Hay varias aproximaciones de la integral del regimen de Fresnel.

• Aproximación de convolución:

En este acercamiento se discretiza la fase cuadrática y el campo en la abertura.

En el caso de una abertura 1D (a lo largo de un eje) si su "diámetro" es w y si la ventana de la fase exponencial es W (donde no necesariamente $w=W$) entonces

→ K muestras para la exponencial con tasa de muestreo $W/\lambda z$.

→ M muestras para la abertura con tasa de muestreo M/w.

Lo que sí debe de ser igual es la tasa de muestreo

$$\frac{W}{\lambda z}=\frac{M}{w} \Leftrightarrow W=\frac{Mw}{4N_F} \Leftrightarrow K=\left[\frac{M^2}{4N_F}\right],$$

donde $N_F=(w/2)^2/\lambda z$. La convolución discretizada es con $U(x',y',0)\longrightarrow U_{k,p}(0)$ y $\exp(i\pi\cdots)\longrightarrow h_{n,m}$ con

$$U_{n,m}(z)=\sum_{k=\max(n-K+1,1)}^{\min(n,M)}\ \sum_{p=\max(m-K+1,1)}^{\min(m,M)} U_{k,p}(0)h_{n-k+1,m-p+1},$$

con $h_{n,m}=\frac{1}{\lambda z}\exp\left[i\frac{4\pi N_F}{M^2}\{(n-K/2)^2+(m-K/2)^2\}\right]$ para $0\leq n\leq K-1$ y $0\leq m\leq K-1$. Sin embargo, un acercamiento más eficiente es utilizando la multiplicación en el dominio de Fourier.

En un programa, antes de multiplicar en el dominio de Fourier o de convolución, se deben de llenar con 0 a $U_{m,n}$ y $h_{n,m}$ para que tengan el mismo tamaño $N=K+M$.

• Transformada de Fresnel o single DFT:

En este caso nos enfocamos en resolver

$$U_F(x,y;z)=\frac{e^{ikz}}{i\lambda z}e^{i\frac{\pi}{\lambda z}(x^2+y^2)}\iint_{\mathbb{R}^2}U(\xi,\eta;0)e^{i\frac{\pi}{\lambda z}(\xi^2+\eta^2)}e^{-i\frac{2\pi}{\lambda z}(x\xi+y\eta)}d\xi d\eta,$$