

Amplificador Lock-in

Funcionamiento y aplicaciones



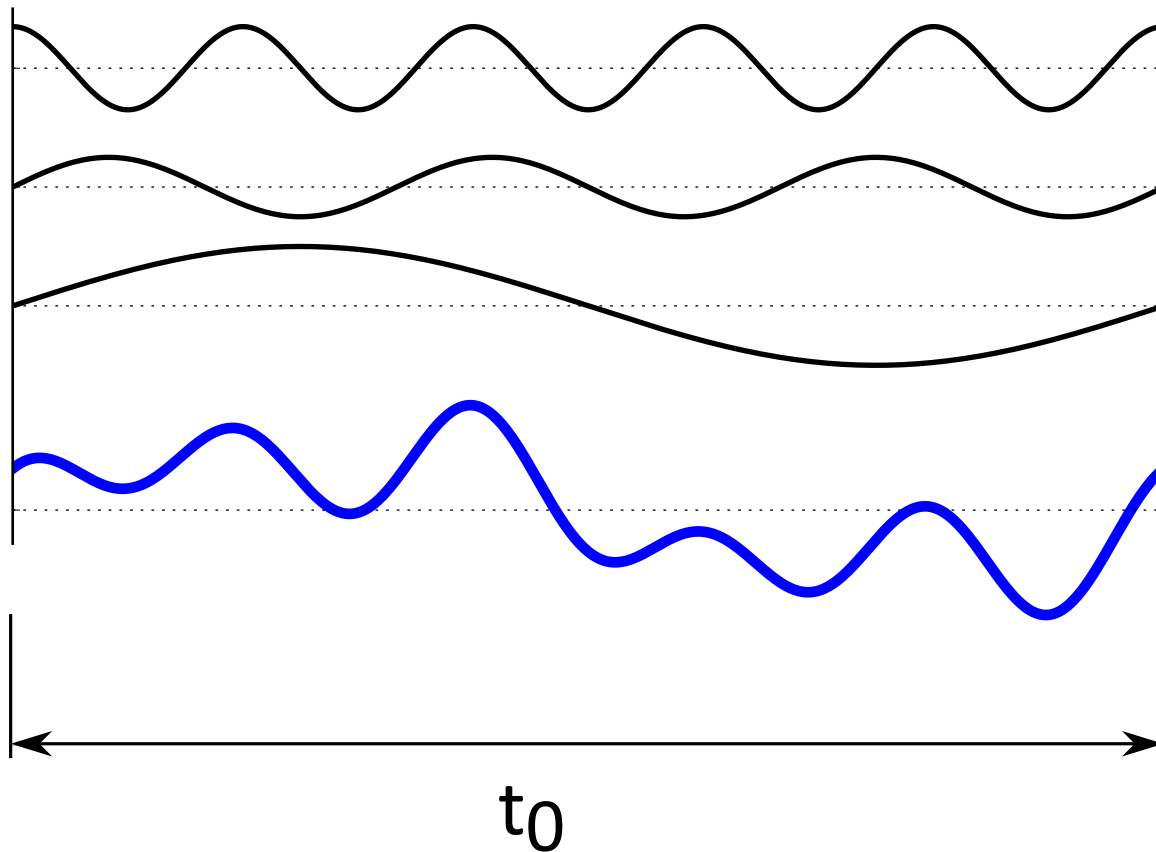
Laboratorio 5 - DF-UBA

¿Para que sirve un Lock-in?

Series de Fourier

$$v(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n2\pi f_0 t) + b_n \sin(n2\pi f_0 t)]$$

$$\left[\begin{array}{l} a_n = \frac{2}{t_0} \int_0^{t_0} v(t) \cos(n2\pi f_0 t) dt \\ b_n = \frac{2}{t_0} \int_0^{t_0} v(t) \sin(n2\pi f_0 t) dt \end{array} \right.$$



$$a_5 = 0.7$$

$$b_3 = 0.5$$

$$a_0 = 0$$

$$b_1 = 1$$

$v(t)$

Relaciones de ortogonalidad

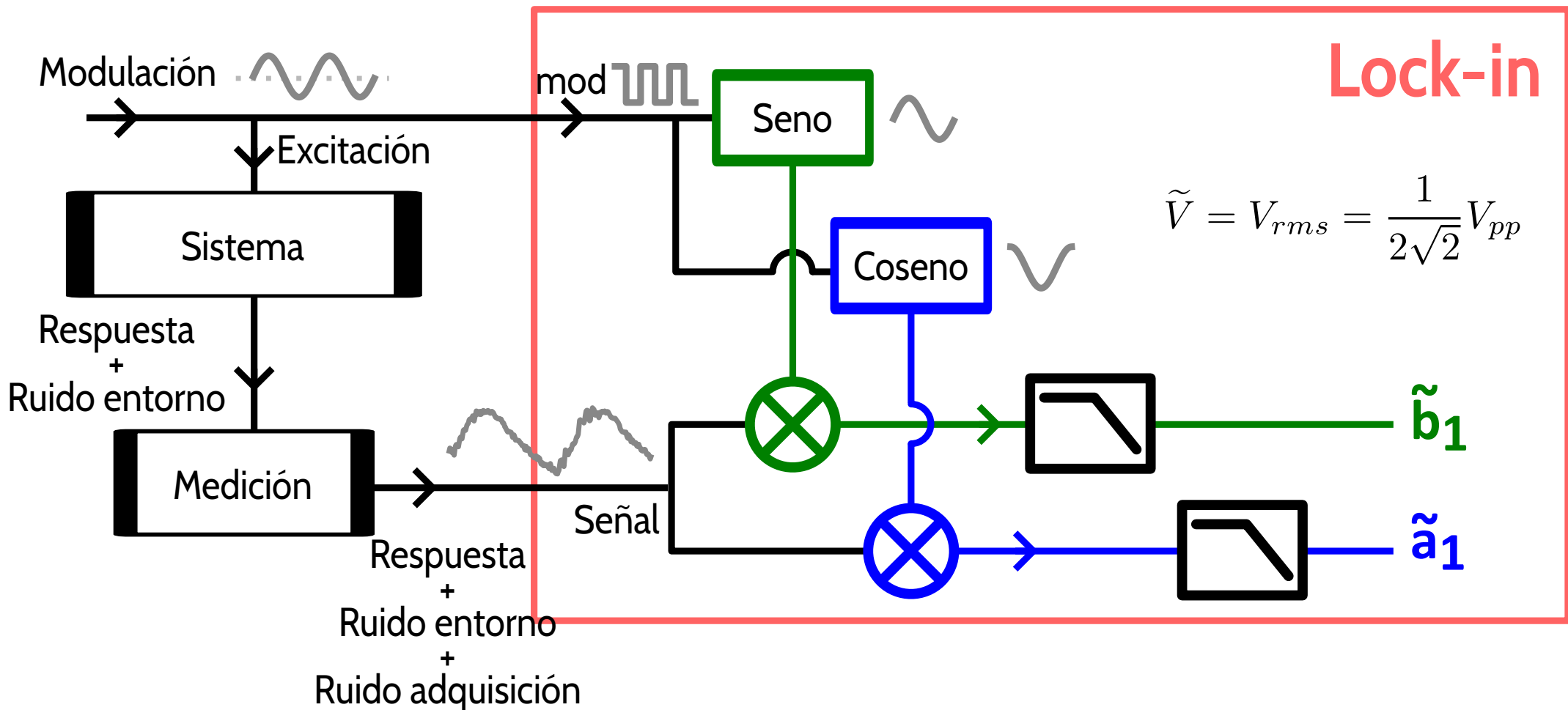
$$\int_0^{t_0} \cos(n2\pi f_0 t) \cdot \cos(m2\pi f_0 t) dt = \frac{t_0}{2} \delta_{mn}$$

$$\int_0^{t_0} \sin(n2\pi f_0 t) \cdot \sin(m2\pi f_0 t) dt = \frac{t_0}{2} \delta_{mn}$$

¿Para que sirve un Lock-in?

