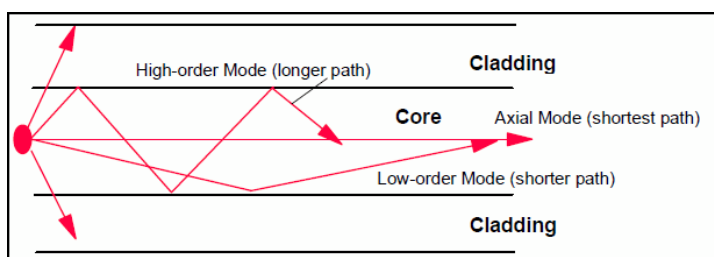


Fiber kabel. Båndbreddeberegning

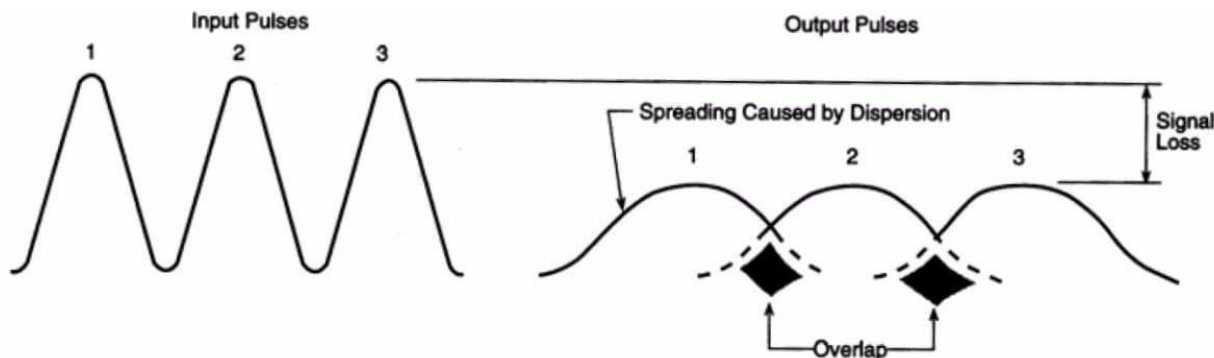
I en fiberkabel brukes lys for å overføre datasignalet. Det er en lyskilde i senderen som slår seg av og på. Hvor fort dette lyset blir slått av og på, er gitt av datahastigheten (og den digitale kodingen av datasignalet). En databit kan slå lyset på, og av like etterpå. Da får man en lyspuls, som beveger seg med «lysets» hastighet utover i fiberen. Når denne lyspulsen har kommet fram til mottageren, detekteres databit'en.

«Lyset's» hastighet i fiberkabelen (v) er lyset's hastighet i luft (c), dividert på brytningsindeksen i glasset på fiberen (n): $v = c/n$. Hvor langt tid det tar før pulsen har kommet fram til mottageren, er gitt av lyshastigheten i fiberen og lengden av fiberen. Jo lenger fiberen er, jo lenger tid tar det før lyset har kommet fram til mottageren.



Hvis noen av lysstrålene i en lyspuls bruker lenger vei i fiberen, vil de komme fram til forskjellig tid. Lyspulsen vil da bre ut seg i tid. Det kalles modedispersjon, og vil sette en begrensning på datahastigheten. Mode=stråle.

De lysstrålene som går den lengste veien i fiberen, kommer sent fram. Hvis de lysstrålene som går den korteste veien, kommer fram før de som gikk den lengste veien fra forrige puls, vil de gå over i hverandre. Hvis de går for mye over i hverandre, klarer man ikke å skille de to pulsene fra hverandre.



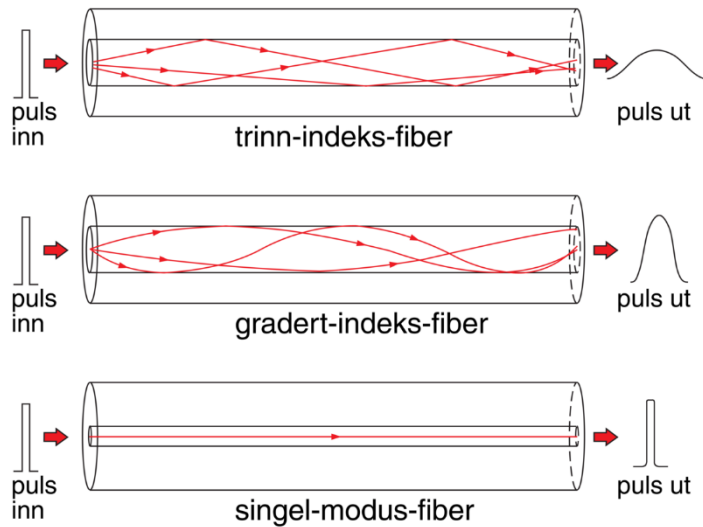
Hvis datahastigheten er lavere, vil det være lenger tid mellom pulsene, og da vil de ikke overlappe. Denne overlappingen, som skyldes modedispersjon, er avhengig av lengden av fiberen, og fiberens Numeriske Aperture (NA). NA sier noe om hvor stor vinkel det kan være på en lysstråle, for at den skal få totalrefleksjon mellom kjerne og kappen. Jo større vinkel, jo større blir forskjellen mellom den lengste og korteste veien gjennom en fiber.

