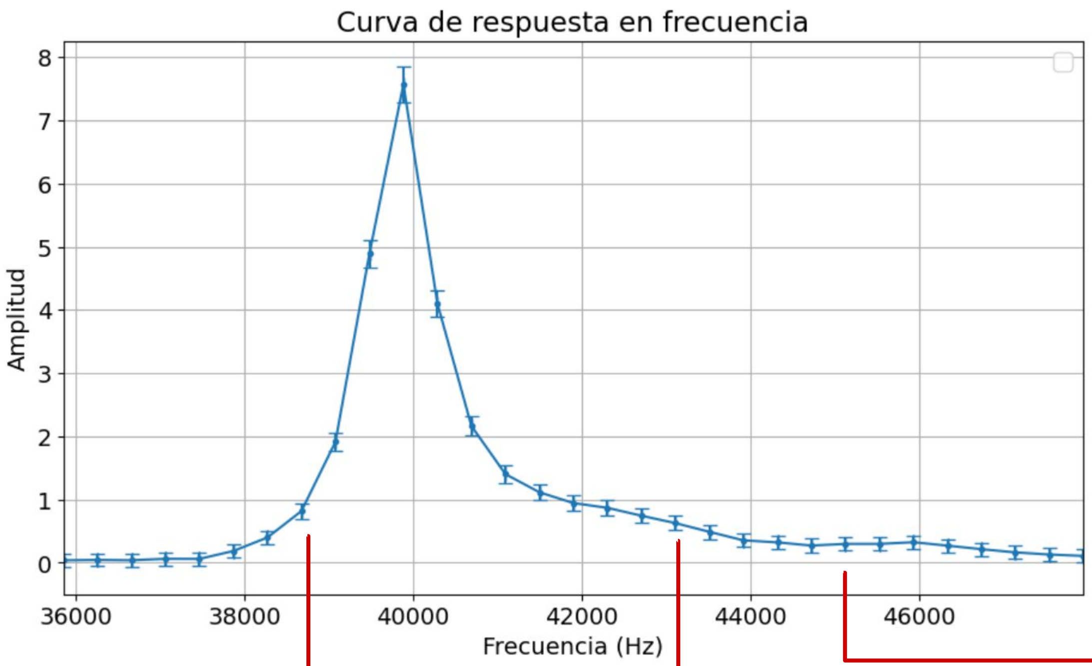
Caracterización de la respuesta en frecuencia



¿Podremos facilitar la espectroscopía enviando todas las frecuencias juntas y analizando la respuesta conjunta?

¿Envío $\Sigma_f A*\mathrm{sen}(2\pi ft)$?

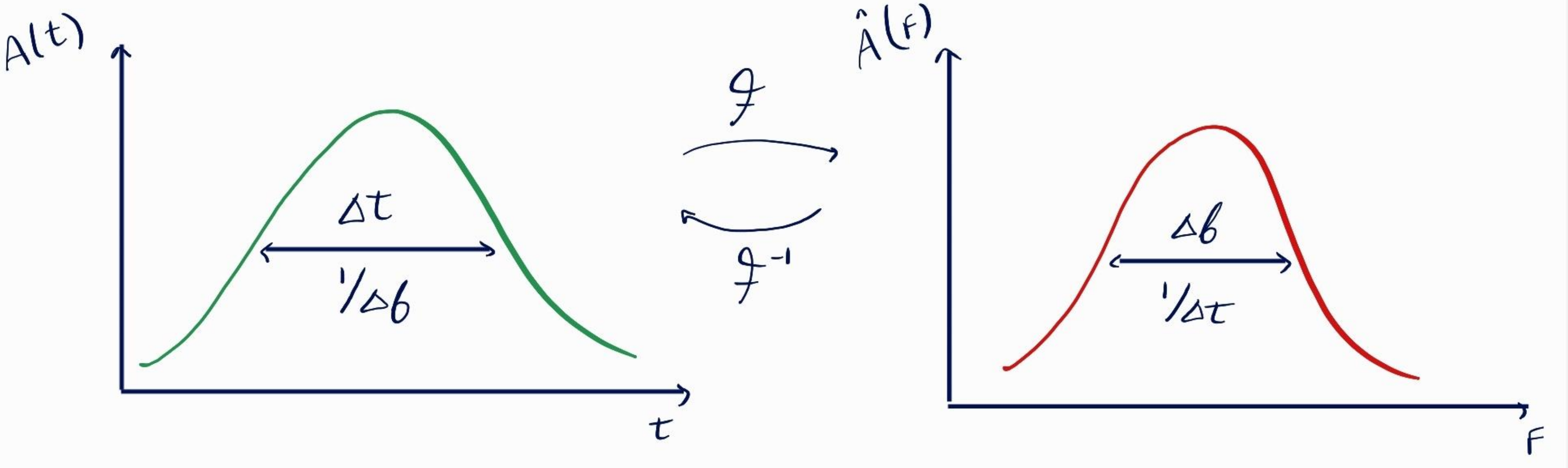
¿Recibo $\Sigma_f A(f)*\mathrm{sen}(2\pi ft)$?

¿Cómo la vuelvo a descomponer para tener las A(f) por separado?

