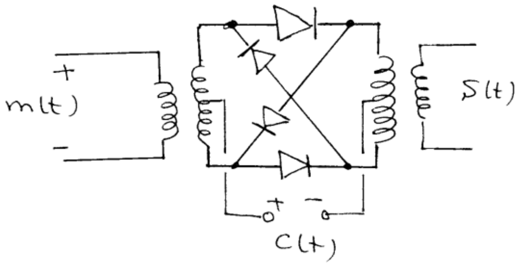
COMMUNICATION ANALOGIQUE

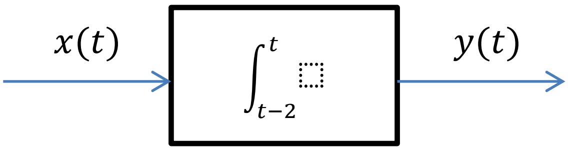
Durée 1H30
Document interdit

1. Expliquer le fonctionnement d'un modulateur en anneau (ring modulator). Quel type de modulation réalise-t-il ?

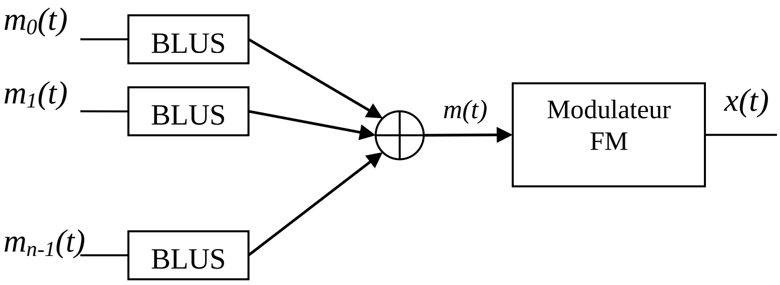


2. Un oscillateur très stable à la fréquence 1 MHz est disponible. Comment peut-on fabriquer un synthétiseur de fréquence pour obtenir des fréquences stabilisées à 1 MHz, 2 MHz, 2,5 MHz et 2,75 MHz ?

3. Soit x(t), le signal reçu à l'entrée d'un récepteur : $x(t) = 2\sqrt{5}\cos(2\pi 0.25t) + n(t)$ où $2\sqrt{5}\cos(2\pi 0.25t)$ est le signal utile et le $n(t)$ est un processus stochastique centré (moyenne nulle), blanc et gaussien avec la densité spectrale de puissance $S_n(f) = \frac{N_0}{2} = 10^{-3}$. Soit $y(t)$ la sortie du système ci-dessous, à savoir $y(t) = \int_{t-2}^{t} x(\tau)d\tau$. Calculer le rapport signal sur bruit en dB en sortie du système.

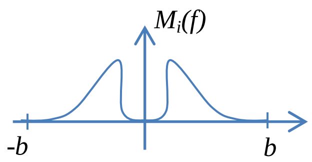


4. Un ensemble de *n* messages $m_0(t), m_1(t), ..., m_{n-1}(t)$ sont multiplexes en fréquence par le système représenté sur la figure ci-après. Chaque message $m_i(t)$ occupe une bande de fréquence de largeur *b*. Les modulateurs sont en bande latérale unique supérieure (BLUS) avec une fréquence porteuse de ib pour le message $m_i(t)$ où $i = 0,1,2, ..., n-1$.



On suppose que chaque message dispose de la même puissance P et que le signal composite $m(t)$ peut être modélisé par un signal aléatoire dans la bande *(-B, B)*. Le signal $m(t)$ est transmis en FM à travers un canal additif, gaussien, blanc de densité spectrale de puissance $N_0/2$. On suppose que le rapport signal sur bruit $(S/N)_R$ à l'entrée du récepteur est grand et que le récepteur utilise un démodulateur FM.

a) Tracer le spectre de *m(t)* en supposant des spectres $M_i(f)$ donné ci-dessous.
b) Donner la forme de la densité spectrale de puissance de bruit en sortie du démodulateur FM.
c) Vu la forme parabolique du bruit, les $(SNR)_D$ pour différentes voies ne sont pas identiques. Si le $(SNR)_D$ pour la voie la moins bruitée ($m_0(t)$) est de 80 dB, et si une voie ayant un $(SNR)_D$ de moins de 20 dB est inacceptable, quel est le nombre *n* de voies utilisables ?
d) Pour améliorer les performances, on utilise un filtre de préaccentuation de type dérivateur avec $H_{pa}(f) = jG_0 f$ sur $m(t)$ avant attaquer le modulateur. Que doit être la valeur de G_0 pour conserver la puissance à l'entrée du démodulateur ? (on suppose que *m(t)* a une densité spectrale de puissance uniforme)
e) A la sortie du récepteur, on utilise un filtre de désaccentuation pour reconstruire *m(t)*. Quel est $H_{da}(f)$ et quelle est l'amélioration apportée en termes de nombre de voies acceptables.



$$Z_x(f) = 2U(f)X(f) \quad , \quad A_x(f) = Z_x(f+f_0) \quad , \beta = \frac{A_m k_f}{f_m} \quad , \quad J_n(\beta) = (-1)^n J_{-n}(\beta)$$

$$S(f) = \sum_{-\infty}^{\infty} J_n(\beta)\delta(f - f_0 - nf_m) \quad , \quad \left(\frac{S}{N}\right)_D = 3D^2 S_m \gamma \ , \ \gamma = \frac{S_R}{N_0 b} \quad , \quad B = 2(D+2)b$$

$$D = \frac{k_f}{b} \quad , \quad S_n(f) = \frac{N_0 f^2}{2S_R}$$

Fourrier transforme : $x(t) = \begin{cases} 1 & |t| < T/2 \\ 0 & |t| > T/2 \end{cases} \quad \leftrightarrow \quad \frac{\sin(\pi f T)}{\pi f}$

Théorème de Parseval : $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df$