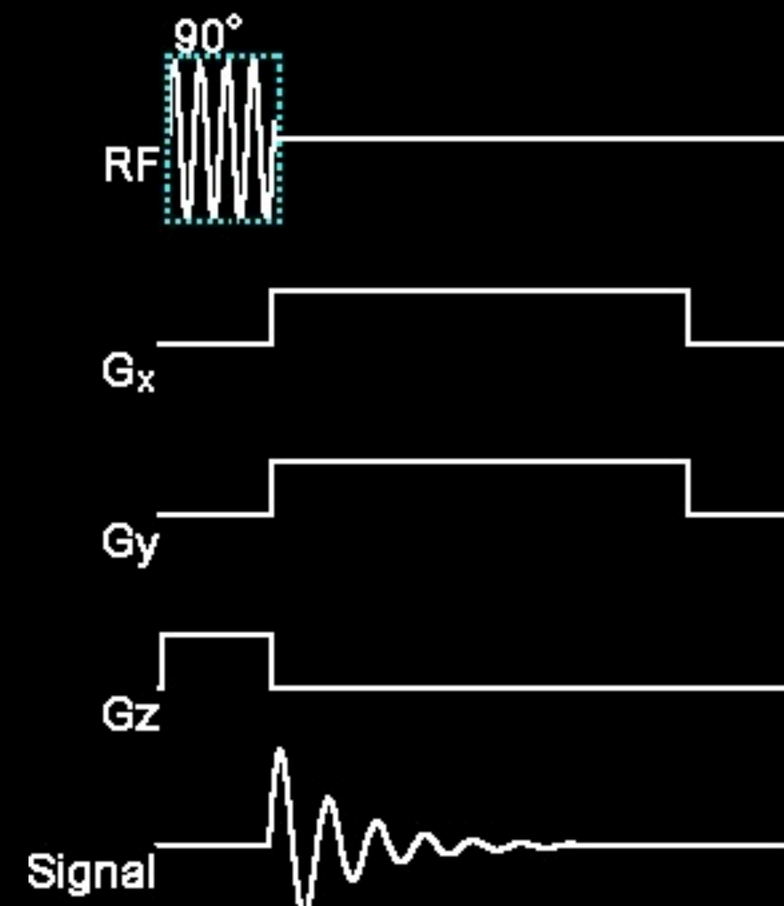
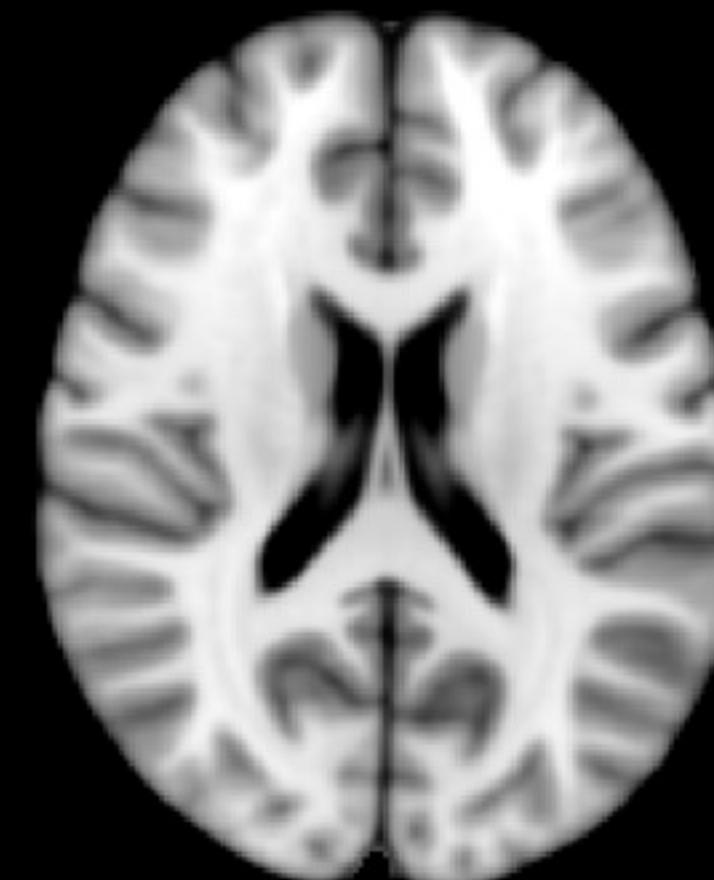
Denoising y Señales

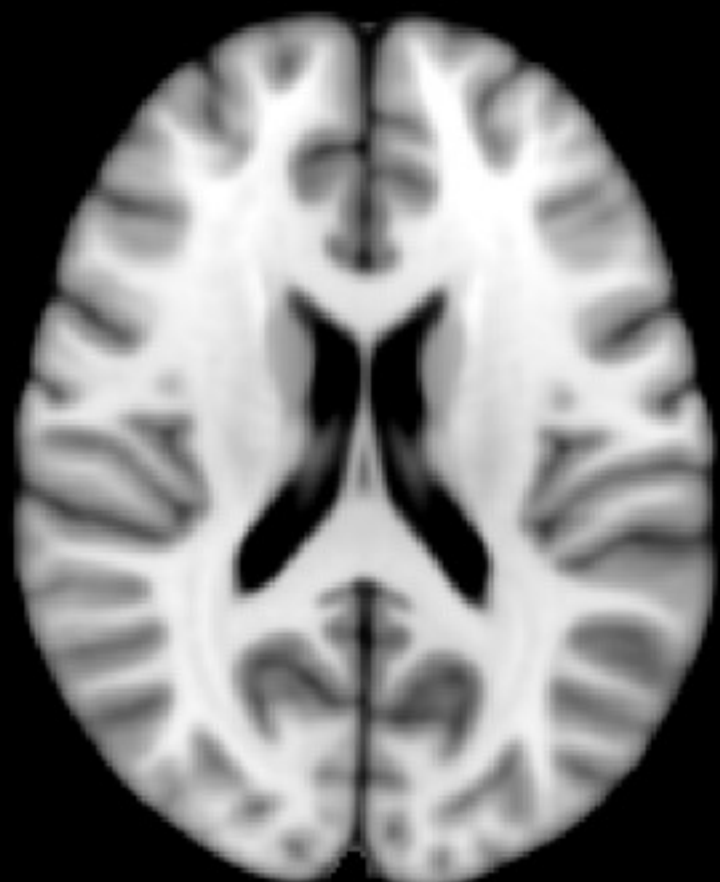
Demián Wassermann
Departamento de Radiología
Harvard Medical School & Brigham and Women's Hospital

