

MP23 : Mise en forme, transport, et détection de l'information

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

June 7, 2021

Introduction

On aime bien écouter de la musique, mais problème: ça s'atténue en $\frac{1}{r^2}$, donc on peut se dire qu'on doit passer par une onde EM, mais le truc c'est qu'une antenne devrait avoir une taille de l'ordre de $\lambda \sim 10^7 m$ pour une dizaine de Hz. Donc voyons comment on peut faire transiter un signal efficacement.

1 Multiplexage, démultiplexage

Matériel

- 2 GBF ou GBF 2 voies
- Alim +15V -15V
- Boitier de multiplexage optique
- 2 doublets de 100 mm
- Réseau de 600 traits/mm sur monture
- Photodiode
- Ampli de courant
- Haut Parleur
- Miroir
- Cables

Mise en place

- Brancher le boîtier, l'alim, mettre les deux GBF sur chaque voie
- Moduler les signaux optiques en amplitude par chaque voie du GBF. Mettre du 587 Hz (Ré) pour l'un, 622 Hz (Mi) pour l'autre. Pour l'amplitude, il faut plus forcer sur le bleu (genre 12 Vpp pour le bleu et 3Vpp pour le rouge, mais ça dépend de la photodiode)
- Placer la sortie du boîtier dans le foyer objet d'un doublet par autocollimation (difficile, car on sait pas vraiment où est l'objet, faire au mieux), pour envoyer le faisceau à l'infini sur le réseau
- En sortie du réseau, on a les ordres 1 du bleu et du rouge qui sont résolus et qu'on va projeter avec une lentille sur une photodiode qui va pouvoir sélectionner le bleu ou le rouge
- Cette photodiode va envoyer sur un ampli de courant, into un haut parleur.
- Vérifier qu'on peut bien entendre le Ré et le Mi

Exploitation

- Dans le boîtier, on module chaque signal du GBF sur une porteuse
- On les additionne dans la fibre plastique
- On a donc les deux signaux qui ont une partie de la bande passante. On a fait un multiplexage en fréquence
- En sortie, le réseau vient faire l'étape de démultiplexage en séparant les signaux.
- On peut bien récupérer les deux signaux différents !

Transition : discuter des inconvénients de la modulation en amplitude (AM) et introduire le principe de la modulation en fréquence (FM).

Voir (page en anglais) : https://en.wikipedia.org/wiki/Amplitude_modulation

2 Mise en forme : modulation en fréquence [1] p.38-39

Matériel

- GBF Agilent 33220A
- Oscilloscope

Mise en place

- Réaliser une modulation de fréquence avec porteuse $f_p = 100$ kHz, fréquence de déviation $\Delta f = 1$ kHz, fréquence de modulation $f_m = 1$ Hz. Le signal a donc l'expression suivante :

$$u(t) = A_c \cos [2\pi f_p t + \beta \sin(2\pi f_m t)]$$

où $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$ est l'indice de modulation. Voir [1] pour les réglages du GBF.

- Montrer qualitativement le rôle de chaque fréquence.
- Pour différentes valeurs de f_m allant jusqu'à qq kHz (domaine audio), en gardant $\Delta f = 1$ kHz et $f_m > \Delta f$, réaliser un spectre en fréquence (jouer sur la base de temps pour avoir un pas en fréquence de la FFT convenable sans trop de bruit) et mesurer la bande de Carson B qui contient 98% de la puissance (FFT puis cliquer sur 'Power Ratio CH1' sur IGOR, et placer les curseurs).

Exploitation

- On sait que la bande de Carson vérifie $B = 2(f_d + f_m)$ (valable pour $f_m > \Delta f$)
- Le vérifier et tracer une droite en fonction de f_m (ça marche du tonnerre, on a pile le facteur 2 !)
- Discuter de l'intérêt de la modulation de fréquence : l'information est portée par une modification de la fréquence de la porteuse, et non par une variation d'amplitude. La modulation de fréquence est plus robuste que la modulation d'amplitude pour transmettre un message dans des conditions difficiles (atténuation et bruit importants).

3 Détection de l'information : boucle à verrouillage de phase [1] p.40-44, [2]

Matériel

- VCO Thandar
- Carte Multiplieur-Sommateur (**penser à raccorder le point C à la masse !**)
- Passe bas (1 k Ω , 100 nF)

Mise en place

- Montrer le fonctionnement du VCO en l'alimentant avec une tension continue (entrée SWEEP IN) et en observant la fréquence de la tension en sortie (50 Ω OUT). Se placer à $f_0 = 100 \text{ kHz}$. Eventuellement tracer une droite tension d'entrée-fréquence de sortie (voir [1], II.2 p.42), et en déduire K_0
- Réaliser la boucle selon le schéma ci-dessous. Prendre pour v_e un signal modulé de porteuse 100 kHz au GBF.

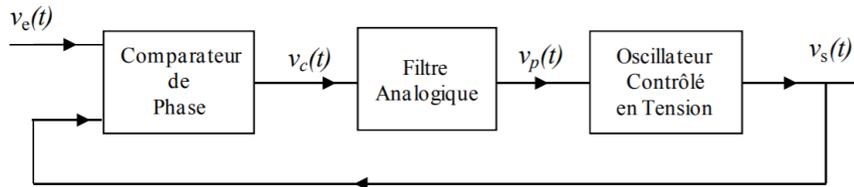


Figure 1. Schéma fonctionnel dans le domaine temporel

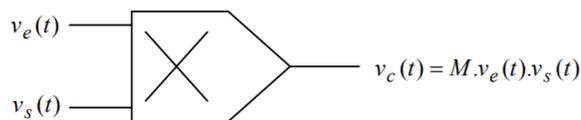


Figure 2. Comparateur de phase (circuit multiplieur).

- Montrer que le comparateur de phase va démoduler sur un exemple de signal
- Montrer les plages de capture et les plages de verrouillage.
- Mettre la somme de deux signaux modulés (si possible moduler avec des musiques pour pouvoir les envoyer ; utiliser l'entrée modulate à l'arrière des GBF et choisir la source externe pour FM, et **mettre une grande fréquence de déviation** de l'ordre de 50 kHz)

Exploitation

- Le VCO a une fréquence qui dépend de sa tension d'entrée avec $f = f_o + Ks(t)$, avec f_0 qu'on peut régler sur le VCO.
- Le multiplieur va multiplier le signal du GBF avec un VCO qu'on asservit pour avoir la bonne fréquence pour démoduler
- De fait on va avoir en sortie du passe bas le signal démodulé.
- Si on envoie deux signaux additionnés qui encodent chacun une musique (avec 100 et 180 GHZ par exemple), on peut montrer le principe d'une radio en réglant le VCO.

Biblio

- 1 "Compilation des TP d'électricité" poly de JBD, p.38 à 44
- 2 Cours systèmes bouclés JBD p.43-49