

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 10

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Σκοπός της εργαστηριακής αυτής άσκησης είναι η πραγματοποίηση μετρήσεων ποιότητας στις οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα.

ΘΕΩΡΙΑ

Το laser είναι μία συσκευή που παράγει σύγχρονο, μονοχρωματικό φως με υψηλή κατευθυντικότητα και χρησιμοποιείται ευρέως στις τηλεπικοινωνίες για την μετάδοση τηλεπικοινωνιακών σημάτων. Το μέσο μετάδοσης είναι η οπτική ίνα.

Τα συστήματα laser που έχουν κατασκευασθεί μέχρι σήμερα χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν το ενεργό τους υλικό είναι αέριο, υγρό ή στερεό. Έτσι υπάρχουν lasers αερίων, υγρών και στερεών αντίστοιχα. Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και τα πολύ ενδιαφέροντα lasers ημιαγωγών και οπτικών ινών, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στις τηλεπικοινωνίες, όπου το μέσο μετάδοσης είναι η οπτική ίνα. Η φωτεινή δέσμη laser οδεύει μέσα σε καλώδιο οπτικών ινών.

Η οπτική ίνα στην απλούστερή της μορφή αποτελείται από ένα κεντρικό πυρήνα που περιβάλλεται από ένα περίβλημα του οποίου ο δείκτης διάθλασης είναι λίγο μικρότερος από τον δείκτη διάθλασης του πυρήνα. Η οπτική ίνα είναι ένας γυάλινος κυματοδηγός κυλινδρικής διατομής. Η βασική της δομή περιλαμβάνει μια κεντρική κυλινδρική ράβδο, που ονομάζεται πυρήνας, και έναν σωλήνα, που περιβάλλει τον πυρήνα και ονομάζεται μανδύας. Για λόγους προστασίας από εξωτερικούς παράγοντες, ο μανδύας καλύπτεται από πρωτογενή επικάλυψη πλαστικού, γνωστή ως πρωτεύουσα επικάλυψη ή εξωτερικό περίβλημα. Ο πυρήνας και ο μανδύας είναι συνήθως κατασκευασμένοι από συνθετικό γυαλί υψηλής καθαρότητας με δείκτη διάθλασης 1,46. Ο πυρήνας περιλαμβάνει προσμίξεις GeO_2 με δείκτη διάθλασης 1,48 και άλλες προσμίξεις, οι οποίες μεταβάλλουν τον δείκτη διάθλασης του πυρήνα, επιτυγχάνοντας την απαιτούμενη διαφορά από τον δείκτη

διάθλασης του μανδύα, $\Delta n = 0,01$, έτσι ώστε να υπάρχει διάδοση του φωτός. Τυπικές τιμές συντελεστών διάθλασης είναι για τον πυρήνα $n_1 = 1,47$ και για τον μανδύα $n_2 = 1,46$.

Το οπτικό σήμα οδεύει στον πυρήνα της οπτικής ίνας μέσω του φαινομένου των διαδοχικών εσωτερικών ολικών ανακλάσεων στην κοινή επιφάνεια πυρήνα - μανδύα. Στο εσωτερικό του πυρήνα, μια φωτεινή ακτίνα φωτός προσπίπτει στην κοινή επιφάνεια με γωνία μεγαλύτερη της κρίσιμης γωνίας, ανακλάται ολικά και συνεχίζει την διαδρομή της εντός του πυρήνα, μέσω συνεχών ανακλάσεων. Αντίθετα, εάν η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη της κρίσιμης γωνίας, το φως διαθλάται μέσα από τον μανδύα και χάνεται μετά από κάποια απόσταση.

Η μετάδοση της φωτεινής δέσμης laser μέσα σε οπτική ίνα εξαρτάται από την διάμετρο του πυρήνα, τους δείκτες διάθλασης του πυρήνα και του μανδύα και το μήκος κύματος της δέσμης που εκπέμπει η πηγή laser.

Οι οπτικές ίνες αποτελούν το περισσότερο τεχνολογικά προηγμένο ενσύρματο μέσο μετάδοσης στα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα.

Οι οπτικές ίνες ανάλογα με το πλήθος των τρόπων μετάδοσης χωρίζονται στις μονότροπες (ένας τρόπος μετάδοσης) και στις πολύτροπες (πολλοί τρόποι μετάδοσης). Οι πολύτροπες ίνες υποστηρίζουν περισσότερους τρόπους μετάδοσης του ενός τρόπου και διακρίνονται στις ίνες βαθμιαίου δείκτη διάθλασης και στις ίνες βηματικού δείκτη διάθλασης. Στις μονότροπες ίνες, το φως δεν μεταδίδεται με συνεχείς ανακλάσεις στα κοινά τοιχώματα πυρήνα / μανδύα, αλλά κινείται κατά μήκος του πυρήνα. Ο τρόπος αυτός είναι γνωστός σαν βασικός τρόπος μετάδοσης.

Τα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών είναι τα ακόλουθα :

- Απεριόριστο εύρος ζώνης
- Πολύ μικρή εξασθένιση
- Μικρές διαστάσεις
- Μικρό βάρος
- Δεν επηρεάζονται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές
- Ασφαλές μέσο μετάδοσης
- Αδυναμία υποκλοπής
- Μονωτικό υλικό
- Χαμηλό κόστος κατασκευής

Ένας μετρητής οπτικής ισχύος στις οπτικές ίνες αποτελείται από τον δέκτη φωτεινού σήματος, ένα καλιμπραρισμένο κύκλωμα εξόδου και την οθόνη ψηφιακής ένδειξης.

