



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

UNIVERSITY OF THE AEGEAN

DEPARTMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING

## 321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Διδάσκων: Μεσαριτάκης Χάρης (Θεωρία), Σαραντόγλου Γεώργιος (Εργαστήριο)

---

### 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

---

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

Σάμος, Τρίτη 30 Νοεμβρίου, 2021



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

### **Κατάλογος Περιεχομένων**

<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u></b>	Ερώτηση 1 .....	σελ. 03
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u></b>	Ερώτηση 2 .....	σελ. 05
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u></b>	Ερώτηση 3 .....	σελ. 08
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u></b>	Ερώτηση 4 .....	σελ. 10



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Ερώτηση 1



**ΕΡΩΤΗΣΗ 1:** Να δείξετε με αριθμητικές πράξεις πως προκύπτουν τα αποτελέσματα στην ενότητα 2.3. Υποθέστε ότι  $R_{sp} \approx 0$ .

Τυπολόγιο που θα χρησιμοποιήσω:

$$\frac{dP_v}{dt} = G_v P_v + R_{sp} - \frac{P_v}{\tau_p} \quad (1)$$

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Με την χρήση του τύπου (1), έχω:

Έχουμε τα εξής:  $R_{sp} \approx 0$ ,  $P_v = 0$ , και με ανάθεση  $\frac{dP_v}{dt} = 0$

Άρα έχω:

$$\frac{dP_v}{dt} = G_v P_v - \frac{P_v}{\tau_p} \Rightarrow \frac{dP_v}{dt} = G_v * 0 - \frac{0}{\tau_p} \Rightarrow \frac{dP_v}{dt} = 0 \Rightarrow 0 = 0 \text{ ισχύει}$$



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### Ερώτηση 2



**ΕΡΩΤΗΣΗ 2:** Υπολογίστε το ρεύμα κατωφλίου με χρήση της θεωρίας. Στη συνέχεια υπολογίστε την οπτική ισχύ στην έξοδο του laser όταν εφαρμόζουμε ρεύμα ίσο με  $I = 1.2I_{th}$ .

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

$$\text{Frequency} = c / \lambda_0 = 3 \cdot 10^{17} / 1550 = 1.94e + 14 \text{ Hz}$$

$$\text{Active Layer Volume} = 0.00015 \cdot 0.00002 \cdot 0.01 = 3e - 11 \text{ cm}^3$$

$$\text{Carrier Density at Transparency} = (1e18) \cdot (3e - 11) = 30000000 \text{ cm}^{-3}$$

$$v_g = \frac{29.979.245.800}{3.5} = 8.565.498.800 \text{ cm / s}$$

$$g_{th} = a_m + a_{int} = \frac{1}{2L} \cdot \ln \left( \frac{1}{R_1 R_2} \right) + a_{int} = \frac{1}{2 \cdot 0.01} \cdot \ln \left( \frac{1}{0.00015 \cdot 0.00002} \right) + 3500 = 4481.233$$

$$\tau_p = (g_{th} \cdot v_g)^{-1} = 4481.233 \cdot 8.565.498.800 = (3.84e + 13)^{-1} = 2.60e - 14$$

$$N = N_0 + (\tau_p v_g \sigma L(v))^{-1} = (1e + 18 \cdot 3e - 11) + ((2.6e - 14) \cdot (2e - 8) \cdot 1)^{-1} = 1.92e + 21$$

$$I_{th} = \frac{qN}{\tau_c} = \frac{(1.6e - 19) \cdot (1.92e + 21)}{1.5} = 204.8 \text{ mA}$$

