

OBSAH

Úvodem

1 ÚVOD DO TEORIE ELEKTRICKÝCH OBVODŮ A SIGNÁLŮ 1-3

- 1.1 Elektrické signály 1
- 1.2 Elektrické systémy a obvody 2

2 ELEKTRICKÉ SIGNÁLY 4-55

2.1 Periodické signály 4-33

- 2.1.1 Harmonický signál 5
- 2.1.2 Fourierova řada periodického signálu 9
- 2.1.3 Spektrum periodického signálu 11
- 2.1.4 Obecné vlastnosti Fourierových koeficientů a spektra periodického signálu 22
- 2.1.5 Parsevalův teorém pro periodické signály 24
- 2.1.6 Souvislosti mezi časovým průběhem periodického signálu a jeho spektrem 25
- 2.1.7 Vztah Fourierovy řady periodického signálu a DFT 29

2.2 Aperiodické signály 34-55

- 2.2.1 Základní aperiodické signály – jednotkový skok a jednotkový impuls 34
- 2.2.2 Globální charakteristiky impulsů 35
- 2.2.3 Spektrální funkce a Fourierova transformace 36
- 2.2.4 Vztah spektrální funkce impulsu a Fourierovy řady periodického signálu 43
- 2.2.5 Vlastnosti spektrální funkce 44
- 2.2.6 Obecné vlastnosti Fourierovy transformace $F\{s(t)\}$ 44
- 2.2.7 Parsevalův teorém pro aperiodické signály 48
- 2.2.8 Vztah Fourierovy transformace a DFT 50
- 2.2.9 Vyjádření signálu Laplaceovou transformací 55

3 ELEKTRICKÉ OBVODY A JEJICH MODELÝ 56-115

3.1 Základní pojmy 56

- 3.1.1 Stejnoseměrný pracovní bod 56
- 3.1.2 Pohyb bodu Q vlivem zpracovávaného signálu 58
- 3.1.3 Pohyb bodu Q vlivem teplotních a dalších změn 60
- 3.1.4 Chování nelineárního obvodu při kombinovaném buzení pomalým a rychlým signálem 61

3.2 Obvod v nelineárním režimu 61

- 3.2.1 Působení jednoho harmonického signálu 61
- 3.2.2 Působení dvojice harmonických signálů o různých kmitočtech 64

3.3 Linearizovaný model obvodu 66

- 3.3.1 Linearizovaný model obvodu 66
- 3.3.2 Linearizovaný odporový model nelineárního prvku 68
- 3.3.3 Linearizovaný kmitočtově závislý model nelineárního prvku 72
- 3.3.4 Pásmo tzv. středních kmitočtů 72
- 3.3.5 Obvody „prakticky lineární“ 73

3.4 Obvod v lineárním režimu 75

- 3.4.1 Harmonický ustálený stav (HUS) 75
- 3.4.2 Periodický ustálený stav (PUS) 75
- 3.4.3 Modifikace spektra signálu lineárním obvodem 76
- 3.4.4 Průchod signálu lineárním obvodem 78

- 3.4.5 Lineární zkreslení. Podmínky nezkrasleného přenosu 84
- 3.4.6 Kmitočtová filtrace jako příklad využití lineárního zkreslení 85

3.5 Lineární dvojbraný 87-115

- 3.5.1 Co je to dvojbran 87
- 3.5.2 Rovnice neautonomního dvojbranu 88
- 3.5.3 Určování dvojbranových parametrů ze stavů naprázdno a nakrátko 92
- 3.5.4 Parametry vybraných jednoduchých dvojbranů 94
- 3.5.5 Modelování dvojbranů pomocí řízených zdrojů 96
- 3.5.6 Zvláštní druhy dvojbranů 98
- 3.5.7 Spojování dvojbranů 103
- 3.5.8 Obrazové impedance dvojbranu 109

4 METODY ANALÝZY ELEKTRICKÝCH OBVODŮ 116-146

4.1 Metody a nejčastější cíle analýzy 116

4.2 Metody analýzy lineárních obvodů 117

- 4.2.1 Stručně o heuristických a algoritmických metodách 117
- 4.2.2 Heuristické postupy při řešení obvodů s ideálními operačními zesilovači 119
- 4.2.3 Algoritmické metody řešení elektrických obvodů 123

4.3 Metody analýzy nelineárních obvodů 139

- 4.3.1 Přehled metod 139
- 4.3.2 Numerické řešení nelineárních rovnic 139
- 4.3.3 Přibližná analýza obvodů s diodami a tranzistory 142
- 4.3.4 Analýza (nejen) nelineárních obvodů s využitím simulačních programů 144

4.4 Využití operátorového počtu k analýze obvodů 146

5 OBECNÉ VLASTNOSTI LINEÁRNÍCH OBVODŮ 147-178

5.1 Základní pojmy 147

- 5.1.1 Princip superpozice a jeho důsledky 147
- 5.1.2 Stav, počáteční podmínky a řád lineárního obvodu 148
- 5.1.3 Vynucená, přirozená a celková odezva lineárního obvodu 148
- 5.1.4 Stabilita lineárního obvodu 149

5.2 Základní přenosové charakteristiky lineárního obvodu a jejich použití 150

- 5.2.1 Kmitočtová, impulsní a přechodová charakteristika a operátorová přenosová funkce 150
- 5.2.2 Přechodová a impulsní charakteristika a jejich vztah ke kmitočtové charakteristice 151
- 5.2.3 Stanovení vynucené odezvy obvodu z impulsní a přechodové charakteristiky 156
- 5.2.4 Operátorová přenosová funkce, její vlastnosti a její vztah k ostatním charakteristikám obvodu 159