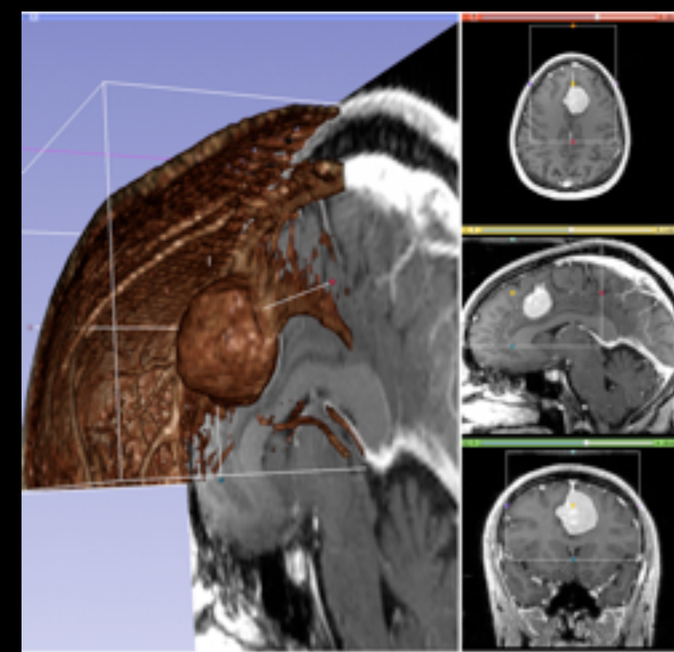
Esquema del Circuito

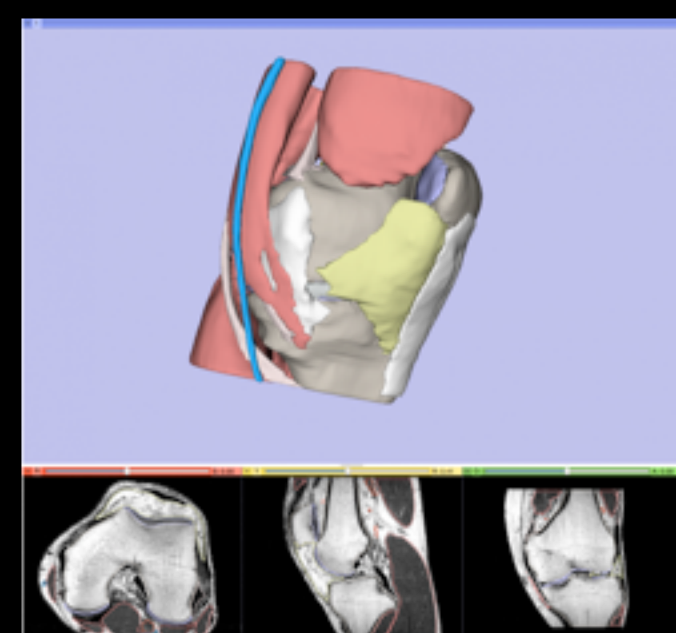


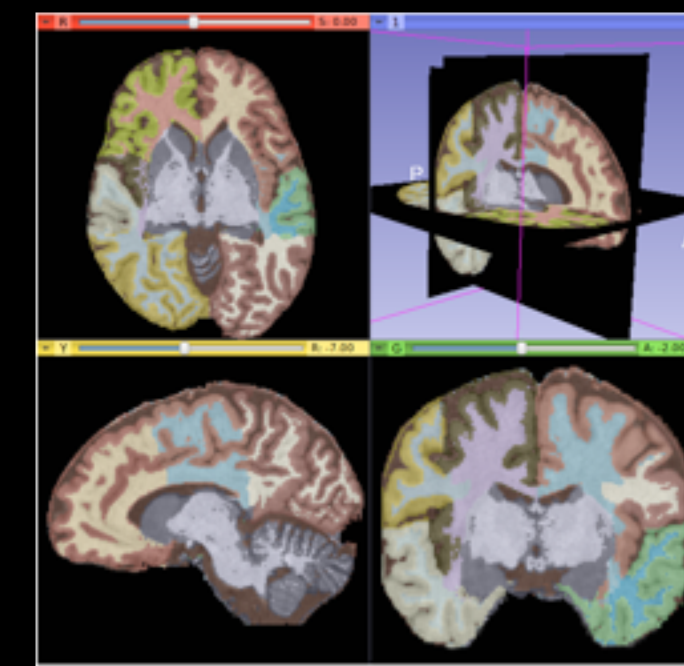


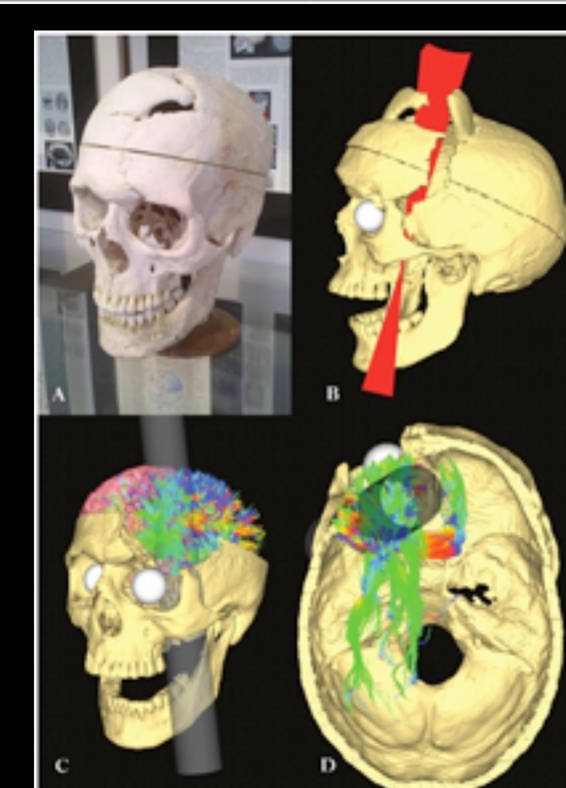
Esquema del Circuito







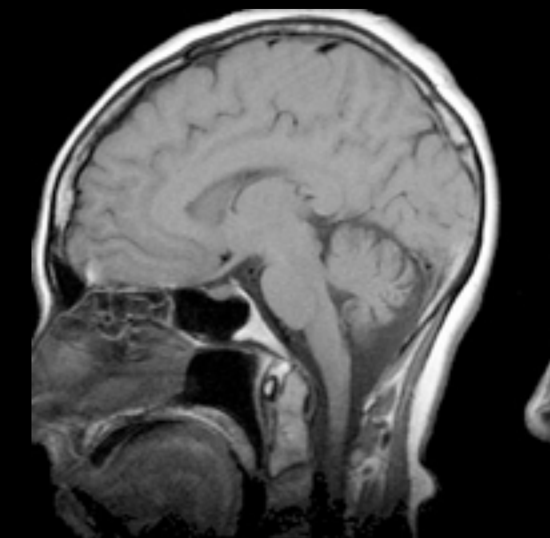




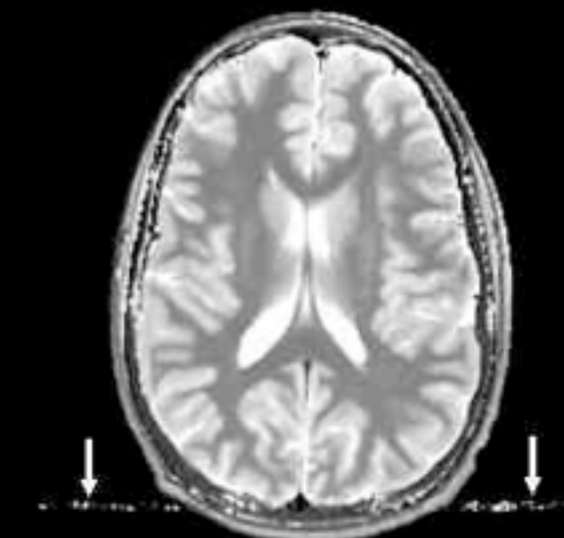
Artefactos

Problemas de
Corriente Continua

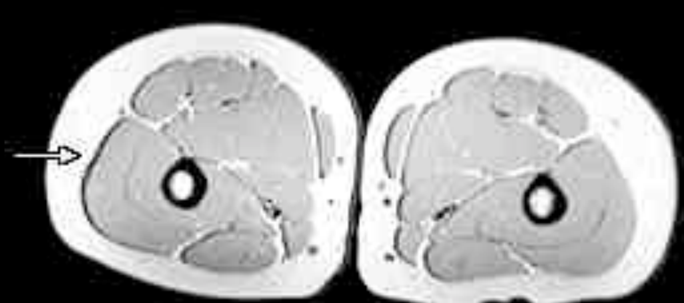
Homogeneidad del Campo
Magnético de Base



