

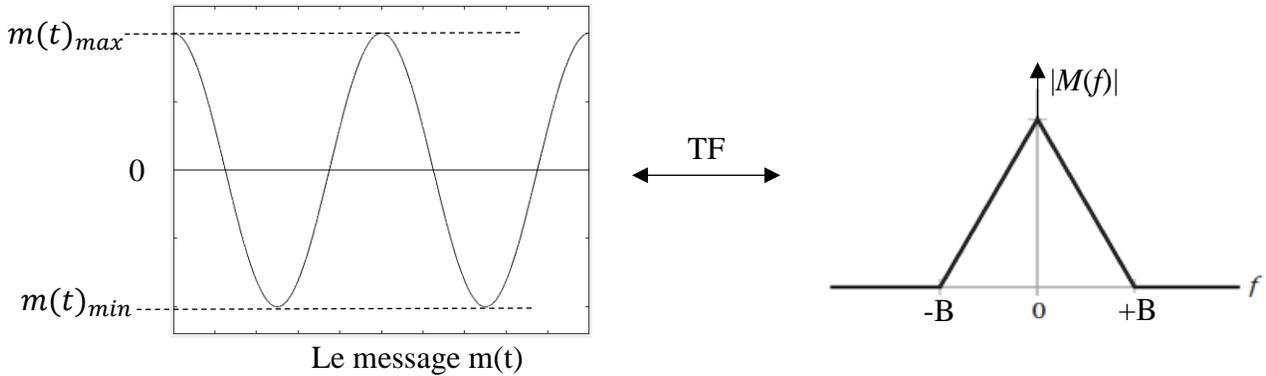
Chapitre 3. La modulation et démodulation d'amplitude

3.1. Modulation AM ordinaire :

La modulation d'amplitude consiste à transmettre un signal (information ou message) de basse fréquence f_m ($0 < f_m < B$ où B est la bande passante) au moyen de l'amplitude d'une porteuse de haute fréquence f_p . Dans ce cas l'amplitude de la porteuse $p(t)$ varie linéairement avec le signal modulant $m(t)$.

Considérons une porteuse sinusoïdale $p(t)$ tel que : $p(t) = A_p \cos(2\pi f_p t)$.

Le signal portant l'information est noté par $m(t)$.



L'amplitude A_p après modulation devient une fonction linéaire de $m(t)$:

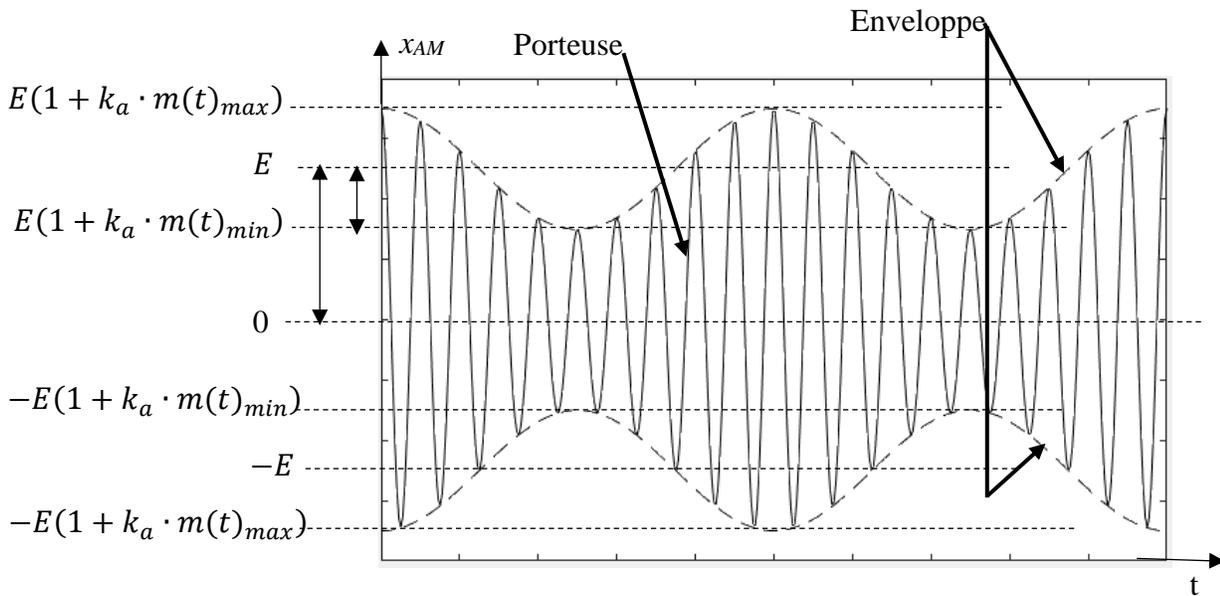
$$x_{AM} = (a + b \cdot m(t)) \cos(2\pi f_p t)$$

