

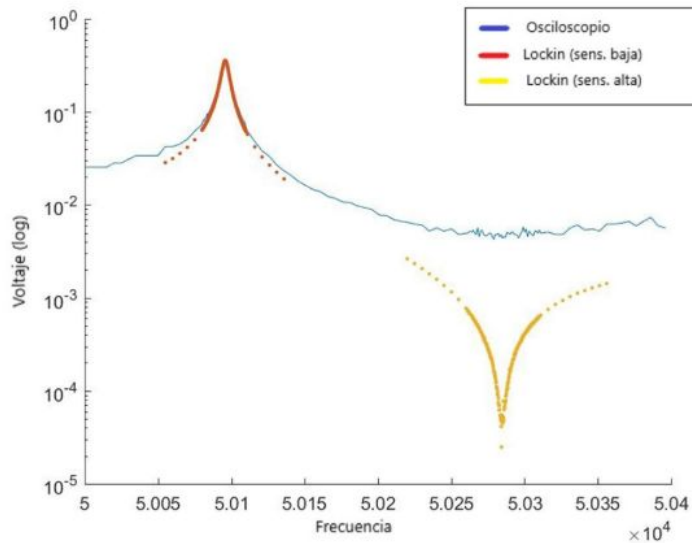


Amplificador Lock-In

Barreiro Lara Sofía
Poliak Matias Manuel
Silbergleit Lautaro

*Laboratorio 4 - 2do cuatrimestre 2022 - Cátedra Shalom
Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, UBA*

¿Qué es un amplificador Lock-In?



Un amplificador Lock in es un instrumento que nos permite medir señales de frecuencia conocida y amplitud baja en ambientes muy ruidosos.

Por ejemplo:
Circuito piezoeléctrico resonante

¿Cómo funciona el amplificador Lock-In?

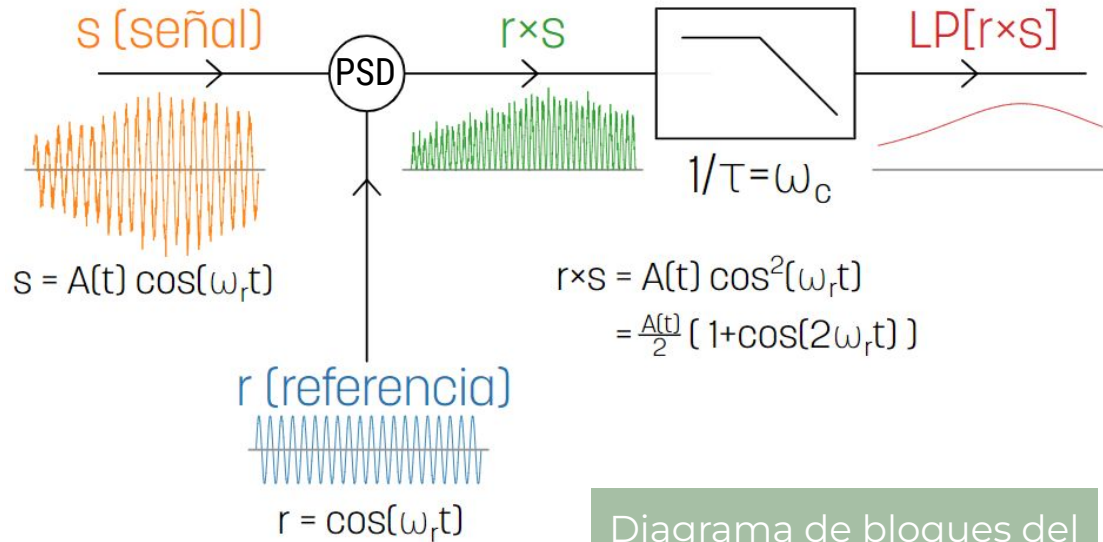
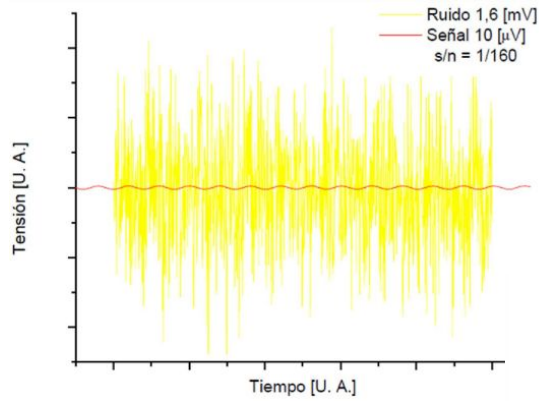
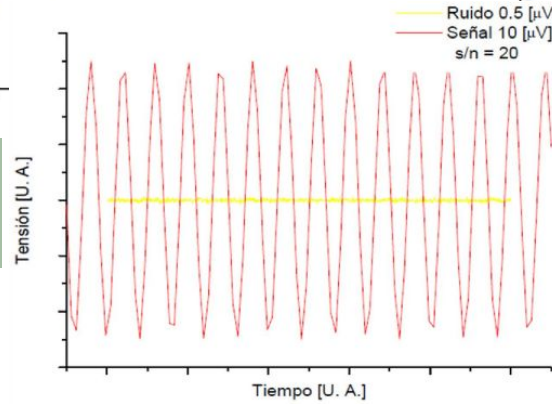