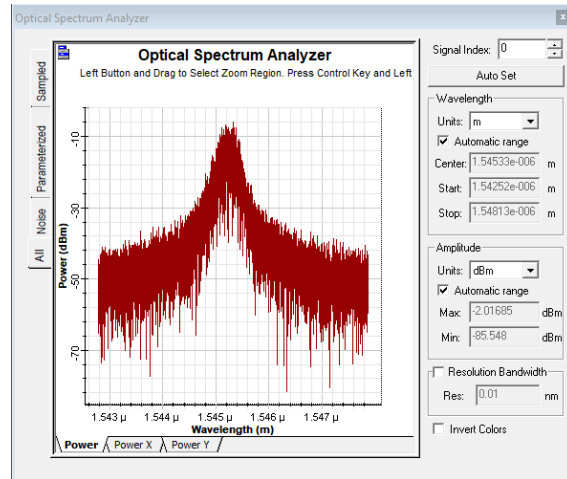
Αφού κάνουμε όλες τις παραπάνω πράξεις, αντικαθιστούμε τα αποτελέσματα στα απαραίτητα πεδία. Βλέποντας τα διαγράμματα στο Optical Spectrum Analyzer και στο Optical Time Domain Visualizer υπάρχει ευθεία γραμμή. Πιθανόν να είναι δικό μου λάθος από μετατροπές. Καταναλώθηκε αρκετός χρόνος για να διορθωθεί δίχως αποτέλεσμα.

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Laser Rate Equations Properties' dialog box. The left screenshot shows the 'Main' tab with parameters like Frequency, Power, Bias current, Modulation peak current, Threshold current, and Threshold Power. The right screenshot shows the 'Physical' tab with parameters like Active layer volume, Group velocity, Quantum efficiency, Differential gain coefficient, Carrier density at transparency, Mode confinement factor, Recombination model, Carrier lifetime, Recombination coefficient, Photon lifetime, Spontaneous emission factor, Gain compression coefficient, and Linewidth enhancement factor.

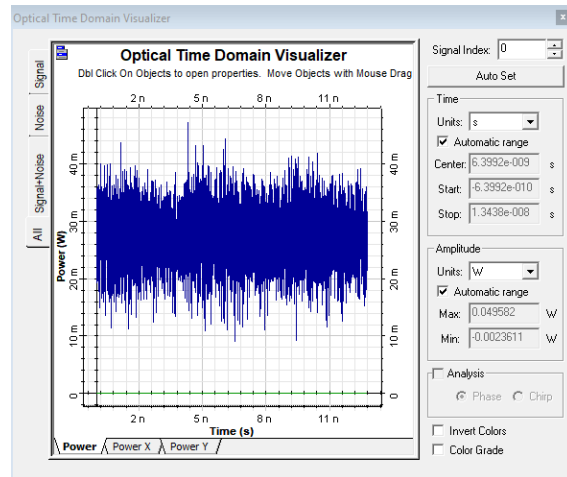


Βρήκαμε ότι η  $I_{th}=204.8\text{mA}$ . Το ρεύμα που θα βάλουμε θα είναι ίσο με  $I = 1.2I_{th}$ . Δηλαδή  $I=245.76\text{mA}$ .

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency	1.94e+014	Hz	Normal
<input type="checkbox"/>	Calculate current			Normal
<input type="checkbox"/>	Power	10	dBm	Normal
<input type="checkbox"/>	Power at bias current	0	dBm	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Bias current	245.76	mA	Normal
<input type="checkbox"/>	Modulation peak current	0	mA	Normal
<input type="checkbox"/>	Threshold current	93.13228302536	mA	Normal
<input type="checkbox"/>	Threshold Power	0.5202738454124	mW	Normal



Στα διπλανά στιγμιότυπα βλέπουμε ότι με την αύξηση του Bias Current στο 1,2 του  $I_{th}$ , το laser αρχίζει να δουλεύει έστω και όχι τόσο καλά όσο θα θέλαμε. Η οπτική ισχύς είναι -2dBm. Πιθανώς μετατροπές και πράξεις να έγιναν λάθος. Κατανάλωσα αρκετό χρόνο χωρίς αποτέλεσμα.





