

TP n°26 : préambule aux modulations : le changement de fréquence.

→ But du TP : le but de ce TP est l'étude d'un montage permettant de faire un changement de fréquence dans un montage. On commence par rappeler l'utilité d'une telle opération en télécommunication. Puis, on étudie le comportement du composant multiplieur AD633 et du filtre sélectif. Enfin, on associe ces deux circuits pour effectuer le montage permettant le changement de fréquence et on aborde le problème de la fréquence image.

1) utilité d'un changement de fréquence en télécommunications.

La modulation est nécessaire en télécommunications pour, entre autres :

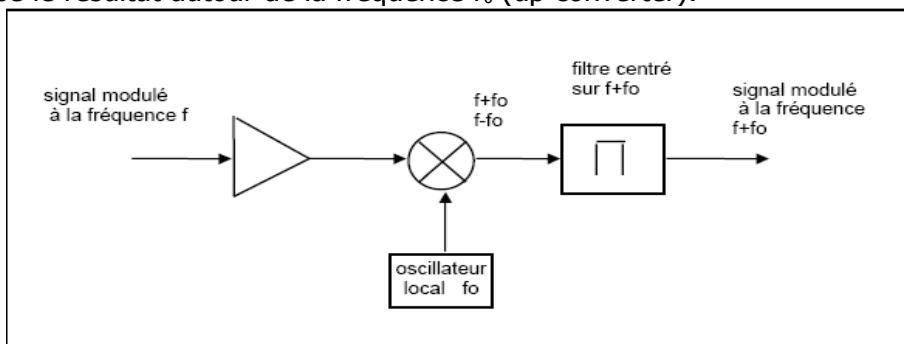
- pouvoir utiliser des antennes de taille raisonnable pour l'émission de signaux BF.
- pouvoir facilement séparer la transmission de différents émetteurs sur le même canal.

Modulation : modification d'un paramètre du signal appelé porteuse au rythme du signal à transmettre (signal modulant : BF).

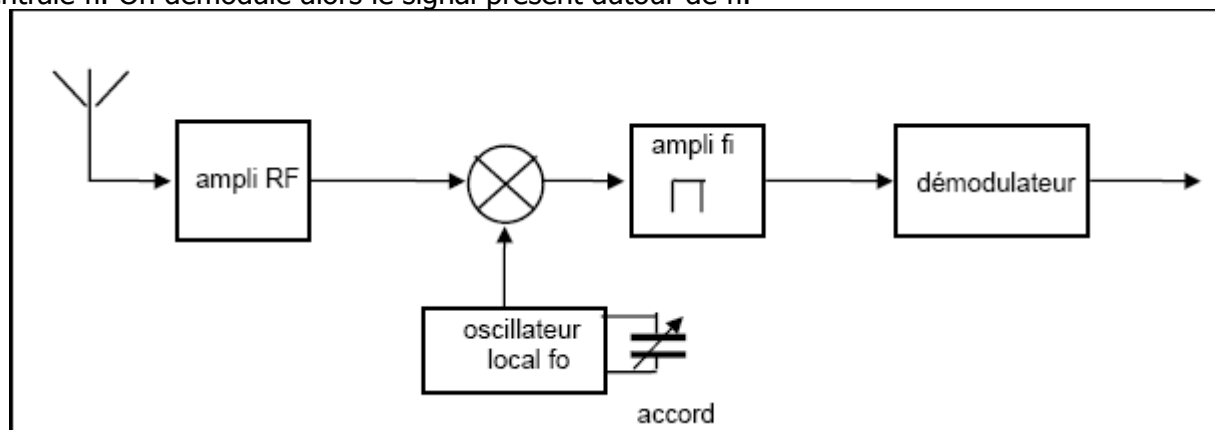
Le spectre du signal modulant est transposé autour de la fréquence de la porteuse.

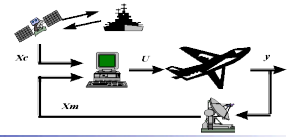
Le changement de fréquence a lieu en particulier :

au niveau de l'émetteur : la modulation se fait à une fréquence porteuse assez basse, puis on transpose le résultat autour de la fréquence f_0 (up converter):



au niveau du récepteur : à l'aide d'un oscillateur de fréquence f_0 , on sélectionne un émetteur en imposant que le signal de fréquence $f+ f_0$ soit dans la bande passante du filtre de fréquence centrale f_i . On démodule alors le signal présent autour de f_i .





2) étude du composant multiplieur AD633.

On considère le montage suivant où le brochage du composant AD 633 est donné en annexe.

