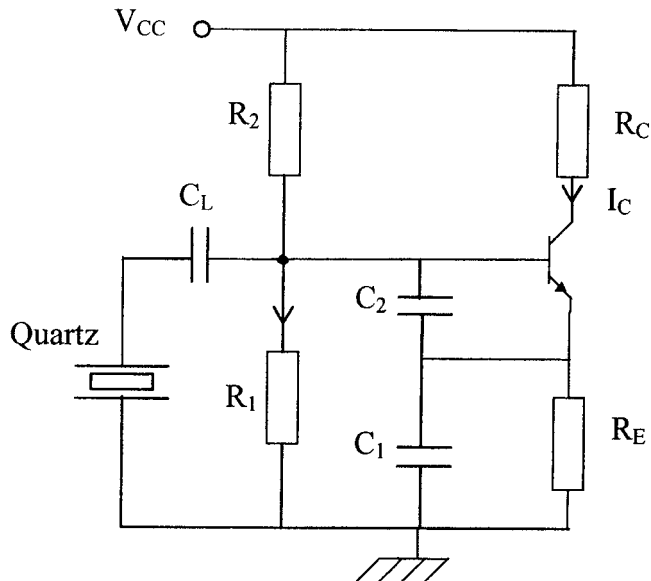


BTS 2005 EXTRAIT

L'oscillateur, représenté sur ci-dessous, utilise un amplificateur à transistor associé à un quadripôle de réaction utilisant un quartz.



1. Etude de la polarisation du transistor.

Le coefficient β d'amplification statique du transistor (on sait que $\beta = I_C/I_B$) est égal à 100 et la tension base-émetteur V_{BE} est voisine de 0,6V. On donne:

$$V_{CC} = 9,0V ; R_C = 3,3 \text{ k}\Omega ; R_E = 2,2 \text{ k}\Omega$$

1.1. Dessiner le schéma du circuit valable en continu.

1.2. Calculer la valeur I_C de l'intensité du courant collecteur permettant d'obtenir un point de repos pour lequel $V_{CE} = 4,0V$.

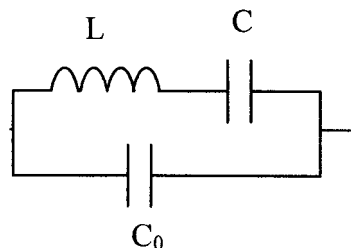
1.3. Calculer la valeur de R_1 pour obtenir une intensité I_{R1} du courant parcourant cette résistance qui vaut $10 \cdot I_B$.

1.4. Déterminer la valeur de R_2 qui permet d'obtenir le point de repos souhaité.

2. Etude du quartz.

Le quartz admet le modèle donné ci-contre, avec pour valeurs numériques :

$$C = 0,018 \text{ pF} ; C_0 = 3,7 \text{ pF} ; L = 9,3 \text{ mH}$$



L'impédance du quartz peut se mettre sous la forme :

où ω_S est la pulsation de résonance série et ω_P la pulsation de résonance parallèle.

2.1. ω_S étant la pulsation pour laquelle l'impédance \underline{Z} est nulle, exprimer ω_S en fonction de L et C.

2.2. ω_P étant la pulsation pour laquelle l'admittance \underline{Y} est nulle, exprimer ω_P en fonction de L, C, et C_0 .

2.3. En fonction de la fréquence f , l'impédance Z s'écrit :

Calculer numériquement f_s et f_p .

On exprimera les fréquences en mégahertz avec cinq chiffres significatifs

2.4. On définit la réactance X du quartz par $\underline{Z} = jX$.

2.4.1. Exprimer $X(f)$.

2.4.2. Suivant les valeurs de la fréquence, le quartz a un comportement inductif ou capacitif. En étudiant le signe de X , indiquer le comportement du quartz pour chaque domaine de fréquences.

