

TP Modulation d'amplitude

Ewen Le Bihan, Gaya Ait-Hamouda

2021-10-01

2 Modulation d'amplitude

2.1 Modulation sans porteuse: signal modulant sans composante continue

2.1.1 Prédétermination théorique

Allure du signal produit Soit f_p la fréquence de la porteuse et f_m celle du signal modulant.

$$\begin{aligned} s(t) &= \frac{\sin(2\pi f_p t) \sin(2\pi f_m t)}{10} \\ &= \frac{1}{10} \frac{\cos(2\pi(f_p - f_m)t) - \cos(2\pi(f_p + f_m)t)}{2} \end{aligned}$$

On s'attend donc à un signal:

- Déphasé de $-\frac{\pi}{2}$ (dû à l'apparition de cos au lieu des sin)
- Avec une amplitude A divisée par 20

Spectre théorique En ce qui concerne le spectre, on s'attend à observer deux raies:

- à $f_p + f_m$
- à $f_p - f_m$

Justification du nom Le signal est transmis sans en changer l'amplitude: *la porteuse est de même amplitude que le modulant*, d'où le nom.

2.1.2 Mise en œuvre expérimentale

On choisi $\begin{cases} f_p &= 1 \text{ kHz} \\ f_m &= 100 \text{ Hz} \\ A &= 2 \text{ V} \end{cases}$

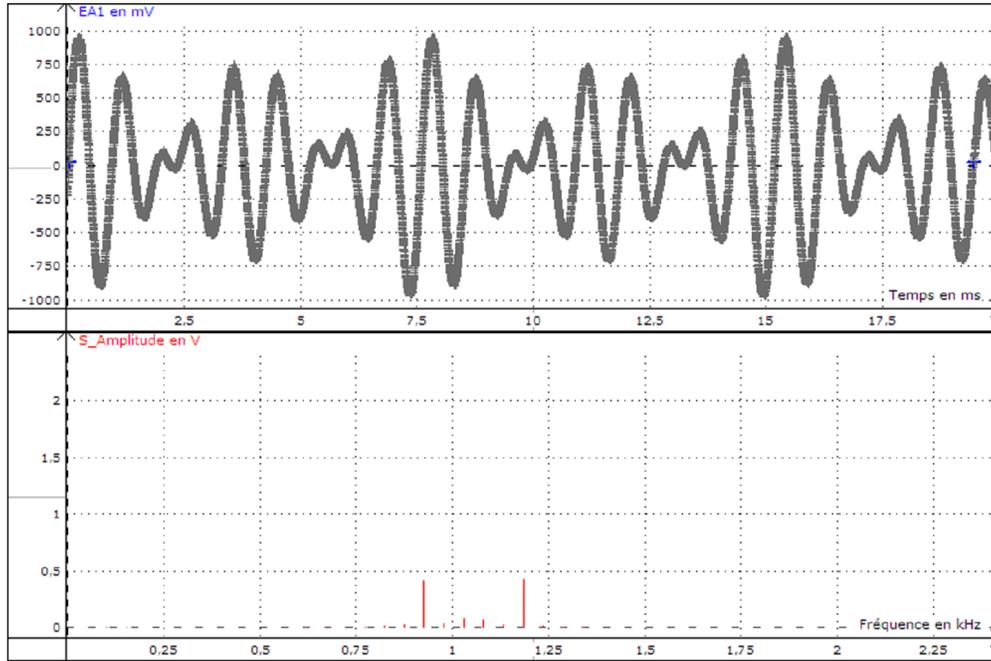


Figure 1: Signal et spectre en amplitude de $s(t)$

Analyse des résultats On obtient un signal à deux fréquences prédominantes:

- $0.9 \text{ kHz} = f_p - f_m$
- $1.1 \text{ kHz} = f_p + f_m$

L'amplitude est de $0.5 \text{ V} \gg \frac{2}{20}$, ce qui est trop élevé.

2.2 Modulation avec porteuse: signal modulant avec une composante continue

2.2.1 Prédétermination théorique

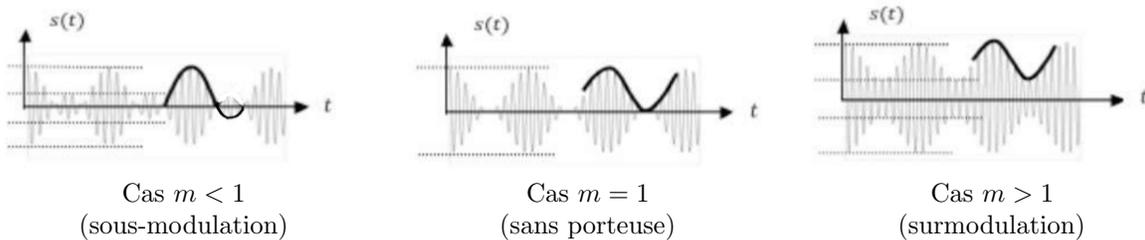


Table 1: Conditions sur le taux de modulation

Dans le cas $m < 1$, une partie de l'information (la partie du signal qui se retrouve sous l'axe temporel) sera perdue lors d'une détection d'enveloppe *supérieure*.