Diagrama de bloques del Amplificador Lock-In

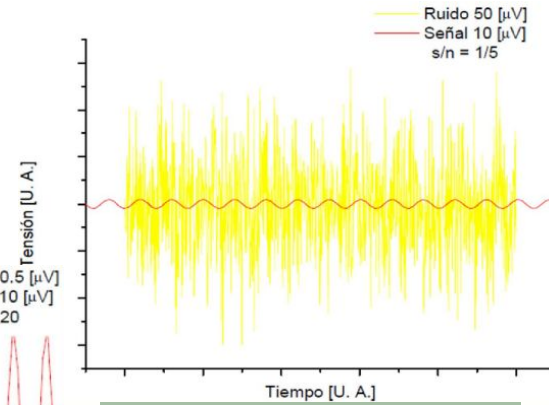
Ejemplo de aplicación de PSD



Señal amplificada con un amplificador de bajo ruido



Señal amplificada con un PSD.



Señal amplificada y filtrada con un pasabanda en 10KHz, con Q=100.

Phase-Sensitive Detection (PSD)

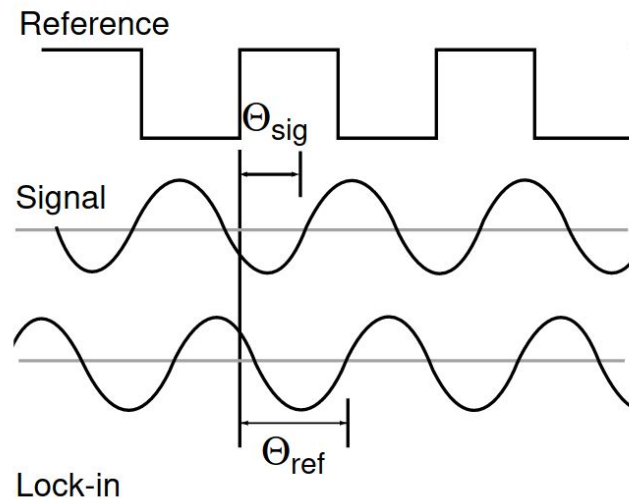
- 2 señales: medición, referencia
- Se multiplican

$$V_{PSD} = V_s V_r \sin(\omega_s t + \theta_s) \sin(\omega_r t + \theta_r)$$

$$V_{PSD} = \frac{1}{2} V_s V_r [\cos([\omega_s - \omega_r]t + [\theta_s - \theta_r]) + \cos([\omega_s + \omega_r]t + [\theta_s + \theta_r])]$$

