Módulo 4 Banda lateral única

Cápsula 4.1 BLU

Mensaje:

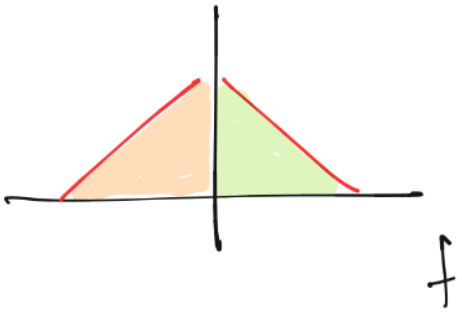


Figura 4.1.1: Espectro del mensaje.

BLD-SP:

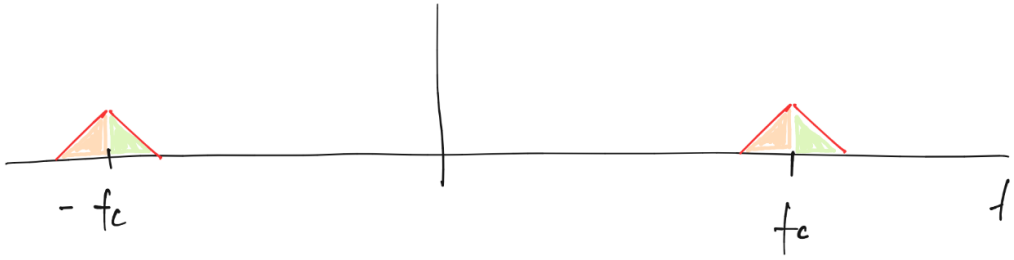


Figura 4.1.2: Espectro de BLD-SP.

Queremos (BLU):

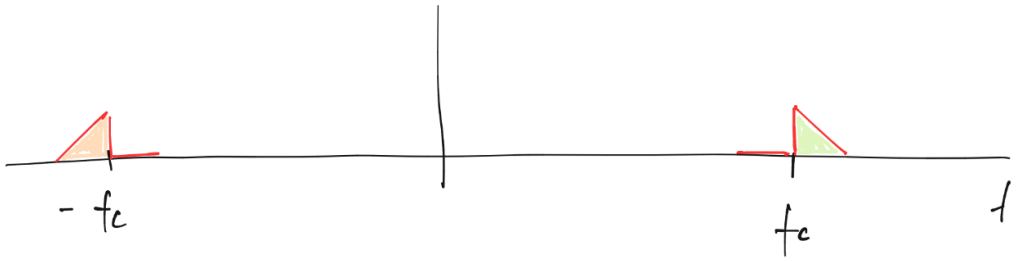


Figura 4.1.3: Espectro de BLU. Ejemplificado con BLS.

BLU no se logra filtrando.

Filtrando en banda base:

