



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)

4^η Εργαστηριακή Άσκηση

3212018107 Κυριαζής Ιωάννης

Σάμος, Τρίτη 14 Δεκεμβρίου, 2021



Κατάλογος Περιεχομένων

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	Ερώτηση 1	σελ. 03
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	Ερώτηση 2	σελ. 05
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	Ερώτηση 3	σελ. 07
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	Ερώτηση 4	σελ. 09
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u>	Ερώτηση 5	σελ. 12



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ερώτηση 1



ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Στο Σχήμα 10 παρουσιάζεται ένα σήμα πριν (a) και μετά (b) τον EDFA. Υπολογίστε το OSNR για αυτές τις δύο περιπτώσεις. Η πληροφορία είναι στο κεντρικό μήκος κύματος $\lambda_0 = 1.55 \mu\text{m}$.

Τυπολόγιο που θα χρησιμοποιήσω:

$$\text{OSNR} = \frac{P_s}{P_n} \quad (1)$$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Με την χρήση του τύπου (1), έχω:

$$a) \quad \text{OSNR} = \frac{P_s}{P_n} = (P_s)_{\text{dBm}} - (P_n)_{\text{dBm}} = -6 + 66 = 60\text{dB}$$

$$b) \quad \text{OSNR} = \frac{P_s}{P_n} = (P_s)_{\text{dBm}} - (P_n)_{\text{dBm}} = 20 + 28 = 48\text{dB}$$



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

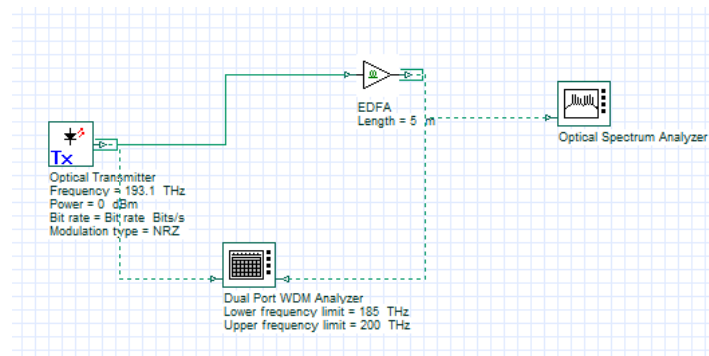
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ερώτηση 2

