

LINE 6

Guide sur les technologies des micros sans fil





www.line6.com

© 2010 Line 6, Inc. Version 1.2 Tous droits réservés. Reproduction totale ou partielle strictement interdite sans autorisation écrite.

Version électronique disponible sur le site www.line6.com/digitalwireless/guide

Sommaire

Introduction.....	4
Les bases.....	5
Qu'est-ce la HF ?	5
Transmissions HF	5
Réception HF	5
Radio Operation	6
Sélection de la fréquence.....	6
Interférences radio	7
Distance radio.....	8
Système Diversity	8
Sélection du canal.....	9
Transmission audio.....	9
Réponse en fréquence.....	9
Plage dynamique.....	9
Distorsion.....	11
En résumé.....	11
Avantages des technologies numériques.....	11

Introduction

Les micros sans fil permettent aux chanteurs, aux interprètes et aux présentateurs de se déplacer en toute liberté, sans les contraintes imposées par les câbles. Cet avantage incontestable a cependant un coût élevé : qualité audio inférieure, interférences radio, et une utilisation complexe. Depuis plus de 50 ans, la technologie analogique par radiodiffusion FM a été utilisée pour les systèmes de micros sans fil, mais aujourd'hui, les technologies de transmission sans fil numériques offrent des performances inégalées, et exemptes de tout problème. L'objectif de ce document est de présenter les éléments techniques de base des technologies analogiques traditionnelles et des nouvelles technologies numériques, pour vous permettre de les comparer.

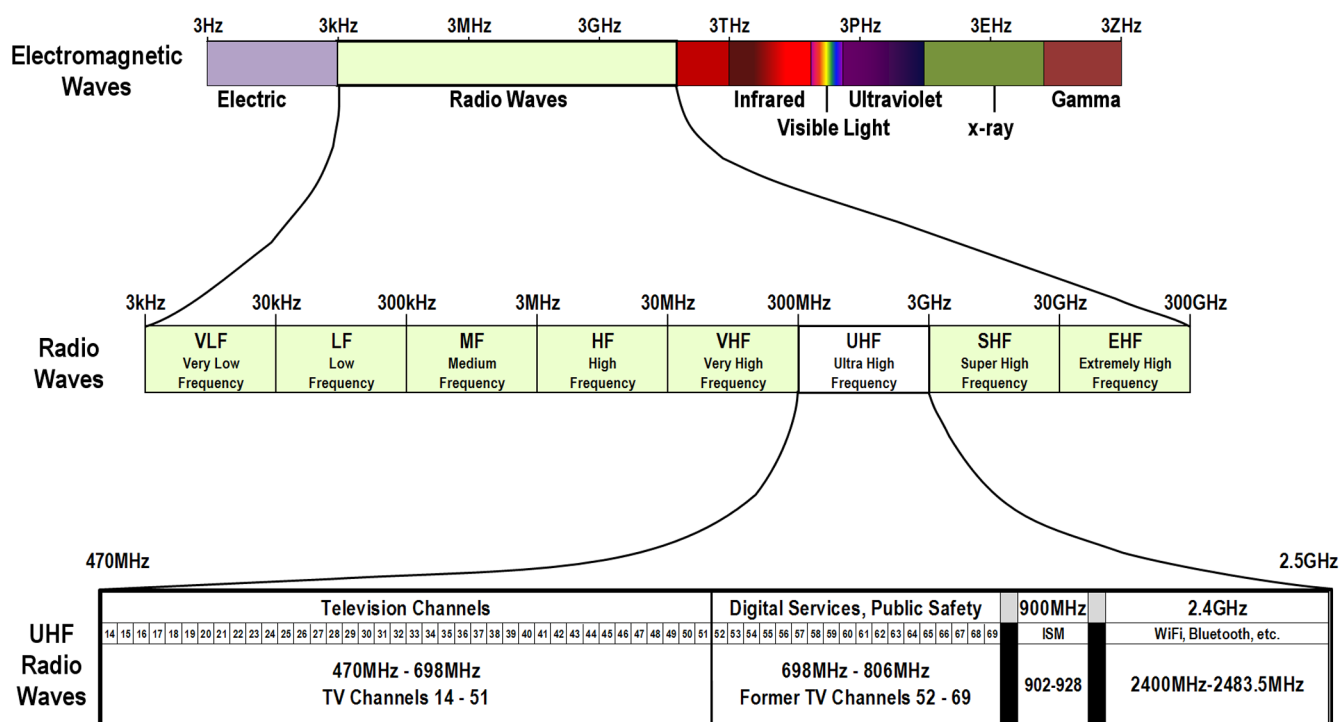


Illustration 1 Les ondes radio couvrent les fréquences de 3 kHz à 300 GHz du spectre électromagnétique. Les micros sans fil professionnels exploitent la bande UHF des ondes radio (les canaux de télévision UHF indiqués correspondent à des affectations de fréquences américaines ; des bandes de fréquences similaires sont utilisées dans d'autres pays).

