

Principe de la translation de fréquence

Nicolas STRENTZ et Dilhan KOC.

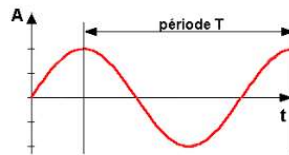
IUT de Colmar, Département R&T, 34, rue du Grillenbreit, 68008 Colmar Cedex, France

RESUME : Dans cet article nous allons parler des principes fondamentaux de la translation de fréquence ainsi que du fonctionnement des filtres.

Mots clés : translation de fréquence, porteuse, onde, signal, filtre, mélangeur, encodage

1. LES ONDES

Avant de rentrer dans le vif du sujet nous allons définir les termes de base qui seront fréquemment évoqués. Une onde est une propagation d'atomes en conséquence d'une action. Un exemple simple d'onde est celle produite par l'eau lorsqu'on jette un caillou dans un étang. Il existe deux types d'ondes : les ondes mécaniques et les ondes électromagnétiques ; la grande différence entre ces deux dernières est que les ondes mécaniques (par exemple le son ou les vagues) nécessitent un support afin de se propager ce qui n'est pas le cas des ondes électromagnétiques (par exemple la lumière.)



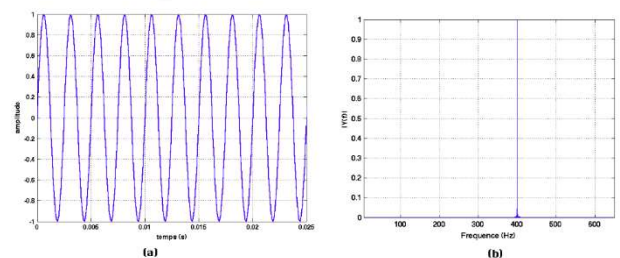
3. LE DOMAINE FREQUENCIEL

Contrairement au domaine temporel dont l'utilisation sert à analyser les données par rapport au temps le domaine fréquentiel est utilisé pour les analyser par rapport à une fréquence. On l'utilise la plupart du temps sur les signaux périodiques. Il peut néanmoins être utilisé pour des signaux non périodiques. Pour passer du domaine temporel au domaine fréquentiel il faut faire une transformation de la fonction étudiée. La transformation la plus communément utilisée est la transformation de Fourier.



2. FREQUENCE ET PERIODE

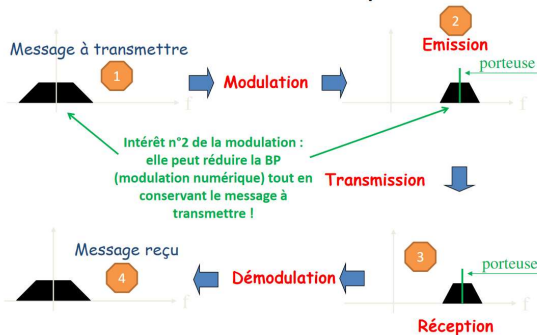
Les ondes sont des phénomènes périodiques et possèdent donc une fréquence communément notée f qui correspond au nombre de cycle produit par une onde en une unité de temps. L'unité de la fréquence est le Hertz (Hz). Mathématiquement la fréquence correspond à l'inverse de la période (T) qui est la durée qui sépare deux répétitions successives d'un phénomène périodique. Par exemple une onde ayant une période de 2 secondes a une fréquence de $\frac{1}{2}$ Hz.



4. TRANSLATION DE FREQUENCE

La translation de fréquence est une façon en télécommunication de transmettre un message d'un point A à un point B. Elle consiste en plusieurs phases comme nous pouvons le voir sur le schéma ci-dessous.

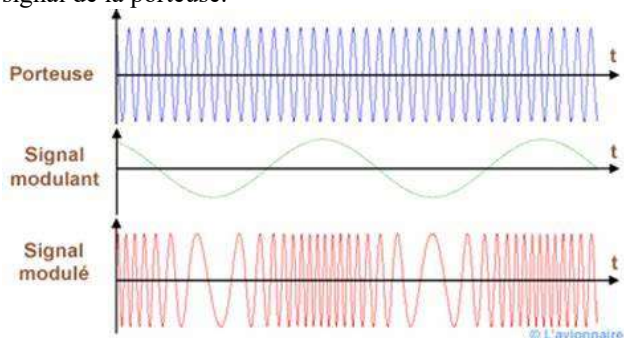
Translation en fréquence



Le message à transmettre est tout d'abord modulé avant d'être émis puis réceptionné. Il est ensuite démodulé et enfin le message est prêt à être écouté. Nous allons voir les notions de ces différentes étapes plus en profondeur.

