

OBSAH

Předmluva	5
Seznam hlavních znaků	13
I. Statické vlastnosti plošného tranzistoru jako spínacího prvku	
1. <i>Základní vlastnosti ideálního a skutečného spínacího prvku</i>	15
2. <i>Statické charakteristiky plošného tranzistoru jako spínacího prvku a definice jeho pracovních oblastí</i>	16
2.1 Základní zapojení tranzistorových spínačů	16
2.2 Statické charakteristiky a definice pracovních oblastí plošného tranzistoru	17
2.3 Vlastnosti tranzistoru a pracovní podmínky v nevodivém stavu	18
2.31 Různé případy nevodivého stavu	19
2.4 Vlastnosti tranzistoru a pracovní podmínky v aktivní oblasti	20
2.5 Vlastnosti tranzistoru a pracovní podmínky ve vodivém stavu	21
2.51 Vodivý stav v oblasti nasycení	22
2.52 Vodivý stav na hranici nasycení	23
2.53 Vodivý stav v aktivní oblasti	23
3. <i>Inverzní zapojení plošného tranzistoru</i>	23
4. <i>Vzájemná závislosti stejnosměrných proudů a napětí u plošného tranzistoru</i>	23
4.1 Oblast I	24
4.11 Jiné případy nevodivého stavu	27
4.2 Oblast II	27
4.3 Oblast III	28
4.4 Vliv sériových a paralelních odporů tranzistorů	28
5. <i>Symetrický tranzistor</i>	28
6. <i>Největší přípustné napětí v nevodivém stavu</i>	30
6.1 Záporný odpor v oblasti vyšších napětí kolektoru	32
6.2 Maximální přípustná napětí a jejich závislost na pracovních podmínkách	34
6.3 Měření průrazných napětí	35
7. <i>Vliv výrobních rozptylů parametrů tranzistoru a teploty na klidové pracovní body v nevodivém a ve vodivém stavu</i>	36
8. <i>Ztrátový výkon</i>	38
II. Dynamické vlastnosti plošného tranzistoru jako spínacího prvku	
9. <i>Náhradní obvod plošného tranzistoru při vysokých přepínacích kmitočtech</i>	40
10. <i>Definice spínacích dob</i>	41
11. <i>Činnost plošného tranzistoru při sepnutí z nevodivého stavu do aktivní oblasti</i>	42
12. <i>Činnost plošného tranzistoru při sepnutí z nevodivého stavu do oblasti nasycení</i>	43
13. <i>Spínací doby tranzistoru</i>	44
13.1 Základní vztahy	44
13.2 Výpočet doby náběhu t_{n1} , doby doběhu t_{d1} , a doby zotavení t_{z1}	48
13.3 Vliv parametrů tranzistoru	51
13.4 Vliv parametrů obvodu	52
13.5 Přesnost teoretických vztahů pro výpočet spínacích dob	52

