

Control de Comunicacions Òptiques

Grup 30 - 18 d'octubre de 2006

Temps : 1h15'

Nom:

TEST (6 punts)

Marqueu la resposta correcta. Cada resposta correcta suma 0,4 punts mentre que cada resposta errònia resta 0,1 punts.

- En una fibra òptica s'ha de complir que:
 - L'índex de refracció del nucli ha de ser més petit que el del revestiment
 - L'índex de refracció del nucli ha de ser igual que el del revestiment
 - L'índex de refracció del nucli ha de ser més gran que el del revestiment**
 - Cap de les anteriors
- Els rajos que provenen de l'exterior, només compliran reflexió interna total quan l'angle d'incidència (respecte la normal a la superfície de separació) sigui:
 - Inferior a l'angle crític
 - Superior a l'angle crític
 - Inferior a l'angle d'acceptació**
 - Superior a l'angle d'acceptació
- De l'obertura numèrica d'una fibra òptica podem dir que:
 - Com més gran és, major és l'angle d'acceptació**
 - Com més petita és, major és l'angle d'acceptació
 - Ens interessa que sigui com més gran millor
 - Les respostes a i c són certes
- De la freqüència normalitzada d'una fibra òptica, podem dir que:
 - Com més gran, major concentració d'energia del mode fonamental dins del nucli
 - Com més gran, major número de modes de propagació
 - És proporcional al diàmetre del nucli
 - Totes són certes**
- Una fibra òptica que té un diàmetre del nucli de 9 micres i una obertura numèrica del 12%, podem dir que:
 - És monomode a tercera finestra però no a segona finestra**
 - És monomode a segona finestra però no a tercera finestra
 - És monomode a tercera finestra i a segona finestra
 - No és monomode ni a tercera finestra ni a segona finestra
- L'atenuació d'una fibra òptica monomode estàndard és de:
 - 0.2 dB/km a segona finestra
 - 0.2 dB/m a segona finestra
 - 0.2 dB/km a tercera finestra**
 - 0.2 dB/m a tercera finestra
- La corba d'atenuació a la tercera finestra d'una fibra òptica monomode estàndard ve dominada per:
 - L'absorció ultraviolada i l'scattering de Mie
 - L'absorció infraroja i l'scattering de Mie
 - L'absorció ultraviolada i l'scattering de Rayleigh
 - L'absorció infraroja i l'scattering de Rayleigh**
- Referent a la dispersió en fibres òptiques podem dir que:
 - En fibres multimode acostuma a dominar la dispersió intermodal
 - En fibres monomode acostuma a dominar la dispersió del material
 - La dispersió guia-ona acostuma a ser poc rellevant en la dispersió cromàtica
 - Totes són certes**

9. El paràmetre de dispersió d'una fibra òptica monomode estàndard és de:
- 16 ps/nm a segona finestra
 - 16 ps/nm/km a segona finestra
 - 16 ps/nm a tercera finestra
 - 16 ps/nm/km a tercera finestra**
10. De l'amplada de banda d'una fibra òptica podem dir que:
- És proporcional al paràmetre de dispersió i inversament proporcional a la distància
 - És inversament proporcional al paràmetre de dispersió i inversament proporcional a la distància**
 - És proporcional al paràmetre de dispersió i proporcional a la distància
 - És inversament proporcional al paràmetre de dispersió i proporcional a la distància
11. En un enllaç de fibra òptica podem dir que:
- L'ample de banda òptic és més gran que l'elèctric**
 - L'ample de banda òptic és més petit que l'elèctric
 - L'ample de banda òptic és igual que l'elèctric
 - Cap de les anteriors
12. En una fibra òptica multimode de salt d'índex es redueix a la meitat la diferència relativa d'índexs de refracció, què succeeix amb el nombre de modes si l'índex de refracció del nucli es manté constant ?:
- Es duplica
 - Es redueix a la meitat**
 - Es multiplica per 4
 - Es divideix per 4
13. Una fibra òptica presenta una dispersió modal de 20ps/km i un coeficient de dispersió intramodal de 10 ps/km/nm. Si la font òptica té una amplada espectral $\Delta\lambda=1\text{nm}$, la longitud màxima de l'enllaç per a poder transmetre un senyal NRZ de 500 Mb/s és:
- 47.4 Km**
 - 4.74 Km
 - 23.7 Km
 - 2.37 Km
14. L'atenuació intrínseca al fet d'unir dues fibres amb diàmetres del nucli diferents és:
- $10\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 < d_2$
 - $20\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 < d_2$
 - $10\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 > d_2$
 - $20\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 > d_2$**
15. Determineu l'expressió de la fracció de potència òptica emesa des d'una font puntual que és acceptada per una fibra de salt d'índex amb obertura numèrica NA i índex de refracció del nucli n_1 . La font radia en un únic sentit de l'espai de la forma $\cos(\theta)$ i l'índex de refracció de l'ambient és n_0 . Suposeu que la font està a molt poca distància de la fibra:
- | | |
|---|---|
| a. $\eta_c = (1 - R)(NA/n_0)^2$ | $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$ |
| b. $\eta_c = R(NA/n_0)^2$ | $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$ |
| c. $\eta_c = (1 - R)(n_0/NA)^2$ | $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$ |
| d. $\eta_c = R(n_0/NA)^2$ | $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$ |