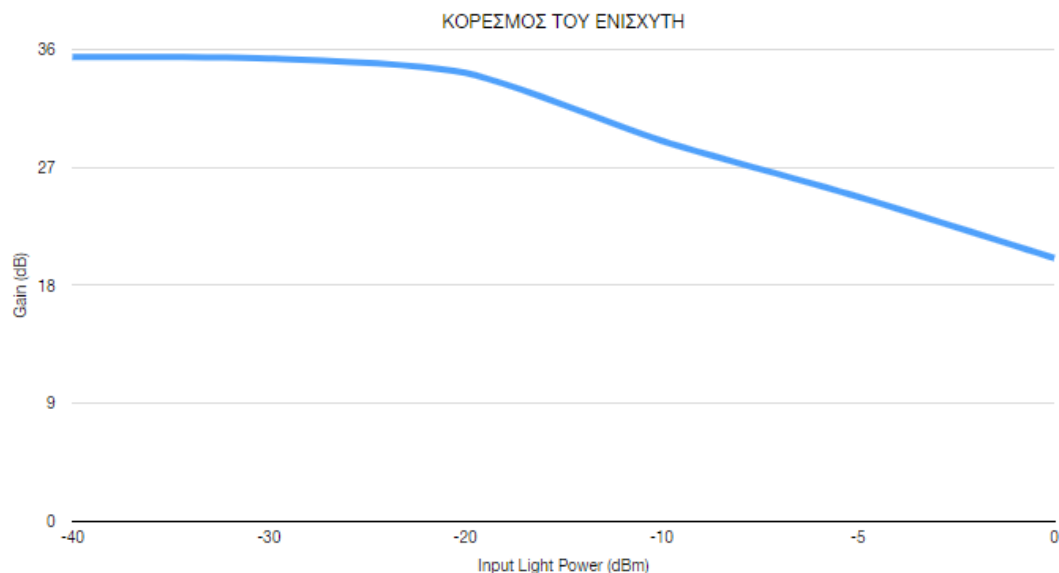


ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Φτιάξτε την διάταξη στο Σχήμα 11 . Με παραμετρική ανάλυση ως προς την ισχύ εισόδου δείξτε πως μεταβάλλεται το κέρδος του EDFA με την ισχύ εισόδου. Πιο συγκεκριμένα μεταβάλλετε την ισχύ εισόδου από – 40 dBm σε 0 dBm και φτιάξτε την ζητούμενη γραφική παράσταση με βάση όσα διδαχτήκατε στο Εργαστήριο 1. Ο EDFA έχει μήκος 5 m και ισχύ άντλησης 100 mW. Αναμένεται ένα σχήμα παρόμοιο με εκείνο στο Σχήμα 3.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:



Αφού φτιάξουμε την παραπάνω διάταξη, δοκιμάζουμε τα εξής νούμερα για ισχύ εισόδου: -40, -30, -20, -10, -5, 0. Παίρνουμε το παρακάτω διάγραμμα.



Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει η ισχύς εισόδου τόσο μειώνεται το κέρδος.



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ερώτηση 3

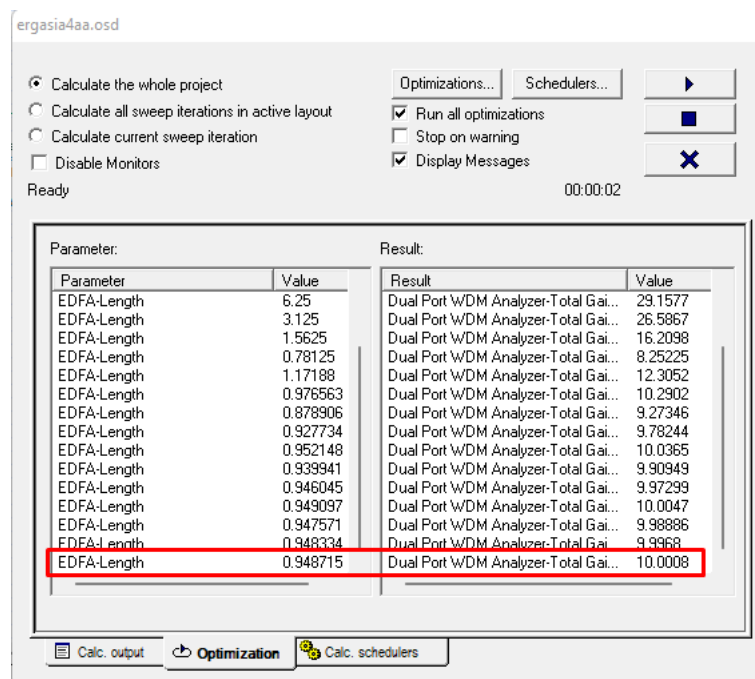


ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Δημιουργήστε τη διάταξη στο Σχήμα 12. Ο οπτικός attenuator εισάγει απώλειες 10 dB. Αν μια οπτική ίνα έχει απώλειες 0.2 dB/km, πόσα μέτρα οπτικής ίνας προσομοιώνει ο attenuator; Επιπλέον βρείτε πόσο πρέπει να είναι το μήκος του EDFA για πλήρη αντιστάθμιση των απωλειών 10 dB. Στο παράθυρο Dual Port WDM φαίνεται το κέρδος σε dB του EDFA. Μπορείτε να υπολογίσετε το σωστό μήκος είτε σαρώνοντας για πολλά μήκη του EDFA με την παραμετρική ανάλυση, είτε με χρήση του optimization (Εργαστήριο 1).

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

$$\frac{10 \text{ dB}}{0.2 \text{ dB / km}} = 50 \text{ χιλιόμετρα προσομοιώνει ο attenuator}$$

Για να πετύχουμε total Gain=10mW, θα πρέπει το EDFA να είναι 0,95 μέτρα.