Extrae a_1 y b_1 !!

En primer lugar, es un filtro de frecuencias
Filtra la reacción del sistema ante una excitación periódica definida

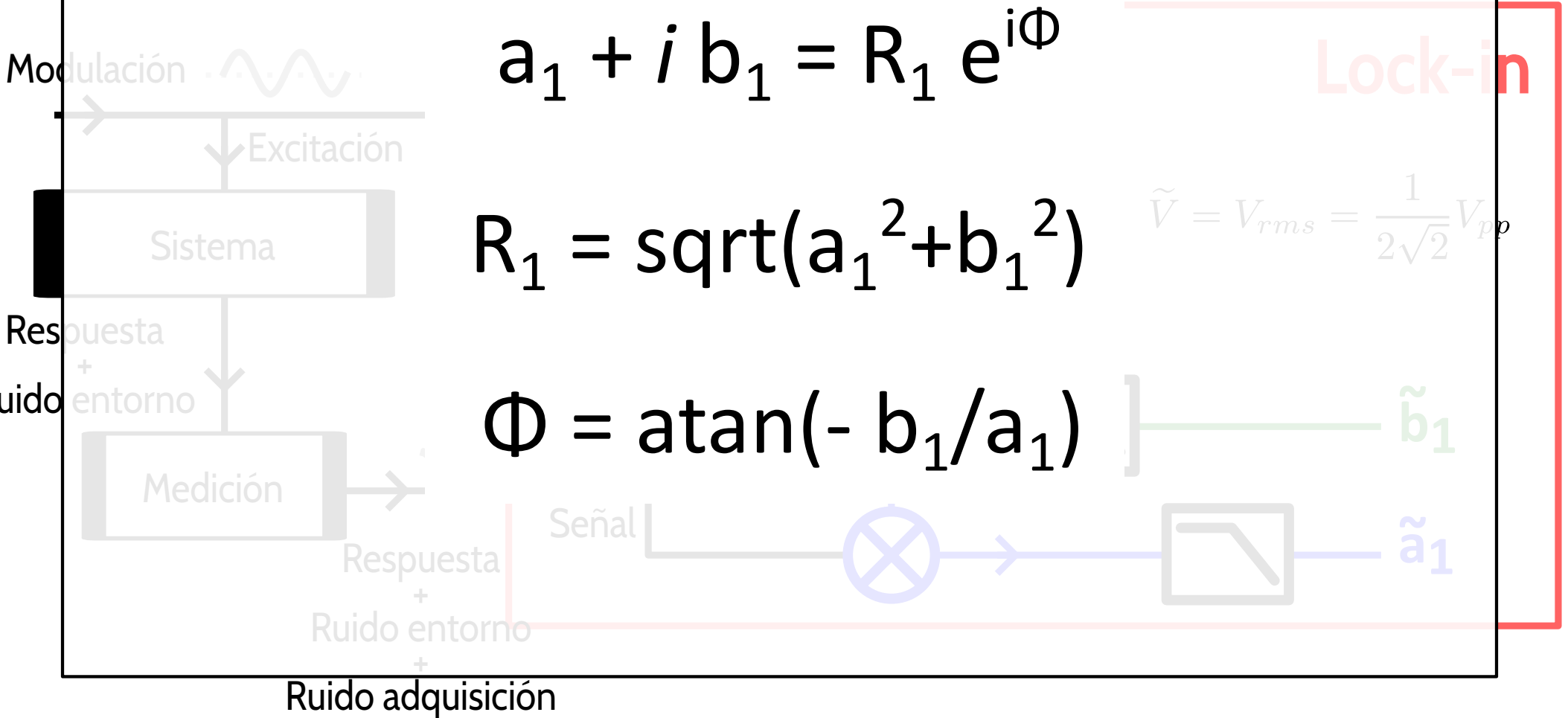


¿Para que sirve un Lock-in?

Extrae a_1 y b_1 !!

En primer lugar, es un filtro de frecuencias

Filtra la reacción del sistema ante una excitación periódica definida



El Lock-in mide cambios!

