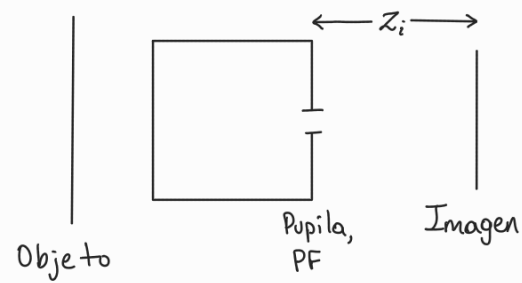


Microscopio de contraste de fase (Zernike)

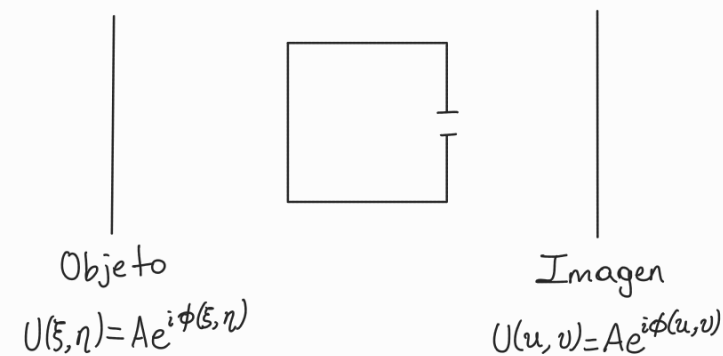


En este caso vamos a utilizar una modulación en fase. Consideremos una pupila

$$P(x, y) = e^{ia} \delta(x, y),$$

esto es, en el origen colocamos un punto que introduce una fase.

Se pueden fabricar moduladores de fase más complejos, ya sea por la fabricación de materiales con capas de distintos grosores o moduladores que cambian la fase de forma continua.



Pero en lo de la izquierda tenemos que la intensidad en (ξ, η) y (u, v) es la misma, ¿cómo recuperamos la fase?

Supongamos cambios de fase muy pequeños

$$\phi(\xi, \eta) = \phi_0 + \delta\phi'(\xi, \eta)$$

con $\delta\phi' \ll 1$.

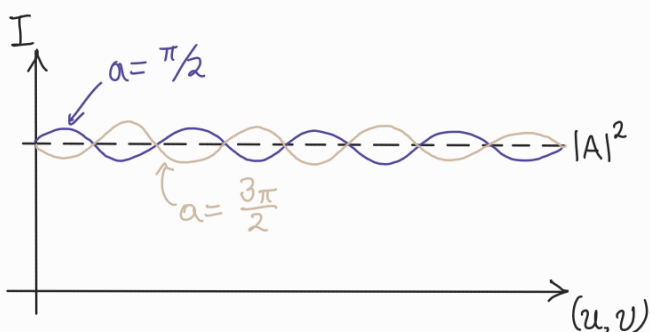
De manera que $U(\xi, \eta) \simeq Ae^{i\phi_0}(1 + i\delta\phi')$, entonces en el plano de Fourier se tiene $U(x, y) \sim \mathcal{F}\{U(\xi, \eta)\}(\frac{x}{\lambda z_i}, \frac{y}{\lambda z_i}) = Ae^{i\phi_0}[\delta(f_x, f_y) + i\mathcal{F}\{\delta\phi'\}]$. Entonces colocamos un filtro en el origen de fase e^{ia}

$$\Rightarrow U(x, y) \sim Ae^{i\phi_0}[e^{ia}\delta(f_x, f_y) + i\mathcal{F}\{\delta\phi'\}],$$

así en el plano imagen ($M=1$)

$$\begin{aligned} U(u, v) &= Ae^{i\phi_0}\mathcal{F}\{e^{ia}\delta(f_x, f_y) + i\mathcal{F}\{\delta\phi'\}\} \\ &= Ae^{i\phi_0}(e^{ia} - i\delta\phi'), \end{aligned}$$

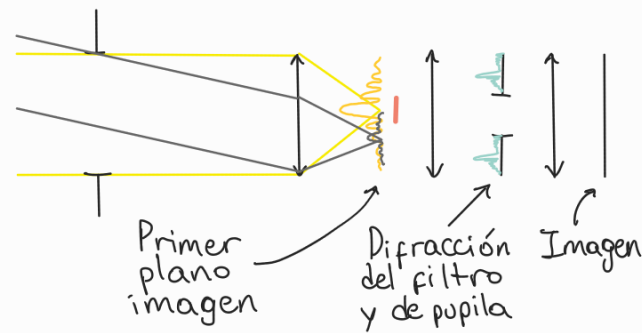
$$\begin{aligned} \Rightarrow I(u, v) &= |A|^2[1 + (\delta\phi')^2 - 2\delta\phi'\sin(a)] \\ &\simeq |A|^2[1 - 2\delta\phi'\sin(a)] \end{aligned}$$



De esto se trata el microscopio de Zernike.