Control de Comunicacions Òptiques

Grup 30 - 18 d'octubre de 2006

Temps : 1h15'

Nom:

TEST (6 punts)

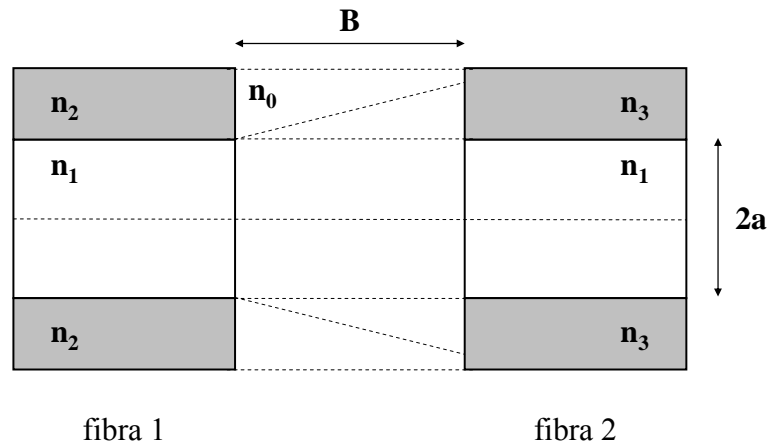
Marqueu la resposta correcta. Cada resposta correcta suma 0,4 punts mentre que cada resposta errònia resta 0,1 punts.

1. L'atenuació d'una fibra òptica monomode estàndard és de:
a. 0.2 dB/km a tercera finestra
b. 0.2 dB/m a tercera finestra
c. 0.2 dB/km a segona finestra
d. 0.2 dB/m a segona finestra
2. La corba d'atenuació a la tercera finestra d'una fibra òptica monomode estàndard ve dominada per:
a. L'absorció ultraviolada i l'scattering de Rayleigh
b. L'absorció infraroja i l'scattering de Rayleigh
c. L'absorció ultraviolada i l'scattering de Mie
d. L'absorció infraroja i l'scattering de Mie
3. Referent a la dispersió en fibres òptiques podem dir que:
a. En fibres multimode acostuma a dominar la dispersió intermodal
b. En fibres monomode acostuma a dominar la dispersió del material
c. La dispersió guia-ona acostuma a ser poc rellevant en la dispersió cromàtica
d. Totes són certes
4. El paràmetre de dispersió d'una fibra òptica monomode estàndard és de:
a. 16 ps/nm a tercera finestra
b. 16 ps/nm/km a tercera finestra
c. 16 ps/nm a segona finestra
d. 16 ps/nm/km a segona finestra
5. De l'amplada de banda d'una fibra òptica podem dir que:
a. És proporcional al paràmetre de dispersió i proporcional a la distància
b. És inversament proporcional al paràmetre de dispersió i proporcional a la distància
c. És proporcional al paràmetre de dispersió i inversament proporcional a la distància
d. És inversament proporcional al paràmetre de dispersió i inversament proporcional a la distància
6. En un enllaç de fibra òptica podem dir que:
a. L'ample de banda òptic és igual que l'elèctric
b. L'ample de banda òptic és més petit que l'elèctric
c. L'ample de banda òptic és més gran que l'elèctric
d. Cap de les anteriors
7. En una fibra òptica multimode de salt d'índex es redueix a la meitat la diferència relativa d'índexs de refracció, què succeeix amb el nombre de modes si l'índex de refracció del nucli es manté constant ?:
a. Es multiplica per 4
b. Es divideix per 4
c. Es duplica
d. Es redueix a la meitat
8. Una fibra òptica presenta una dispersió modal de 20ps/km i un coeficient de dispersió intramodal de 10 ps/km/nm. Si la font òptica té una amplada espectral $\Delta\lambda=1\text{nm}$, la longitud màxima de l'enllaç per a poder transmetre un senyal RZ de 500 Mb/s
a. 47.4 Km
b. 4.74 Km
c. 23.7 Km
d. 2.37 Km