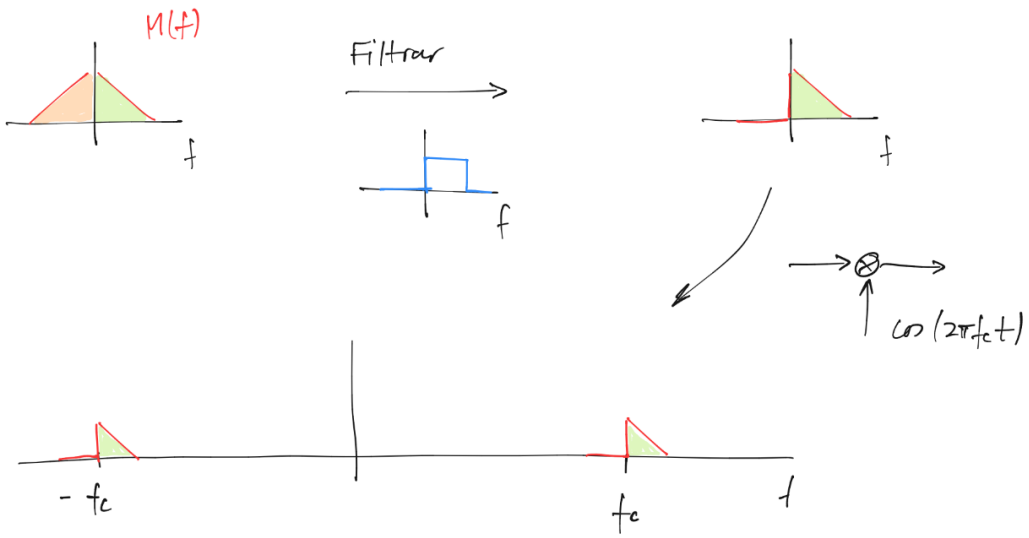


Figura 4.1.4: Espectro al filtrar en banda base.

$\Longrightarrow$ Señal de PB $\notin \mathbb{R}$.

Filtrando en PB: primero hacer una traslación espectral BLD-SP y luego filtrar para eliminar la porción no deseada.

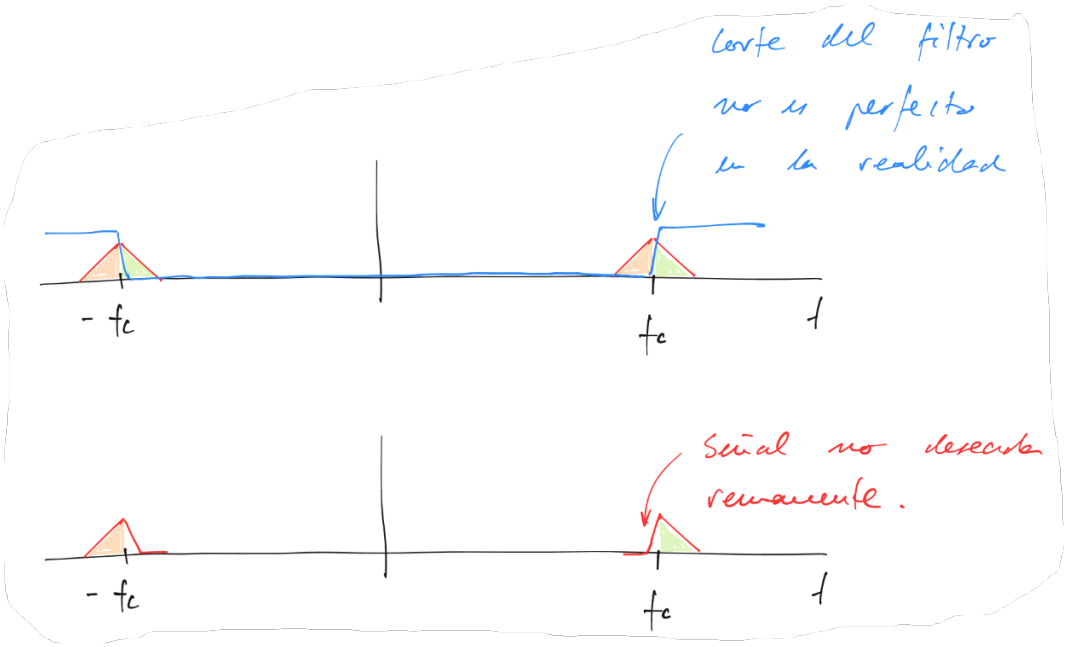


Figura 4.1.5: Espectro BLU obtenido al filtrar en pasabanda.

Problema: implementar filtros con bandas de transición muy agudas es complejo.

Motivo: el orden de filtros depende de la razón entre el ancho de banda de transición (BLU $\approx$ 100 Hz) y la frecuencia portadora (MHz).

Conclusión: hay que buscar otro método

$\Longrightarrow$ Cancelación de señales.

