

Chapitre 2 : Modulations linéaires d'amplitude (AM)- partie 2

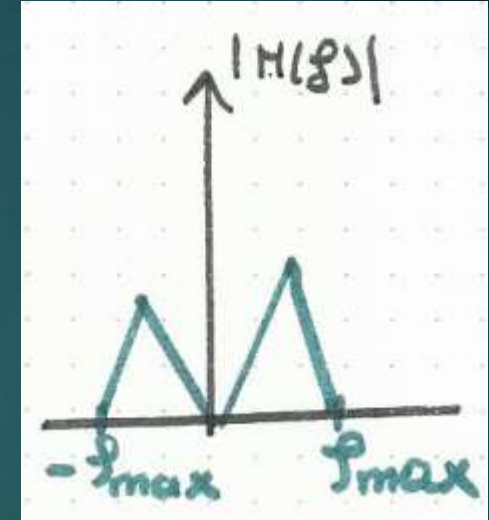
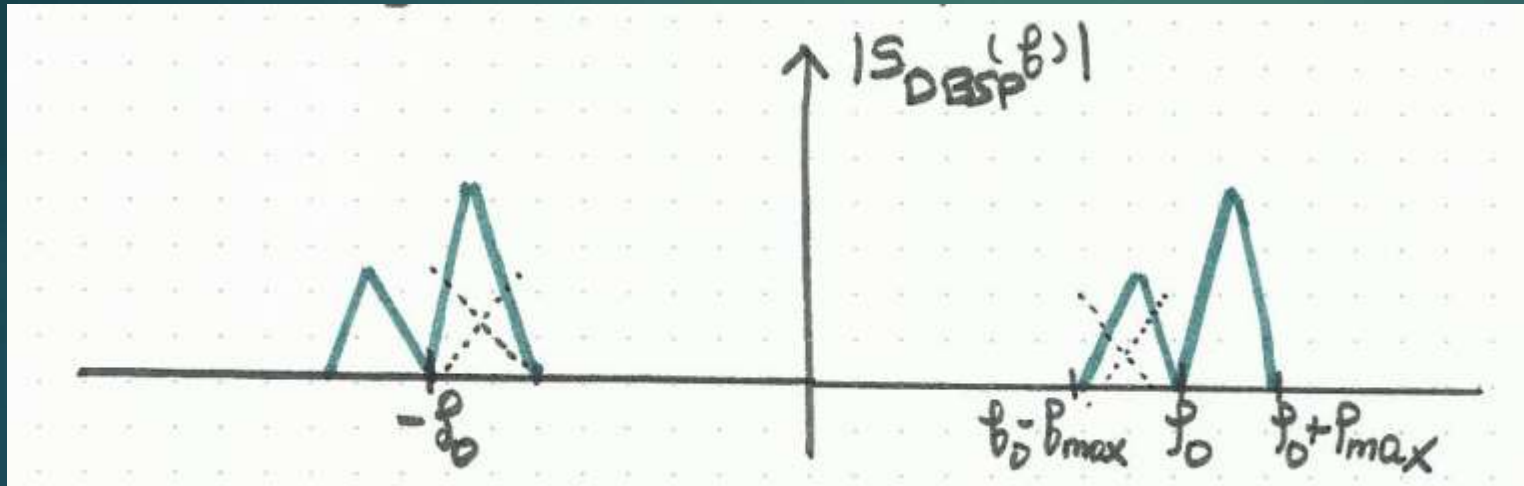
COURS TECHNIQUES DE TRANSMISSION

