

Comment fonctionne un système de radiodiffusion sonore ?

Comment fonctionne la chaîne sonore depuis le microphone du studio jusqu'au haut-parleur du récepteur. Le mode opératoire de ce service très exploité reste un mystère pour la majorité d'entre nous. Quelles sont les techniques utilisées pour permettre d'écouter une émission réalisée à l'autre bout du monde ? Quels sont les traitements que la voix humaine subit avant d'atteindre le récepteur ? Quels sont les éléments qui composent la chaîne de transmission ?

La radiodiffusion est une radiocommunication unilatérale dont les émissions sont destinées à être reçues directement par le public. C'est une télédiffusion par ondes radioélectriques. Autrement dit, la radiodiffusion : Toute transmission de programmes, chiffrés ou non, par ondes radio ou par d'autres moyens de télécommunication, et que peut recevoir le public au moyen d'un appareil de réception approprié; elle ne s'applique cependant pas à la transmission de programmes acheminés vers des lieux publics.

La radiodiffusion est une transmission unilatérale, c'est-à-dire de l'émetteur vers le récepteur seulement et non dans le sens inverse.

A priori, il faut comprendre que les systèmes de transmission d'information (voix, images, données) se servent exclusivement de signaux qui peuvent être radioélectriques ou optiques. Dans une chaîne de radiodiffusion sonore, il existe un microphone, un câble électrique (ligne de transmission), un émetteur et accessoires, une antenne d'émission, l'espace libre (comme voie du signal), une antenne de réception, un récepteur et un haut-parleur incorporé dans le récepteur. Il existe à travers le monde deux types de radiodiffusion sonore : La modulation d'amplitude (AM : Amplitude Modulation) qui opère dans la bande de fréquence allant de 530 KHz à 1700 KHz et la modulation de fréquence (FM : Frequency Modulation) exploitant la gamme de 88 Mhz à 108 MHz. Ce sont des allocations de fréquence définies par l'Union internationale des télécommunications (UIT), agence spécialisée de l'ONU qui s'occupe de la gestion du secteur des télécommunications au niveau mondial. Dans tous les pays du monde, ce sont ces mêmes gammes de fréquences qui sont utilisées pour la radiodiffusion sonore, donc les fabricants d'équipements sont tenus de respecter ces normes pour concevoir des émetteurs et récepteurs de radio. Le signal électrique est caractérisé par trois paramètres : Amplitude (valeur maximale en Volt, Ampère, Watt), la fréquence (vitesse de variation du signal) et la phase (position du signal par rapport à une référence). Pour les utilisateurs, les stations de radio analogiques sont identifiées par leurs fréquences.

Chacune de ces modulations (AM, FM) comporte des avantages et inconvénients.

Comme les systèmes de transmission d'information n'exploitent que les signaux, ainsi il faut installer des interfaces qui puissent convertir la voix humaine en signal électrique avant de l'injecter à l'entrée de l'émetteur.

Le microphone est un dispositif qui convertit les ondes sonores (la voix humaine) en signal électrique. Cette conversion est réalisée pour que les ondes sonores puissent être traitées par l'émetteur et voyager dans l'espace libre. A l'autre extrémité, c'est-à-dire, à la réception, un haut-parleur doit convertir le signal électrique reçu en ondes sonores pour permettre aux auditeurs de recevoir le message sonore original. Ainsi, on peut comprendre que les fonctions d'un microphone et celles d'un haut-parleur sont complémentaires dans une chaîne de transmission. On ne peut pas installer un microphone à une extrémité sans penser à un haut-

parleur à l'autre extrémité ; ils parlent la même langue (le signal électrique) mais ont des fonctions opposées. Différents types de microphones et de hauts parleurs existent pour fournir les performances souhaitées selon chaque besoin.

Le câble (ligne d'alimentation) conduit le signal électrique issu du microphone à l'émetteur pour les traitements nécessaires et la transmission. L'émetteur qui ne manipule que les signaux électriques reçoit le signal électrique envoyé, l'amplifie, le module, l'amplifie à nouveau avant d'envoyer le signal modulé à une ligne d'alimentation qui le conduit à son tour à l'antenne d'émission. Que fait l'antenne d'émission ? C'est un dispositif qui convertit le signal électrique reçu en ondes électromagnétiques et les propage dans l'espace libre. Ces ondes voyagent dans l'espace libre à la vitesse de la lumière pour atteindre une antenne de réception accordée à l'antenne d'émission.