Éléments de bases

À quoi fait référence le terme HF ?

Le terme HF, signifie "Hautes Fréquences" (RF en anglais, "Radio Frequency") et indique la bande de fréquences utilisées pour de nombreuses transmissions sans fil, dont les transmissions radio, télévision, de téléphones portables, de télécommandes et de micros sans fil. Le terme "radio" dans sa définition la plus élémentaire, fait référence au voyage des ondes électromagnétiques dans l'espace. Ces ondes électromagnétiques peuvent varier en longueur et en amplitude et sont présentes naturellement partout autour de nous. La longueur d'onde est caractérisée par la distance physique entre le point de départ d'un cycle et le point de départ du cycle suivant tandis que l'onde voyage dans l'espace. La vitesse de l'onde est mesurée en Hertz (l'unité abrégée étant Hz), ou en cycles par seconde. Ces cycles sont appelés "fréquence" de l'onde électromagnétique. L'illustration 1 montre quelques ondes électromagnétiques et leurs fréquences, avec le détail des ondes représenté dans la partie inférieure de l'illustration.

Émission HF

Les ondes radio peuvent être utilisées pour transmettre des informations. La méthode la plus utilisée pour transmettre les signaux analogiques par haute fréquence est la modulation de fréquence, ou FM. La haute fréquence transmise est appelée onde porteuse. Cette onde porteuse est modulée vers le haut et vers le bas, en fonction de l'amplitude du signal audio basse fréquence. Cette technique est utilisée par les systèmes de radiodiffusions FM, et par les systèmes de micros sans fil analogiques.

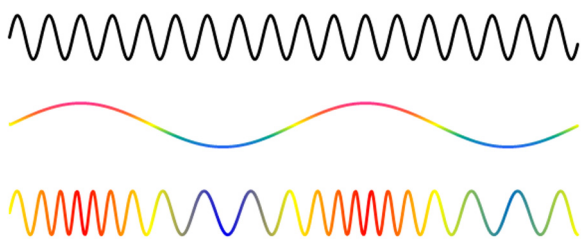


Illustration 2 Modulation en fréquence d'une onde haute fréquence par un signal audio (l'échelle est adaptée pour simplifier la compréhension du graphique)

L'illustration 2 schématise une onde porteuse modulée par une onde audio. Lorsque la forme d'onde du signal audio est en phase ascendante (indiqué en rouge), la fréquence de l'onde porteuse augmente. Lorsque la forme d'onde du signal audio est en phase descendante (en bleu), la fréquence de l'onde porteuse modulée diminue.

Il y a plusieurs techniques existantes pour la transmission des signaux audionumériques, mais elles ont toutes un élément en commun : elles reposent toutes sur le principe que la fréquence de la porteuse (et parfois la phase) varie en fonction des données à transmettre. Parmi les méthodes les plus courantes de transmission des signaux audionumériques (données sous la forme de "0" et de "1"), mentionnons une forme de modulation en fréquence appelée "Frequency Shift Keying (FSK), ou à décalage en "fréquence". La fréquence de la porteuse varie pour restituer chaque valeur "1" des données, comme indiqué à l'illustration 3.

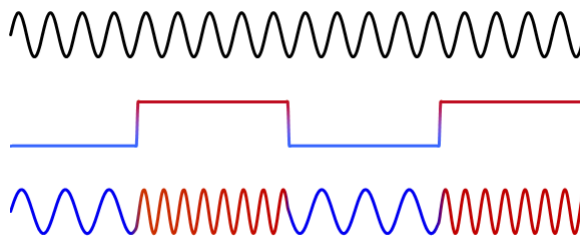


Illustration 3 Décalage en fréquence de l'onde HF par un signal numérique

D'autres types de modulation en fréquence et en phase de la porteuse peuvent permettre la transmission simultanée de plusieurs données numériques, le tout dans une même portion de la porteuse. Ceci permet un rendement accru du transfert des données dans l'espace.

Réception HF

Afin d'extraire le signal audio ou numérique de la porteuse, le récepteur doit démoduler l'onde porteuse. Il y a plusieurs techniques de démodulation. Nous n'aborderons pas ces techniques dans ce document, mais vous pouvez vous documenter sur les autres technologies HF, si vous le souhaitez.

