

## Φάσμα Εγκάρσιων τρόπων ταλάντωσης, TEM<sub>mn</sub>. Πώς απομονώνεται μία μονάχα TEM<sub>mn</sub>

- Τα διάφορα TEM έχουν διαφορετικές διαμήκεις συχνότητες το καθένα οι οποίες εξαρτώνται από το μήκος της κοιλότητας συντονισμού και τη καμπυλότητα των κατόπτρων
- Το φάσμα των διαφόρων TEM εξετάζεται με τη βοήθεια συμβολόμετρου Fabry-Pérot σάρωσης, που παίζει το ρόλο φασματικού αναλύτη
- Το πλάτος του συμβολόμετρου Fabry-Pérot σάρωσης είναι γύρω στα 10 cm, που σημαίνει ότι το ελεύθερο φασματικό του εύρος είναι γύρω στα 1.5 GHz. Η έξοδος του οδηγείται σε παλμογράφο στην οθόνη του οποίου παρατηρείται το φάσμα

$$\frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 0.1} = 1.5 \text{ GHz}$$

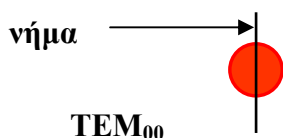
- Η κοιλότητα συντονισμού του laser είναι 40 cm ώστε η απόσταση των διαμήκων συχνοτήτων να είναι 375 MHz μέσα στο εύρος των 1.5 GHz.

$$\frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 0.4} = 375 \text{ MHz}$$

- Αρχικά παρατηρούνται στο παλμογράφο (με παρεμβολή ίριδας στη πορεία της δέσμης) οι 4 τον αριθμό διαμήκεις συχνότητες της κατώτερης TEM<sub>00</sub> (μία μόνο κηλίδα ●).

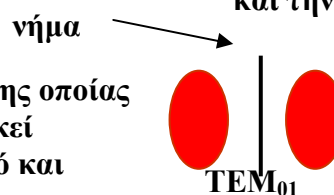
$$\frac{1.5 \cdot 10^9}{375 \cdot 10^6} = 4$$

- Με το άνοιγμα της διαμέτρου της ίριδας επιτρέπεται να εμφανισθούν και οι διαμήκεις συχνότητες των TEM ανώτερης τάξης. Ο αριθμός των συχνοτήτων στον παλμογράφο τώρα αυξάνει.
- Το πλεονέκτημα της παρουσίας και των TEM ανώτερης τάξης στη δέσμη laser είναι ότι της προσδίδουν μεγαλύτερη ισχύ. Όλες οι TEM υπάρχουν σε υπέρθεση στη δέσμη.
- Προκειμένου να απομονωθεί μία TEM ανώτερης τάξης εφαρμόζεται το εξής τέχνασμα. Τοποθετείται πολύ λεπτό νήμα (50 μm), στη πορεία της δέσμης laser. Το νήμα τοποθετείται αρχικά κατακόρυφα στο κέντρο της δέσμης.



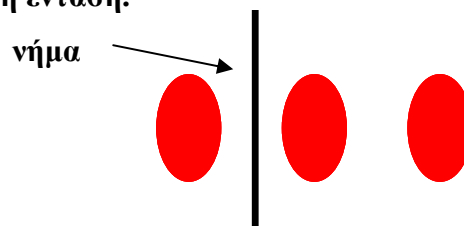
- Τοποθετημένο στο κέντρο της δέσμης το λεπτό νήμα εισάγει απώλειες λόγω περίθλασης στην κατώτερη TEM<sub>00</sub> και την καταστρέφει.

- Παραμένει η αμέσως επόμενη τάξης TEM<sub>01</sub> της οποίας το πεδίο είναι μηδέν στο κέντρο της δέσμης, εκεί ακριβώς όπου βρίσκεται το λεπτό νήμα γι αυτό και

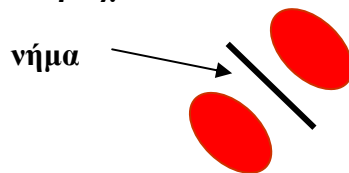


διατηρείται. Εμφανίζονται στον παλμογράφο 3 διαμήκεις συχνότητες της  $TEM_{01}$

- Αν το κατακόρυφο νήμα μετατοπισθεί λίγο παράλληλα, στη θέση που βρίσκεται ο ένας λοβός της  $TEM_{01}$ , την καταστρέφει. Για το ίδιο λόγο επίσης καταστρέφει και την  $TEM_{00}$ . Τότε η ένταση της δέσμης laser μηδενίζεται.
- Αν μετατοπισθεί όμως το νήμα παράλληλα ακόμα λίγο, θα βρεθεί στο σημείο όπου το πεδίο της  $TEM_{02}$  είναι μηδέν. Έτσι θα επιτρέψει την εμφάνιση της  $TEM_{02}$  απομονώνοντας συγχρόνως τις άλλες δύο,  $TEM_{01}$  &  $TEM_{00}$  εφόσον παρεμβάλεται σε θέση όπου το δικό τους πεδίο δεν είναι μηδέν. Οι δύο διαμήκεις συχνότητες της  $TEM_{02}$  που εμφανίζονται τώρα στον παλμογράφο έχουν πολύ ασθενή ένταση.



- Εάν περιστραφεί το νήμα τότε περιστρέφεται ανάλογα και η κατανομή των φωτεινών περιοχών των  $TEM_{01}$  &  $TEM_{02}$



- Εκτός από το νήμα, είναι δυνατόν να τοποθετηθούν και άλλα εμπόδια στη πορεία της δέσμης και να απομονωθούν έτσι άλλες TEM ανώτερης τάξης.
- Είναι ενδιαφέρον να τοποθετηθεί η κόχη μιας λεπίδας ξυραφιού, ώστε να αποκόψει τον ένα από τους δύο λοβούς της  $TEM_{01}$  στο εσωτερικό αλλά και στο εξωτερικό της κοιλότητας συντονισμού. Θα μπορέσει να διατηρηθεί η  $TEM_{01}$ ;
- Μόλις εισάγεται η λεπίδα εσωτερικά στο θέση του ενός λοβού καταστρέφονται αμέσως και οι δύο, δηλαδή όλη η  $TEM_{01}$ . Αυτό αποδεικνύει ότι οι δύο λοβοί της  $TEM_{01}$  είναι αναπόσπαστοι στη κατανομή πεδίου αυτής της TEM, το ίδιο και η περιοχή ανάμεσα τους όπου το πεδίο είναι μηδέν.
- Αν όμως η λεπίδα τοποθετηθεί έξω από την κοιλότητα συντονισμού μπορεί να αποκόψει τον ένα μονάχα λοβό. Δεν καταστρέφεται όλη η  $TEM_{01}$ , μάλιστα ο λοβός που απομένει διευρύνεται λόγω φαινομένων περίθλασης.