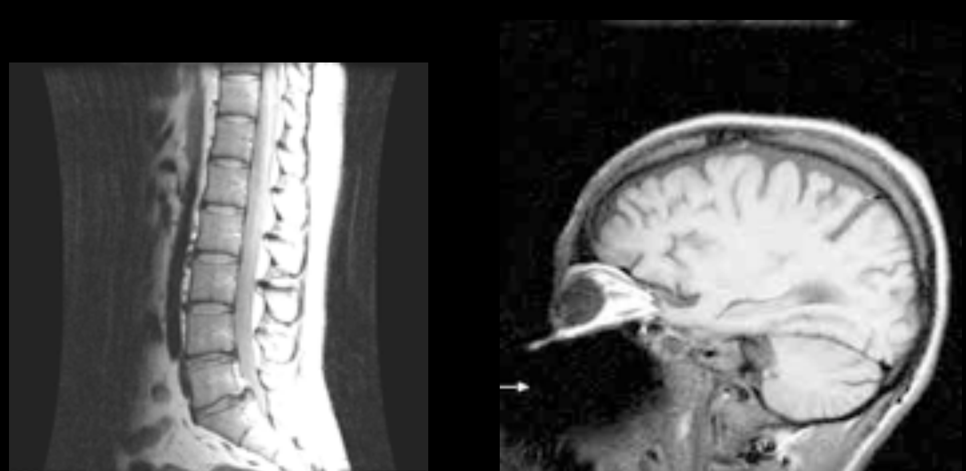
Campo de Vista
(Wraparound)



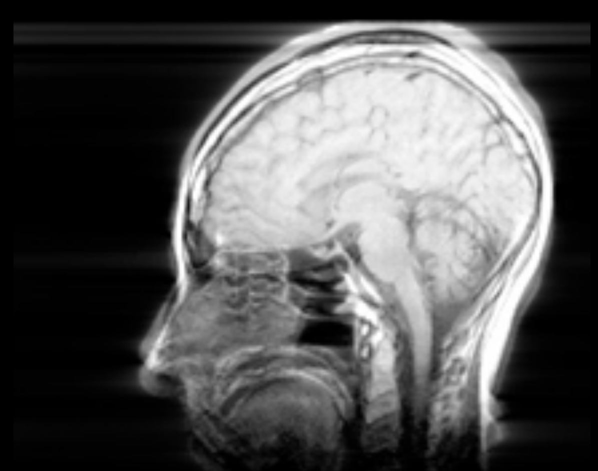
Movimiento
(flujo sanguíneo)



