Corrigé du BTS Info. Indus. 1998 (Physique Appliquée)

MESURE DE TEMPÉRATURE – MODULATION AM

I.A. ETUDE DU CAPTEUR ET DU CONDITIONNEUR

1- $u_\theta = R_\theta I = R_0 I(1+a\theta) \Rightarrow \boxed{U_\theta = U_0(1+a\theta)}$ avec $U_0 = R_0 I$.

2- C'est un montage suiveur qui permet de ne pas prélever du courant au capteur de température tout en reproduisant la même tension u_θ en sortie.

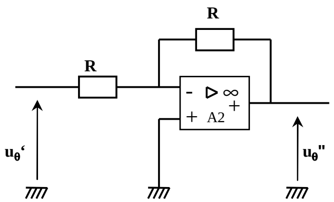
3- Le montage autour de A_2 est un additionneur inverseur de tension :

$$u_\theta' = -\frac{R_2}{R_1}(u_\theta + (-U_0)) \Rightarrow u_\theta' = -\frac{R_2}{R_1}(U_0 + U_0 a\theta - U_0) = -\frac{R_2}{R_1}U_0 a\theta$$

donc $u_{\theta'} = -b\theta$ avec $\boxed{b = \frac{R_2}{R_1}U_0 a}$.

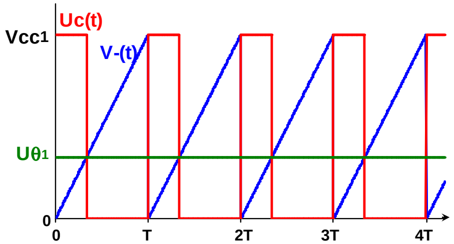
4 - Il faut utiliser un montage inverseur (schéma ci-contre) :

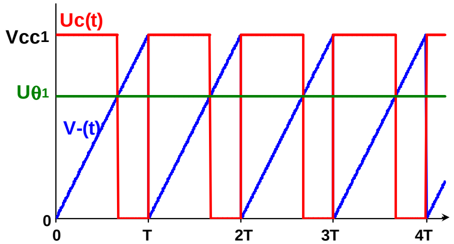
Cela donne : $\boxed{u_\theta'' = -\frac{R}{R}u_\theta' = b\theta}$.



I.B. ETUDE DU MODULATEUR

1-





2- ■ Le système bascule lorsqu'il y a égalité entre les tension v_+ et v_-. Cette condition se produit au temps $t = \Delta t$, ce qui donne $\frac{V_{CC1}}{T}\times\Delta t = u_\theta'' \Rightarrow \boxed{\Delta t = u_\theta''\times\frac{T}{V_{CC1}}}$.

■ Le cas limite est $\Delta t = T$ et donne $V_{CC1} = u_\theta'' = 3{,}85.10^{-2}\times 120 \Rightarrow \boxed{V_{CC1} = 4{,}62\text{V}}$.

■ Remplaçons u_θ'' par b.θ $\Rightarrow \Delta t = \frac{b.T}{V_{CC1}}\theta = k.\theta$ avec $\boxed{k = \frac{b.T}{V_{CC1}}}$.

I.C. ETUDE DE LA TRANSMISSION OPTIQUE

1- Avantages des fibres optiques :

- Pas de liaison électrique entre émetteur et récepteur (sûreté en milieu explosif).
- Peu sensible aux perturbations électromagnétiques.
- Bande passante élevée (haut débit d'information).
- Transmission sur de longues distances (peu d'atténuations).

2- $V_{CC2} = R_D I_C + V_{D1} + V_{CE}$ mais $V_{CE} = 0$ car le transistor est saturé;

$\Rightarrow R_D = \frac{V_{CC2} - V_{D1}}{I_{D1}} = \frac{15-2}{10.10^{-3}}$ soit $R_D = 1300\ \Omega$.

3- Montage amplificateur inverseur avec comme tension d'entrée : $V_{R3} = R_3 I_R$ et en sortie : u_L.

■ On a donc : $\frac{u_L}{V_{R3}} = \frac{u_L}{R_3 I_R} = 1 + \frac{R_4}{R_5} \Rightarrow u_L = R_3 I_R\left(1+\frac{R_4}{R_5}\right)$.

■ $\frac{R_4}{R_5} = \frac{u_L}{R_3 I_R} - 1 = \frac{5}{10.10^3\times 80.10^{-6}} - 1$ soit $\boxed{\frac{R_4}{R_5} = 5{,}25}$.

I.D. ETUDE DU DÉMODULATEUR

1- ■ U_{L0} représente la valeur moyenne du signal $u_L(t)$.

