

Cours 29 : Modulations AM

Imaginez-vous que vous parlez avec votre collègue A vous parlez avec une onde de basse fréquence.

alors votre collègue B qui est au département ne peut pas vous entendre parce que l'onde se diminue en fonction du temps et de distance.

vous êtes un émetteur votre collègue est un récepteur

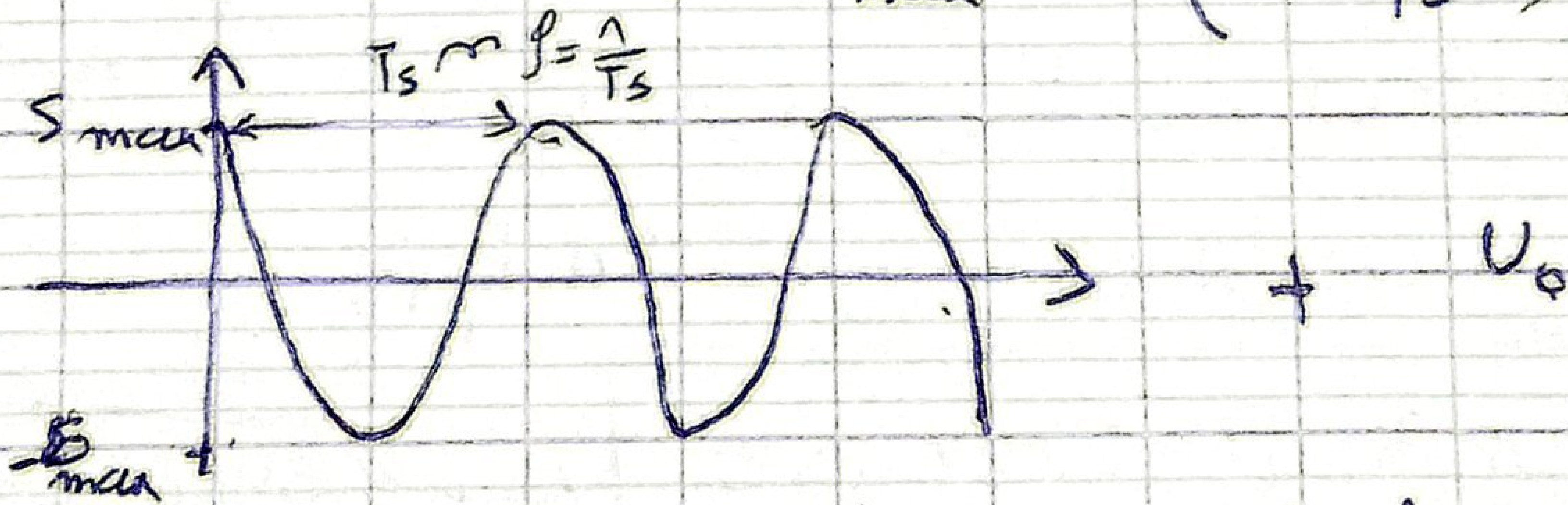
alors pour permettre réaliser cette communication à grande distance et pour faire transmettre un message faible fréquence pendant des grandes distances on utilise une onde porteuse et un multiplicateur c'est ce qu'on appelle la modulation.



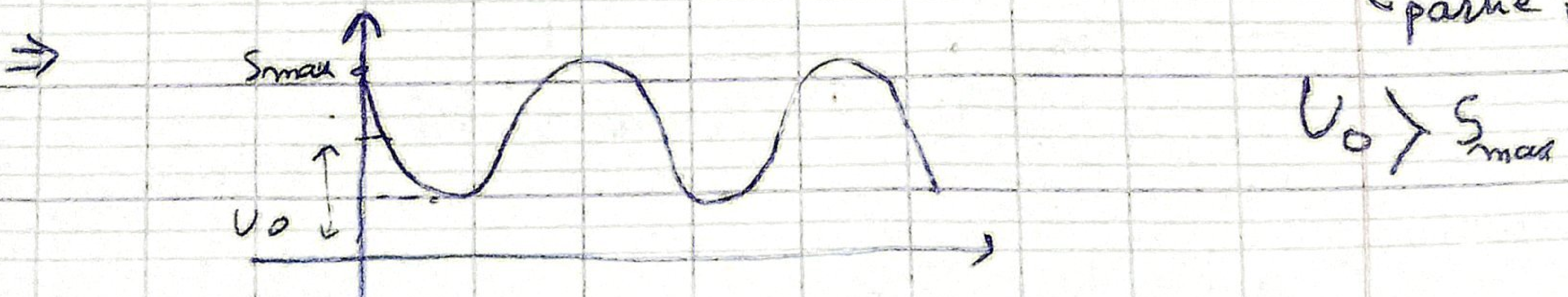
microphone qui change le son à un signal électrique