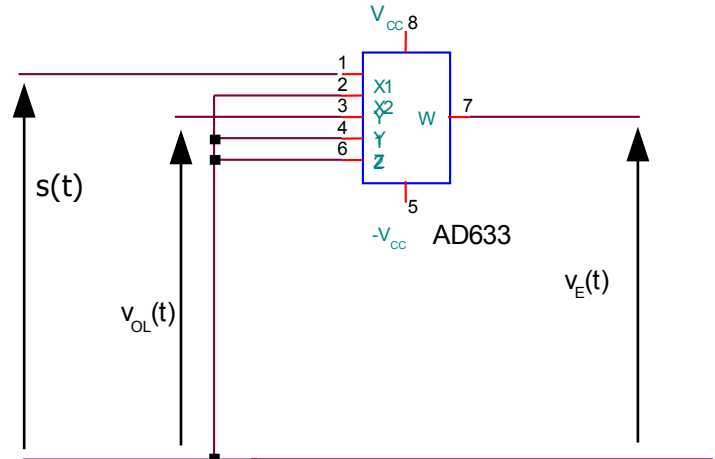
$s(t)$: signal sinusoïdal de fréquence

$f_p = 100 \text{ kHz}$ et d'amplitude $\hat{S} = 5 \text{ V}$

$V_{OL}(t)$: signal sinusoïdal de fréquence

$f_0 = 60 \text{ kHz}$ et d'amplitude $\hat{V} = 5 \text{ V}$

obtenu à l'aide d'un GBF possédant un réglage fin de la fréquence.



Le composant AD633 fournit une tension de sortie W telle que :

$$W = \frac{(X1 - X2) \cdot (Y1 - Y2)}{10} + Z$$

a) Faire le montage et donner sur un seul graphe les chronogrammes de $s(t)$, $V_{OL}(t)$ et $V_E(t)$

b) Faire l'analyse spectrale des deux signaux $s(t)$ et $v_{OL}(t)$

Commenter les spectres obtenus et valider le niveau de la raie principale de chaque signal. On choisira la fenêtre « Flat-Top » pour la mesure correcte des niveaux.

c) Faire l'analyse spectrale de $v_E(t)$ à l'aide de l'oscilloscope Agilent.

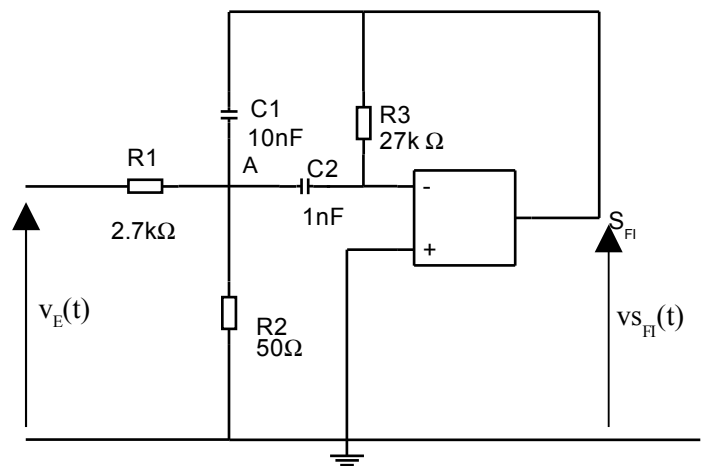
En écrivant que $s(t) = \hat{S} \cdot \cos(\omega_p \cdot t)$ et que $v_{OL}(t) = \hat{V} \cos(\omega_0 \cdot t)$, justifier théoriquement la fréquence et le niveau des deux principales raies contenues dans le spectre relevé.

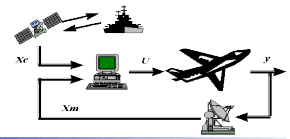
3) étude du filtre sélectif FI.

On considère le filtre ci-contre :

Déterminer **expérimentalement** les caractéristiques principales du filtre en indiquant les méthodes utilisées :

- Sa fréquence centrale f_i .
- Sa bande passante B_{fi} .
- Son amplification maximale T_{max} .





4) étude de l'association multiplieur – filtre sélectif.

Dans un poste de réception radio, on préfère garder le même filtre sélectif et faire « défiler » les stations de radio en faisant varier la fréquence de l'oscillateur local f_0 . En effet, dans le cas contraire, il faudrait créer un filtre sélectif de bande passante constante et de fréquence centrale variable, ce qui est quasiment impossible.

a) La fréquence du signal $s(t)$ est fixée à $f_p = 100\text{kHz}$. (f_p est la fréquence de la porteuse de l'onde que l'on désire capter).

Régler précisément la fréquence f_0 pour obtenir un signal sinusoïdal d'amplitude maximale en sortie du filtre sélectif.

Noter les deux valeurs de fréquence obtenues expérimentalement et justifier théoriquement ces deux valeurs.

b) On choisit pour f_0 une des deux valeurs précédentes.

Montrer expérimentalement qu'il existe une autre fréquence f'_p (appelée fréquence image) du signal $s(t)$ pour laquelle la tension $v_{s_{FI}}(t)$ possède une amplitude maximale.

Quelle relation relie les fréquences f_p , f'_p et f_I ? Conclure.

Dans un récepteur radio, comment pourrait-on s'affranchir du signal à la fréquence image ?

c) En pratique, le signal $s(t)$ est modulé en amplitude ou en fréquence.

