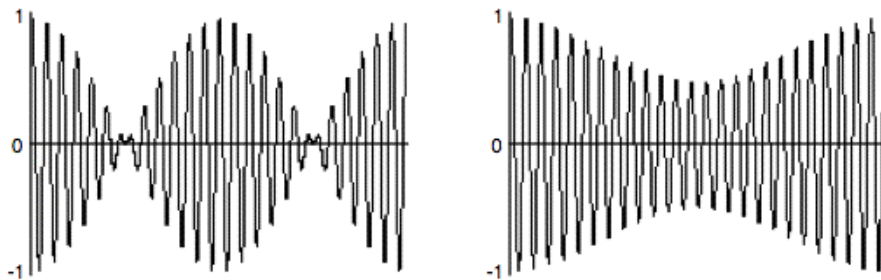


12-Utilisation de la modulation d'amplitude

Ring modulation et modulation d'amplitude

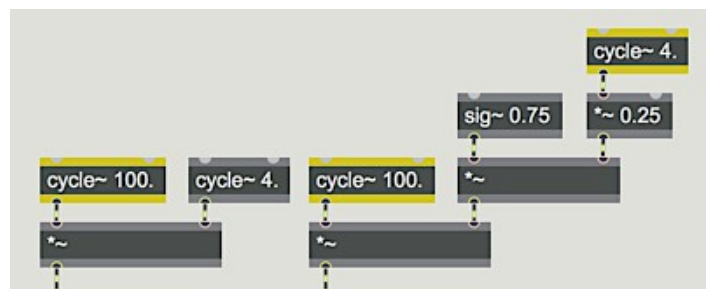
La modulation d'amplitude (AM) consiste à modifier l'amplitude d'un signal de *porteuse* en utilisant la sortie d'un autre signal *modulant*. Dans le cas spécifique de modulation en anneau (décrit dans le tutoriel précédent), les deux signaux sont simplement multipliés. Dans le cas plus général, le modulateur est utilisé pour modifier l'amplitude de la porteuse, mais il n'en est pas le seul déterminant. En d'autres termes, le modulateur peut faire fluctuer l'amplitude autour d'une valeur autre que 0. L'exemple ci-dessous illustre la différence entre la modulation en anneau et la modulation d'amplitude la plus courante.



Ring modulation versus modulation d'amplitude

L'exemple à gauche est 1/4 de seconde d'un cosinus de 100 Hz multiplié par un cosinus de 4 Hz; l'amplitude des deux cosinus est de 1. Dans l'exemple de droite, le cosinus de 4 Hz a une amplitude de 0,25, qui est utilisée pour faire varier l'amplitude du son de 100 Hz de $\pm 0,25$ autour de 0,75 (allant aussi bas que 0,5 et aussi haut que 1.0). Les deux principales différences sont les suivantes: a) l'exemple AM ne va jamais jusqu'à 0, contrairement à l'exemple de modulation en anneau et b) la modulation en anneau est perçue comme deux creux d'amplitude par période de modulation (créant ainsi un effet de trémolo à deux fois le taux de modulation) alors que la modulation d'amplitude est perçue comme une seule fluctuation en cosinus par période de modulation.

Les deux patchs MSP à l'origine de ces exemples sont présentés ci-dessous.



Ring modulation versus modulation d'amplitude

La différence d'effet est due à la valeur constante de 0,75 dans le patch AM, qui est modifiée par un modulateur de moindre amplitude. Cette valeur constante peut être considérée comme l'amplitude de la porteuse, qui est modifiée par l'amplitude instantanée du modulateur. L'amplitude varie toujours en fonction de la forme du modulateur, mais le modulateur n'est pas centré sur 0.

Détail technique: La quantité de décalage d'une onde par rapport à 0 est appelé **offset** (décalage) DC. Une telle valeur d'amplitude constante telle que celle-ci représente l'énergie spectrale à la fréquence 0 Hz. Le modulateur de la modulation d'amplitude a un **offset** (décalage) DC, ce qui le distingue de la modulation en anneau.