5. LA MODULATION

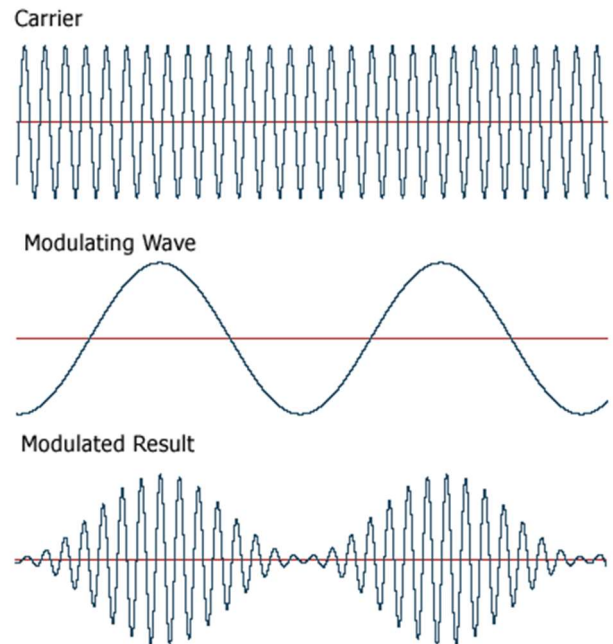
Dans le but d'être émis le signal doit souvent être réadapté à la transmission car il n'est que très rarement approprié au canal de communication choisi (exemple hertzien, filaire ou optique). Pour cela il doit être modulé. La modulation a aussi des avantages pour les signaux pouvant être transmis en bande de base (ie un signal pouvant être transmis en basse fréquence sans être modifié). Elle permet par exemple de pouvoir transmettre plusieurs signaux simultanément sans pour autant qu'ils se superposent. La modulation est le processus qui transforme un signal de sa forme originale à la forme adaptée au canal de transmission. En l'associant à une onde sinusoïdale appelée porteuse. Et en faisant varier ces paramètres d'amplitude ou de fréquence. La démodulation réalise le chemin inverse donc extrait le signal de la porteuse.



6. MODULATION D'AMPLITUDE

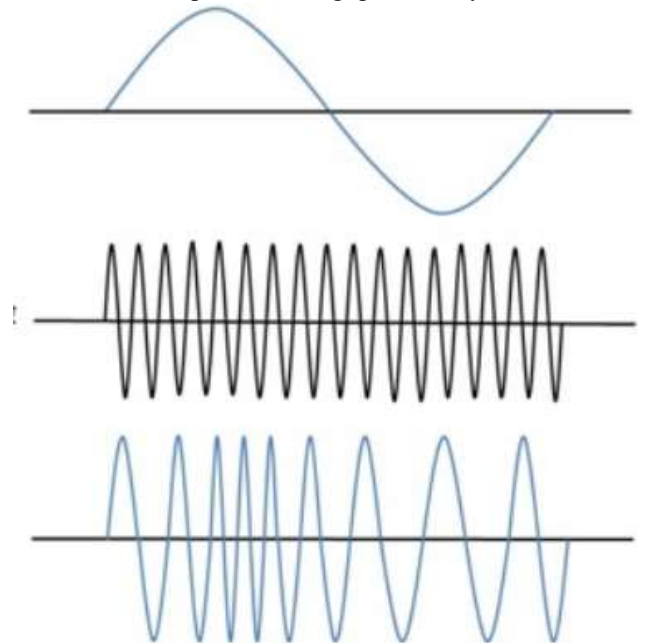
La modulation d'amplitude ou modulation AM est issue de la multiplication du signal et de la porteuse. Sur un spectre elle est représentée par la porteuse encadrée par deux bandes latérales qui reproduisent le spectre du signal en

décalé. C'est la modulation la plus simple. L'application la plus fréquente est son utilisation pour les ondes radio.



