

7. Polvere fine in un interferometro “reversal” o invertitore.

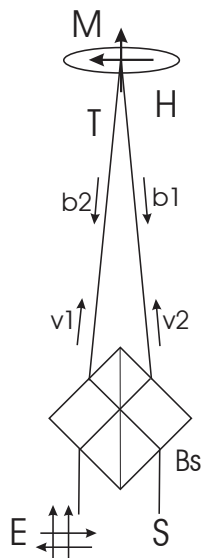
Contenuto

7.1. Un'immagine insieme a un'inversione sinistra-destra.....	1
7.2. Una seconda versione di inversione.....	2
7.3. Una terza versione di inversione.....	3
7.4. Più sensibile, ma quindi meno stabile.....	5
7.5. L'interferometro a inversione sul banco ottico.....	6

7.1. Un'immagine insieme a un'inversione sinistra-destra

Un interferometro a inversione fornisce un'immagine insieme all'immagine speculare. Se mettiamo il dito nella prima metà del percorso della luce, ad esempio nella metà sinistra, vediamo lo stesso dito apparire nella metà destra dello specchio, ma ora invertito a sinistra-destra.

Osservate il disegno qui sotto a sinistra. Vediamo il dito indice che punta verso sinistra. Pensate a quel dito nel disegno 2 proprio davanti allo specchio M, al posto della lettera H (di Hand). Sia il dito che la freccia puntano a destra.



L'immagine è verticale. Seguiamo questa immagine attraverso la distanza immagine b_1 via B_s fino a E. Notiamo che il divisore B_s è sulla sua costola. In E, l'immagine del dito continua a puntare dritto verso sinistra. Seguiamo ora il percorso del dito attraverso b_2 . In B_s , l'immagine sullo specchio semipermeabile di B_s si inverte a sinistra e a destra. In E, l'immagine sarà ancora verticale, ma invertita da sinistra a destra. Se rimaniamo con il dito nella metà destra dello specchio, l'immagine invertita da sinistra a destra rimarrà nella metà sinistra dello specchio. Si assiste quindi alla fusione di due immagini, come mostrato nel disegno in alto a destra.

Costruite la configurazione e guardate cosa appare. Vediamo una serie di linee di interferenza perfettamente parallele tra loro. Se mettiamo un dito in una metà dello specchio, vediamo ovviamente anche l'immagine speculare, ma notiamo che il dito spinge le linee insieme.

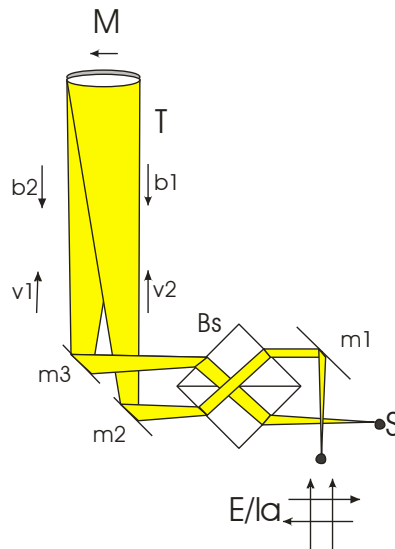
La sorgente luminosa virtuale e l'immagine non coincidono, ma hanno una piccola separazione e vengono introdotte alcune aberrazioni nel piano di uscita dal prisma¹. Questo porta a errori di immagine.



7.2. Una seconda versione di inversione

Per risolvere questo problema basta aggiungere due specchi piani m_1 e m_2 . La luce laser esce dallo splitter parallelamente e, dopo la riflessione, vi entra nuovamente parallelamente.

¹ The virtual light source and image do not coincide, but have a small separation and some aberrations are introduced on the plane exit face to the prism (Malacara, Optical Shop testing, Wiley and sons, 1978, p.174).



Cerchiamo di allargare le linee di interferenza con quest'ultima configurazione. Poi guardate cosa appare. L'immagine è particolarmente instabile. Si verifica costantemente una tempesta di colori di interferenza che cambiano. C'è una buona spiegazione per questo. Confrontiamola con la configurazione di base con un percorso della luce non uniforme. Se lo specchio si muove in modo minimo, anche le immagini in E si muovono, ma nello stesso senso. In un interferometro a inversione, i fasci parziali e le immagini si muovono ovviamente in direzioni opposte.

