

Pb1 : Un oscillateur pour une animation sur oscilloscope

[10pts]

#oscillateur #boucle de réaction #THD

Q1 On reconnaît un ampli inverseur donc $\frac{V_1}{V_x} = -\frac{R_b}{R_a}$
 Dans le schéma bloc $V_1 = A \cdot (0 - V_x)$ donc $A = R_b / R_a$

Q2 Structure de Sallen & Key

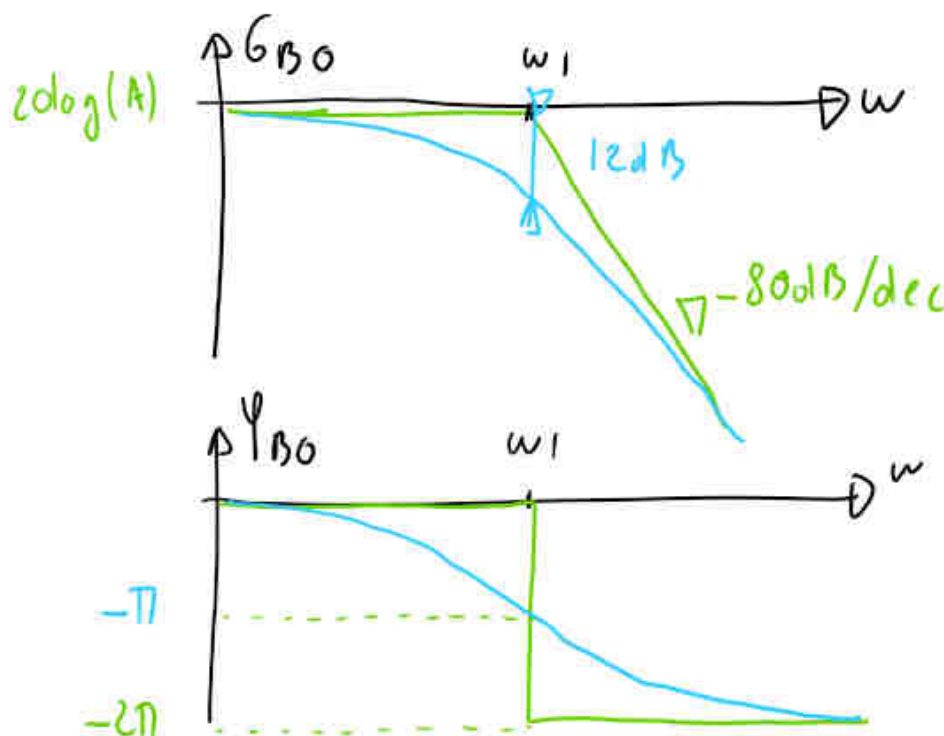
Q3 on peut écrire $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{(1+RCp)^2}$

comme on retrouve le même schéma entre V_x et V_2

alors $\frac{V_x}{V_2} = \frac{1}{(1+RCp)^2}$ donc $H(p) = \frac{V_x}{V_1} = \frac{1}{(1+RCp)^2}$

de la forme indiquée avec $\omega_1 = \frac{1}{RC}$

Q4 $TBO = A \cdot H(p) = \frac{A}{(1+p/\omega_1)^2}$



Q5 la fréquence des oscillations correspond à

la fréquence où φ_{BO} passe par $-\pi$ donc

$$f_{osc} = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi RC}$$

Pour que le montage oscille il faut que $20 \log A > 120 \text{ dB}$

soit $A > 10$

Q6

$$C = \frac{1}{2\pi f_{osc} R} = 2,2 \text{ nF}$$

$$\frac{R_b}{R_a} = \frac{82 \text{ k}}{20 \text{ k}} = 4,1 > 1 \text{ donc montage oscille}$$

Q7 le signal le + sinusoïdal est observé sur la sortie V_x car il s'agit du signal le + filtre

Q8

$$\hat{U} = \sqrt{2} \times 10^{\frac{5}{20}} = 2,51 \text{ V}$$

Q9

$$A_1 = 2,51 \text{ V}$$

$$A_3 = \sqrt{2} \times 10^{\frac{-35}{20}} = 25,1 \text{ mV}$$

$$A_5 = \sqrt{2} \times 10^{\frac{-50}{20}} = 1,1 \text{ mV}$$

$$\text{THD} = 1,14 \%$$

Q10

$$\frac{V_y}{V_x} = \frac{1 - jRC\omega}{1 + jRC\omega}$$

donc $\text{Arg} = -2 \arctan(RC\omega)$

pour $\omega = \frac{1}{RC} = \omega_{0.5}$

$$\text{Arg} = -\frac{\pi}{2}$$

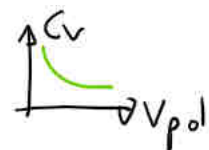
Pb2 : Etude d'un VCO pour émetteur FM pour autoradio