Émissions/réceptions radio

Choix de la fréquence

L'utilisation des radiofréquences est soumise à une réglementation stricte, supervisée par divers organismes à travers le monde. Ces organismes déterminent qui peut utiliser quelles fréquences ainsi que la puissance maximale en Watts (W) des émissions. Les signaux de télévision sont transmis sur les ondes radio avec des puissances de plusieurs centaines de milliers de Watts. À l'inverse, les micros sans fil, les concentrateurs WiFi, et autres appareils sans fil, émettent avec des puissances inférieures à 1 Watt. Dans la plupart des pays, les signaux de télévision sont transmis sur la bande 470MHz~800MHz. Les fréquences exactes varient d'un pays à l'autre et sont trop nombreuses pour être énumérées ici. Veuillez vous renseigner auprès des autorités compétentes de votre pays pour en savoir plus. Les micros sans fil analogiques UHF utilisent généralement la bande de fréquences réservée à la télévision. Ces plages de fréquences sont en cours de restructuration dans le monde entier, pour assurer le passage de la télévision analogique traditionnelle à la télévision numérique terrestre. Consultez également les autorités compétentes de votre pays pour en savoir plus sur ces restructurations.

Certains systèmes analogiques de transmission sans fil sont conçus pour fonctionner dans les bandes ISM (dont le nom vient de leur utilisation dans les secteurs Industriel, Scientifique et Médical). Ceci dit, pour que les systèmes sans fil analogiques fonctionnent avec un minimum de problèmes, ils ont besoin de travailler sur une fréquence qui n'est pas déjà utilisée. Les systèmes de micros sans fil analogiques fonctionnent comme la radio FM : si deux stations sont trop proches l'une de l'autre, les interférences deviennent audibles. Ceci vient du fait que les systèmes analogiques ne peuvent pas facilement différencier un signal radio d'un autre lorsqu'ils sont sur la même fréquence. Il en résulte que les systèmes analogiques de micros sans fil utilisant les bandes ISM posent des problèmes, dus aux interférences audibles générées par les autres utilisateurs de la même bande de fréquence (ce problème disparaît avec les systèmes sans fil numériques, comme nous allons le voir plus avant).

Les bandes télévisuelles sont de plus en plus utilisées par la télévision numérique dont les signaux ont une telle puissance qu'ils écrasent le signal d'un micro sans fil. Comme il reste des canaux inutilisés partout dans le monde, il reste donc des zones potentiellement ouvertes appelées «espaces blancs». Cette expression vient d'ailleurs de l'écran «blanc» produit par la «neige» (bruit) que l'on voit quand on sélectionne un canal inutilisé.

Un micro sans fil qui utilise la bande télévisuelle doit utiliser un espace blanc. Cet espace varie selon les zones géographiques et dépend de l'affectation des canaux télévisuels locaux. La plupart des systèmes analogiques de transmission sans fil disposent d'une fonction de sélection du canal mais qui ne couvre qu'une partie de la bande UHF (généralement comprise entre 12 MHz et 60 MHz). Comme les assignations de canaux dans la bande UHF varient dans chaque région, il faut se renseigner sur les canaux disponibles avant d'acheter un système sans fil afin de s'assurer que la bande de fréquences disponibles correspond bien à un espace blanc (canal télévisuel inutilisé).

Dans la plupart des pays, les microphones sans fil exploitant la bande télévisuelle UHF sont soumis à une licence. La procédure d'obtention d'une telle licence dépend également d'un pays ou d'une région à l'autre. Ces exigences changent sans arrêt et il est conseillé de consulter les autorités locales avant toute utilisation d'un micro sans fil dans la bande des fréquences attribuées aux émissions TV de votre zone géographique.

Après la transition vers la télévision numérique terrestre, il est possible que les micros sans fil ne puissent plus fonctionner dans certaines parties des bandes TV. Ceci vient du fait que la télévision numérique nécessite une bande de diffusion nettement plus large. De plus, d'autres usages possibles de ces espaces blancs sont également envisagés par les autorités compétentes après le passage à la télévision numérique. Ce nouveau mode d'exploitation de l'espace blanc pourrait être exempt de licence. Il pourrait concerner des dispositifs WiFi étendus et des appareils domestiques de transmission vidéo sans fil. Il est difficile de prédire l'influence que ces équipements auront sur les micros sans fil analogiques.

