

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAKŮ A SYMBOLŮ	8
1 DETEKTORY ZÁŘENÍ	11
2 FOTODETEKTORY	13
2.1 Fotoelektrický jev a jeho fyzikální podstata	14
2.2 Typy fotodetektorů	14
2.2.1 Podmínky fotoelektrického jevu	15
2.2.2 Fotodetektory s podélným elektrickým polem	16
2.3 Vnitřní fotoelektrický jev	16
2.4 Ideální fotodetektor	17
2.4.1 Voltampérová (VA) charakteristika ideálního FD	17
2.5 Reálný fotodetektor	19
2.6 Parametry reálného FD	20
2.6.1 Neidealita a její měření	21
2.6.2 Výstupní napětí naprázdno	22
2.6.3 Výstupní proud nakrátko	24
2.6.4 Závěrný proud	25
2.6.5 Charakteristický odpor	27
2.6.6 Odpor za tmy	27
2.6.7 Napětí a proud maximálního výkonu	28
2.6.8 Činitel zaplnění (FF – Fill Factor)	31
2.6.9 Citlivost proudová, napěťová, spektrální	31
2.6.10 Kvantová účinnost	32
2.6.11 Pohltivost	32
2.6.12 Šumové parametry	34
2.6.13 Parazitní parametry	35
2.6.14 Parametry dynamického režimu	40
2.7 Citlivost fotodetektoru	42
2.7.1 Mezní hodnota vlnové délky	43
2.7.2 Mezní hodnota citlivosti	43
2.8 Vliv vstupního ozáření na parametry FD	44

3	NESTABILITY FOTODETEKTORU	47
3.1	Vliv teploty na úroveň Fermiho hladiny	48
3.2	Vliv teploty na koncentraci nosičů	49
3.2.1	Pro vlastní polovodič	49
3.2.2	Pro nevlastní polovodič	50
3.3	Spektrální citlivost a vlivy na její velikost	52
3.3.1	Teplotní závislost pohltivosti	52
3.3.2	Teplotní závislost kvantové účinnosti	53
3.3.3	Změna spektrální citlivosti vlivem vnějšího napětí	53
3.3.4	Změna spektrální citlivosti vlivem teploty FD	54
3.3.5	Vliv zátěže na spektrální charakteristiku	55
3.4	Závěrný proud a jeho nestability	57
3.5	VA charakteristika a vlivy na ní	59
3.5.1	Absolutní citlivost výstupního proudu na teplotě	59
3.5.2	Absolutní citlivost výstupního napětí na teplotě	61
3.5.3	Absolutní citlivost výstupního napětí naprázdno na teplotě	62
3.5.4	Teplotní kompenzace pracovního režimu	63
3.6	Modely fotodetektoru	67
3.6.1	Elektrický model FD	67
3.6.2	Tepelný model FD	71
4	TEPELNÉ DETEKTORY	77
4.1	Princip funkce tepelného detektoru	79
4.1.1	Zářivý tok tvaru jednotkového skoku	80
4.1.2	Zářivý tok tvaru harmonického signálu	80
4.1.3	Tepelná kapacita detektoru	81
4.1.4	Tepelná vodivost detektoru	82
4.1.5	Mezní kmitočet detektoru	82
4.1.6	Dynamické chování detektoru	83
4.2	Termoelektrické detektory	83
4.2.1	Emise elektronů	83
4.2.2	Kontaktní napětí	84
4.2.3	Rozdíl kontaktních potenciálů	85
4.2.4	Seebeckův jev	86

