Correction épreuve 1995
(correcteur : Jean Gasc http://jeaga.ifrance.com/)

Amplificateur de transconductance intégré : le LM 13700

I – Réalisation d'un filtre dont la fréquence de coupure est contrôlable par un courant

1) $\underline{I}_s = \underline{V}_s/\underline{Z}_c = j.\underline{V}_s.C.\omega$ $\underline{I}_s = j.\underline{V}_s.C.\omega$

2) $\underline{U}_D = \underline{U}^+ - \underline{U}^- = \underline{V}_e - \underline{V}_s.r/(R+r)$ $\underline{U}_D = \underline{V}_e - \underline{V}_s.r/(R+r)$

3) $\underline{I}_s = g.\underline{U}_D$ ⇨ $j.\underline{V}_s.C.\omega = g.V_e - g.\underline{V}_s.r/(R+r)$
$\underline{V}_s\,[j.C.\omega + g.r/(R+r)] = g.\underline{V}_e$

4) 4.1. $\underline{T} = \underline{V}_s/\underline{V}_e = g/[g.r/(R+r) + j.C.\omega]$
$\underline{T} = (R+r)/r\ .1/[1+jC\omega(R+r)/r.g]$

$T_o = (R+r)/r$ $\omega_c = r.g/(R+r).C$

AN $T_o = 455$

4.2. si $\omega \rightarrow 0$ ⇨ $T \rightarrow T_o$ (filtre passe bas)

5.) $V_{AM} = e_c - R_c.\ I_p$ ⇨ $I_p = -V_{AM}R_c + e_c/R_c$

or $g = 19{,}3.I_P$ $f_c = r.g/2\pi(R+C).R_c = [19{,}3.r/2\pi(R+r)C].(-V_{AM}/R_c + e_c/R_c)$

$f_c = 19{,}3.r.e_c/2\pi(R+r)C.R_c - 19{,}3.r.V_{AM}/2\pi(R+r)R_c.C$

$a = 19{,}3.r/2\pi(R+r)R_c.C = 759$

$b = 759.19{,}6 = 10\ 320$

pour $e_c = 5$ V $f_c = 14$ kHz
pour $e_c = -5$V $f_c = 6{,}5$ kHz

6) 6.1 $dv_s/dt = To.\omega.v_e$ ⇨ $v_s = T_o \int \omega.v_e.t$ intégrateur
ou filtre passe bas)

6.2. fondamental $f_o = 6{,}5$ kHz
Harmonique 3 $f_3 = 19{,}5$ kHz
Harmonique 5 $f_5 = 32{,}5$ kHz
Harmonique 7 $f_7 = 45{,}5$ kHz
Harmonique 9 $f_8 = 58{,}5$ kHz

Puisque $f_E >> f_c$ tous les termes sont intégrés, le signal de sortie est un signal triangulaire (intégrale d'un signal carré)

7) 7.1.1. C_p = 130 pF f_c = 6,95 kHz

7.1.2. C_p = 0 f_c = 10,3 kHz

7.2.1. $T = T_o \frac{1}{\sqrt{1+(\frac{\omega}{\omega c})^2}}$

7.2.2 $\theta = -\arctan(\omega/\omega_c)$ $\tan\theta = -\omega/\omega_c$

7.2.3 pour $\omega = \omega_c$ $T = T_o/\sqrt{2}$ = 455/1.41 = 322

7.2.4 le signal proposé fait que le circuit est saturé (alimenté en +/- 15V), la question n'a pas lieu d'être

II – Réalisation d'un oscillateur sinusoïdal modulable en fréquence par I_P

1) 1.1. $\underline{A} = \underline{V}/\underline{V}_E$ $\underline{B} = \underline{V}_s/\underline{V}$ $\underline{A}.\underline{B} = 1$

1.2. $\underline{A}.\underline{B} = 1$

1.3. $\arg \underline{A}(\omega_o) + \arg \underline{B}(\omega_o) = \arg(1) = 0$

2.) réalisation du bloc transmittance $\underline{B}$

2.1. $\underline{B} = \underline{V}_s/\underline{V} = (\underline{V}_s/\underline{V}'_1).(\underline{V}'_1/\underline{V}).(\underline{V}_1/\underline{V}) = \underline{T}.(1/T_o).\underline{T}.(1/T_o).\underline{T} = T_0.\underline{T}_1^3$

2.2 $\arg \underline{B} = 3.\arg\underline{T}_1 = 3.\theta_1$ ⇨ $B = T_0.T_1^3$

3) réalisation du bloc transmittance $\underline{A}$

3.1. $\underline{U}_D = 0 - \underline{V}_E.r'/(R'+r')$ ⇨ $\underline{U}_D = -\underline{V}_E.r'/(R'+r')$

3.2 $V = R_c.\ I_s$

3.3. $\underline{A} = \underline{V}/\underline{V}_E = R_L.\underline{I}_s/[-\underline{U}_D(r'+R')/r')] = -\ g.R_L.r'/r'+R'$

4) expression de la fréquence d'oscillations

4.1 $A.T_0.T_1^3 = 1$

$\arg \underline{A} + \arg \underline{B} = 0$ ⇨ $\pi + 3\arg\underline{T}_1 = \pi + 3.\theta_1 = 0$ ⇨ $\theta_1 = -\pi/3$ rad

4.2 $\tan\theta_1 = -f_0/f_c$ $f_0/f_c = -\tan(\pi/3) = \sqrt{3}$

4.3. $T_1 = 1/\sqrt{1+3} = 0{,}5$

$A = 1/T_o.T_1^3 = 0{,}018$

4.4. $f_c = a.e_c + b$ or $f_o = f_c.\sqrt{3} = a\sqrt{3}.e_c + b.\sqrt{3} = 1{,}732(759e_c + 10\ 320)$

Pour e_c = - 10 V ⇨ f_o = 4,7 kHz
Pour e_c = + 10 V ⇨ f_o = 31 kHz