■ $U_{L0} = \frac{\text{"surface"}}{\text{"période"}} = \frac{U_m.\Delta t}{T}$ mais on a : $\Delta t = k\theta \Rightarrow \boxed{U_{L0} = U_m\frac{k\theta}{T}}$.

■ $\alpha = \frac{k\theta}{T} = \frac{7{,}7.10^{-5}\times 70}{10.10^{-3}}$ soit $\boxed{\alpha = 0{,}539}$.

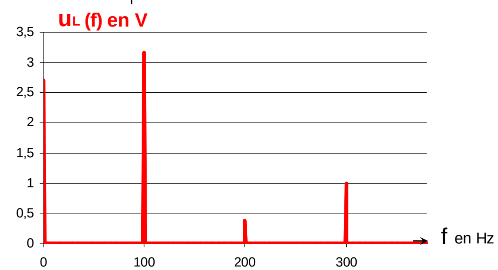
$U_{L0} = \alpha U_m = 0{,}539\times 5$ soit $\boxed{U_{L0} = 2{,}695\text{V}}$.

2- ■ $\hat{U}_{L1} = \left|2U_m\frac{\sin(\pi\alpha)}{\pi}\right| = \left|10\frac{\sin(0{,}539\pi)}{\pi}\right|$ soit $\boxed{\hat{U}_{L1} \approx 3{,}16\text{V}}$.

■ $\hat{U}_{L2} = \left|2U_m\frac{\sin(2\pi\alpha)}{2\pi}\right| = \left|10\frac{\sin(1{,}078\pi)}{2\pi}\right|$ soit $\boxed{\hat{U}_{L2} \approx 0{,}386\text{V}}$.

■ $\hat{U}_{L3} = \left|2U_m\frac{\sin(3\pi\alpha)}{3\pi}\right| = \left|10\frac{\sin(1{,}617\pi)}{3\pi}\right|$ soit $\boxed{\hat{U}_{L3} \approx 0{,}990\text{V}}$.

3- Spectre en amplitude :

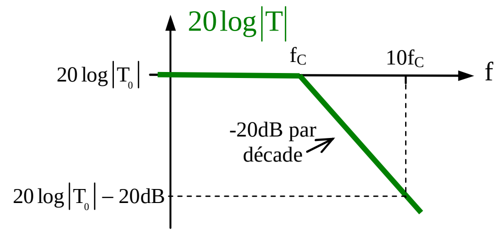


3- $\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{U_S}}{\underline{U_L}} = -\frac{\underline{Z_2}}{\underline{Z_1}}$ avec $\underline{Z_2} = R_7 // C = \frac{\frac{1}{jC\omega}\times R_7}{\frac{1}{jC\omega} + R_7} = \frac{R_7}{1 + jR_7 C\omega}$ et $\underline{Z_1} = R_6$.

$$\Rightarrow \quad \underline{T}(j\omega) = -\frac{\dfrac{R_7}{1+jR_7C\omega}}{R_6} = -\frac{R_7}{R_6}\frac{1}{1+jR_7C\omega}$$

soit $\boxed{\underline{T}(j\omega) = \dfrac{T_0}{1+j\dfrac{\omega}{\omega_C}}}$ avec $\boxed{T_0 = -\dfrac{R_7}{R_6}}$ et $\boxed{\omega_C = \dfrac{1}{R_7C}}$.

C'est un filtre passe-bas du 1° ordre de fréquence de coupure $\boxed{f_C = \dfrac{\omega_C}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi R_7C}}$.

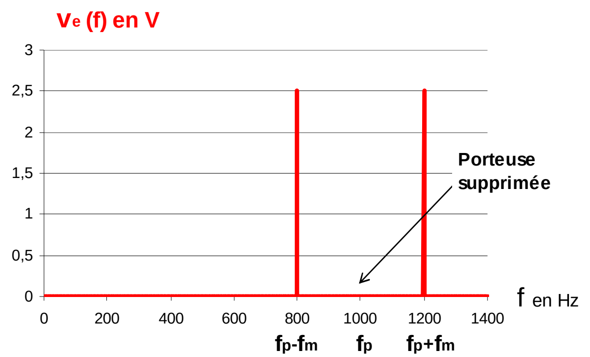


4- Le filtre doit éliminer tous les harmoniques donc $f_C << f = 1/T$ soit $\boxed{f_C \ll 100\text{Hz}}$.
On pourra prendre par exemple : $f_C = 1\text{Hz}$.

