Corrigé du BTS Info. Indus. Session 2000

Mesure d'une force F
Emission et réception de l'information

I- Signal proportionnel à la force F

1- La relation du pont diviseur de tension donne :

$$v_A = \frac{R_2}{R_1+R_2}E \quad \text{et} \quad v_B = \frac{R_4}{R_3+R_4}E \;\Rightarrow\; v_A - v_B = \left[\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}\right].E$$

2- En l'absence d'effort on a $\Delta R = 0 \Rightarrow R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \Rightarrow$

$$v_A - v_B = \left[\frac{R_0}{R_0+R_0} - \frac{R_0}{R_0+R_0}\right].E \;\Rightarrow\; v_A - v_B = 0$$

3- En présence d'effort on a : $v_A - v_B = \left[\dfrac{R_0+\Delta R}{R_0-\Delta R+R_0+\Delta R} - \dfrac{R_0-\Delta R}{R_0+\Delta R+R_0-\Delta R}\right].E$

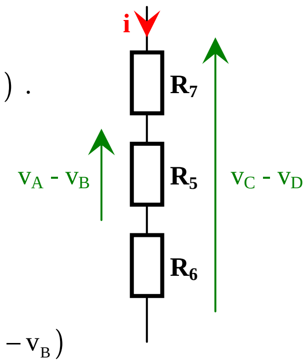
$$\Rightarrow v_A - v_B = \left[\frac{R_0+\Delta R-R_0+\Delta R}{2R_0}\right].E = \frac{2\Delta R}{2R_0}E \;\Rightarrow\; v_A - v_B = \frac{\Delta R}{R_0}E$$

$$\Rightarrow v_A - v_B = \frac{0,8}{400}\times 10 = 20\text{mV} \quad \text{et} \quad F = \frac{\Delta R}{a} = \frac{0,80}{5,4.10^{-3}} \approx 148\text{N} .$$

4- Les Amplificateurs Différentiels Intégrés sont en régime linéaire donc $\varepsilon = v^+ - v^- = 0$V et la tension $v_A - v_B$ se retrouve aux bornes de R_5 (schéma ci-dessous) :

$$\Rightarrow v_A - v_B = R_5\, i \;\Rightarrow\; i = \frac{v_A - v_B}{R_5} .$$

$$\Rightarrow v_C - v_D = (R_5+R_7+R_6).i = \frac{(R_7+R_5+R_6)}{R_5}(v_A - v_B) .$$



(Autre méthode avec le pont diviseur qui donne directement : $v_C - v_D = \dfrac{R_5+R_6+R_7}{R_5}(v_A - v_B)$)

A.N : $v_C - v_D = \dfrac{10.10^3+22.10^3+22.10^3}{10.10^3}(v_A - v_B) = 5,4(v_A - v_B)$

5- On est en présence d'un montage soustracteur avec $v_E = v_D - v_C$

<u>Démonstration</u> (théorème de superposition) :

On prend : $R_8 = R_9 = R_{10} = R_{11} = R$

- <u>v_C "seule"</u> $\Rightarrow$ ampli inverseur $\Rightarrow$ $v_{E.C} = -\dfrac{R}{R}v_C = -v_C$
- <u>v_D "seule"</u> $\Rightarrow$ ampli non inverseur $\Rightarrow$ $v_{E,D} = \left(1+\dfrac{R}{R}\right)v^+ = \left(1+\dfrac{R}{R}\right)\left(\dfrac{R}{R+R}\right)v^+ = (1+1)\dfrac{1}{2}v^+ \;\Rightarrow\; v_{E.D} = v_D$
- <u>v_C et v_D</u> : $v_E = v_D - v_C$.

6- $v_F = -\dfrac{R_{13}}{R_{12}}v_E$ *(ampli inverseur).*

7- $v_F = -\dfrac{R_{13}}{R_{12}}v_E = \dfrac{R_{13}}{R_{12}}(v_C - v_D) = \dfrac{R_{13}}{R_{12}}\times 5,4\times(v_A - v_B) = \dfrac{R_{13}}{R_{12}}\times 5,4\times E\dfrac{\Delta R}{R_0}$

On veut $\dfrac{R_{13}}{R_{12}}\times 5,4\times E\dfrac{\Delta R}{R_0} = 7,5\times\Delta R$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{R_{13}\times 5,4\times E}{7,5\times R_0} = \frac{47.10^3\times 5,4\times 10}{7,5\times 400} = 846\ \Omega.$$

$v_{F0} = 7,5\times 0 = 0$V et $v_{F0,8} = 7,5\times 0,8 = 6$V.

II- Emission du signal infrarouge

1- $v_{S1} = 8$V $\Rightarrow$ $f_E = 9$ kHz.

2- $v_{G0} = 0\dfrac{R_{15}}{R_{14}+R_{15}} = 0$ V (transistor bloqué)

$v_{G10} = 10\dfrac{R_{15}}{R_{14}+R_{15}} = 10\dfrac{4,7}{22+4,7} \approx 1,76$V (transistor passant).