Desplazamiento Químico



Homogeneidad de
Radiofreceuencias

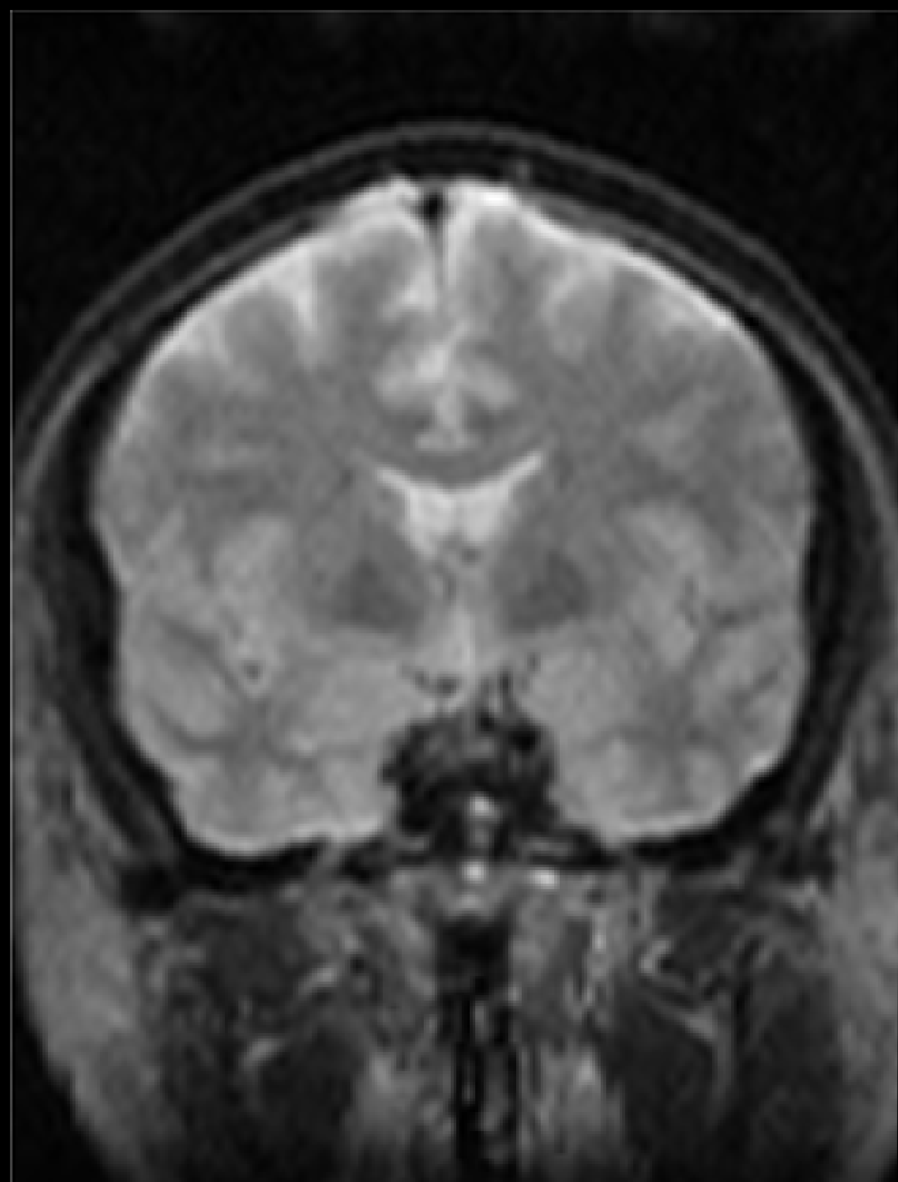


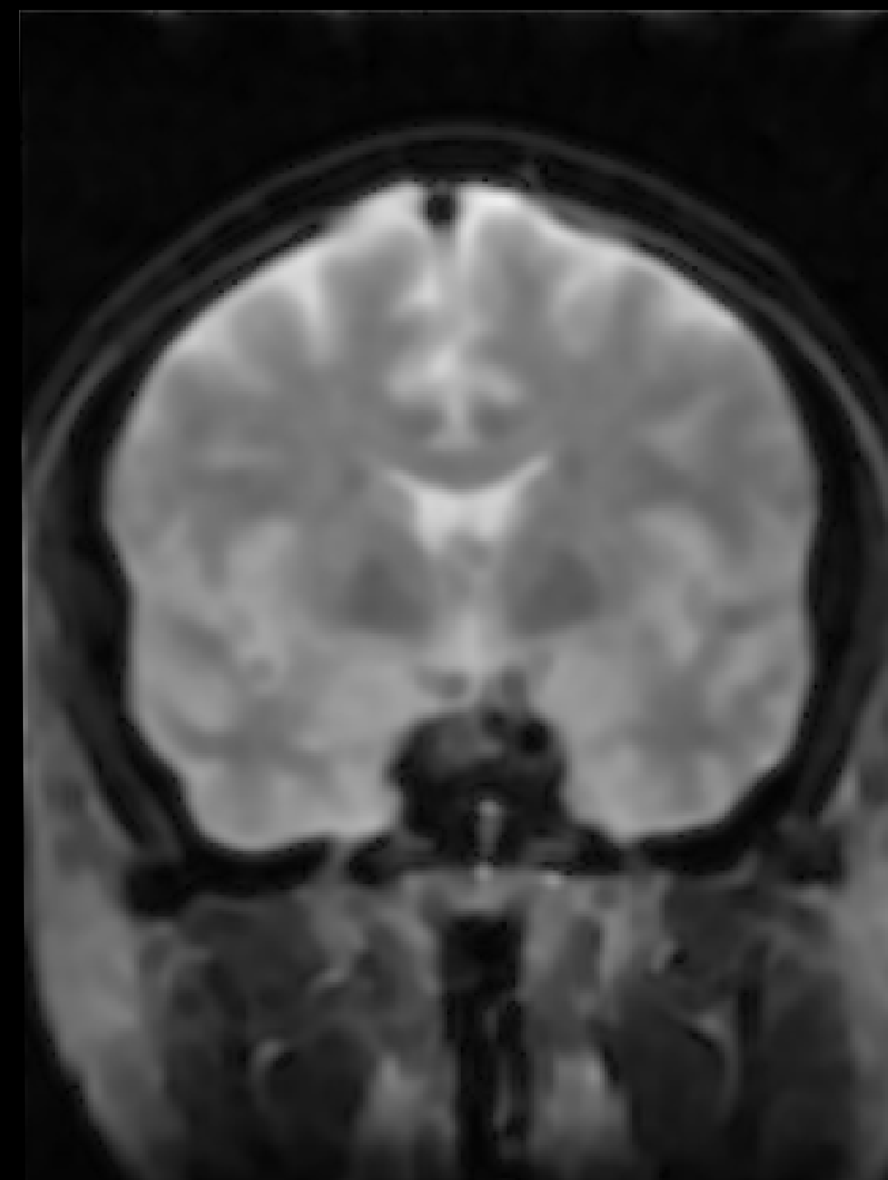
Movimiento

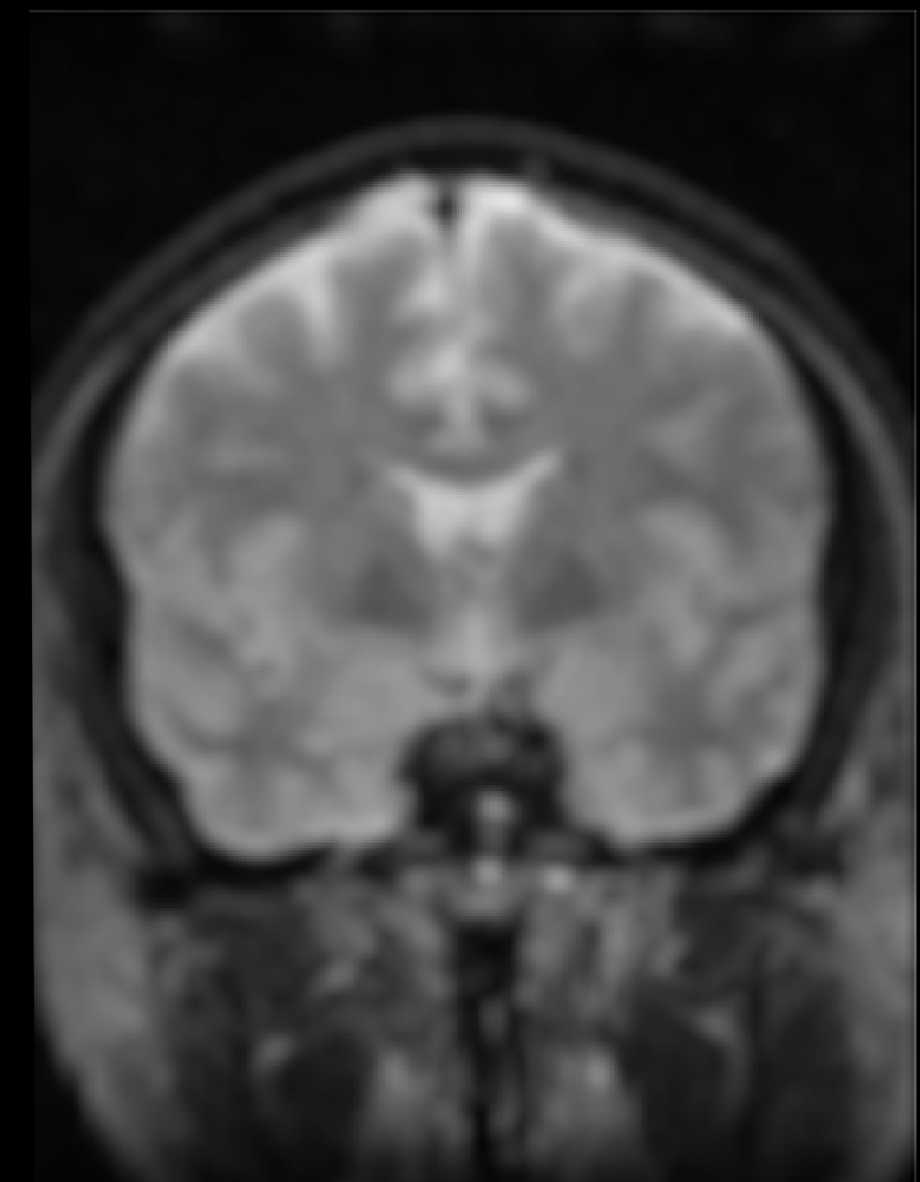
Distintas Disciplinas

- Estimación del Ruido y Eliminación
- Detección Automática de Estructuras
- Registración
- Reconstrucción
- Realidad Aumentada

Distintas Disciplinas
Estimación de Ruido y Limpiado







Ecuación Rectora

$$P(R|I) = P(R)P(I|R)/P(I)$$

Solución Buscada: R tal que $P(R|I)$ sea máximo

Conexión con Optimización

$$E(R;I) = -\log P(R) - \log P(I|R) + \log(P(I))$$

Limpiado

$$E(L;I) = \text{Regularidad}(L) + \text{Similaridad}(I,L)$$

Limpiado

E(L) = Similaridad(I,L) + Regularidad(L)

$$E(L) = \beta \int \|L(x) - I(x)\|_2^2 dx + (1-\beta) \int \|\nabla L(x)\|_2^2 dx$$

$$L(x) = \int I(\xi) w(\xi, x) dx$$

$$w(\xi, x) = \frac{1}{z} e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\xi)^2}{\sigma^2}} \qquad z = \int e^{-\frac{1}{2} \frac{(x-\xi)^2}{\sigma^2}} dx$$

