BTS Electronique : 1990	Corrigé	Transmetteur d'alarme téléphonique	pages 1 et 2

A) Génération numérique de signaux sinusoïdaux :

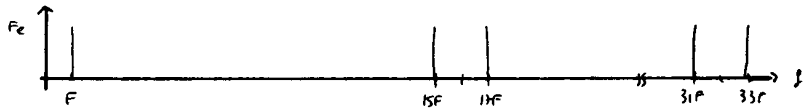
1) Règle de Shannon → $F_e \geq 2F$

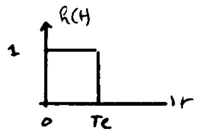
$e(t) = F_e + 2F_e \sum \cos(2\pi k F_e t)$

$s^*(t) = s(t) \times e(t)$

$= \sin 2\pi F t \times \left(F_e + 2F_e \sum \cos(2\pi k F_e t) \right)$

$= F_e \sin 2\pi F t + F_e \sum_{k=1}^{\infty} \left(\sin 2\pi F(1 + Nk) t - \sin(2\pi F(Nk-1) t) \right)$



2) 

$\mathcal{L}(R(t)) = B(p)$ transmittance du bloqueur.

$B(p) = \frac{1}{p} - \frac{1}{p} e^{-T_e p} = \frac{1 - e^{-T_e p}}{p}$

$\underline{B}(j\omega) = \frac{1 - e^{-T_e j\omega}}{j\omega} = \frac{2}{\omega} \sin \frac{\omega T_e}{2} \, e^{-j\frac{\omega T_e}{2}} \rightarrow \begin{cases} \text{module} & B(f) = T_e \frac{\sin \pi f/f_e}{\pi f/f_e} \\ \text{argument} & \Phi(f) = -2\pi f \frac{T_e}{2} \end{cases}$

(→ retard $\frac{T_e}{2}$)

3) fondamental : $f = \frac{F_e}{16}$ $B = 0{,}99\,T_e$ → amplitude $0{,}993 = F$

harmonique 1	$f = \frac{15 F_e}{16}$	$B = 0{,}066\,T_e$	→ amplitude $0{,}066 = H_1$
harmonique 2	$\frac{17 F_e}{16}$	$0{,}058$	$0{,}058 = H_2$
harmonique 3	$\frac{31 F_e}{16}$	$0{,}032$	$0{,}032 = H_3$
harmonique 4	$\frac{33 F_e}{16}$	$0{,}030$	$0{,}03 = H_4$

taux de distorsion : $t = \frac{\sqrt{H_1^2 + H_2^2 + \dots}}{F} = 0{,}1 = 10\%$

B) Etude du haut-parleur :

$\delta F_0 = -S \cdot \delta p_0(t)$

$m \frac{d^2x}{dt^2} = \delta F_0 - k_H x - k_E x - \alpha_H \frac{dx}{dt} - \alpha_E \frac{dx}{dt}$

$\Rightarrow m \frac{d^2x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + kx = A\,\delta p_0(t)$ avec $\begin{cases} \alpha = \alpha_H + \alpha_E \\ k = k_H + k_E \\ A = -S \end{cases}$

on en déduit $m p^2 X(p) + \alpha p X(p) + k X(p) = A\,\delta P_0(p)$

d'où : $\frac{X(p)}{\delta P_0(p)} = \frac{A}{m p^2 + \alpha p + k}$

et, enfin $V(p) = p\,X(p) = \frac{A p}{m p^2 + \alpha p + k} \cdot \delta P_0(p)$

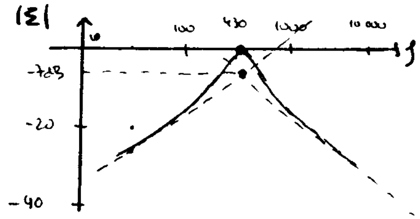
$E(p) = B\ell\,V(p) = \frac{B\ell A p}{m p^2 + \alpha p + k} \delta P_0(p)$ et $\sigma(p) = \frac{E(p)}{\delta P_0(p)} = \frac{B\ell A p}{m p^2 + \alpha p + k}$

