Estabilidad BIBO en el Dominio de Laplace

Definición de Estabilidad BIBO

Un sistema es **BIBO estable** (Bounded Input, Bounded Output) si, para toda entrada acotada $|x(t)| < M_x$, la salida también es acotada $|y(t)| < M_y$, con $M_x, M_y < \infty$.

En términos de la convolución de entrada y la respuesta al impulso $h(t)$:

$$y(t) = \int_0^\infty h(\tau)\, x(t-\tau)\, d\tau$$

Condición suficiente para estabilidad BIBO: que $h(t) \in L^1$, es decir,

$$\int_0^\infty |h(t)| dt < \infty$$

Condición en el Dominio de Laplace

Un sistema lineal e invariante en el tiempo (LTI) es BIBO estable si y solo si **todos los polos de la función de transferencia** $H(s)$ tienen parte real estrictamente negativa, es decir, están en el **semiplano izquierdo del plano** s.

Función de Transferencia

La función de transferencia es:

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

- $Y(s)$: Transformada de Laplace de la salida.
- $X(s)$: Transformada de Laplace de la entrada.

Ejemplos de Estabilidad

Ejemplo 1: Sistema estable

$$H(s) = \frac{1}{s+2}$$

- Polo en $s = -2 \Rightarrow$ parte real negativa.
- **BIBO estable**.
- Si $x(t) = \sin(t)$, la salida es acotada.

Ejemplo 2: Sistema inestable

$$H(s) = \frac{1}{s-3}$$

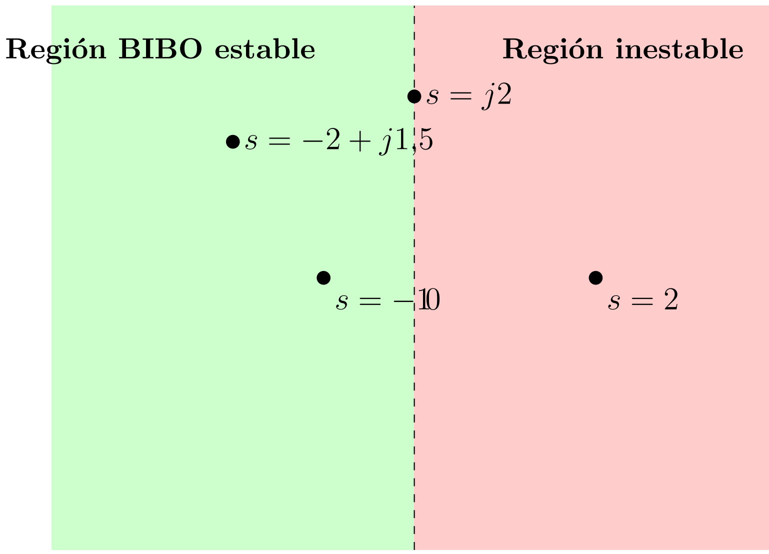
- Polo en $s = +3$.
- **BIBO inestable**.
- Una entrada acotada puede producir una salida creciente.

Ejemplo 3: Sistema marginalmente estable (no BIBO)

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

- Polo en $s = 0$.
- Sistema no es BIBO estable.
- Para $x(t) = 1$, se tiene:
$$y(t) = \int_0^t 1\,dt = t$$
- La salida es no acotada.

Gráfico del plano s



Resumen de condiciones de estabilidad BIBO

Tipo de polos	**¿BIBO estable?**
Todos en semiplano izquierdo ($\mathrm{Re}(s) < 0$)	Sí (✓)
Alguno en eje imaginario ($\mathrm{Re}(s) = 0$)	No (marginal)
Alguno en semiplano derecho ($\mathrm{Re}(s) > 0$)	No ($\times$)