Limpiado

$$E(L) = \beta \int \|L(x) - I(x)\|_2^2 dx + (1-\beta) \int \|\nabla L(x)\|_2^2 dx$$

Resolución Directa

$$2\beta(L(x) - I(x)) - (1-\beta)\nabla \cdot \left(\frac{\nabla L(x)}{|\nabla L(x)|} \right) = 0$$

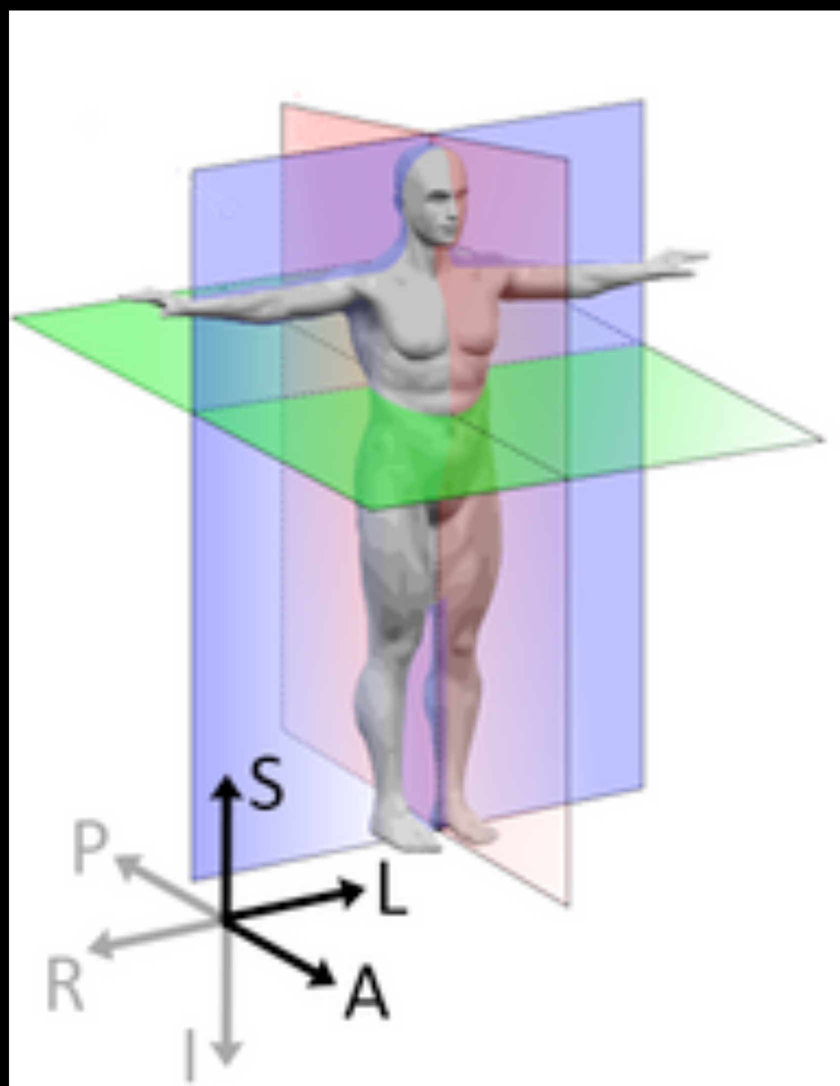
[Buades et al 2005]

Resolución Indirecta

$$L(x) = \int I(\xi) w(\xi, x) dx$$

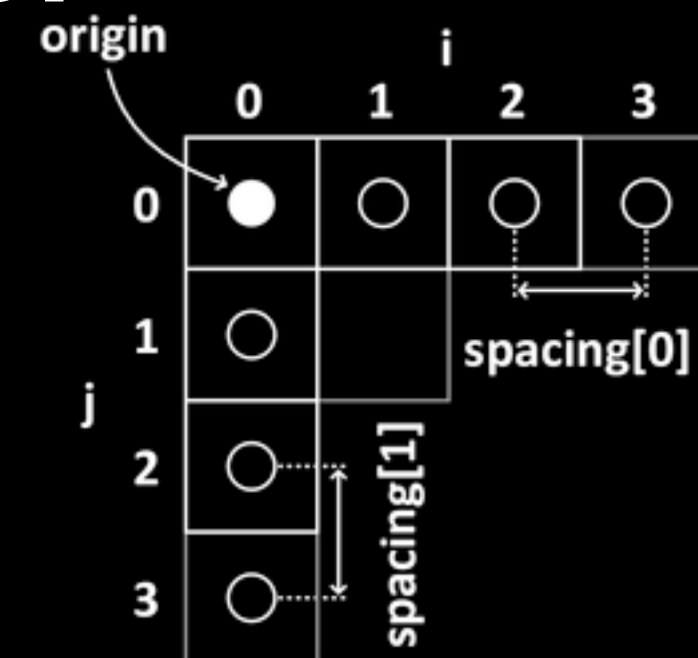
$$w(\xi, x) = \frac{1}{z} e^{-\frac{1}{2}\frac{(x-\xi)^2}{\sigma^2}} \qquad z = \int e^{-\frac{1}{2}\frac{(x-\xi)^2}{\sigma^2}} dx$$

