.5.2.2	GRIN šošovka .....	259
5.5.2.3	Endoskopia .....	261
5.5.2.4	Optický systém ďalekohľadu .....	262
5.5.2.5	Optický systém mikroskopu .....	264
5.5.2.6	Konfokálny mikroskop .....	266
5.5.2.7	Mikroskop s fázovým kontrastom .....	268
5.5.2.8	Fluorescenčný mikroskop .....	268
5.5.3	Rozlišovacia schopnosť vlnového zobrazenia .....	270
5.5.4	Zaostrenie vlnového zväzku .....	272
5.6	Nelineárne vlnové interakcie .....	274
5.6.1	Fotoakustické zobrazovacie metódy .....	276
5.6.1.1	Fotoakustická mikroskopia .....	276
5.6.1.2	Fotoakustická výpočtová tomografia .....	278
5.6.1.3	Fotoakustická spektroskopia .....	279
	Záver .....	281
	Literatúra .....	283