

Obsah

1	Vyvažovače	7
1.1	Vyvažovač kompromisní	7
1.1.1	Vyvažovač elektricky dlouhého vedení	8
1.1.2	Vyvažovač telefonního kabelu	9
1.2	Vyvažovač binomickou racionalizací	9
1.2.1	Návrh vyvažovače binomickou racionalizací	10
1.3	Vyvažovače pro nízké a vysoké kmitočty	12
1.3.1	Výpočet vyvažovače pro nízké kmitočty	12
1.4	Vyvažovač vypočtený z charakteristické rovnice	13
1.4.1	Vyvažovač homogenního kabelu	13
1.5	Vyvažovač pupinovaného vedení	14
1.5.1	Hoytův vyvažovač	16
2	Umělá vedení	17
2.1	Náhradní schema elektricky krátkého vedení	17
2.2	Náhradní schéma elektricky dlouhého vedení	18
2.3	Útlumové články	18
2.3.1	Návrh útlumového článku	19
2.4	Dělič napětí a proudu	20
2.4.1	Výpočet děliče napětí	21
3	Korektory útlumu	23
3.1	Aproximace korektoru útlumu s konstantní obrazovou impedancí	24
3.1.1	Návrh útlumového korektoru	24
3.2	Návrh korektoru z racionálně lomené impedanční funkce	25
3.2.1	Útlumový korektor z racionálně lomené funkce	26
4	Korektory fáze	28
4.1	Konstrukce fázového vyrovnavače	30
4.1.1	Výpočet korektoru fáze	30
5	Zpožďovací články	33
5.1	Skupinové zpoždění	33
5.2	Aproximace maximálně plochou charakteristikou	34
5.2.1	Návrh zpožďovacího článku	34
5.2.2	Určení $H(p)$ Storchovou metodou	35

5.2.3	Návrh obvodu s maximálně plochou charakteristikou skupinového zpoždění	36
5.3	Zpožďovací články s maximálně plochým časovým zpožděním	36
5.3.1	Výpočet stupně polynomu $y(n)$	38
5.3.2	Návrh obvodu pomocí tabulek	42
5.3.3	Zpožďovací členek s více výstupy	42
6	Krystalové filtry	46
6.1	Piezorezonátor	46
6.2	Křížový filtr z piezorezonátorů	46
6.3	Vztahy pro výpočet prvků krystalového filtru	48
6.3.1	Návrh pásmové propusti	49
6.4	Pásmová propust s krystaly pouze v podélných větvích	51
7	Návrh filtrů pomocí koeficientů vazeb.	54
7.1	Pojem vazby mezi rezonátory	54
7.1.1	Výpočet koeficientů vazeb z obvodu	55
7.1.2	Návrh obvodu z koeficientů vazeb	57
7.2	Použití invertorů při návrhu filtrů.	58
7.2.1	Výpočet konstant invertorů obvodu	59
8	Elektromechanické filtry	61
8.1	Analogie elektromechanických rezonátorů	61
8.2	Návrh elektromechanického filtru se čtyřmi válečky	66
8.2.1	Návrh čtyřrezonátorového filtru	68
9	Monolitické krystalové filtry	71
9.1	Princip činnosti monolitického filtru	71
9.2	Čistě monolitické filtry	73
9.3	Hybridní monolitické krystalové filtry	74
9.4	Návrh monolitického filtru	74
10	Výhybky	76
10.1	Syntéza výhybek Zobelovými k-filtry	76
10.1.1	Návrh výhybky pomocí Zobelových článků	77
10.1.2	Návrh výhybky pomocí článku k	78
10.2	Syntéza výhybek podle provozních parametrů	80
10.2.1	Výhybky navržené z provozní parametrů	81
11	Číslicové filtry	86
11.1	Návrh filtru bilineární transformací	86
11.1.1	Čebyševova aproximace	86
11.1.2	Návrh číslicového filtru dolní propusti	86
11.1.3	Návrh pásmové propusti	89
11.1.4	Návrh horní propusti	90
11.2	Návrh filtru impulsní invariancí	92
11.2.1	Návrh přenosové funkce impulsní invariancí	93
11.2.2	Návrh přenosové funkce ze zapojení analogového filtru	93
11.2.3	Výpočet $H(z)$ ze vzorků impulsní odezvy	94