ou bien une tension électrique s'écrit sous la forme

d' sinusoidal :
$$S(t) = S_{max} \cos(2\pi f_s t)$$



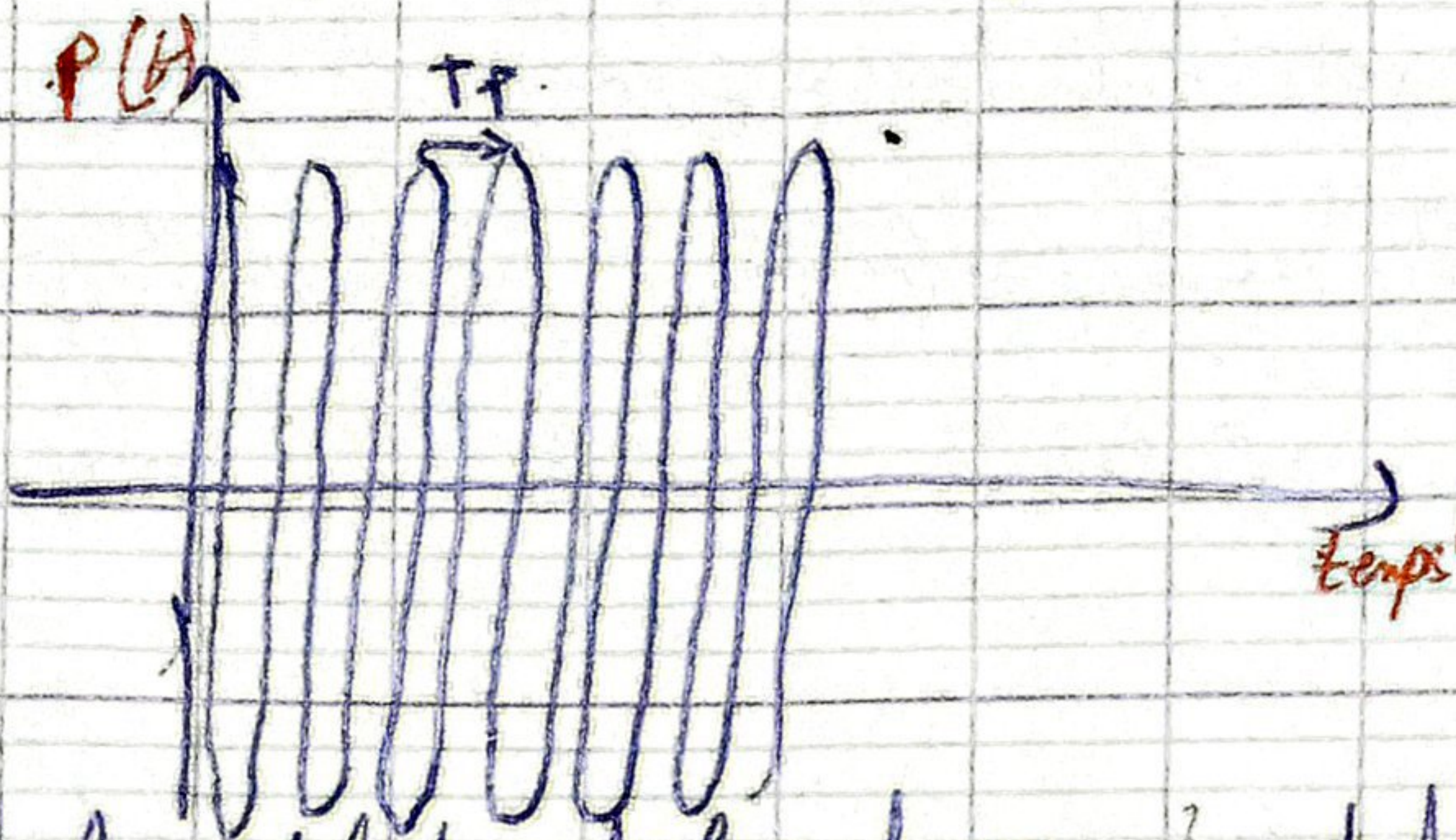
on ajoute une tension continue de décalage U_0 (pour annuler la partie négative de)