Båndbredden, som skyldes modedispersjon, oppgis i MHz · km. I databladet for fiberen finner vi f.eks 20 MHz · km.

Hvis lengden på fiberen er 5 km, blir båndbredden:

$$20 \text{ [MHz} \cdot \text{km]} / 5 \text{ [km]} = 4 \text{ [MHz]}$$

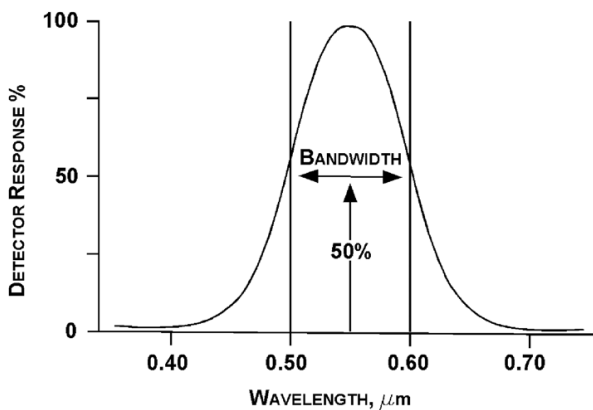
I en trinn-indeks fiber (SI = Step-Index)), er brytningsindeksen n den samme i hele kjernen, og



alle lysstrålene i kjernen har da samme hastighet. Hvis man lager fiberen slik at brytningsindeksen er mindre i ytterkant av kjernen, vil de lysstrålene som går der, gå raskere. Da vil modedispersjonen bli mye mindre, og båndbredden blir da mye større. Dette kalles en grader indeks fiber (GI).

GI-fiber og SI-fiber kalles multimodus fiber (MM). Det betyr at mange lysstråler går i fiberen. Antall lysstråler er gitt av (bla) diameteren av kjernen. Vanlig diameter er $50 \mu\text{m}$, eller større.

Hvis diameteren er liten nok, er det plass til bare en lysstråle. Dette kalles en single-modus fiber (SM). Diameteren er her nede i rundt $7 \mu\text{m}$. I en SM fiber er det ikke modedispersjon, men intramodal-dispersjon. En stor del av intramodal dispersjon er materialdispersjon, som skyldes at størrelsen på brytningsindeksen n er avhengig av bølglengden (fargen) på lyset.



Så hvis lyset har «flere farger» (stor spektral båndbredde) vil båndbredden på fiberen bli mindre. «Flere farger» betyr her større spektral båndbredde. Spektral båndbredde er forskjellen mellom den minste og største bølglengden på lyset fra lyskilden. I figuren til venstre er «bandwidth» den spektrale båndbredden. Her der den fra $0,5$ til $0,6 \mu\text{m}$, dvs $0,1 \mu\text{m} = 100 \text{ nm}$.

Legg merke til at spektral båndbredde er noe annet enn båndbredden på fiberkabelen.

Båndbredden på fiberkabelen er altså gitt av fiberen og den spektrale båndbredden på lyskilden. Hvis man trenger større båndbredde på fiberen, kan man kjøpe en lyskilde med mindre spektral båndbredde. La oss regne ut båndbredden B på en fiber. Da regner vi først ut den intramodale dispersjonen $\Delta\tau$. La oss anta at i databladet for SM fiberen er dispersjonen oppgitt til å være $2,7 \text{ [ps/(nm}\cdot\text{km)]}$, og i databladet for lyskilden en den spektral båndbredden oppgitt til å være $3,0 \text{ nm}$. Lengden er 10 km Da blir dispersjonen:

$$\Delta\tau = 2,7 \left[\frac{\text{ps}}{\text{nm}\cdot\text{km}} \right] \cdot 2,0[\text{nm}] \cdot 10[\text{km}] = 54 \text{ [ps]} = 54 \cdot 10^{-12}[\text{s}]$$

Det gir båndbredden

$$B = \frac{0,44}{\Delta\tau} = \frac{0,44}{54 \cdot 10^{-12}} [\text{Hz}] = 8,1 \cdot 10^9 [\text{Hz}] = 8,1 \text{ [GHz]}$$