A son tour, l'antenne de réception capte les ondes électromagnétiques et les convertit en signal électrique par induction. Ce signal électrique est injecté dans le récepteur qui le soumet à des traitements. Il doit être amplifié plusieurs fois, démodulé et subir éventuellement d'autres traitements avant d'être envoyé au haut-parleur.

Emetteurs et récepteurs

Ce sont des dispositifs électroniques qui comprennent plusieurs étages destinés à traiter le signal électrique pour le rendre apte à l'émission, transmission et à la réception. Les émetteurs et récepteurs parlent aussi la même langue, le signal électrique.

Parmi les étages de n'importe quel émetteur, on peut citer des amplificateurs, un oscillateur local, un modulateur, etc.

Les stages que l'on trouve généralement dans tous les récepteurs sont : filtre d'antenne, amplificateur, mélangeur, oscillateur local, démodulateur et amplificateur audio, etc.

Fonctions d'un émetteur

Amplification : c'est le fait pour des circuits d'augmenter l'amplitude du signal modulant. Cette amplification peut être des dizaines de milliers de fois supérieure à l'amplitude originale du signal. Le signal peut subir plusieurs amplifications selon le besoin.

Modulation : c'est une technique qui permet de faire varier une des caractéristiques du signal porteur généré par un oscillateur local dans l'émetteur par le signal modulant (signal en bande de base). En fait, c'est une transposition de fréquence, c'est-à-dire on fait passer le signal en bande de base (basse fréquence) à une fréquence haute. Le résultat est le signal modulé qui est capable d'être transmis dans l'espace libre sous forme d'ondes électromagnétiques. Sans la modulation, il serait difficile de transmettre des ondes à cause des contraintes techniques.

Quand l'amplitude du signal porteur généré par l'émetteur est modifiée par le signal modulant, il est question de modulation d'amplitude. Quand la fréquence subit la modification, on parle de modulation de fréquence.

Couplage à l'espace hertzien : c'est la connexion que réalise le câble qui relie l'émetteur à l'antenne d'émission.

Caractéristiques d'un émetteur

Puissance d'émission : c'est la puissance rayonnée par l'antenne dans l'espace libre. Elle peut être de l'ordre de quelques Watts jusqu'à des KiloWatts.

Fréquence d'émission : c'est la fréquence de l'émetteur du signal ; elle identifie la station de radio et permet aux auditeurs d'accorder leurs récepteurs sur l'émission de leur choix.

Stabilité (AM) : c'est la capacité de rester dans les limites spectrales de l'émission.

Fonctions d'un récepteur

Captation des signaux : l'antenne de réception d'un récepteur capte tous les signaux la frappant y compris le signal désiré

Sélection du signal voulu : c'est la fonction du récepteur de choisir le signal voulu (l'émission désirée) parmi tous les signaux captés.

Amplification radio fréquence : le signal reçu doit être amplifié en vue de son traitement ultérieur. Les signaux reçus sont très faibles.

Démodulation : C'est le processus inverse de la modulation. Elle consiste à récupérer le signal modulant (signal original) dans le signal modulé. Il est nécessaire de démoduler pour permettre au destinataire de comprendre le message original, ce qui est impossible avec le signal modulé.

Amplification audio : Une amplification est toujours nécessaire avant d'envoyer le signal audio (signal modulant) au haut-parleur pour conversion.

Caractéristiques d'un récepteur

Sélectivité : c'est la capacité du récepteur de pouvoir sélectionner le signal (l'émission) sur lequel il est accordé au détriment des autres signaux captés par l'antenne de réception.

Sensibilité : c'est la capacité du récepteur de pouvoir détecter les signaux faibles existant dans son environnement immédiat. Il faut que le signal disponible ne soit pas inférieur à la puissance de seuil du récepteur.

Fidélité : c'est la capacité du récepteur de pouvoir restituer le signal tel qu'il a été émis, ce pour garantir la qualité de la transmission.

Stabilité : c'est la capacité du récepteur de pouvoir rester accordé sur la fréquence voulue.