L'information sera rendue correctement dans le cas $m \geq 1$

Etude spectrale du signal modulé

Nom On appelle cette modulation *surmodulation* car l'amplitude est augmentée.

Puissances

$$\langle s_m(t) \rangle = \sqrt{S_0^2 + \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} S_{m_n}^2}$$

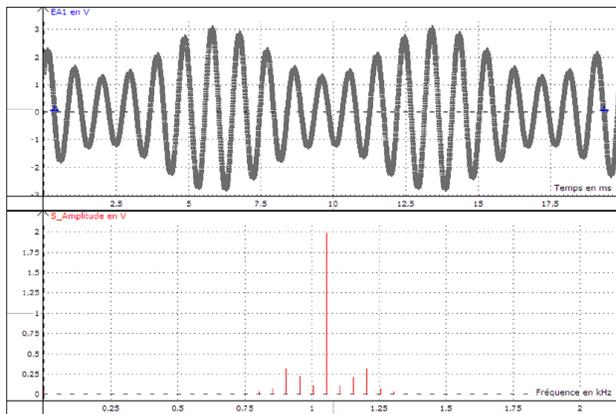
$$\langle s_p(t) \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{n=0}^{+\infty} S_{p_n}^2}$$

Spectre avec signal continu

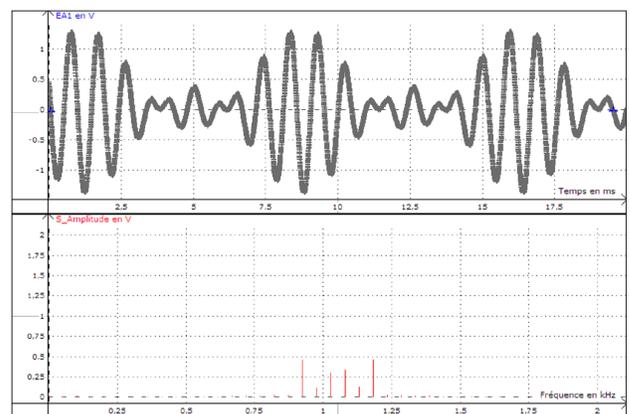
Largeur relative

Vitesse de propagation Si la porteuse possède une fréquence dont la vitesse de propagation diffère significativement de celle du modulant, l'information pourrait être perdue, à cause d'une déformation du signal trop importante.

2.2.2 Mise en œuvre expérimentale



Surmodulation ($m > 1$)



Sous-modulation ($m < 1$)

Analyse En cas de sous-modulation, on observe un rebroussement du signal à l'extrémité d'une période (une courte partie est inversée symétriquement à l'axe horizontal).

2.2.3 Signal créneau

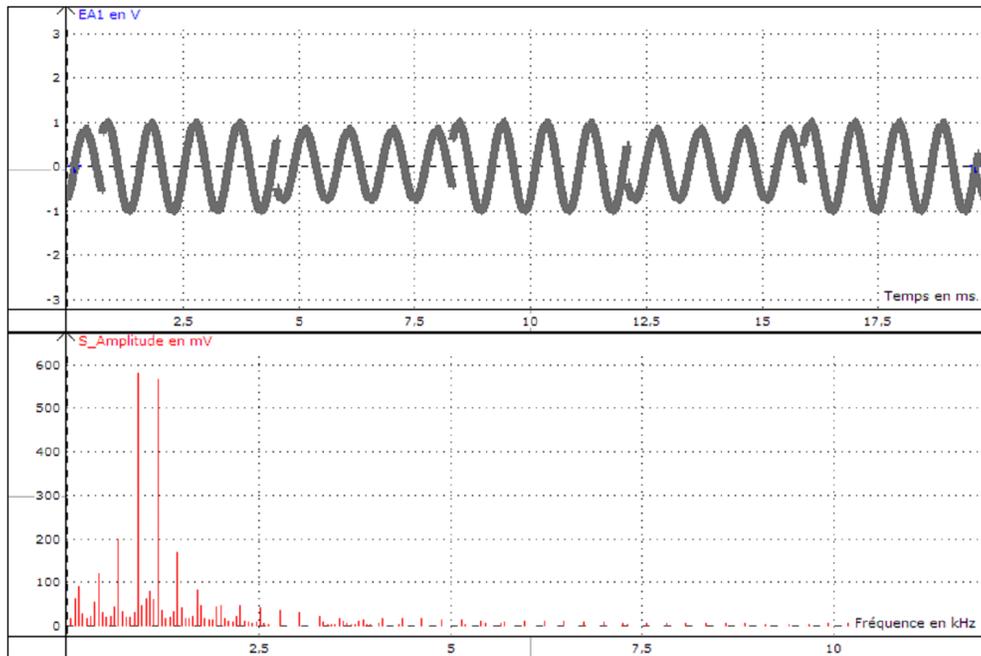


Figure 2: Signal modulant créneau

On observe de nombreuses raies parasites dans le spectre en fréquences, dues à la nature discontinue du signal carré.

