Obsah

1. Popis signálů v časové oblasti 7

1.1. Klasifikace signálů 7

1.2. Základní charakteristiky signálů 8
1.2.1. Energie a výkon 8
1.2.2. Korelační funkce 10

1.3. Zvláštní případy signálů 12
1.3.1. Spojitý čas 12
1.3.2. Diskrétní čas 18

1.4. Fourierova řada 21
1.4.1. Signál ve spojitém čase 21
1.4.2. Signál v diskrétním čase 24
1.4.3. Diracův impuls a jednotkový impuls 25
1.4.4. Ortogonální systémy 27

2. Popis soustav v časové oblasti 29

2.1. Klasifikace soustav 29

2.2. Spojité LS soustavy 31
2.2.1. Kauzalita a stabilita 32
2.2.2. Charakteristiky výstupního signálu 33
2.2.3. LS soustava popsaná diferenciální rovnicí 34
2.2.4. Stavový popis 40

2.3. Diskrétní LS soustavy 44
2.3.1. Kauzalita a stabilita 45
2.3.2. Charakteristiky výstupního signálu 45
2.3.3. LS soustava popsaná diferenční rovnicí 46
2.3.4. Stavový popis 51

2.4. Odezva LS soustavy na harmonický signál 54

3. Spektrální reprezentace signálů 56

3.1. Spojitý periodický signál 56
3.1.1. Fourierova řada 56
3.1.2. Výkonové spektrum 59
3.1.3. Šířka pásma 60

3.2. Diskrétní periodický signál 63
3.2.1. Fourierova řada 63
3.2.2. Výkonové spektrum 65
3.2.3. Vztah mezi spektry periodického signálu 66

3.3. Spojitý neperiodický signál 69
3.3.1. Fourierova transformace 69
3.3.2. Vlastnosti Fourierovy transformace 70
3.3.3. Zvláštní případy signálů 74
3.3.4. Spektrální hustota energie a výkonu 78
3.3.5. Šířka pásma 80

3.4. Diskrétní neperiodický signál 82
3.4.1. Fourierova transformace 82
3.4.2. Vlastnosti Fourierovy transformace 84
3.4.3. Zvláštní případy signálů 86
3.4.4. Spektrální hustota energie a výkonu 88
3.4.5. Vztah mezi spektry neperiodického signálu 90

3.5. Souvislost Fourierovy transformace a Fourierovy řady 94
3.5.1. Spojitý signál 94
3.5.2. Diskrétní signál 97

3.6. Diskrétní Fourierova transformace 98
3.6.1. Definice a vlastnosti 98
3.6.2. Rychlá Fourierova transformace 100

3.7. Přepočet mezi signálem a spektrem pomocí DFT 101
3.7.1. Diskrétní periodický signál 102
3.7.2. Diskrétní neperiodický signál 102
3.7.3. Spojitý periodický signál 105
3.7.4. Spojitý neperiodický signál 106

4. Spektrální reprezentace LS soustav 109

4.1. Spojitá LS soustava 109
4.1.1. Důsledky kauzality 113
4.1.2. Charakteristiky výstupního signálu 114
4.1.3. Ideální filtry 115
4.1.4. Obnovení spojitého signálu z jeho vzorků 116
4.1.5. LS soustava popsaná diferenciální rovnicí 119

4.2. Diskrétní LS soustava 121
4.2.1. Důsledky kauzality 122
4.2.2. Charakteristiky výstupního signálu 123
4.2.3. LS soustava popsaná diferenční rovnicí 124
4.2.4. Náhrada spojité soustavy diskrétní soustavou 126
4.2.5. Výpočet konvoluce pomocí DFT 128

4.3. Spojení LS soustav 131

5. Pásmové signály 134

5.1. Základní pojmy 135
5.1.1. Hilbertova transformace 135
5.1.2. Analytický signál 137

5.2. Reprezentace pásmového signálu 137
5.2.1. Komplexní obálka 137
5.2.2. Ortogonální reprezentace 140
5.2.3. Obálka, fáze a okamžitý kmitočet 142

5.3. Přenos vf signálu LS soustavou 144
5.3.1. Ekvivalentní nf soustava 144
5.3.2. Fázové a skupinové zpoždění 146
5.3.3. LS soustava popsaná diferenciální rovnicí 146

5.4. Vzorkování vf signálu 149
5.4.1. Volba vzorkovací kmitočtu 149
5.4.2. Obnovení spojitého signálu z jeho vzorků 151
5.4.3. Získání vzorků nf signálů 153
5.4.4. Použití DFT 157

6. Náhodné signály 160

6.1. Náhodné jevy 160
6.1.1. Pravděpodobnost 161
6.1.2. Základní věty 162

6.2. Náhodné veličiny 164
6.2.1. Jedna náhodná veličina 164
6.2.2. Dvě náhodné veličiny 168
6.2.3. Více náhodných veličin 172
6.2.4. Transformace náhodných veličin 173
6.2.5. Některé typy rozložení náhodných veličin 176
6.2.6. Komplexní náhodné veličiny 184

6.3. Popis náhodných signálů 185
6.3.1. Pravděpodobnostní popis náhodného signálu 185
6.3.2. Stacionární signály 189
6.3.3. Popis náhodného signálu v časové oblasti 195

6.4. Fourierova řada 200
6.4.1. Spojitý náhodný signál 200
6.4.2. Diskrétní náhodný signál 205

6.5. Vzorkování náhodného signálu 208
6.5.1. Charakteristiky vzorkovaného signálu 208
6.5.2. Rekonstrukce spojitého signálu 209

6.6. Pásmový náhodný signál 210
6.6.1. Ortogonální reprezentace 211
6.6.2. Komplexní obálka 212
6.6.3. Autokorelační funkce komplexní obálky bílého šumu 214
6.6.4. Rozložení koeficientů Fourierovy řady komplexní obálky 214

6.7. Průchod náhodného signálu soustavou 216
6.7.1. Lineární soustava 216
6.7.2. Nelineární soustava 225

Hlavní použité symboly 229

Literatura 230

Rejstřík 232