Pour $f < f_s$ le quartz est

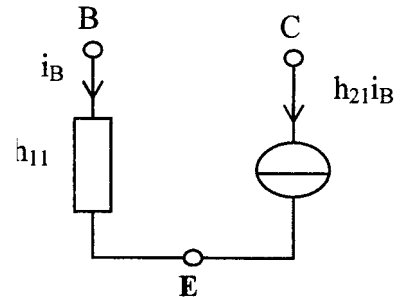
Pour $f_s < f < f_p$ le quartz est

Pour $f > f_p$ le quartz est

3. Etude de l'oscillateur.

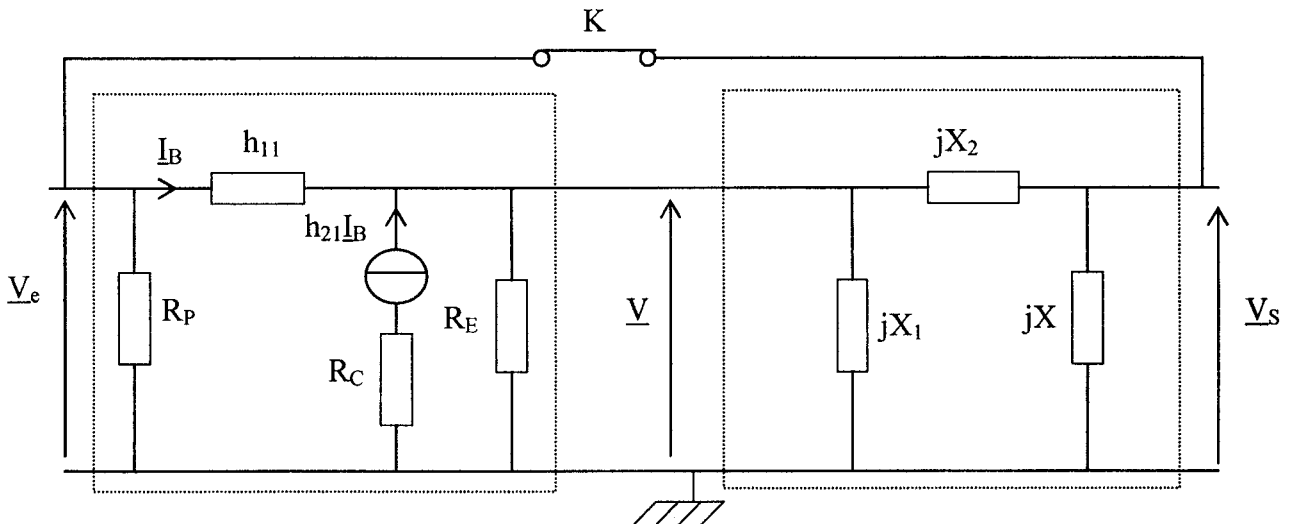
En régime variable, le transistor est défini par le modèle équivalent représenté ci-contre, avec $h_{21} = 50$ et $h_{11} = 2k\Omega$.

A la fréquence des oscillations, l'impédance du condensateur C_L (qui figure dans la représentation de l'oscillateur) est négligeable.



3.1. Schéma équivalent de l'oscillateur valable en régime sinusoïdal.

A l'aide d'un ou deux schémas intermédiaires, montrer que le schéma équivalent de l'oscillateur est représenté ci-dessous et identifier R_p , X_1 , X_2 et X .



3.2. Etude du quadripôle de réaction.

On se place en boucle ouverte, l'interrupteur K est donc ouvert.

Calculer la transmittance $\underline{T}_B(j\omega) = \underline{V}_S/\underline{V}$ en fonction des réactances X et X_2 .

Montrer que \underline{T}_B est réelle quelle que soit la fréquence.

3.3. Etude du quadripôle amplificateur.

La transmittance $T_A(j\omega) = \underline{V}/\underline{V}_E$ peut s'écrire sous la forme suivante :

avec \underline{Y}_E admittance d'entrée du quadripôle de réaction.

L'interrupteur K étant ouvert, déterminer cette admittance \underline{Y}_E en fonction des réactances X, X_1 et X_2 .

3.4. Conditions pour obtenir des oscillations

On suppose que la fermeture de K ne modifie pas la transmittance $T_B(j\omega)$ du quadripôle de réaction.

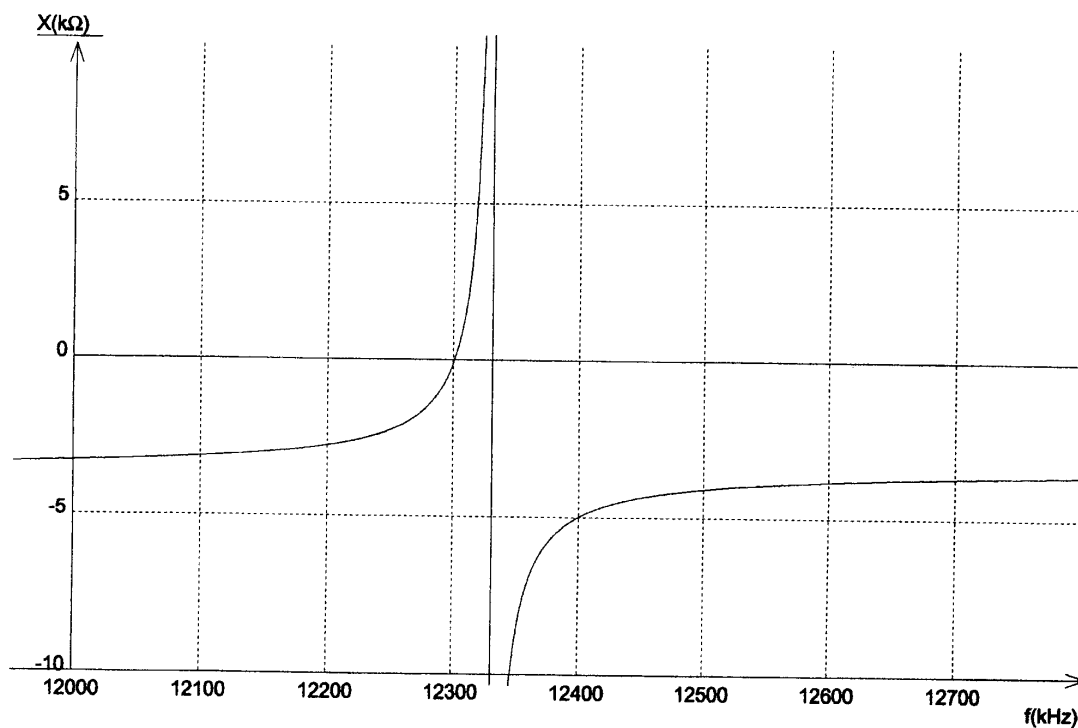
3.4.1. Exprimer, en fonction des transmittances précédemment exprimées, la transmittance en boucle ouverte $T_{BO} = \underline{V}_s/\underline{V}_e$, ainsi que la valeur que doit prendre T_{BO} pour que le montage soit le siège d'oscillations sinusoïdales quand on ferme K.