FILIERE : GL2 - INSAT

RESPONSABLE DU COURS/TD : RIM AMARA

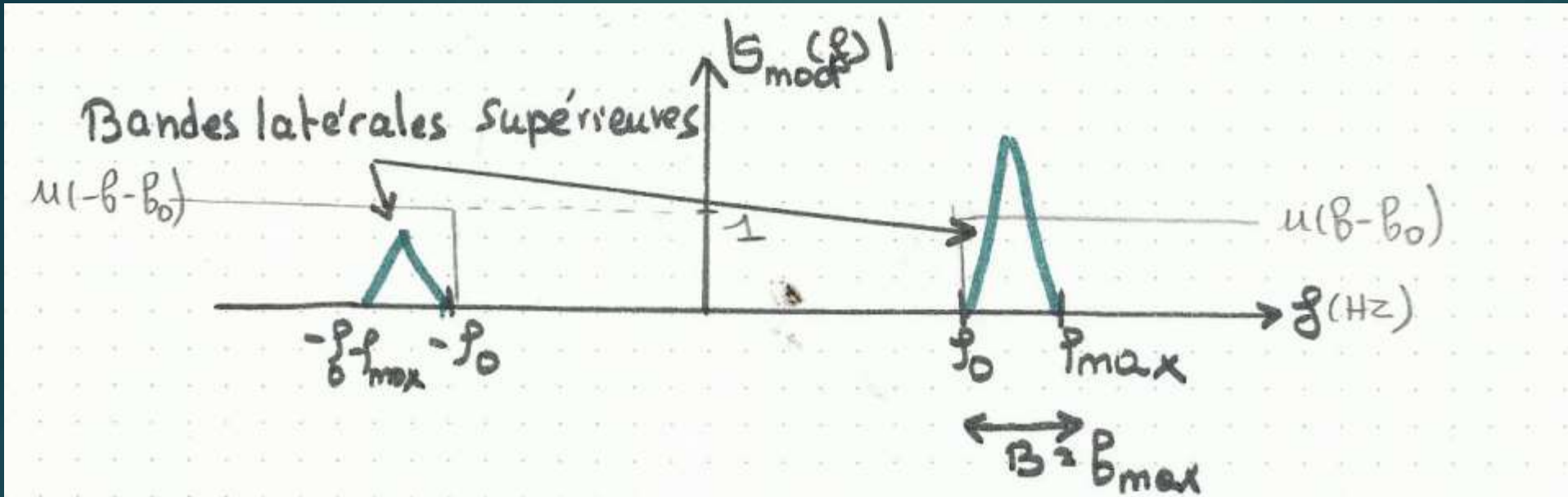
1. Modulation à Bande Latérale unique (BLU)

Soit le modulant BF de spectre d'amplitude
le spectre du signal DBSP corresp. est le suivant



peut-on construire un signal module' dont l'occupation
spectrale est $B = f_{max}$ (\Rightarrow pour augmenter la capacité
du système de transmission) ?

1. Modulation à Bande Latérale unique (BLU)



$u(x)$: fct e'chelon

$$u(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

on appelle signal modulé selon **la BLU** (Bande Latérale Unique) le signal dont le spectre est le suivant

$$S_{BLU}(f) = A_0 M(f - f_0) u(f - f_0) + A_0 M(f + f_0) u(f + f_0)$$

$$S_{BLU}(f) = A_0 (M(f-f_0)u(f-f_0) + M(f+f_0)u(-f-f_0))$$

TF⁻¹

$\Delta_{BLU}(t) ??$

$$S_{BLU}(f) = A_0 (G_1(f-f_0) + G_2(f+f_0)) \text{ ou' } \begin{aligned} G_1(f) &= M(f)u(f) \\ G_2(f) &= M(f)u(-f) \end{aligned}$$

(TF⁻¹)

$$\Delta_{BLU}(t) = A_0 (g_1(t)e^{j2\pi f_0 t} + g_2(t)e^{-j2\pi f_0 t})$$

ou' $g_1(t) = \text{TF}^{-1}\{M(f) \cdot u(f)\} = m(t) * \text{TF}^{-1}\{u(f)\}$
 et $g_2(t) = \text{TF}^{-1}\{M(f)u(-f)\} = m(t) * \text{TF}^{-1}\{u(-f)\}$

Rappel $TF \{u(t)\} = \frac{1}{2} \delta(\beta) + \frac{1}{2\pi j\beta} \Rightarrow \text{par dualité} TF \{ \frac{1}{2} \delta(t) + \frac{1}{2\pi j t} \} = u(-\beta)$