Coronografía

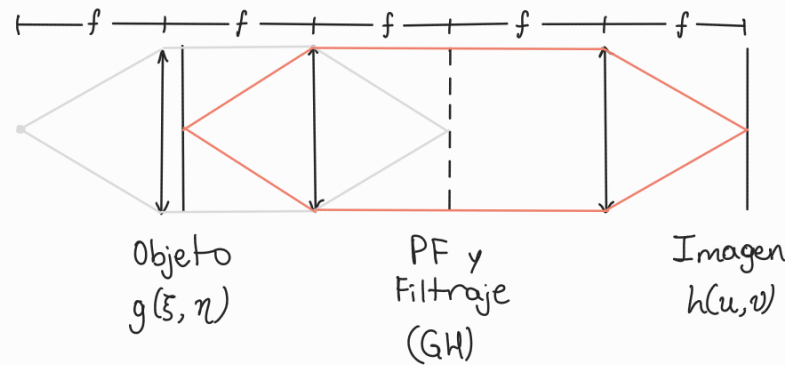
Sistema para detectar exoplanetas. Se bloquea la parte central de la luz, de manera que debido a difracción y con otra lente las frecuencias altas de la luz que no interesa se encuentran más alejadas y con un diafragma (llamado de Lyot) se dejan pasar las frecuencias del objeto de interés.



Sea $U(\xi, \eta) \approx 1 + a(x, y)$ con $a \ll 1$ una función real

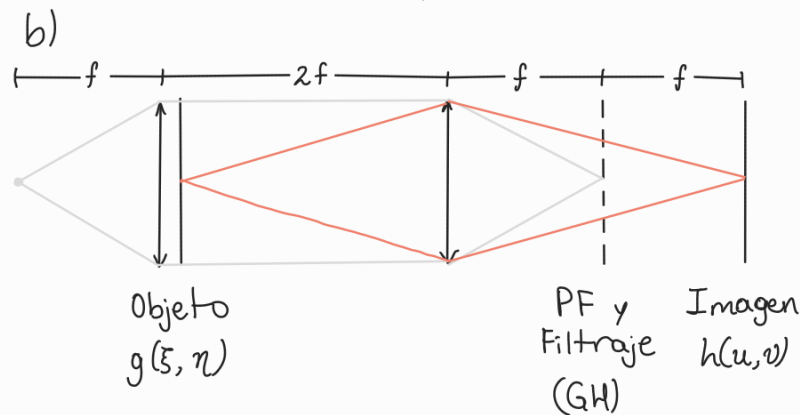
$\Rightarrow \mathcal{F}\{U(\xi, \eta)\} = \delta(x, y) + \mathcal{F}\{a\}$, el filtro que colocamos tiene como efecto que $\mathcal{F}\{U(\xi, \eta)\} = \mathcal{F}\{a\} \Rightarrow U(u, v) = -a(u, v) \Rightarrow I(u, v) = |a|^2 \sim 0$, pero ahora me quedo con los detalles y amortiguo la luz que no interesa.

a) Sistema 4f (5f)

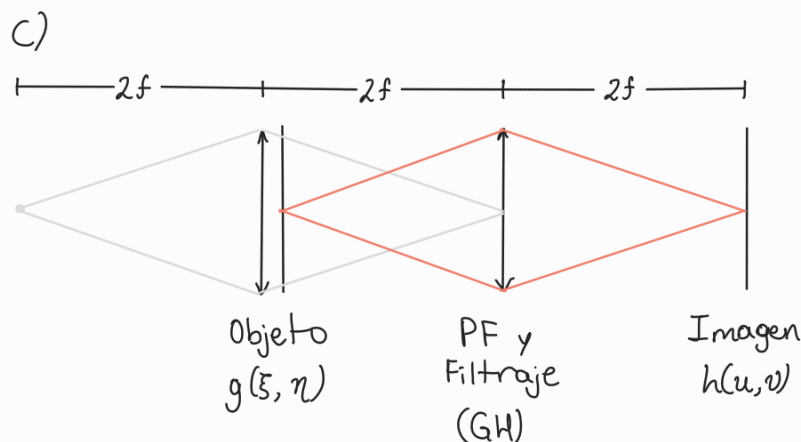


Haciendo $H \sim \mathcal{F}\{h\}$ elegimos la respuesta al impulso en el plano imagen.

Una desventaja es el viñeteo en el plano de Fourier.



En este caso el viñeteo es más grande y también va a sufrir del factor cuadrático a la entrada (en el caso anterior no está).



En este caso la máscara H se coloca en la segunda lente donde está el plano de Fourier.

No hay viñeteo pues no hay elementos entre el objeto y el PF. Tampoco tiene el término cuadrático pues se ilumina el objeto con una onda esférica convergente.

GH: síntesis analógica de la información óptica.