Sistemas de Coordenadas
Del Sujeto al Voxel



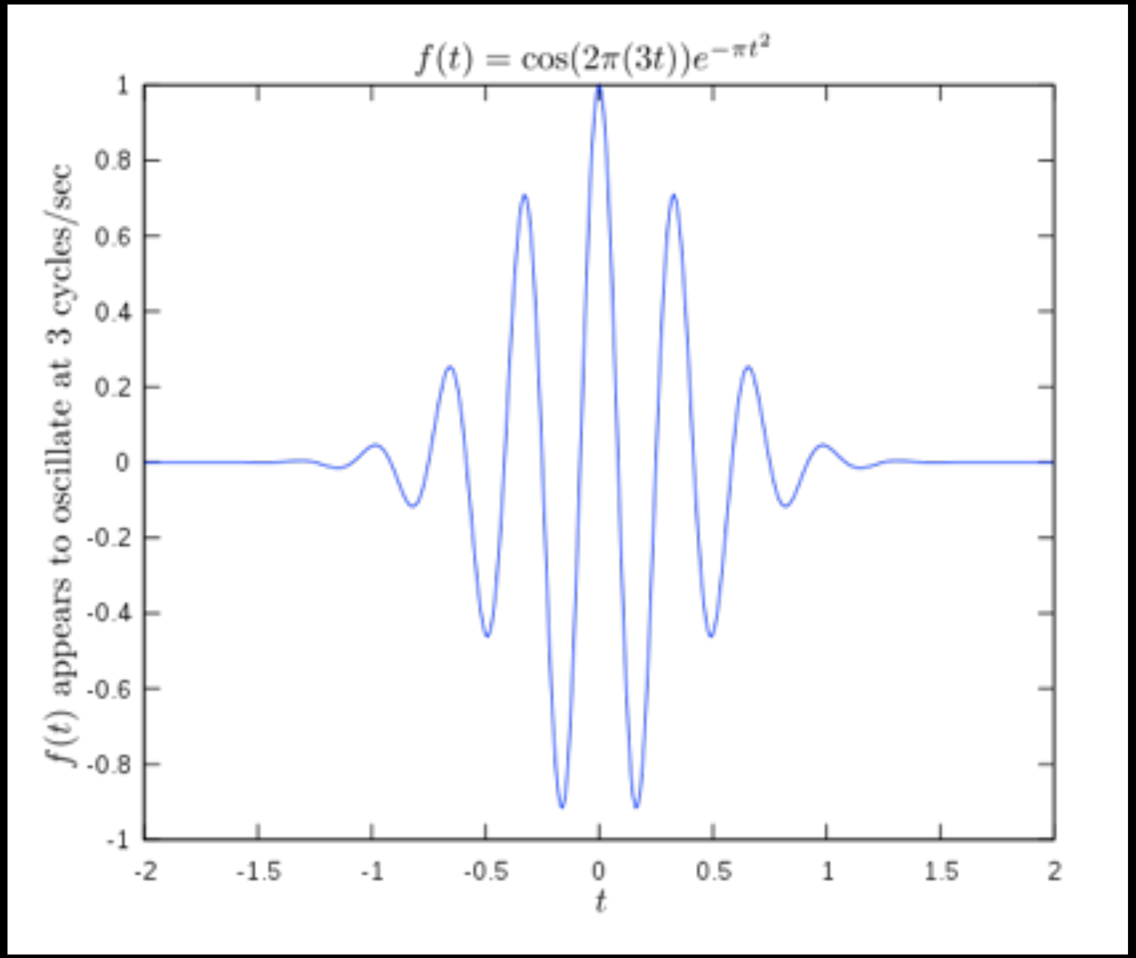
$$RAS = \left\{ \begin{array}{c} \text{from left towards right} \\ \text{from posterior towards anterior} \\ \text{from inferior towards superior} \end{array} \right\}$$

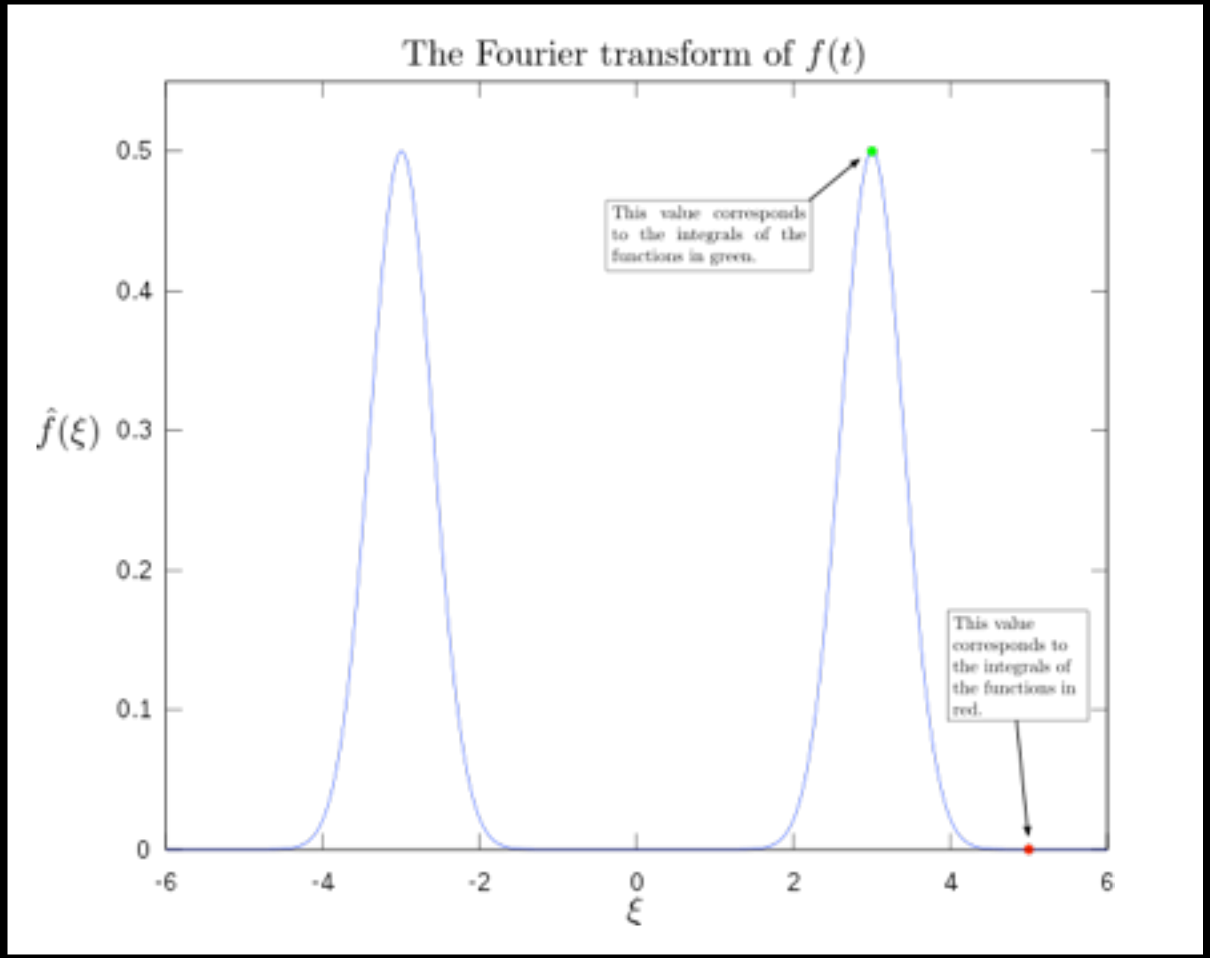
$$LPS = \left\{ \begin{array}{c} \text{from right towards left} \\ \text{from anterior towards posterior} \\ \text{from inferior towards superior} \end{array} \right\}$$



$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \\ k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{pmatrix}$$

Representaciones de la Señal (O transformada de Fourier)