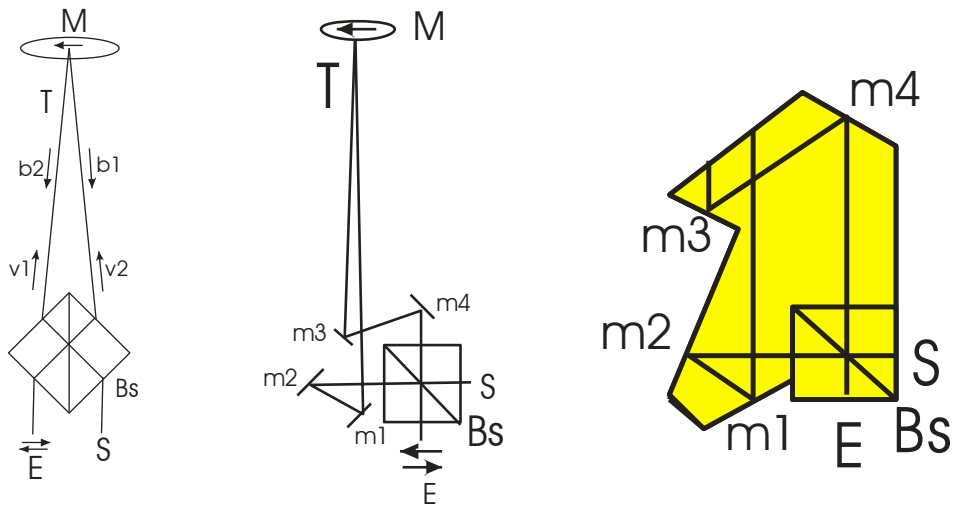
Se portiamo la mano nel percorso della luce, l'immagine rimane ovviamente molto instabile, ma se cerchiamo di riprodurre un'impressione generale nell'immagine fragile, vediamo ciò che è mostrato di seguito.

7.3. Una terza versione di inversione

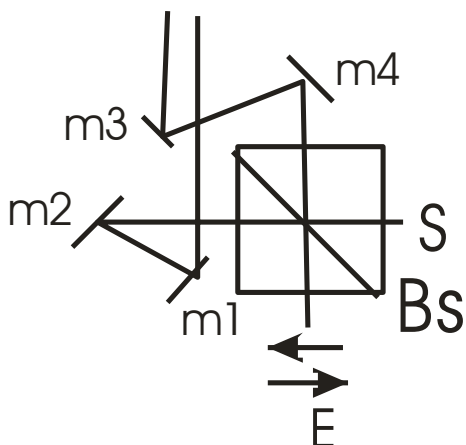
Per evitare che i raggi luminosi colpiscano lo splitter in modo obliquo, possiamo anche impostare l'inversione nel modo seguente. Nel disegno a sinistra, vediamo la versione con i raggi parziali incidenti sullo splitter ad angolo.

Nel disegno al centro sono stati aggiunti gli specchi piani m1, m2, m3 e m4. Si nota che in E si possono osservare sia l'immagine che la sua inversione. Questa inversione è causata dagli specchi m1 e m2. Se li avessimo sostituiti con un solo specchio e avessimo inviato la luce direttamente a Bs, avremmo avuto una configurazione di base con un percorso della luce uguale se correttamente allineato. Ora non è così. Ora abbiamo un'inversione con un percorso di luce uguale. Per costruire con precisione il setup, abbiamo usato ancora una volta un cartoncino

come substrato per lo splitter, con un percorso di luce accuratamente allineato e di uguale lunghezza per entrambi i fasci, contro il quale possono essere montati i diversi specchi piani.



Qui di seguito vediamo lo schema della scheda, insieme a una preparazione della configurazione. Si noti lo specchio m4 nell'immagine al centro. Possiamo vedere in esso il riflesso delle linee delineate sulla scheda. Quindi possiamo regolare a vista come parziale. L'occhio vede già, con molta precisione, se una linea specchiata è in linea con la linea originale. Nel riflesso possiamo vedere che c'è ancora un piccolo errore nella regolazione.