$$S(t) = S_m \cos(2\pi f_s t) + U_0$$

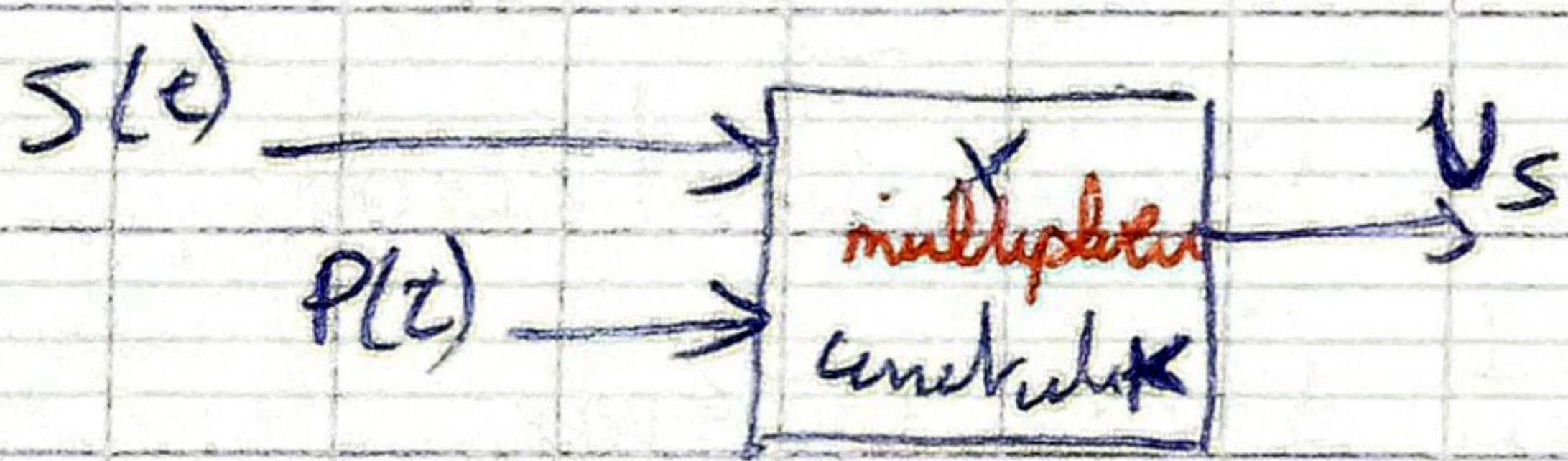
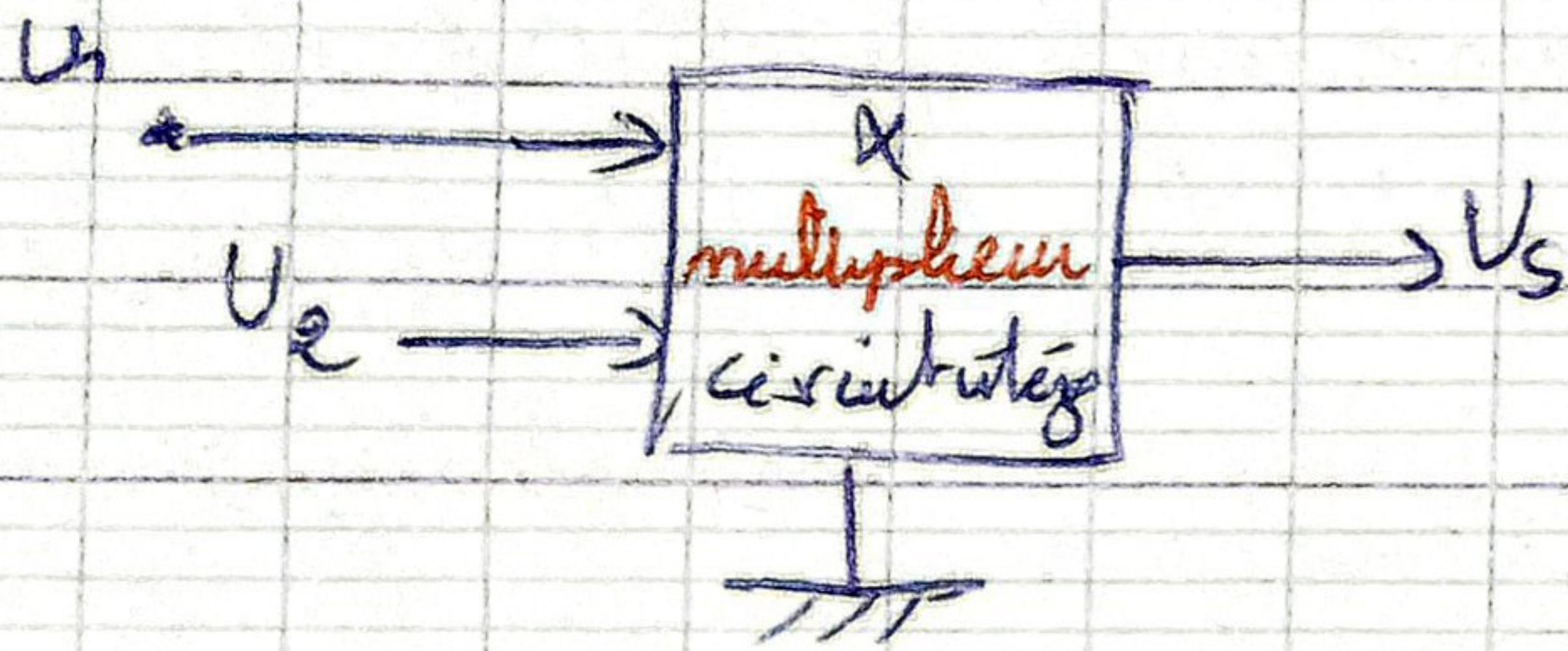
* onde porteuse e'est un signal de Haute frequence