Quoiqu'il en soit, il semblerait que certaines bandes de fréquences télévisuelles ne seront plus disponibles pour les systèmes de micros sans fil car elles seront mises aux enchères ou attribuées à de nouveaux services dans de nombreuses régions du monde. La distribution définitive de ce spectre est encore inconnue dans la plupart des régions du monde. Les systèmes de micros sans fil numériques fonctionnent sur les bandes ISM. Ces bandes sont exemptes de licence et à l'abri d'interférences puissantes émanant de stations de télévision, par exemple.

Cela signifie que ces micros sans fil ne sont soumis à aucune restriction géographique et qu'ils sont opérationnels sur tous les canaux du monde entier. L'utilisateur n'a plus à vérifier au préalable les attributions des canaux de télévision. Ils doivent toutefois partager ces bandes avec d'autres dispositifs de faible puissance comme des téléphones sans fil ou des dispositifs de communication WiFi et Bluetooth. Mais comme tous ces appareils transmettent des données et non des signaux audio analogiques, le spectre disponible peut être exploité de façon nettement plus efficace. A la différence des signaux analogiques, les données numériques sont encodées pour un récepteur bien spécifique et toutes les autres données sont ignorées. Cet encodage est bien connu des systèmes WiFi qui peuvent gérer des dizaines d'ordinateurs sans crainte que l'un d'entre eux ne reçoive des données destinées à son voisin.

Interférences radio

Les personnes qui écoutent la radio FM traditionnelle connaissent bien le phénomène d'interférences. Quand deux stations de radio utilisent des fréquences proches, il est possible d'entendre simultanément les signaux des deux stations. De plus, si vous sélectionnez manuellement une fréquence qui n'est utilisée par aucune station, vous entendez du bruit généré par les ondes électromagnétiques qui nous entourent en permanence.

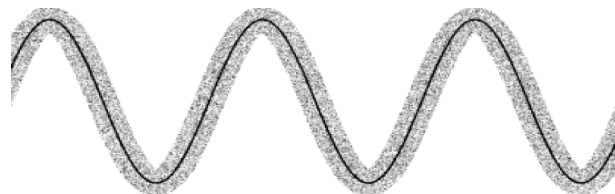
Avec des micros sans fil analogiques, la moindre interférence engendrant des parasites audio pose problème. Les interférences peuvent être provoquées par des personnes ou des objets (murs, appareils), les réflexions des ondes radio (entraînant des réceptions multiples d'un même signal) et des canaux de télévision.

Les interférences qui modifient la réception de la modulation audio d'une onde porteuse peuvent être source de parasites audio. Pour tenter d'éviter que des ondes radio parasites ne se transforment en artefacts audio, les systèmes sans fil analogiques utilisent souvent une tonalité pilote et un circuit antibruit (Squelch).

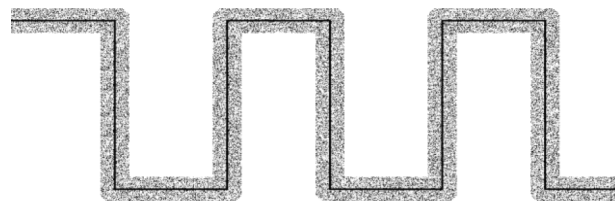
Le circuit antibruit coupe la sortie audio tant que l'émetteur ne transmet aucun signal. Sans ce circuit, un récepteur produirait durant les pauses un bruit considérable généré par les radiofréquences aléatoires qu'il capte. Quand l'émetteur transmet un signal, le récepteur a besoin d'un critère lui permettant de distinguer le signal utile des interférences. Une des possibilités consiste à émettre une tonalité pilote transmise avec le signal audio. Cette tonalité est généralement un signal audio de très haute fréquence qui est filtré par le récepteur pour l'extraire du signal audio. Si la tonalité pilote n'a pas le niveau attendu, le circuit antibruit reste actif et coupe le signal audio. Ce procédé n'empêche cependant pas certaines interférences de générer des modulations qui passent à travers les mailles du filet.

Les microphones sans fil numériques fonctionnent selon le même principe que tous les systèmes numériques de transmission : les données doivent toujours être correctes. Un «0» est toujours un «0» et un «1» toujours un «1». Tant que les bruits ou interférences restent trop faibles pour rendre le signal de données illisible, il ne peut rien lui arriver.

Lorsqu'un signal audio possède du bruit de fond ou des interférences, le résultat est audible car il est combiné à la forme d'onde initiale, comme indiqué ci-dessous :



Quand un signal numérique est parasité par du bruit et des interférences jusqu'à un certain niveau, la suite de «1» et de «0» reste reconnaissable et le signal audio est parfaitement restitué (voyez l'illustration ci-après) :



Les signaux faibles («0») et forts («1») restent lisibles sans parasites audibles, car seules les valeurs de données ont besoin d'être déchiffrées et le bruit de fond est tout simplement ignoré.

