

Devoir de vacances de printemps n°2 : Autour de la modulation AM



1) L'émetteur AM de Camphin en Carembault

L'émetteur de Camphin en Carembault (Nord de la France) diffuse sur la porteuse 1377kHz l'émission France Info en modulation d'amplitude. La photo représentée ci-contre permet d'apprécier la hauteur de l'antenne qui mesure 202m.

Q1 : Quelle est la longueur d'onde λ du signal transmis ?

Q2 : Justifier à partir de cette valeur les dimensions imposantes de l'antenne.

Q3 : Qu'appelle-t-on une modulation et pour quelles raisons a-t-on recours à ce procédé pour transmettre une information audio ?

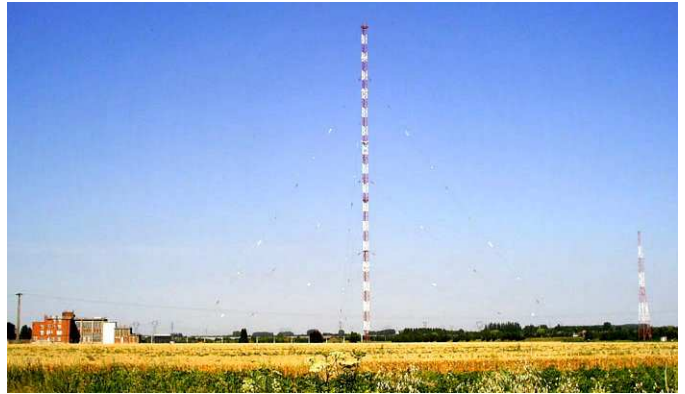
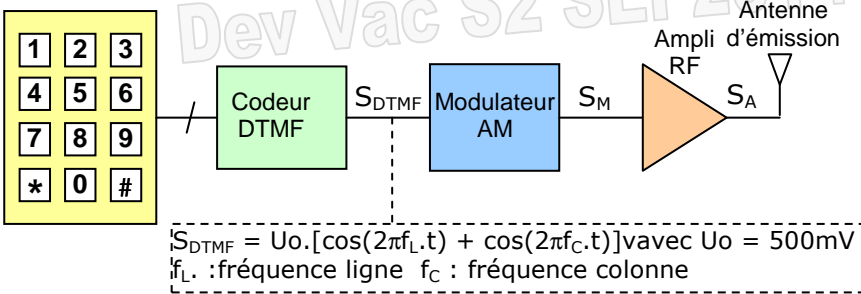


Photo : Emetteur AM de Camphin en Carembault

2) Un émetteur pour télécommande en modulation d'amplitude

On désire fabriquer une télécommande à distance dont la fréquence d'émission se situe dans une bande réservée autour de 41MHz. On choisit une modulation d'amplitude à porteuse conservée¹. Pour transmettre les informations on utilise un clavier basique et le système retenu est celui du DTMF (Dual Tone Multi Frequency). Lorsque l'on appuie sur un bouton du clavier le codeur DTMF génère un signal qui est la somme de 2 signaux sinusoïdaux dont les fréquences correspondent à la ligne et à la colonne du bouton choisi comme l'indique le tableau n°1. La figure n°1 ci dessous donne le schéma synoptique de l'émetteur.

Clavier de commande



Fréquences ligne & colonne			
	1209Hz	1336Hz	1447Hz
697Hz	1	2	3
770Hz	4	5	6
852Hz	7	8	9
941Hz	*	0	#

Tableau 1 : fréquences DTMF

Figure n°1 : Schéma synoptique de l'émetteur

Q1 : Tracer le module du spectre en amplitude du signal S_{DTMF} lorsque le bouton n°8 est appuyé. Indiquer clairement les fréquences et niveaux de chaque composante fréquentielle.

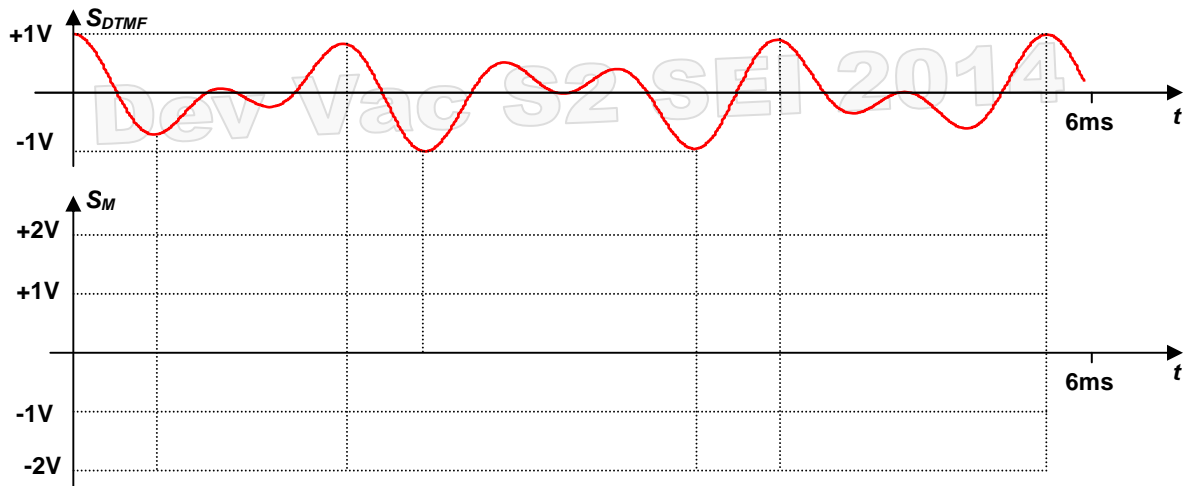
Q2 : Le modulateur d'amplitude réalise l'opération suivante : $S_M = (S_{DTMF} + 1) \cdot \cos(2\pi f_0 t)$ avec $f_0 = 41\text{MHz}$. Tracer l'allure temporelle du signal S_M à partir du chronogramme de S_{DTMF} fourni sur la page suivante.