[8pts]

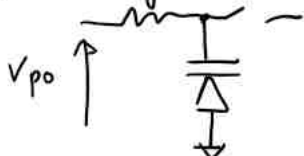
#VCO #LC #Quartz

Q1 Diode Varicap

• polarisation en inverse



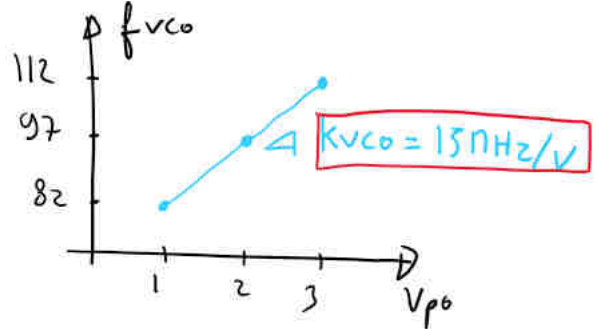
Q2 en régime continu



Q3 $C_2 = 10 \text{ pF}$ $C_1 = 22 \text{ pF} + \frac{330 \text{ pF} \times C_d}{330 \text{ pF} + C_d}$

Q4

V_{p0}	1V	2V	3V
f_{vco} (Hz)	82	97	112



Q5 $f_{vco} = f_x + K_{vco} \times V_{p0}$ avec $f_x = (82 - 15) \text{ Hz} = 67 \text{ Hz}$

donc $V_{p0} = \frac{f_{vco} - f_x}{K_{vco}}$ soit pour $f_{vco} = 100 \text{ Hz}$ $V_{p0} = 2,2 \text{ V}$

Q6 fréquence d'oscillations très précise et très stable à long terme

Q7 Oscillateur de Pierce

Résistance de polarisation qui permet de transformer la porte logique en un amplificateur

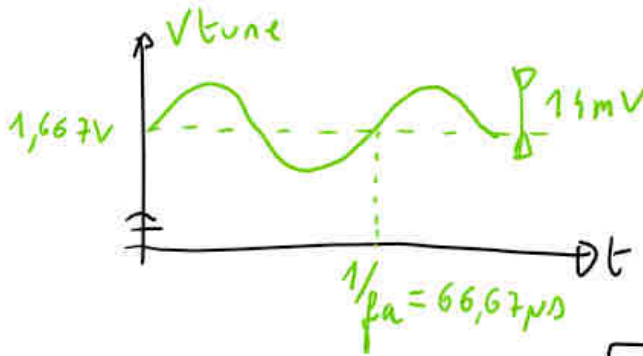
Les condensateurs contribuent au bon Fmct de l'oscillateur et permettent de régler très finement la fréquence des oscillations

Q1 $f_{VCO} = 863 \text{ MHz} + 3 \text{ MHz/V} \times V_{\text{tune}}$

Canal n°10 $F_p = 868 \text{ MHz} \Rightarrow \underline{V_{\text{tune}} = 1,667 \text{ V}}$

$A = \Delta f / k_{VCO} = \underline{14 \text{ mV}}$

Q2 $m = \frac{\Delta f}{f_a} = 2,8$

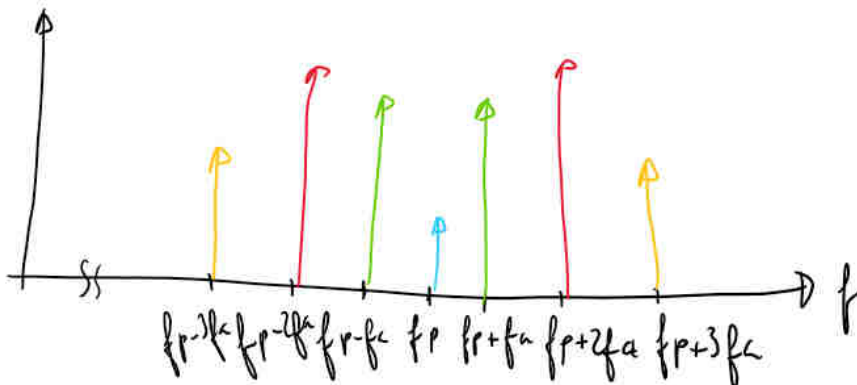


Q3 $P_{\text{dBm}} = 10 \log \left(\frac{U^2}{0,1} \right)$ $U = \sqrt{0,1 \times 10^{\frac{P_{\text{dBm}}}{10}}}$

