



DV8 : Transmission d'information en AM



Exercice n°1 : Etude d'un portatif VHF ICOM IC-A15



On vous propose l'étude du système de transmission d'un portatif VHF ICOM IC-A15 représenté sur la photo ci-contre. Cet équipement professionnel est destiné aux communications radio dans la bande aviation 118-137MHz en modulation d'amplitude.

Q1 : L'antenne utilisée sur le mobile est un modèle hélicoïdal de telle sorte à ce que la longueur effective soit plus petite qu'une antenne quart d'onde. Si l'on considère la fréquence au centre de la bande aviation, quelle est la longueur d'une antenne quart d'onde correspondante ?

Q2 : Lorsque l'on ne transmet pas de signal modulant le portatif génère une porteuse sinusoïdale d'amplitude $S_0=12,25V$ et de fréquence f_p comprise dans la bande aviation. Si l'on considère que l'antenne représente une charge de 50Ω , calculer la puissance délivrée par le mobile. Justifier le résultat obtenu par rapport aux indications constructeurs ci-contre.

Q3 : On suppose qu'en mode test l'émetteur diffuse un signal modulant sinusoïdal de fréquence f_1 . Donner l'expression du signal modulé en amplitude à porteuse conservée $S_{AM}(t)$ en faisant intervenir les variables S_0 , m , f_1 et f_p . Précisez le nom de la variable m et indiquez sa valeur à partir des spécifications constructeurs.

Q4 : En observant le signal modulé (pour une fréquence porteuse $f_p=120MHz$) d'un point de vue temporel on obtient le relevé ci-contre. Donner les expressions et les valeurs des différents niveaux d'amplitudes. Précisez la valeur de la fréquence du signal modulant.

Q5 : Tracer le spectre en amplitude du signal modulé précédant en indiquant les expressions et valeurs des fréquences et des amplitudes pour chaque composante fréquentielle

SPECIFICATIONS IC-A15

GENERAL

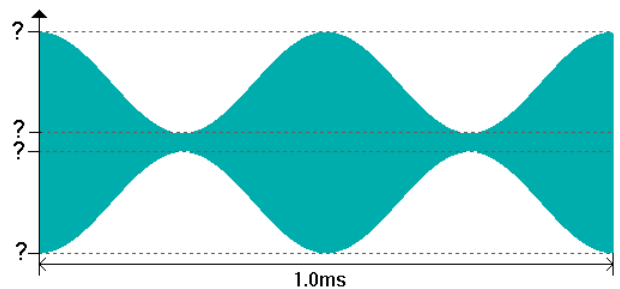
- Fréquences couvertes : 118,000–136,975 MHz
- Mode : AM
- Espacement des canaux : 25 kHz
- Impédance antenne : 50 Ω (Type BNC)
- Alimentation électrique : 7,4 V DC (batterie Icom)
- Consommation (à 7,4 V DC)
 - Tx : 1,5 A
 - Rx Veille : 50 mA typique
 - Max. audio : 500 mA
- Températures d'utilisation : -20 °C à +55 °C
- Dimensions (LxHxP) : 53 x 120 x 36,9 mm

EMISSION

- Puissance (à 7,4 V DC) : 1,5 W typ.
- Taux de modulation : 85 %

RECEPTION

- Sensibilité : -3 dBuV typ.



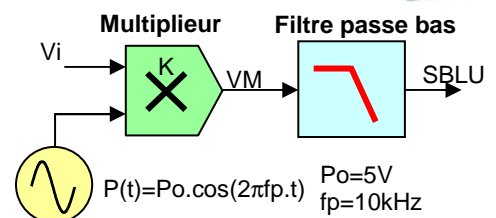
Exercice n°2 : Etude d'un modulateur BLU



Dans un milieu aquatique, il n'est pas possible d'utiliser une propagation par onde électromagnétique et l'on utilise alors une onde acoustique. On utilise pour cela des transducteurs piézo-électriques autour de fréquences comprises entre 7kHz à 40kHz. Comme la vitesse de propagation de l'onde acoustique n'est pas constante sous l'eau (température, salinité, ...) il est préférable d'utiliser des modulations avec une faible occupation spectrale. On opte donc pour une modulation BLU et on limite la bande passante audio [500Hz-3kHz].



Pour la réalisation du modulateur BLU on propose le montage ci-contre dans lequel on utilise un multiplieur dont le coefficient de multiplication est $K=0,1V^{-1}$. Pour analyser le fonctionnement du modulateur on connecte un signal $V_i(t)$ qui représente l'information à transmettre tel que $V_i(t)=V_1.\cos(2\pi f_1.t)+ V_2.\cos(2\pi f_2.t)$ avec $f_1=500Hz$, $f_2=3kHz$, $V_1=4V$ et $V_2=2V$



Q1 : Exprimer $VM(t)$ et montrer qu'il peut se décomposer sous la forme d'une somme de signaux sinusoïdaux.

