

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI

Facultatea / Departamentul: Electronica, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Domeniul: Electronica, Specializarea Microelectronică, optoelectronică și nanotehnologii

Disciplina : Optoelectronică: structuri, tehnologii, circuite

Anul de studii ___4___, Sesiunea _____ianuarie_____ / ___2011_

BILET DE EXAMEN NR. 1

timp de lucru :2 ore / orice material autorizat

1. (3p) Trebuie să proiectați un dispozitiv de afișare a nivelului cu LED-uri (de exemplu un VU-metru pentru un casetofon). Dispozitivul va consta din 7 LED-uri verzi și 3 roșii. Puterile optice emise trebuie să fie cât mai mari posibile. Toate LED-urile trebuie să ofere aceeași luminanță relativă, cu excepția semnalizării depășirii nivelului maxim care se face prin dublarea luminanței ultimului LED roșu (exemplu: 1 – V, 2 – VV, 3 – VVV,, 8 – VVVVVVVV,, 10 – VVVVVVVVRRR, 11+ – VVVVVVVVRRR2R). Parametrii de catalog pentru LED-urile folosite sunt:

Part No.	Chip			Absolute Maximum Ratings				Electro-optical Data(At 20mA)			Viewing Angle
	Material /Emitted Color	Peak Wave Length λ_p (nm)	Dominant Wave Length λ_d (nm)	$\Delta\lambda$ (nm)	Pd (mw)	If (mA)	Peak (mA)	Vf (V)		Iv (mcd)	$2\theta_{1/2}$ (deg)
								Typ.	Max	Typ.	
BL-BF43V1	GaAlAs/ DDH Super Red	660	643 ± 5	20	80	35	150	2.0	2.6	675	24
BL-BG63V1	InGaN/SiC/ Green	525	525 ± 5	35	120	40	150	3.5	4.0	5700	23

a) (1p) Calculați curentul maxim absorbit de dispozitiv de la sursă.

b) (2p) Dacă acest dispozitiv trebuie să fie vizibil de la o distanță de 12.5m (iluminare maximă 43lx) găsiți o soluție de implementare și determinați și în acest caz curentul maxim.

2. (3p) Un sistem de transmisie de date este realizat cu dispozitivele (dioda laser/fotodiodă) din anexă. Emițătorul și receptorul sunt conectate cu o fibră monomod având atenuarea de $0.31 \div 0.33 \text{ dB/km}$, panta dispersiei $S_0 = 0.085 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ în jurul lui $\lambda_0 = 1317 \text{ nm}$ (Fibra nr.3 din problemele rezolvate) și lungimea de 105km.

a) (1p) Va funcționa legătura în cel mai defavorabil caz?

Relația de calcul a puterii minime detectabile de către o fotodiodă în funcție de responsivitate, bandă și curentul de întineric (Casian - Structuri optoelectronice, p.66):

$$P_{min} = \frac{1}{r} \sqrt{\pi e B_s I_D}$$

b) (2p) Calculați viteza maximă a legăturii în cazul cel mai defavorabil (dispersie maximă)

$$v[\text{Gb/s}] \cong 2 \cdot B_{el}[\text{GHz}]$$

3. (1p) O diodă laser are curentul de prag $I_{th} = 8.9 \text{ mA}$ și o responsivitate $r = 0.30 \text{ mW/mA}$. Puterea de saturație a diodei este 6.9 mW . Care este puterea optică emisă la o polarizare cu a) 10mA, b) 20mA c) 30mA?

4. (1p) O sursă luminoasă emite o putere optică de 7.3 dBm la intrarea unei fibre de lungime 15 km. Puterea măsurată la ieșire este de $70 \mu\text{W}$. Care este atenuarea fibrei (exprimată în dB/km)?

5. (2p) Controlul puterii în emițătoarele cu diodă laser. Necesitate, schemă tipică, comportare în frecvență.