+ propriété $t \rightsquigarrow -t$ $TF \{ \frac{1}{2} \delta(-t) - \frac{1}{2\pi j t} \} = u(\beta)$
 soit $TF \{ \frac{1}{2} \delta(t) - \frac{1}{2\pi j t} \} = u(\beta)$

$$\begin{aligned} \lambda_{BLU}(t) &= A_0 \left((m(t) * (\frac{1}{2} \delta(t) - \frac{1}{2\pi j t})) e^{j2\pi f_0 t} + (m(t) * (\frac{1}{2} \delta(t) + \frac{1}{2\pi j t})) e^{-j2\pi f_0 t} \right) \\ &= A_0 \left((\frac{1}{2} m(t) - \frac{1}{2j} \hat{m}(t)) e^{j2\pi f_0 t} + (\frac{1}{2} m(t) + \frac{1}{2j} \hat{m}(t)) e^{-j2\pi f_0 t} \right) \\ &= A_0 \left(m(t) \cdot \underbrace{\frac{1}{2} (e^{j2\pi f_0 t} + e^{-j2\pi f_0 t})}_{\cos(2\pi f_0 t)} - \hat{m}(t) \cdot \underbrace{\frac{1}{2j} (e^{j2\pi f_0 t} - e^{-j2\pi f_0 t})}_{\sin(2\pi f_0 t)} \right) \\ &= A_0 (m(t) \cos(2\pi f_0 t) - \hat{m}(t) \sin(2\pi f_0 t)) \end{aligned}$$