Q3 : Tracer le module du spectre en amplitude du signal S_M lorsque le bouton n°8 est appuyé. Indiquer clairement les fréquences et niveaux de chaque composante fréquentielle. En déduire la valeur efficace du signal S_M .

Q4 : A partir des valeurs des fréquences utilisées dans le système DTMF quelle est la bande passante maximale occupée par le signal modulé S_M .

¹ Ce choix ne relève que d'un choix pédagogique et non technique.

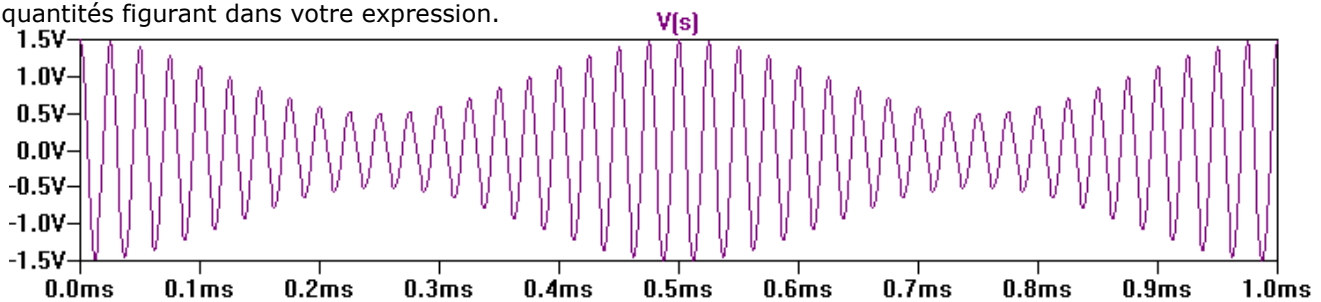
Q5 : On désire obtenir pour le signal S_A une puissance d'émission de 1W sur une charge de 50Ω . Quelle doit être la valeur de l'amplification Ar_f (en tension) de l'amplificateur RF de sortie ?



3) Exercices en vrac autour de la modulation AM

Identification temporelle d'un signal modulé

Q1 : Donner l'expression littérale du signal modulé en amplitude dont la représentation temporelle est donnée sur la figure ci-dessous. A partir du tracé en déduire les valeurs de fréquences, d'amplitude et des autres quantités figurant dans votre expression.



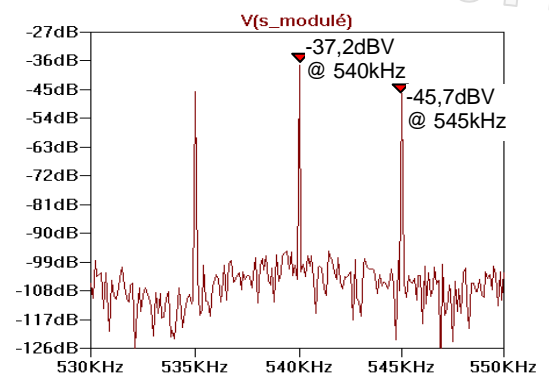
Q2 : Tracer alors le module du spectre en amplitude de ce signal. En déduire sa valeur efficace.

Analyse FFT d'un signal modulé

On effectue une analyse FFT sur un signal de réception modulé en amplitude.

Q1 : Donner l'expression littérale du signal modulé en amplitude dont la représentation fréquentielle est donnée sur la figure ci-contre.

Q2 : A partir du tracé en déduire les valeurs de fréquences, d'amplitude et des autres quantités figurant dans votre expression.



Un émetteur récepteur VHF

On s'intéresse dans cet exercice à l'étude d'un émetteur récepteur VHF utilisé dans la bande aviation VHF (144MHz) en modulation d'amplitude. Pour les tests et la maintenance de cet appareil, on dispose d'un signal modulant sinusoïdal de fréquence 1kHz. La fréquence porteuse est fixée à 144MHz.



Le constructeur de l'appareil annonce une puissance de 25W sur une charge de 50Ω lorsque le taux de modulation est de 100%. Dans ces conditions tracer l'allure du signal modulé en fonction du temps.