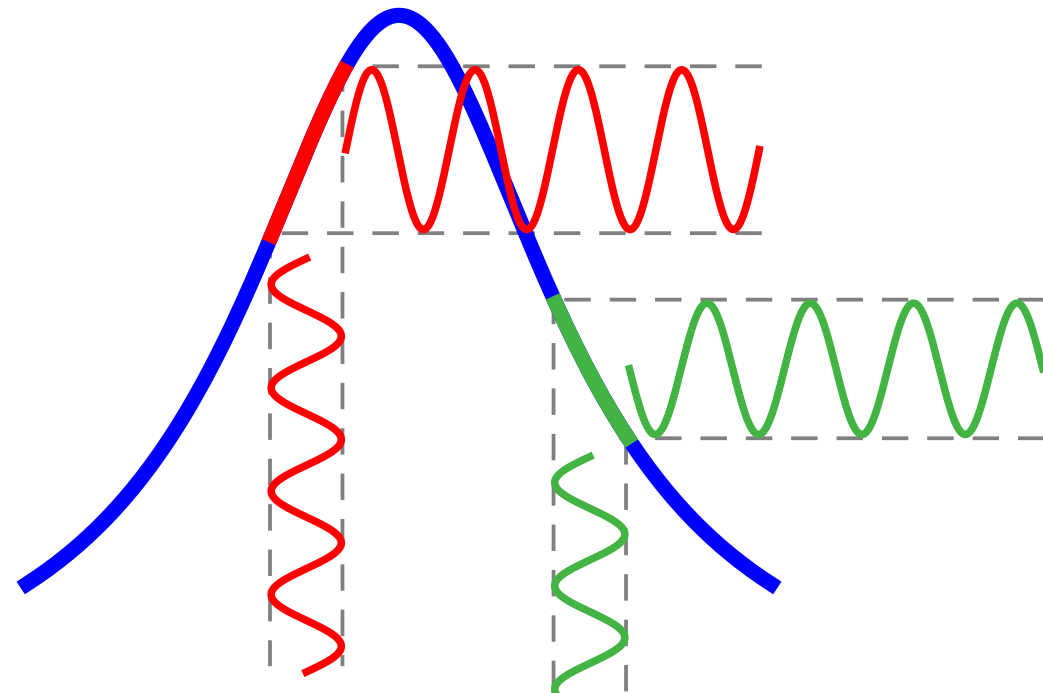
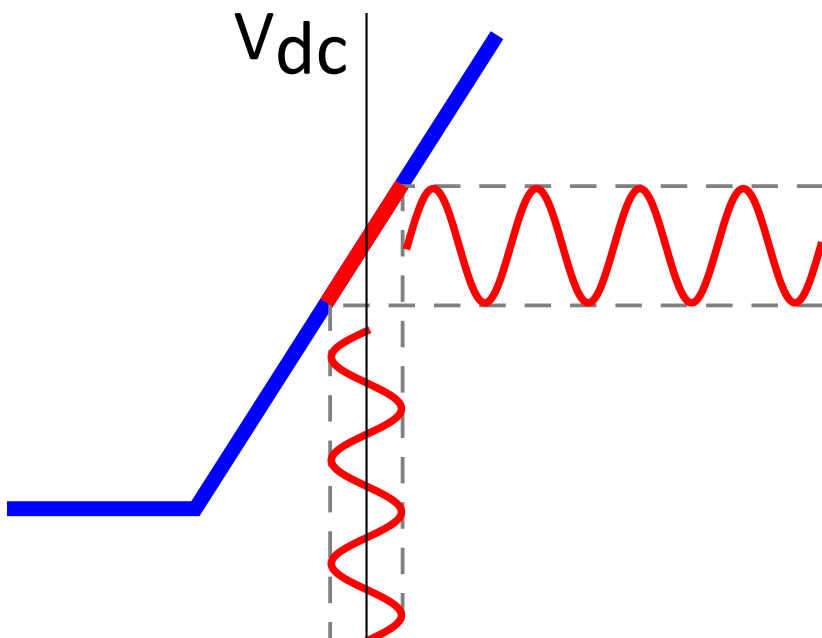
Mide la variación de amplitud de la respuesta del sistema ante una variación en la señal de excitación (modulación)

No extrae la componente continua a_0

Para sistemas lineales, a_1 y b_1 no dependen del punto de trabajo V_{dc}

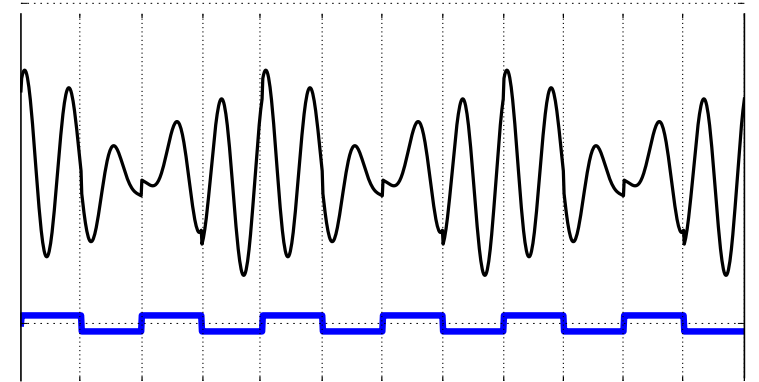
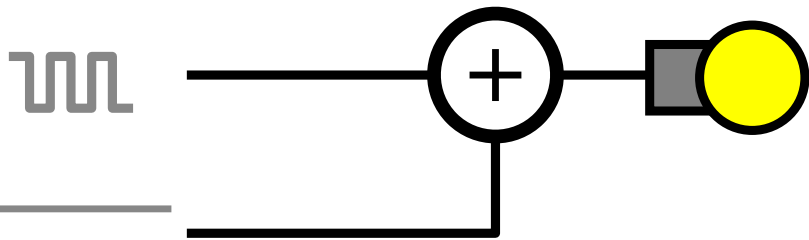
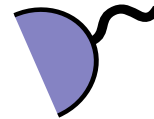
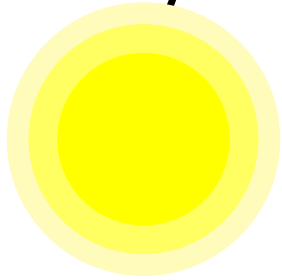
Sensible a la fase!

En sistemas no lineales, se deforma la señal de respuesta (armónicos superiores)



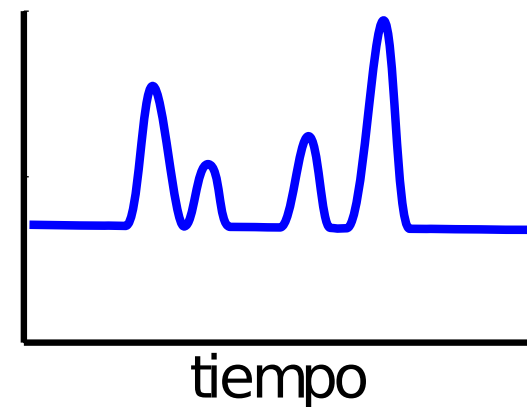
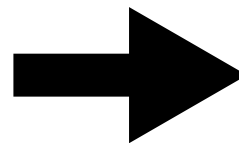
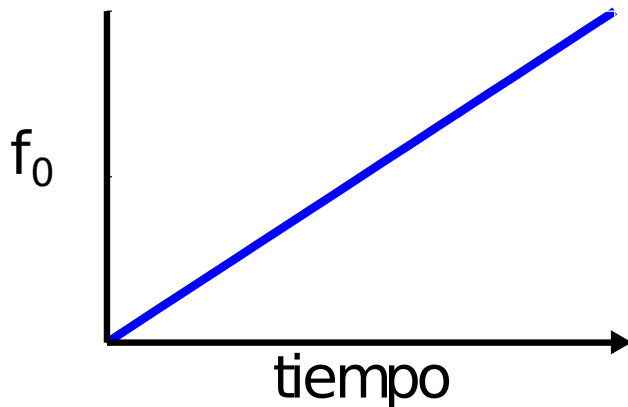
Ejemplo de uso

Detección: Filtrado y amplificación de una señal tenue con mucho ruido



El "ruido" (las componentes fuera de f_0) promedia a cero

Barrido en la señal de modulación para hallar resonancias



Descripción completa

Constante de tiempo y filtros pasabajos



Transformada de Fourier

Una descripción más precisa se obtiene usando la transformada de Fourier

$$v(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} V(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