II.A. PRINCIPE DE LA DÉMODULATION AM

1- $v_e(t) = \hat{V}_M \cos\left(2\pi f_p t\right)\cos\left(2\pi f_m t\right) = \dfrac{\hat{V}_M}{2}\left[\cos\left(2\pi(f_p+f_m)t\right)+\cos\left(2\pi(f_p-f_m)t\right)\right]$

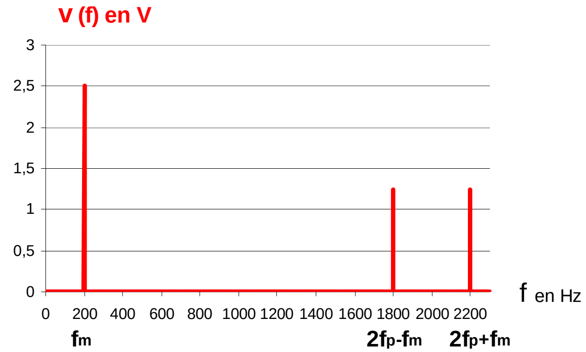
Soit $\boxed{v_e(t) = \dfrac{\hat{V}_M}{2}\cos\left(2\pi(f_p+f_m)t\right) + \dfrac{\hat{V}_M}{2}\cos\left(2\pi(f_p-f_m)t\right)}$.



2- $v(t) = v_e(t)v_p(t) = \dfrac{\hat{V}_M}{2}\left[\cos\left(2\pi(f_p+f_m)t\right)\cos\left(2\pi f_p t\right)+\cos\left(2\pi(f_p-f_m)t\right)\cos\left(2\pi f_p t\right)\right]$

$$= \frac{\hat{V}_M}{4}\left[\cos\left(2\pi(2f_p+f_m)t\right)+\cos\left(2\pi f_m t\right)+\cos\left(2\pi(2f_p-f_m)t\right)+\cos\left(2\pi f_m t\right)\right]$$

$$= \frac{\hat{V}_M}{2}\cos\left(2\pi f_m t\right)+\frac{\hat{V}_M}{4}\left[\cos\left(2\pi(2f_p+f_m)t\right)+\cos\left(2\pi(2f_p-f_m)t\right)\right]$$



Pour retrouver le signal $v_m(t)$, il faut utiliser un filtre passe-bas qui " laisse passer " la fréquence f_m et qui " élimine " les fréquences $2f_p$-f_m et $2f_p$+f_m .

II.B. RÉGÉNÉRATION DE LA PORTEUSE

1- Transmittance en boucle ouverte : $\boxed{T_{BO}(p) = \dfrac{\Phi_s(p)}{\Phi_e(p)} = \dfrac{K_MT_0K_0.2\pi}{p(1+\tau p)}}$.

2- Boucle fermée : $T_{BF}(p) = \dfrac{\Phi_s(p)}{\Phi_e(p)} = \dfrac{\dfrac{K_MT_0K_0.2\pi}{p(1+\tau p)}}{1+\dfrac{K_MT_0K_0.2\pi}{p(1+\tau p)}} = \dfrac{K_MT_0K_0.2\pi}{K_MT_0K_0.2\pi+p+\tau p^2}$

$$\Rightarrow T_{BF}(p) = \frac{1}{1+\dfrac{1}{K_MT_0K_0.2\pi}p+\dfrac{\tau}{K_MT_0K_0.2\pi}p^2} = \frac{1}{1+\dfrac{2m}{\omega_0}p+\dfrac{1}{\omega_0^2}p^2}$$

avec : $\boxed{\omega_0 = \sqrt{\dfrac{K_MT_0K_0.2\pi}{\tau}}}$ et $m = \dfrac{\omega_0}{2}\dfrac{1}{K_MT_0K_0.2\pi}$ soit $\boxed{m = \dfrac{1}{2}\dfrac{1}{\sqrt{K_MT_0K_0.2\pi.\tau}}}$.

3- $K_M = \dfrac{1}{8m^2\pi.K_0T_0\tau} = \dfrac{1}{8\times 0,45^2\times\pi\times 5\times 2,2\times 0,1}$ soit $\boxed{K_M \approx 5,6\text{V}}$.

4- $\varphi_\infty = \lim\limits_{t\to\infty}\varphi_s(t) = \lim\limits_{p\to 0} p.\Phi_s(p) = \lim\limits_{p\to 0} p\dfrac{\Phi_0}{p}\dfrac{1}{1+\dfrac{2m}{\omega_0}p+\dfrac{1}{\omega_0}p^2}$ soit $\boxed{\varphi_\infty = \Phi_0}$.

La phase de $v_s(t)$ suit donc parfaitement la phase de $v_e(t)$