$$P(t) = P_{max} \cos(2\pi F_p t)$$



$F_p > 10 f_s$
pour assurer la
Modulation

on a le signal modulant et la porteuse maintenant pour que la porteuse porte le signal
on a dit que c'est la modulation ; on a besoin d'une onde porteuse et un multiplieur on utilise un multiplieur



on appelle S(t) signal modulant
P(t) porteur
U(s) modulé

→ $U_s(t) = K \cdot S(t) \cdot P(t) \equiv$ signal modulé ← la forme du signal modulé en amplitude

$$= K \left[S_{max} \cos(2\pi f_s t + \phi_0) \right] \cdot P_{max} \cos(2\pi F_p t)$$

$$U_s(t) = K U_0 P_{max} \left[\frac{S_m}{U_0} \cos(2\pi f_s t + \phi) \right] \cdot (\cos 2\pi F_p t)$$

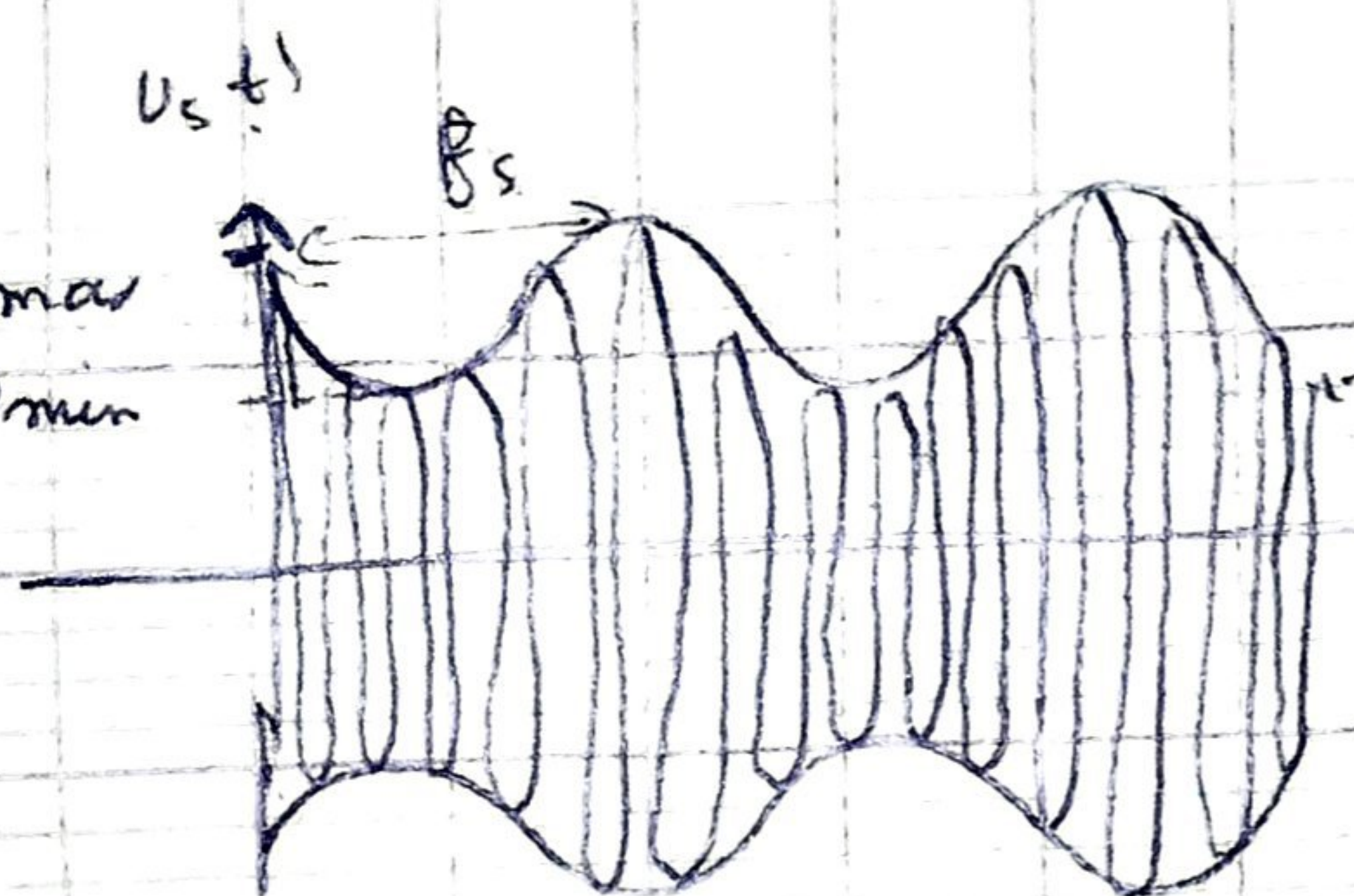
$$U_s(t) = \underbrace{A}_{\text{Amplitude}} \left[\underbrace{m \cos(2\pi f_s t + \phi)}_{\text{Amplitude}} \right] \cos(2\pi F_p t) \leftarrow \text{Borne temporelle}$$