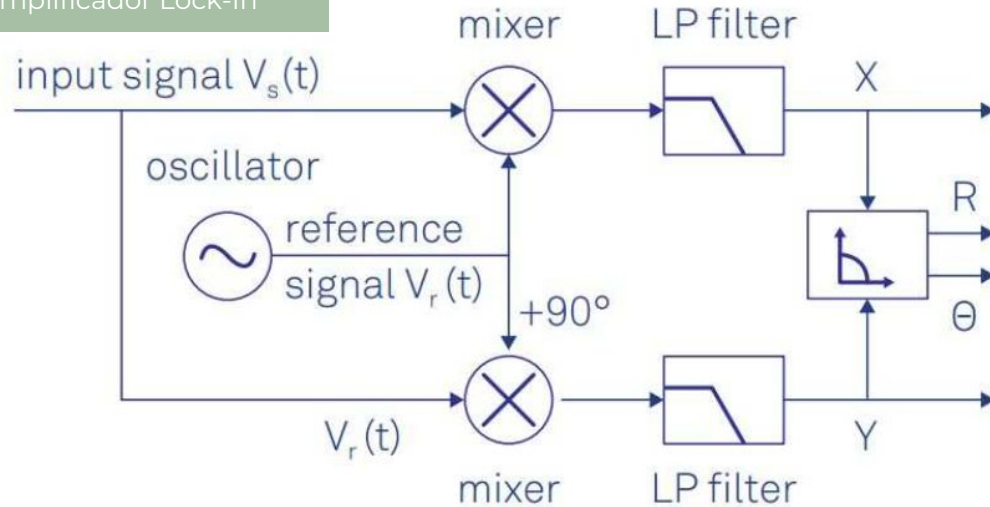
- Filtro pasabajos

$$V_{PSD} = \frac{1}{2} V_s V_r \cos(\Delta\omega t + \Delta\theta)$$



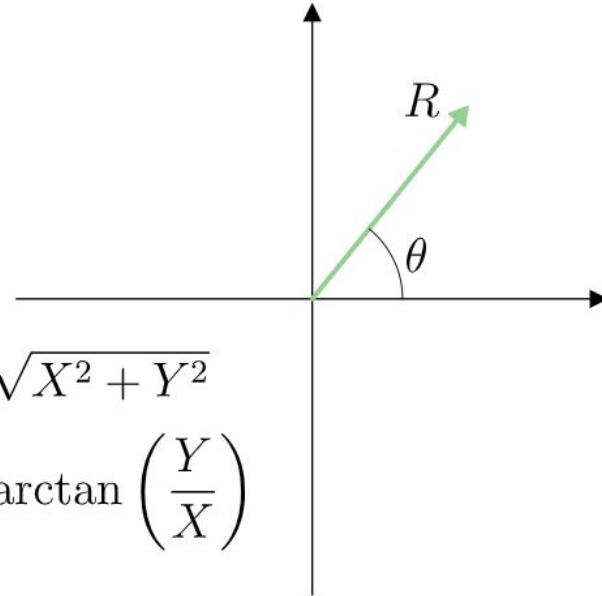
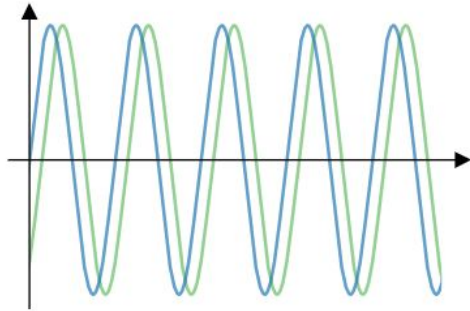
¿Qué pasa si agregamos un segundo PSD?

Diagrama de bloques del Amplificador Lock-In



- Eliminar dependencia de fase
 - Referencia = $\theta_{\text{en fase}} + \theta_{\text{cuadratura}}$
 - $(X, Y) \rightarrow (R, \Delta)$

Medición de fases



$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{Y}{X}\right)$$

$$F(\omega) = \underbrace{\frac{1}{\tau} \int_{-\tau}^{\tau} S(t) \cos(\omega t) dt}_X + i \underbrace{\frac{1}{\tau} \int_{-\tau}^{\tau} S(t) \sin(\omega t) dt}_Y$$

