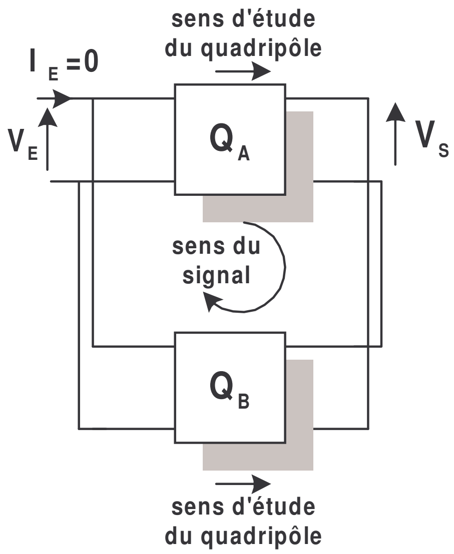
Oscillateur Colpitts à transistor à effet de champ : correction de la partie sur l'étude de la condition de démarrage à partir des paramètres Y

Théorie

Un oscillateur peut être vu comme la mise en parallèle d'un quadripôle amplificateur et d'un quadripôle de contre réaction.



La condition d'oscillation sur le quadripôle équivalent se détermine alors en remarquant que les courants d'entrée et de sortie de celui-ci doit être nuls : en effet le montage est autonome (au sens des petits signaux) et ne reçoit donc pas de signal en entrée, ni n'en fournit en sortie. Une éventuelle charge en sortie doit le cas échéant être incluse dans le quadripôle. On arrive alors à :

$$0 = Y_{11} V_E + Y_{12} V_S$$

$$0 = Y_{21} V_E + Y_{22} V_S$$

ce qui conduit à un déterminant nul de la matrice Y :

$$Y_{11} Y_{22} - Y_{12} Y_{21} = 0$$

On remarquera que pour ce calcul le quadripôle de contre réaction est considéré en sens inverse de celui de passage du signal.

La condition de démarrage de l'oscillateur se détermine en considérant que celui-ci doit pouvoir fournir de la puissance en sortie à une charge purement résistive R_0. Avec les conventions choisies, on arrive alors à :

$$0 = Y_{11} V_E + Y_{12} V_S$$

$$\frac{I_S}{V_S} = -R_0 = \frac{Y_{21} V_E + Y_{22} V_S}{V_S}$$

ce qui conduit à :

$$\frac{Y_{11} Y_{22} - Y_{12} Y_{21}}{Y_{11}} < 0$$

Le rapport du déterminant sur Y_{11} doit donc être un réel pur négatif.

Application

Pour la partie amplification de l'oscillateur nous avions trouvé la matrice :

$$[Y_A] = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -g & g + \dfrac{1}{R} \end{bmatrix}$$

Pour la partie contre réaction de l'oscillateur nous avions trouvé la matrice :

$$[Y_B] = \begin{bmatrix} \dfrac{1 + LC_1p^2}{Lp} & -C_1p \\ -C_1p & (C_1 + C_2)p \end{bmatrix}$$

La matrice Y de l'ensemble vaut donc :

$$[Y] = \begin{bmatrix} \dfrac{1 + LC_1p^2}{Lp} & -C_1p \\ -C_1p - g & (C_1 + C_2)p + g + \dfrac{1}{R_S} \end{bmatrix}$$

Condition d'oscillation

La condition d'oscillation se traduit par :

$$\Delta Y = 0 = \frac{1 + LC_1p^2}{Lp}.((C_1 + C_2)p + g + \frac{1}{R_S}) - (-C_1p).(-C_1p - g)$$

soit :

$$0 = \frac{1 + gR_S + R_S(C_1 + C_2)p + LC_1p^2 + LR_SC_1C_2p^3}{Lp}$$

la nullité de la partie imaginaire donne $\omega_{osc} = \dfrac{1}{\sqrt{L\dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}}}$

la nullité de la partie réelle donne $g\,R_S = \dfrac{C_1}{C_2}$

Condition de démarrage

La condition de démarrage se traduit par :

$$0 > \frac{1 + gR_S + R_S(C_1 + C_2)p + LC_1p^2 + LR_SC_1C_2p^3}{Lp}\frac{Lp}{1 + LC_1p^2}$$

la nullité de la partie imaginaire donne $\omega_{osc} = \dfrac{1}{\sqrt{L\dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}}}$

la nullité de la partie réelle donne $g\,R_S > \dfrac{C_1}{C_2}$