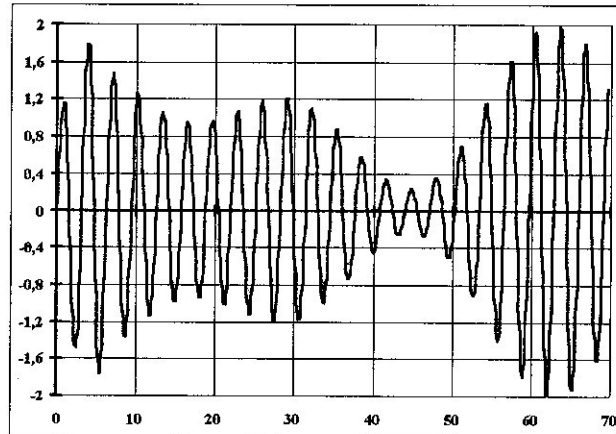


Exercices du chapitre 1 : modulations analogiques

Exercices sur la modulation d'amplitude :

A) On considère le signal modulé en amplitude de la figure ci-dessous :



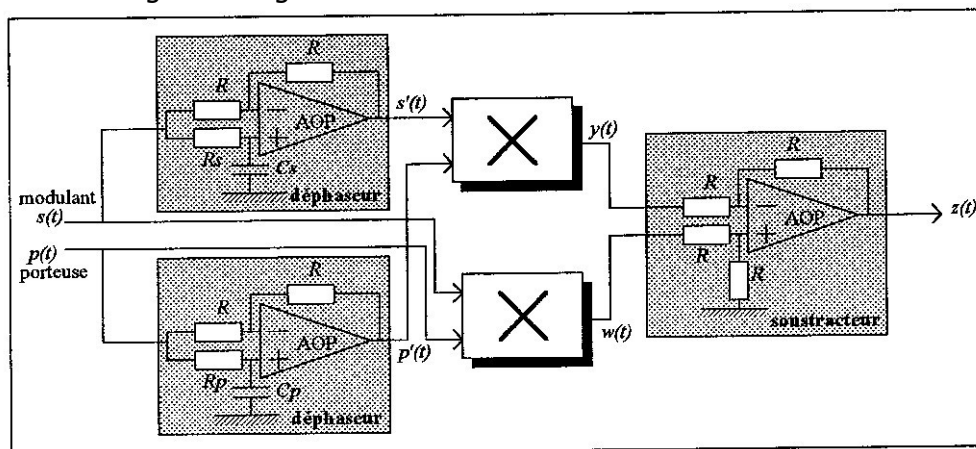
- donner une valeur approchée de la fréquence de la porteuse.
- le signal modulant est-il sinusoïdal ?
- calculer le taux de modulation m du signal AM.

B) Une porteuse de fréquence $f_0 = 1,4\text{MHz}$ est modulée en amplitude par un signal audio occupant une bande spectrale de 20Hz à 15 kHz.

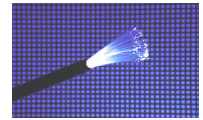
- dessiner l'allure du spectre du signal modulant.
- dessiner l'allure du spectre du signal modulé et déterminer la plage de fréquence occupée par le signal AM.

C) Production d'un signal BLU par déphasage.

On considère le montage de la figure ci-dessous :



On donne l'expression du signal modulant $s(t) = \hat{S} \cdot \cos(\Omega \cdot t)$ et de la porteuse $p(t) = \hat{P} \cdot \cos(\omega_0 \cdot t)$



- donner la fonction de transfert des deux blocs déphaseurs.
- montrer que le module de ces deux fonctions vaut 1 et que le déphasage peut prendre la valeur $\phi = -\frac{\pi}{2}$ pour une valeur de la fréquence à déterminer.

On admet alors que $s'(t) = \hat{S} \cdot \cos(\Omega \cdot t - \pi/2)$ et $p'(t) = \hat{P} \cdot \cos(\omega_0 \cdot t - \pi/2)$

- donner alors l'expression de $y(t)$ et $w(t)$, puis de $z(t)$.
- dessiner l'allure du spectre de $z(t)$ et montrer qu'on a bien réalisé une modulation BLU.
- a-t-on gardé la bande latérale supérieure ou inférieure ?

Exercices sur le changement de fréquence (récepteur superhétérodyne) :

On veut transmettre un signal audio de fréquences comprises entre 40Hz et 4 kHz en modulation d'amplitude sur une porteuse de 400 MHz.

