

7. Polvo fino en un interferómetro «reversible» o de inversión.

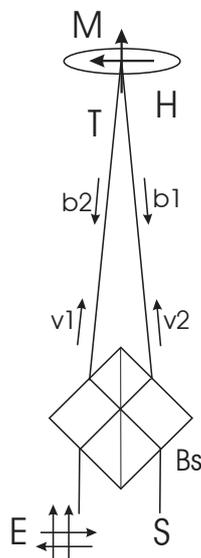
Conenido

7.1. Una imagen junto con una inversión izquierda-derecha.....	1
7.2. Una segunda versión de una inversión.....	2
7.3. Una tercera versión de una inversión	3
7.4. Más sensible, pero por tanto menos estable	4
7.5. El interferómetro de inversión en el banco óptico	6

7.1. Una imagen junto con una inversión izquierda-derecha

Un interferómetro de inversión da una imagen junto con la imagen del espejo. Si colocamos el dedo en la primera mitad del recorrido de la luz, por ejemplo, en la mitad izquierda, vemos aparecer el mismo dedo en la mitad derecha del espejo, pero ahora invertido de izquierda a derecha.

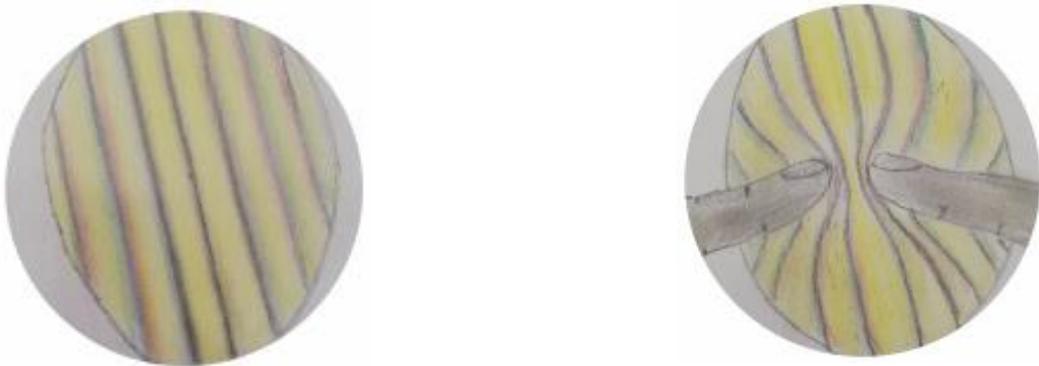
Fíjate en el dibujo de abajo a la izquierda. Vemos el dedo índice apuntando hacia la izquierda. Piensa en ese dedo en el dibujo 2 justo delante del espejo M, en el lugar de la letra H (de Mano). Tanto el dedo como la flecha apuntan a la derecha.



La imagen está en posición vertical. Siga esta imagen a través de la distancia de imagen b_1 vía B_s hasta E. Observamos que el divisor B_s está en su costilla. En E, la imagen del dedo sigue apuntando en línea recta hacia la izquierda. Siga ahora la trayectoria del dedo a través de b_2 . En B_s , esta imagen en el espejo semipermeable en B_s hace una inversión de imagen izquierda-derecha. En E, esta imagen seguirá estando derecha, pero invertida izquierda-derecha. Si permanecemos con el dedo dentro de la mitad derecha del espejo, la imagen invertida izquierda-derecha permanecerá dentro de la mitad izquierda del espejo. Entonces vemos la fusión de dos imágenes, como se muestra en el dibujo de arriba a la derecha.

Construye el montaje y observa lo que aparece. Vemos una serie de líneas de interferencia perfectamente paralelas una al lado de la otra. Si colocamos un dedo en una de las mitades del espejo, evidentemente veremos también la imagen especular, pero observaremos que el dedo empuja las líneas para que se unan.

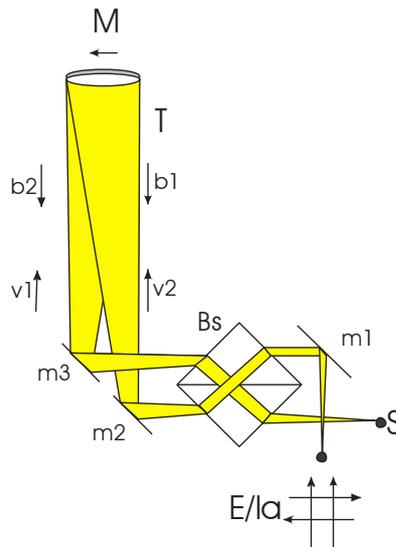
La fuente de luz virtual y la imagen no coinciden, sino que tienen una pequeña separación y se introducen algunas aberraciones en el plano de salida al prisma¹. Esto provoca errores en la imagen.



7.2. Una segunda versión de una inversión

Resolvemos esto simplemente añadiendo dos espejos planos m_1 y m_2 . La luz láser sale paralela del divisor y, tras la reflexión, vuelve a entrar paralela.

