

Fibre ottiche

A. Bordin, G. Cappelli

20-24 Novembre 2017

Sommario

1 Teoria

2 Apparato sperimentale

3 Apertura numerica

3.1 Teoria

3.2 Presa dati

2 tabelle

3.3 Analisi dati

2 plot con interpolazione quadratica o al massimo cubica

4 Attenuazione - albe

4.1 Teoria

4.2 Presa dati

4.3 Analisi dati

4 plot: 1 normale e 1 loglog per 2 volte

5 Propagazione modo LP_{01} in una fibra SM

5.1 Teoria

5.2 Presa dati

1 tabella

5.3 Analisi dati

1 plot

6 Propagazione modi superiori

6.1 Teoria

6.2 Presa dati

6.3 Analisi dati

7 Fibra a conservazione di polarizzazione

7.1 Teoria

7.2 Presa dati

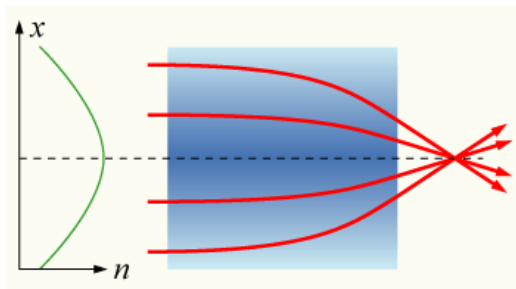
7.3 Analisi dati

1 figura

8 Lente GRIN

8.1 Teoria

Una lente GRIN (da GRadient-INDEX) è un cilindro fatto di materiale rifrangente con indice di rifrazione variabile a seconda della distanza dall'asse.



Una lente GRIN tagliata a $\lambda/4$ focalizza assi parassiali sulla superficie e viceversa. La lente GRIN a nostra disposizione è tagliata a 0.29λ quindi focalizza onde sferiche ad una certa distanza dalla superficie.

8.2 Coefficiente di accoppiamento

L'idea è usare la lente GRIN per lanciare luce in fibra. Misuriamo quindi il coefficiente di accoppiamento di una sorgente laser o LED a una fibra ottica multimodo attraverso una lente GRIN. Il coefficiente di accoppiamento si ottiene con la formula

$$\Gamma = 10 \log \left| \frac{P_{in}}{P_{out}} \right|$$

Procedura e accorgimenti

P_{in} è la potenza in ingresso, misurata con il *power meter* a diretto contatto con la sorgente, e P_{out} è la potenza in uscita, misurata, con lo stesso *power meter*, all'uscita della fibra ottica.

P_{out} dipende dall'allineamento l'apparato, la sua misura non è quindi ripetibile a meno di non ottenere lo stesso identico allineamento. Pertanto abbiamo scelto, per convenzione, di variare l'allineamento fino a registrare il massimo valore di P_{out} , in questo modo altri

studenti che utilizzino il nostro apparato e seguano la stessa procedura devono trovare il medesimo valore. Allo stesso modo P_{in} è la massima potenza registrata con la sorgente a diretto contatto con il sensore. La corrente di alimentazione varia lentamente in funzione del tempo (effetti $1/f$) quindi ci siamo assicurati che le misure di P_{in} e P_{out} avvenissero con la stessa alimentazione. La misura che richiede più pazienza è quella di P_{out} , quindi l'abbiamo misurata per prima e immediatamente dopo abbiamo misurato P_{in} , verificando che l'alimentatore fornisse la stessa corrente.

Risultati

	I_{in} [mA]	P_{in} [mW]	P_{out} [mW]	Γ [dB]
laser	78.0(1)	6.19(6)	3.50(1)	2.48(4)
LED	81.1(2)	8.21(10)	0.00491(2)	32.23(6)

Tabella 1: Coefficiente di accoppiamento. L'errore sulla corrente è la digitalizzazione, gli errori sulle potenze una nostra stima in base alle fluttuazioni delle misure.

In Tabella 1 ci sono i dati raccolti ed il coefficiente di accoppiamento ricavato:

$$\Gamma_{laser} = 2.48(4) \text{ dB}$$

$$\Gamma_{LED} = 32.23(6) \text{ dB}$$

8.3 Trasmissione di un segnale

Modulando l'intensità della luce lanciata in fibra è possibile trasmettere un segnale.

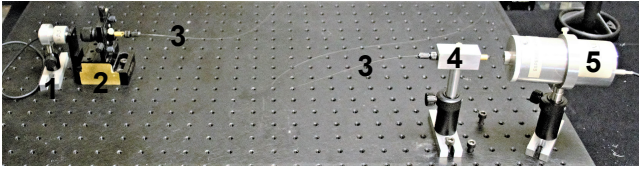


Figura 1: Apparato sperimentale per la trasmissione di un segnale.

1. Diodo laser
2. Lanciatore (con lente GRIN)
3. Fibra ottica
4. Uscita della fibra
5. Rilevatore al silicio

In Figura 1 è rappresentato l'apparato sperimentale che utilizziamo. Il diodo laser è alimentato da una corrente modulata con un piccolo segnale prodotto da un generatore di funzioni.

Il rilevatore, che trasforma il segnale ottico in una tensione, è collegato ad un amplificatore che trasforma la tensione in segnale acustico, che sentiamo ad orecchio.

Registriamo il segnale acustico grazie ad un'app gratuita per cellulare per accordare gli strumenti mu-

sicali. In Figura 2 sono riportati gli screenshot delle 3 misure effettuate:

1. Segnale dato dalla luce ambientale. La stanza è illuminata da lampade al neon, che viene eccitato al doppio della frequenza della corrente alternata, quindi circa a 100-120 Hz. Misuriamo 98 Hz.
2. Segnale del generatore di funzioni: regoliamo la frequenza fino ad intonare un la_5 (880 Hz).
3. Segnale del generatore di funzioni: regoliamo la frequenza fino ad intonare un la_4 (440 Hz).

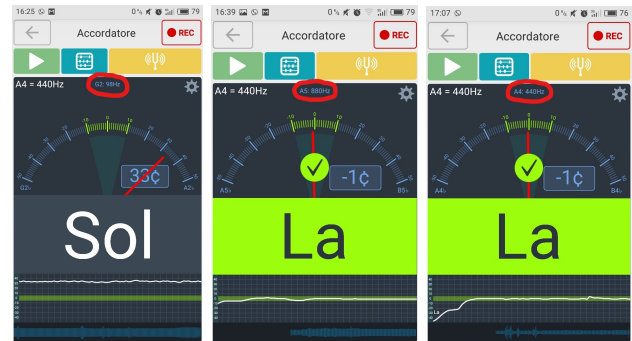


Figura 2: Screenshot del cellulare che misura la frequenza, cerchiata in rosso.