ASP (2p) Scrieți valoarea care lipsește:

a) (0.3p) 16, 8, 24, 20, 10, 30, 26, _____

b) (0.3p) 256, 225, 196, 169, _____

c) (0.3p) 1, 4, 9, 16, 25, 36, _____

d) (0.3p) 2, 6, 14, _____, 62, 126

e) (0.3p) 8, 27, 64, _____, 216, 343

f) (0.3p) 16, 14, 17, 13, 18, 12, 19, _____

Examinator, sl. Radu Damian

Student: _____

ELECTRICAL-OPTICAL CHARACTERISTICS

Unless otherwise stated, all parameters are at $T_{CASE} = 25^{\circ}C$, $T_{RANGE, CASE} = -5$ to $85^{\circ}C$, 10.3125 Gbps, PRBS 2³¹-1

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Notes
Threshold Current	$T = 25^{\circ}C$ $T = T_{RANGE}$	I_{TH}		8	35	mA	
Operating Current	$T = 25^{\circ}C$ $T = T_{RANGE}$	I_{OP}		35	70	mA	1
Modulation Current	$T = 25^{\circ}C$ $T = T_{RANGE}$	I_{MOD}		25	60	mA	ER~4.5dB ER~6.5dB
Output Power	$I_F = I_{OP}$	L_{OP}	-3.5		-1.0	dBm	2
Slope Efficiency	$T = 25^{\circ}C$, SMF	η		0.023		mW/mA	
Extinction Ratio	$T = T_{RANGE}$		3.5		6.5	dB	3
LA (wiggle)		LA			1.5	dB	4
Wavelength	$T = 25^{\circ}C$	λ	1291		1329	nm	
Spectral Width (-20dB)	$T = T_{RANGE}$	$\Delta\lambda$			1.0	nm	
Wavelength temperature coefficient		$\Delta\lambda/\Delta T$		0.09		nm/ $^{\circ}C$	
Side Mode Suppression	$T = T_{RANGE}$	SMSR	35			dB	5
Transmitter Reflectance		RL			-25	dB	
Mask Margin	$T = 25^{\circ}C$ $T = T_{RANGE}$	MM			12 10	%	6
Rise / Fall Time		T_r T_f		35 45		ps	6
Forward Voltage	$I = I_{OP}$, $T = T_{RANGE}$	V_f	1		1.6	V	
TOSA Input Resistance	$I = I_{OP}$, $T = T_{RANGE}$	R_{DIFF}	30	34	40	Ohms	7
Monitor Current	$T = 25^{\circ}C$, $I = I_{OP}$, $V_B = -2.5V$	I_{MON}	25		1000	μA	
Power Tracking Error	$I_{MON} = \text{Constant}$	TE	-1.5		1.5	dB	8
Monitor Dark Current	$T = 25^{\circ}C$, $V_B = -2.5V$ $T = T_{RANGE}$, $V_B = -2.5V$	I_D			10 100	nA	
Monitor Diode Capacitance	$V_B = -2.5V$	C_{MON}			10	pF	
Optical Return Loss Tolerance		ORL	12			dB	
Differential Return Loss	0.1 < f < 7.5 GHz 7.5 < f < 12.5 GHz	S_{DD11}			-10 -6	dB	
Case to Signal Isolation		R_{ISO}	10			K ohms	

Notes:

1. Operating current is the average bias current required to meet the ER, rise/fall, and bandwidth specifications. The target operating condition is 35 mA over threshold at high temperature, 30mA over threshold at RT.
2. Output power specification is defined into single-mode fiber(SMF 28).
3. TOSA would be capable of meeting other specifications when modulated over this ER range.
4. Maximum change in power as fiber is rotated by 360°.

Continued...

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Rating
Storage temperature	-40°C to +85°C
Case operating temperature	-40° to +85°C
Lead solder temperature	260°C, 10 seconds
PIN Reverse Voltage	10V
PIN Forward Current	2mA
Incident Optical Power	+6 dBm average, +10 dBm peak
ESD exposure level (human body model)	50V

NOTICE: Stresses greater than those listed under “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operations section for extended periods of time may affect reliability.

NOTICE: The inherent design of this component causes it to be sensitive to electrostatic discharge (ESD). To prevent ESD-induced damage and/or degradation to equipment, take normal ESD precautions when handling this product.