9. L'atenuació intrínseca al fet d'unir dues fibres amb diàmetres del nucli diferents és:
- $10\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 > d_2$
 - $20\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 > d_2$**
 - $10\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 < d_2$
 - $20\log(d_1/d_2)$ quan el sentit de propagació és $d_1 \rightarrow d_2$ i $d_1 < d_2$
10. Determineu l'expressió de la fracció de potència òptica emesa des d'una font puntual que és acceptada per una fibra de salt d'índex amb obertura numèrica NA i índex de refracció del nucli n_1 . La font radia en un únic sentit de l'espai de la forma $\cos(\theta)$ i l'índex de refracció de l'ambient és n_0 . Suposeu que la font està a molt poca distància de la fibra:
- $\eta_c = (1 - R)(n_0/NA)^2$ $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$
 - $\eta_c = R(n_0/NA)^2$ $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$
 - $\eta_c = (1 - R)(NA/n_0)^2$ $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$**
 - $\eta_c = R(NA/n_0)^2$ $R = [(n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)]^2$
11. En una fibra òptica s'ha de complir que:
- L'índex de refracció del nucli ha de ser més gran que el del revestiment**
 - L'índex de refracció del nucli ha de ser més petit que el del revestiment
 - L'índex de refracció del nucli ha de ser igual que el del revestiment
 - Cap de les anteriors
12. Els rajos que provenen de l'exterior, només compliran reflexió interna total quan l'angle d'incidència (respecte la normal a la superfície de separació) sigui:
- Inferior a l'angle d'acceptació**
 - Superior a l'angle d'acceptació
 - Inferior a l'angle crític
 - Superior a l'angle crític
13. De l'obertura numèrica d'una fibra òptica podem dir que:
- Ens interessa que sigui com més gran millor
 - Com més petita és, major és l'angle d'acceptació
 - Com més gran és, major és l'angle d'acceptació**
 - Les respostes a i c són certes
14. De la freqüència normalitzada d'una fibra òptica, podem dir que:
- Com més gran, major concentració d'energia del mode fonamental dins del nucli
 - Com més gran, major número de modes de propagació
 - És proporcional al diàmetre del nucli
 - Totes són certes**
15. Una fibra òptica que té un diàmetre del nucli de 9 micres i una obertura numèrica del 12%, podem dir que:
- És monomode a tercera finestra i a segona finestra
 - No és monomode ni a tercera finestra ni a segona finestra
 - És monomode a tercera finestra però no a segona finestra**
 - És monomode a segona finestra però no a tercera finestra

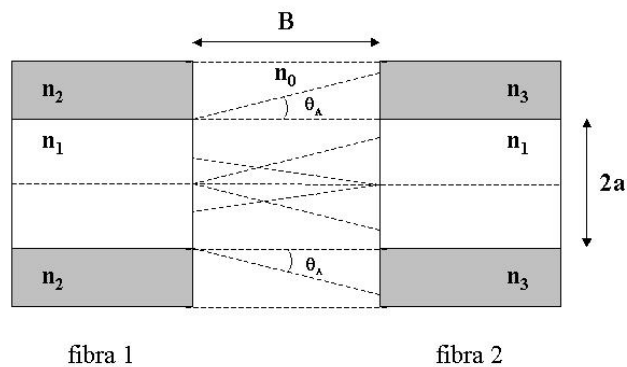
PROBLEMA (4 punts)

Deduïu les pèrdues existents en la unió entre dues fibres (vegeu la figura) sabent que estan separades una distància B i que presenten diferents índexs de refracció del revestiment.



Resolució

Considerem el dibuix de la figura següent:



On θ_A és l'angle d'acceptació. Les pèrdues en la transició d'una fibra cap a l'altra es poden dividir en tres contribucions: Primer tindrem pèrdues per reflexió en els canvis de medi, també tindrem desadaptació d'obertures numèriques i finalment tindrem llum que caurà fora del nucli de la segona fibra.