✨ FOURIER ✨

([link a Colab]())

Serie y transformada de Fourier

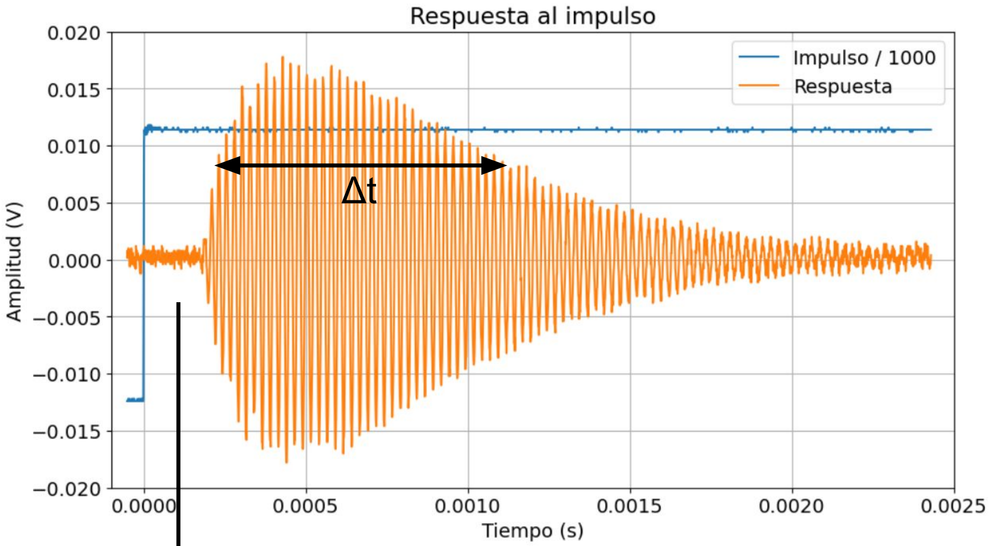


$$A(t) = \int \hat{A}(f) e^{i2\pi f t} df$$

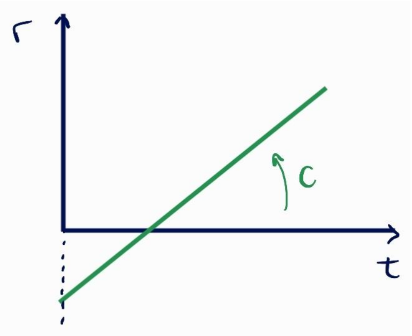
$$\hat{A}(f) = \int A(t) e^{-i2\pi f t} dt$$

Señal corta / larga en el tiempo ⟷ Señal de alto / bajo contenido espectral

Respuesta al impulso



Tiempo de vuelo



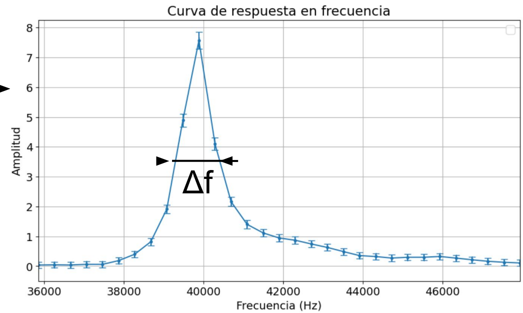
Flanco ~1 us ⟷ Ancho de banda ~1 MHz

Como el flanco es muy rápido, estamos enviando muchas frecuencias

Envío $\Sigma_f A^*\mathrm{sen}(2\pi ft)$

Recibo $\Sigma_f A(f)^*\mathrm{sen}(2\pi ft)$

$\mathcal{F}$



1) Descomponer la respuesta al impulso y comparar con la espectroscopía *manual*.
2) Medir el tiempo de vuelo, estimar la velocidad de propagación y compararla con la de λ → relación de dispersión

Análisis de Fourier

¿Cómo responde el sistema si lo alimento con una cuadrada?

Serie de Fourier de la onda cuadrada:

$$A(t) = \frac{4}{\pi}\left[\sin(2\pi f t) + \frac{1}{3}\sin(3 * 2\pi f t) + \frac{1}{5}\sin(5 * 2\pi f t) + \frac{1}{7}\sin(7 * 2\pi f t) + \dots\right]$$

Caso particular f = 40 kHz:

$$A_{40}(t) = \frac{4}{\pi}\left[\sin(2\pi f_{40} t) + \frac{1}{3}\sin(3 * 2\pi f_{40} t) + \frac{1}{5}\sin(5 * 2\pi f_{40} t) + \frac{1}{7}\sin(7 * 2\pi f_{40} t) + \dots\right]$$

$$A_{40}(t) = \frac{4}{\pi}\left[\sin(2\pi f_{40} t) + \frac{1}{3}\sin(2\pi f_{120} t) + \frac{1}{5}\sin(2\pi f_{200} t) + \frac{1}{7}\sin(2\pi f_{280} t) + \dots\right]$$

Mido $V_{40} \sim 4/\pi$

$$A_{13.\bar{3}}(t) = \frac{4}{\pi}\left[\sin(2\pi f_{13.\bar{3}} t) + \frac{1}{3}\sin(2\pi f_{40} t) + \frac{1}{5}\sin(2\pi f_{66.\bar{6}} t) + \frac{1}{7}\sin(2\pi f_{93.\bar{3}} t) + \dots\right]$$

Mido $V_{13} \sim 4/3\pi$

$$A_{8}(t) = \frac{4}{\pi}\left[\sin(2\pi f_{8} t) + \frac{1}{3}\sin(2\pi f_{24} t) + \frac{1}{5}\sin(2\pi f_{40} t) + \frac{1}{7}\sin(2\pi f_{56} t) + \dots\right]$$

Mido $V_{8} \sim 4/5\pi$

$V_{13}/V_{40} = 1/3$, $V_8/V_{40} = 1/5$, …

¡Notar que esto es independiente de los 40 kHz!
$V_{f/3}/V_f = 1/3$, $V_{f/5}/V_f = 1/5$, …

1) Corroborar la descomposición espectral de la onda cuadrada.