

## <sup>1</sup>CIRCUIT RLC SERIE APPLICATION : AMPLIFICATEUR SELECTIF

On considère en figure 1, une self-inductance  $L = 0,8 \text{ mH}$  imparfaite, ayant une résistance série  $r$  de  $10 \Omega$ .

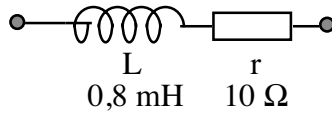


Figure 1

1. Calculer le coefficient de qualité  $Q_L$  de la self-inductance à la fréquence  $f_0$  de 200 kHz.
2. A la fréquence  $f_0$ , on se propose de transformer l'impédance  $Z$  formé par la self-inductance et sa résistance série, en un circuit parallèle d'admittance  $\underline{Y} = G_p + jB_p$ . Sachant que le coefficient de qualité  $Q_L$  de la self-inductance  $L$ , est suffisamment élevé, donner les expressions de  $G_p$  et  $B_p$ . En déduire le schéma du circuit parallèle et ses valeurs numériques.

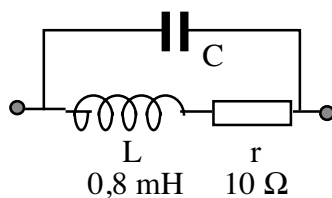


Figure 2

3. On place une capacité  $C$  en parallèle avec la self-inductance ( $L, r$ ) de manière à former un circuit oscillant (figure 2). Calculer la valeur à donner la capacité pour obtenir une fréquence de résonance  $f_0$  de 200 kHz.
4. Donner alors :
  - a. L'admittance  $G_0$  du circuit oscillant à la résonance.
  - b. Le coefficient de qualité  $Q$  du circuit oscillant.
  - c. La bande passante  $\Delta f$  à  $-3 \text{ dB}$ .

Le circuit oscillant parallèle est placé dans le circuit de collecteur d'un transistor bipolaire NPN monté en émetteur commun (figure 3). La température est fixée à  $25 \text{ °C}$ .  
On donne de plus :

Gain en courant	Courant de collecteur	Tension de Early
$\beta = 200$	$I_C = 2 \text{ mA}$	$V_A = -100 \text{ V}$

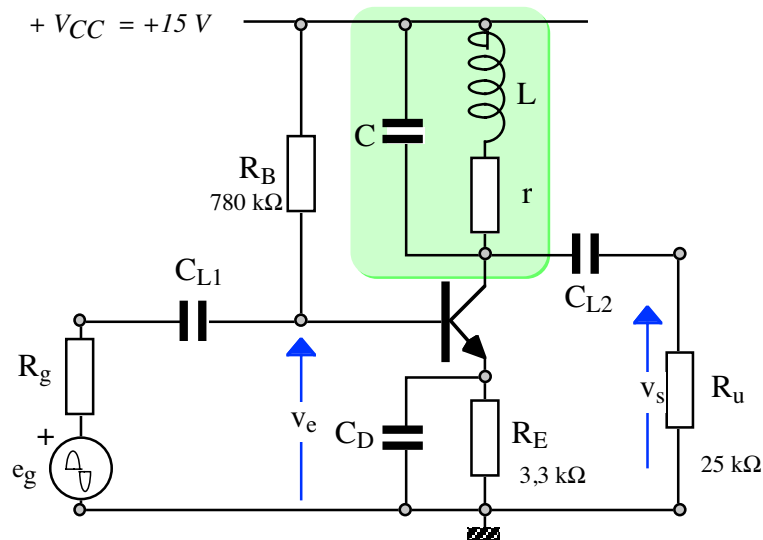


Figure 3

5. En utilisant les résultats de la question 2 dessiner le schéma équivalent du montage complet pour les petits signaux au voisinage de la fréquence  $f_0$ . On rappelle qu'aux fréquences de travail, les condensateurs de liaisons et de découplages ont une impédance négligeable.
6. Donner la valeur des paramètres du transistor autour du point de repos :  $g_m$ ,  $r_{be}$  et  $r_{ce}$ .
7. Calculer le gain en tension  $A_0 = \frac{v_s}{v_e}$  à la fréquence de résonance  $f_0$ .
8. On fait varier la fréquence du générateur sinusoïdal  $e_g$  autour de  $f_0$ , représenter la courbe de réponse en fréquence du module du gain  $A$  autour de  $f_0$ .
9. Calculer la bande passante  $\Delta f_m$  du montage.

