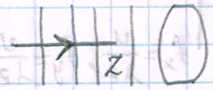
06/10/2021

Pensemos en una lente positiva en la cual incide una onda plana ortogonalmente. ¿Cómo se transforman los frentes de onda después de la lente de distancia focal f?



$t_\ell = e^{-i\frac{\pi}{\lambda f}(x^2+y^2)}$, el campo en la posición de la lente (lente delgada) es $U_\ell(x,y) = Ae^{-i\frac{\pi}{\lambda f}(x^2+y^2)}$.

En general, la lente tiene una función de pupila P donde está definida la lente

$$P(x,y) = \begin{cases} 1 & r \leq \ell/2 \\ 0 & r > \ell/2 \end{cases}.$$

Por ahora supondremos una lente infinita ($P=1$). El campo en z después de la lente se calcula con Fresnel (vimos que la matriz ABCD nos decía que para espacio libre coincidía con Fresnel), así

$$U(u,v;z) = \frac{e^{ikz}}{i\lambda z} e^{i\frac{\pi}{\lambda z}(u^2+v^2)} \iint_{R^2} Ae^{-i\frac{\pi}{\lambda f}(x^2+y^2)} e^{i\frac{\pi}{\lambda z}(x^2+y^2)} e^{i\frac{2\pi}{\lambda z}(ux+vy)} dx dy,$$

en particular para $z=f$:

$$U(u,v;f) = \frac{e^{ikf}}{i\lambda f} e^{i\frac{\pi}{\lambda f}(u^2+v^2)} A\delta(f_x,f_y)\Big|_{f_x=\frac{u}{\lambda f},\, f_y=\frac{v}{\lambda f}}.$$

Patrón de Fraunhofer geométrico

Nos da algo que siempre hemos sabido, la luz se enfoca en el foco. Si $P(r) = \mathrm{circ}(r/(\ell/2))$:

$$U(u,v;f) = \frac{e^{ikf}}{i\lambda f} e^{i\frac{\pi}{\lambda z}(u^2+v^2)} A\mathcal{F}\{P(x,y)\}\Big|_{f_x=\frac{u}{\lambda f},\, f_y=\frac{v}{\lambda f}},$$

que es lo mismo que obtenemos del regimen de Fraunhofer. Por ello se suele decir que una lente acerca el campo lejano.