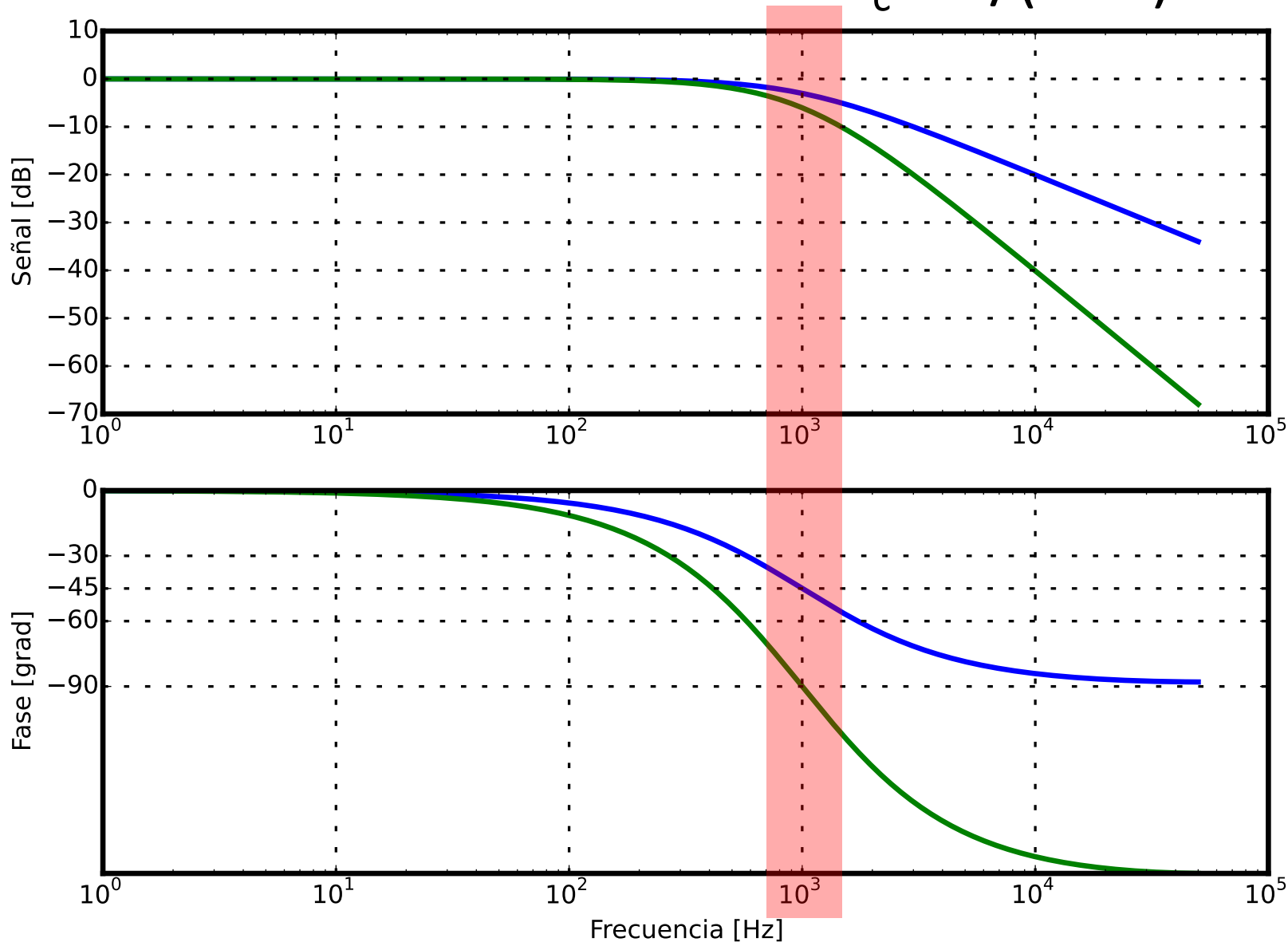
$$V(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} v(t) e^{-i\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} v(t) e^{-i2\pi f t} dt$$

$$V(\omega) = \int_0^{\tau} v(t) e^{-i\omega t} dt$$

La integración de cero a τ se obtiene mediante el filtro pasabajos

Relación señal ruido

Los filtros tienen una frecuencia de corte y un orden
 $f_c = 1/(2\pi \tau)$

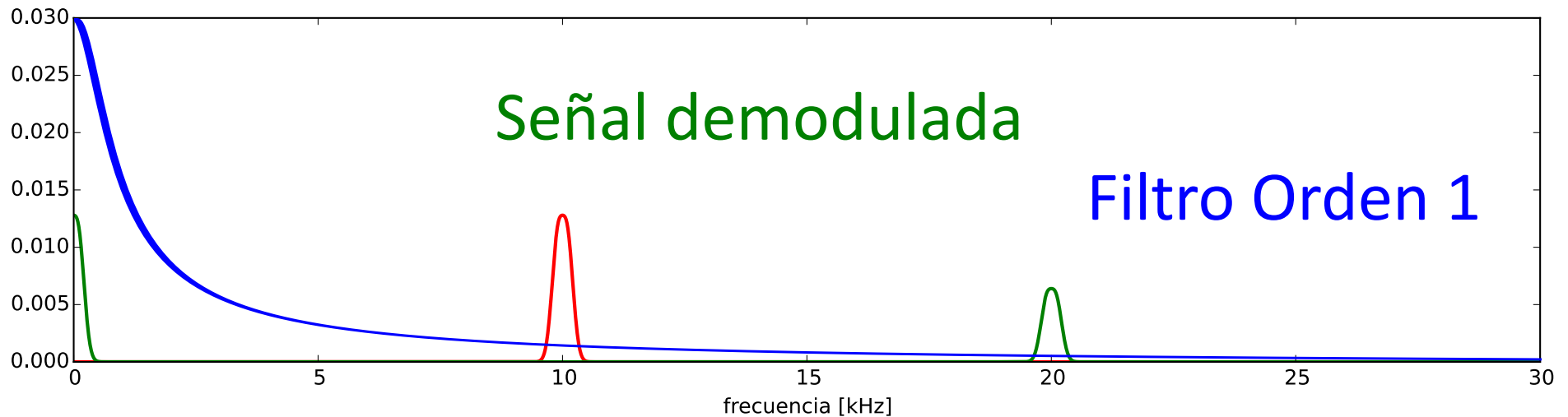


Filtro orden
1 es en RC
de Labo 3!