avec $A = K U_0 P_{max}$ et $m = \frac{S_{max}}{U_0} \leftarrow$ l'indice de modulation

d'amplitude.

$U_{sm}(t) = A [m \cos(2\pi f_s t + \phi)]$ qui est une amplitude variable en fonction du temps et de.

amplitude max = U_{max}
 amplitude min = U_{min}



→ représentation du signal modulé

$$\left. \begin{aligned} U_{max} - U_{min} &= 2Am \\ U_{max} + U_{min} &= 2A \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} &= m \end{aligned} \right\}$$

le taux de modulation ou indice de modulation

les conditions pour avoir une modulation de bonne qualité:

$$\begin{cases} m < 1 \\ F_p > 10 \beta_s \end{cases} \quad m = \frac{S_m}{U_0} \quad U_0 > S_m$$

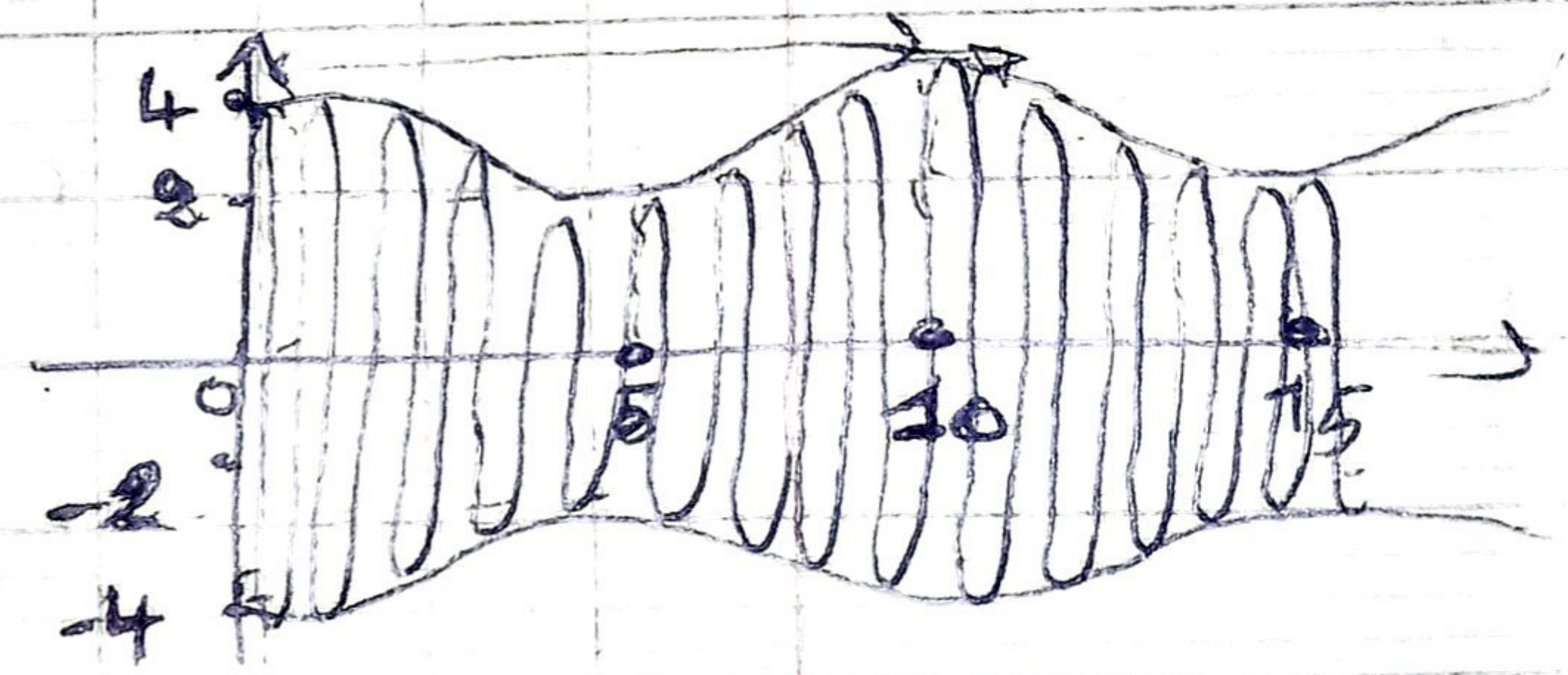
$\beta_s \equiv$ la fréquence du signal modulé