13.6	Spínací doby tranzistorů s difúzními přechody	52
14.	Stanovení spínacích dob na základě činnosti tranzistoru jako prvku řízeného nábojem	54
14.1	Plošný tranzistor jako prvek řízený nábojem	54
14.2	Parametry tranzistoru jako prvku řízeného nábojem	56
14.3	Vzájemný vztah mezi časovými konstantami a parametry tranzistoru při malých signálech	57
14.4	Výpočet spínacích dob a proudů	57
15.	Metody zvětšení přepínací rychlosti tranzistoru	60
15.1	Zkrácení spínacích dob kapacitní vazbou ve vstupním obvodu	60
15.2	Zajištění vodivého stavu v aktivní oblasti	61
15.21	Zajištění vodivého stavu v aktivní oblasti omezovací diodou v obvodu kolektoru	61
15.22	Zajištění vodivého stavu v aktivní oblasti nelineární zápornou zpětnou vazbou	62
15.23	Zajištění vodivého stavu v aktivní oblasti zápornou proudovou zpětnou vazbou	63
16.	Spínání indukční zátěže	63
16.1	Ochrana tranzistorů při indukční zátěži	65
16.	Spínání kapacitní zátěže	66
18.	Ztrátový výkon tranzistoru při periodickém spínání	67
III. Polovodičové diody		
19.	Vlastnosti polovodičových diod	69
IV. Základní spínací obvody		
20.	Základní spínací obvody s odporovou vazbou	71
20.1	Základní spínací obvod s jednoduchou odporovou vazbou	71
20.2	Základní spínací obvod s přímou vazbou	74
20.3	Základní spínací obvod s pomocným závěrným předpětím	75
20.31	Vliv tolerancí napájecích napětí a odporů	80
20.32	Řešení obvodu s ohledem na nejhorší případ	81
20.321	Výpočet základního obvodu řešením základních rovnic	83
20.322	Zjednodušené řešení volbou R_k a U_{KRB} v budicím obvodu tranzistoru	85
20.323	Zjednodušené řešení volbou U_{KRB} v budicím obvodu a volbou R_k ve výstupním obvodu buzeného tranzistoru	89
20.324	Graficko-početní metoda	89
20.4	Základní spínací obvod s větším počtem vstupních vazebních odporů	90
20.41	Možnosti zvětšení počtu vstupů	94
20.42	Zvláštní požadavky s ohledem na vodivý stav základního obvodu s větším počtem vstupů	95
20.43	Řízení tranzistoru doplňkovým vstupním napětím	97
20.5	Základní spínací obvod s větším počtem výstupů	98
20.51	Stabilizace výstupní úrovně	99
20.6	Spínací obvod s větším počtem vstupů a výstupů	100
20.61	Řešení obvodu pro daná napětí E_K , E_B a dané m	101
20.62	Výpočet obvodů s různým počtem vstupů a výstupů na základě řešení univerzálního obvodu	104
20.63	Řešení obvodu se stabilizovaným výstupním napětím	107
20.7	Základní spínací obvod s jedním vazebním odporem a s pomocným závěrným předpětím	109
20.8	Spínací doby	110
20.81	Spínací doby obvodů s větším počtem vstupů a výstupů	111
20.82	Spínací doby obvodů s nenasyceným vodivým stavem	114
21.	Základní spínací obvod s kapacitní vazbou	116
22.	Emitorový sledovač	117
22.1	Spínací doby emitorového sledovače při odporové zátěži v obvodu emitoru a při proudovém buzení	119
22.2	Spínací doby emitorového sledovače při kapacitní zátěži v obvodu emitoru	121
23.	Základní diodové spínací obvody	123
23.1	Několikastupňové diodové spínací obvody	126