Cápsula 4.2 Transformador de Hilbert

Es un filtro cuya respuesta es:

$$h(t) = \frac{1}{\pi t}, \quad t > 0 \longleftrightarrow H(f) = -j\,\mathrm{sgn}(f) \tag{4.2.1}$$

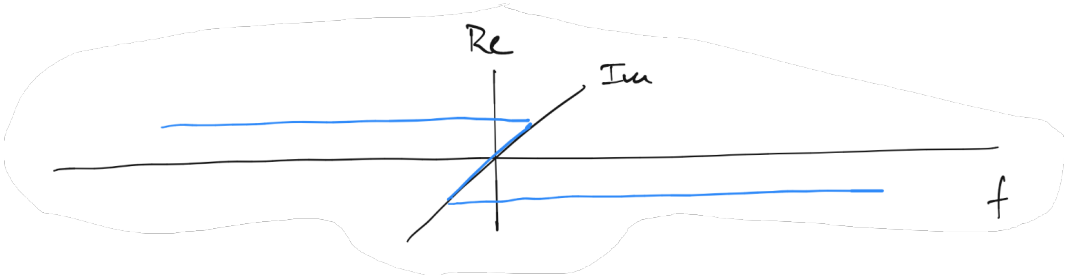


Figura 4.2.1: Respuesta de frecuencia del transformador de Hilbert.

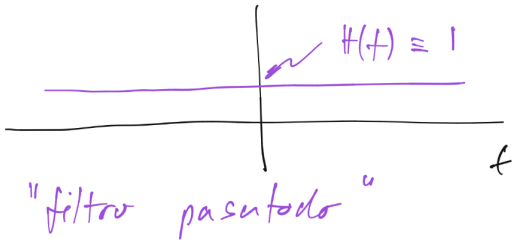


Figura 4.2.2: Espectro de magnitud del transformador de Hilbert.

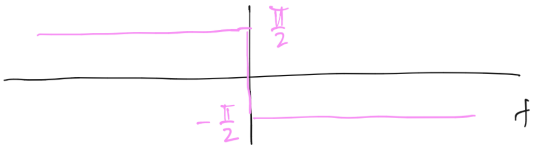


Figura 4.2.3: Espectro de fase del transformador de Hilbert.