Cette équation s'écrit de la forme :

$$x_{AM} = E(1 + k_a \cdot m(t)) \cos(2\pi f_p t)$$

k_a est la sensibilité d'amplitude du modulateur AM.

La fonction $E(1 + k_a \cdot m(t))$, qui représente l'information, est l'enveloppe du signal AM.



On définit l'indice ou le taux de modulation par l'expression :

$$\mu = k_a \cdot |m(t)_{min}|$$

En utilisant les propriétés suivantes:

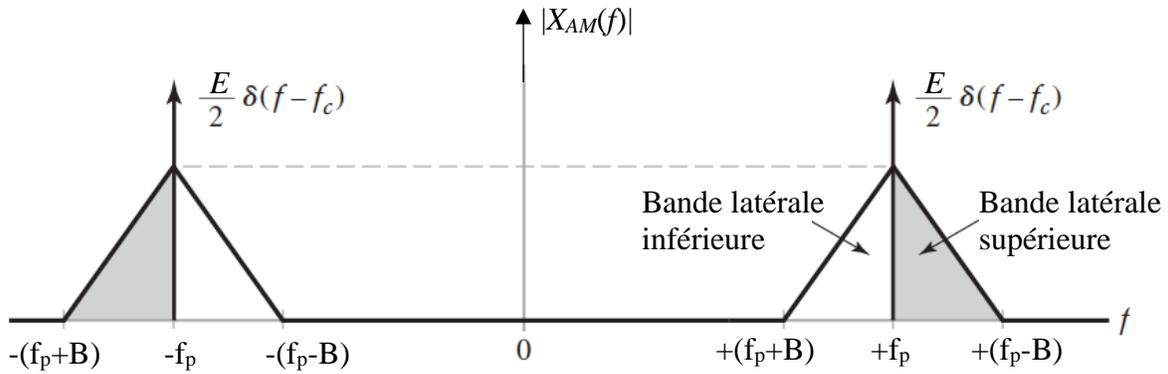
$$\cos(2\pi f_c t) = \frac{1}{2} [\exp(j2\pi f_c t) + \exp(-j2\pi f_c t)]$$

$$\exp(j2\pi f_c t) \iff \delta(f - f_c)$$

$$m(t) \exp(j2\pi f_c t) \iff M(f - f_c)$$

on peut déterminer la transformée de Fourier du signal x_{AM} :

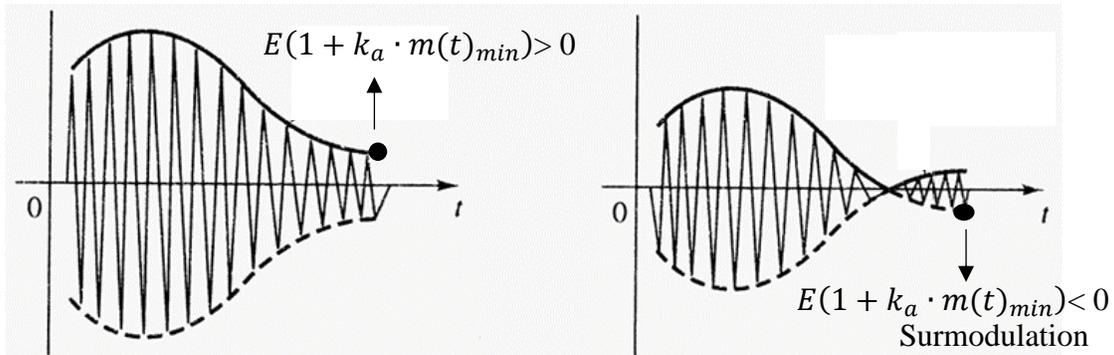
$$X_{AM}(f) = \frac{E}{2}(\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)) + \frac{k_a E}{2}(M(f - f_c) + M(f + f_c))$$