321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

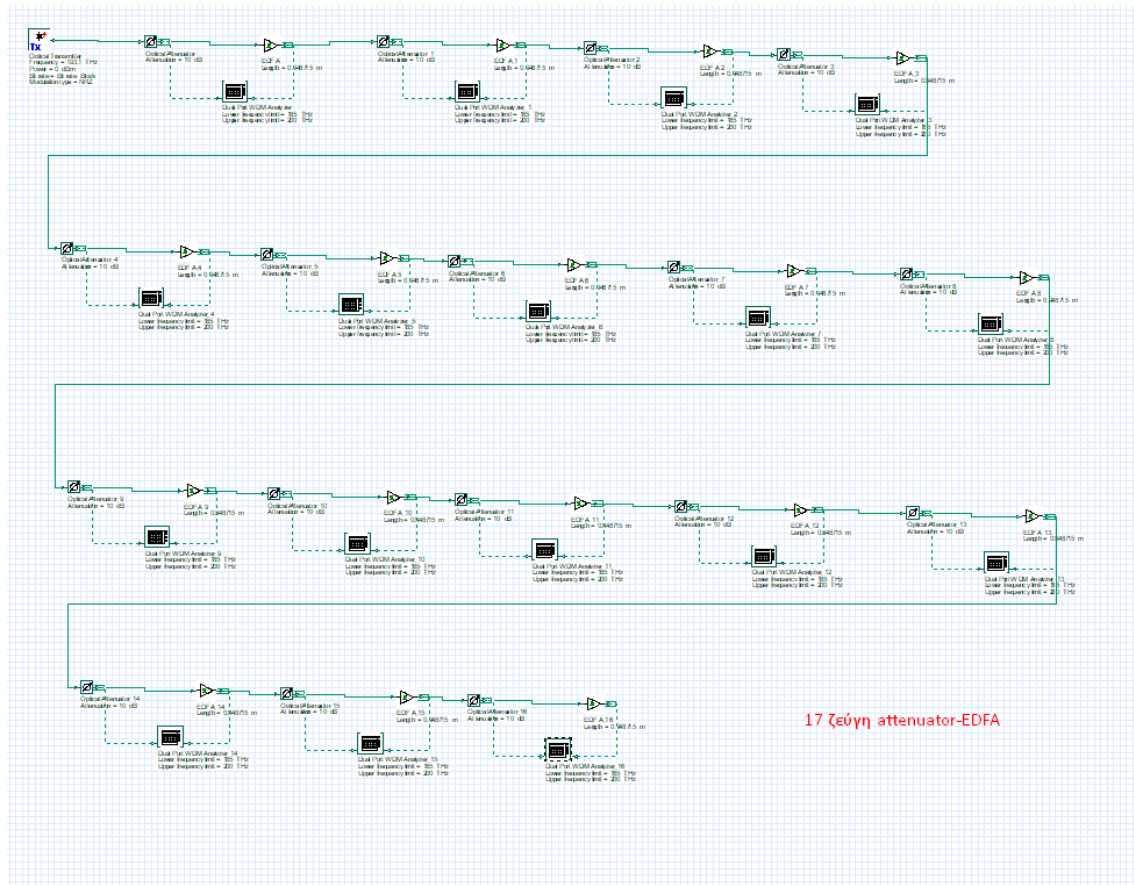
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Ερώτηση 4



ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Έστω ότι η σωστή απάντηση σχετικά με το μήκος του EDFA στο προηγούμενο ερώτημα είναι 0.94 m (χρησιμοποιήστε την απάντηση που βρήκατε στο Ερώτημα 3 αν το ολοκληρώσατε). Φτιάξτε μια αλυσίδα με πολλαπλούς EDFA όπως στο Σχήμα 6 και βρείτε πόσα ζεύγη attenuator-EDFA μπορώ να έχω μέχρι να πέσει το OSNR κάτω από 20 dB. Συγκρίνετε το αποτέλεσμα αυτό με το αποτέλεσμα της αλυσίδας EDFA στην ενότητα 3. Είναι καλύτερο να τοποθετείται ένας EDFA με υψηλή ενίσχυση κάθε 100 km ή ένας EDFA με χαμηλότερη ενίσχυση κάθε X m, όπου X είναι το μήκος της οπτικής ίνας που υπολογίσατε στο 3 ο ερώτημα ;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:





Input Signal (dBm)	Input Noise (dBm)	Input OSNR (dB)	Output Signal (dBm)	Output Noise (dBm)	Output OSNR (dB)
-32.1395	-53.8346	21.6951	-24.6775	-44.0156	19.3381

Signal Index: 0

Frequency: Units: THz

Power: Units: dBm

Resolution Bandwidth: Res: 0.10000 nm

Analysis Details

Από τα δύο παραπάνω στιγμιότυπα παρατηρούμε ότι για να πέσει το Output OSNR κάτω από 20dB θα πρέπει να χρησιμοποιήσω συνολικά 17 ζεύγη Attenuator-EDFA.

Σύμφωνα με αυτά τα αποτελέσματα είναι προτιμότερο να έχουμε έναν EDFA με υψηλή ενίσχυση κάθε 100 χιλιόμετρα διότι όπως είναι φυσικό, ο ενισχυτής ενισχύει και τον θόρυβο. Αυτό φαίνεται και στο πάνω στιγμιότυπο. Αν φτιάξουμε το ίδιο σύστημα χαμηλώνοντας την ενίσχυση και μειώνοντας το μήκος της EDFA έχοντας τον ίδιο αριθμό ζευγών Attenuator-EDFA (17 ζεύγη), παρατηρούμε ότι το OSNR γίνεται αρνητικός κάτι που υποδηλώνει ότι παίρνουμε περισσότερο θόρυβο από καθαρό σήμα.



321-8654– Οπτικές Επικοινωνίες

Τίτλος Μελέτης: 4^η Εργαστηριακή Άσκηση

Κυριαζής Ιωάννης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

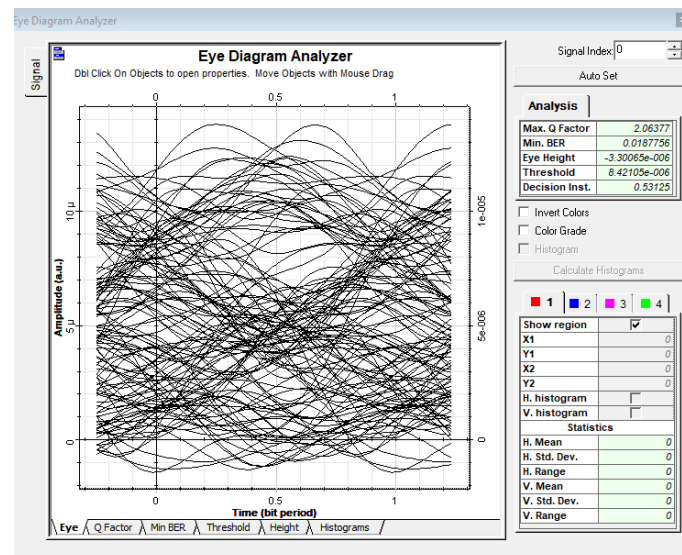
Ερώτηση 5



ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Φτιάξτε την διάταξη στο Σχήμα 13. Το σύστημα διαδίδει 128 bits με ρυθμό 10 Gbps. Θα δείτε ότι το BER στον πομπό είναι ίσο με 1, δεδομένου ότι υπάρχει το φαινόμενο των απωλειών και της χρωματικής διασποράς στην οπτική ίνα 100 km. Η οπτική ίνα έχει απώλειες 0.2 dB/km και συντελεστή διασποράς 16.75 ps/nm/km. Σας δίνεται μία DCF οπτική ίνα μήκους 10 km. Βρείτε τον συντελεστή διασποράς που χρειάζεται για αντιστάθμιση διασποράς και χρησιμοποιείτε την στην διάταξη σας (Εργαστήριο 2). Δείξτε το διάγραμμα ματιού. Βελτιώθηκε το BER; Αν όχι, σας δίνεται ένας EDFA ενισχυτής μήκους 1.9 m. Βρείτε την ισχύ άντλησης που χρειάζεται για να κάνει αντιστάθμιση των απωλειών στην οπτική ίνα 100 km. Τοποθετήστε τον ανάμεσα στην οπτική ίνα και το DCF. Δείξτε το διάγραμμα ματιού. Βελτιώθηκε το BER;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Τρέχουμε το σύστημα πριν οποιαδήποτε ρύθμιση και παίρνουμε το παρακάτω διάγραμμα που δείχνει το μάτι. Όπως βλέπουμε είναι χάλια.

