PARTIE 1 : LE PONT DE MESURE

Q35 - Fonctionnement linéaire car présence d'une boucle de contre-réaction sur l'entrée inverseuse.

Q36 - Théorème de Millman : $V^- = \dfrac{\frac{U_0}{R_0}+\frac{U_1}{R_0}}{\frac{1}{R_0}+\frac{1}{R_0}} \Rightarrow V^- = \dfrac{\frac{U_0+U_1}{R_0}}{\frac{2}{R_0}} \Rightarrow V^- = \dfrac{U_0+U_1}{2}$

Q37 - Diviseur de tension : $V^+ = \dfrac{R_0+\Delta R}{R_0+R_0+\Delta R}\cdot U_0 \Rightarrow V^+ = \dfrac{R_0+\Delta R}{2.R_0+\Delta R}\cdot U_0$

Q38 - En fonctionnement linéaire : $V^- = V^+$

$$\Rightarrow \frac{U_0+U_1}{2} = \frac{R_0+\Delta R}{2.R_0+\Delta R}\cdot U_0$$
$$\Rightarrow \frac{U_1}{2} = \frac{R_0+\Delta R}{2.R_0+\Delta R}\cdot U_0 - \frac{U_0}{2}$$
$$\Rightarrow U_1 = 2.U_0\cdot\left[\frac{R_0+\Delta R}{2.R_0+\Delta R}-\frac{1}{2}\right]$$
$$\Rightarrow U_1 = 2.U_0\cdot\left[\frac{2.(R_0+\Delta R)}{2.(2.R_0+\Delta R)}-\frac{2.R_0+\Delta R}{2.(2.R_0+\Delta R)}\right]$$
$$\Rightarrow U_1 = 2.U_0\cdot\left[\frac{2.(R_0+\Delta R)-2.R_0-\Delta R}{2.(2.R_0+\Delta R)}\right]$$
$$\Rightarrow U_1 = 2.U_0\cdot\left[\frac{2.R_0+2.\Delta R-2.R_0-\Delta R}{2.(2.R_0+\Delta R)}\right]$$
$$\Rightarrow U_1 = U_0\cdot\frac{\Delta R}{2.R_0+\Delta R}$$

Q39 - La caractéristique n'est pas une droite. L'équation correspondante ne peut donc être affine ➔ $U_1 \neq a.\Delta R + b$

PARTIE 2 : LINÉARISATION DE LA RÉPONSE

Q40 - $U_X = U_2$ et $U_Y = U_1 \Rightarrow U_{XY} = k.U_1.U_2$

Q41 - Théorème de Millman : $V^- = \dfrac{\frac{U_1}{R}+\frac{U_{XY}}{R}+\frac{U_2}{R}}{\frac{1}{R}+\frac{1}{R}+\frac{1}{R}} = \dfrac{\frac{U_1+U_{XY}+U_2}{R}}{\frac{3}{R}} = \dfrac{U_1+U_{XY}+U_2}{3}$

Q42 - $V^+ = 0$

$\Rightarrow$ $V^- = 0$ (fonctionnement linéaire en raison de la présence d'une boucle de contre-réaction sur l'entrée inverseuse)

$\Rightarrow U_1 + U_{XY} + U_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad U_2 = -U_{XY} - U_1 = -(U_{XY}+U_1)$

Q43 - $\Rightarrow \quad U_2 = -(k.U_1.U_2 + U_1)$

$$\Rightarrow U_2 + k.U_1.U_2 = -U_1$$
$$\Rightarrow U_2.(1+k.U_1) = -U_1$$
$$\Rightarrow U_2 = \frac{-U_1}{1+k.U_1}$$

Q44 - $U_2 = \dfrac{-U_1}{1+k.U_1} = \dfrac{\frac{-U_0.\Delta R}{2.R_0+\Delta R}}{1+k.U_0\cdot\frac{\Delta R}{2.R_0+\Delta R}} = \dfrac{\frac{-U_0.\Delta R}{2.R_0+\Delta R}}{\frac{2.R_0+\Delta R}{2.R_0+\Delta R}+\frac{k.U_0\cdot\Delta R}{2.R_0+\Delta R}} = \dfrac{\frac{-U_0.\Delta R}{2.R_0+\Delta R}}{\frac{2.R_0+\Delta R+k.U_0\cdot\Delta R}{2.R_0+\Delta R}} = \dfrac{-U_0.\Delta R}{2.R_0+\Delta R+k.U_0\cdot\Delta R}$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{-U_0.\Delta R}{2.R_0+\Delta R.(1+k.U_0)}$$