## CORRECTION

1. Coefficient de qualité  $Q_L$  de la self-inductance à la fréquence  $f_0$  de 200 kHz :

$$Q_L = \frac{L\omega_0}{r} = 100,5$$


---

2. Impédance du circuit série :  $Z = r + jL\omega_0$ .

L'admittance du circuit parallèle correspondant s'écrit :  $Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{r + jL\omega_0}$

Soit en multipliant par la quantité conjuguée :

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{r - jL\omega_0}{(r + jL\omega_0)(r - jL\omega_0)} = \frac{r}{r^2 + L^2\omega_0^2} - j \frac{L\omega_0}{r^2 + L^2\omega_0^2}$$

On fait maintenant apparaître le coefficient de qualité de la self-inductance :  $Q_L = \frac{L\omega_0}{r}$  :

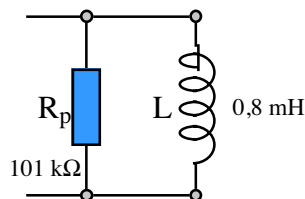
$$Y = \frac{r}{L^2\omega_0^2\left(\frac{r^2}{L^2\omega_0^2} + 1\right)} - j \frac{L\omega_0}{L^2\omega_0^2\left(\frac{r^2}{L^2\omega_0^2} + 1\right)} \quad \text{soit : } Y = \frac{r}{L^2\omega_0^2\left(\frac{1}{Q_L^2} + 1\right)} - j \frac{L\omega_0}{L^2\omega_0^2\left(\frac{1}{Q_L^2} + 1\right)}$$

Sachant que :  $\frac{1}{Q_L^2} \ll 1$  on peut approximer l'expression précédente :  $Y \approx \frac{r}{L^2\omega_0^2} - j \frac{1}{L\omega_0}$

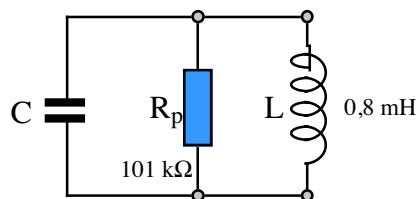
Soit :

- $G_p = \frac{r}{L^2\omega_0^2} \quad R_p = \frac{1}{G_p} = Q_L^2 r$
- $B_p = \frac{-1}{L\omega_0}$

On va donc dessiner le schéma d'un circuit qui a pour admittance :  $Y = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{jL\omega_0}$



3. Compte tenu du résultat de la question précédente, on obtient le montage suivant :



Ce circuit RLC parallèle a pour admittance :  $Y_p = \frac{1}{R_p} + j(\omega C - \frac{1}{\omega L})$

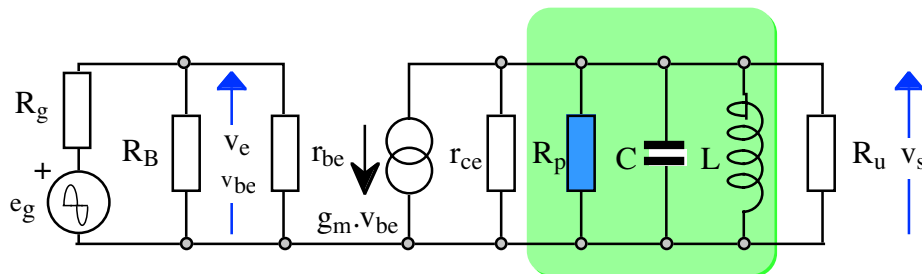
A la résonance, la partie imaginaire est nulle de telle sorte que :  $LC\omega_0^2 = 1$ .  
On en déduit la capacité d'accord :  $C = 791 \text{ pF}$ .