4.3	Bolometry	87
4.3.1	Princip bolometru	87
4.3.2	Spektrální citlivost	88
4.3.3	Integrální citlivost	88
4.3.4	Náhradní zapojení	89
4.3.5	Časová konstanta	89
4.3.6	Mezní kmitočet	90
4.4	Pyroelektrické detektory	91
4.4.1	Elektrická polarizace	91
4.4.2	Vektor polarizace	92
4.4.3	Princip pyrodetektoru	92
4.4.4	Stanovení výstupního signálu	93
4.4.5	Určení časové změny teploty	94
4.4.6	Prahová citlivost	95
4.4.7	Vlastnosti pyrodetektorů	96
4.5	Termokamery	96
4.5.1	Aplikace termovizního systému	97
5	TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ	99
5.1	Modely záření	100
5.2	Kvantová povaha záření	101
5.3	Tepelné záření	101
5.4	Metody bezdotykového měření teploty	103
5.4.1	Objektivní metody měření teploty	104
5.5	Emisivita	106
5.6	Chyby bezdotykového měření teploty	107
5.7	Citlivosti parametrů	108
5.7.1	Absolutní citlivost měření teploty	110
5.7.2	Relativní citlivost měření teploty	111
5.7.3	Semirelativní citlivost měření teploty	113
5.7.4	Citlivost poměrového měření teploty	114
5.7.5	Maximum poměru $R(T\lambda_2)$	116
5.7.6	Absolutní citlivost poměru $R_0(T\lambda_{2\max})$ na teplotě	117
5.7.7	Relativní citlivost poměru $R_0(T\lambda_2)$ na teplotě	119
	LITERATURA	123

PŘÍLOHA I

POJMY A VELIČINY POUŽÍVANÉ V PYROMETRII 126

A.	Vybrané pojmy	126
A.1	Záření	126
A.2	Směr záření	126
A.3	Rychlost šíření záření	127
A.4	Bodový zdroj záření	127
A.5	Izotropní zdroj záření	127
A.6	Tepelný zářič	127
A.7	Tepelné záření	127
A.8	Teplo	127
A.9	Teplotní záření	128
A.10	Teplota	128
A.11	Infračervené záření	128
A.12	Ochlazování těles	129
A.13	Černé těleso (zářič)	129
A.14	Černé těleso – černý zářič	129
B.	Vybrané veličiny	130
B.1	Zářivá energie	130
B.2	Spektrální zářivá energie	130
B.3	Objemová hustota zářivé energie	130
B.4	Spektrální hustota zářivé energie	130
B.5	Zářivý tok	131
B.6	Plošná hustota zářivého toku	131
B.7	Spektrální zářivý tok	131
B.8	Plošná hustota spektrálního zářivého toku	131
B.9	Intenzita vyzařování	132
B.10	Spektrální intenzita vyzařování	132
B.11	Zářivost	132
B.12	Spektrální zářivost	132
B.13	Zář	133
B.14	Spektrální zář	133
C.	Poměrné veličiny	134
C.1	Emisivita	134
C.2	Směrová emisivita	134

C.3	Spektrální emisivita	134
C.4	Pásmová emisivita	134
C.5	Pohltivost (absorpce)	135
C.6	Spektrální pohltivost (absorpce)	135
C.7	Odrazivost (reflektance)	135
C.8	Spektrální odrazivost (reflektance)	135
C.9	Propustnost (transmitance)	135
C.10	Spektrální propustnost (transmitance)	136
D.	Zákony teplotního záření	136
D.1	Kirchhoffův zákon	136
D.2	Stefanův-Boltzmannův zákon	138
D.3	Wienův zákon posuvu	138
D.4	Planckův zákon	138
E.	Významné konstanty	138
	Závěr	140
	Literatura k Příloze 1	140

PŘÍLOHA II

	TABULKY DETEKTORŮ	141
P2.1	Porovnávací tabulka Si fotodiod	141
P2.2	Křemíkové PIN fotodiody	141
P2.3	InGaAs fotodiody	142
P2.4	InGaAs-PIN detektory	142
P2.5	Infra termočlánky	142
P2.6	CHOPPERS – optické prerušovače	142
P2.7	Germaniové fotodiody (Judson Technologies)	143
P2.8	Sendvičové (dvoumateriálové) detektory	143
P2.9	Pyroelektrické detektory	144
P2.10	Detektory termokamer	144

PŘÍLOHA III

	MEZINÁRODNÍ TEPLTNÍ STUPNICE ITS-90	146
--	--	------------

	REJSTŘÍK	149
--	-----------------------	------------

	KNIHY NAKLADATELSTVÍ BEN	151
--	---------------------------------------	------------

	ADRESY PRODEJEN TECHNICKÉ LITERATURY	159
--	---	------------