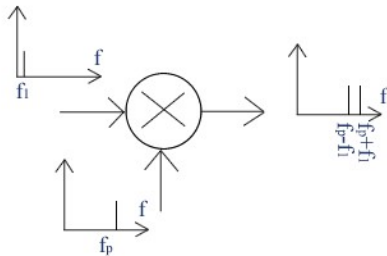
7. MODULATION DE FREQUENCE

La modulation de fréquence ou modulation FM est aussi issue de l'association du signal à une porteuse mais cette fois-ci en jouant sur la fréquence et non sur l'amplitude de cette dernière. Elle est plus robuste que la modulation AM pour transmettre des messages dans des conditions difficiles par exemple en cas d'atténuation ou en présence d'un bruit important. Quelques exemples d'applications sont certains modems, les téléphones analogiques et la synthèse FM.



8. LE MELANGEUR

Pour effectuer la modulation nous avons besoin d'un outil nous permettant de mettre en pratique la multiplication de notre signal et de la porteuse. Cet outil est le mélangeur.



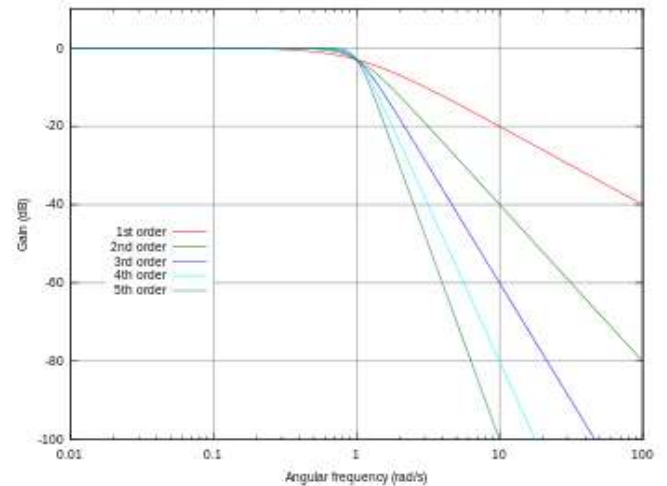
Nous voyons sur le schéma ci-dessus, le mélangeur représenté par le dipôle avec la croix qui effectue la multiplication du signal modulant f_1 avec la fréquence porteuse f_p ce qui, dans le domaine fréquentiel, revient à une translation autour de f_p du signal modulant.

9. LA DEMODULATION

Une fois que le signal modulé a bien été transmis de l'émetteur au récepteur il doit être démodulé afin de retrouver sa forme d'origine. Pour cela le signal doit passer dans un filtre afin de conserver une partie du signal souhaité et d'enlever les éléments indésirables, pour la modulation AM on utilise un filtre passe-bande, et pour la modulation FM on utilise un filtre passe-bas.

10. LES FILTRES

Les filtres sont des outils permettant de rejeter une partie indésirable du signal. Ils sont classés en plusieurs catégories : les filtres passe-bas, passe-haut et passe-bande. Les filtres passe-bas coupent les hautes fréquences. Ils atténuent les fréquences supérieures à leur fréquence de coupure. Les filtres possèdent un ordre qui dépend de l'exposant le plus élevé dans le dénominateur de leur expression mathématique. L'ordre d'un filtre joue sur sa sensibilité aux fréquences, plus son ordre est élevé plus le filtrage sera efficace.



Un filtre passe-haut à contrario coupera les basses fréquences.

Le filtre passe-bande combine les deux filtres vu précédemment afin de garder qu'une bande de fréquence en éliminant toutes les fréquences autour de cette bande.

Le schéma ci-dessus représente les différents ordres possibles d'un filtre et nous voyons que plus son ordre est élevé plus le filtre coupera de manière nette, sachant que la coupure nette n'est pas possible réellement.

11. CONCLUSION

Pour conclure, la translation de fréquences est un moyen efficace de transmettre un signal sur une longue distance et malgré des contraintes. Le mélangeur et les filtres sont des éléments essentiels à ce procédé. Sans le savoir nous bénéficions de la translation de fréquences aux quotidiens. Il est donc utile de comprendre son fonctionnement.