Filtro de Frecuencias

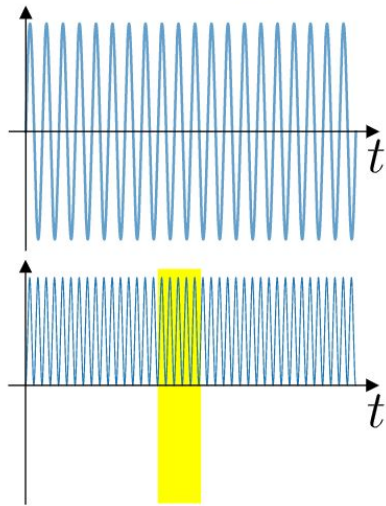
$$\frac{2}{\tau} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} \cos(\omega t) \cos(\omega' t) dt \approx \begin{cases} 1 & \text{si } \omega = \omega' \\ 0 & \text{si } \omega \neq \omega' \end{cases}$$

τ - Tiempo de integración

T - Período de oscilación

ω_r - Frecuencia de referencia

ω_c - Frecuencia de corte

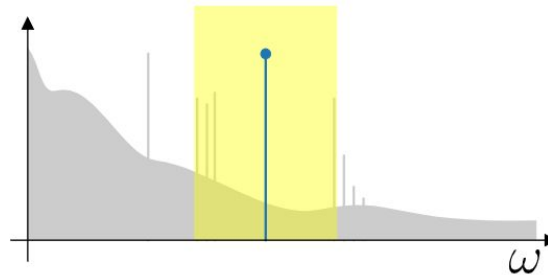


$$\omega_c = \frac{1}{\tau}$$

$$\tau > T$$

$$\omega_r = \frac{1}{T}$$

$$\omega_c < \omega_r$$



Filtro de Frecuencias

$$\frac{2}{\tau} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} \cos(\omega t) \cos(\omega' t) dt \approx \begin{cases} 1 & \text{si } \omega = \omega' \\ 0 & \text{si } \omega \neq \omega' \end{cases}$$

$$\omega_c = \frac{1}{\tau}$$

$$\tau > T$$

$$\omega_r = \frac{1}{T}$$

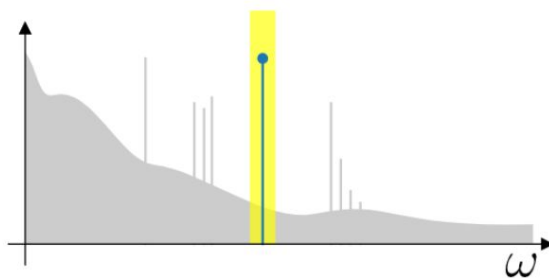
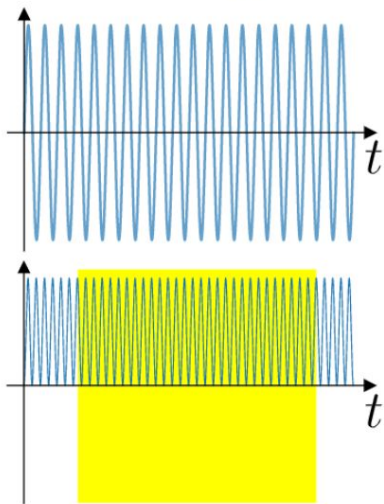
$$\omega_c < \omega_r$$

