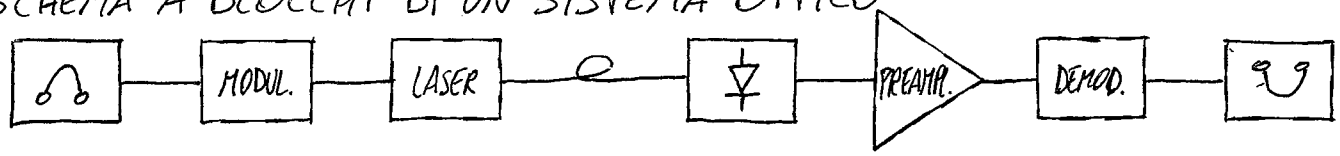
MASTER COPY
PISA

OPTOELETTRONICA

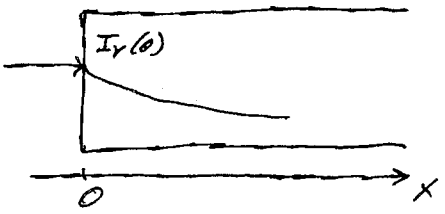
SCHEMA A BLOCCHI DI UN SISTEMA OTTICO



È il seguente. Per migliori prestazioni, la fibra ottica deve essere più lunga possibile. La sua lunghezza dipenderà non solo dal materiale della fibra, ma anche da tutti gli altri blocchi.
Bisognerà, in seguito, di convogliare nella fibra ottica quanta più potenza possibile.

LA LUCE

Che cos'è la luce? Non la si può definire con un modello fisico unitario; deve, infatti, essere interpretata sia come fascio di particelle che come onda elettromagnetica. È opportuno, quindi, capire quali problemi prevedono l'uso di quale modello per la loro risoluzione. Solitamente, ma non esclusivamente, quando non vi è interazione tra luce e materia, si usa il modello ondulatorio. Quando è assente, si usa solitamente il modello corpuscolare. L'interazione tra luce e materia comincia a verificarsi se il materiale è di un certo spessore. Infatti, l'andamento della intensità luminosa all'interno di un materiale è data dalla legge



$$I_\nu(x) = I_\nu(0)\, e^{-x/\lambda}$$

Se $x \ll \lambda$, il materiale può essere considerato trasparente. Originariamente, nel '600, la luce aveva un modello lineare.

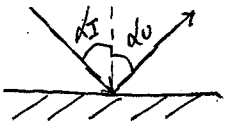
MASTER COPY
PISA

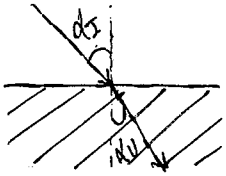
IL MODELLO LINEARE

Il modello lineare della luce è regolato da tre leggi:
1) Legge di propagazione: la luce si propaga in linea retta

master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

2) legge della riflessione: nella riflessione, raggio incidente e riflesso giacciono nello stesso piano e l'angolo di riflessione è uguale a quello ~~dell~~ di incidenza
3) legge della rifrazione: nella rifrazione, raggio incidente e rifratto giacciono nello stesso piano e la relazione tra angolo rifratto e incidente è regolato dalla legge di Snell

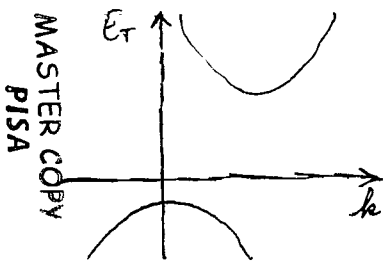




Questo modello è valido solo nella fisica classica, mentre nella quantistica no. In essa la luce non si propaga per linea retta, a causa della presenza di buche di gravità che ne deviano la traiettoria. Infatti, la luce è soggetta a tali buche a causa della sua natura ~~ondulatoria~~ corpuscolare. Questo fenomeno si osserva durante le eclissi di Sole e Luna, durante le quali si possono osservare le stelle in posizioni diverse dalle originali, in quanto la luce che emettono viene, appunto, deviata.