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).



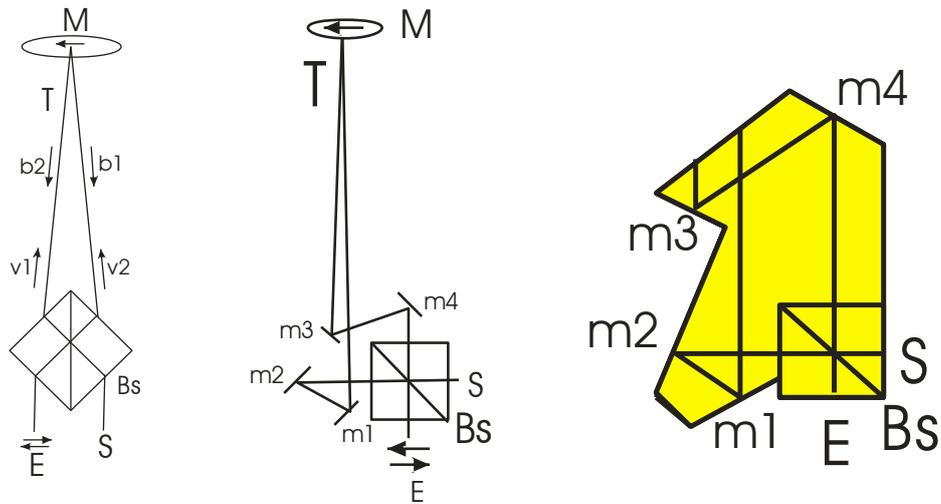
¿Intentamos ampliar las líneas de interferencia con esta última configuración. Entonces mira lo que aparece. La imagen es especialmente inestable. Constantemente obtenemos una tormenta de colores de interferencia cambiantes. Esto tiene una buena explicación. Lo comparamos con el montaje básico con trayectoria de luz irregular. Si el espejo se mueve allí mínimamente, las imágenes en E también se mueven, pero en el mismo sentido. En un interferómetro de inversión, los haces parciales y las imágenes se mueven obviamente en direcciones opuestas.

Si introducimos la mano en la trayectoria de la luz, la imagen sigue siendo evidentemente muy inestable, pero si intentamos reproducir una impresión general en la imagen frágil, vemos lo que se muestra a continuación.

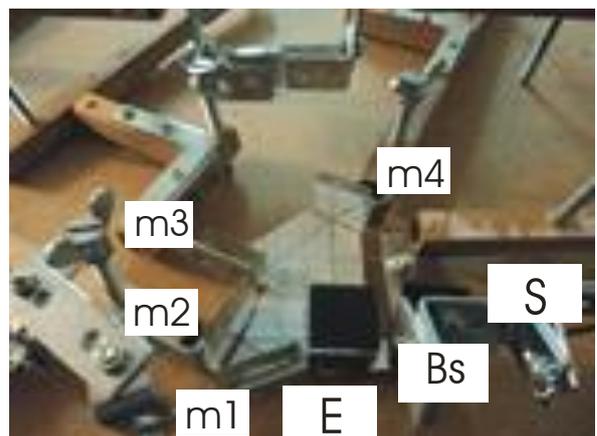
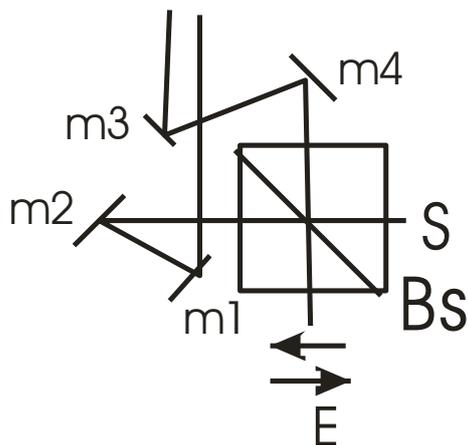
7.3. Una tercera versión de una inversión

Para evitar que los rayos de luz incidan en ángulo sobre el divisor, también podemos configurar nuestra inversión de la siguiente manera. En el dibujo de la izquierda, vemos la versión con los rayos parciales incidiendo en el divisor en ángulo.

En el dibujo del centro se han añadido los espejos planos m_1 , m_2 , m_3 y m_4 . Se observa que en E se puede observar tanto la imagen como su inversión. Esta inversión se debe a los espejos m_1 y m_2 . Si los sustituyéramos por un solo espejo y enviáramos la luz directamente a Bs, tendríamos un montaje básico con igual recorrido de la luz si estuviera correctamente alineado. Ahora no lo tenemos. Ahora tenemos una inversión con igual trayectoria de luz. Para construir la configuración con precisión, de nuevo utilizamos una tarjeta como sustrato para el divisor, con un camino de luz alineado con precisión e igual de largo en él para ambos haces, contra el que se pueden montar los diferentes espejos planos.



