

2.71 / 2.710 Óptica

Otoño 2001

Boletín de problemas 9

Publicado el 21 de noviembre de 2001

Fecha de entrega, miércoles 28 de noviembre de 2001

- 1. Teorema de Parseval.** Supongamos que $f(x)$ indica una función cuadrada integrable y suficientemente plana, y $F(u)$ su transformada de Fourier.

1.a) Demuestre que,

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x)|^2 dx = \int_{-\infty}^{+\infty} |F(u)|^2 du$$

1.b) Argumente que este resultado expresa conservación de energía en el contexto de un sistema óptico.

- 2. Telescopios y magnificación.** Se construye un sistema 4-F (es decir, un telescopio) con dos lentes L1 y L2 de distancias focales f_1 y f_2 , respectivamente, de tal forma que $f_1 > f_2$. La luz penetra en primero en L1 y después lo hace en L2.

2.a) ¿Está operando el sistema en las coordenadas laterales como magnificador o como reductor?

2.b) ¿Está operando el sistema en las coordenadas angulares como magnificador o como reductor?

2.c) ¿Son consistentes las dos respuestas anteriores? ¿Por qué? (Fundaméntelo lo más detalladamente que pueda).

- 3.** La transformada de Fourier puede ser considerada una correlación de funciones en sus transformadas y, por tanto, reúne los requisitos para ser definida como un sistema.

3.a) ¿Es este sistema lineal?

3.b) ¿Puede especificar una función de transferencia para este sistema? En caso de que la respuesta sea afirmativa, ¿cuál es esta función? En caso de que sea negativa, ¿por qué no puede?

- 4. Filtrado espacial.** La figura A de la página siguiente muestra un sistema óptico de imagen con un aumento de 1:1. Las lentes L1 y L2 son idénticas con una distancia focal $f = 10$ cm. La figura B muestra la transmisividad $t(x)$ de la amplitud de la transparencia delgada que se encuentra ubicada en el plano de entrada. La modulación de la transparencia es periódica, con un periodo $L = 20 \mu\text{m}$. La transparencia está iluminada por una onda plana generada por un láser a una longitud de onda $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$, e incide en una dirección paralela al eje

óptico. En el plano de Fourier correspondiente a L1 hay otra transparencia que transmite el campo óptico entre las distancias $d_i = 1.5$ mm. y $d_o = 8.5$ mm. del eje óptico y que es opaca en el resto (véase también la figura A). Calcule la expresión más simple posible para la distribución de amplitud $a(x')$ en el plano de imagen del sistema. Considere el sistema como 1D e ignore el efecto de las aperturas de la lente finita.

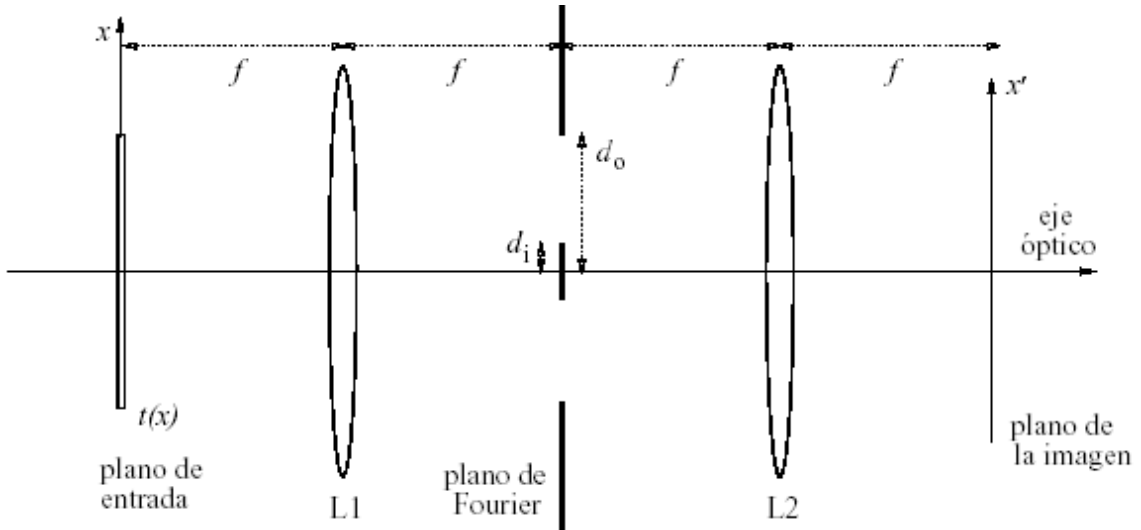


Figura A: sistema de imagen 4F con filtro de plano de Fourier.

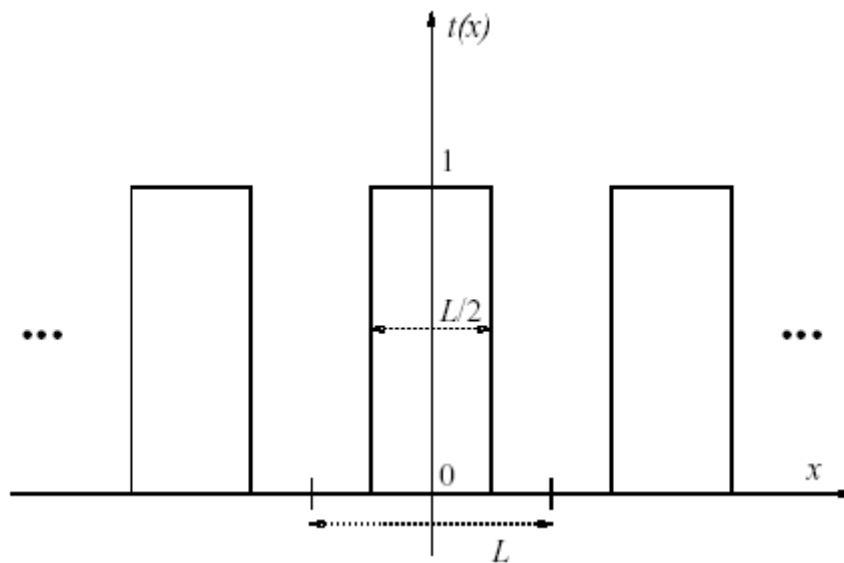


Figura B: transmisión de amplitud de la transparencia de entrada.