$P_{\text{dBm}} = 16 \text{ dBm} \Rightarrow \underline{S_0 = 2 \text{ V}}$

Q4

Composante	Amplitude	Niveau en dBm
f_p	$J_0 \cdot S_0$	<u>1,36 dBm</u>
$f_p \pm f_a$	$J_1 \cdot S_0$	<u>8,28 dBm</u>
$f_p \pm 2f_a$	$J_2 \cdot S_0$	<u>9,65 dBm</u>
$f_p \pm 3f_a$	$J_3 \cdot S_0$	<u>9,65 dBm</u>



Q5 $B_c = 2(\Delta f + f_{max}) = 2(75 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz})$

$B_c = 180 \text{ kHz}$

Q6 Diode Varicap

Q7 $f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C_{eq}}} \quad C_{eq} = \frac{C_d}{2}$

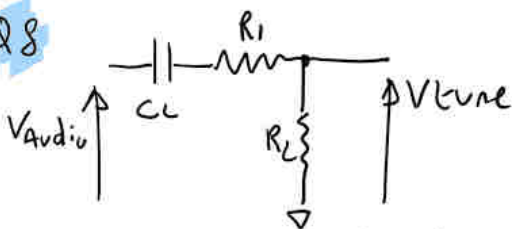
$C_{eq} = \frac{1}{L \times (2\pi f_{osc})^2} \Rightarrow C_d = \frac{2}{L (2\pi f_{osc})^2}$

$V_{tune} = 0 \text{ V} \Rightarrow f_{osc} = 863 \text{ MHz} \Rightarrow C_d = 3,5 \text{ pF}$

$V_{tune} = 3 \text{ V} \Rightarrow f_{osc} = 872 \text{ MHz} \Rightarrow C_d = 3,33 \text{ pF}$

C_d diminue lorsque V_{tune} augmente ce qui est normal pour une diode varicap

Q8



$\frac{V_{tune}}{V_{audio}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{1}{j\omega C_L}} = T(j\omega)$

donc $T(j\omega) = \frac{R_2 \cdot j\omega C_L}{1 + (R_1 + R_2)j\omega C_L} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{(R_1 + R_2)j\omega C_L}{1 + (R_1 + R_2)j\omega C_L}$

de la forme indiquée avec $k = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ et $\omega_c = \frac{1}{(R_1 + R_2)C_L}$

il s'agit d'un filtre passe haut avec atténuation

Q9 $\Delta F_{max} = 75 \text{ kHz} \quad A_{max} = \frac{\Delta F_{max}}{k V_{co}} = 25 \text{ mV}$

donc $k = \frac{50 \text{ mV}_{pp}}{1 \text{ V}_{pp}} = 50 \cdot 10^{-3}$

$R_1 \cdot k + R_2 \cdot k = R_2 \Rightarrow R_1 = \frac{R_2(1-k)}{k} = 19 \text{ k}\Omega$

$f_c = 20 \text{ kHz} \quad \text{donc} \quad C_L = \frac{1}{2\pi f_c (R_1 + R_2)} = 398 \text{ nF}$

