

0.1 Osciladores

0.1.1 Sistemas retroalimentados

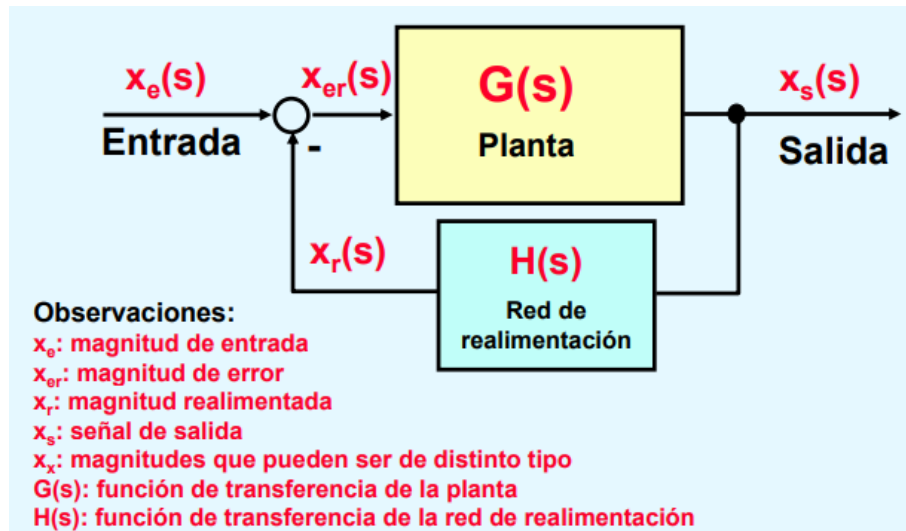


Figure 1: Sistemas retroalimentados.

De esta figura se desprenden dos ecuaciones que caracterizan a la función de transferencia:

Lazo abierto: ganancia

$$G(s) = \frac{x_s(s)}{x_{er}(s)} \quad (1)$$

Lazo cerrado: ganancia retroalimentada:

$$\frac{x_s(s)}{x_e(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s) \cdot H(s)} \quad (2)$$

■ **Notación 0.1** Si la retroalimentación es negativa, en la ecuación de lazo cerrado es positiva; igualmente si es positiva la retroalimentación, la ecuación es negativa.

Algunos casos particulares que tenemos son:

- Realimentación negativa:

$$|1 + G(s) \cdot H(s)| > 1$$

- Alta ganancia de lazo: Cuando la ganancia es muy grande

$$\frac{x_s(s)}{x_e(s)} = \frac{1}{H(s)}$$

- Realimentación positiva:

$$|1 + G(s) \cdot H(s)| < 1$$

- Oscilación

$$|1 + G(s) \cdot H(s)| = 0$$

La **oscilación** es indeseada en servosistemas y deseada en osciladores.

Caso de oscilación

Si tenemos en cuenta la condición de oscilación, entonces se tendrá $x_s(s)/x_e(s) \rightarrow \infty$. Por lo tanto se genera una señal de salida (x_s) aunque no haya entrada (x_e)

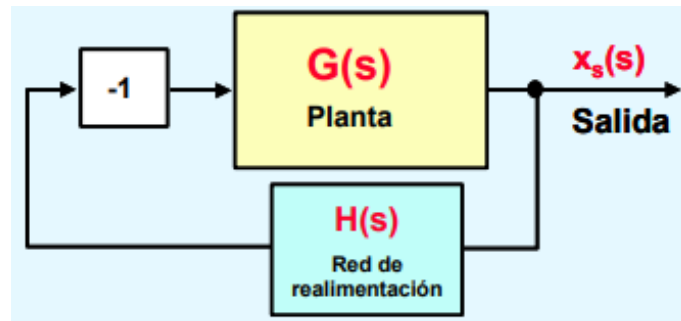


Figure 2: Inversión de la red de retroalimentación

Cuando se está oscilando, se tiene:

$$|G(s) \cdot H(s)| = 1$$

$$\angle G(s) \cdot H(s)^\circ = 180^\circ$$

En oscilación:

$$|G(j\omega_r) \cdot H(j\omega_r)| = 1$$

$$\angle G(j\omega_r) \cdot H(j\omega_r)^\circ = 180$$

Graficando la oscilación en la figura 3, nota como la señal sale en fase de la planta, en la salida llega la onda amplificada mientras que en la red de retroalimentación se atenúa la señal un poco pero esta totalmente desfasada. Por mejor del bloque inversor esta se acopla nuevamente a la onda. Con esto nos aseguramos que la oscilación ha comenzado.