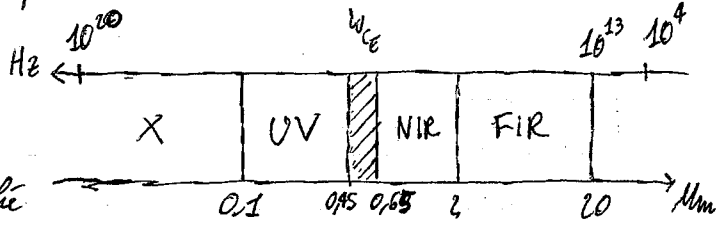
IL MODELLO FOTONICO

Nel modello fotonico, la luce è costituita da un fascio di particelle, dette fotoni*. Essi trasportano energia ed hanno senso di esistere solo se esiste l'energia che ~~esso~~ essi trasportano. Infatti, una volta ceduta tale energia, i fotoni scompaiono.
L'energia minima trasportata da un fotone è $E = h \cdot \nu$, dove h è la costante di Planck e ν è la frequenza dell'onda. La massa del fotone è trascurabile, così come lo è la sua quantità di moto. Infatti, considerando ~~la~~ il grafico dell'energia totale degli elettroni del silicio in funzione della propria quantità di moto, un elettrone non può essere promosso in banda di conduzione con ~~una~~ la sola emissione di fotoni, poiché essi non modificano in maniera sostanziale la quantità di moto degli elettroni. Ciò sarebbe possibile se



MASTER COPY PISA

il silicio forse un materiale a gap diretto, che invece non è.
Di solito, gli ingegneri preferiscono caratterizzare la luce tramite la lunghezza d'onda, anziché la frequenza, forti della relazione $c = \nu \cdot \lambda$. Inoltre, si preferisce indicarne l'energia in eV, anziché J. Per passare da un'unità di misura all'altra



$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E(eV) = \frac{1,24}{\lambda(\mu m)} = \frac{1240}{\lambda(nm)}$$

Un'altra caratteristica della luce è la sua intensità definita come

$$I = \frac{\text{num. fotoni} \cdot h \cdot \nu}{\text{tempo} \cdot \text{area}}$$

la cui unità di misura è W/m^2.

IL MODELLO ONDULATORIO

Nel modello ondulatorio la luce è un'onda elettromagnetica, dove la direzione di propagazione è il raggio di luce.
Consideriamo ora una generica famiglia di funzioni $g(X,t)$. Di queste funzioni si definisce funzione viaggiante una $g(X,t) = g\left(.t. \pm \frac{X}{v}\right)$, dove nel caso fisico, v è la velocità dell'onda nel verso ~~positivo delle x. Vi è il - se dipende dalla~~ se l'onda si propaga nel verso positivo di X, + se si muove nel verso opposto.
Osserviamo che il campo elettrico emesso dall'onda elettromagnetica considerata ha espressione

$$E(X,t) = A\cos(\omega t - kX) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{kX}{\omega}\right)\right]$$

dove $\omega = \frac{2\pi}{T}$ è la pulsazione, con T periodo, e $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ vettore di onda, con λ lunghezza d'onda.
Quindi, l'onda elettromagnetica è una funzione viaggiante, e si definisce $\frac{\omega}{k}$ velocità di fase dell'onda.
Sappiamo che l'onda elettromagnetica ha una componente

elettrico ed una magnetica. L'intensità dell'onda è data dal vettore di Poynting $\vec{S} = \frac{1}{2}\vec{E} \wedge \vec{H}$, che ha, per l'appunto, le dimensioni di W/m^2.
Dobbiamo, tra l'altro, ricordare che, in una rappresentazione cartacea dell'onda, bisogna fissarla ad un certo istante t_0, poiché l'onda è una $\psi(x,t)$.
L'onda elettromagnetica è definita da quattro diverse proprietà:

- frequenza;
- fase, che si determina tramite un riferimento;
- direzione e verso della propagazione;
- polarizzazione, vettore passante per l'asse di propagazione e giacente sul piano della campo elettrico dell'onda.

MASTER COPY PISA

LUCE COERENTE ED INCOERENTE

Per la luce, si dice che essa è totalmente incoerente quando tutte le onde del fascio luminoso hanno, tra loro, frequenza, orientamento, direzione, fase e polarizzazione diverse. È la tipica luce bianca di una lampadina al neon.
Si dice che, invece, la luce è coerente, quando le varie onde sono monocromatiche, in fase tra loro, orientate e polarizzate alla stessa maniera tra loro. È il caso della luce del laser.
Ma cos'è questa "coerenza"? Come la si valuta?
Si esaminano le singole onde e si grafica il contributo in intensità luminosa associato alla frequenza delle onde analizzate. Tale contributo è una variabile gaussiana, che può essere caratterizzato tramite la sua varianza. Essa è il parametro di valutazione della coerenza della luce. Minore è la varianza,