τ - Tiempo de integración

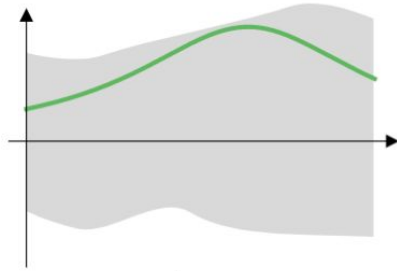
T - Período de oscilación

ω_r - Frecuencia de referencia

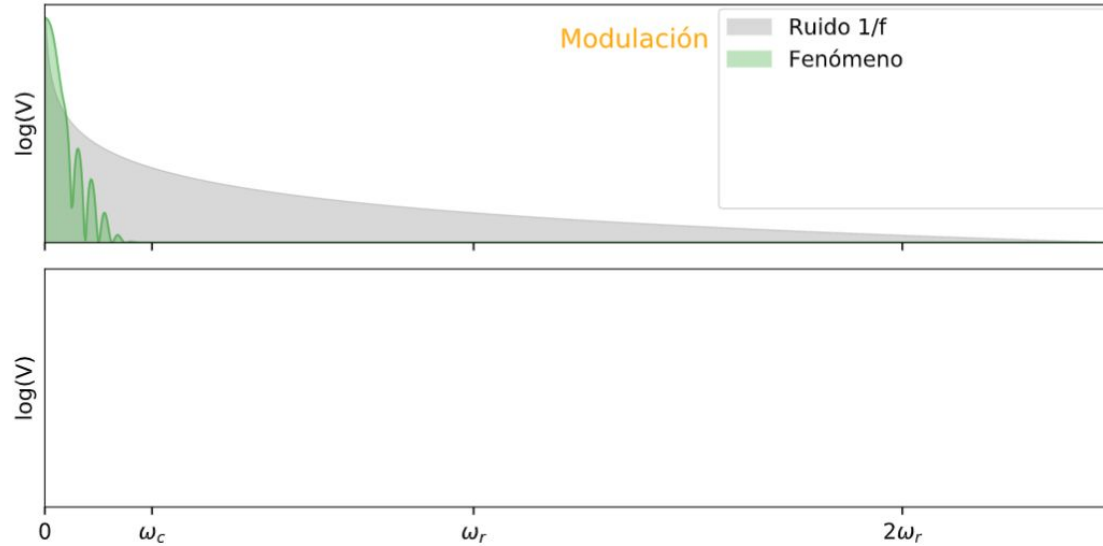
ω_c - Frecuencia de corte



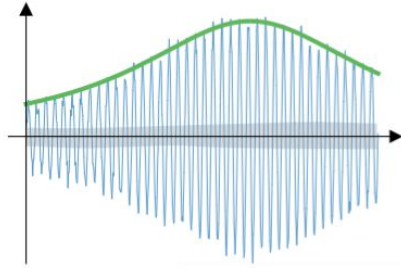