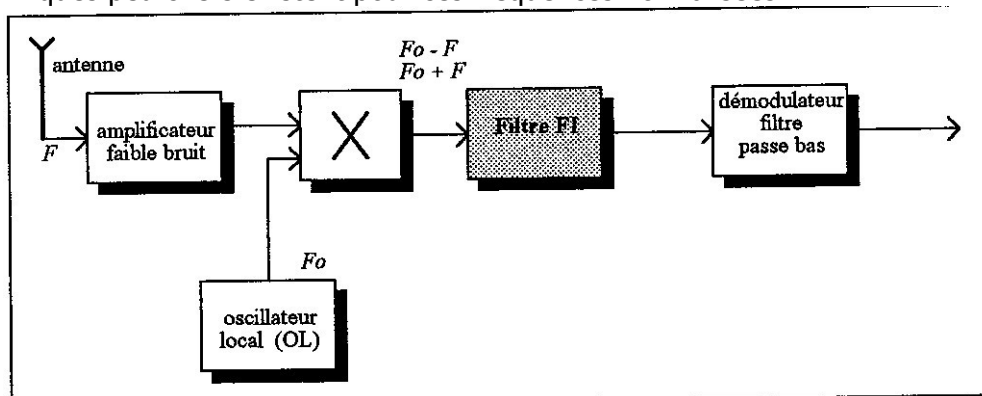
La modulation d'amplitude est à porteuse supprimée.

- dessiner l'allure du spectre du signal AM et en déduire la bande de fréquences occupée par ce signal.

Pour isoler ce signal à la réception, on a besoin d'un filtre passe-bande sélectif.

- quelle devra être la bande passante de ce filtre ?
- quel sera son facteur de qualité ? (on rappelle que $Q = \frac{\text{fréquence centrale}}{\text{bande passante}}$) Est-ce raisonnable ?

On utilise alors un dispositif qui translate le spectre vers des fréquences plus petites et normalisées : exemples de 455 kHz pour la radio AM et de 10,7 MHz pour la FM. Des filtres céramiques peu chers existent pour ces fréquences normalisées.



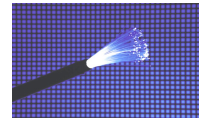
Le signal arrivant sur l'antenne est le signal AM autour de la fréquence porteuse $F=162$ kHz (France Inter en GO). On appelle F_0 la fréquence de l'oscillateur local.

- quel dispositif permet d'obtenir le signal de fréquences $F+F_0$ et $F-F_0$?

On choisit un oscillateur de $F_0 = 617$ kHz.

- quelles sont les deux valeurs de fréquence que l'on retrouve après le mélangeur ?
- que retrouve-t-on après le filtre FI de fréquence centrale $FFI=455$ kHz?
- montrer qu'il existe un signal de fréquence f_{im} qui permet d'obtenir un signal non-nul après le filtre FI de fréquence centrale $FFI=455$ kHz avec l'oscillateur à la fréquence $F_0 = 617$ kHz.

- comment doit-on choisir la bande passante du filtre FI ?



Exercices sur la modulation FM :

A)

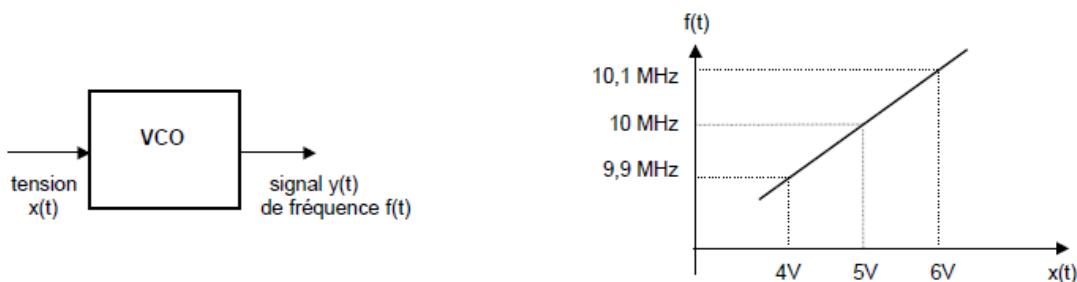
On considère le signal modulé en fréquence dont l'expression est : $e(t) = 10 \cos[6283200t - 5\cos(3141t)]$

