

Obsah

1. Operační zesilovače - úvod	7
1.1. Ideální operační zesilovač	7
1.1.1. Některé další vlastnosti ideálního operačního zesilovače	9
1.2. Některé další vlastnosti reálných operačních zesilovačů	10
1.2.1. Frekvenční vlastnosti operačního zesilovače	10
1.2.2. Rychlost přeběhu S (slew rate)	12
1.2.3. Přechodová charakteristika reálného operačního zesilovače	14
1.2.4. Vstupní klidové proudy operačního zesilovače	15
1.2.5. Vstupní proudový offset I_{os} (vstupní proudová nesymetrie)	15
1.2.6. Vstupní napěťový offset (vstupní napěťová nesymetrie)	16
1.2.7. Proudový a napěťový drift	16
1.2.8. Činitel potlačení součtového signálu H (Common mode Rejection Ratio)	16
1.2.9. Šum operačního zesilovače	17
1.3. Napájení operačních zesilovačů	18
2. Proporciální stupně s operačními zesilovači	20
2.1. Invertující zesilovač	20
2.1.1. U-R diagram pro invertující zesilovač	23
2.1.2. Invertující zesilovač s děličem napětí na výstupu	23
2.1.3. Invertující sčítací zesilovač	24
2.2. Neinvertující zesilovač	26
2.3. Sledovač signálu	27
2.4. Vliv zpětné vazby na vstupní a výstupní impedanci zesilovače	28
2.5. Frekvenční vlastnosti operačních zesilovačů se zápornou zpětnou vazbou	30
2.5.4. Určení šířky frekvenčního pásma se zaručenou přesností	31
2.6. Diferenční (rozdílový) zesilovač	32
2.6.1. Můstkové zesilovače	33
2.6.2. Zásady používání diferenčních zesilovačů	34
2.7. Přístrojové a isolační zesilovače	36
2.8. Převodníky napětí - proud	39
2.8.1. Převodník proudu na napětí (I/U)	41
2.9. Zesilovače s nastavitelným ziskem	41
2.10. Řízení zisku logickým signálem	42
2.10.1. Zapojení zesilovače pro plynulé řízení zisku v rozsahu $-1 < A_{cl} < 1$	44
3. Lineární systémy s operačními zesilovači	45
3.1. Integrátory s operačními zesilovači	45
3.1.1. Invertující (Millerův) integrátor	45
3.1.2. Frekvenční vlastnosti reálného integrátoru	46

Obsah

3.1.3. Přechodová charakteristika reálného integrátoru	47
3.1.4. Modifikace základního zapojení invertujícího integrátoru	48
3.1.5. Neinvertující integrátory	50
3.2. Derivátory	52
3.3. Analogové regulátory	54
3.4. Gyrátory (pozitivní impedanční inventory)	56
3.5. Harmonické oscilátory	57
3.5.1. Dvoufázový oscilátor	59
4. Aktivní filtry	60
4.1. Úvod	60
4.1.1. Butterworthovy filtry	62
4.1.2. Příklad návrhu dolnoproustného filtru	66
4.2. Návrh pásmových propustí a zadržů	68
4.2.1. Pásmové propustí	68
4.3. Pásmové zadržce	71
4.4. Filtry se spinanými kondenzátory (SCF)	73
4.4.1. Aliasing	75
4.4.2. Stabilita filtrů SCF	75
4.5. Možnosti realizace filtrů SCF	76
4.5.1. SCF filtry fy. Thompson - SGF	76
4.5.2. Příklad filtru SCF firmy Texas Ins. TLC04	78
4.5.3. Filtry SCF firmy Linear Technology	78
5. Nelineární aplikace operačních zesilovačů	80
5.1. Nelineární prvky v záporné zpětné vazbě operačních zesilovačů	80
5.1.1. Diodové omezovače	80
5.1.2. Ideální dioda a obvody absolutní hodnoty	81
5.1.3. Detektor maximálního napětí	82
5.1.4. Nelineární funkční převodníky	82
5.2. Logaritmické a antilogaritmické zesilovače	85
5.2.1. Logaritmická násobička	86
5.3. Komparátory	87
5.3.1. Komparátory s kladnou zpětnou vazbou.	87
5.3.2. Vliv referenčního napětí invertujícího komparátoru na statickou charakteristiku	88
5.3.3. Neinvertující komparátor s kladnou zpětnou vazbou	89
5.3.4. Změna hystereze diodami.	90
5.3.5. Nesymetrické napájení komparátorů s hysterezi	90
5.4. Klopné obvody s operačními zesilovači	91

Obsah

5.4.1. Bistabilní klopné obvody	91
5.4.2. Astabílní klopný obvod	93
5.4.3. Monostabilní klopný obvod (MKO)	94
6. Generátory tvarových kmitů	96
6.1. Převodníky $u - f$	100
6.1.1. Přesný převodník $u - f$	101
6.1.2. Pulsní šířkové modulátory	102
7. Analogové násobičky	104
7.1. Používané principy analogového násobení	105
7.1.1. Kvadratická násobička	105
7.1.2. Logaritmická násobička	105
7.1.3. PWM násobička	105
7.1.4. Transkonduktanční násobička	106
7.2. Aplikace analogových násobiček	107
8. Systémy s pulsní šířkovou modulací (PWM)	108
8.1. PWM - pulsní šířková modulace	109
8.1.1. PWM pro jednovyřadové operace	109
8.1.2. PWM pro dvouvyřadové operace	110
8.1.3. PWM pro čtyřvyřadové operace	111
8.1.4. Řídící jednotky servozesílovačů s PWM	114
8.1.5. PW modulátory řízené číslem	115
9. Výkonová elektronika	118
9.1. Stručný přehled polovodičových výkonových spínacích prvků	119
9.1.1. Oblasti využití výkonových prvků	124
9.2. Výkonové integrované obvody (PIC)	125
9.3. Poznámky pro aplikaci výkonových MOSFETů a IGBT transistorů	128
9.3.1. Ochrana spínačů MOSFET proti přepětí	128
9.3.2. Ochrana při spínání induktní zátěže	129
9.3.3. Řídící obvody spínačů MOSFET	130
9.3.4. Význam katalogového údaje E_{AS}	131
9.3.5. Poznámky při aplikaci spínačů IGBT	132
9.4. Řízení trojfázových indukčních motorů	135
9.4.1. Možnosti řízení trojfázových můstků	136
10. Napájecí zdroje	139
10.1. Klasické napájecí zdroje	139
10.1.1. Zdvojovače a násobiče napětí	141
10.1.2. Využití násobičů pro DC/DC měniče bez transformátoru	142
10.2. Stabilisace a regulace napětí	144

Obsah

10.3. Regulátory ss. napětí	145
10.3.1. Spojité regulátory ss. napětí	145
10.3.2. Integrované regulátory ss. napětí	147
10.4. Impulsní napájecí zdroje	148
10.4.1. Měníče (DC - DC konvertory)	148
10.4.2. Základní zapojení DC - DC měničů	149
10.4.3. Principy spínaných regulátorů napětí	154
10.4.4. Integrované spínané regulátory	156