Simple exercice d'Application:

déterminer le taux de modulation.

$$m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} = \frac{4 - 2}{4 + 2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$m = 0,33 = 33\%$$



déterminer la période fréquence de porteur F_p

$$T_s = 10ms = 0,01s \Rightarrow \beta_s = \frac{1}{0,01} = 100Hz = \boxed{0,1KHz}$$

$$10T_p = T_s \quad 10T_p = 10ms \Rightarrow T_p = 1ms = 10^{-3}s$$

$$\Rightarrow f_p = \frac{1}{10^{-3}} = 1000Hz = 1KHz$$

la condition de modulation

$$\begin{cases} m < 1 \quad \checkmark \\ F_p > 10\beta_s \end{cases}$$

$$F_p = 1KHz \\ \beta_s = 0,1KHz$$



forme spectrale du signal modulé:

Suite cours Modulation: suite page: "le spectre de fréquence"

$$u_s(t) = A [m \cos(2\pi f_s t) + 1] \cos(2\pi F_p t)$$

$$= A \cos(2\pi F_p t) [m \cos(2\pi f_s t) + 1]$$

$$= \frac{Am}{2} \cos(2\pi F_p t) \cdot \cos(2\pi f_s t) + (A \cos 2\pi F_p t)$$

(1)

$$\cos(a) \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a-b) + \cos(a+b)]$$

donc

$$= \frac{Am}{2} \cos(2\pi (F_p - f_s)t) + \frac{Am}{2} \cos(2\pi (F_p + f_s)t) + A \cos(2\pi F_p t)$$