Cápsula 4.3 Generación de BLU mediante cancelación de señales

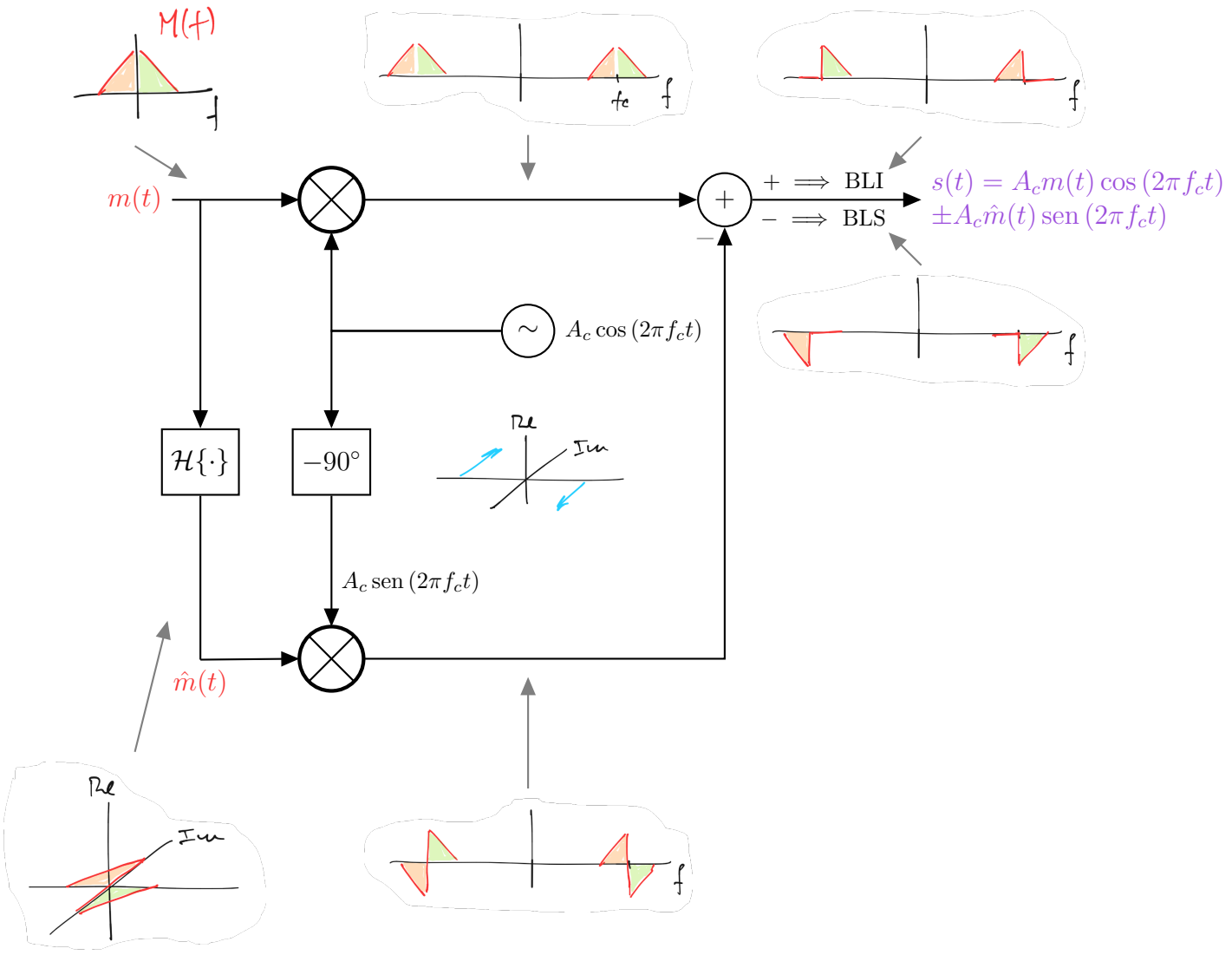


Figura 4.3.1: Diagrama de bloque generador BLU mediante cancelación de señales.

Cápsula 4.4	**Demodulación de BLU con portadora ideal**

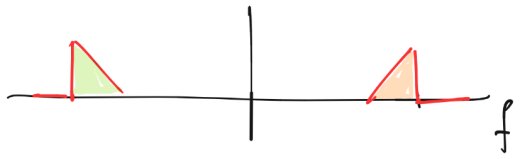


Figura 4.4.1: Espectro BLU. (Ejemplo BLI).

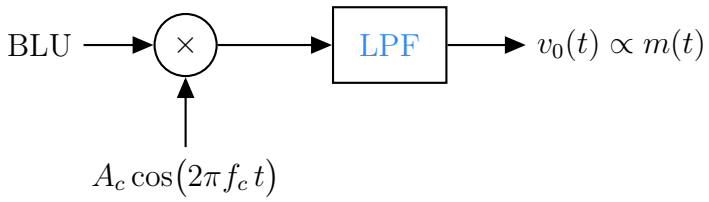


Figura 4.4.2: Demodulador BLU con portadora ideal.

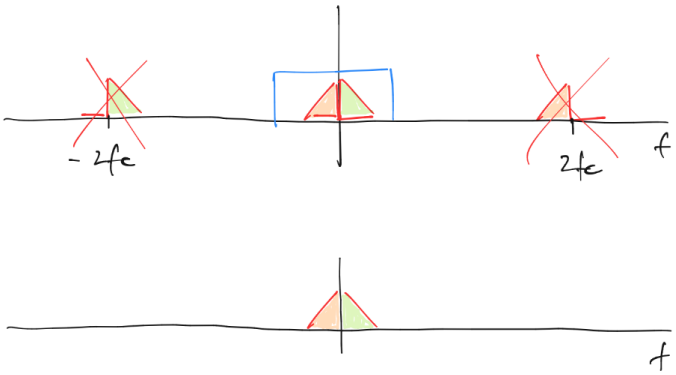


Figura 4.4.3: Espectro demodulación BLU antes y después del LPF.