2.3 Démodulation par détection d'enveloppe (détection asynchrone)

2.3.1 Prédétermination théorique

Le cas de surmodulation ($m > 1$) permet la récupération du signal.

Diode passante Quand la diode est passante, le condensateur se charge et $u(t)$ suit $s(t)$

$$u(t) = s(t)$$

Diode bloquée Le condensateur se décharge progressivement jusqu'à ce que la diode soit de nouveau passante

Condition sur RC

Si RC trop grand La diode condensateur se décharge trop vite, et la détection d'enveloppe supérieure échoue.

Si RC trop faible $u(t)$ restera très souvent supérieur à $s(t)$, et la diode ne sera quasiment jamais passante, on perd toute l'information

Expérimentalement, on obtient un résultat satisfaisant avec $R = 1.46 \text{ M}\Omega$, et la double inégalité est

$$\leq RC \leq$$

2.3.2 Réalisation expérimentale

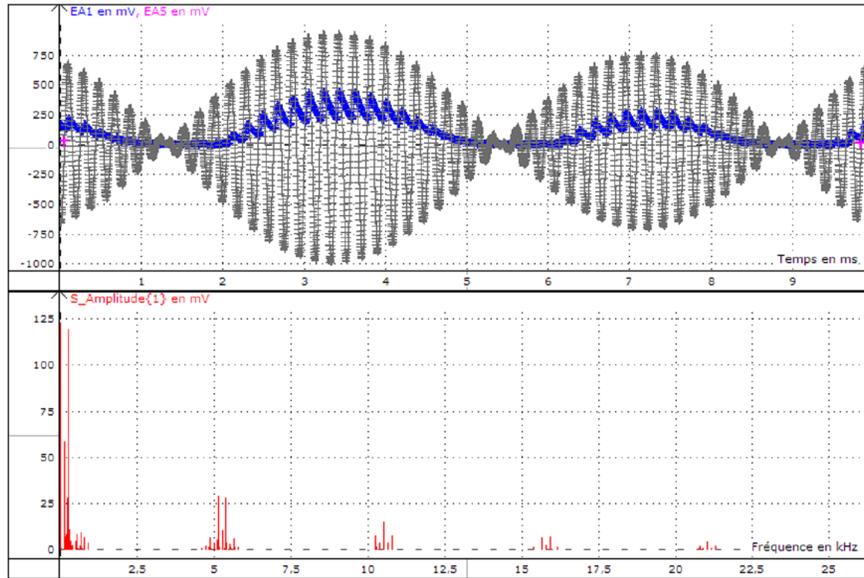


Figure 3: Démodulation d'un signal à 5 kHz

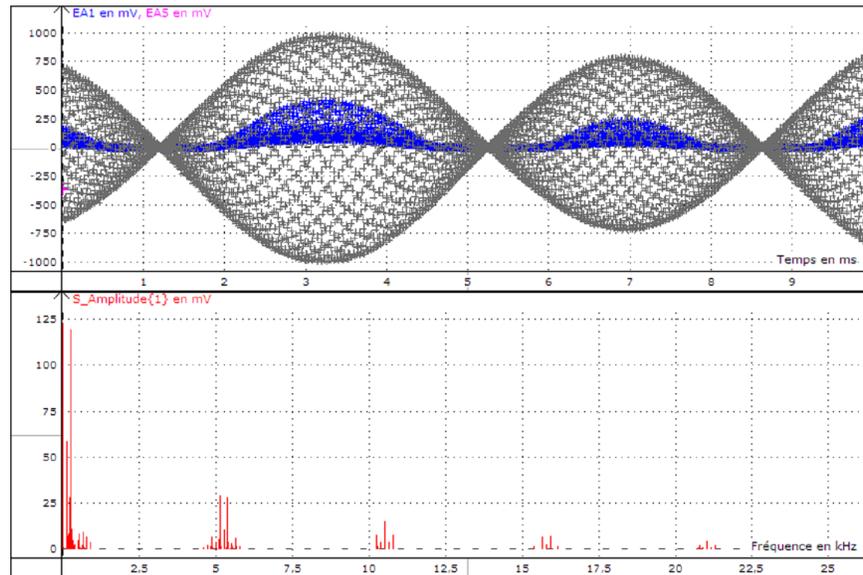


Figure 4: Démodulation d'un signal à 50 kHz

On remarque que la fréquence du signal démodulé correspond à celle du modulant, ce qui signifie que le signal a été correctement démodulé. On observe également une importante différence d'amplitude — une grande partie est due à la surmodulation (et à la division par 10 du multiplicateur), et le reste provient du décalage de tension u_D de la diode.

2.4 Démodulation par détection synchrone

2.4.1 Prédétermination théorique

2.4.2 Mise en œuvre expérimentale

— On n'a pas eu le temps —