4. A la résonance, on évidemment :  $G_0 = R_p$ .

Le coefficient de qualité du circuit complet est celui de la self-inductance :  $Q = \frac{R_p}{L\omega_0} = 100,5$

La bande passante  $\Delta f$  à  $-3 \text{ dB}$  obéit à la relation :  $\Delta f = \frac{f_0}{Q} = 1,98 \text{ kHz}$

5. Schéma équivalent du montage complet pour les petits signaux au voisinage de la fréquence de résonance :



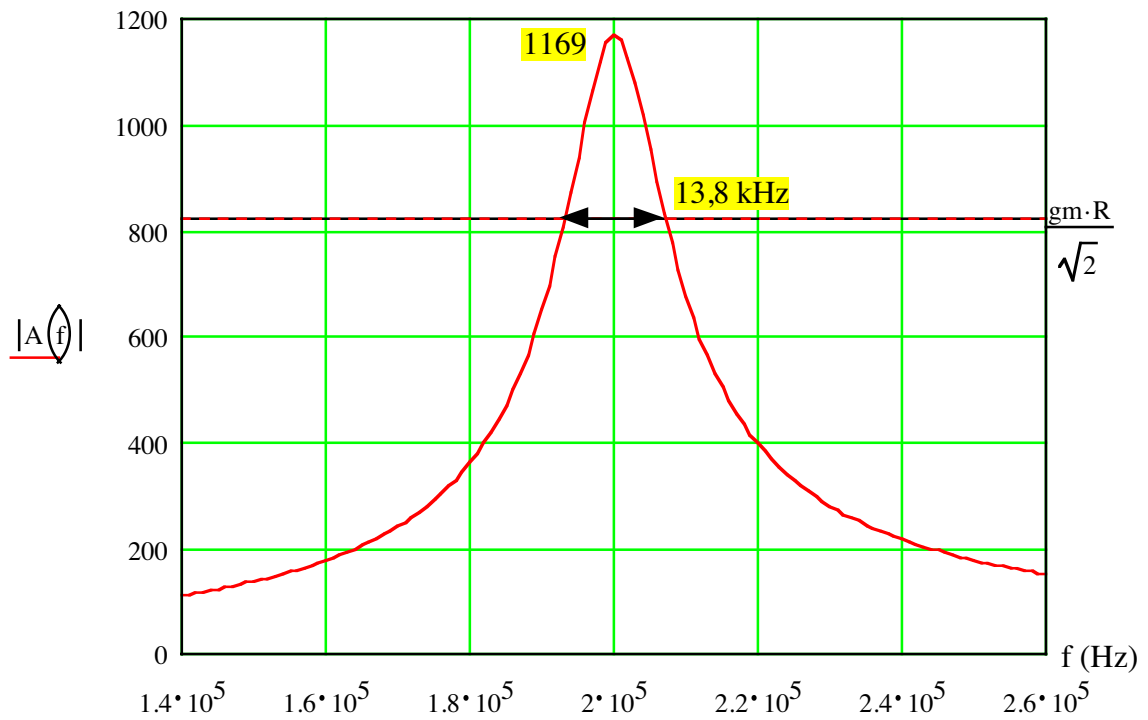
6. Transconductance :  $g_m = \frac{I_C}{U_T} = 80 \text{ mS}$        $r_{be} = \beta \frac{U_T}{I_C} = 2,5 \text{ k}\Omega$        $r_{ce} = \frac{|V_A| + V_{CE}}{I_C} = 54 \text{ k}\Omega$

7. A la résonance nous avons :  $A_0 = -g_m \cdot R$     avec :  $R = r_{ce} // R_p // R_u$        $A_0 = -1169$ .

8. Le transistor excite en courant (par le générateur  $g_m \cdot v_{be}$ ) le circuit oscillant parallèle. Le gain en tension s'exprime selon :

$$A = \frac{-g_m}{Y} \quad \text{avec : } Y = \frac{1}{R} + j(\omega C - \frac{1}{\omega L})$$

$$\text{soit en module : } |A| = \frac{g_m}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2}}$$



Courbe de réponse du montage

9. Les résistances  $r_{ce}$  et  $R_u$  amortissent le circuit oscillant dont le coefficient de qualité devient :

$$Q = \frac{R}{L\omega_0} = 14,5$$

La bande passante devient plus importante :  $\Delta f_m = \frac{f_0}{Q} = 13,8 \text{ kHz}$ .