Cápsula 4.5 Demodulación de BLU con desfase de portadoras

Analicemos el caso en que el oscilador local del Rx BLU tiene un desfase φ con respecto al oscilador del Tx.

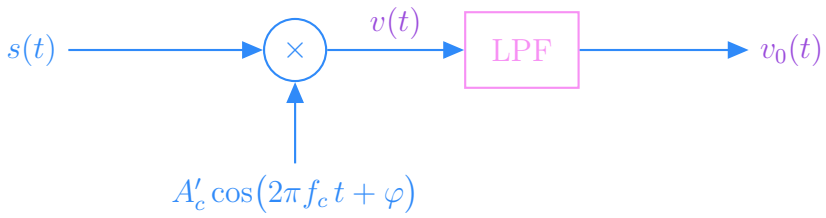


Figura 4.5.1: Demodulador BLU con desfase de portadora.

$$
\begin{aligned}
v(t) &= s(t) \cdot A'_c \cos(2\pi f_c t + \varphi) && (4.5.1)\\
&= A_c A'_c m(t) \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t + \varphi) - A_c A'_c \hat{m}(t) \operatorname{sen}(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t + \varphi) && (4.5.2)\\
&= \frac{A_c A'_c}{2} m(t) \left[\cos(-\varphi) + \cos(4\pi f_c t + \varphi)\right] - \frac{A_c A'_c}{2} \hat{m}(t) \left[\operatorname{sen}(-\varphi) + \operatorname{sen}(4\pi f_c t + \varphi)\right] && (4.5.3)
\end{aligned}
$$

LPF

LPF

Así:

$$
v_o(t) = \frac{A_c A'_c}{2} \left[m(t) \cos(\varphi) + \hat{m}(t) \operatorname{sen}(\varphi)\right]
$$

$\Longrightarrow$ Veamos este resultado en el dominio de la frecuencia:

$$
\begin{aligned}
V_o(f) &= \frac{A_c A'_c}{2} M(f) \left[\cos(\varphi) - j \operatorname{sgn}(f) \operatorname{sen}(\varphi)\right]\\
&= \begin{cases} \frac{A_c A'_c}{2} M(f) e^{-j\varphi}, & f > 0 \\ \frac{A_c A'_c}{2} M(f) e^{j\varphi}, & f < 0 \end{cases}
\end{aligned}
$$

Esto es una DISTORSIÓN DE FASE causada por el error de fase del oscilador local del Rx.

Distorsión de fase:

- No es grave para señales de voz humana ("voz de pato Donald").
- Inaceptable para música.

Cápsula 4.6 η_E, η_w **y complejidad de implementación**

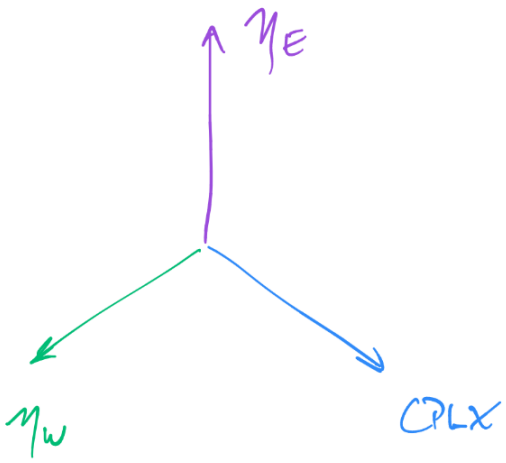


Figura 4.6.1: Diagrama η_E, η_W y complejidad de implementación.

Comunicaciones es una disciplina en que estos tres ejes viven un permanente compromiso unos con otros.