

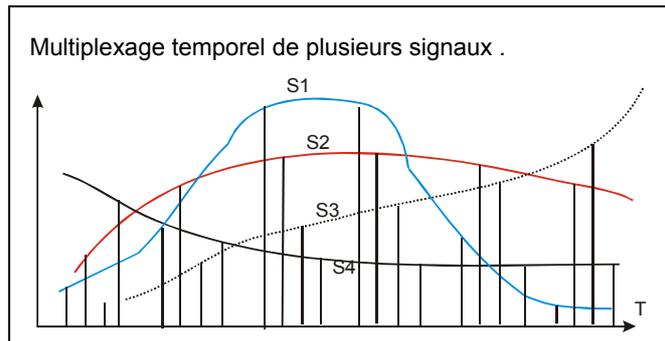
LES MODULATIONS ANALOGIQUES D'IMPULSIONS

Le signal à transmettre est analogique, il est échantillonné conformément au théorème de Shannon et à chaque échantillon est associée une impulsion.

Cette forme de signal présente plusieurs avantages;

D'abord la portée d'un émetteur est proportionnelle à la racine carrée de la puissance émise, en effet pour un angle solide donné la surface arrosée par le faisceau d'une antenne varie comme le carré de la distance. Or la puissance d'un émetteur est surtout limitée par la puissance moyenne émise qui détermine l'échauffement des composants. Un émetteur de 1kW voit sa portée multipliée par 30 s'il travaille en impulsions de 1 Mégawatt crête avec un rapport cyclique de 1/1000.

D'autre part il est possible d'intercaler plusieurs suites d'impulsions issues de l'échantillonnage de plusieurs signaux indépendants. A la réception le tri peut se faire si un signal de synchronisation convenable est disponible. C'est le **multiplexage temporel** technique essentielle dans les télécommunications modernes.

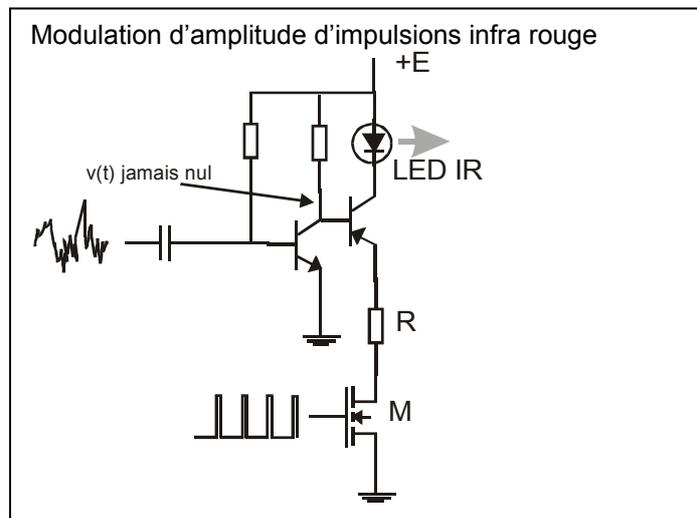
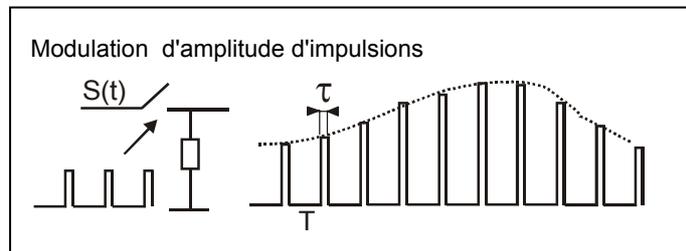


MODULATION D'AMPLITUDE D'IMPULSIONS

Toutes les impulsions ont même durée et leur amplitude est égale à celle du signal aux instants d'échantillonnage. Elles sont très facilement obtenues par échantillonnage du signal grâce à une porte de largeur finie, brève, τ fermée périodiquement.