$$\tau = RC$$

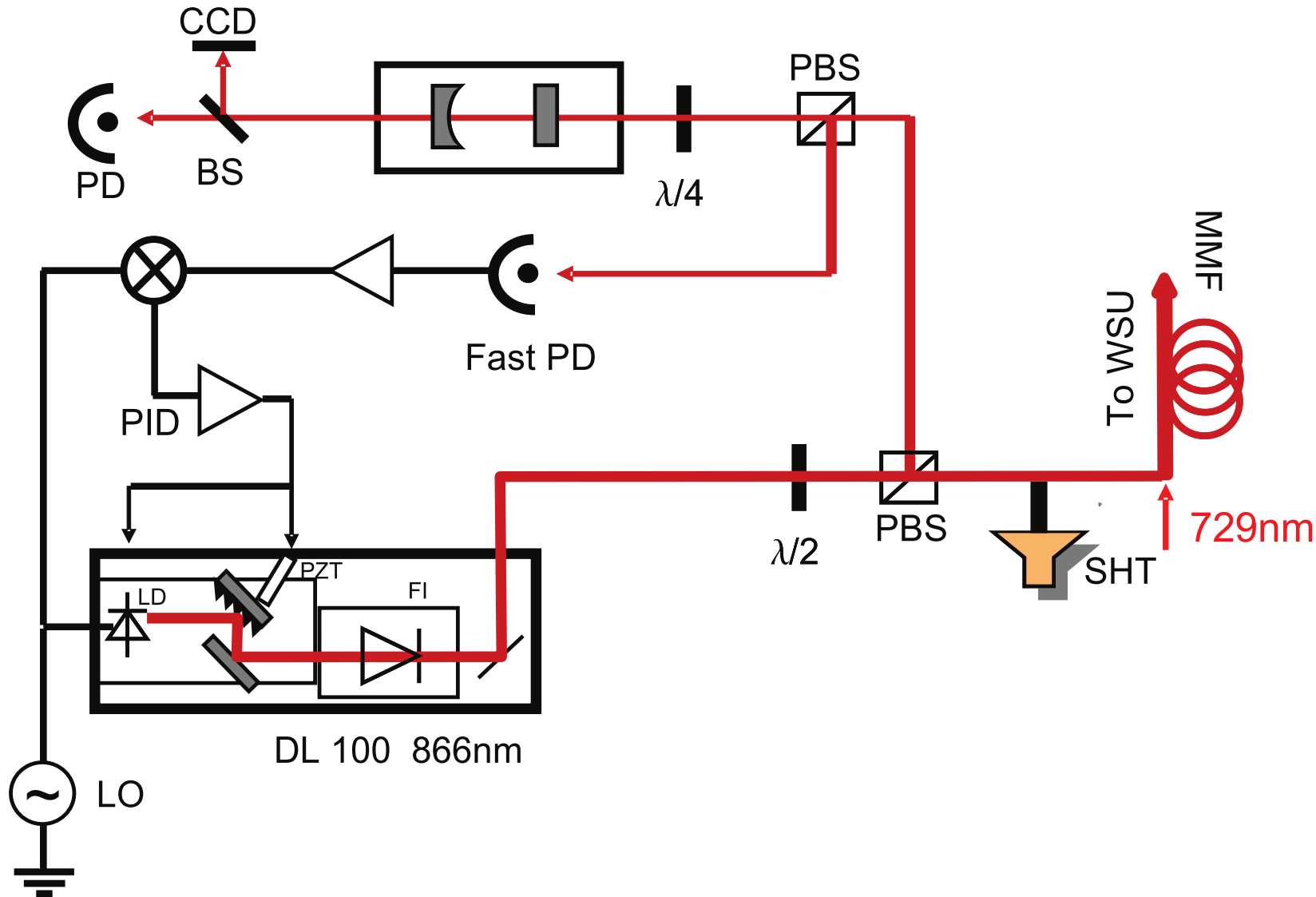
Relación señal ruido

Ruido típico de $1/f$



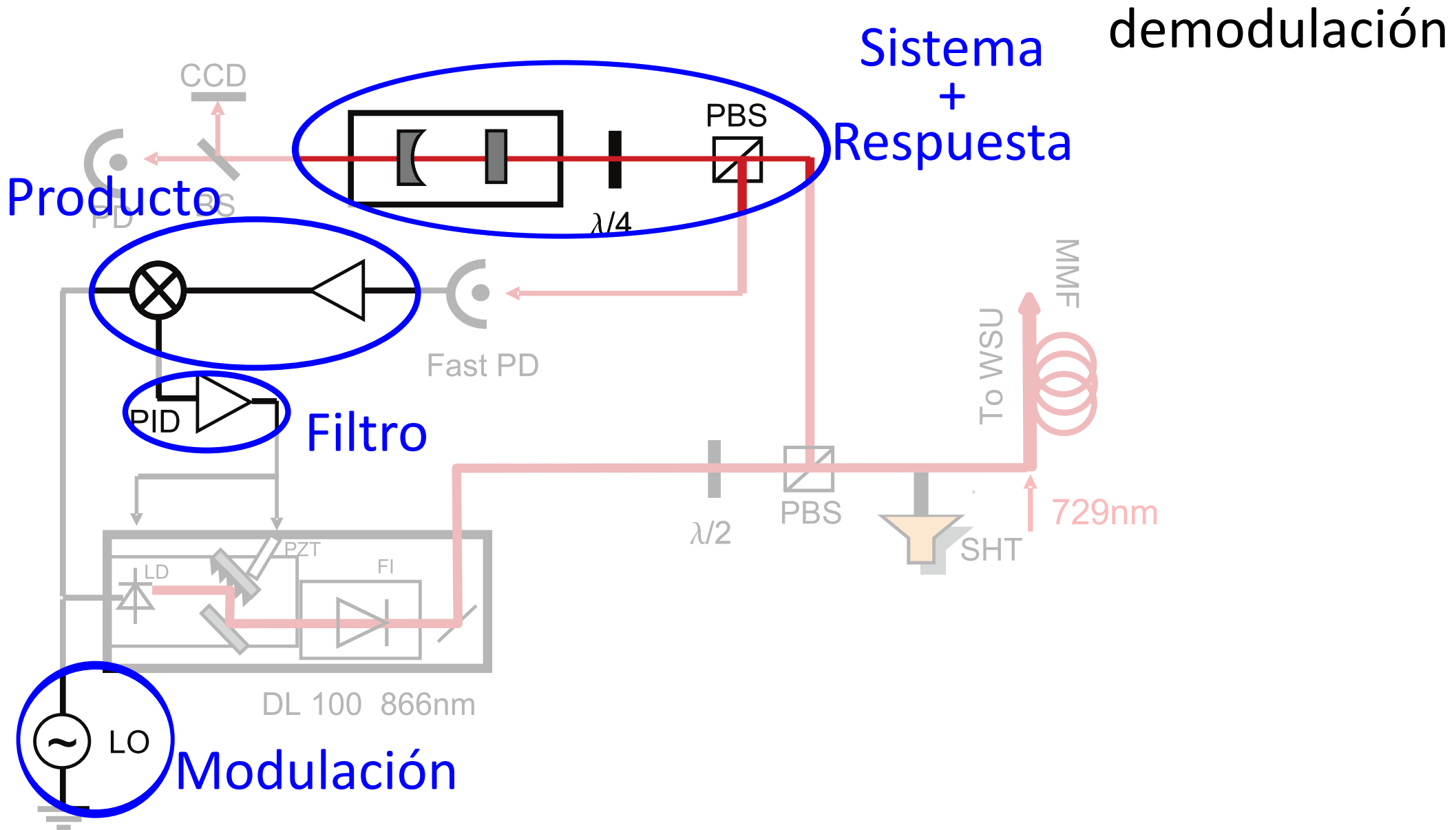
Lock-in es una técnica!