Implémentation de l'AM dans MSP

Le patch de didacticiel est conçu de telle sorte que le décalage DC du modulateur soit toujours égal à 1 moins l'amplitude de sa variation sinusoïdale. De cette façon, l'amplitude de crête du modulateur est toujours égale à 1, donc le produit de la porteuse et du modulateur est toujours égale à 1. Un objet `*~` séparé est utilisé pour contrôler l'amplitude globale du son.

- Cliquez sur `ezdac ~` pour activer l'audio. Remarquez que le taux de trémolo est identique à la fréquence du modulateur. Cliquez sur les boîtes de message **2**, **4** et **8** pour entendre différents taux de trémolo.

Obtenir différents effets AM

Le principal mérite de l'AM réside dans le fait que l'intensité de son effet peut être modifiée en changeant l'amplitude du modulateur.

- Pour entendre un très léger effet de trémolo, tapez la valeur 0,03 dans la boîte de *nombre* intitulée 'Tremolo Depth'. Le modulateur varie maintenant autour de 0,97, de 1 à 0,94, produisant une variation d'amplitude de seulement un demi-décibel environ. Pour obtenir un effet de trémolo extrême, réglez la profondeur du trémolo sur 0,5; le modulateur varie alors de 1 à 0 – soit la modulation maximale possible.

La modulation d'amplitude produit des bandes latérales - des fréquences supplémentaires non présentes dans la porteuse ou le modulateur - égales à la somme et à la différence des fréquences présentes dans la porteuse et le modulateur. La présence d'un offset DC (techniquement de l'énergie à 0 Hz) dans le modulateur signifie que le son de la porteuse reste également présent en sortie (ce qui n'est pas le cas avec la modulation en anneau).

- Cliquez tour à tour sur les boîtes de *message* contenant les nombres **32**, **50**, **100** et **150**. Vous entendrez la fréquence de la porteuse, la fréquence du modulateur (qui se trouve maintenant en bas de la plage audio), ainsi que les fréquences de la somme et de la différence.

Lorsqu'il existe une relation harmonique entre la porteuse et le modulateur, les fréquences produites appartiennent à la série harmonique d'un fondamental commun et ont tendance à fusionner davantage comme un seul son complexe. Par exemple, avec une fréquence porteuse de 1000 Hz et un modulateur à 250 Hz, vous entendrez les fréquences 250 Hz, 750 Hz, 1000 Hz et 1250 Hz; les 1ère, 3ème, 4ème et 5ème harmoniques de la fondamentale à 250 Hz.

- Cliquez tour à tour sur les boîtes de *message* contenant les nombres **200**, **250** et **500** pour entendre des sons complexes harmoniques. Faites glisser la boîte de *nombre* 'Tremolo Depth' pour modifier la valeur de profondeur entre **0**. et **0.5** et écoutez l'effet sur la force relative des bandes latérales.
- Explorez différentes possibilités en modifiant les valeurs des objets de la boîte de *nombre*. Lorsque vous avez terminé, cliquez sur `ezdac ~` pour désactiver le son.

Il convient de noter que n'importe quel signal audio peut être utilisé comme tonalité porteuse et modulante. En fait, de nombreux résultats intéressants peuvent être obtenus par une modulation d'amplitude avec des sons complexes. Dans un prochain tutoriel, nous verrons comment appliquer une modulation d'amplitude sur le son entrant dans notre ordinateur.

Résumé

L'amplitude d'un signal audio (porteuse) peut être modulée par un autre signal (modulateur), soit par simple multiplication (modulation en anneau), soit en ajoutant un signal de modulation variant dans le temps à un signal constant (offset DC) avant de le multiplier avec le signal de la porteuse. (modulation d'amplitude). L'intensité de la modulation d'amplitude peut être contrôlée en augmentant ou en réduisant l'amplitude du modulateur variable dans le temps par rapport à son offset DC. Lorsque le modulateur a un offset DC, la fréquence de la porteuse reste présente dans le son de sortie, ainsi que des bandes latérales à des fréquences déterminées par la somme et la différence de la porteuse et du modulateur. Aux fréquences de modulation sub-audio, la modulation d'amplitude est entendue comme un trémolo; aux fréquences audio, la porteuse, le modulateur et les bandes latérales sont tous entendus comme un accord ou comme un son complexe.