

SEANCE TP 2 : Modulation/démodulation

On cherche ici à illustrer le principe de transmission/réception d'un signal basse fréquence par modulation d'amplitude d'une porteuse à haute fréquence. Le signal modulant sera généré soit en interne par le GBF soit par une carte son depuis l'ordinateur.

- Oscillo numérique - HP54600B (ou équivalent) avec module FFT
- Générateur de fonctions - Agilent 33120 A
- Multimètre numérique - HP 34401
- Une plaquette d'essais – divers composants (résistances, capacités, self)
-

I. Porteuse et spectre du signal modulé:

I.1 modulation interne:

Générez à l'aide du GBF un signal de fréquence 15 kHz et d'amplitude crête à crête 5V. A l'aide des fonctions avancées du GBF, générez une modulation de l'amplitude (AM) de coefficient 0.2 (depth) et de fréquence 400 Hz.

1/ Observez le signal à l'oscilloscope et relevez l'amplitude maxi et mini de la modulation. Faites un dessin du signal obtenu pour 2 taux de modulation différents. (ex 0.1 et 0.8). Mesurez le taux d'ondulation et vérifiez qu'il correspond à la valeur affichée.

2/ Affichez la transformée de Fourier du signal modulé. Dessinez ce que vous observez. Relever les fréquences des différents pics. A quoi correspondent 'ils ? Etudiez et notez l'évolution du spectre de Fourier du signal lorsque vous faites varier:

- la fréquence de la modulation
- l'amplitude de la modulation

Dessinez le spectre obtenu pour 2 taux de modulations différents

3/ Expliquez pourquoi la fréquence de la porteuse est toujours présente dans le spectre.

I.2 modulation par un signal externe:

Nous allons maintenant moduler l'amplitude de la porteuse à l'aide d'un signal audio externe provenant d'un fichier MP3. Utiliser le câble de sortie Audio/BNC pour visualiser à l'oscilloscope le signal provenant de la sortie de la carte son du PC.

1/ Lancer le fichier "La440.mp3". Ce fichier produit un son pur à 440 Hz. Visualisez le signal sur l'oscilloscope en voie 2. Le signal comporte t'il une composante continue ? Mesurez l'amplitude crête à crête et la fréquence. Observez l'influence du réglage de volume du lecteur audio. Quelle amplitude maximum pouvez vous obtenir. En déduire le taux de modulation maxi sachant qu'un signal de $5V_{CC}$ produit un taux de 100%.

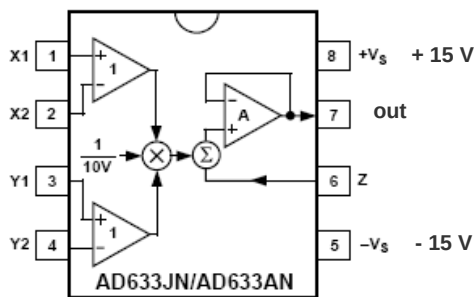
2/ Appliquez le signal sur l'entrée "modulation externe" du GBF (située à l'arrière de l'appareil). Observez le signal de sortie à l'oscilloscope et mesurez le taux de modulation.

Vous ferez cette mesure pour l'amplitude la plus grande possible du signal modulant) Visualisez la FFT du signal. Quelles sont les fréquences présentes dans le spectre. La modulation à partir de l'entrée externe correspond elle à un simple produit de la porteuse avec le signal modulant ? Justifiez votre réponse

I.2 modulation à l'aide d'un circuit multiplieur:

On souhaite maintenant obtenir la modulation par multiplication des signaux à l'aide d'un circuit intégré (CI) dédié à cette fonction. On utilisera le circuit AD 633. Ce circuit est précablé et permet d'obtenir en sortie soit le produit simple des deux voies d'entrée , soit le produit + la somme de la voie 1.

1/ Connecter convenablement le CI multiplieur (voir ci-dessous) afin d'obtenir en sortie le simple produit de la porteuse par le signal à 440 Hz (vous utiliserez une amplitude de porteuse de $5V_{CC}$). Observez à l'oscilloscope et dessinez le signal obtenu. Relevez l'amplitude crête à crête maxi et mini. En déduire le taux de modulation.



$$V_{out} = \frac{(V_{X1} - V_{X2}) \times (V_{Y1} - V_{Y2})}{10} + V_z$$

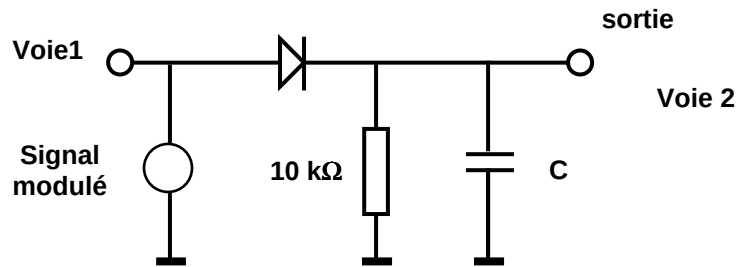
2/ Observez la FFT et relevez les fréquences présentes dans le spectre. Comparez ce résultat avec la situation où la modulation est réalisée par le GBF. Commentez.

3/ Utilisez maintenant le circuit de telle sorte à rajouter la porteuse en sortie. (attention aux amplitudes des différents signaux). Calculez à nouveau le taux de modulation.

Relevez le spectre de Fourier correspond (faites un dessin). Faites de même pour les deux autres signaux (signal2.mp3 et signal3.mp3)

II. démodulation du signal:

On se propose ici de reconstruire le signal modulant à l'aide d'une diode et du circuit suivant:



II.1 Etude préliminaire: redressement par la diode:

1/ Réaliser le montage sans le condensateur et avec une diode de type 1N4007. Observer le signal de sortie pour une fréquence d'entrée de 15 kHz une amplitude de 5V RMS .Vous ferez un dessin de ce que vous observez. Diminuer ensuite la fréquence sur plusieurs décades et observer comment évolue le signal de sortie. Faites un dessin pour une fréquence de l'ordre de 50 Hz. Commentez le résultat.

2/ remplacez la diode 1N4007 par une 1N4148. Observez et dessinez la forme du signal de sortie pour une fréquence de 15 kHz et de 100 kHz.

II. Démodulation

Le signal modulant est reconstruit grâce à une diode de redressement et un condensateur de lissage C suivant le schéma ci dessus. Utiliser une porteuse de 15 kHz que vous modulerez avec le signal issu du fichier La440Hz.mp3. Vous utiliserez le circuit AD 633 et vous prendrez une amplitude de porteuse suffisante (ex 5V RMS).

1/ Estimer la valeur du condensateur de lissage C permettant de démoduler le signal sans affecter le signal à 440 Hz. Faites un schéma du signal de sortie. Relevez son spectre de Fourier et comparez le au spectre du signal d'entrée. Vous pourrez utiliser le couplage CA de l'oscilloscope pour observez le signal de sortie. Quel est l'intérêt ?

2/ Changer la valeur du condensateur de lissage et observer l'effet sur la forme du signal de sortie. Vous pourrez mesurer la valeur de l'ondulation résiduelle en fonction pour 3 valeurs différente de condensateur.

3/ Etudier l'effet de la fréquence de la porteuse sur la qualité du signal démodulé pour une valeur fixée du condensateur de lissage. Justifiez l'intérêt d'utiliser une diode rapide.

4/ A la lumière des questions précédente trouvez les conditions optimales pour moduler/démoduler les signaux issus des fichiers signal2.wav et signal3.wav