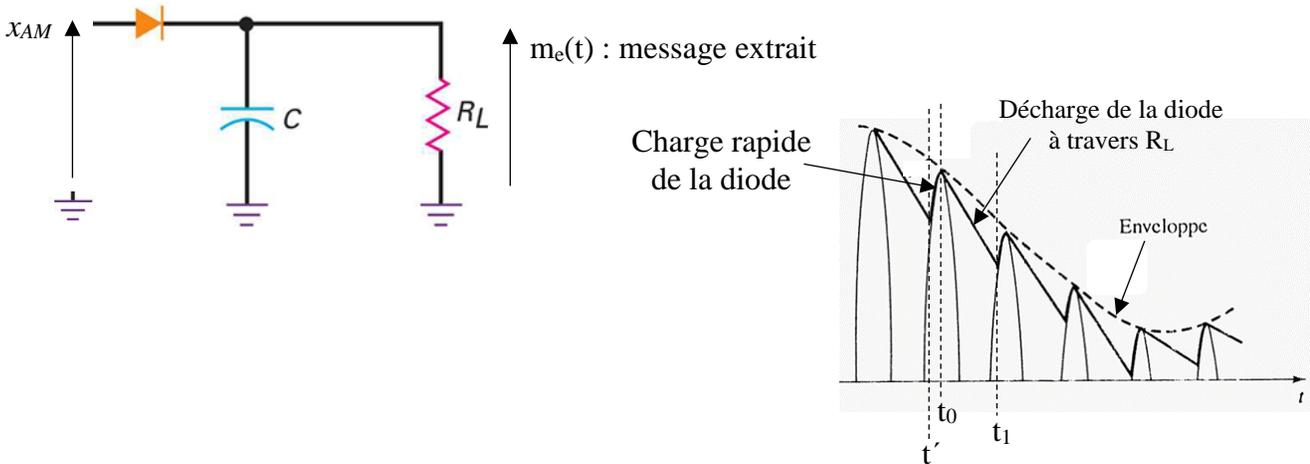
3.2. Démodulation d'un signal AM par un détecteur d'enveloppe ou de crête

Pour qu'un détecteur de crête extrait correctement l'information $m(t)$, la condition suivante doit être satisfaite :

$$1 + k_a \cdot m(t)_{min} > 0 \Rightarrow \mu < 1$$



Un détecteur de crête est constitué d'un redresseur simple alternance et d'un filtre RC passe-bas.



On distingue deux états de la diode :

- Pour $t' < t < t_0$ ($u_c(t) < x_{AM}(t)$), la diode conduit et le condensateur C se charge rapidement à travers r_d de la diode de tel sorte que : $m_e(t) \approx x_{AM}(t)$.
- Pour $t_0 < t < t_1$ ($u_c(t) > x_{AM}(t)$), la diode se bloque et condensateur C se décharge à travers R_L :

$$m_e(t) = x_{AM}(t_0) \exp\left(-\frac{t-t_0}{R_L C}\right)$$

Notons que la condition pour que le circuit de détection suive en tout t l'enveloppe du signal AM est la suivante :