12 Číslicové filtry s konečnou impulsní odezvou	98
12.1 Návrh filtru FIR typu dolní propusti	98
12.2 Některé další druhy váhování koeficientů přenosové funkce	100
12.2.1 Váhování podle Bohmana	100
12.2.2 Váhování podle Blackmana	101
12.2.3 Parabolické váhování	101
12.2.4 Poissonovo váhování	102
12.2.5 Váhování Hanning-Poisson	102
12.2.6 Váhování koeficientů podle Cauchyho	102
12.3 Kmitočtové vzorkované filtry	104
13 Analýza číslicových filtrů	107
13.1 Analýza obvodu v časové oblasti	107
13.1.1 Odezva na jednotkový skok cyklickou maticí	107
13.1.2 Výpočet odezvy na jednotkový skok z-transformací	108
13.1.3 Určení impulsní odezvy zpětnou z-transformací	109
13.1.4 Impulsní odezva z odezvy na jednotkový skok	109
13.1.5 Výpočet pulsní odezvy systému	110
13.1.6 Maticová konvoluce cyklická a trojúhelníková	111
13.1.7 Impulsní odezva vypočtená Fourierovou diskrétní transformací	112
13.1.8 Diskrétní Fourierova transformace	114
13.1.9 Diagonalizace Fourierovou maticí	115
13.1.10 Laplaceova matice	115
13.2 Analýza obvodu v kmitočtové oblasti	116
13.2.1 Výpočet útlumu z přenosové funkce	117
13.2.2 Výpočet $H(z)$ ze struktury obvodu	117
14 Vlnové číslicové filtry.	119
14.1 Fettweisův přístup k návrhu vlnových číslicových filtrů	119
14.1.1 Návrh číslicového filtru stupně $n=5$	119
14.2 Vlnové číslicové filtry navržené maticovou metodou	122
14.2.1 Návrh dolní propusti	125
15 Aplikace zpracování diskrétních signálů	127
15.1 Aplikace v ekonomice	127
15.2 Aplikace v lékařství	129
15.3 Aplikace v matematice	131
15.3.1 Aproximace funkcí s využitím neuronových sítí	131
15.4 Aplikace v syntéze řeči	143
15.4.1 Použití neuronových sítí v řečovém procesoru kochleární neuroprotézy	144
15.5 Aplikace diskrétní filtrace ve zpracování obrazu	150
15.5.1 Modelování obrazu	152
15.5.2 Kalmanův okénkový procesor	153
15.5.3 Zpracování obrazu proužkovým procesorem	155
15.5.4 Kalmanův okénkový algoritmus	155
16 Řešené příklady	159
16.1 Analýza obvodu orientovaným grafem	159
16.2 Besselova dolní propust	161
16.3 Zpožďovací článek s maximálně plochou charakteristikou	162
16.4 Návrh stavového číslicového filtru	162

16.5	Ošetření čísla proti přetečení "scalling"	164
16.6	Obvod se zpětnou vazbou	166
16.7	Návrh číslicového diferenciátoru	167
16.8	Transformace Pascalovou maticí	168
16.9	Vliv vzorkovacího kmitočtu na přesnost aproximace	169
17	Wienerovy a Kalmanovy filtry	172
17.1	Kalmanovy filtry	174
17.2	Vícerozměrný případ Kalmanova filtru	175
17.3	Rozšířený Kalmanův filtr	176
18	Signálové procesory	178
18.1	Simulátor procesoru TMS320c25.	178
18.2	Příklady sestavení programu v assembleru	180
18.3	Signálový procesor DSP56001	183