3- a- $E = 1,5 + 1,5 + R_{17}\times i_D + 0,3 \;\Rightarrow\; i_D = \dfrac{10-1,5-1,5-0,3}{47} \approx 143$ mA .

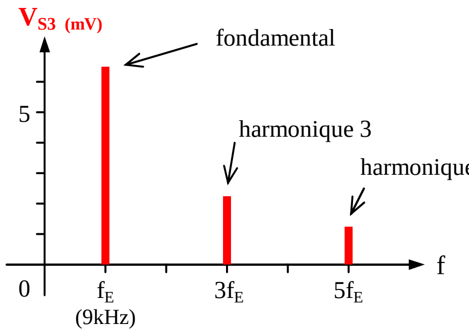
b- $P_{R17} = R_{17}\times i_D^2 = 47\times 0,143^2 \approx 0,955$ W ($\approx$ 1W).

4- R_{17} sert à limiter le courant dans les diodes.

5- $\lambda = cT = \dfrac{c}{f} \;\Rightarrow\; f = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3.10^8}{1,2.10^{-6}} \approx 2,5.10^{14}$ Hz .

III- Réception du signal et filtrage

1- Spectre du signal v_{S3} :



$a_0 = 0$ V *(signal alternatif);*

$a_1 = \frac{4\times 5}{\pi} \approx$ 6,37 mV ;

$a_3 = \frac{4\times 5}{3\pi} \approx$ 2,12 mV ;

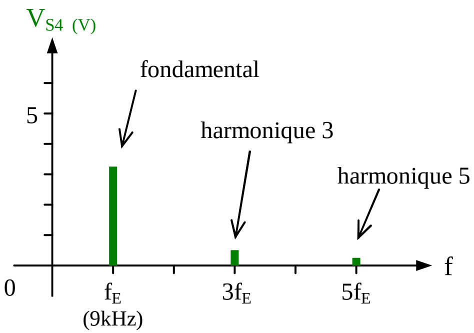
$a_5 = \frac{4\times 5}{5\pi} \approx$ 1,27 mV .

2- $\log(9000) \approx 3{,}95 \Rightarrow G_{FE} \approx 54\text{ dB} \Rightarrow A_{FE} = 10^{\frac{G_{FE}}{20}} \approx 501$;

$\log(27000) \approx 4{,}43 \Rightarrow G_{3FE} \approx 42\text{ dB} \Rightarrow A_{3FE} = 10^{\frac{G_{3FE}}{20}} \approx 125$;

$\log(45000) \approx 4{,}66 \Rightarrow G_{5FE} \approx 35\text{ dB} \Rightarrow A_{5FE} = 10^{\frac{G_{5FE}}{20}} \approx 56$;

3- Spectre du signal v_{S4} :



$b_0 = 0$ V *(signal alternatif);*

$b_1 = a_1 \times 501 \approx$ 3,2 V ;

$b_3 = a_3 \times 125 \approx$ 0,27 V ;

$b_5 = a_5 \times 56 \approx$ 0,071 V ;

Le signal v_{S4} est une sinusoïde presque pure car les harmoniques ont des amplitudes négligeables devant le fondamental.
Une sinusoïde pure n'est composée que d'une seule raie (le fondamental).

IV- Démodulation de fréquence

1- $$T(p) = \frac{V_D(p)}{f_E(p)} = \frac{\frac{1}{p}K_\phi \frac{1}{1+\tau p}}{1 + k_0 \frac{1}{p} K_\phi \frac{1}{1+\tau p}} = \frac{K_\phi}{k_0 K_\phi + p(1+\tau p)}$$

2- $$T(p) = \frac{\frac{1}{k_0}}{1 + \frac{1}{k_0 K_\phi} p + \frac{\tau}{k_0 K_\phi} p^2} = \frac{T_0}{1 + 2m\frac{p}{\omega_1} + \frac{p^2}{\omega_1^2}}$$

avec : $T_0 = \frac{1}{k_0}$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{k_0 K_\phi}{\tau}}$

et $\frac{2m}{\omega_1} = \frac{1}{k_0 K_\phi} \Rightarrow m = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k_0 K_\phi}{\tau}} \cdot \frac{1}{k_0 K_\phi} = \frac{1}{2\sqrt{k_0 K_\phi \tau}}$.

<u>A.N.</u> : $m = \frac{1}{2\sqrt{600 \times 12{,}73 \times 2.10^{-3}}} \approx$ 0,128.

3- a- $m < 1$ donc dépassement $\Rightarrow d = e^{-\frac{0{,}128\times\pi}{\sqrt{1-0{,}128^2}}} \approx$ 0,67.

b- $d > 0{,}3$ donc système trop proche de l'instabilité (oscillations faiblement amorties).