avec

$$\hat{m}(t) = TH \{ m(t) \} = \frac{1}{\pi t} * m(t)$$

↑
Transformée de Hilbert

Expression du signal modulé selon la BLU

le signal module' selon la BLU s'écrit

$$s_{BLU}(t) = A_0 (\cos(2\pi f_0 t) m(t) \pm \sin(2\pi f_0 t) \hat{m}(t))$$

BLU-Inf
BLU-Sup

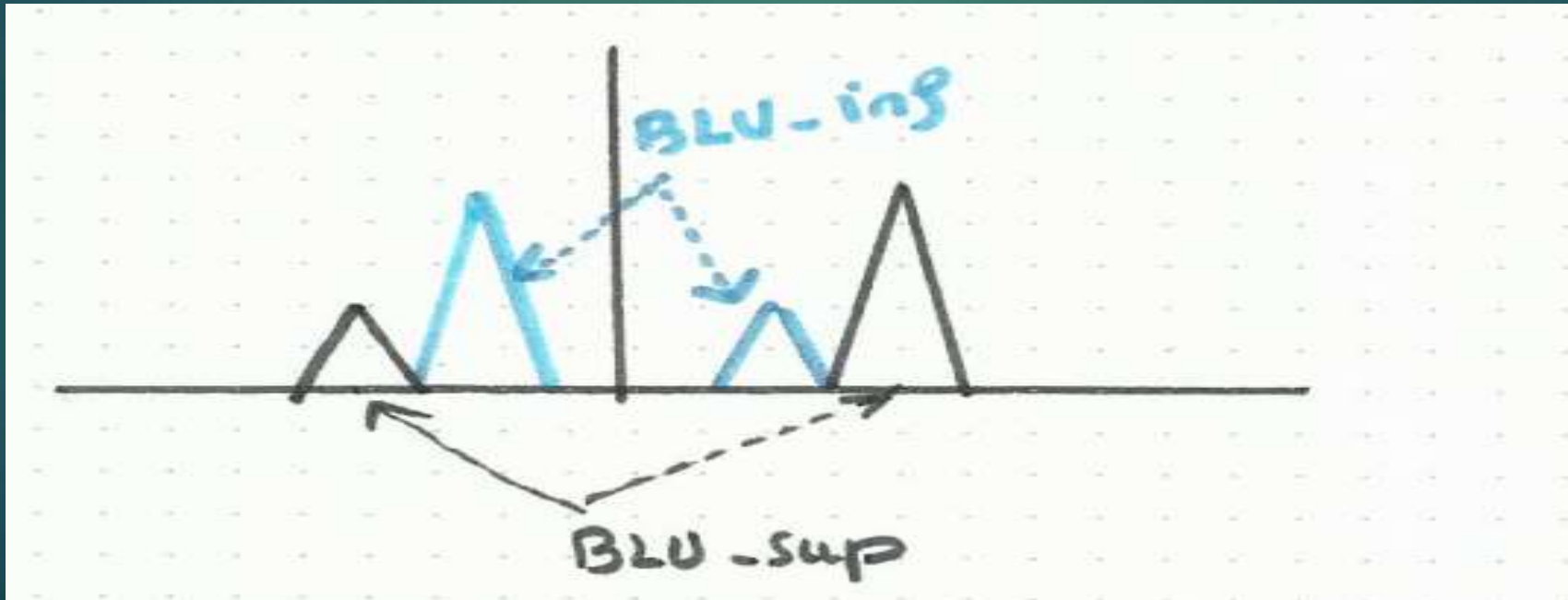
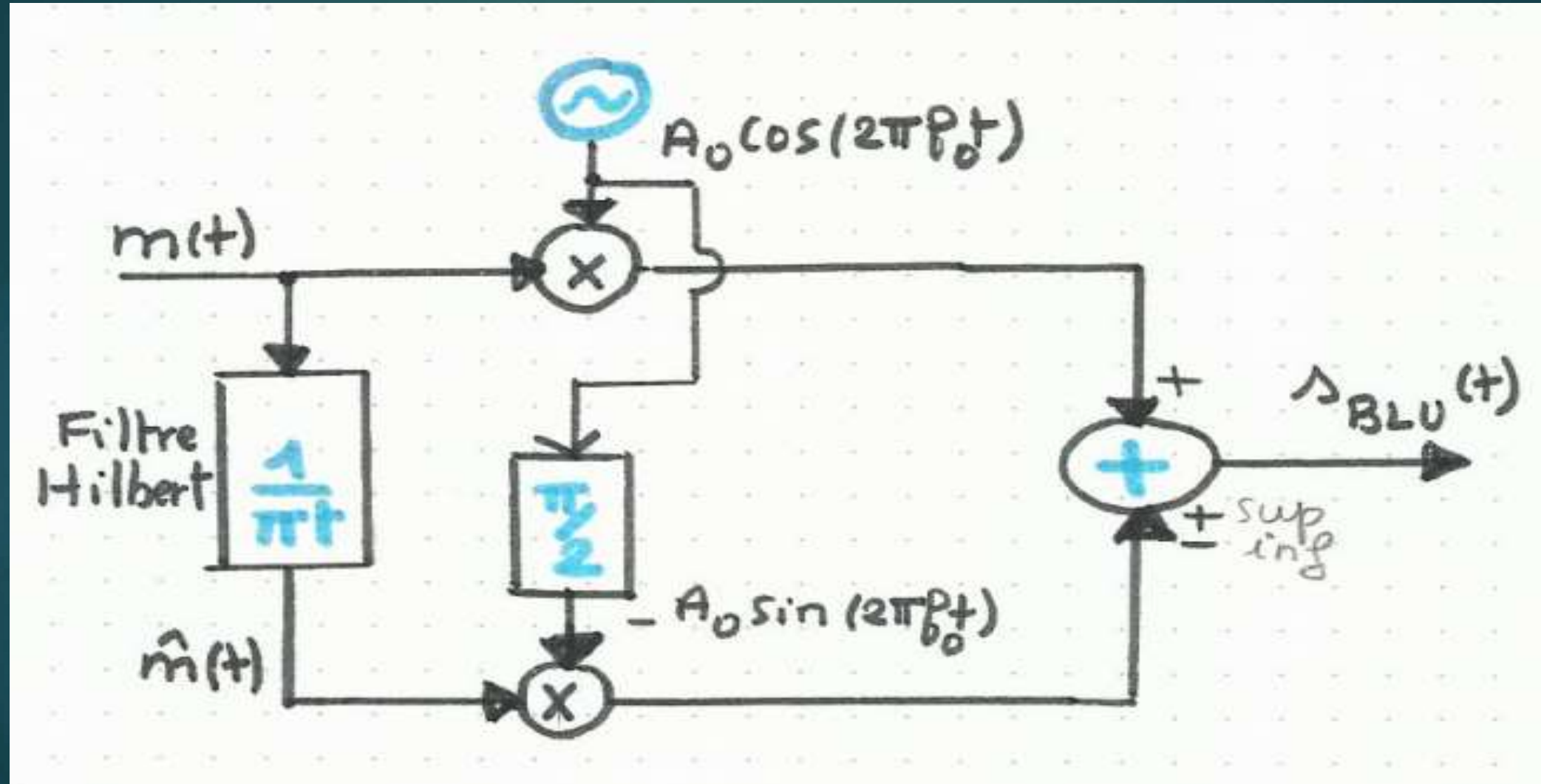
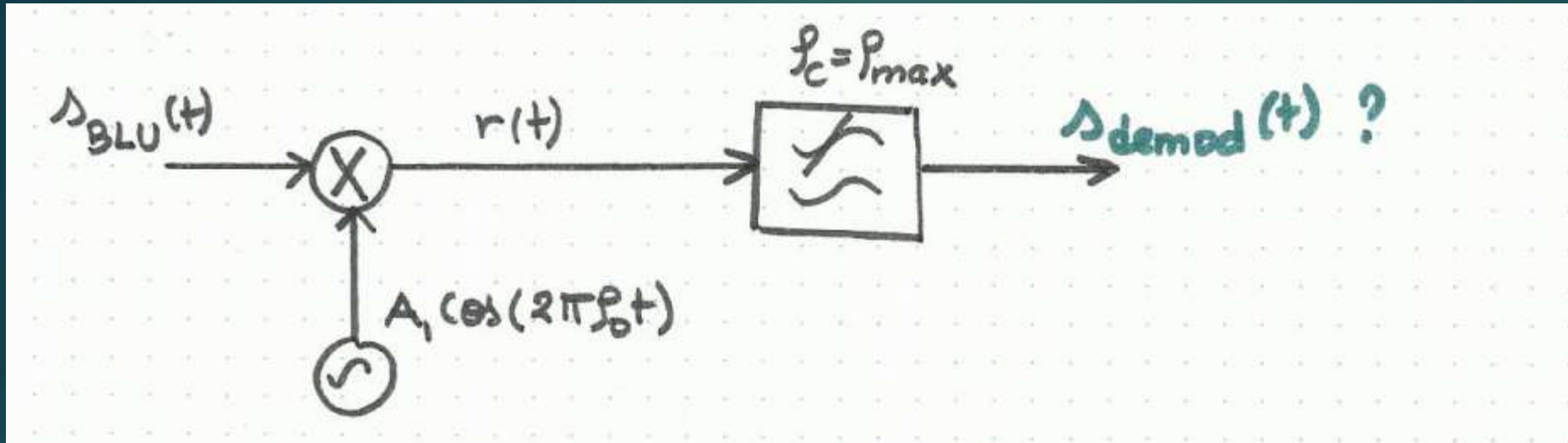