Imágnes de Wikipedia

$$f(x) = \sum_k c_k(cos(kx) + sin(kx))$$

Bases de Senos y Cosenos

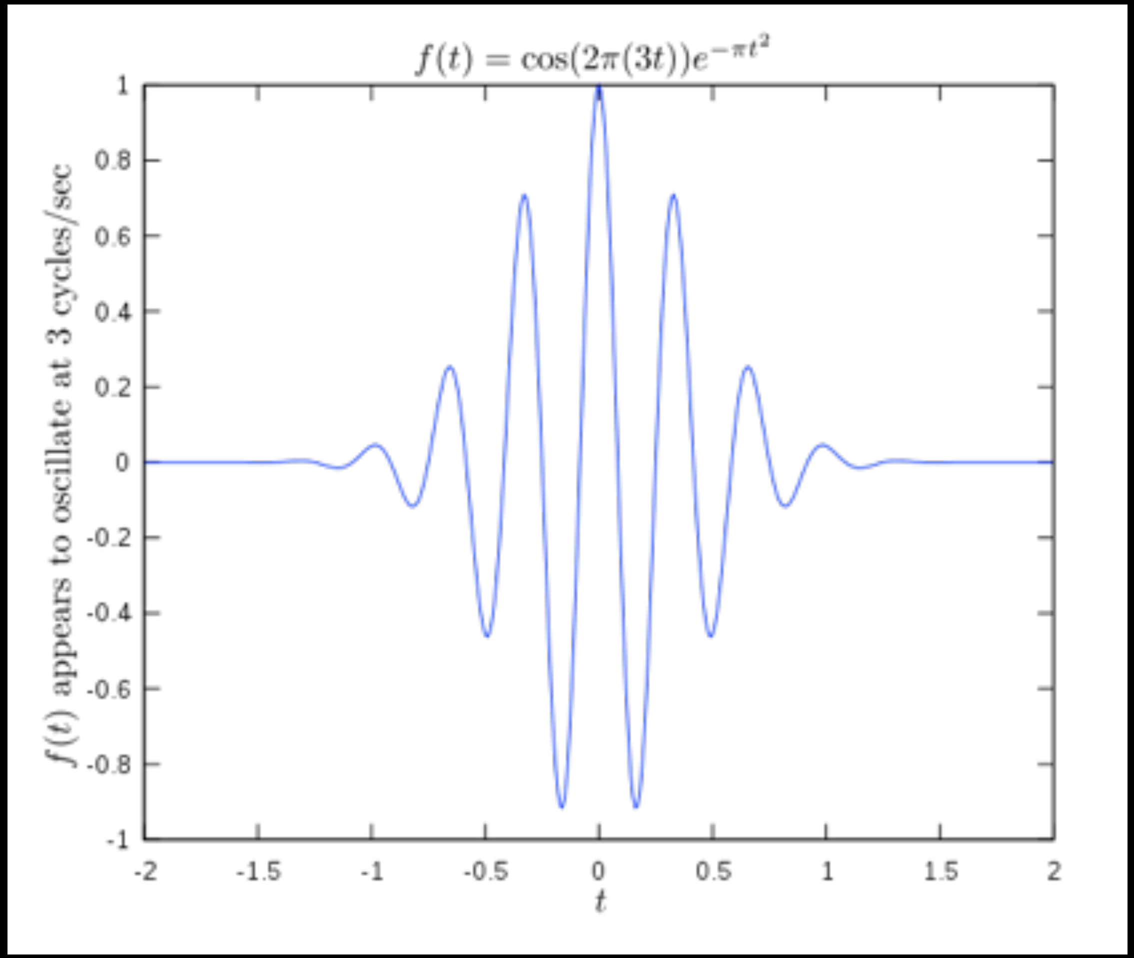
$$cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \cdots$$

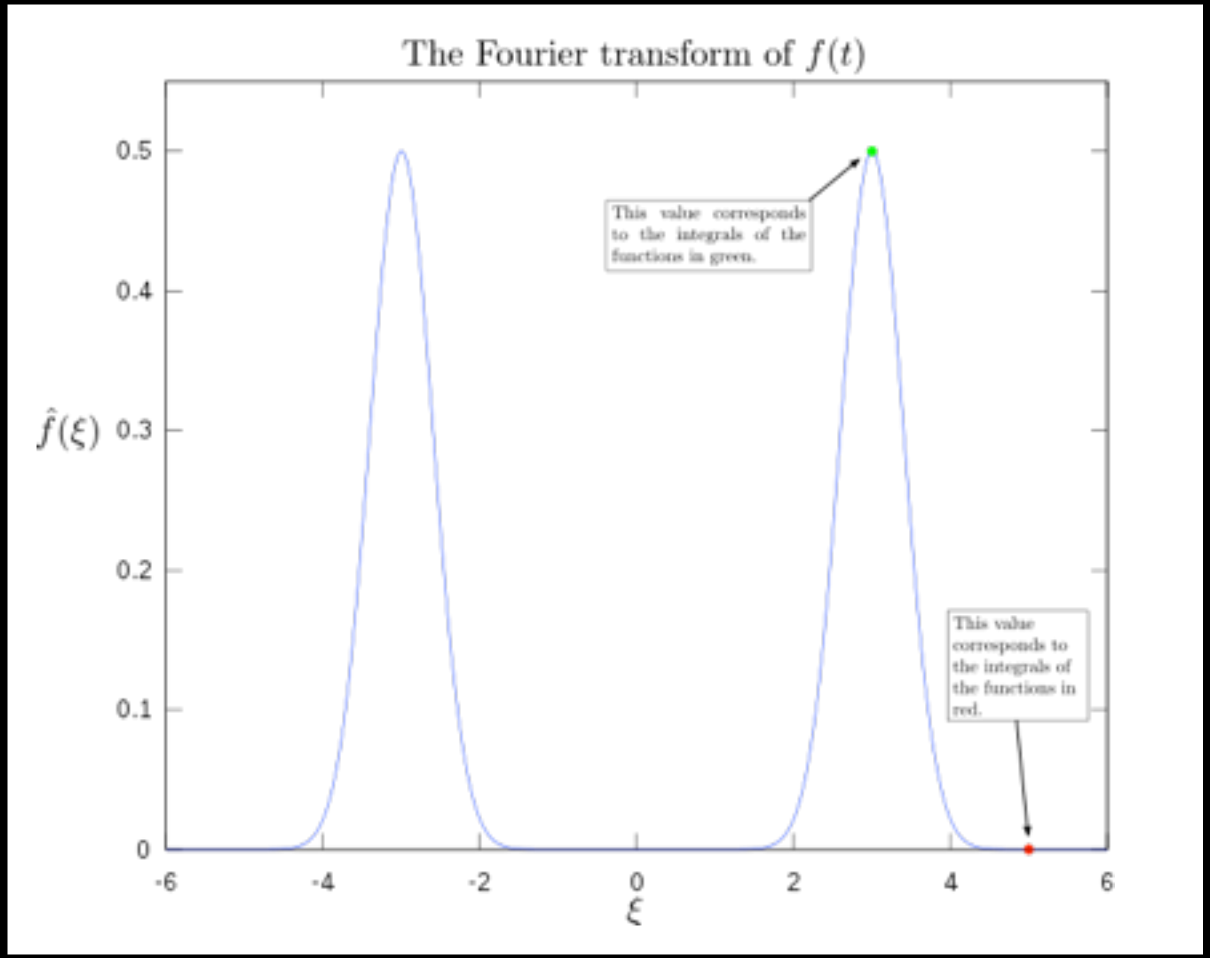
$$sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \cdots$$

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots$$

$$cos\, x + isin\, x = e^{ix} = 1 + ix - \frac{x^2}{2!} - i\frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} \cdots$$