Οι μετρήσεις ποιότητας των οπτικών ινών πραγματοποιούνται με ειδικά όργανα ODTR (οπτικά ανακλασίμετρα). Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο της οπισθοσκέδασης. Αποτελούνται από τον διαχωριστή δέσμης, τον δέκτη οπτικού σήματος, τον εκπομπό οπτικού σήματος και την οθόνη ψηφιακής ένδειξης.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Στην εργαστηριακή αυτή άσκηση χρησιμοποιείται η πλακέτα «FIBER OPTIC COMUNICATIONS». Η πειραματική διαδικασία είναι η εξής:

1. Μετακινήστε τον επιλογέα ισχύος στην αναλογική θέση (η πλακέτα δεν τροφοδοτείται).
2. Τροφοδοτείστε την πλακέτα με τάση.
3. Επιλέξτε αναλογικό τρόπο μετάδοσης χρησιμοποιώντας τους two-post connectors στον Fiber Optic Transmitter.
4. Συνδέσετε Fiber Optic Receiver με τον Fiber Optic Transmitter χρησιμοποιώντας καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m. Να δοθεί μεγάλη προσοχή στην σύνδεση αυτή, έτσι ώστε να μην υπάρχουν μεγάλες κάμψεις και τσακίσματα του καλωδίου οπτικής ίνας. Οι μεγάλες κάμψεις και τα τσακίσματα δημιουργούν σημαντική εξασθένηση και παραμόρφωση του οπτικού σήματος καθώς οδεύει στην οπτική ίνα.
5. Με το βήμα 4 έχει δημιουργηθεί μία τηλεπικοινωνιακή ζεύξη οπτικών ινών. Πως μπορείτε να επιβεβαιώσετε τα χαρακτηριστικά του καλωδίου οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m;
6. Το φωτοτρανσίστορ και η φωτεινή πηγή IREDLED θα χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία ελέγχου προκειμένου να επαληθεύσουν τις απώλειες του καλωδίου οπτικής ίνας. Συνδέστε την φωτεινή πηγή IRED LED με το φωτοτρανσίστορ χρησιμοποιώντας καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 1m.
7. Χρησιμοποιείστε το 3-pin ranges huntγια να επιλέξετε LO εύρος μετρήσεων.

8. Συνδέστε ένα DVM μεταξύ του εκπομπού του φωτοτρανσίστορ και της γείωσης. Η φωτεινή δέσμη που προσπίπτει στο φωτοτρανσίστορ ελέγχει και καθορίζει την ένταση I_p του φωτορεύματος. Μετρείστε την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα της αντίστασης $R=1K\Omega$ και στη συνέχεια υπολογίστε την ισχύ της φωτεινής δέσμης η οποία ανιχνεύεται από το φωτοτρανσίστορ ($P=U^2/R$).
9. Με το βήμα 8 έχει ολοκληρωθεί η μέτρηση αναφοράς του καλωδίου οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 1m (είναι διεθνής πρακτική η πραγματοποίηση μετρήσεων αναφοράς χρησιμοποιώντας καλώδιο οπτικής ίνας μικρού μήκους).
10. Συνδέστε καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m μεταξύ του καλωδίου ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 1m και του φωτοτρανσίστορ, χρησιμοποιώντας μηχανικό συνδετήρα.
11. Υπολογίστε την ισχύ της φωτεινής δέσμης που ανιχνεύεται από το φωτοτρανσίστορ.
12. Υπολογίστε τις απώλειες της διασύνδεσης της οπτικής ίνας και του καλωδίου οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m.
13. Στη συνέχεια χρησιμοποιείστε το φωτοτρανσίστορ ως μετρητή ισχύος για να επαληθεύσετε την έξοδο του Fiber Optic Transmitter.
14. Χρησιμοποιείστε το 3 – pin ranges hunt για να επιλέξετε HI εύρος μετρήσεων.
15. Συνδέστε τον Fiber Optic Transmitter με το φωτοτρανσίστορ χρησιμοποιώντας καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 1m.
16. Υπολογίστε την ισχύ της φωτεινής δέσμης που ανιχνεύεται από το φωτοτρανσίστορ. Το φωτοτρανσίστορ δεν είναι καλιμπραρισμένο.
17. Συνδέστε Fiber Optic Receiver με τον Fiber Optic Transmitter χρησιμοποιώντας καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m.
18. Υπολογίστε την ισχύ της φωτεινής δέσμης μετρώντας την τάση μεταξύ του Fiber Optic Receiver και της γείωσης.
19. Αποσυνδέστε το καλώδιο ST οπτικής ίνας glass 62,5/125 μήκους 5m από τον Fiber Optic Transmitter και μετρείστε την τάση μεταξύ του Fiber Optic Receiver και της γείωσης.

| WAVELENGTH | EXPECTED ATTENUATION | OBSERVED ATTENUATION |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Step Index 980x1.000 mPlastic Fiber | | |
| RED 940 nm | 4.00 dB/m | 4.00 dB/m |
| RED 635 nm | 0.30 dB/m | 0.28 dB/m |
| GREEN 565 nm | 0.16 dB/m | 0.20 dB/m |
| Graded Index 62.5/125 MI Glass Fiber | | |
| RED 940 nm | 0.0018 dB/m | |
| RED 1300 nm | 0.00052 dB/m | |