Schéma synoptique du modulateur BLU



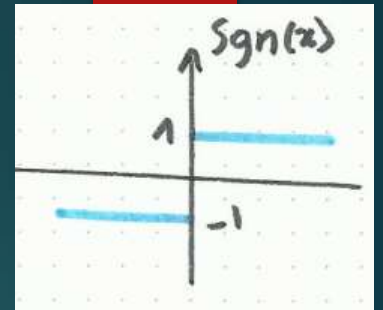
Démodulation cohérente de la BLU



$$\begin{aligned} r(t) &= A_1 \cos(2\pi f_0 t) \cdot A_0 (m(t) \cos(2\pi f_0 t) - \hat{m}(t) \sin(2\pi f_0 t)) \\ &= \frac{A_0 A_1}{2} (1 + \cos(4\pi f_0 t)) m(t) - \frac{A_0 A_1}{2} \hat{m}(t) \sin(4\pi f_0 t) \\ &= \frac{A_0 A_1}{2} m(t) + \frac{A_0 A_1}{2} m(t) \cos(4\pi f_0 t) - \frac{A_0 A_1}{2} \hat{m}(t) \sin(4\pi f_0 t) \end{aligned}$$

TF ↙

$$R(\beta) = \frac{A_0 A_1}{2} M(\beta) + \frac{A_0 A_1}{4} M(\beta - 2\beta_0) + \frac{A_0 A_1}{4} M(\beta + 2\beta_0) \\ - \frac{A_0 A_1}{4j} \hat{M}(\beta - 2\beta_0) + \frac{A_0 A_1}{4j} \hat{M}(\beta + 2\beta_0)$$