Déterminer :

- l'expression de sa fréquence instantanée $f(t)$
- la fréquence f_0 de la porteuse
- la fréquence F du signal modulant
- l'excursion en fréquence Δf
- l'indice de modulation m
- l'allure du spectre du signal modulé
- son encombrement spectral B
- sa puissance sur une antenne $R = 50 \Omega$

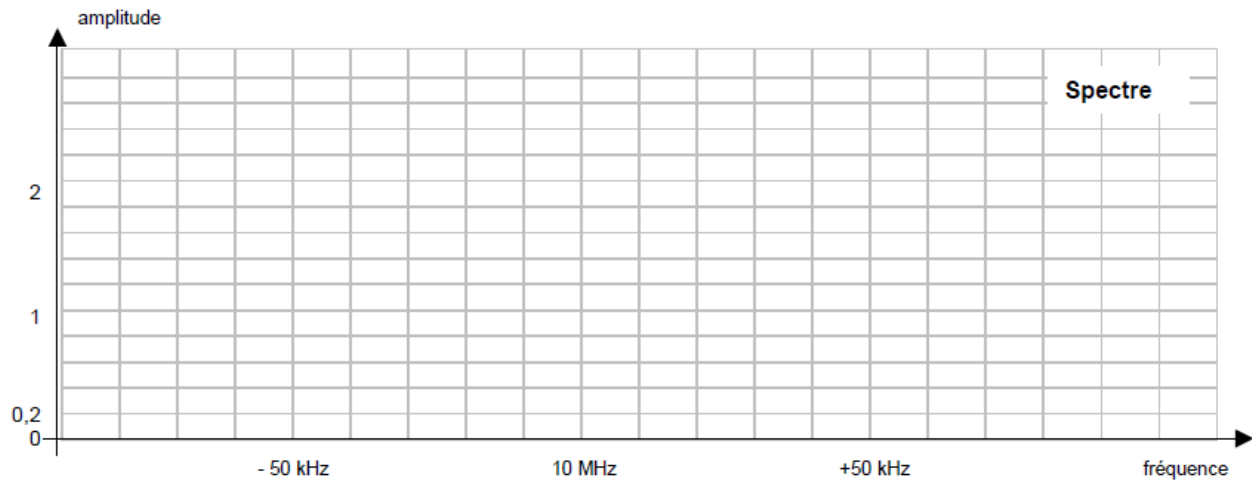
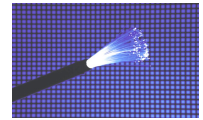
B)

Pour fabriquer un signal modulé en fréquence, on utilise un VCO ayant la caractéristique suivante :



On applique à l'entrée de ce VCO le signal $x(t) = 5 + 0,5\cos(2\pi Ft)$ avec $F = 10$ kHz.

- 1) Calculer la fréquence centrale f_0 du signal en sortie et son excursion en fréquence Δf .
- 2) En déduire l'indice de modulation m .
- 3) Sachant que le VCO fournit en sortie une tension d'amplitude 5V, tracer le spectre du signal $y(t)$ produit par le VCO et en déduire la largeur de bande B occupée par ce signal.
- 4) Ce signal est envoyé sur l'antenne de résistance $R = 50\Omega$ après avoir traversé un ampli de gain $G = 40$ dB. Calculer la puissance totale émise P .



Exercices QCM sur la modulation FM :

C)

2 Propriétés d'une porteuse modulée en fréquence

- a) la fréquence de la porteuse varie en fonction du carré du signal modulant $s(t)$
- b) en FM, la fréquence varie toujours de part et d'autre de la porteuse f_0
- c) la variation de fréquence maximale s'appelle excursion en fréquence
- d) l'excursion de fréquence dépend de l'amplitude du signal BF
- e) l'excursion de fréquence dépend aussi de la fréquence du signal BF
- f) une excursion de fréquence de ± 75 kHz est considérée comme faible
- g) si le signal BF est sinusoïdal, le spectre du signal FM est un spectre de raies
- h) dans ce cas, l'écart entre les raies est égal à la fréquence BF, comme en AM

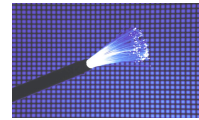
Vrai	Faux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D)

