Chapitre 2



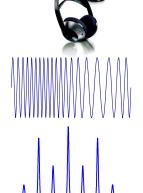




Chap. 2.3 : Transmission en Modulation de Fréquence (FM)

Plan de la présentation

- 1 Présentation des transmissions en modulation de fréquence
- 2 Principe de base en modulation de fréquence
- 3 | Spectre d'un signal modulé en fréquence
- Démodulation de fréquence : Principe & mise en œuvre

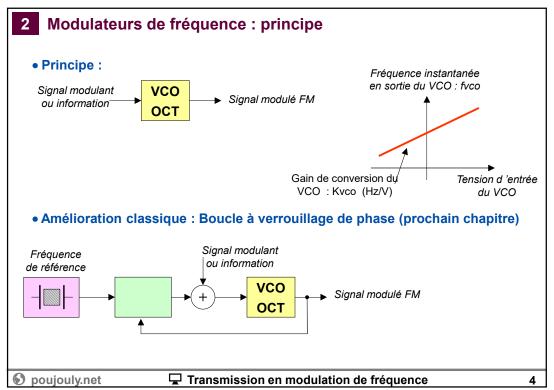


- Stéphane POUJOULY http://poujouly.net
- m IUT CACHAN Département Geii1
- ☑ stephane.poujouly@universite-paris.saclay.fr 9 bd de la Div Leclerc 94230 CACHAN



Principe de la modulation de fréquence Représentation d'un signal **Expression:** porteur sinusoïdal: $s(t)=So.cos[\theta i(t)]$ $\omega i=\frac{d\theta i}{dt}$ $\omega i(t)=2\pi fi(t)$ Q. **√**ωi(t) θi(t): phase instantanée ωi(t): pulsation instantanée fi(t): fréquence instantanée Modulation de fréquence : msg(t): message à transmettre, signal modulant fi(t) = fo + Kf.msg(t)fo : fréquence porteuse (si <msg(t)>=0) Kf: Gain de conversion du modulateur (Hz/V) poujouly.net Transmission en modulation de fréquence 3

3



2 Cas d'un signal modulant sinusoïdal Comme pour l'étude des modulations d'amplitude on utilise un message de référence pour la transmission en prenant un signal modulant sinusoïdal : $msg(t) = A.cos(2\pi.fa.t)$ $fi(t) = fp + Kf.A.cos(2\pi.fa.t)$ $\theta i(t) = \int \omega i(t).dt = 2\pi \int fi(t).dt$ $\theta i(t) = 2\pi \int fp + Kf.A \cos(2\pi fa.t).dt$ msg $\theta i(t) = 2\pi . fp.t + \frac{2\pi . Kf.A}{2\pi fa} sin(2\pi fa.t)$ 1/fa $\theta i(t) = 2\pi .fp.t + m. sin(2\pi fa.t)$ déviation en Indice de fréquence modulation $S_{FM} = So.cos(\theta i(t)) = So.cos(2\pi.fp.t + m.sin(2\pi fa.t))$ poujouly.net Transmission en modulation de fréquence

Contrairement aux modulations d'amplitudes le tracé du signal modulé en fonction du temps est beaucoup plus complexe :
On utilise alors des logiciels (ex : LTSpice ou SCILAB)

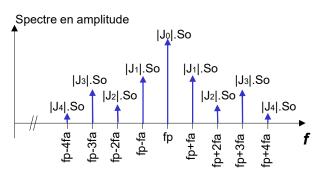
Signal modulant

Signal modulé FM

Description of the poujouly.net □ Transmission en modulation de fréquence 6

3 Représentation fréquentielle

Signal modulé FM $S_{FM} = So.cos(2\pi.fp.t + m.sin(2\pi fa.t))$



Ji(m) : Fonction de Bessel de première espèce d'ordre i et fonction de l'indice de modulation m

Le spectre d'un signal FM est en théorie infinie cependant 98% de la puissance du signal est concentré dans une bande Bc (Bande de Carson) autour de fo telle que :

Bc=2.(m+1).fa =
$$2 (\Delta F + fa)$$

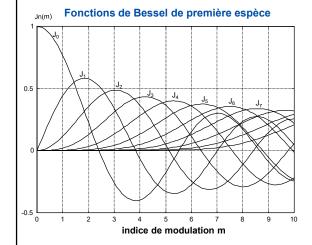
po<u>ujouly.net</u>

☐ Transmission en modulation de fréquence

7

7

3 A propos des fonctions de Bessel



	Indice de modulation m					
Ordre	1	1,5	2	2,4	3	3,83
0	0,765	0,512	0,224	0	-0,26	-0,403
1	0,44	0,558	0,577	0,52	0,339	0
2	0,115	0,232	0,353	0,431	0,486	0,403
3	0,02	0 ,061	0,129	0,198	0,309	0,420
4	≈0	0,012	0,034	0,064	0,132	0,255
5	≈0	≈0	0,007	0,016	0 ,043	0,113
6	≈0	≈0	≈0	≈0	0,011	0,04
7	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	0,012
8	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0
9	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0	≈0

$$J_n(m) = \left(\frac{m}{2}\right)^n \cdot \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\left(-1\right)^p \cdot m^{2p}}{2^{2p} \cdot p! \left(n+p\right)}$$

$$\big[J_0\big(m\big)\big]^2 + 2.\sum_{n=1}^{\infty} \big[J_n\big(m\big)\big]^2 = 1$$

poujouly.net

Transmission en modulation de fréquence

8