On impose donc en entrée du mélangeur un signal modulé en amplitude d'expression instantanée

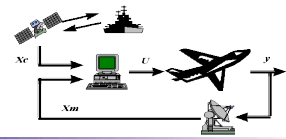
$$s(t) = S \cdot (1 + m \cdot \sin(\omega \cdot t)) \cdot \cos(\omega_p \cdot t)$$

On garde $S = 5\text{ V}$, $f_p = 100\text{ kHz}$ et on choisit $f = 1\text{ kHz}$ et $m = 0,8$.

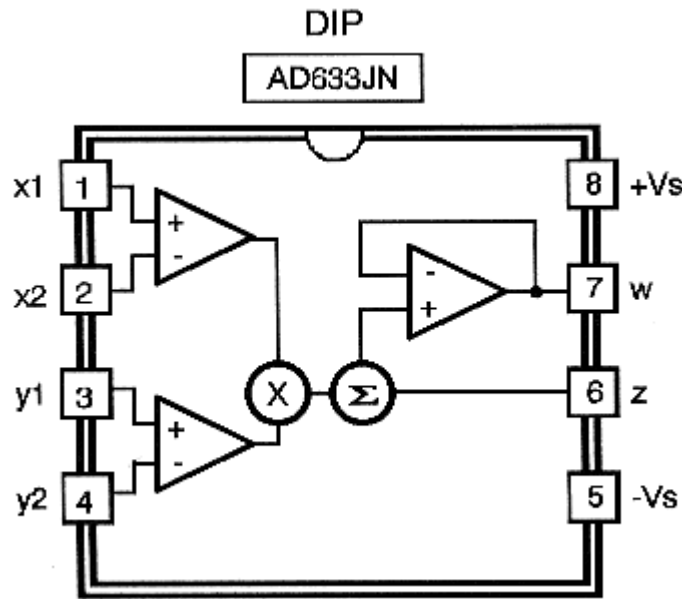
Donner les caractéristiques temporelles et fréquentielles du signal en sortie du filtre sélectif après avoir réglé f_0 pour une détection optimale.

Que se passe-t-il avec $f = 10\text{ kHz}$?

Conclure sur la valeur de la bande passante du filtre sélectif nécessaire pour un bon fonctionnement de l'étage « changement de fréquence ».



Annexe : brochage du composant AD633.



FEATURES

- 4-Quadrant Multiplication
- Low Cost 8-Lead Package
- Complete—No External Components Required
- Laser-Trimmed Accuracy and Stability
- Total Error within 2% of FS
- Differential High Impedance X and Y Inputs
- High Impedance Unity-Gain Summing Input
- Laser-Trimmed 10 V Scaling Reference

APPLICATIONS

- Multiplication, Division, Squaring
- Modulation/Demodulation, Phase Detection
- Voltage Controlled Amplifiers/Attenuators/Filters

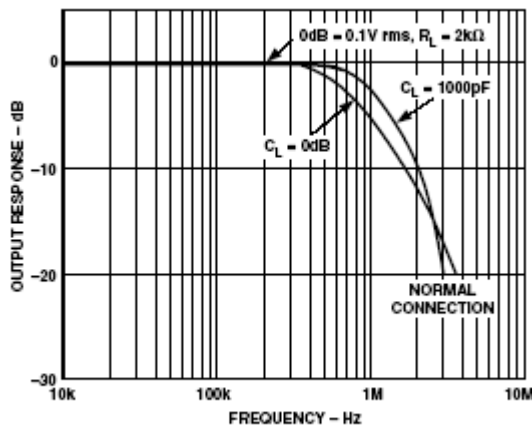
PRODUCT DESCRIPTION

The AD633 is a functionally complete, four-quadrant, analog multiplier. It includes high impedance, differential X and Y inputs and a high impedance summing input (Z). The low impedance output voltage is a nominal 10 V full scale provided by a buried Zener. The AD633 is the first product to offer these features in modestly priced 8-lead plastic DIP and SOIC packages.

The AD633 is laser calibrated to a guaranteed total accuracy of 2% of full scale. Nonlinearity for the Y input is typically less than 0.1% and noise referred to the output is typically less than 100 μV rms in a 10 Hz to 10 kHz bandwidth. A 1 MHz bandwidth, 20 V/ μs slew rate, and the ability to drive capacitive loads make the AD633 useful in a wide variety of applications where simplicity and cost are key concerns.

The AD633's versatility is not compromised by its simplicity. The Z-input provides access to the output buffer amplifier, enabling the user to sum the outputs of two or more multipliers, increase the multiplier gain, convert the output voltage to a current, and configure a variety of applications.

The AD633 is available in an 8-lead plastic DIP package (N) and 8-lead SOIC (R). It is specified to operate over the 0°C to 70°C commercial temperature range (J Grade) or the -40°C to +85°C industrial temperature range (A Grade).



TPC 1. Frequency Response