321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Ερώτηση 3

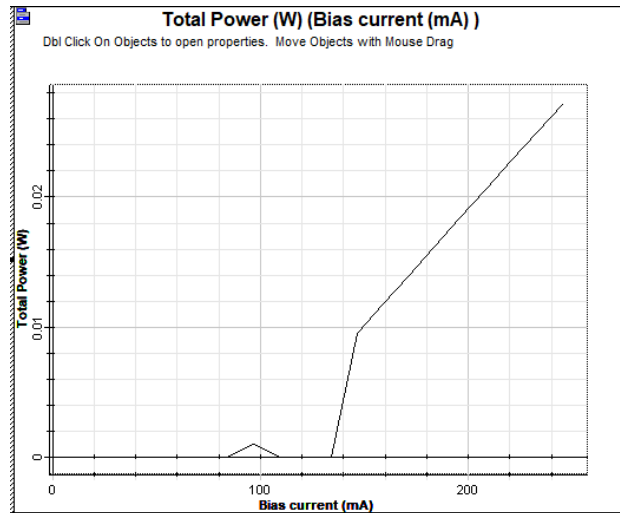




**ΕΡΩΤΗΣΗ 3:** Με παραμετρική ανάλυση, δείξτε την PI γραφική που δείχνει την σχέση οπτικής ισχύος με το ρεύμα άντλησης. Βρείτε το ρεύμα κατωφλίου μέσω της γραφικής παράστασης. Συμφωνεί με την τιμή που υπολογίσατε στην προηγούμενη άσκηση ;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ:**

Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η σχέση της οπτικής ισχύος με το ρεύμα άντλησης. Στο διάγραμμα φαίνεται το ρεύμα κατωφλίου ως 134,086 που είναι μικρότερο από 245,76 που βρήκα.





321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### Ερώτηση 4



**ΕΡΩΤΗΣΗ 4:** Επαναλάβετε πάλι την ανάλυση απόκρισης σε ημιτονοειδή διέγερση για αυτό το laser και δείξτε την απόκριση του laser για διαφορετικές συχνότητες του ημιτόνου. Χρησιμοποιήστε το Excel/OriginLab/Gnuplot ή όποιο άλλο εργαλείο θέλετε για την απεικόνιση της γραφικής παράστασης.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