No es un aparato, es una técnica basada en la modulación y demodulación



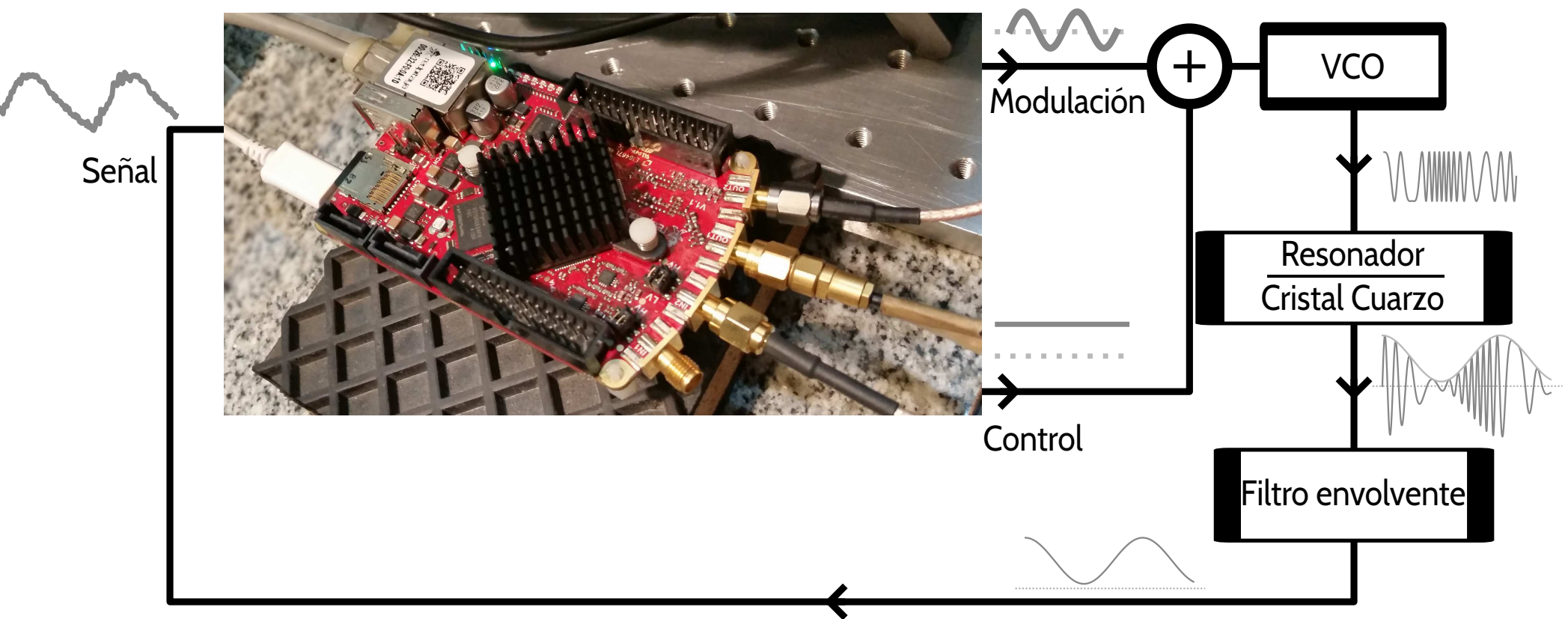
Lock-in es una técnica!

No es un aparato, es una técnica basada en la modulación y demodulación



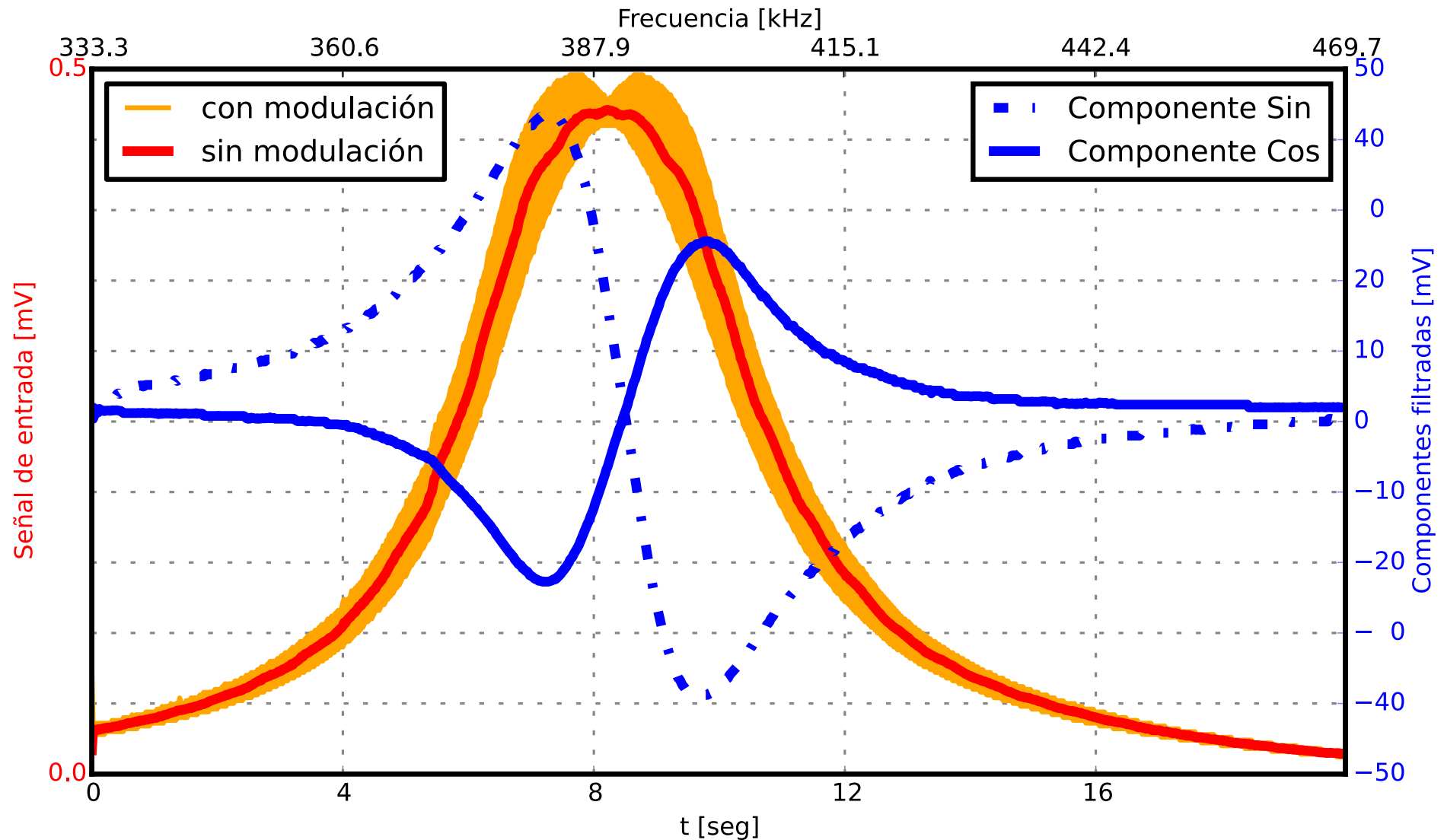
Lock-in es una técnica!