l'exprime

~~soit~~ sous la forme d'une sommation de 3 tensions

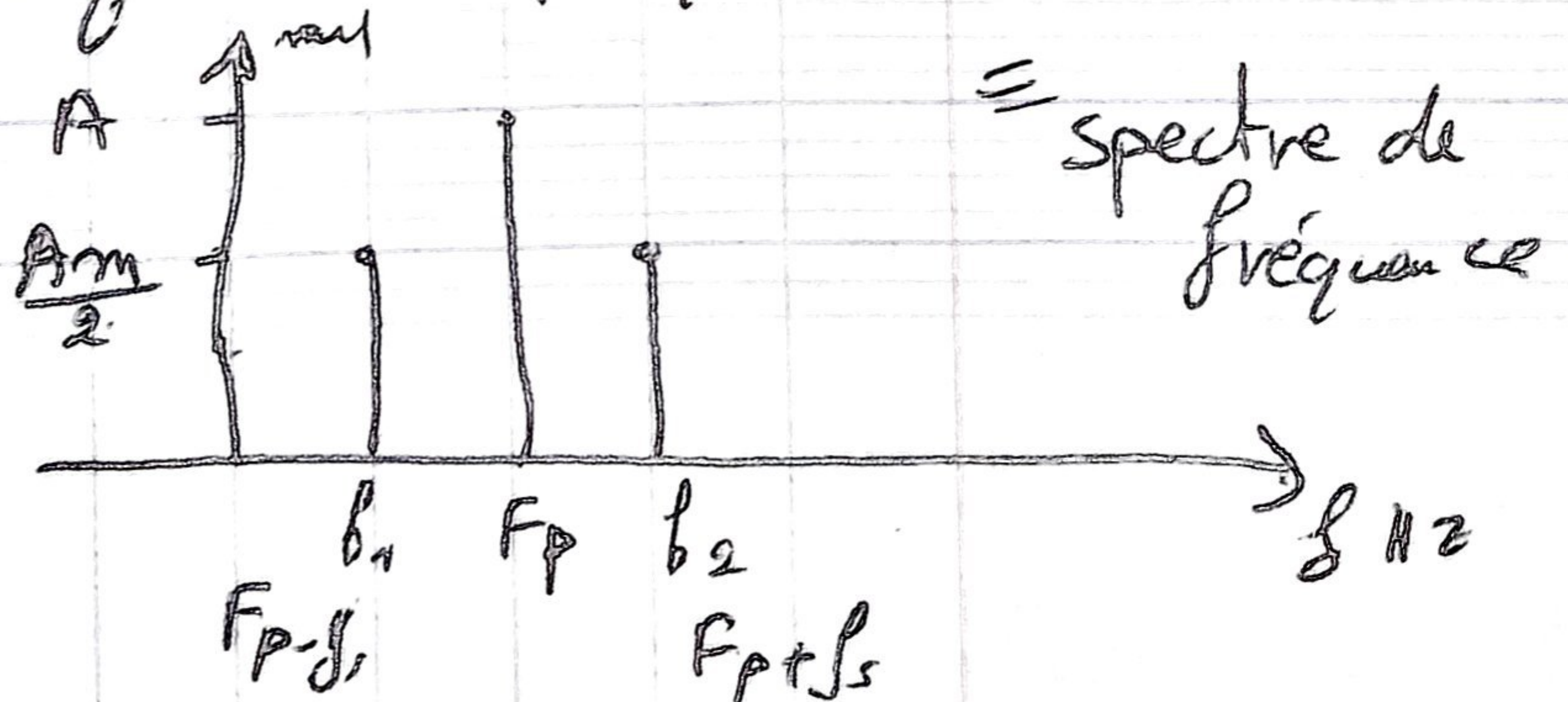
chaque tension est caractérisées par amplitude et fréquence

$$u_s(t) = \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_1 t) + \frac{Am}{2} \cos(2\pi f_2 t) + A \cos(2\pi F_p t)$$

$$f_1 = F_p - f_s \quad f_2 = F_p + f_s$$

ou Spectre échelle d'amplitude en fonction de fréquence

Cours 5/11



La puissance du signal modulé

$P_{\text{totale}} \equiv$ puissance du signal modulé
avec $\left| P_{\text{totale}} = P_{\text{utile}} + P_{\text{perturb}} \right|$

et $\left| P_{\text{utile}} = P_{\text{BLS}} + P_{\text{BLI}} \right|$

puissance de la
Bande latérale
supérieure

puissance de la bande
latérale inférieure

$$\left\{ P_{\text{BLI}} = P_{\text{BLS}} = \left(\frac{A_m}{2} \right)^2 \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ P_{\text{utile}} = \frac{\left(\frac{A_m}{2} \right)^2}{2} + \frac{\left(\frac{A_m}{2} \right)^2}{2} \right\} \quad \left| P_{\text{perturb}} = P = \frac{A_p^2}{2} \right|$$

$$\left| P_{\text{total}} = P_p \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) \right|$$

L'efficacité de Modulation (rendement)

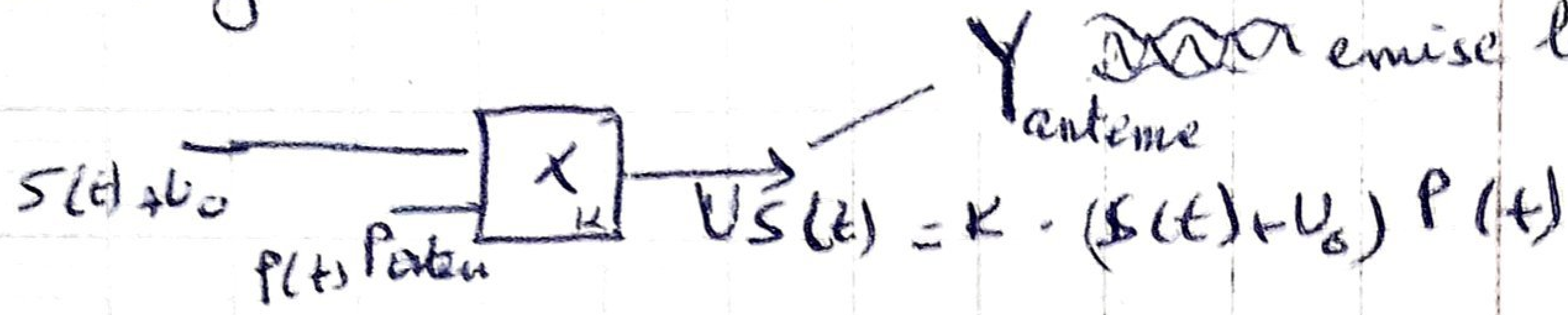
$$\left| \eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{totale}}} \right|$$