5.3 Vstupně – výstupní diferenciální rovnice (DR) lineárního obvodu 175

- 5.3.1 Motivační příklad 175
- 5.3.2 Základní vlastnosti DR lineárního obvodu 176
- 5.3.3 Vztah DR a přenosové funkce 176
- 5.3.4 Fyzikální význam a vlastnosti řešení DR lineárního obvodu 177

6 KMITOČTOVÉ FILTRY 179-240

6.1 Cíle použití kmitočtových filtrů, jejich klasifikace a základní popis vlastností 179

- 6.1.1 Oblasti a příklady použití kmitočtových filtrů 179
- 6.1.2 Základní typy filtrů 179
- 6.1.3 Řád přenosové funkce filtru a jeho praktický význam a volba 181
- 6.1.4 Způsoby vyjádření přenosové funkce $K(p)$ či $K(j\omega)$ filtru 182

6.1.5 Přenosové kmitočtové a časové charakteristiky filtrů a požadavky na jejich vlastnosti	185
6.2 Přenosové vlastnosti a charakteristiky filtrů 1. a 2. řádu	187
6.2.1 Filtry s přenosovou funkcí 1. řádu	187
6.2.2 Filtry s přenosovou funkcí 2. řádu	190
6.3 Přenosové funkce filtrů vyšších řádů	196
6.3.1 Toleranční pole a kmitočtové transformace na normovanou DP	198
6.3.2 Základní typy aproximací přenosové funkce pro DPn, jejich vlastnosti	200
6.3.3 Vlastnosti základních aproximací bez nul přenosu	203
6.3.4 Vlastnosti základních aproximací s nulami přenosu	205
6.3.5 Další typy aproximací	205
6.4 Typy realizací kmitočtových filtrů	206
6.5 Filtry RC a RLC 1. a 2. řádu	208
6.5.1 Filtry RC 1. a 2. řádu	208
6.5.2 Filtry RLC 2. řádu	211
6.6 Filtry RLC vyšších řádů	211
6.6.1 Impedanční zakončení filtrů	212
6.6.2 Normované dolní propusti (DPn)	213
6.6.3 Návrhy filtrů RLC z prototypů DPn	215
6.6.4 Další typy a modifikace zapojení filtrů RLC s cílem snazší realizovatelnosti	217
6.7 Filtry ARC	217
6.7.1 Základní principy funkce filtrů ARC	217
6.7.2 Klasifikace a základní vlastnosti filtrů ARC 2. řádu	222
6.7.3 Filtry ARC vyšších řádů	229
6.8 Filtry se spínacími kondenzátory	234
6.8.1 Princip funkce filtrů ASC	235
6.8.2 Univerzální integrované bloky ASC 2. řádu	236
6.8.3 Integrované filtry ASC vyšších řádů	237
6.9 Elektromechanické filtry a filtry s PAV	238
6.10 Syntéza elektrických obvodů	238
7 ZESILOVAČE 241-290	
7.1 Princip zesilovače	241
7.2 Parametry zesilovače	243
7.2.1 Lineární parametry	243
7.2.2 Nelineární parametry a dynamický rozsah	245
7.3 Zesilovače a zpětná vazba – úvod	247
7.3.1 Klasifikace signálových zpětných vazeb	248
7.3.2 Vliv zpětné vazby na parametry zesilovačů	250
7.3.3 Stabilita zesilovačů se zpětnou vazbou - parazitní oscilace	252
7.4 Třídy zesilovačů	253
7.5 Základní zapojení tranzistorových zesilovačů	256
7.5.1 Hlavní parametry zesilovačů v základních zapojeních	256
7.5.2 Zesilovač v zapojení se společným emitorem	258
7.5.3 Zesilovač v zapojení se společným kolektorem (emitorový sledovač)	260
7.5.4 Zesilovač v zapojení se společnou bází	261
7.6 Vliv teploty na polohu pracovního bodu	262
7.6.1 Zpětnovazební metody stabilizace pracovního bodu	263
7.6.2 Kompenzační metody stabilizace polohy pracovního bodu	266
7.7 Výkonové zesilovače	267

- 7.7.1 Výkonové zesilovače ve třídě A 267
- 7.7.2 Výkonové zesilovače ve třídě B 269
- 7.7.3 Výkonové zesilovače ve třídě C 271
- 7.8 Polem řízené tranzistory v zesilovačích 272
- 7.9 Operační (a další integrované) zesilovače 274
 - 7.9.1 Ideální OZ, reálný OZ a jeho základní vlastnosti 275
 - 7.9.2 Typy OZ a jejich základní zapojení 283
 - 7.9.3. Integrované zesilovače s řízeními proudovými zdroji 286
 - 7.9.4 Speciální integrované zesilovače a obvody s OZ 288

8 OSCILÁTORY 291-304

- 8.1 Klasifikace a vlastnosti generátorů signálů a oscilátorů 291
- 8.2 Princip funkce oscilátoru se záporným odporem 292
- 8.3 Princip funkce zpětnovazebního oscilátoru 293
- 8.4 Oscilátory RC 294
- 8.5 Oscilátory ARC (s automatickou následnou filtrací) 296
- 8.6 Oscilátory LC a krystalové 298
- 8.7 Stabilní oscilátory s nastavitelným kmitočtem 301

PRÍLOHA : OPERÁTOROVÝ POČET V ELEKTROTECHNICE 305-316

LITERATURA 317-318