No es un aparato, es una técnica basada en la modulación y demodulación



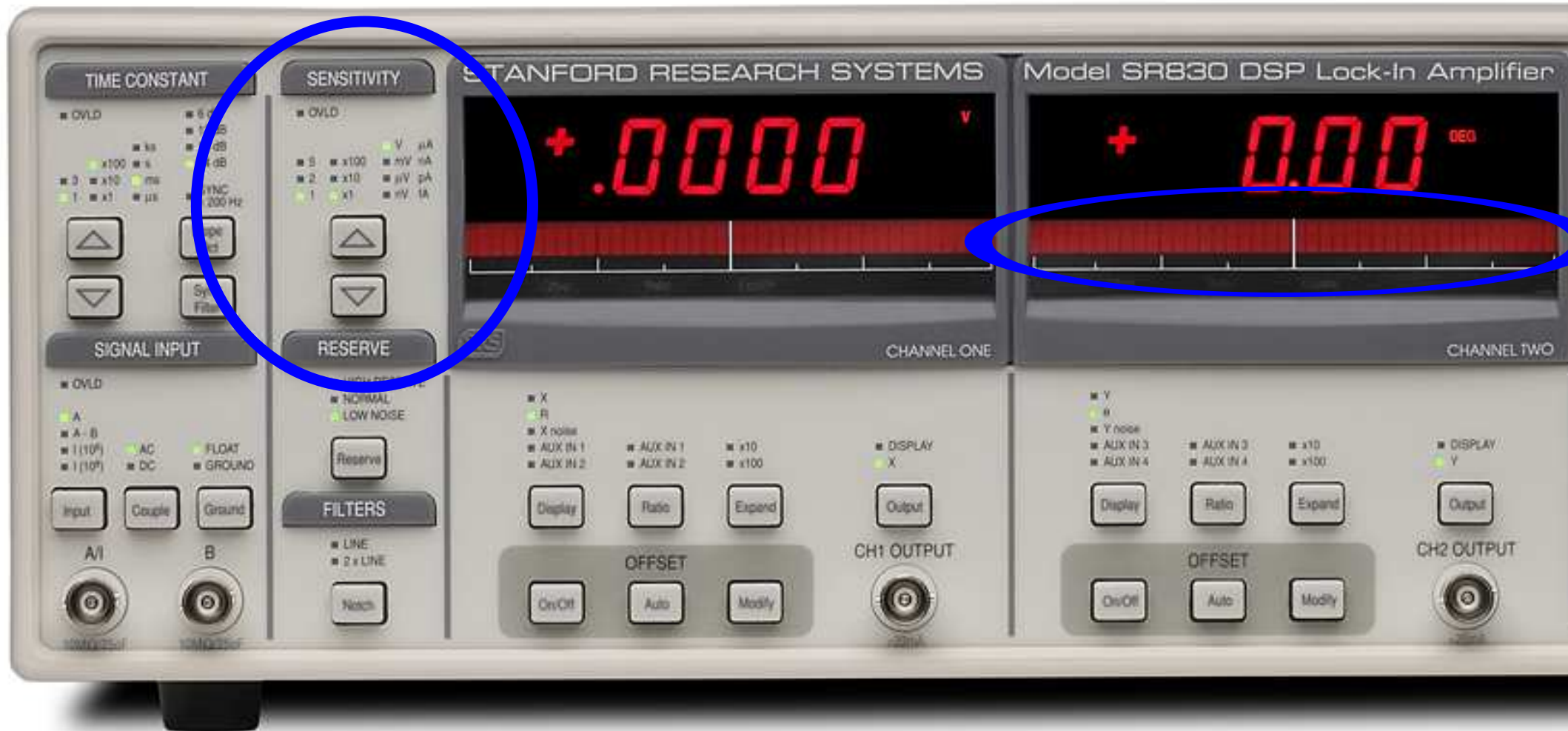
Lock-in es una técnica!