$$\text{aussi } \left\{ P_{\text{utile}} = 2 \left(\frac{A_m^2}{4} \right) = \frac{m^2}{2} P_p \right\}$$

$$\left| \eta = \frac{\frac{m^2}{2} P_p}{P_p \left(1 + \frac{m^2}{2} \right)} \right|$$

démodulation AM: "détecteur de crête = détecteur d'enveloppe"

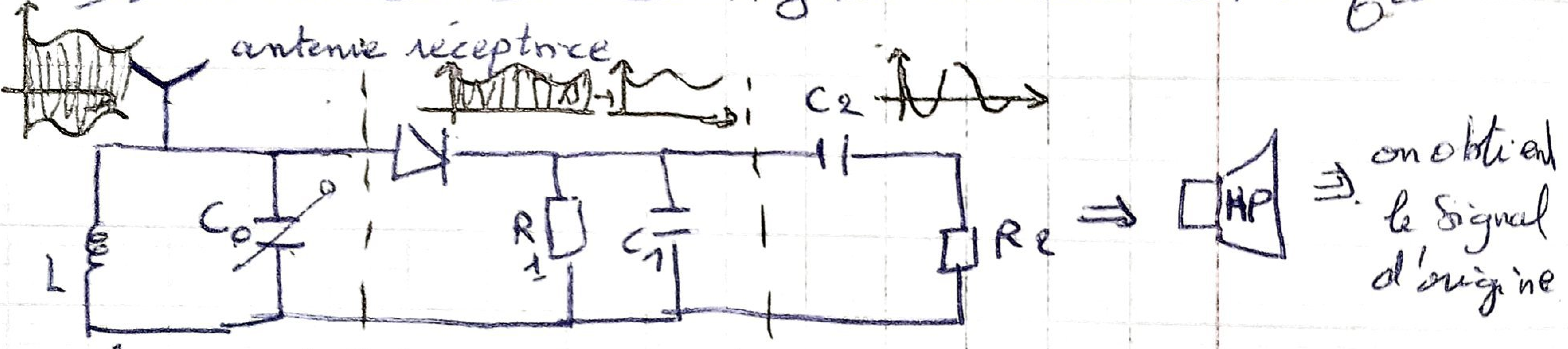
on a un signal modulé sort d'une antenne émettrice



emise le signal modulé avec fréquence F_p

maintenant pour recevoir le signal modulé. on fait la démodulation. selon le montage suivant:

la démodulation d'un signal modulé est se fait



la démodulation est composée de 3 blocs:

bloc 1	bloc 2	Bloc 3
circuit accordé	détecteur d'enveloppe ou bien de modulation composé de diode	circuit filtre passe Haut.
son rôle est:	et passe bas	son rôle est:
① la réception ② sélection de l'onde modulée	son rôle: ① éliminer les tensions négatives	d'éliminer la tension de décalage
le circuit LC est caractérisé par une	condition	
fréquence F_0	condition	
condition:	condition	
$F_0 = F_p$	$T_p \ll T_s \ll T_s$	
$\frac{1}{T_0} = \frac{1}{T_p}$	$T_p \ll R_1 C_1 \ll T_s$	
$\Rightarrow \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = F_p$	car R_1 est grande	

Type de modulation AM

pour économiser la puissance transmise, on peut supprimer la raie à la fréquence porteuse et/ou supprimer une des deux bandes (B2U).

→ la première technique s'appelle : Modulation d'amplitude sans porteuse → la 2^{ème} modulation d'amplitude bande latérale Unique

→ l'avantage de la 2^{ème} est de réduire en plus l'occupation de la bande occupée

en portable : la puissance émise est délimitée par la batterie

②

Inconvénient de modulation AM.

1 → sensibilité aux bruits et aux interférences

2 → efficacité spectrale limitée

3 → surmodulation : $m > 1 \equiv$ surmodulation

$m = 1 \equiv$ sous modulation

$m < 1 \equiv$ bonne qualité de modulation

4 → consommation d'énergie

5 → qualité sonore inférieure