Mejorar relación señal/ruido



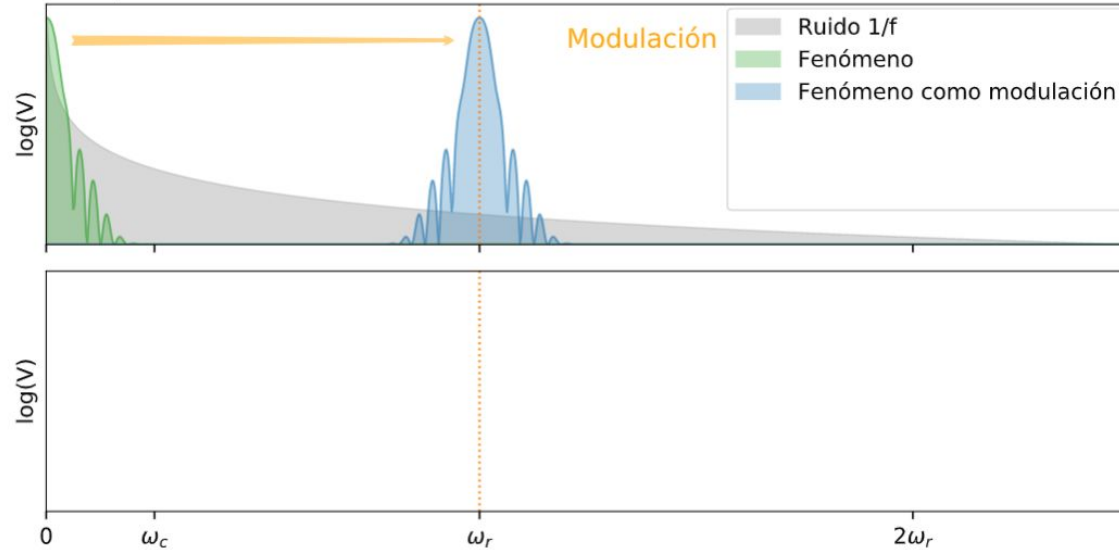
$S(t)$



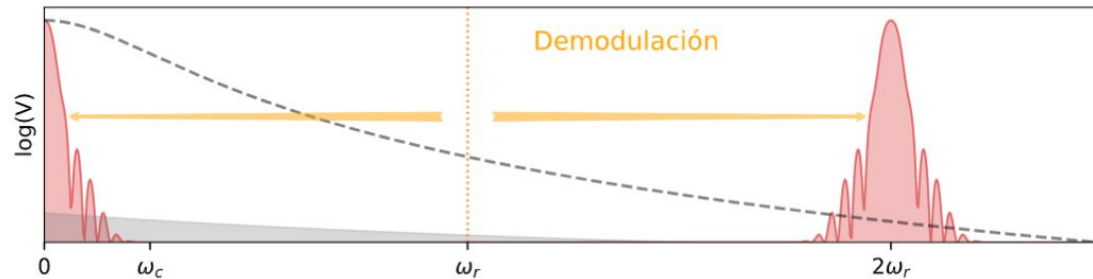
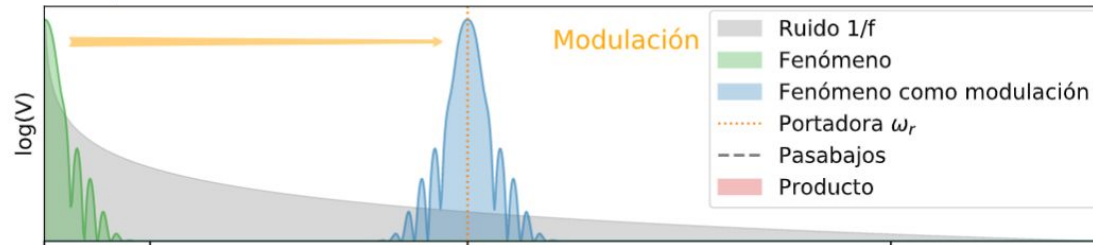
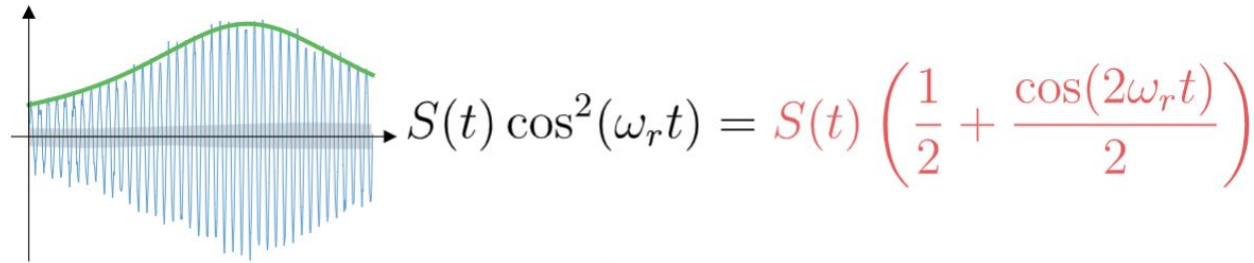
Mejorar relación señal/ruido