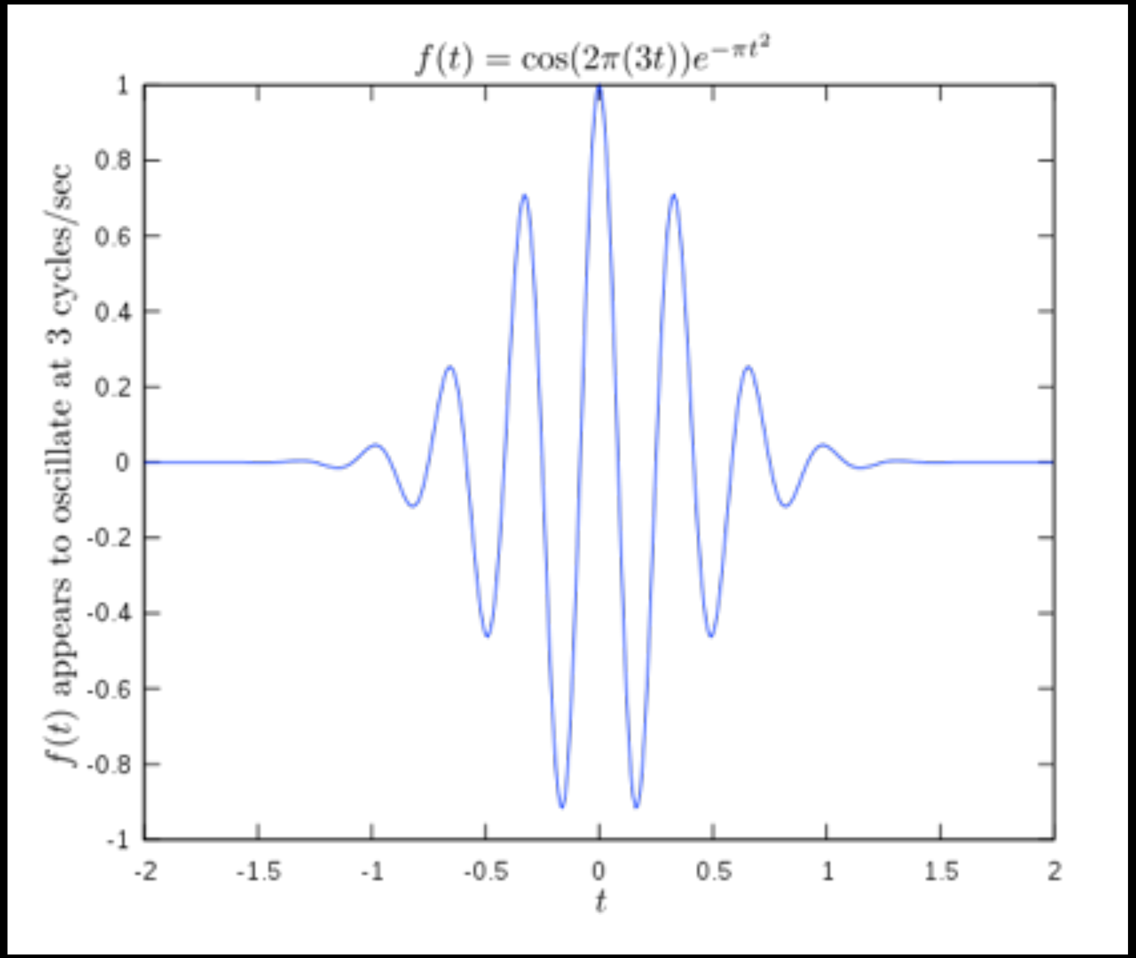
Representaciones de la Señal (O transformada de Fourier)



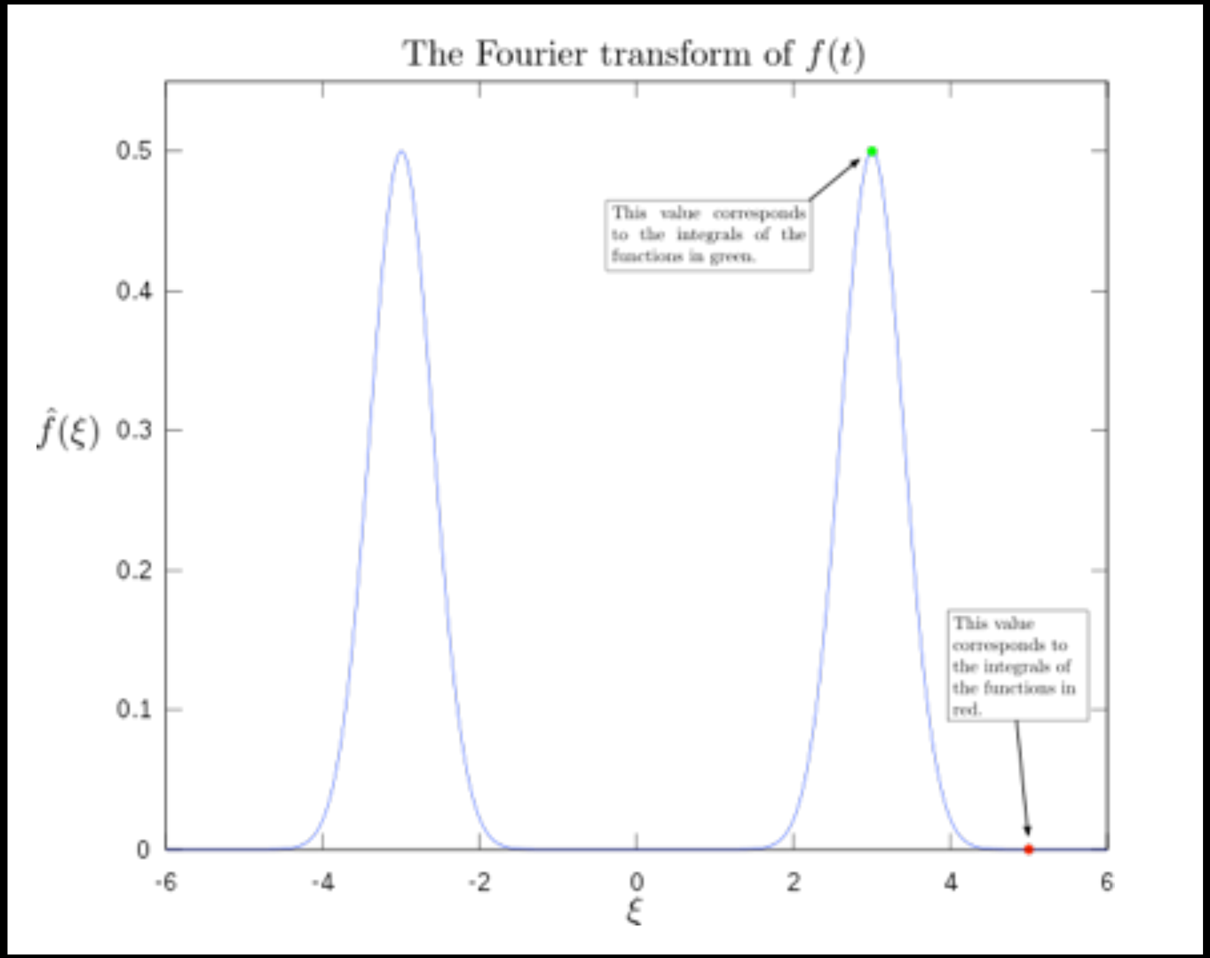


$$f(x) = \sum_k c_k e^{ikx}$$

Representaciones de la Señal (O transformada de Fourier)



$\longleftrightarrow$



$$f(x) = \int f(\xi)e^{2\pi i x\xi}d\xi \qquad f(\xi) = \int f(x)e^{-2\pi i x\xi}dx$$

Teorema de Nyquist-Shannon

Si una función $x(t)$ no contiene frecuencias más altas que B hz, ésta se encuentra completamente determinada por sus valores muestreados a un intervalo de $1 / (2B)$ segundos.

Si el teorema no se cumple tenemos "aliasing":
Varias señales se vuelven indistinguibles al muestrear una señal continua.

Teorema de Nyquist-Shannon

Si el teorema no se cumple tenemos "aliasing":
Varias señales se vuelven indistinguibles al muestrear una señal continua.