23.2	Diodové hradlové obvody	128
24.	Kombinace diodových spínacích obvodů a tranzistorových zesilovačů v zapojení se společným emitorem	129
24.1	Diodový obvod NEBO (pozitivní logika), popř. A (negativní logika) s tranzistorovým zesilovačem v zapojení se společným emitorem (invertor)	129
24.2	Diodový obvod A (pozitivní logika), popř. NEBO (negativní logika) s tranzistorovým zesilovačem v zapojení se společným emitorem	131
24.3	Zapojení s nestabilizovanou úrovní výstupního signálu	133
24.4	Dvoustupňový diodový spínací obvod A—NEBO (pozitivní logika) s tranzistorovým zesilovačem v zapojení se společným emitorem	134
25.	Proudové spínání diodovými obvody s tranzistorovým zesilovačem v zapojení se společným emitorem	135
26.	Tranzistorové proudové spínací obvody	139
27.	Logické obvody	140
27.1	Tranzistorové logické obvody s jednoduchou odporovou vazbou — technika RTL	145
27.11	Logické obvody s tranzistorem v zapojení se společným emitorem	146
27.12	Logické obvody s emitorovým sledovačem	150
27.13	Příklady logických obvodů sestavených ze sledovačů a tranzistorů v zapojení se společným emitorem	151
27.14	Logické obvody s doplňkovými tranzistory p-n-p a n-p-n v zapojení se společným emitorem	152
27.2	Tranzistorové logické obvody s přímou vazbou — technika DCTL	155
27.3	Tranzistorové logické obvody s několikanásobnými odporovými vazbami — technika RTL	157
27.31	Obvody řízené napětím na libovolném vstupu	157
27.311	Možnosti zjednodušení využitím doplňkových vlastností obvodů s tranzistorem p-n-p a n-p-n	160
27.32	Obvody řízené napětím na kombinaci libovolných vstupů	161
27.4	Diodové logické obvody — technika DL	164
27.5	Diodové a tranzistorové logické obvody — technika DTL	165
27.6	Logické obvody složené z emitorových sledovačů a diod — technika HDTL	167
27.7	Logické obvody s tranzistorem, které pracují na principu proudového spínání — technika CS	170
27.71	Zlepšená technika CS	171
27.8	Porovnání základních logických obvodů	172
28.	Tranzistorové hradlové obvody	173
29.	Zesilovače impulsů	176
30.	Tvarovací obvody	177
31.	Obvody k rozlišení šířky impulsu	179
32.	Časové kontrolní a zpožďovací obvody	181
33.	Plošný tranzistor jako přesný spínač napětí	186
34.	Plošný tranzistor jako spínač střídavých signálů	188
V. Bistabilní obvody s plošnými tranzistorem		
35.	Symetrické klopné obvody	191
35.1	Základní zapojení symetrických klopných obvodů	191
35.2	Statické řešení klopných obvodů	193
35.21	Klopné obvody s vnějším předpětím	193
35.22	Klopné obvody s automatickým předpětím	196
35.23	Charakteristiky klopného obvodu jako dvojpolu se záporným odporem	201
35.3	Přechodové jevy v klopném obvodu s individuálním ovládním tranzistorů	203
35.4	Spínací rychlost klopného obvodu s individuálním ovládním a vliv parametrů obvodu	205
35.41	Vliv nasyceného a nenasyčeného stavu	205
35.42	Vliv vazebních kapacit	206
35.43	Vliv kapacitní a aktivní zátěže	207
35.44	Vliv závěrného a dynamického předpětí	208
35.45	Vliv indukčnosti v obvodu kolektoru na přepínací kmitočet	208
35.46	Maximální přepínací kmitočet	209
35.5	Metody ovládní klopných obvodů z individuálních vstupů	209

35.6	Rychlé klopné obvody	212
35.7	Použití klopných obvodů s individuálním ovládním vstupů	216
36.	<i>Symetrické čítače</i>	224
36.1	Pracovní podmínky čítače	228
36.2	Příklady zapojení rychlých čítačů	230
36.3	Použití čítačů	231
37.	<i>Nesymetrické bistabilní obvody</i>	239
37.1	Nesymetrické obvody s tranzistory stejného typu (p-n-p- nebo n-p-n)	239
37.2	Nesymetrické obvody s doplňkovými tranzistory p-n-p a n-p-n	241
37.2.1	Speciální kombinace p-n-p, n-p-n	245
38.	<i>Metody indikace stavů klopných obvodů</i>	247
VI. Monostabilní obvody s plošnými tranzistory		
39.	<i>Základní zapojení monostabilních obvodů</i>	250
39.1	Monostabilní obvody odvozené ze symetrických klopných obvodů s pomocným předpětím	250
39.2	Monostabilní obvody odvozené ze symetrických klopných obvodů s automatickým předpětím	254
39.3	Stabilizace doby trvání výstupního impulsu	255
40.	<i>Praktická zapojení a příklady použití monostabilních obvodů</i>	256
VII. Astabilní obvody s plošnými tranzistory		
41.	<i>Základní zapojení astabilních obvodů</i>	260
41.1	Maximální dosažitelný poměr $\frac{t_1}{t_2}$	262
41.2	Metody zlepšení tvaru výstupních impulsů	263
41.3	Stabilitnost kmitočtu a možnosti jeho synchronizace	264
41.4	Blokování činnosti astabilního obvodu	265
42.	<i>Jiná zapojení astabilních obvodů</i>	265
VIII. Blokovací oscilátory		
43.	<i>Základní zapojení a podstata činnosti</i>	268
43.1	Blokovací oscilátor s kladnou zpětnou vazbou od kolektoru k emitoru	268
43.1.1	Postup při výpočtu obvodu	272
43.1.2	Spouštění obvodu	274
43.2	Blokovací oscilátor s kladnou zpětnou vazbou od kolektoru k bázi	274
43.3	Blokovací oscilátor s kladnou zpětnou vazbou od emitoru k bázi	275
43.4	Astabilní provoz blokovacích oscilátorů	275
44.	<i>Příklady zapojení a použití blokovacích oscilátorů</i>	277
IX. Tranzistorové a magnetické spínací obvody		
45.	<i>Základní obvody</i>	280
45.1	Charakteristiky jádra s pravoúhlou hysterezní smyčkou a princip činnosti	280
45.2	Použití magnetických jader a tranzistorů v logických obvodech	281
45.3	Použití magnetických jader a tranzistorů v posuvných registrech a v čítačích	286
46.	<i>Maticové pamětní soustavy s feritovými jádry a s plošnými tranzistory</i>	288
X. Speciální polovodičové prvky a jejich použití ve spínacích obvodech		
47.	<i>Plošné tranzistory a diody pro spínací obvody</i>	294
48.	<i>Bistabilní polovodičové prvky</i>	295
	Literatura	303