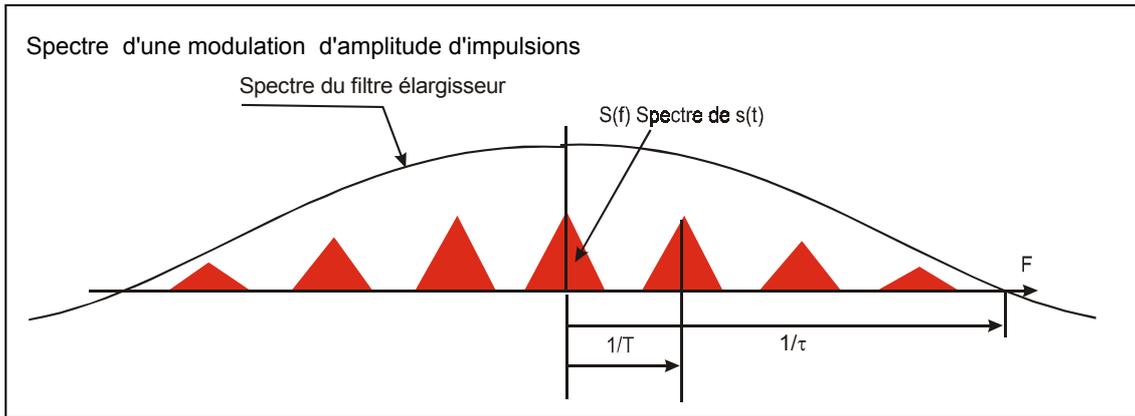
La figure ci contre montre comment on peut réaliser une modulation d'amplitude d'impulsions infra-rouge. Le courant ne passe dans la diode électroluminescente infra rouge que lorsque le MOS M est conducteur.

La tension à ses bornes étant presque nulle (faible ron) ce courant a pour valeur $(V(t)-0,7)/R$. La tension est prélevée sur le collecteur d'un transistor de façon à n'être jamais nulle (Taux de modulation inférieur à 100%)



Pour déterminer le spectre d'un tel signal il suffit de le considérer comme une suite d'impulsions de Dirac issues d'un échantillonnage idéal et ayant traversé un filtre linéaire dont la réponse impulsionnelle est une impulsion carrée de largeur τ . (filtre élargisseur) Le résultat est le produit de la périodisation du spectre du signal d'entrée analogique $s(t)$ avec la période $1/T$, par une fonction sinc/x de largeur $1/\tau$ qui est le gain du filtre élargisseur.

Ce type de modulation n'est jamais utilisé ,sinon comme étape intermédiaire , car il est trop



sensible aux bruits parasites qui sont souvent eux même des impulsions

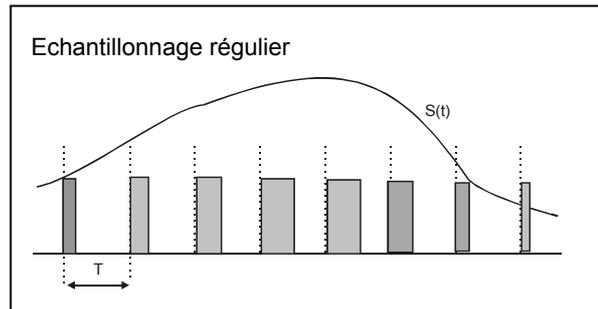
MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSIONS (MODULATION PWM)

Les impulsions sont régulièrement espacées d'amplitude constante et de durée proportionnelle à l'amplitude du signal. Il faut distinguer deux cas:

Échantillonnage régulier.

Les front avant des impulsions sont parfaitement périodiques et la durée de chacune d'elles est proportionnelle à l'amplitude du signal au moment de ce front .