No es un aparato, es una técnica basada en la modulación y demodulación



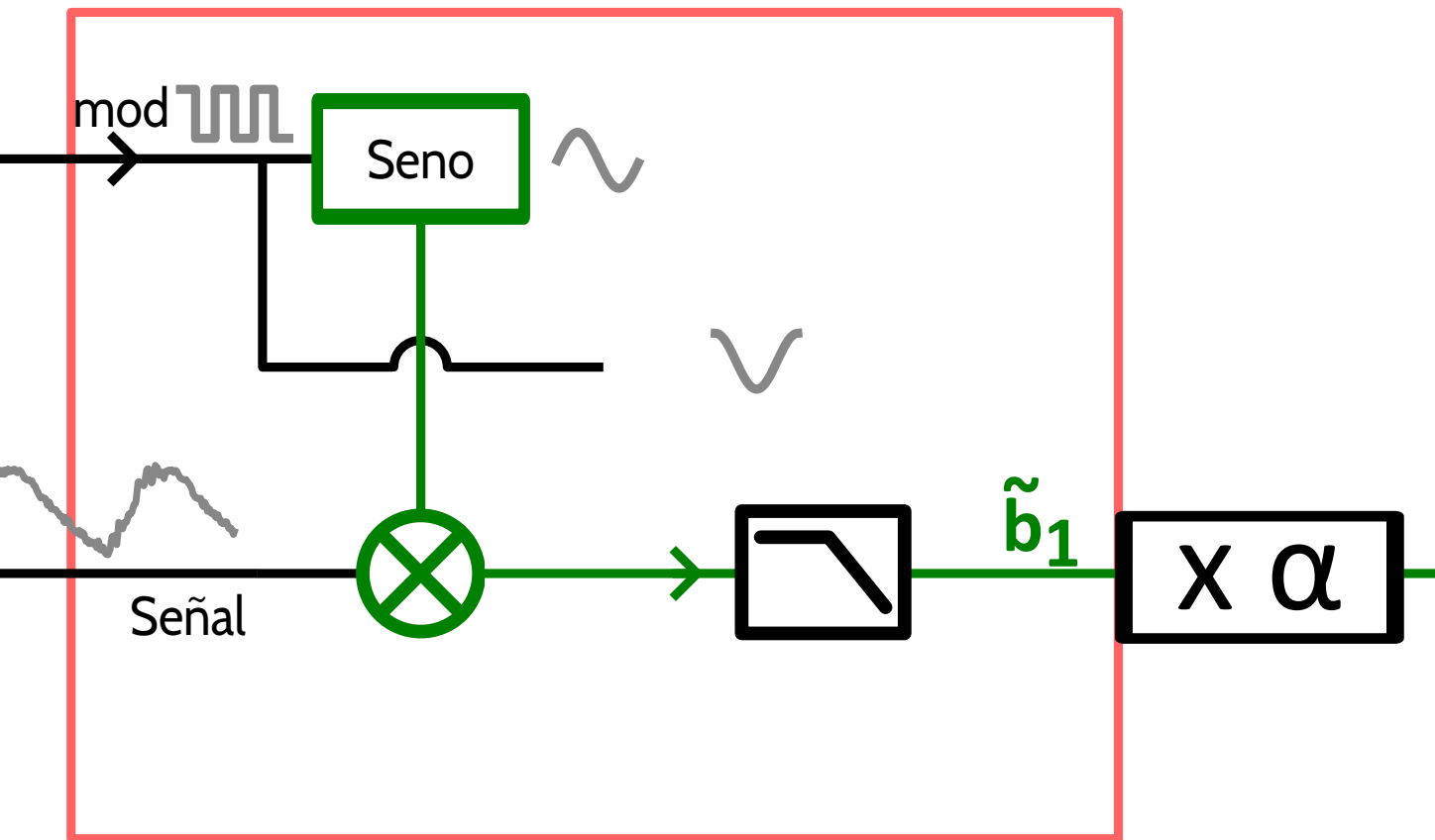
Descripción completa

Sensibilidad y resolución



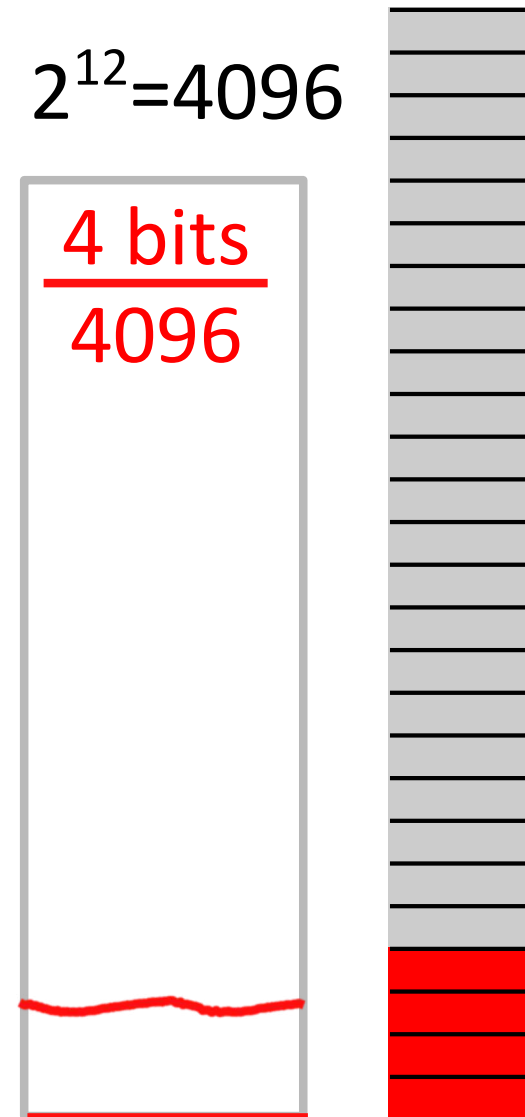
Descripción completa

Sensibilidad y resolución



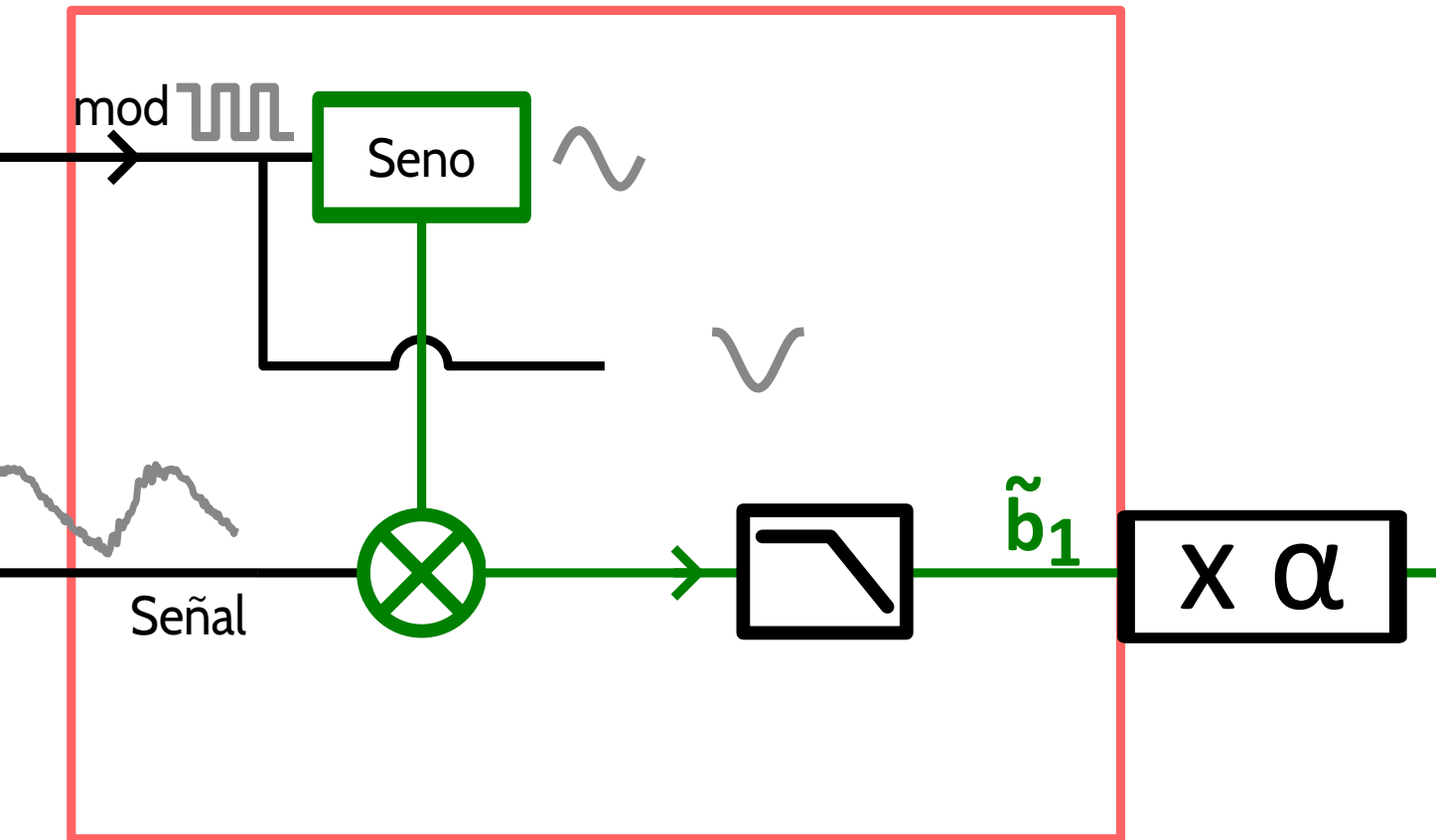
$$2^{12} = 4096$$

$$\frac{4 \text{ bits}}{4096}$$



Descripción completa

Sensibilidad y resolución



$$2^{12} = 4096$$

2500 bits
4096