3.4.2. Montrer que la condition précédente ne peut être vérifiée que si $\underline{Y}_E = 0$.

3.4.3. En déduire une relation entre les réactances X, X_1 et X_2 .

3.4.4. Déduire de la relation précédente le signe de X et la nature du quartz à la fréquence des oscillations. Quelles sont les valeurs possibles de la fréquence des oscillations ?

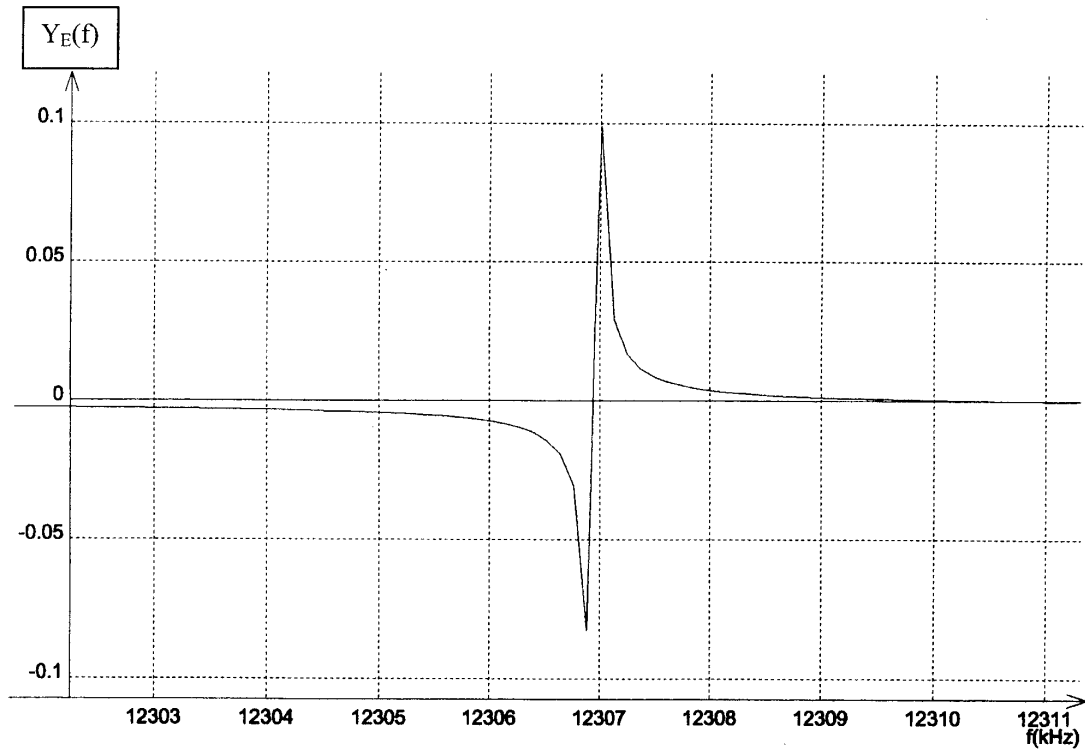
3.4.5. A l'aide de la courbe $X(f)$, retrouvez les résultats de la question précédente.



Courbe X(f)

3.5. Calcul de la fréquence des oscillations

A l'aide de la courbe $Y_E(f)$ (qui représente l'allure de Y_E dans le cas où $C_1 = C_2 = 15 \text{ nF}$) et de la question 3.4.2, déterminer la fréquence des oscillations.



Courbe $Y_E(f)$