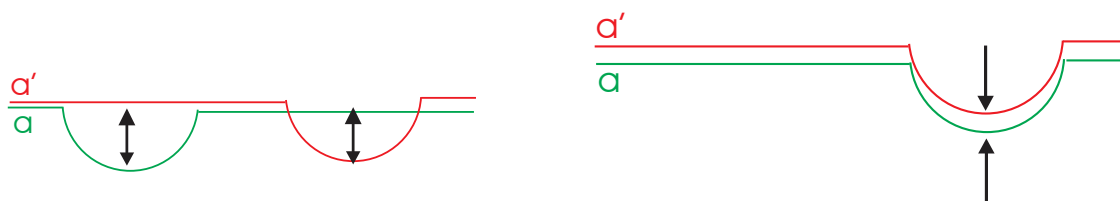


7.4. Più sensibile, ma quindi meno stabile



Oltre al fatto che ogni vibrazione si trasforma in un movimento opposto e porta a violente tempeste di colore, c'è anche quella che potremmo definire una maggiore sensibilità.

In E, otteniamo un amalgama di due immagini, in ciascuna delle quali solo una metà è stata disturbata. L'altra metà dell'immagine è "intatta". Se due immagini di questo tipo si fondono, il disturbo è maggiore di quello causato da due onde che subiscono lo stesso disturbo. I due disegni che seguono cercano di illustrare questo aspetto. A sinistra vediamo la rappresentazione di una perturbazione in un interferometro a inversione, a destra una perturbazione, ad esempio, nella nostra configurazione di base. Di conseguenza, un'inversione è molto più instabile, ma a causa della maggiore distorsione dell'onda risultante, ci mostra molti più dettagli.



In effetti, lo notiamo nel disegno qui sopra, che rappresenta le due "dita che bruciano". Apparentemente vediamo due linee di interferenza appena sopra il dito, una dentro l'altra, una più piccola dell'altra. Ciò che sorprende è che ognuna di esse indica in qualche modo un confine. Paragonate al fumo di una sigaretta. Diventa gradualmente più sottile. È difficile tracciare una linea tra "qui c'è chiaramente ancora fumo" e "qui non c'è più fumo".

Torniamo al disegno. In realtà, quindi, si tratta di un riflesso statico di un evento particolarmente dinamico. Regolarmente, le linee si aprono per un momento e fuoriescono,

chiamiamole bolle di calore, salendo direttamente verso l'alto. Ogni volta creano uno spettro di colori caleidoscopico. Si può continuare a guardarle con fascino.

Sarebbe ancora più affascinante se l'intero impianto potesse essere reso privo di vibrazioni. Ma un dilettante non è in grado di tenere fermo il suo banco ottico all'ordine dei nanometri, dei miliardesimi di metro. Naturalmente ci si chiede cosa succederebbe se tutto questo fosse costruito a livello professionale. La sintonizzazione dei 18 specchi del telescopio James-Webb dimostra che una cosa del genere è tecnicamente possibile.

Quanto detto finora sull'interferometro a inversione vale anche a piena luminosità. Per concludere questo testo, diamo un'occhiata alla quasi oscurità. Chiudiamo quasi completamente il dimmer e osserviamo cosa appare quando teniamo il dito nel percorso della luce. I colori sono scomparsi, così come la natura instabile della disposizione. Vediamo il dito e il suo riflesso, ancora una volta circondato da una debole banda di luce, come abbiamo visto con il setup di Foucault e il setup di base.



7.5. L'interferometro a inversione sul banco ottico

Di seguito è riportata una vista del banco ottico nella stanza “buia”, dove è in costruzione un invertitore. Si tratta di una soluzione relativamente semplice. Si possono vedere la sorgente di luce bianca 'puntiforme' S, il beamsplitter Bs e il piccolo specchio m1. L'osservatore si trova in E, appena dietro il banco ottico. Nell'immagine, quindi, si trova in basso.

Il laser si trova ancora più indietro rispetto all'osservatore, non presente nell'immagine, quindi non può mai far arrivare la luce laser nell'occhio. Le lettere “vm” indicano lo specchio piano che si trova a metà del fascio divergente (o convergente) e che riflette la luce sullo specchio concavo M. Questo si trova sotto la piastra di legno proprio di fronte all'osservatore in E. Si può vedere la luce laser scomparire sotto di esso. La luce laser viene ritagliata più avanti nell'immagine.

Gli altri specchi sullo sfondo sono pronti per l'esercitazione di altre configurazioni. Tutti gli specchi grandi (155 mm di diametro) sono su carrelli che possono essere spostati tramite raggi dalla posizione di E secondo i tre assi. Possono quindi essere avvicinati e allontanati, ruotati e posizionati più in alto, più in basso o più a sinistra e a destra. Tutto ciò avviene tramite viti di regolazione.