Q1 $f_p = 95 \text{ kHz}$ $f_a = 2,5 \text{ kHz}$

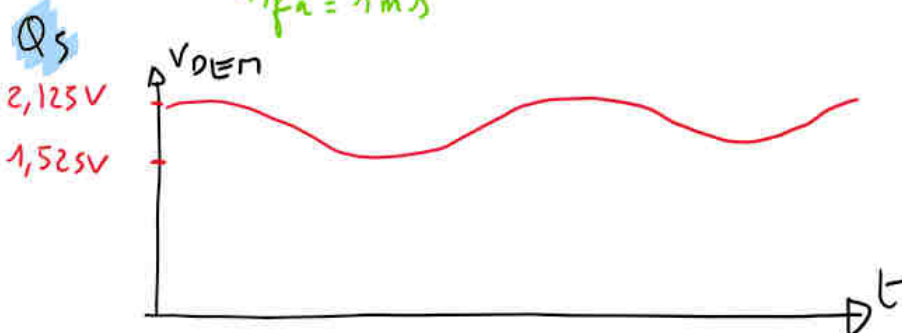
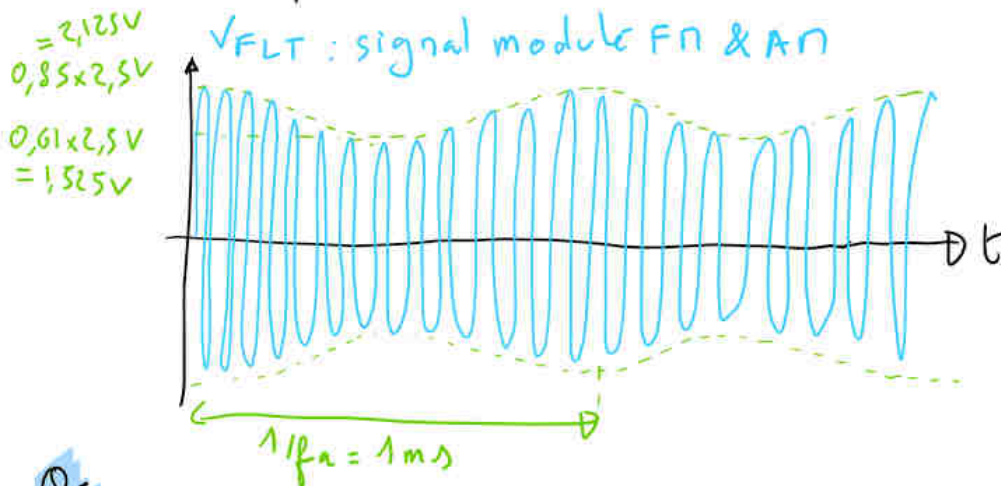
Q2 $m = 2,4$ faux porteur

Q3 $20 \log \left(\frac{S_0 J_1}{\sqrt{2}} \right) = -2,67 \text{ dBV} \Rightarrow S_0 = \frac{\sqrt{2}}{J_1} \times 10^{-2,67/20}$
 avec $J_1 = 0,52$ ($m = 2,4$) $S_0 = 2 \text{ V}$

Curseur 2 = $20 \log \left(\frac{S_0 J_3}{\sqrt{2}} \right)$ avec $J_3 = 0,198$

donc Curseur 2 = -11 dBV CQFD

Q4 pour $f_p + \Delta f = 95 \text{ kHz} + 8 \text{ kHz} = 103 \text{ kHz}$ $|T| = 0,85$
 $f_p - \Delta f = 87 \text{ kHz}$ $|T| = 0,61$



$$Q_1 \quad \text{bit} = '1' \quad V_d = A \cdot \cos\left(2\pi f_1 t - \frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right)$$

$$\text{bit} = '0' \quad V_d = A \cdot \cos\left(2\pi f_2 t - \frac{\pi}{2} - \Delta\varphi\right)$$

$$Q_2 \quad \text{bit} = '1' \quad V_n = kA^2 \cos\left(2\pi f_1 t - \frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right) \cdot \cos(2\pi f_1 t)$$

$$\text{soit } V_n = \frac{kA^2}{2} \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right) + \frac{kA^2}{2} \cos\left(2\pi 2f_1 t - \frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right)$$

$$\text{bit} = '0'$$

$$V_n = \frac{kA^2}{2} \cos\left(-\frac{\pi}{2} - \Delta\varphi\right) + \frac{kA^2}{2} \cos\left(2\pi 2f_2 t - \frac{\pi}{2} - \Delta\varphi\right)$$

Q3 les composantes $2f_1$ et $2f_2$ sont supprimées

le gain de 20dB se traduit par un $\times 10$

$$\text{donc bit} = 1 \quad V_d = 10 \frac{kA^2}{2} \cos\left(-\frac{\pi}{2} + \Delta\varphi\right) = 5kA^2 \sin(\Delta\varphi) = +U$$

$$\text{bit} = 0 \quad V_d = 10 \frac{kA^2}{2} \cos\left(-\frac{\pi}{2} - \Delta\varphi\right) = -5kA^2 \sin(\Delta\varphi) = -U$$

$$Q_4 \quad \boxed{V_d = \pm 0,55V}$$

Il faut donc mettre en forme ce signal pour obtenir un signal logique (0-5V) en sortie

Q5 Il permet de réaliser un filtre passe bande