0.1.1.1 Condición de oscilación

¿Qué tiene que suceder para que comience la oscilación?

Los circuitos osciladores son un tanto especiales, necesitamos para arrancar una señal de entrada que sirva como una señal de arranque (x_e) (Fig. 4). Cuando el sistema termine de arrancar, cerramos el switch y podemos quitar la señal de entrada.

Hay que asegurarnos que $|G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})| > 1$, cuando el desfase es 180° , entonces podemos hacer que la salida del lazo de realimentación haga las funciones de la magnitud de entrada. En la figura 5 el sistema ya está arrancando, pero no termina ahí, ahora debe calibrarse para que pueda auto-arrancar por sí solo.

Momento de oscilación

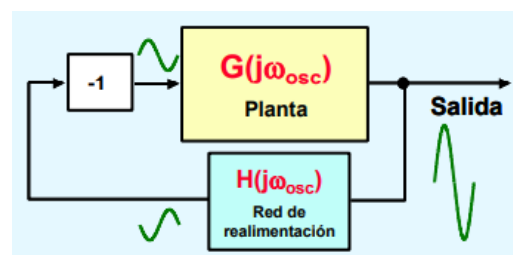


Figure 3: Condición de oscilación.

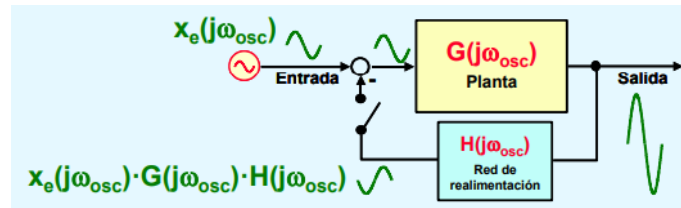


Figure 4: Condición de oscilación

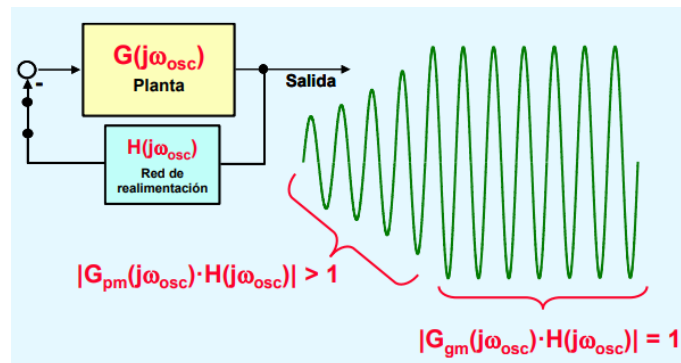


Figure 6: Transición a estable.

■ **Notación 0.2** $G_{pm}(s)$ significa función de transferencia de pequeña magnitud. $G_{gm}(s)$: función de transferencia de gran magnitud.

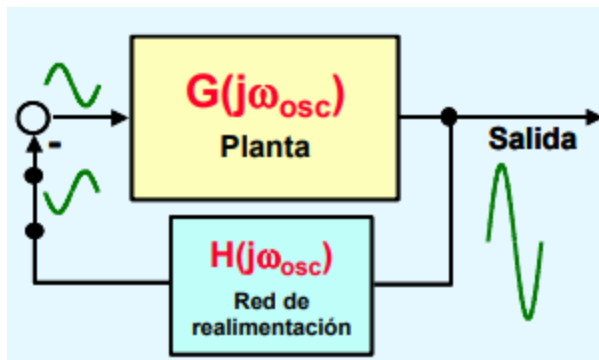


Figure 5: Oscilación.

Criterio de Nyquist

Para que **empiece** la oscilación:

- Tiene que existir una ω_{osc} a la que se cumpla:

$$\angle G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})^\circ = 180^\circ$$

- A esa ω_{osc} tiene que cumplirse:

$$|G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})| > 1$$

Cuando se **estabiliza** la oscilación:

- Disminuye la ganancia

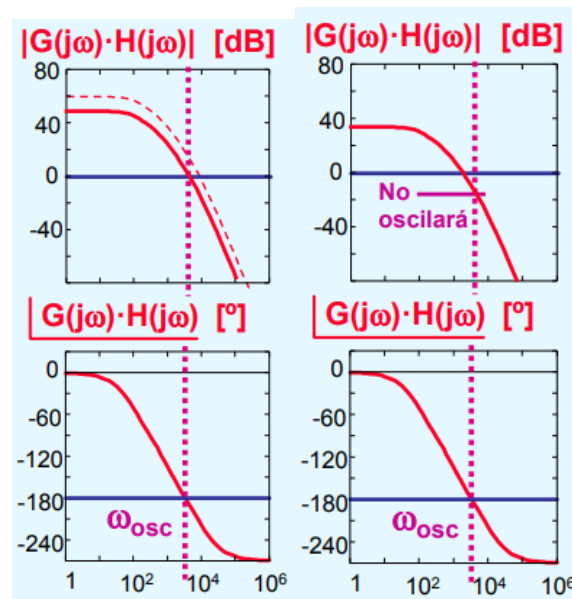
$$G(j\omega_{osc})$$

hasta que

$$|G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})| = 1$$

cuando

$$\angle G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})^\circ = 180^\circ$$



(a) Cuando ya oscila. (b) Para que no oscile.

Figure 7: Condición de oscilación

Diagramas de Bode

Observa la línea punteada, de la figura 7a, debe ser corregida pues tanto la fase como la magnitud deben coincidir en la misma frecuencia a 0dB (o $|G(j\omega_{osc}) \cdot H(j\omega_{osc})|$)

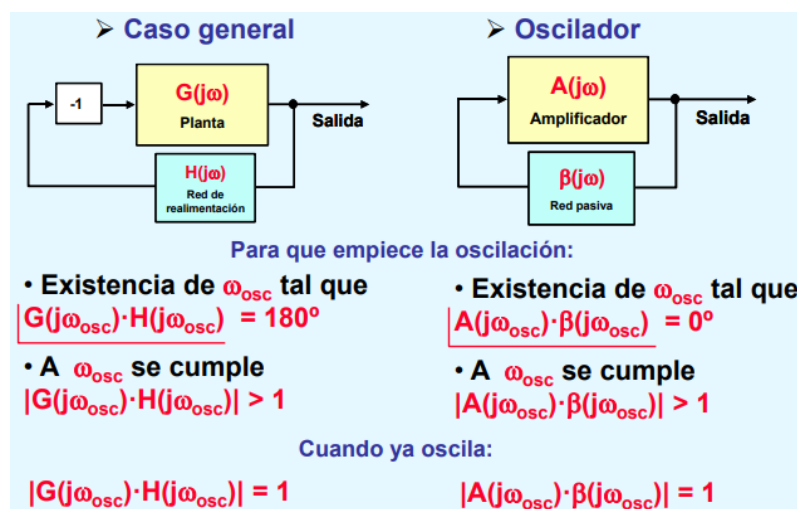


Figure 8: Resumen de arranque de osciladores.

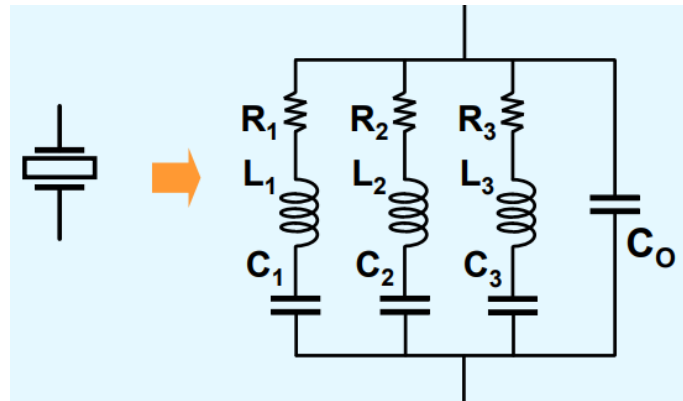


Figure 11: Circuito equivalente de un cristal de cuarzo.

0.1.2 Osciladores de frecuencia muy constante

Cristales osciladores

Es un cristal de cuarzo (u otro material piezoeléctrico) que consta de una placa de cuarzo en medio de dos contactos metálicos, encapsulados. Se aplica voltaje en sus terminales para que vibren de manera tan exacta que es muy precisa.

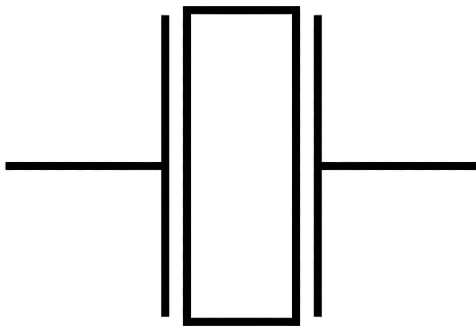


Figure 9: Símbolo cristal oscilador



Figure 10: Cristal oscilador