



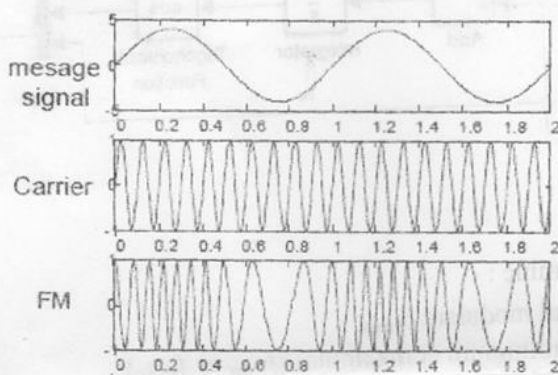
TP 2 - Modulation en Fréquence (FM) -

But du TP :

L'objectif de ce TP est d'étudier et simuler un signal modulé en fréquence (FM) par le logiciel SIMULINK.

Rappel :

D'après la figure ci-dessous, on voit que le signal FM, l'amplitude reste constante et sa fréquence instantanée varie. Il y'a des instants où la fréquence est plus faible et il y'a des instants où la fréquence est plus élevée.



La forme générale d'un signal FM s'écrit : $FM = A_p \cos[\theta(t)]$ où la phase $\theta(t)$ du signal à l'instant t (appelé phase instantanée) est égale à : phase instantanée de la porteuse non modulée $\omega_p t$ + un terme provenant de la modulation $\varphi(t)$ qui représente l'écart de phase par rapport à la porteuse, contient l'information à transmettre.

$$\theta(t) = \omega_p t + \varphi(t)$$

Après développement, l'équation générale d'un signal FM s'écrit comme suite :

$$FM = A_p \cos \left[\omega_p t + 2\pi k \int s(t) dt \right]$$

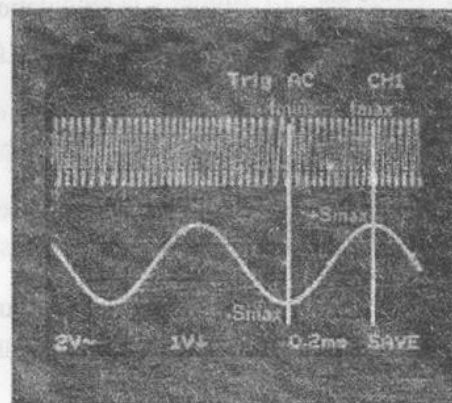
N.B : Puisque l'information $s(t)$ est inscrite dans la phase $\theta(t)$ (appelé aussi angle), on dit que la modulation FM est une **modulation angulaire**.

Excursion en fréquence :

Si on admet que le signal modulant ne dépasse pas S_{max} en valeur absolue, alors :

- ✓ la fréquence de la porteuse varie entre $f_{min} = f_0 - k \cdot S_{max}$
 et $f_{max} = f_0 + k \cdot S_{max}$
- ✓ la quantité $k \cdot S_{max} = \Delta f$ est appelée **excursion en fréquence**
 $\Delta f = \pm k \cdot S_{max}$ appelée aussi **la déviation**

Exemple : l'émetteur Radio France-inter de Mulhouse à une fréquence centrale $f_0 = 95.7$ Mhz avec une excursion standard $\Delta f = \pm 75$ KHz.



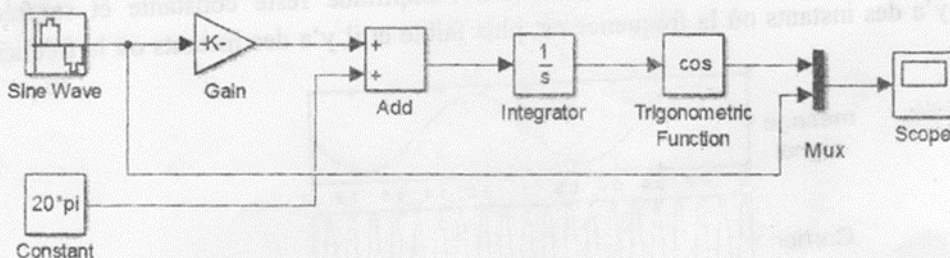
Donc, la fréquence du signal émis varie entre $f_{\max} = 95.775 \text{ MHz}$ et $f_{\min} = 95.625 \text{ MHz}$

Manipulation et Travail demandé

Pour émettre en modulation de fréquence il faut produire un signal sinusoïdale d'amplitude constante A_p et de fréquence variable $f(t)$. Voici l'équation suivante du signal modulée en FM :

$$FM = \cos \left[20\pi t + 12\pi \int \sin(2\pi t) dt \right]$$

Nous allons transformer cette équation sous forme de block grâce au logiciel Simulink comme le montre la figure ci-dessous :



Depuis votre graphe FM (Scope), déterminé :

- La valeur maximum du signal modulant S_{\max}
- La fréquence de la porteuse minimum et maximum (f_{\min} et f_{\max})
- Est-ce que ces valeurs correspondent aux valeurs f_{\min} et f_{\max} théoriques ?
- Combien vaut l'excursion en fréquence ?

Références :

TP en électronique - Modulation de fréquence (FM) -. École Polytechnique de l'UNS, Polytech'Nice Sophia, Département d'Électronique, 4^{ème} année

http://users.polytech.unice.fr/~ferrero/TPelec4/ep_unsa_elec4_tp_electronique_02_FM_2011.pdf

Document en PDF « Frequency Modulation (FM) »

http://www.hit.ac.il/upload/imported_files/file/Handasa/tikshorexperiment_6-Frequency%20modulation.pdf

Vidéo présenté par : J.P Muller « la modulation en fréquence » 12 janv. 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=izmpoR1d4X4&t=91s>

Vidéo présenté par : J. Orozco et L. Heredia « Modulation et démodulation – Tutoriel en Simulink ». 1 sept. 2014. https://www.youtube.com/watch?v=n5p_Fy-QIMY

Document en PDF: J.P. DESMOULIERE et C. CHEVILLARD « AC20 - La modulation de signaux analogiques et la boucle à verrouillage de phase dans les télécommunications » UTBM - Automne 2004.

Document en PDF: « Modulation et démodulation de fréquence » Dépt. de Physique - l'Ecole Normale Supérieure de Cachan. <http://www.physique.ens-cachan.fr/pagregp/enseignement/TP/TP%20FM>