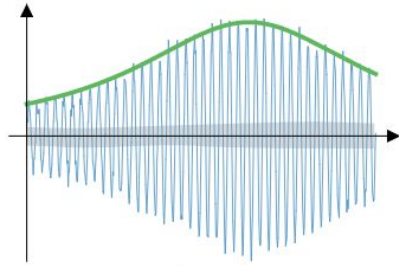
$$S(t) \cos(\omega_r t)$$



Mejorar relación señal/ruido

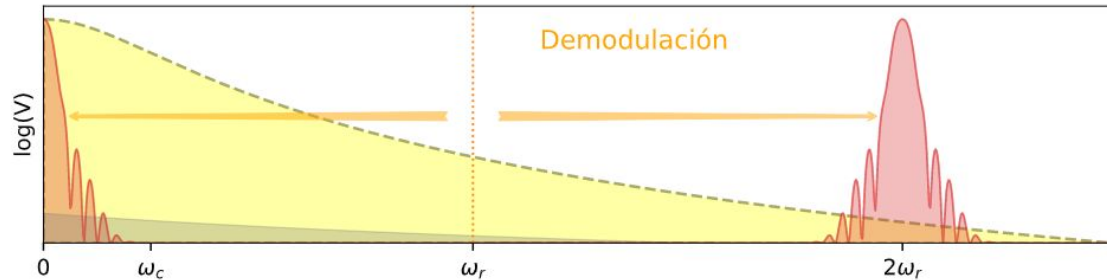
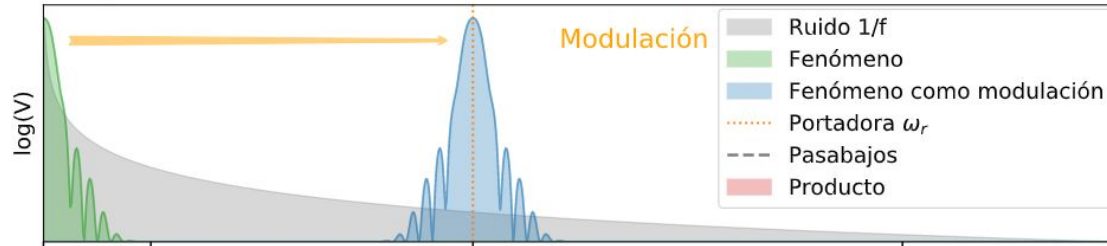


Mejorar relación señal/ruido



$$T_f > \tau > T$$

$$\omega_f < \omega_c < \omega_r$$



¿Cómo utilizamos el Lock-In SR830?