De fortes interférences peuvent empêcher le récepteur d'interpréter les données en brouillant les séries de «1» et de «0». Les données numériques peuvent cependant comporter des informations supplémentaires aidant le récepteur à vérifier la validité des données. Cette «détection d'erreur» est couramment utilisée par la plupart des systèmes de stockage de données et de communication. Elle consiste généralement à ajouter des données supplémentaires à chaque paquet d'informations. Ces données sont vérifiables mathématiquement et permettent au récepteur de distinguer les bons paquets de données des mauvais.

Prenons un exemple simple : si les valeurs «3» et «5» ainsi que leur somme («8») sont transmises, le récepteur peut vérifier que la somme des deux valeurs reçues correspond bien à la troisième valeur. Si c'est le cas, le contenu du paquet de données est correct. Si l'addition ne donne pas le résultat escompté, la fonction de correction d'erreur entre en jeu pour reconstituer les données (nous ne nous attarderons pas sur son fonctionnement ici).

Ce procédé est utilisé pour la lecture de CD et de DVD, ce qui explique pourquoi un disque sérieusement rayé peut rester lisible. De plus, les systèmes numériques peuvent encoder leurs données de façon si caractéristique qu'il est impossible de les confondre avec d'autres signaux utilisant la même bande de fréquence. Le récepteur ne lit alors que les données qui lui sont expressément destinées.

Distance radio

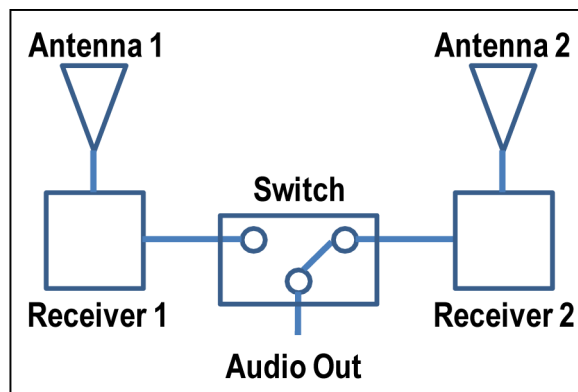
Plus le récepteur est éloigné de l'émetteur, plus le niveau du signal reçu est faible. Plus la distance augmente, plus le rapport signal/bruit de l'onde radio se dégrade.

Avec un système sans fil analogique, un signal de plus en plus faible engendre toujours plus de bruit car la qualité du signal radio a une influence directe sur la qualité audio.

Avec les systèmes sans fil numériques, la qualité audio reste constante sur toute la distance car le niveau de bruit affectant le signal numérique n'a aucun impact sur le signal audio.

Systèmes Diversity (diversité)

Le terme «True Diversity» désigne un système de transmission sans fil analogique utilisant deux antennes et deux circuits récepteurs. Comme les deux antennes sont éloignées, leur réception du signal est différente et varie selon leur position. Si une antenne ne reçoit qu'un signal atténué (bloqué par un obstacle ou reçu par plusieurs voies), il est possible que l'autre antenne reçoive un bon signal. Ces systèmes sans fil disposent d'un circuit qui sélectionne le récepteur offrant le signal le plus fort. La commutation entre les deux récepteurs produit un clic audible mais généralement si faible qu'il n'a pas d'incidence sur le signal.



Les systèmes numériques utilisent une approche semblable appelée «diversité spatiale». Elle consiste à utiliser deux antennes et deux circuits de réception mais au lieu de sélectionner un récepteur par commutation, le système compare les deux signaux et utilise le signal contenant le moins d'erreurs. Comme les données des deux récepteurs sont reçues et stockées, la sélection du signal peut se faire en continu, sans interruption du signal audio.

Les systèmes numériques utilisent une approche semblable appelée «diversité spatiale». Elle consiste à utiliser deux antennes et deux circuits de réception mais au lieu de sélectionner un récepteur par commutation, le système compare les deux signaux et utilise le signal contenant le moins d'erreurs. Comme les données des deux récepteurs sont reçues et stockées, la sélection du signal peut se faire en continu, sans interruption du signal audio.

Sur les systèmes sans fil numériques, la combinaison de la détection d'erreur, de la diversité fréquentielle et des possibilités de codage des données veille à ce que seuls les signaux souhaités soient reçus.