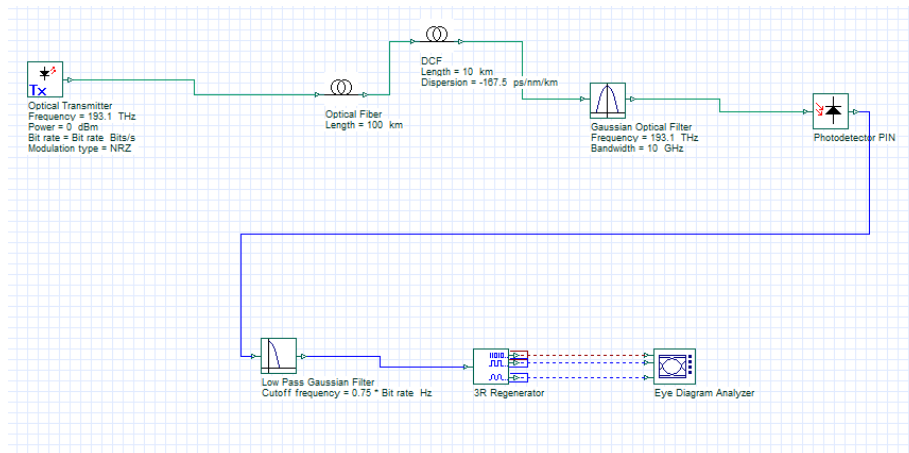


Βρίσκουμε τον συντελεστή διασποράς της DCF.

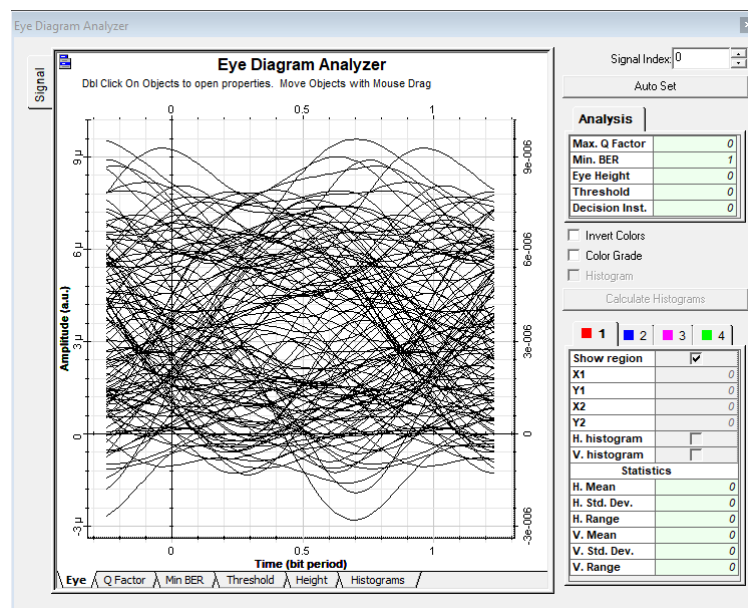
$$100 \cdot 16.75 + 10 \cdot D_2 = 0 \implies D_2 = -\frac{100 \cdot 16.75}{10} = -167.5 \text{ ps / km / nm}$$



Προσθέτουμε την DCF στο σύστημα και το ξανατρέχουμε.

