

Olografia

Alberto Bordin, Giulio Cappelli

13-17 Novembre 2017

Sommario

1 Teoria

L'olografia è basata sulla registrazione di fase e ampiezza di un'onda elettromagnetica $a(x, y) = |a(x, y)|e^{i\phi(x, y)}$ su di un supporto che giace nel piano x-y, in modo da poter poi ricostruire l'immagine. Il supporto in questione è una lastra fotografica sensibile all'intensità incidente, quindi è necessaria un'onda di riferimento $A(x, y) = |A(x, y)|e^{i\psi(x, y)}$. Infatti l'interferenza tra il fascio di riferimento e il fascio diffuso dall'oggetto provoca un pattern d'interferenza che contiene tutta l'informazione su ampiezza e fase in quanto l'intensità incidente sulla lastra risulta essere:

$$I(x, y) = |A(x, y) + a(x, y)|^2 = |A(x, y)|^2 + |a(x, y)|^2 + |a|^2 + aA^* + Aa^* \quad (1)$$

Assumendo che la trasmissività della lastra sia lineare con l'intensità incidente, $t = \gamma I$, si ha:

$$t(x, y) = t_{ref} + \gamma(|a|^2 + aA^* + Aa^*) \quad (2)$$

dove $t_{ref} = \gamma|A|^2$ è la trasmissività di background dovuta all'onda di riferimento.

È quindi possibile ricostruire l'immagine registrata utilizzando in trasmissione un'onda di ricostruzione $B(x, y)$, infatti il campo trasmesso è:

$$E_{trasm} = Bt = Bt_{ref} + \gamma(B|a|^2 + BaA^* + BAa^*) = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \quad (3)$$

Utilizzando come fascio di ricostruzione lo stesso fascio di luce usato per il riferimento e assumendo che $|A|^2$ sia costante su tutta la lastra, si hanno due termini lineari rispettivamente in a e a^* che contengono tutta l'informazione sull'oggetto in esame:

$$U_3 = \gamma|A|^2 a \quad U_4 = \gamma A^2 a^* \quad (4)$$

Se vogliamo quindi ricostruire e osservare l'immagine occorre separare spazialmente queste due componenti del campo trasmesso e per farlo si utilizza uno schema mostrato in Figura ?? che riprende l'ologramma di Leith-Uptaniaks.

2 Apparato sperimentale

L'apparato a disposizione è riportato in Figura ?? ed è composto da:

1. Laser He-Ne ($\lambda=633$ nm) di potenza ~ 15 mW
2. Shutter
3. Obiettivo e filtro spaziale (*pin-hole*)
4. Beam splitter
5. Specchi
6. Oggetto
7. Supporto per la lastra fotografica

8. Rivelatore al silicio

3 Olografia statica

3.1 Soldatino con lancia

3.2 La caccia

4 Olografia dinamica

4.1 Cubo con martelletto

4.2 Altoparlante

5 Lampada spettrale