

# OBSAH

1.	Základní charakteristiky signálů a soustav	3
1.1	Signály a soustavy	3
1.2	Druhy signálů	4
1.3	Singulární signály. Diracův impuls	6
1.3.1	Jednotkový skok	6
1.3.2	Přepínací signál	7
1.3.3	Obdélníkový impuls	8
1.3.4	Diracův impuls	8
1.4	Střední hodnota v čase, výkon a energie signálu	10
1.5	Vzájemný výkon a vzájemná energie. Ortogonální signály	12
1.6	Korelační funkce	13
1.7	Konvoluce	15
2.	Periodické signály a jejich spektrum	17
2.1	Harmonické signály	17
2.2	Součet harmonických signálů	20
2.3	Fourierovy řady	21
2.3.1	Trigonometrická Fourierova řada	21
2.3.2	Komplexní Fourierova řada	24
2.3.3	Fyzikální interpretace koeficientů Fourierovy řady	25
2.3.4	Chování vyšších harmonických složek	29
2.3.5	Zvláštní případy signálů	30
2.3.6	Stejnoseměrná konvergence a Gibbsův jev	32
2.3.7	Fourierova řada neperiodického signálu	33
2.3.8	Spektrum sledu obdélníkových impulsů	33
2.4	Vzájemná korelační a autokorelační funkce period. signálů	37
2.4.1	Autokorelační funkce harmonického signálu	38
2.4.2	Autokorelační funkce sledu obdélníkových impulsů	39
3.	Neperiodické determinované signály a jejich spektrum	40
3.1	Fourierova transformace	40
3.1.1	Amplitudové a fázové spektrum	42
3.1.2	Hlavní vlastnosti Fourierovy transformace	43
3.2	Fourierove transformace některých signálů	49
3.3	Vztah mezi Fourierovou řadou a Fourierovou transformací	53
3.4	Délka signálu a šířka jeho spektra	55
3.5	Korelační funkce neperiodických signálů	57
3.6	Spektrum harmonického signálu a harmonického impulsu	59
3.6.1	Spektrum harmonického signálu	59
3.6.2	Harmonický (rádiový) impuls	59
3.7	Hilbertova transformace. Analytický signál	61
3.7.1	Hilbertova transformace	62
3.7.2	Analytický signál	63
3.7.3	Spektrum Hilbertova signálu	65
4.	Diskrétní Fourierova transformace	66
4.1	Princip a základní vztahy	67
4.2	Vztah mezi Fourierovou řadou, Fourierovou transformací a diskrétní Fourierovou transformací	70

4.3	Maticový zápis DFT	72
4.4	Základní vlastnosti DFT	73
4.5	Rychlá Fourierova transformace	82
4.5.1	Rychlá Fourierova transformace s redukcí času	83
4.5.2	Rychlá Fourierova transformace s redukcí kmitočtu	89
4.5.3	Použití algoritmu FFT pro výpočet inverzní DFT	92
5.	Zobecněná Fourierova transformace	92
5.1	Analogie mezi vektory a signály	92
5.1.1	Vektory	92
5.1.2	Signály	94
5.1.3	Soustava ortogonálních vektorů	95
5.1.4	Soustava ortogonálních signálů	96
5.1.5	Komplexní ortogonální funkce	99
5.1.6	Vyjádření libovolného signálu zobecněnou Fourierovou řadou na nekonečném intervalu času	99
5.2	Systémy ortogonálních funkcí používané pro rozklad signálů	100
5.2.1	Systém funkcí $\{\cos kt, \sin kt\}$	100
5.2.2	Systém funkcí $\{\exp(j\omega t)\}$	101
5.2.3	Systém funkcí $\{\cos kt\}$	102
5.2.4	Systém funkcí $\{\sin kt\}$	103
5.2.5	Systém obdélníkových vzájemně se nepřekrývajících impulzů $\{\text{rect}\}$	103
5.2.6	Systém funkcí $\{\text{Sa}(t - n\pi)\}$	104
5.2.7	Systém Rademacherových funkcí	108
5.2.8	Walshovy funkce	108
5.2.9	Další ortogonální systémy. Ortonormalizace	113
5.2.10	Vztah mezi zobecněnou a komplexní Fourierovou řadou	114
6.	Náhodné signály	115
6.1	Náhodné jevy a jejich pravděpodobnosti	115
6.2	Náhodné veličiny	119
6.2.1	Distribuční funkce a hustota pravděpodobnosti náhodné veličiny	120
6.2.2	Číselné charakteristiky náhodných veličin	123
6.2.3	Soustavy náhodných veličin	125
6.2.4	Číselné charakteristiky soustav náhodných veličin	129
6.2.5	Podmíněná distribuční funkce a hustota pravděpodobnosti. Podmíněné číselné charakteristiky	132
6.2.6	Transformace náhodných veličin	133
6.2.7	Některé typy rozložení náhodných veličin	139
6.3	Náhodné procesy	145
6.3.1	Náhodný proces a jeho charakteristiky	145
6.3.2	Stacionární a ergodické náhodné procesy	150
6.3.3	Doba korelace	154
6.3.4	Dvojice náhodných procesů	155
6.3.5	Korelační příjem periodických signálů	156
6.3.6	Spektrální výkonová hustota	157

7.	Přenos signálů soustavami	161
7.1	Lineární soustavy	161
7.1.1	Charakteristiky lineárních soustav	162
7.1.2	Podmínky nezkráceného přenosu	163
7.1.3	Ideální filtry	164
7.1.4	Fyzikální realizovatelnost	166
7.2	Nelineární soustavy	166
7.3	Přenos náhodných signálů soustavami	169
7.3.1	Přenos náhodných signálů lineárními soustavami	169
7.3.1.1	Přenos bílého šumu lineární soustavou	171
7.3.1.2	Obálka s fáze normálního náhodného procesu na výstupu úzkopásmové lineární soustavy	173
7.3.2	Přenos náhodných signálů nelineárními soustavami	178
8.	Modulované signály	179
8.1	Modulace harmonického nosného signálu	180
8.1.1	Amplitudová modulace	180
8.1.1.1	Amplitudová modulace s potlačenou nosnou vlnou	180
8.1.1.2	Amplitudová modulace s nosnou vlnou	186
8.1.1.3	Amplitudová modulace s jedním postr. pásem a potlačenou nosnou	191
8.1.1.4	Amplitudová modulace s částečně potlačeným postranním pásem	197
8.1.1.5	Šumové poměry u AM	199
8.1.2	Úhlová modulace	204
8.1.2.1	Kmitočtová modulace harmonickým signálem	209
8.1.2.2	Kmitočtová modulace několika harm. signály	213
8.1.2.3	Kmitočtová modulace periodickým obdélníkovým signálem	214
8.1.2.4	Úzkopásmové úhlové modulace	215
8.1.2.5	Modulační soustavy pro úhlové modulace	216
8.1.2.6	Demodulační soustavy pro FM	217
8.1.2.7	Šumové poměry u úhlových modulací	218
8.2	Impulsová modulace	222
8.2.1	Analogová impulsová modulace	223
8.2.1.1	Impulsová amplitudová modulace PAM	224
8.2.1.2	Impulsová šířková modulace PDM	226
8.2.1.3	Impulsová polohová modulace PPM	228
8.2.2	Číslicová impulsová modulace	229
8.2.2.1	Kódová impulsová modulace PCM	229
8.2.2.2	Delta modulace DM	231
8.2.3	Šumové poměry u impulsově modulace	234
8.2.3.1	PAM	234
8.2.3.2	PPM	234
8.2.3.3	PCM	236
	Literatura	240