SEZNAM HLAVNÍCH ZNAKŮ

b, B	index vztažený k bázi
C	kapacita přechodu
C_{kd}, C_{ed}	difúzní kapacita kolektoru, emitoru
C_k, C_e	kapacita kolektoru, emitoru v závěrném směru
C	kapacita ve vnějším obvodu
e, E	index vztažený k emitoru
E	napětí napájecího zdroje
f	kmitočet
f_a	mezní kmitočet tranzistoru v zapojení se společnou bází
f_β	mezní kmitočet tranzistoru v zapojení se společným emitorem
f_1	mezní kmitočet tranzistoru při $ \beta = 1$
G	vodivost
i	okamžitá velikost proudu
I_b, I_e, I_k	efektivní proud báze, emitoru, kolektoru
I_B, I_E, I_K	stejnoseměrný proud báze, emitoru, kolektoru
I_D	stejnoseměrný proud diody v propustném směru
I_{DZ}	stejnoseměrný proud diody v závěrném směru
I_{BS}	nadbytečný proud báze k udržení tranzistoru v nasyceném stavu
$I_{B\bar{N}}$	proud báze na hranici nasycení
I_{KBO}, I_{EBO}	zbytkový proud kolektoru při $I_E = 0$, emitoru při $I_K = 0$
I_{KEO}	zbytkový proud kolektoru při $I_B = 0$
I_{BM}, I_{EM}, I_{KM}	vrcholové velikosti proudů se stejnoseměrnou složkou
I_{bm}, I_{em}, I_{km}	vrcholové velikosti proudů bez stejnoseměrné složky
k, K	index vztažený ke kolektoru
k	Boltzmannova konstanta $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$
k_i	teplotní činitel zbytkového proudu
\ln	přirozený logaritmus
L	indukčnost
m	počet vstupů
n	počet výstupů
N	počet závitů
p	převodní poměr
p_R	poměrná tolerance od
p_E	poměrná tolerance na
P	výkon
Q	náboj

r_e, r_b, r_k	diferenciální odpor emitoru, báze, kolektoru
$r_{BB'}$	vnitřní odpor báze (pro stejnosměrný proud)
R	odpor ve vnějším obvodu
s	činitel nasycení tranzistoru
t	čas
t_n	náběhová doba
t_d	doběhová doba
t_z	zotavovací doba
Θ	absolutní teplota [$^{\circ}\text{K}$]
u	okamžitá velikost napětí
U_e, U_b, U_k	efektivní napětí emitoru, báze, kolektoru
U_{BE}, U_{KE}, U_{KB}	velikosti stejnosměrných napětí
α	proudový zesilovací činitel v zapojení se společnou bází
α_0	stejnoseměrný proudový zesilovací činitel v zapojení se společnou bází
β	proudový zesilovací činitel v zapojení se společným emitorem
β_0	stejnoseměrný proudový zesilovací činitel v zapojení se společným emitorem
ϑ	teplota [$^{\circ}\text{C}$]
τ	časová konstanta
ω	úhlový kmitočet [rad/s]