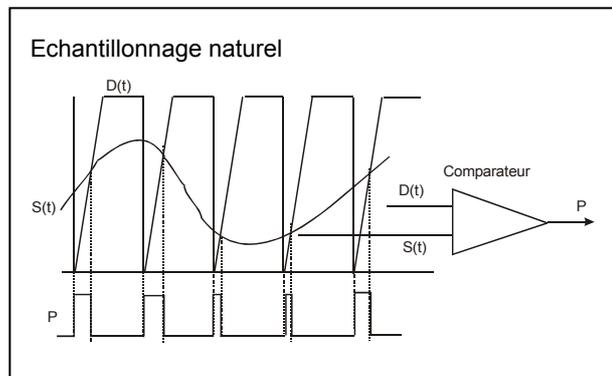
Ce résultat peut être obtenu en échantillonnant le signal avec une porte étroite , en chargeant un condensateur au niveau obtenu puis en le déchargeant à courant constant. C'est ce que fait le circuit ci contre adapté à des signaux d'entrée positifs .



Echantillonnage naturel

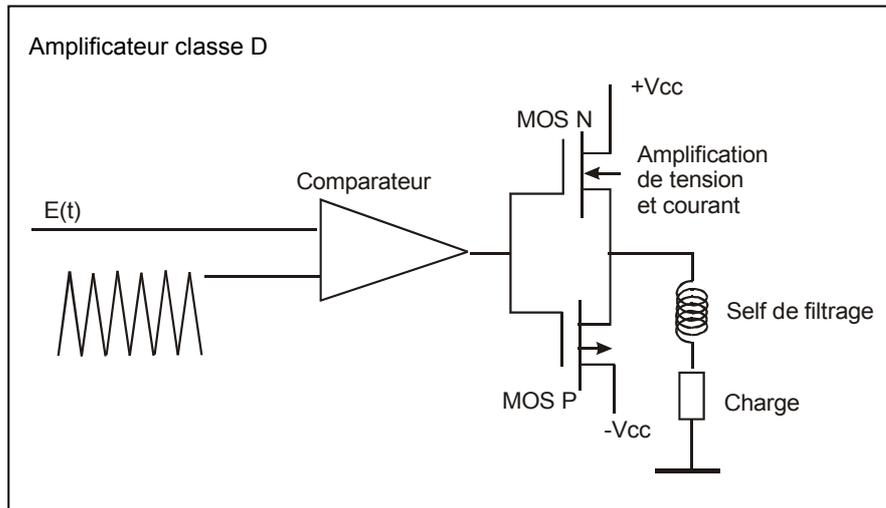
Cette fois la durée de l'impulsion n'est plus rigoureusement proportionnelle à l'amplitude du signal sur le front de montée de l'impulsion. La méthode consiste à comparer le signal à une dent de scie à descente linéaire . L'impulsion cesse lorsque les niveaux sont égaux.

La démodulation est réalisée par un simple passe bas qui fourni une valeur moyenne locale du signal



Amplification en classe D

Par comparaison avec une dent de scie, comme sur la figure ci contre un signal BF est transformé en une suite de créneaux dont la durée est à chaque instant proportionnelle à l'amplitude du signal. Ces signaux binaires sont amplifiés puis intégrés pour reconstituer le signal BF d'entrée. La principale qualité de ce type d'amplificateur appelé **amplificateur classe D** est son exceptionnel rendement, les composants actifs travaillant en commutation ne dissipent que peu d'énergie. Ce montage est surtout utilisé pour la commande de moteurs.



MODULATION EN POSITION

C'est une modification de la précédente. Ne sont envoyées que des impulsions brèves synchrones du front arrière des impulsions PWM. A la réception la difficulté est de reconstituer l'horloge définissant la position des fronts avant non transmis.

MODULATION DE FREQUENCE

Les impulsions sont d'amplitude et de durée fixe, leur fréquence est proportionnelle à l'amplitude du signal. Cette méthode est souvent utilisée dans les casques infra rouge permettant l'écoute discrète d'une chaîne HiFi ou de la télévision. Ici aucun multiplexage de temps n'est possible car les impulsions arrivent aléatoirement au cours du temps.