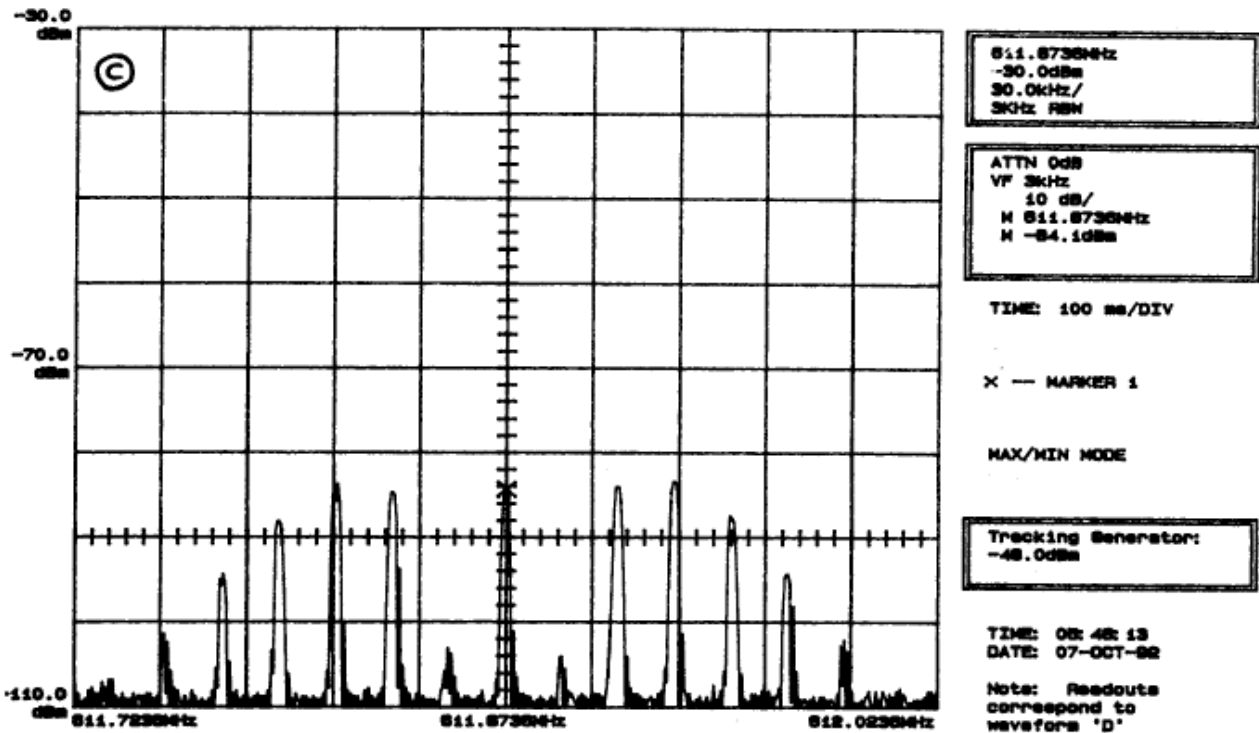
4 Un signal FM a comme expression $e(t) = 10 \cos(2\pi 10^7 t + \sin(2\pi 10^3 t))$

- a) la porteuse a une fréquence de 10 MHz
- b) le signal modulant est sinusoïdal
- c) le signal modulant a une fréquence de 1 kHz
- d) l'indice de modulation vaut $m = 0,1$
- e) l'excursion en fréquence vaut 100 Hz

Vrai	Faux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



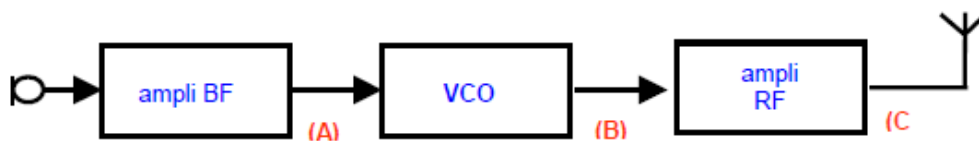
6 Le spectre d'un signal FM modulé par un signal sinusoïdal est le suivant (30kHz/carreau) :



- a) la bande occupée par ce signal est de 240 kHz
- b) la fonction J_1 est pratiquement nulle, l'indice de modulation vaut donc $m = 3,8$
- c) l'excursion en fréquence vaut environ 76 KHz
- d) on voit nettement sur le spectre qu'il s'agit d'un signal AM et non FM