Sélection du canal

De nombreux systèmes sans fil analogiques appellent chaque fréquence sélectionnable un «canal». Cette appellation peut porter à confusion car la plupart de ces canaux ne peuvent pas être utilisés simultanément. Les fréquences de radiodiffusion analogiques doivent être espacées d'au moins 1 MHz pour minimiser les interférences. De nombreux appareils proposent toutefois des «canaux» séparés de 25 kHz à peine. Cela permet de sélectionner la fréquence avec une grande précision afin de trouver celle qui présente vraiment le moins d'interférences mais comme la distance entre deux canaux utilisés doit être relativement grande, le nombre de canaux disponibles équivaut généralement à 1/10ème des fréquences sélectionnables.

De nombreux fabricants de systèmes sans fil analogiques proposent des logiciels ou des outils accessibles sur Internet pour aider l'utilisateur à sélectionner une fréquence adéquate. Comme la plupart des appareils abordables n'indiquent pas le canal de télévision ou la fréquence en MHz, ces outils sont incontournables pour sélectionner un groupe et un canal adéquat pour une zone donnée. Certains modèles sont pourvus d'une fonction de balayage recherchant une fréquence disponible pour appareil sans fil. Cette fonction peut vous aider à sélectionner un canal mais encore faut-il que la plage de fréquences de l'appareil n'empiète pas sur des bandes utilisées par des stations de télévision locales.

De plus, cette recherche doit être recommencée pratiquement dans chaque ville ou région où l'appareil est utilisé car les attributions de canaux aux stations de télévision varient au sein d'un pays.

Avec les systèmes sans fil numériques fonctionnant sur les bandes ISM, tous les canaux sont disponibles à tout instant car cet espace n'est pas ouvert aux émetteurs extrêmement puissants. Le nombre de canaux disponibles correspond donc au nombre de canaux pouvant être utilisés simultanément. De plus, les bandes ISM sont identiques dans tout le pays et ne dépendent pas des allocations de fréquence aux télévisions locales.

Émissions audio

Suite aux limitations de la largeur de bande imposée par l'organisme fédéral américain FCC, la plage dynamique et la réponse en fréquence de la bande FM sont loin d'être idéales. Ces restrictions imposent aux microphones sans fil analogiques FM un traitement du signal par l'émetteur et le récepteur.

Plage dynamique

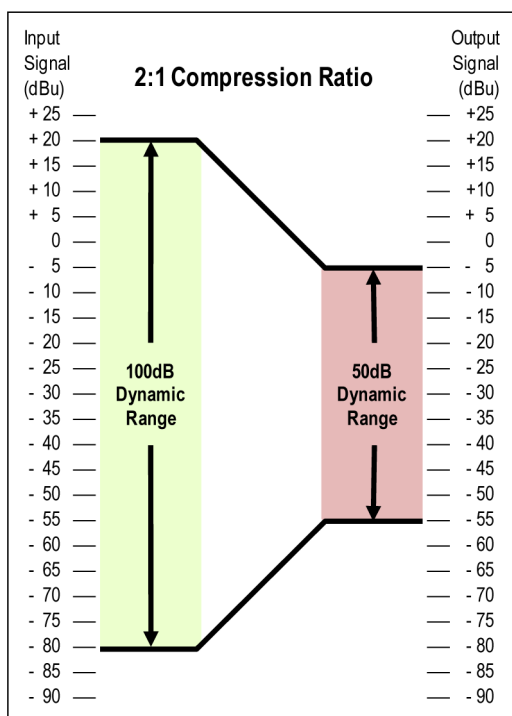
La plage dynamique désigne la différence de niveau sonore (exprimée en décibels «dB») entre le signal le plus faible et le signal le plus fort pouvant être produit par un appareil. La plage dynamique typique d'un signal audio non traité transmis par FM est d'environ 50dB. La plage dynamique est directement proportionnelle à la modulation maximale de la fréquence porteuse or l'intensité de la modulation est limitée pour ne pas empiéter sur les bandes de fréquences adjacentes.

Pour obtenir une plage dynamique de 100dB (le minimum pour un signal audio de très bonne qualité), un microphone analogique comprime la plage dynamique de 100dB selon un rapport 2:1 afin de respecter la limite des 50dB. Cette compression est effectuée à l'aide d'un «VGA» (amplificateur à gain variable) qui sélectionne le gain (atténuation/ accentuation) en fonction du niveau moyen du signal d'entrée. Le niveau des signaux forts est atténué et/ou celui des signaux faibles est accentué, ce qui réduit la plage dynamique globale.