Tiempo de integración

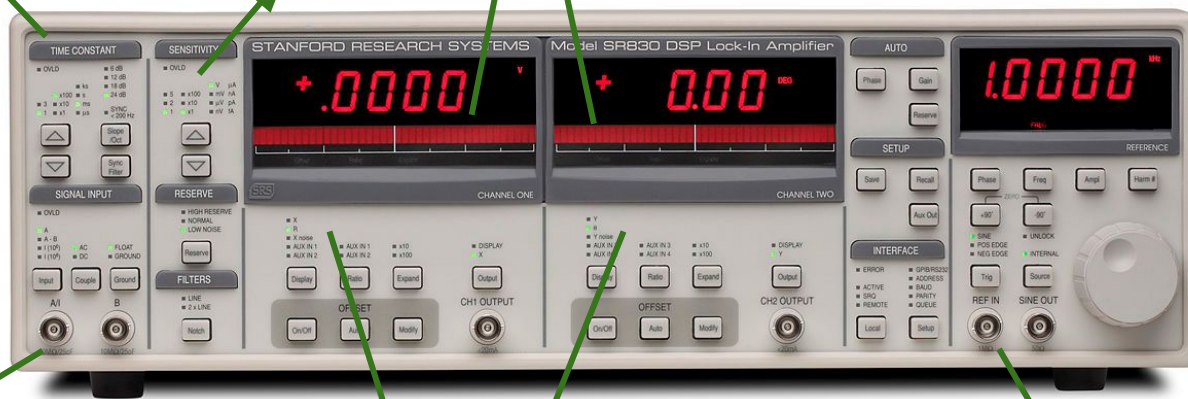
Escala

Display

Entrada

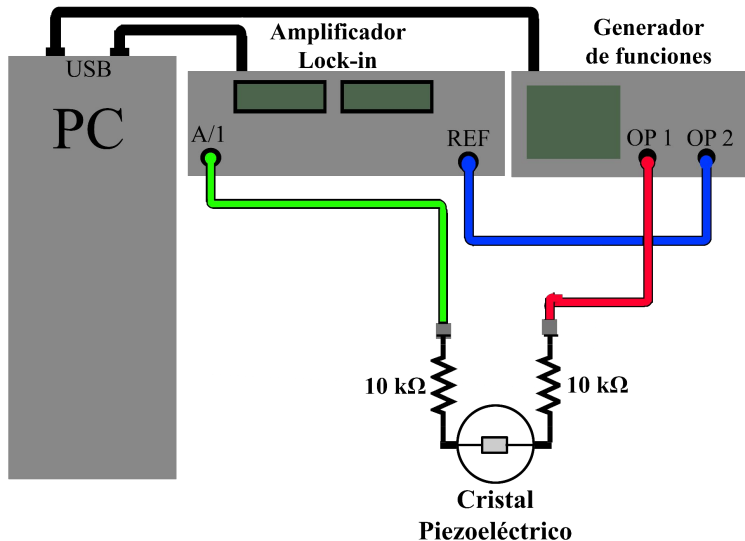
Tipo de dato que aparece en el display

Señal de referencia

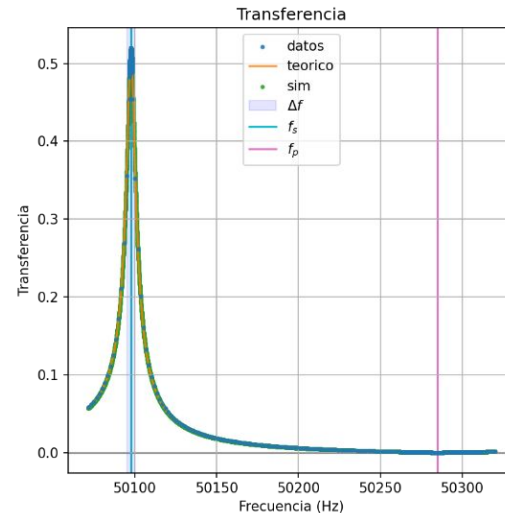


¿Cómo lo utilizamos para medir la resonancia de un resonador piezoeléctrico?

Set up experimental



Datos obtenidos con el amplificador Lock-In



Amplificador Lock-In vs. Osciloscopio

Amplificador Lock-In

Nos permite aislar y medir una señal de muy baja amplitud aún en ambientes muy ruidosos.

Nos permite medir amplitud RMS y fase de una señal simultáneamente y con alta precisión.

Osciloscopio

Nos permite observar la señal que queremos medir en el display del aparato.

Nos permite medir señales aunque no conozcamos una frecuencia de referencia de la misma.

Para nuestra experiencia estas diferencias fueron muy importantes.



Stanford Research Systems Modelo SR830 DSP Amplificador de bloqueo, hecho en los E.e.u.u., Probado

Para repuestos solamente

★★★★★ [2 valoraciones del artículo](#)

USD3 999.97

Costaba: USD4-999.96 20 % de descuento

o Mejor oferta

+USD246.19 por el envío de United States

👉 Vendedor Excelente



Stanford Research Systems, DSP SR810-lock-in amplificador, calibrado 8-22 (SR830)

De segunda mano

USD4 499.00

o Mejor oferta

+USD1 451.49 por el envío de United States



Stanford Research Systems SRS SR830 DSP Amplificador de bloqueo con Accesorios

De segunda mano

USD4 999.00

o Mejor oferta

+USD260.00 por el envío de Corea del Sur



Siglent SDS1104X-E - Osciloscopio digital de 4 canales (100 MHz)

★★★★★ ~ 607

US\$ **479**⁶⁴

Con envíos a Argentina

Más opciones de compra

US\$462.28 (8 ofertas de artículos nuevos y usados)



Siglent Technologies SDS1202X-E osciloscopio digital de 200 mhz y 2 canales, gris

★★★★★ ~ 1,110

US\$ **359**⁰⁰ ~~US\$379.00~~

Con envíos a Argentina

Más opciones de compra

US\$323.61 (12 ofertas de artículos nuevos y usados)



Siglent Technologies SDS1104X-U Osciloscopios digitales superfósforo de 100 MHz 4 canales

★★★★★ ~ 38

US\$ **399**⁰⁰

Con envíos a Argentina

Muchas gracias
por escuchar