Certains récepteurs changent fréquemment de station par eux-mêmes ; cette situation est due à deux problèmes : Quand la tension d'alimentation varie, le récepteur change de fréquence automatiquement. Quand la température du milieu change, le récepteur peut changer de fréquence automatiquement.

Dynamique : c'est le rapport de puissance maximale tolérée à l'entrée du récepteur à la puissance minimale exigée (puissance de seuil) pour son fonctionnement.

Les défis de la radiodiffusion sonore

La couverture reste un défi pour tous les systèmes de transmission. Une station qui veut couvrir une grande surface doit envisager d'autres techniques de transmission. Généralement, les stations ne peuvent atteindre une grande portée à partir du studio où l'émission se réalise. La solution envisagée est de trouver un site élevé par rapport à la zone et diffuser à partir de ce site. En Haïti, le site le plus utilisé à cette fin est celui de boutilliers en raison de sa hauteur par rapport au niveau de la mer (environ 1 Kilomètre). Les studios envoient les signaux à l'émetteur installé à boutilliers via une liaison STL (Studio Transmitter Link, Liaison Studio – Emetteur). L'émetteur de boutilliers reçoit le signal, le traite et le réémet à grande puissance pour couvrir une grande portée.

La couverture d'une émission radiophonique ne dépend pas seulement du site d'émission ; il faut tenir compte de la puissance d'émission, du gain de l'antenne et du milieu de propagation qui peut avoir des effets sur les ondes.

L'affaiblissement en espace libre mesuré en decibel (dB) est un autre facteur dont il faut tenir compte dans ce domaine. On peut émettre avec des puissances de l'ordre de quelques Kilowatts et on reçoit un signal de l'ordre de milliwatt, microwatt, nanowatt et même picowatt à cause des affaiblissements. Dans ce cas, la puissance est divisée par des facteurs

d'un million, d'un milliard et même plus. Le signal commence à s'affaiblir dès son lancement dans l'espace libre.

L'interférence est encore un autre mal qui ronge la radiodiffusion. En effet, lorsque deux ou plusieurs signaux ont la même fréquence ou fonctionnent sur des fréquences proches, ils créent des interférences nuisibles à l'intelligibilité du signal sonore. La fréquence représente l'unicité d'un signal dans un milieu donné.

La saturation des bandes de fréquences, notamment celle la bande FM, constitue un obstacle majeur au développement de ce secteur. A titre d'exemple, la bande 88 – 108 MHz est déjà entièrement occupée pour la couverture du département de l'ouest. L'assignation d'une fréquence est liée à une zone de couverture, aux départements géographiques. Le CONATEL pourrait octroyer une licence dans la bande FM dans un autre département d'Haïti.

Choix d'une modulation

Chaque modulation a ses propres caractéristiques de propagation. Si la AM offre une grande couverture, mais la consommation de puissance n'est pas négligeable et la qualité du signal sonore n'est pas agréable. Parallèlement, la FM offre avec une faible puissance une qualité sonore agréable, mais offre une petite portée avec des émetteurs et récepteurs complexes. Le choix entre la AM et la FM doit dépendre de plusieurs facteurs : Performances (qualité, couverture), occupation du spectre de fréquences (AM : 10 KHz, FM : 200 KHz), coût, complexité des émetteurs et récepteurs, consommation.

Conclusion

Il est nécessaire de comprendre que sur le parcours émetteur – récepteur, il n'est question que de signal électrique, ce pour garantir le traitement et la transmission des ondes sonores. Le secteur de la radiodiffusion est en train de subir beaucoup de changements techniques et technologiques quant aux traitements, à la transmission et à la réception des signaux. Il est question depuis quelques temps de radiodiffusion numérique qui comporte ses propres exigences et offre ses avantages. La radiodiffusion se développe au rythme de l'Internet ; il est désormais possible d'écouter sur Internet, c'est-à-dire n'importe où dans le monde, une station de radio locale grâce à la technologie webradio. Il suffit seulement de se rendre au site web de la radio (déjà en ligne) et accéder à l'émission en direct.

Gregory DOMOND, Ing. M.Sc

PDG PromoTIC

e-mail: gdomond@haitipromotic.com

Références

1. - Extrait des Règlements des Radiocommunications
www.ebu.ch/.../leg_ref_itu_radio_regulations_fr_tcm7-4306.pdf
2. - www.cvm.qc.ca/jlalonde/perfoweb/pages/030gloss.htm