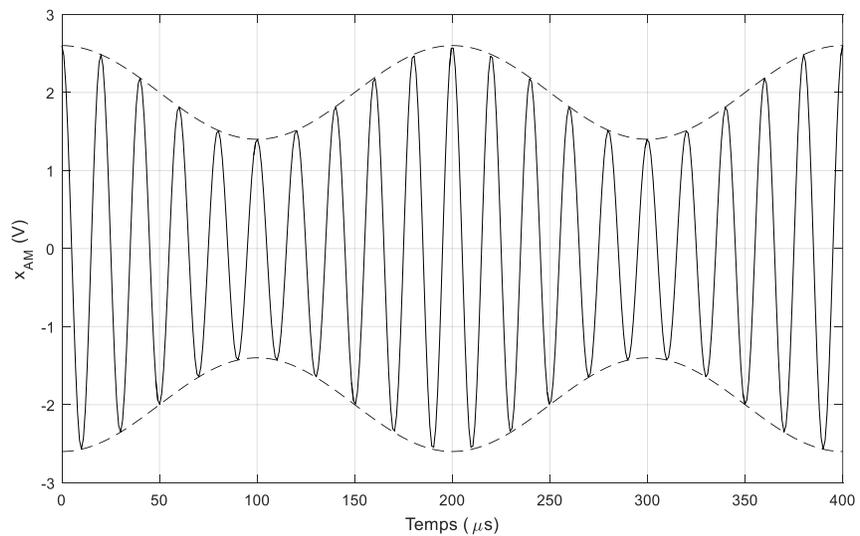
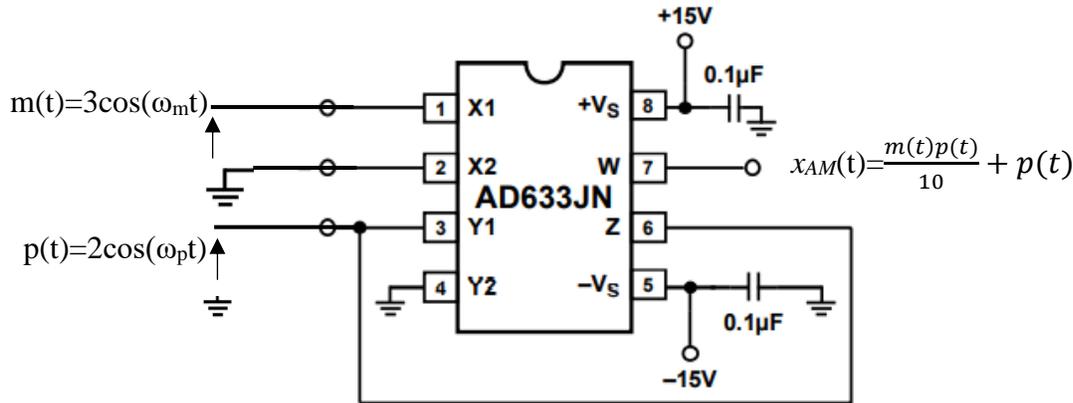
$$RC \leq \frac{1}{\omega_m} \frac{\sqrt{1-\mu^2}}{\mu}$$

Démonstration : voir page 63

http://sylvain.larribe.free.fr/livres/PDF/communication_Hwei_HSU/edition_1/plus/Communications_analogiques_numeriques_Hwei_HSU_ocr.pdf

Exemple :

Le circuit AD633 est utilisé pour moduler l'amplitude d'une porteuse $p(t)$ par le message $m(t)$.
 $\omega_p = 10^5 \pi$ rad/s, $\omega_m = 10^4 \pi$ rad/s.



```
clear;
clc;
fm=5e3;Tm=1/fm;
fp=5e4;Tp=1/fp;
t=linspace(0,2*Tm,round(Tm/Tp)*1000);
fe=1/(t(2)-t(1));
mt=3*cos(2*pi*fm*t);
pt=2*cos(2*pi*fp*t);
xam=mt.*pt/10+pt;
figure(1);
plot(1e6*t,xam,'k-');hold on;
plot(1e6*t,2*(1+mt/10),'k--'); hold on;
plot(1e6*t,-2*(1+mt/10),'k--');grid on;
axis([0 1e6*2*Tm -3 3]);
ylabel('x_AM (V)');
xlabel('Temps (\mus)');
XAM=1/length(t)*fftshift(fft(xam));
f=linspace(-fe/2,fe/2,length(t));
figure(2);
stem(1e-3*f,abs(XAM),'k');grid on;
axis([-1e-3*(fp+4*fm) 1e-3*(fp+4*fm) 0 1.2]);
xlabel('Fréquence (kHz)');
ylabel('|X_AM(f)|');
```

