

Wallenbergs fysikpris experimentfinal

17 mars 2022

Uppgift 3: Fiberoptik



Redan 1841 visade schweizaren Daniel Colladon att ljus kunde ledas i vattenstrålar, vilket snart blev ett populärt salongsexperiment. Amerikanen William Wheeler patenterade 1881 en metod att via glasrör leda ljus från en elektrisk bågampa i källaren till olika rum i ett hus. På 1960-talet utvecklades lasern och intresset för optisk kommunikation ökade, men dåtidens glas var alltför ogenomskinligt. Renheten ökade efterhand och 1988 lades den första Atlantkabeln. Dock måste kablarna behandlas varsamt och får inte böjas alltför mycket.

Ni ska nu få undersöka hur mycket en fiber kan böjas innan dämpningen av signalen blir alltför stor. Sambandet mellan dämpningen a av ljusintensiteten i fibern, uttryckt i dB per längdenhet (definierad negativ), och fiberns krökning kan skrivas som

$$a = -k \frac{e^{-r/r_c}}{\sqrt{r}}, \quad (1)$$

där r är krökningsradien, r_c är fiberns kritiska krökningsradie och k är en positiv konstant. Dämpningen α efter en viss längd l av fibern är relaterad till ljusintensiteten I vid denna punkt enligt

$$\alpha = al = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}, \quad (2)$$

där I_0 är intensiteten för en rak fiber.

Uppgift: Undersök sambandet mellan dämpning och krökningsradie för den optiska fibern och bestäm den kritiska krökningsradien r_c .

Ledning: På grund av icke-ideala effekter uppnås bäst resultat om fibern endast lindas ett varv och krökningsradien hålls i intervallet 3-20 mm.

Materiel

- 5 m optisk fiber
- Monokromatisk ljuskälla i form av låda med lysdiod
- Utrustning för mätning av ljusintensitet i form av låda med fotodiod
- Multimeter
- Tratt
- Skjutmått
- Sladdar
- Två 9 V-batterier
- Märkpenna
- Tejp

Instruktion till mätutrustningen

Mätutrustningen består av två stycken lådor, varav den ena innehåller en lysdiod som agerar ljuskälla och den andra innehåller en fotodiod som mäter ljusintensiteten då ljuset passerat genom den optiska fibern. Koppla samman lådorna med den optiska fibern genom att sticka in den i hålen som finns borrarade i respektive låda. Knappen på lådan med lysdiod används för att tända och släcka lysdioden. Koppla in batterierna till lådan med fotodioden. Koppla in multimetern i kontakterna på lådan med fotodioden. Spänningen som uppmäts med multimetern är proportionell mot ljusintensiteten på fotodioden. Observera att det kan vara nödvändigt att ta av locket från lådorna för att justera så att fibern ligger tätt an mot lys- respektive fotodiod.



Figur 1: Tillgängligt materiel.