Q45 - La fonction $U_2(\Delta R)$ devient linéaire lorsque : $1 + k.U_0 = 0$ c'est-à-dire lorsque $k.U_0 = -1$

Q46 - $U_0 = \dfrac{-1}{k} = \dfrac{-1}{0{,}10} = -10\ V$

Q47 - $U_2 = 7{,}25.10^{-2}.\Delta R \quad \Rightarrow \quad \Delta R = \dfrac{U_2}{7{,}25.10^{-2}} = \dfrac{8{,}0}{7{,}25.10^{-2}} = 110\ \Omega$

Q48 - Par lecture graphique sur la courbe (figure 7), on obtient : P = 6,1 mbar

PARTIE 3 : LE MULTIPLIEUR

Q49 - $V_{X2} = V_{Y2} = V_{Z2} = 0$ *(les bornes sont reliées à la masse)*

Q50 - $V_{out} = V_{Z1}$ $V_1 = V_{X1}$ $V_2 = V_{Y1}$

Q51 - $V_{out} = A.\left[\left(\frac{(V_1-0).(V_2-0)}{SF}\right) - (V_{out}-0)\right] = A.\left(\frac{V_1.V_2}{SF} - V_{out}\right)$

$\Longrightarrow \quad V_{out} + A.V_{out} = A.\frac{V_1.V_2}{SF}$

$\Longrightarrow \quad V_{out}.(1+A) = A.\frac{V_1.V_2}{SF}$

$\Longrightarrow \quad V_{out} = \frac{A}{1+A}\cdot\frac{V_1.V_2}{SF}$

Q52 - $A >> 1 \quad \Longrightarrow \quad A+1 \approx A \quad \Longrightarrow \quad V_{out} \approx \frac{A}{A}\cdot\frac{V_1.V_2}{SF}$

$\Longrightarrow \quad V_{out} \approx \frac{V_1.V_2}{SF}$

$\Longrightarrow \quad V_{out} \approx k.V_1.V_2$ avec $k = \frac{1}{SF}$

Q53 - Si $SF = 10\ V$ alors $k = 0{,}10\ V^{-1}$

PARTIE 4 : LE FILTRAGE

Q54 - Graphiquement, on obtient : f_0 = 450 kHz et G_{max} = 14 dB

➔ T = $10^{14/20}$ = 5,0

T > 1 ➔ Filtrage actif avec amplification du signal d'un facteur 5

Q55 - A -3 dB, c'est-à-dire si G = 11 dB, on lit, sur la courbe de gain : f_{C1} = 406 kHz et f_{C2} = 496 kHz

➔ Bande passante : $\Delta f = f_{C2} - f_{C1}$ = 90 kHz

Q56 - $Q_0 = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{450\ 000}{90\ 000} = 5{,}0$ ➔ le filtre est donc sélectif

Q57 - Si $f = f_0 \quad \Longrightarrow \quad \frac{f_0}{f} = \frac{f}{f_0} = 1 \quad \Longrightarrow \quad \underline{T} = -A_0$

Module : $|\underline{T}| = T = A_0 \quad \Longrightarrow \quad A_0 = 5{,}0$

Q58 - $A_0 = \frac{R_2}{R_1} \quad \Longrightarrow \quad R_1 = \frac{R_2}{A_0} = \frac{5000}{5{,}0} = 1000\ \Omega = 1{,}0\ k\Omega$

$f_0 = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{L.C}} \quad \Longrightarrow \quad L.C = \frac{1}{(2.\pi.f_0)^2}$

$\Longrightarrow \quad L = \frac{1}{C.(2.\pi.f_0)^2} = \frac{1}{0{,}35.10^{-9} \times (2\pi \times 450.10^3)^2} = 360\ \mu H$

On vérifie avec $Q_0 = R_2 \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} = 5000 \times \sqrt{\frac{0{,}35.10^{-9}}{360.10^{-6}}} \approx 5{,}0$