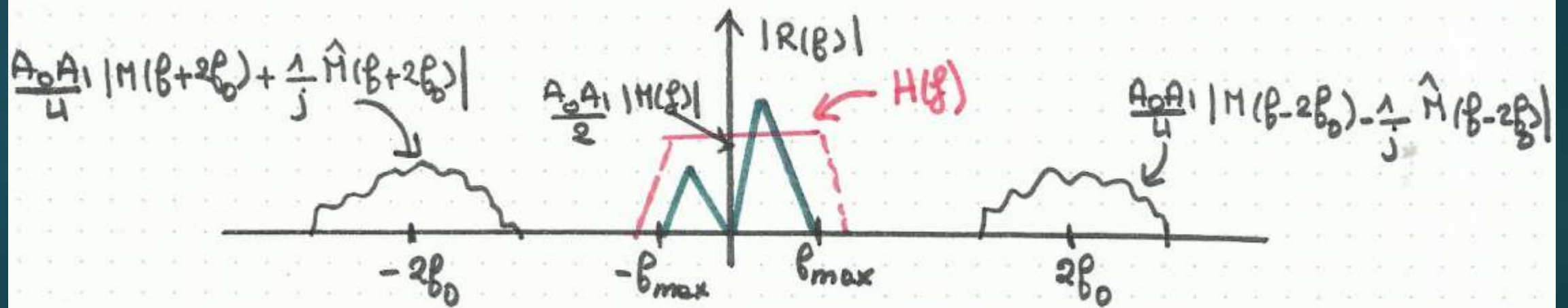
avec $\hat{M}(\beta) = \text{TF}\{\hat{m}(t)\} = \underbrace{\text{TF}\left\{\frac{1}{\pi f}\right\}}_{-j \text{sgn}(\beta)} \cdot \text{TF}\{m(t)\} = -j \text{sgn}(\beta) \cdot M(\beta)$

$$\Rightarrow |\hat{M}(\beta)| = |M(\beta)|$$

$$\Rightarrow \hat{M}(\beta) \text{ a le m support que } M(\beta): [-\beta_{\max}, \beta_{\max}]$$

TF

$$R(f) = \frac{A_0 A_1}{2} M(f) + \frac{A_0 A_1}{4} M(f - 2f_0) + \frac{A_0 A_1}{4} M(f + 2f_0) \\ - \frac{A_0 A_1}{4j} \hat{M}(f - 2f_0) + \frac{A_0 A_1}{4j} \hat{M}(f + 2f_0)$$



donc, après filtrage passe-bas à $f_c = f_{max}$, on récupère

$$\rightarrow s_{demod}(t) = r(t) * R(t) = \frac{A_0 A_1}{2} m(t)$$

\Rightarrow op. de démodulation auto assurée.

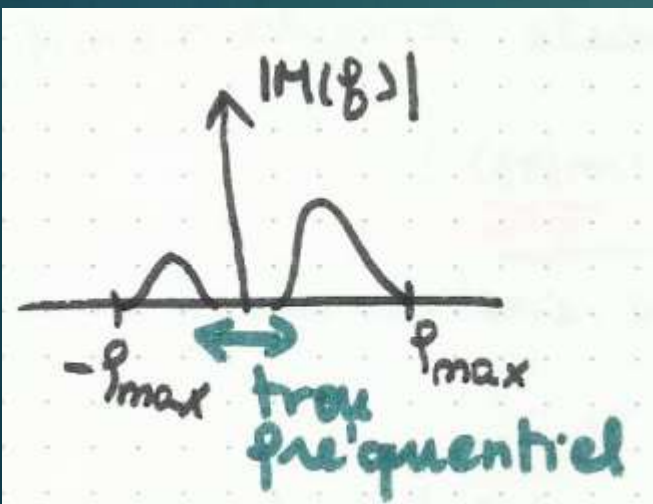
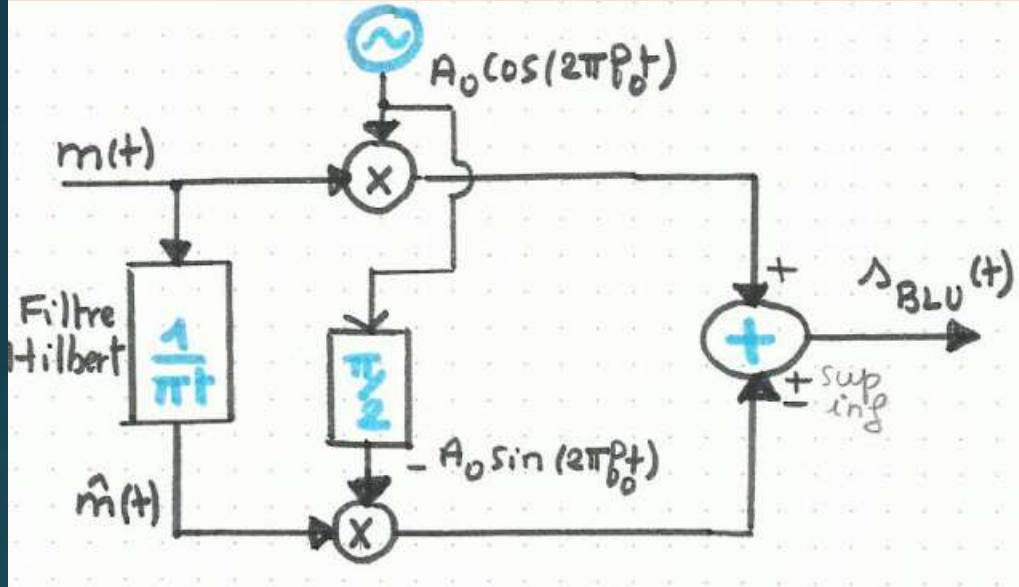
EXO • Déterminer l'expression du spectre de $R(t)$ en fct de $\Pi(f)$.