$f=1.7\text{GHz} \Rightarrow -55.9$

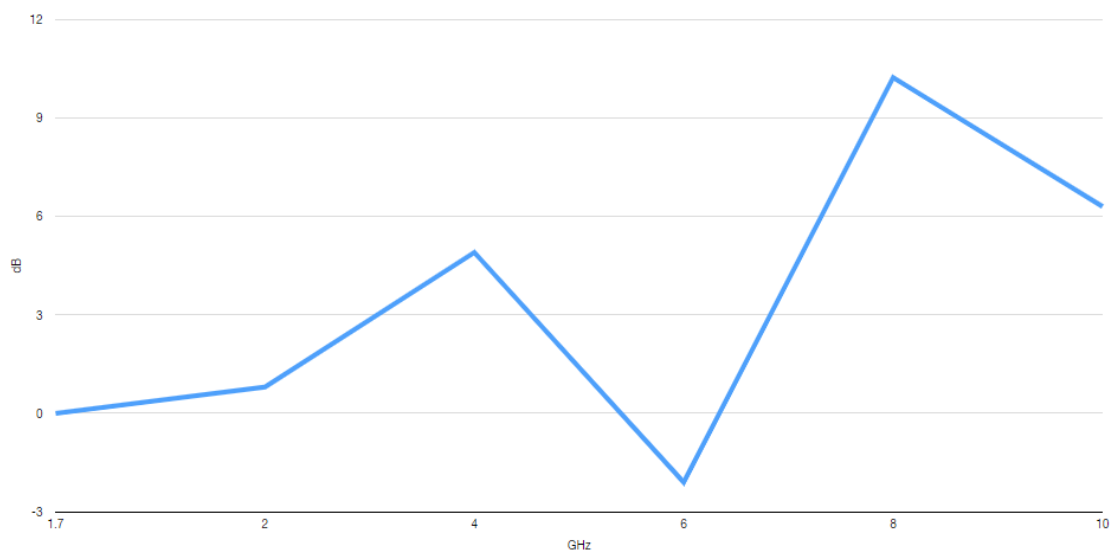
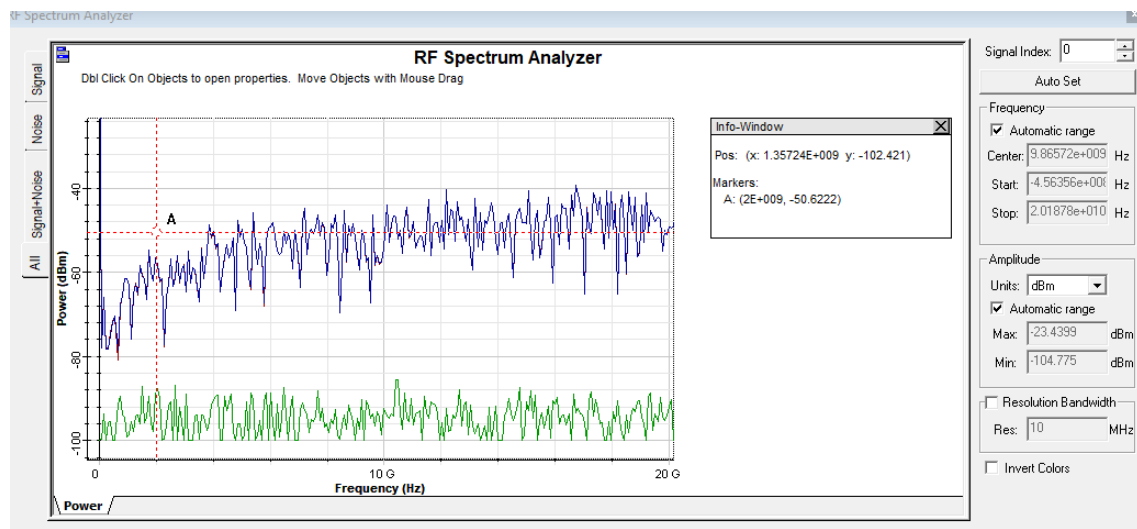
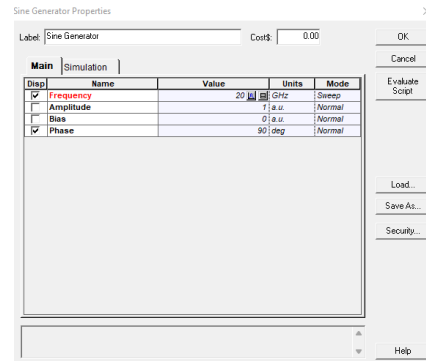
$f=2\text{GHz} \Rightarrow -56.7$

$f=4\text{GHz} \Rightarrow -51$

$f=8\text{GHz} \Rightarrow -58$

$f=15\text{GHz} \Rightarrow -45.67$

$f=20\text{GHz} \Rightarrow -49.6$





**321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες**

**Τίτλος Μελέτης:** 3<sup>η</sup> Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

Από το παραπάνω διάγραμμα δεν μπορούμε να δούμε και πολλά διότι έχουν γίνει λάθος κάποιες μετατροπές. Κανονικά όσο αυξάνει η συχνότητα του σήματος εισόδου (ημίτονο), το laser δεν μπορεί να αντιληφθεί τόσο γρήγορες αλλαγές. Επομένως όσο αυξάνεται η συχνότητα, τα dB θα έπεφταν σταδιακά.

# ΠΕΡΑΣ 3<sup>ης</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ  
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

UNIVERSITY OF THE AEGEAN  
DEPARTMENT OF INFORMATION AND  
COMMUNICATION SYSTEMS ENGINEERING

**Kyriazis Ioannis**

Copyright © 2021 – All Rights Reserved