Pèrdues Totals = Reflexió + Desadaptació + Confinament

Reflexió (dues cares):

Venen donades per la diferència d'índexs de refracció dels dos medis (fibra-aire i aire-fibra).

$$L_{dB} \equiv 2 \cdot 10 \log(1 - R) = 20 \log \left(1 - \left(\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0} \right)^2 \right)$$

Desadaptació:

El fet de tenir diferents índexs de refracció en el revestiment suposa una desadaptació en l'obertura numèrica de les fibres i, conseqüentment de l'angle d'acceptació. En aquest cas les pèrdues es poden calcular com una relació entre angles sòlids,

$$L = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{2\pi \int_0^{\theta_{a,1}} \sin \theta \partial \theta}{2\pi \int_0^{\theta_{a,2}} \sin \theta \partial \theta} = \frac{(1 - \cos \theta_{a,1})}{(1 - \cos \theta_{a,2})} \approx \frac{\sin^2 \theta_{a,1}}{\sin^2 \theta_{a,2}} = \frac{NA_1^2}{NA_2^2} \quad \leftarrow \quad \begin{aligned} \cos \theta_a &= \sqrt{1 - \sin^2 \theta_a} \approx 1 - \frac{\sin^2 \theta_a}{2} \\ n_0 \sin \theta_a &= NA \end{aligned}$$

$$L_{dB} = 10 \log \left(\frac{NA_2}{NA_1} \right)^2 = 10 \log \left(\frac{n_1^2 - n_3^2}{n_1^2 - n_2^2} \right) \quad \longrightarrow \quad \begin{aligned} n_3 \geq n_2 &\rightarrow L_{dB} = 10 \log \left(\frac{n_1^2 - n_3^2}{n_1^2 - n_2^2} \right) \\ n_3 \leq n_2 &\rightarrow L_{dB} = 0 \text{ dB} \end{aligned}$$

Només tindrem pèrdues per aquest concepte si és la primera fibra la que presenta una obertura numèrica superior.

Confinament (part de la llum que s'escapa):

Aquí suposarem que l'emissió de llum per part de la primera fibra és uniforme i que la projecció de la mateixa també ho és. En aquest cas, les pèrdues per confinament es poden aproximar per la relació d'àrees existent entre la projecció lluminosa i el nucli de la segona fibra.

Cal diferenciar dos casos en funció de si hem considerat pèrdues per desadaptació d'obertura numèrica:

$n_3 \geq n_2 \rightarrow NA_1 \geq NA_2 \rightarrow$ l'angle d'emissió màxim és θ_{A2}

$$L \equiv \frac{\text{Sup}_{\text{Nucli}}}{\text{Sup}_{\text{Rad}}} = \left(\frac{\text{Radi}_{\text{Nucli}}}{\text{Radi}_{\text{Rad}}} \right)^2 = \left(\frac{a}{a + B \text{tg}(\theta_{A2})} \right)^2 \approx \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_3^2}}{n_0}} \right)^2 \longrightarrow L_{dB} \equiv 20 \log \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_3^2}}{n_0}} \right)$$

$$\text{tg} \theta_{A2} \approx \sin \theta_{A2} = \frac{NA}{n_0} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_3^2}}{n_0}$$

$n_3 \leq n_2 \rightarrow NA_1 \leq NA_2 \rightarrow$ l'angle d'emissió màxim és θ_{A1}

$$L \equiv \frac{\text{Sup}_{\text{Nucli}}}{\text{Sup}_{\text{Rad}}} = \left(\frac{\text{Radi}_{\text{Nucli}}}{\text{Radi}_{\text{Rad}}} \right)^2 = \left(\frac{a}{a + B \text{tg}(\theta_{A1})} \right)^2 \approx \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}} \right)^2 \longrightarrow L_{dB} \equiv 20 \log \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}} \right)$$

$$\text{tg} \theta_{A1} \approx \sin \theta_{A1} = \frac{NA}{n_0} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}$$

Finalment, les pèrdues totals seran:

$$n_3 \geq n_2 \rightarrow L_{dB} = 20 \log \left(1 - \left(\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0} \right)^2 \right) + 10 \log \left(\frac{n_1^2 - n_3^2}{n_1^2 - n_2^2} \right) + 20 \log \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_3^2}}{n_0}} \right)$$

$$n_3 \leq n_2 \rightarrow L_{dB} = 20 \log \left(1 - \left(\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0} \right)^2 \right) + 20 \log \left(\frac{a}{a + B \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0}} \right)$$