• Étudier l'effet d'une incohérence

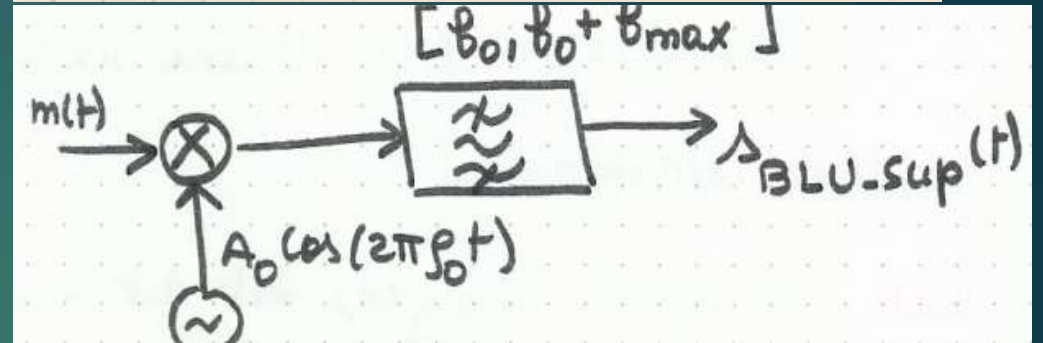
Modulation BLU \longrightarrow 2 fois moins d'occupation spectrale que la DBSP/DBAP (capacité du système de TX x2)

Génération du signal BLU

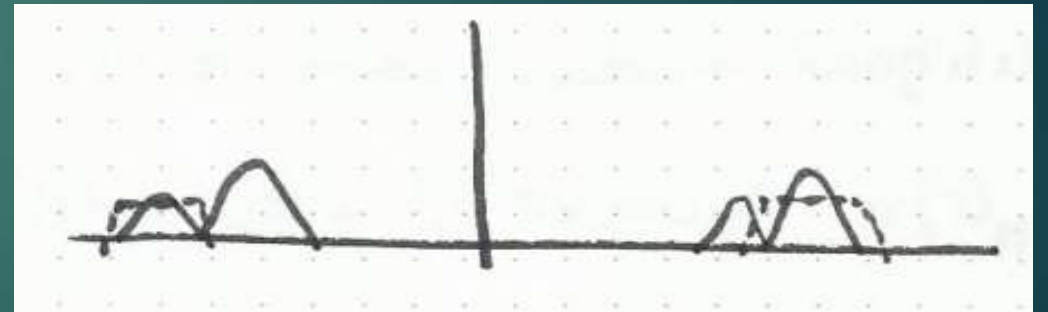
par Filtrage en bande de base



par Filtrage passe-bande



$[f_0 - f_{max}, f_0]$ pour BLU-inf



Modulant avec trou fréquentiel