Q2 : Tracer le spectre en amplitude du signal $VM(t)$ en précisant les amplitudes et fréquences de chaque composante fréquentielle. Quelle est la modulation obtenue ?

Q3 : Afin d'obtenir une modulation BLU on propose de filtrer la bande latérale supérieure en utilisant un filtre passe bas. Proposer un gabarit pour la réalisation du filtre passe bas.

On s'intéresse dans le cadre de ce problème à un récepteur horaire DCF77 qui permet de recevoir l'heure et la date directement à partir d'une émission radio effectuée en modulation d'amplitude sur la porteuse 77,5kHz. L'émetteur se situe à Francfort en Allemagne et couvre une bonne partie de l'Europe. Le schéma de la figure 1 représente un schéma synoptique d'un récepteur à conversion directe utilisant un démodulateur d'amplitude de type redressement puis filtrage.

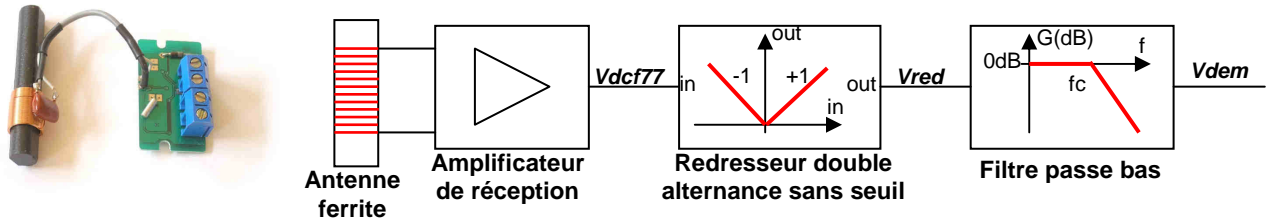


Figure 1 : Schéma synoptique du récepteur DCF77

Le signal récupéré à la sortie de l'amplificateur de réception est représenté sur la figure 2 ci-contre. La transmission numérique des infos horaires est obtenue en envoyant une porteuse de valeur maximale U au début de chaque seconde. La durée $T1$ ou $T0$ indique si l'on transmet un 1 ou un 0.

Le synchronisme est effectué lors de la 59^{ième} seconde pendant laquelle le niveau de réception reste à 25% de la valeur maximale.

Si l'on considère que le filtre passe bas utilisé dans le démodulateur joue parfaitement son rôle et si l'on ne prend pas en compte son temps de réponse on obtient alors le signal $Vdata$ représenté sur la figure 3.

Q1 : En représentant l'allure du signal à la sortie du redresseur double alternance sans seuil, justifier que l'on obtient bien le signal $Vdata$ représenté sur la figure 3 en adoptant les hypothèses mentionnées précédemment.

Q2 : En utilisant les rappels fournis dans l'encart ci-dessous, exprimer la valeur de A en fonction de U .

Q3 : Quels autres démodulateurs d'amplitude peut-on utiliser ? Donner leurs noms et décrire brièvement leurs principes.

Afin de choisir la fréquence de coupure du filtre passe bas on souhaite tracer le spectre du signal $Vdata$. On ne choisit volontairement pas le cas le plus exigeant en matière d'occupation spectrale. On considère donc que les données numériques transmises sont continuellement à 1 (Durée $T1$).

Q4 : En utilisant les résultats de décomposition en série de Fourier donnés dans l'encart ci-dessous, tracer le module du spectre en amplitude du signal $Vdata$ sur une échelle de fréquence de 0 à 5Hz. Effectuer les applications numériques en considérant que $A=1V$.

Q5 : Que peut-on en conclure sur le choix de la fréquence de coupure f_c ?

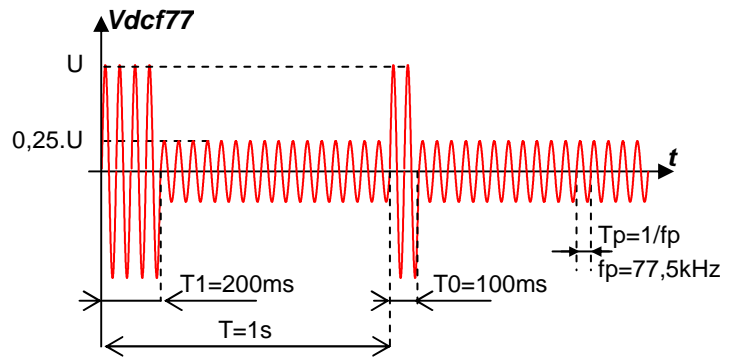


Figure 2 : Signal DCF77

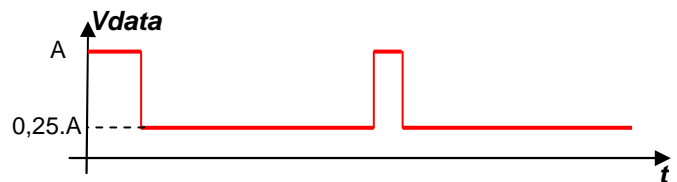


Figure 3 : Signal démodulé « idéal »