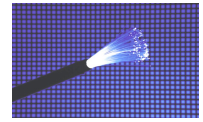
Vrai	Faux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7 Un microphone HF-FM utilise un VCO fonctionnant à $f_0 = 520$ MHz :

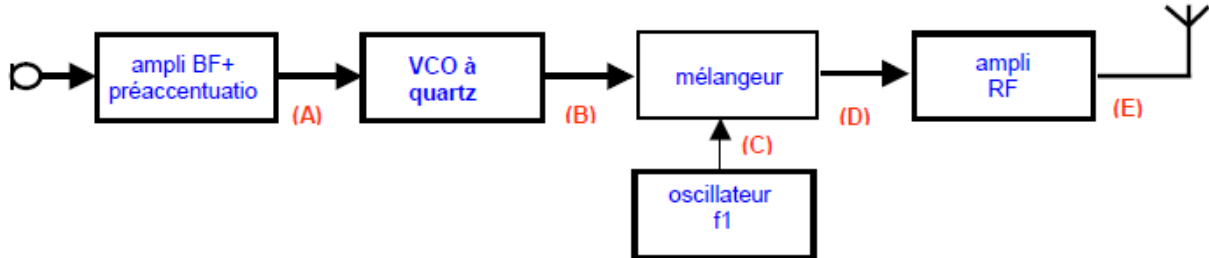


- a) c'est la structure d'émetteur FM la plus simple qu'on puisse réaliser
- b) pour avoir une fréquence d'émission stable, il vaut mieux utiliser un VCO à quartz
- c) l'excursion en fréquence dépend du gain de l'ampli RF
- d) la portée dépend du gain de l'ampli RF

Vrai	Faux
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

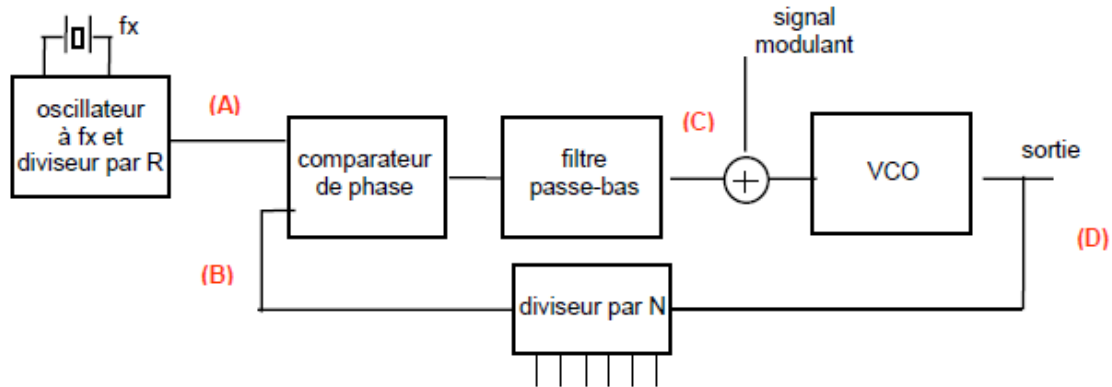


8 Un émetteur FM audio à 28 MHz utilise un VCO à quartz fonctionnant à $f_0 = 4$ MHz avec une excursion en fréquence de ± 1 kHz :



- | | Vrai | Faux |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) le signal en B est sinusoïdal et de fréquence variant autour de 28 MHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) un signal en C sinusoïdal et de fréquence 24 MHz peut convenir | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) l'excursion en fréquence en D est de ± 7 kHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) le signal en E est sinusoïdal de fréquence 28 MHz avec une excursion de ± 1 kHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12 Un modulateur à PLL doit produire les fréquences 27,00 / 27,01 / ... / 28,00 MHz à partir d'un oscillateur à quartz de 1 MHz. Le signal fourni par l'oscillateur à quartz est divisé par $R = 100$.



- | | Vrai | Faux |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a) le signal en A a une fréquence de 1 MHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) le signal en A a une fréquence de 10 kHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) le signal en B a aussi une fréquence de 10 kHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) pour produire du 27 MHz en D, il faut $N = 2700$ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e) en passant à $N = 2701$, la fréquence de sortie passe à 27,01 MHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f) le pas de ce synthétiseur est de 10 kHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g) le diviseur par R doit être plus rapide que le diviseur par N | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h) le VCO doit au moins couvrir la gamme allant de 27 à 28 MHz | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |