

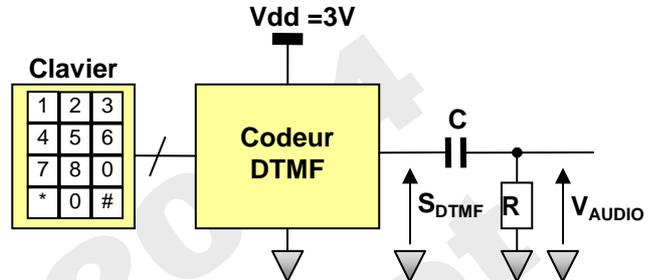
Analyse des signaux : Analyse fréquentielle & applications

Exercice n°1 : Codeur DTMF

On considère le codeur DTMF (Dual Tone Multi Frequency) représenté ci-contre qui génère le signal :

$$S_{DTMF} = \frac{V_{dd}}{2} + \frac{V_{dd}}{4} \cdot [\sin(2\pi f_c t) + \sin(2\pi f_L t)]$$

On donne $f_L = 770\text{Hz}$ et $f_c = 1209\text{Hz}$ lorsque le bouton 4 est enclenché.



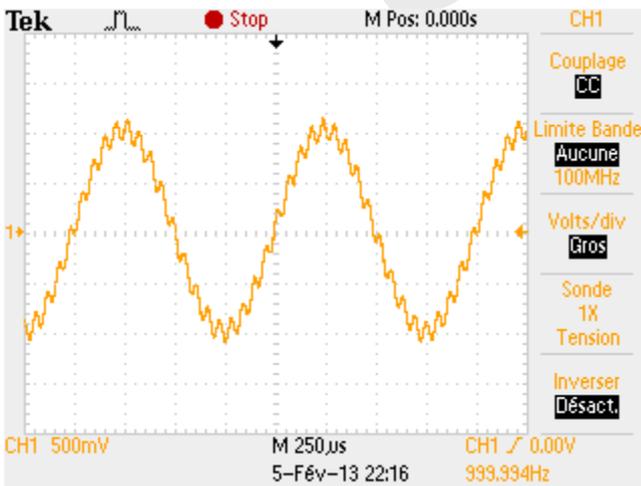
Q1 : Tracer le module du spectre en amplitude du signal S_{DTMF} en précisant analytiquement et numériquement les amplitudes et les fréquences de chaque composante fréquentielle. En déduire le spectre en puissance normalisée.

Q2 : Quelle est la nature du filtre qui se trouve à la sortie de ce montage ? On donne $R=12\text{k}\Omega$ et $C=680\text{nF}$. En déduire la fréquence de coupure.

Q3 : Tracer le module du spectre en amplitude du signal V_{AUDIO} . En déduire la valeur efficace du signal V_{AUDIO} .

Exercice n°2 : Un signal parasite sur une ligne audio

Malgré l'utilisation d'un câble blindé pour le transport d'un signal audio, un technicien met en évidence la présence d'un signal parasite superposé à un signal sinusoïdal (de fréquence f_1 et d'amplitude crête V_1) qu'il utilise pour vérifier les équipements audio. Il effectue alors le relevé temporel du signal et en profite pour effectuer une analyse fréquentielle de celui-ci en utilisant un oscilloscope numérique similaire aux modèles disponibles pour les travaux pratiques de votre formation. Nous vous proposons donc d'aider ce technicien à terminer son analyse.



Q1 : Quel est le nom couramment utilisé pour désigner l'analyse fréquentielle que l'on obtient sur un oscilloscope numérique ?

Q2 : Le résultat affiché par l'analyse fréquentielle de l'oscilloscope nous donne une mesure d'amplitude en dBV. Rappeler la définition de cette mesure de niveau. Donner la relation lorsque l'on est en présence d'une composante sinusoïdale d'amplitude crête \hat{V} .

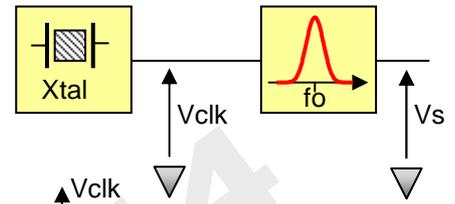
Q3 : Si l'on désigne par f_p la fréquence et V_p l'amplitude crête correspondants à la composante sinusoïdale parasite, donner l'expression du signal audio $V_{audio}(t)$.

Q4 : A quoi correspondent les quantités 2,5kHz et 50.0KS/s indiquées sur l'écran de l'oscilloscope ?

Q5 : A partir des indications fournies sur l'analyse fréquentielle en déduire les valeurs des fréquences f_1 & f_p ainsi que des amplitudes V_1 & V_p

Exercice n°3 : Un multiplieur de fréquence

On désire réaliser un multiplieur de fréquence par 3 avec le montage représenté ci-contre dans le cadre d'un changement de fréquence. On dispose d'un oscillateur à quartz de fréquence $f_{xtal}=12,8\text{MHz}$ délivrant le signal V_{clk} et d'un filtre sélectif centré sur la fréquence $f_0=3 \times f_{xtal}$ (Gain $_{max} = 0\text{dB}$ pour $f=f_0$). On donne $V_{dd}=3\text{V}$.



Q1 : En utilisant le rappel fourni ci-dessous, tracer le module du spectre en amplitude du signal V_{clk} pour les fréquences comprises entre 0 et 70MHz.

Rappel :

$$V_{\text{carré}}(t) = \frac{4 \cdot U}{\pi} \cdot \left[\sin(\omega t) + \frac{1}{3} \cdot \sin(3\omega t) + \frac{1}{5} \cdot \sin(5\omega t) + \dots \right]$$

Q2 : En supposant que le filtre sélectif joue parfaitement son rôle représenter le signal V_s au cours du temps en précisant son amplitude et sa fréquence.

Exercice n°4 : Un crypteur de voix audio pour une liaison radio

On vous propose d'étudier un système de cryptage pour le signal audio d'un émetteur radio. Le cryptage repose sur l'inversion du spectre autour d'une fréquence de 3,3kHz. Le schéma de la figure 1 ci dessous représente le schéma synoptique d'un tel dispositif. Nous considérons que les éléments utilisés sont parfaits.

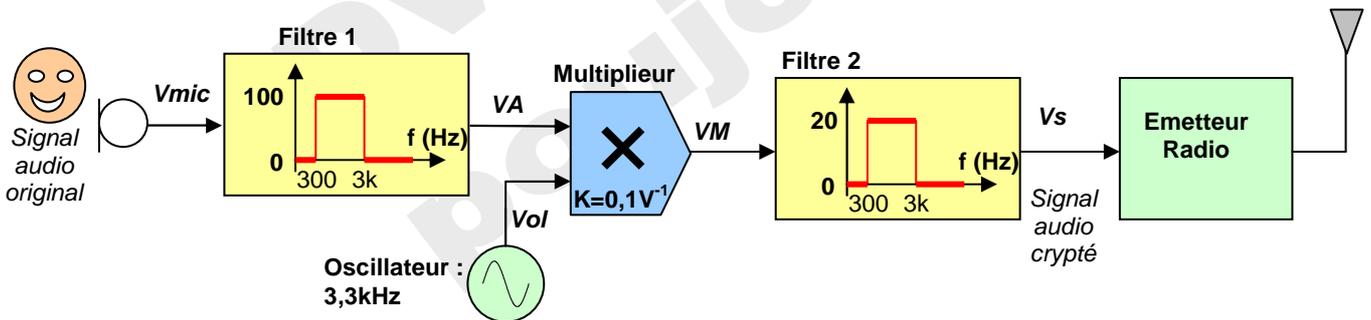


Figure 1 : Schéma synoptique d'un crypteur audio

On donne les caractéristiques suivantes :

Filtre 1 : amplification nulle en dehors de la bande [300Hz 3kHz] Amplification en bande passante : 100

Filtre 2 : amplification nulle en dehors de la bande [300Hz 3kHz] Amplification en bande passante : 20

Multiplieur : opération réalisée $VM=K \cdot Vol \cdot VA$ Coefficient de multiplication $K=0,1\text{V}^{-1}$

Oscillateur : Signal sinusoïdal $Vol=Vo \cdot \cos(2\pi \cdot fo \cdot t)$ avec $Vo=2\text{V}$ et $fo=3,3\text{kHz}$

Pour effectivement analyser le fonctionnement du dispositif on considère que le signal en sortie du micro contient 2 composantes fréquentielles : $V_{mic} = V_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + V_2 \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$

On donne $V_1=10\text{mV}$, $V_2=5\text{mV}$ $f_1=1\text{kHz}$, $f_2=2\text{kHz}$

Q1 : En tenant compte des propriétés du filtre 1, exprimer le signal V_A et tracer son spectre en amplitude.

Q2 : Exprimer le signal V_M et montrer que celui ci peut s'écrire sous la forme d'une somme de 4 signaux sinusoïdaux. Tracer son spectre en amplitude. Indiquer clairement les fréquences et niveaux de chaque composante fréquentielle.

Q3 : En déduire le contenu fréquentiel sur la sortie V_s du filtre 2. Justifier alors l'opération de cryptage audio.

Q4 : Comment peut-on reconstituer le signal original coté récepteur ?