ELECTRICAL-OPTICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

VCSEL Parameters	Test Condition	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Notes
Responsivity	λ 1310nm, $V_r=5v$	R	0.80	0.85		mA/mW	1
Capacitance	F=100KHz	C	0.2	0.35	0.45	pF	2
Wavelength Response		λ_{RESP}	1260	1310	1600	nm	3
Dark Current	$V_R = 5V$	I_{DARK}			5	nA	
PIN -3dB Bandwidth	Into 50Ω, -5V bias	BW	6	7		GHz	4
Rise/Fall Time	P=0.1mW p-p	T_R / T_F		50	100	ps	5
Maximum Fiber Input Power	$\lambda=1310\text{nm}$	P_{MAX}	3			mW	
Optical Return Loss		ORL	23			dB	

NOTES

1. Responsivity is for the entire pigtailed assembly, measured at 1310nm.
2. Capacitance is measured at 5V reverse bias. The PIN structure is fully depleted at less than 2V reverse bias.
3. Photodiode may respond to wavelengths outside this range, but is not guaranteed to do so.
4. Bandwidth is measured using small signal analysis.
5. The rise and fall times are measured using a laser source with transition times less than 30ps (20-80%), and an average power of 0.5mW.

Bilet nr 1.

1. a) Curentul maxim este cel prin LED-ul roșu care semnalizează depășirea $I_{2R} = I_{fR} = 35\text{mA}$. Celelalte LED-uri roșii vor avea un curent $I_R = I_{2R} / 2 = 17.5\text{mA}$ și o intensitate luminoasă $I_{VR}[17.5\text{mA}] = I_{VR}[20\text{mA}] \cdot 17.5/20 = 590.6\text{mcd}$. Led-urile verzi au nevoie de curent mai mic pentru a oferi aceeași luminozitate aceeași luminozitate: $I_V = I_R \cdot I_{VR}[20\text{mA}] / I_{VV}[20\text{mA}] = 17.5 \cdot I_{VR}[\text{catalog}] / I_{VV}[\text{catalog}] = 4.14\text{mA}$, $I_{\text{total}} = 7 \cdot I_V + 2 \cdot I_R + I_{2R} = 99.0\text{mA}$.

b) $I_{V\text{nec}} = E \cdot r^2 = 6718.75\text{cd}$. Pentru a obține această iluminare de la LED-urile roșii avem nevoie de $N = I_{V\text{nec}} / I_{VR}[17.5\text{mA}] / 11 = 1035$ LED-uri. Această situație e valabilă și pentru LED-urile verzi. Consum total $I_{\text{total}}[b] = N \cdot I_{\text{total}} = 102.48\text{A}$.

2. a) Sensibilitatea receptorului $P_{\text{min}} = 5.24\text{nW} = -52.8\text{dBm}$. La intrare, cazul cel mai defavorabil (catalog) $P_{\text{in}} = -3.5\text{dBm}$. Atenuarea pe fibră maximă $A_f = 0.33 \cdot 105\text{dB}$, puterea la ieșire $P_{\text{out}} = P_{\text{in}} - A_f = -38.15\text{dBm}$. $P_{\text{out}} > P_{\text{min}}$, legătura funcționează cu o rezervă de 14.65dB .

b) $D(1291\text{nm}) = -2.28\text{ps/nm/km}$; $D(1329\text{nm}) = 1.01\text{ps/nm/km}$. Cazul cel mai defavorabil (dispersie pozitivă) la 1329nm . $\Delta\tau = D(1329\text{nm}) \cdot 1\text{nm} [\text{catalog}] \cdot 105\text{km} = 105.66\text{ps}$. $B_{\text{el}} = 0.44 / \Delta\tau / 1.41 = 2.94\text{GHz} < BW_{\text{FD}} = 6\text{GHz}$ (catalog), $V_{\text{max}} = 2 \cdot B_{\text{el}} = 5.9\text{Gb/s}$

3. a) 0.33mW , b) 3.33mW , c) 6.33mW

La curent de 30mA dioda NU este saturată.

4. $P_{\text{in}} = 7.3\text{dBm} = 5.37\text{mW}$. Atenuarea pe fibră $A_f = 5.37\text{mW} / 70\mu\text{W} = 76.72 = 18.85\text{dB}$. $A_{\text{dB/km}} = 1.26\text{dB/km}$

ASP: a) 13 b) 144 c) 49 d) 30 e) 125 f) 11

Prezența la curs 1p.