Le récepteur doit ensuite tenter de rétablir la plage dynamique originale par «expansion» du signal en utilisant à nouveau un VGA. Il accentue les signaux forts et atténue les signaux faibles afin de rétablir la plage dynamique originale. La combinaison de ces deux traitements fait appel à des «Compandeurs» (compresseur + expandeur).

Malheureusement les Compandeurs créent des effets sonores indésirables. Selon les constantes de temps utilisées pour analyser le signal et sélectionner le gain du VGA, les changements de niveau peuvent devenir audibles et générer un phénomène de «pompage».

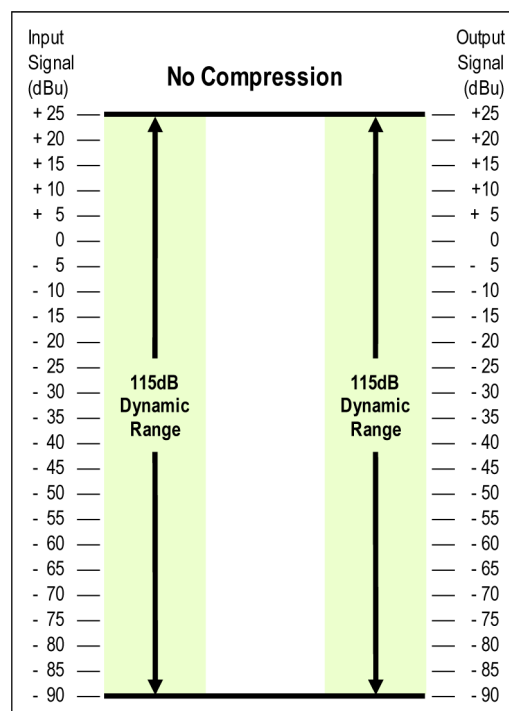
Ce phénomène est particulièrement perceptible pour les signaux contenant des transitoires de niveau élevé qui forcent le VGA à baisser le niveau de façon brutale pour comprimer le signal. Après le passage de la transitoire, le niveau du VGA remonte progressivement et ce changement est nettement audible (en cas d'absence de signal utile, le niveau du bruit de fond augmente). De plus, l'expandeur du récepteur ne connaît pas le signal d'entrée original. Sa capacité à rétablir la plage dynamique originale dépend de la précision avec laquelle le fabricant a aligné les constantes de temps et la commande de gain sur l'émetteur et le récepteur.



En outre, la plage dynamique du signal audio original peut excéder 100 dB. C'est pourquoi de nombreux émetteurs sont dotés d'une commande de niveau. En cas de saturation du signal d'entrée, le niveau du transmetteur doit être réduit tandis que celui du récepteur doit être accentué proportionnellement pour préserver le niveau nominal. De nombreux émetteurs FM proposent également un «limiteur» qui écrête le signal audio pour éviter toute distorsion. Le limiteur empêche également une «surmodulation» du signal HF (une dérive excessive en fréquence). Cette dérive du signal HF entraîne un dépassement de la bande passante du récepteur et produit une distorsion supplémentaire. La fonction principale du limiteur consiste toutefois à empêcher le signal de dépasser un niveau maximum déterminé.

La plage dynamique d'un signal audio analogique peut aussi être réduite par préaccentuation/désaccentuation. La préaccentuation consiste à accentuer les hautes fréquences de la bande audio et la désaccentuation consiste à les atténuer. Cette méthode améliore le rapport signal/bruit durant la transmission. L'accentuation des hautes fréquences entraîne une dérive plus grande de la porteuse et crée un signal plus important par rapport au seuil de bruit. Le récepteur atténue ensuite les hautes fréquences avec un circuit de désaccentuation et réduit le niveau de bruit par la même occasion.

Cette méthode réduit le bruit résiduel des systèmes sans fil analogiques mais elle diminue aussi la plage dynamique des hautes fréquences car leur niveau a été fortement accentué par l'émetteur. Les systèmes sans fil numériques peuvent transmettre des signaux audio sans compression, sans limitation et sans préaccentuation/désaccentuation. Ils acceptent également une plage dynamique nettement plus importante ce qui évite de devoir ajuster le niveau du signal. Le signal d'entrée est restitué avec précision par le récepteur.



