OBSAH

1. FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY POLOVODIČŮ 6

1.1. Základní vlastnosti polovodičů 9
1.1.1. Vlastní polovodiče 10
1.1.2. Nevlastní polovodiče 12
1.1.3. Vedení proudu v polovodičích 16
1.2. Základní vlastnosti přechodů v polovodičích 18
1.2.1. Přechod kov - polovodič 19
1.2.2. Přechod PN 21
1.2.2.1. Přechod PN v termodynamické rovnováze 22
1.2.2.2. Přechod PN v obvodu s vnějším napětím 25
1.2.2.3. VA charakteristika přechodu PN 28

2. POLOVODIČOVÉ SOUČÁSTKY 32

2.1. Diskrétní polovodičové součástky 32
2.1.1. Polovodičové diody 32
2.1.1.1. Provedení a použití polovodičových diod 36
2.1.1.1.1. Usměrňovací diody 37
2.1.1.1.2. Stabilizační diody 37
2.1.1.1.3. Lavinové diody 38
2.1.1.1.4. Tunelové diody 39
2.1.1.1.5. Kapacitní diody 41
2.1.1.1.6. Vysokofrekvenční a spínací diody 42
2.1.2. Tranzistory 43
2.1.2.1. Bipolární tranzistory 43
2.1.2.1.1. Základní zapojení bipolárních tranzistorů 46
2.1.2.1.2. Stejnosměrné charakteristiky bipolárního tranzistoru 49
2.1.2.1.3. Charakteristické parametry bipolárního tranzistoru 51
2.1.2.1.4. Mezní kmitočty bipolárního tranzistoru 54
2.1.2.1.5. Mezní parametry bipolárního tranzistoru 55
2.1.2.1.6. Značení bipolárních tranzistorů 56
2.1.2.2. Unipolární tranzistory 57
2.1.2.2.1. Unipolární tranzistory s izolovaným hradlem 58
2.1.2.2.2. Unipolární tranzistory s hradlem oddělenýmpotenciální bariérou 59
2.1.2.2.3. Charakteristické parametry a zakladní zapojení unipolárních tranzistorů 61
2.1.3. Spínací polovodičové součástky 62
2.1.3.1. Dvoubázová dioda 62
2.1.3.2. Diak 63

2.1.3.3. Tyristor 64
2.1.3.3.1. VA charakteristika tyristoru 66
2.1.3.3.2. Zapínání tyristoru 68
2.1.3.3.3. Vypínání tyristoru 70
2.1.3.4. Triak 70
2.1.4. Optoelektronické součástky 73
2.1.4.1. Fotorezistory 74
2.1.4.2. Fotodiody 74
2.1.4.3. Fototranzistory 76
2.1.4.4. Fototyristory 77
2.1.4.5. Elektroluminiscenční diody 77
2.1.4.6. Polovodičové lasery 78
2.1.4.7. Světlovody 79
2.1.4.8. Optoelektronické vazební členy - optrony 79
2.1.4.9. Zobrazovací jednotky 80
2.1.4.9.1. Zobrazovací jednotky s elektroluminiscenčními diodami 81
2.1.4.9.2. Zobrazovací jednotky s plynem plněnými indikátory 81
2.1.4.9.3. Fluorescenční zobrazovací jednotky 81
2.1.4.9.4. Zobrazovací jednotky s kapalnými krystaly 81
2.1.5. Polovodičové součástky bez přechodu PN 82
2.1.5.1. Varistory 82
2.1.5.2. Termorezistory 83
2.2. Integrované obvody 85

3. ZÁKLADNÍ ELEKTRONICKÉ OBVODY 87

3.1. Síťové napájecí zdroje 87
3.1.1. Usměrňovače 87
3.1.1.1. Jednofázový jednocestný jednopulsní usměrňovač 90
3.1.1.2. Jednofázový dvoucestný dvoupulsní usměrňovač 92
3.1.2. Filtrace napětí 94
3.1.3. Zdvojovače a násobiče napětí 97
3.1.4. Stabilizátory a regulátory ss napětí 98
3.1.5. Lineární integrované obvody pro stabilizaci napětí a referenční zdroje napětí 109
3.2. Tranzistorové zesilovače 115
3.2.1. Jednostupňové tranzistorové zesilovače 116
3.2.1.1. Klidový pracovní bod 117
3.2.1.2. Nastavení a stabilizace klidového pracovního bodu bipolárního tranzistoru 119
3.2.1.3. Jednoduché obvody pro nastavení a stabilizaci klidového pracovního bodu 123