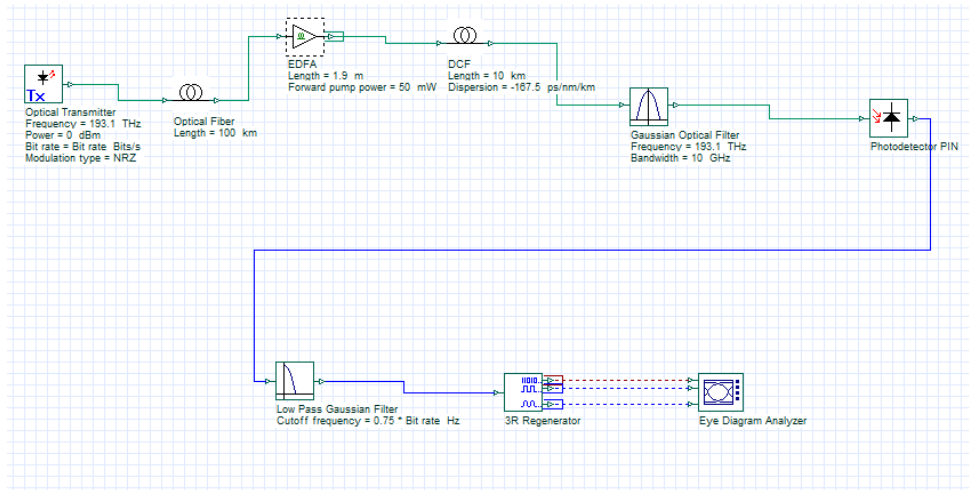


Παρατηρούμε ότι το BER χειροτέρεψε περισσότερο.

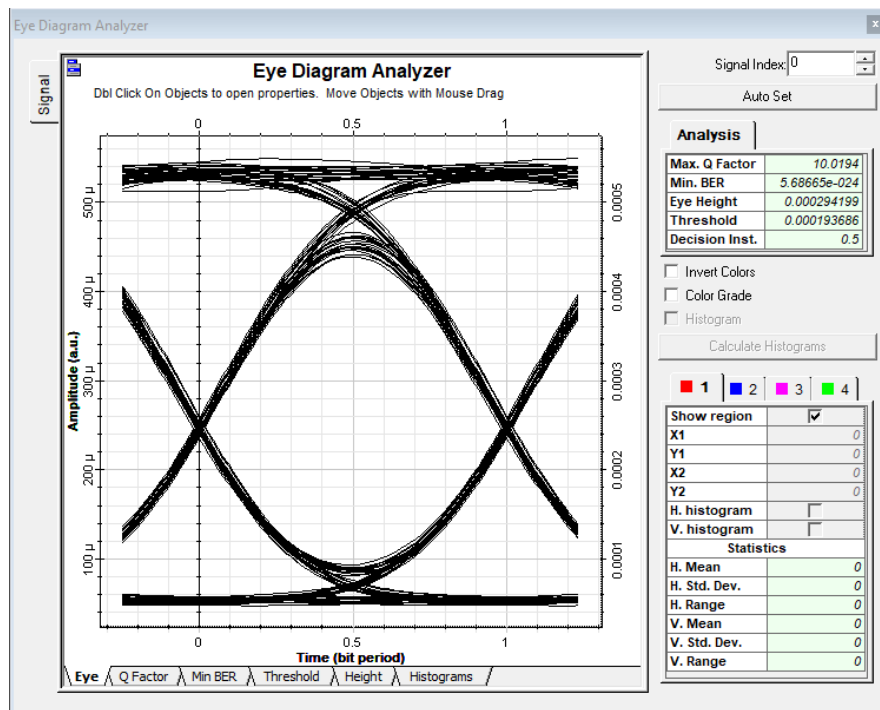




Στην συνέχεια βάζουμε τον EDFA με μήκος 1,9 μέτρα και ισχύ άντλησης την προεπιλεγμένη (50mW).



Βλέποντας το διάγραμμα ματιού παρατηρούμε ότι το σήμα βελτιώθηκε δραματικά με σχεδόν μηδενικό BER. Αυτό συμβαίνει διότι το σήμα που πέρασε μέσα από την οπτική ίνα 100 χιλιομέτρων εξασθένησε με αποτέλεσμα να εξασθενήσει περισσότερο με την προσθήκη της DCF. Ο ενισχυτής ενισχύει το ήδη εξασθενημένο σήμα ενώ η DCF το βελτιώνει έτσι ώστε να μην υπάρχει θόρυβος.



ΠΕΡΑΣ 4^{ης} 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