A continuación vemos el diagrama de la tarjeta, junto a una preparación del montaje. Fíjese en el espejo m_4 de la imagen del centro. Podemos ver en él el reflejo de las líneas delineadas en la tarjeta. Así que podemos ajustar por la vista como parcial. El ojo ya ve, con mucha precisión, si una línea reflejada está en línea con la línea original. Podemos ver en el reflejo que aún hay un pequeño error en el ajuste.

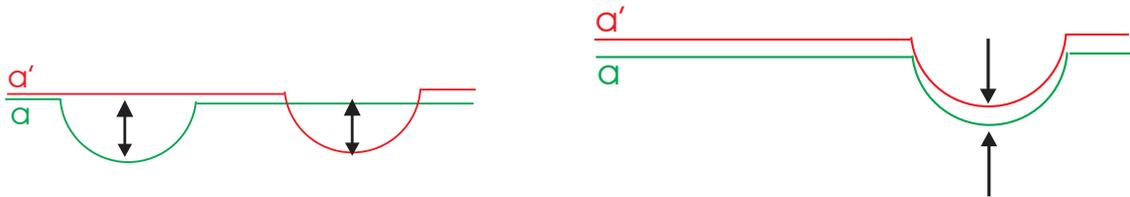


7.4. Más sensible, pero por tanto menos estable



Además del hecho de que cada vibración se convierte en un movimiento opuesto y provoca violentas tormentas de color, también se produce lo que podríamos llamar un aumento de la sensibilidad.

En E, obtenemos una amalgama de dos imágenes, en cada una de las cuales sólo se ha perturbado una mitad. La otra mitad imagen «intacta». Si dos imágenes de este tipo se fusionan, la perturbación es mayor que la causada por dos ondas sometidas a la misma perturbación. Los dos dibujos siguientes tratan de ilustrarlo. A la izquierda vemos la representación de una perturbación en un interferómetro de inversión, a la derecha una perturbación en, por ejemplo, nuestro montaje básico. Como resultado, una inversión es mucho más inestable, pero debido a la mayor distorsión de la onda resultante, nos muestra mucho más detalle.



De hecho, nos damos cuenta de ello en el dibujo anterior, que representa los dos «dedos ardientes». Aparentemente vemos dos líneas de interferencia justo encima del dedo, una dentro de la otra, una también algo más pequeña que la otra. Lo sorprendente es que cada una de ellas indica en cierto modo un límite. Compárelo con el humo de un cigarrillo. Se vuelve gradualmente más fino. Apenas se puede trazar una línea entre «aquí sigue habiendo humo» y «aquí ya no hay humo».

Volvamos al dibujo. En realidad, se trata de un reflejo estático de un acontecimiento especialmente dinámico. Periódicamente, las líneas se abren un momento y escapan, llamémoslas burbujas de calor, que suben en línea recta. Cada vez, crean un espectro de colores caleidoscópico. Uno puede seguir mirándolas con fascinación.

Sería aún más fascinante si todo el montaje se pudiera hacer sin vibraciones. Pero un aficionado simplemente no puede mantener quieto su banco óptico del orden de nanómetros, milmillonésimas de metro. Por supuesto, cabe preguntarse qué pasaría si todo esto se construyera a nivel profesional. La sintonización entre sí de los 18 espejos del telescopio James-Webb demuestra que tal cosa es técnicamente posible.

Lo que se ha dicho hasta ahora sobre el interferómetro de inversión se aplica a pleno brillo. Para concluir este texto, echemos un vistazo en la penumbra. Cerramos el regulador de intensidad casi por completo y observamos lo que aparece cuando mantenemos el dedo en la trayectoria de la luz. Desaparecen los colores, desaparece también la inestabilidad de la disposición. Vemos el dedo y su reflejo, de nuevo rodeados por una tenue banda de luz como vimos con el montaje de Foucault y el montaje básico.



7.5. El interferómetro de inversión en el banco óptico

A continuación se muestra una vista del banco óptico en la sala «oscura», donde se está construyendo un interferómetro de inversión. Se trata de una solución relativamente sencilla. Se puede ver la fuente de luz blanca «puntual» S, el divisor de haz Bs y el pequeño espejo m1. El observador se encuentra en E, justo detrás del banco óptico. En la imagen, por tanto, está en la parte inferior.

El láser está aún más atrás del observador, no en la imagen, por lo que nunca puede dirigir la luz láser al ojo. Las letras «vm» corresponden al espejo plano que se encuentra a medio camino del haz divergente (o convergente) y refleja la luz hacia el espejo cóncavo M. Éste se encuentra bajo la placa de madera, justo delante del observador en E. Se puede ver cómo la luz láser desaparece bajo ella. La luz láser se recorta más adelante en la imagen.

Los demás espejos del fondo están preparados para perforar otros montajes. Todos los espejos grandes (155 mm de diámetro) están sobre carros que pueden moverse mediante haces desde la ubicación de E según los tres ejes. Así, pueden acercarse y alejarse, girar y colocarse

más altos, más bajos o más a la izquierda y a la derecha. Todo esto se hace con tornillos de ajuste.