3.2.1.4. Stabilizační obvody se zápornou stejnosměrnou zpětnou vazbou 126
3.2.1.5. Obvody pro nastavení a stabilizaci klidového pracovního bodu využívající teplotních nelinearit polovodičových prvků 131
3.2.1.6. Obvody pro nastavení a stabilizaci klidového pracovního bodu unipolárních tranzistorů 132
3.2.1.7. Vlastnosti základních zesilovacích stupňů 134
3.2.1.8. Řešení základních zesilovacích stupňů malého signálu pomocí linearizovaných modelů aktivních prvků 138
3.2.2. Vícestupňové zesilovače 146
3.2.2,1. Stejnosměrná vazba zesilovacích stupňů 146
3.2.2.2. Střídavá vazba zesilovacích stupňů 149
3.2.3. Zpětná vazba v zesilovačích 150
3.2.4. Diferenční zesilovač a jeho vlastnosti 154
3.2.5. Výkonové zesilovače 159
3.2.5.1. Jednočinný výkonový zesilovač třídy A 159
3.2.5.2. Dvojčinný výkonový zesilovač třídy B 161
3.2.5.3. Dvojčinný výkonový zesilovač třídy AB 163
3.2.6. Integrované obvody pro nízkofrekvenční a vysokofrekvenční zesilovače 166
3.2.7. Operační zesilovače 170
3.2.7.1. Základní vlastnosti a parametry reálného operačního zesilovače 172
3.2.7.2. Zpětnovazební poměr 177
3.2.7.3. Operační rovnice a zesílení operační sítě 179
3.2.7.4. Frekvenční vlastnosti a stabilita operační sítě 180
3.2.7.5. Korekce frekvenční charakteristiky operačního zesilovače .. 185
3.2.7.6. Základní zapojení operačního zesilovače 190
3.2.7.7. Lineární a nelineární aplikace operačních zesilovačů 195
3.2.7.7.1. Invertující a neinvertující zesilovače 195
3.2.7.7.2. Součtové a rozdílové zesilovače 196
3.2.7.7.3. Integrátory a derivátory 199
3.2.7.7.4. Převodníky napětí - proud 201
3.2.7.7.5. Komparátory 203
3.2.7.7.6. Logaritmické a exponenciální funkční měniče 205
3.2.7.7.7. Operační usměrňovače 207
3.2.7.8. Základní aplikační pravidla operačních zesilovačů 209
3.3. Generátory elektrických signálů 213
3.3.1. Generátory harmonických kmitů 213
3.3.1.1. Základní zapojení LC oscilátorů 215
3.3.1.2. Základní zapojení RC oscilátorů 219
3.3.1.3. Krystalem řízené oscilátory 221

3.3.2. Generátory obdélníkového signálu 223
3.4. Klopné obvody 227
3.4.1. Tranzistor ve spínacím režimu 227
3.4.2. Základní klopné obvody 232
3.4.2.1. Bistabilní klopné obvody 232
3.4.2.2. Monostabilní klopné obvody 233
3.4.2.3. Astabilní klopné obvody 234
3.4.2.4. Schmittův klopný obvod 235

4. ZÁKLADY ČÍSLICOVÉ TECHNIKY 238

4.1. Logické funkce a jejich zápis 238
4.1.1. Minimalizace logické funkce 240
4.1.1.1. Algebraická minimalizace logické funkce 240
4.1.1.2. Minimalizace logické funkce pomocí Karnaughovy mapy 241
4.2. Logické členy 245
4.2.1. Realizace logických členů 247
4.2.1.1. Logické členy TTL 250
4.2.1.1.1. Základní statické a dynamické parametry logických členů TTL 254
4.2.1.1.2. Aplikační pravidla logických obvodů TTL 255
4.2.1.2. Logické členy CMOS 258
4.2.1.2.1. Aplikační pravidla pro logické obvody CMOS 262
4.3. Kombinační logické obvody 265
4.3.1. Kodéry, dekodéry 266
4.3.2. Multiplexory, demultiplexory 268
4.3.3. Logické komparátory 271
4.3.4. Sčítačky 272
4.4. Sekvenční logické obvody 274
4.4.1. Návrh sekvenčních logických obvodů 276
4.4.2. Analýza sekvenčních logických obvodů 282
4.4.3. Klopné obvody 287
4.4.4. Čítače 292
4.4.5. Registry 297
4.4.6. Polovodičové paměti 300
4.4.6.1. Paměti se stálým obsahem dat 303
4.4.6.2. Paměti s měnitelným obsahem dat 304
4.5. Úvod do mikroprocesorové techniky 306