$\Rightarrow \sigma(p) = -\frac{B\ell S}{\alpha} \cdot \frac{\frac{\alpha}{m} p}{p^2 + \frac{\alpha}{m} p + \frac{k}{m}}$ soit $\sigma(p) = \sigma_0 \frac{2 m \omega_0 p}{p^2 + 2 m \omega_0 p + \omega_0^2}$

avec $\sigma_0 = \frac{B\ell S}{\alpha}$ $m = \frac{\alpha}{2\sqrt{km}}$ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

AN : $\begin{cases} \sigma_0 = 5{,}67 \cdot 10^{-3}\ \text{V/Pa} \\ k_E = 5000 \\ \alpha_E = 1\ \text{Nm}^{-1} \end{cases}$

$\Sigma(f) = \frac{\sigma(f)}{\sigma_0} = \frac{2m\, j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + 2mj\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$ avec $\begin{cases} \omega_0 = 2\pi f_0 & \text{et } f_0 = 430\ \text{Hz} \\ m = 0{,}22 \end{cases}$



* BF $|\Sigma| \sim 2m \frac{f}{f_0}$ pente +20, passe par $\left| \begin{smallmatrix} f_0 \\ 0{,}44 = -7\text{dB} \end{smallmatrix} \right.$

* HF $|\Sigma| \sim 2m \frac{f_0}{f}$ pente −20, passe par $\left| \begin{smallmatrix} f_0 \\ 0{,}44 \end{smallmatrix} \right.$

La courbe de sensibilité de ce microphone est adaptée au spectre moyen de la parole → on évite de capter les bruits ambiants et la fréquence est très différente de 100 à 1000 Hz.

c) Démodulateur à quadrature :

1) $v(t) = v_1 \times v_2 = \frac{V_1 V_2}{2} \left(\cos(2\omega t + \theta) + \cos\theta \right)$

2) si $\omega_c \ll 2\omega$ alors $V_S = \frac{V_1 V_2}{2} \cos\theta$ $\quad |T(j\omega)| = \frac{k V_1^2}{2} |T(j\omega)| \cos\theta$

si $T_R(\omega) = |T(j\omega)| \cos\theta$ alors $V_S = \frac{k V_1^2}{2} T_R(\omega)$

3) $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{1}{1 + \frac{C}{C'} - \frac{1}{LC'\omega^2} - \frac{j}{RC'\omega}} \Rightarrow T_R(y) = \dfrac{\alpha y^2 (y^2 - 1)}{(y^2-1)^2 + \frac{y^2}{Q_0^2}}$ avec $\begin{cases} \omega_0^2 = \frac{1}{L(C+C')} \\ Q_0 = \frac{R}{L\omega_0} \\ \alpha = \frac{C'}{C+C'} \\ y = \frac{\omega}{\omega_0} \end{cases}$

$T_R(1) = 0$

si $Q_0 \gg 1$ $\quad T_R(y) \approx \dfrac{2\varepsilon\alpha}{4\varepsilon^2 + \frac{1}{Q_0^2}}$ en posant $y = 1 + \varepsilon$

* si $\varepsilon = \frac{1}{2Q_0}$ $\quad T_R(y_1) = -\frac{\alpha Q_0}{2}$

* si $\varepsilon = -\frac{1}{2Q_0}$ $\quad T_R(y_2) = \frac{\alpha Q_0}{2}$

* si $y \to \infty$ $\quad T_R(y) \to \alpha$ $\quad \to$ voir courbe

4) $\alpha = 0{,}06$ $\quad \omega_0 = 2{,}86\ 10^6$ $\quad Q_0 = 3{,}4$ $\quad \begin{cases} T_{R\,max} = 0{,}94 \\ T_{R\,min} = -0{,}94 \end{cases}$ $\quad V_{S\,max} = 2V$, $V_{S\,min} = -2V$

$F_0 = 455\,kHz$ $\quad \begin{cases} F_{max} = 484\,kHz \\ F_{min} = 426\,kHz \end{cases}$

$V_S = 5{,}52\ 10^{-4}\ (F - F_0) = 552\ 10^{-4}\ k_F\ s(t)$ on a bien démodulé en fréquence.