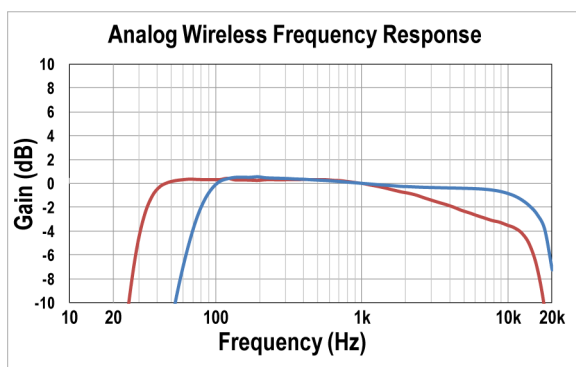
Distorsion

La distorsion désigne une non-linéarité dans un système qui peut entraîner une altération du son. Le principe des «Compandeurs» génère une telle non-linéarité qu'elle entraîne une distorsion du signal. De plus, des signaux de niveau élevé peuvent générer une surmodulation entraînant également une distorsion. La plupart des fabricants de systèmes sans fil analogiques mentionnent dans leur fiche technique un taux de distorsion harmonique (DHT) totale à un niveau auquel le Compandeur est stable et aucune surmodulation ne peut se produire. Dans ces conditions, le taux de DHT est compris entre 0,1 % et 0,5 %.

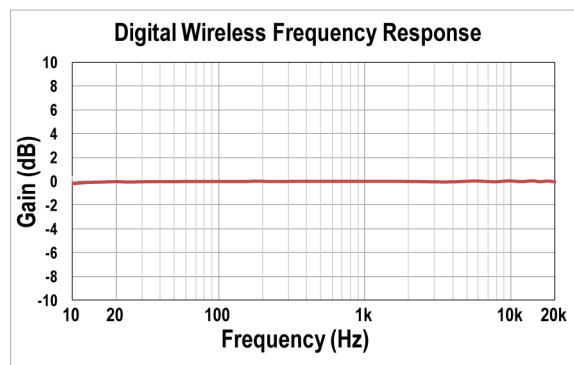
Avec des systèmes sans fil numériques, la distorsion est fonction de la linéarité globale du système car il n'y a ni Compandeur ni surmodulation audio. Le signal reste donc linéaire sur toute la plage dynamique, ce qui produit un taux de distorsion harmonique totale typique de 0,03 %.

Réponse en fréquence

La réponse en fréquence d'un système sans fil analogique est limitée aux deux extrémités du spectre. Dans les basses fréquences, il faut atténuer les fréquences qui risqueraient d'entraver le travail du Compandeur. La fréquence de 20 Hz, par exemple, est assez lente pour entraîner une variation de niveau à chaque cycle de l'onde. C'est pourquoi les basses fréquences sont filtrées. Les hautes fréquences sont limitées par les contraintes de la technologie FM qui ne peut pas transmettre des fréquences supérieures à 15 kHz. Le graphique suivant montre la réponse en fréquence de deux marques populaires :



La restitution des hautes fréquences d'un système sans fil numérique est déterminée exclusivement par la fréquence d'échantillonnage et non par le mode de transmission. De la même façon, du fait de l'absence de Compandeurs, les basses fréquences n'ont plus besoin d'être atténuées. Il en résulte que les systèmes sans fil numériques peuvent transmettre et restituer une bande passante plate de 10 Hz à 20 kHz.



Ces graphiques illustrent la réponse en fréquence des systèmes sans fil, indépendamment de la réponse en fréquence du micro. Chaque micro dispose d'une réponse en fréquence propre qui en caractérise le son. Un système sans fil ayant une réponse en fréquence linéaire préserve intégralement les caractéristiques de la réponse du micro.

En résumé

Les technologies numériques Line 6 présentent plusieurs avantages pour les micros sans fil. En supprimant les limitations imposées par les systèmes analogiques, ces technologies sans fil offrent la fiabilité, la facilité et la qualité que seuls les micros câbles pouvaient garantir.

Avantages de la technologie numérique

Installation et maniement simples

Pas d'interférences d'émetteurs de télévision

Pas de recherche de fréquence en fonction du lieu

Tous les canaux sont disponibles dans le monde entier

- **Aucune licence requise**
- **Pas de circuit antibruit (Squelch)**
- **Pas de préaccentuation/désaccentuation**
- **Pas de système à base de Compandeurs**
- **Pas de limiteur**
- **Ne nécessite aucun réglage de niveau**
- **Plage dynamique : > 115 dB**
- **Bande passante de 10 Hz à 20 kHz**
- **Distorsion Harmonique Totale de 0,03 %**
- **Qualité audio non affectée par les interférences HF**



Micro sans fil numérique Line 6 XD-V 70

- **Fiabilité** sans fil inégalée -
- **Qualité** sonore exempte de tout compromis -
- **Facilité** d'utilisation déconcertante -



WWW.LINE6.FR