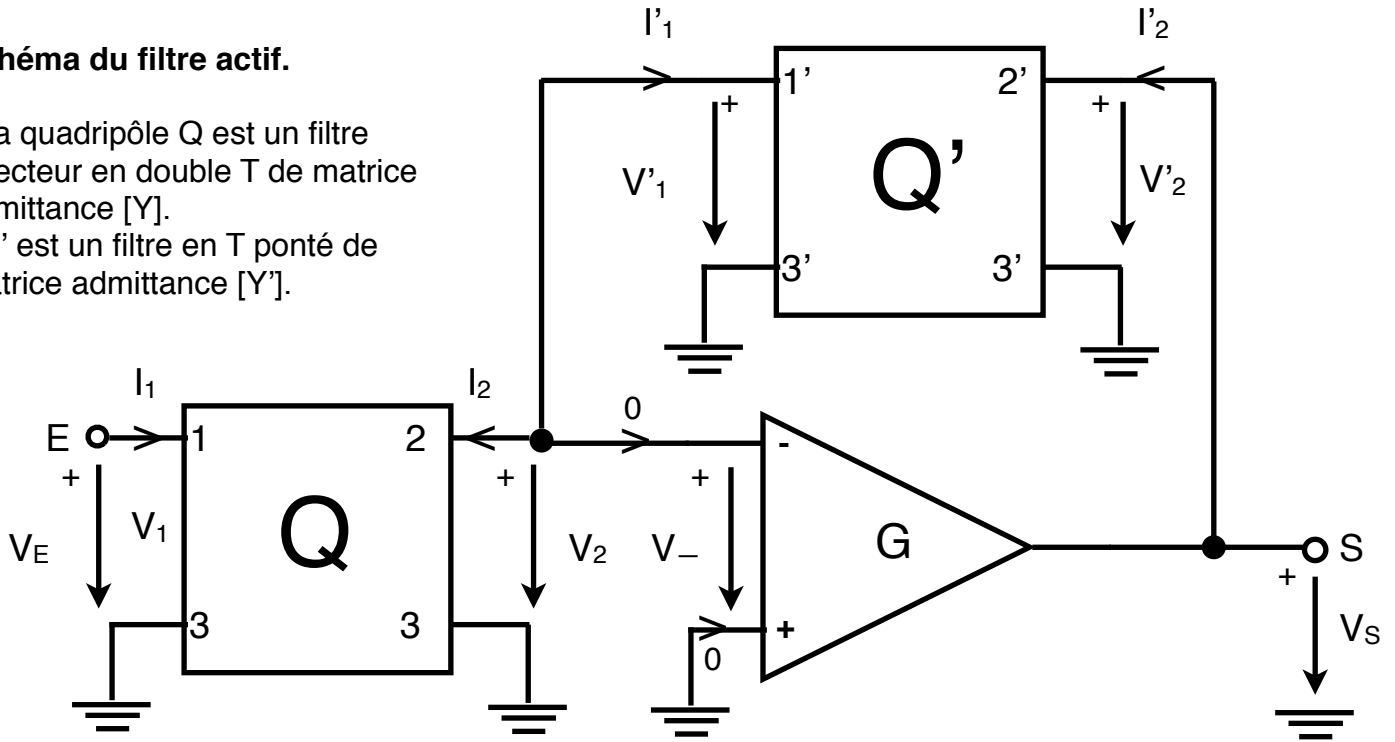


Schéma du filtre actif.

La quadripôle Q est un filtre réjecteur en double T de matrice admittance [Y].

Q' est un filtre en T ponté de matrice admittance [Y'].



On remarque : $V_1 = V_E$ $V_2 = V_- = V'_1$ $V'_2 = V_S$ $V_+ = 0$ $I_+ = I_- = 0$ $I'_1 = I_2$
d'où :

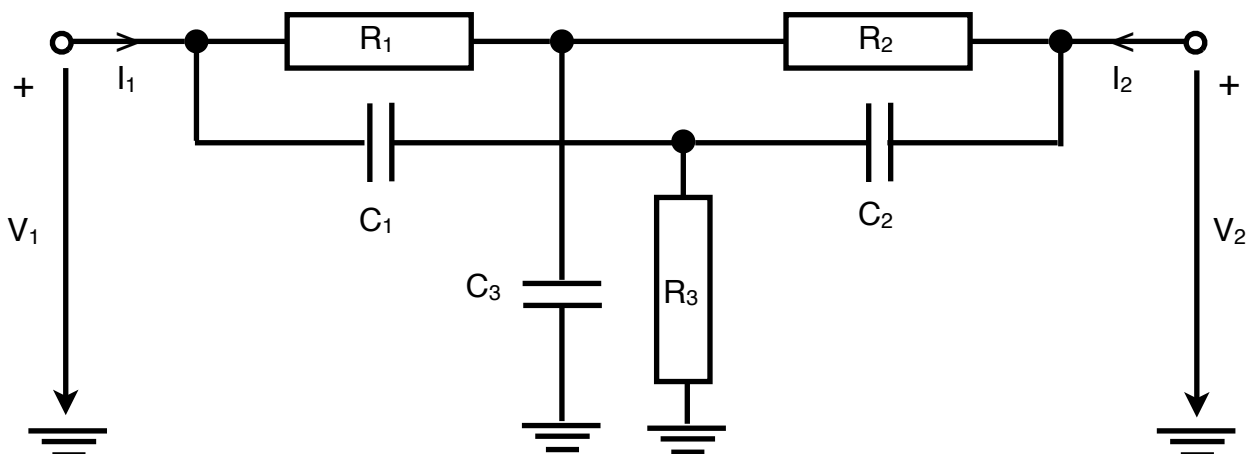
$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = [Y] \cdot \begin{bmatrix} V_E \\ V_- \end{bmatrix} \text{ avec } [Y] = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}; V_S = G(V_+ - V_-); I_2 = I'_1$$

$$\begin{bmatrix} I'_1 \\ I'_2 \end{bmatrix} = [Y'] \cdot \begin{bmatrix} V_- \\ V_S \end{bmatrix} \text{ avec } [Y'] = \begin{bmatrix} Y'_{11} & Y'_{12} \\ Y'_{21} & Y'_{22} \end{bmatrix}; \frac{V_S}{V_E} = \frac{Y_{21}}{Y'_{12} + \frac{Y_{22} - Y'_{11}}{G}}$$

On suppose l'amplio parfait, soit G infini et $V_- = V_+ = 0$, d'où les relations :

$$\begin{cases} I_1 = Y_{11} V_E \\ I_2 = Y_{21} V_E \\ I'_1 = I_2 = Y'_{12} V_S \\ I'_2 = Y'_{22} V_S \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{V_S}{V_E} = \frac{Y_{21}}{Y'_{12}} \\ z_i = \frac{V_E}{I_1} = \frac{1}{Y_{11}} \quad p=j2\pi f \\ I'_2 = \frac{Y_{21} Y'_{22}}{Y'_{12}} \cdot V_E \quad I'_1 = I_2 = Y_{21} V_E \end{cases}$$

Quadripôle Q (filtre réjecteur en double T).



Valeurs optimales :
$$R_1 = R_2 = \frac{R}{2} ; R_3 = \frac{\varepsilon^2}{\alpha} \cdot R ; C_1 = C_2 = \frac{\alpha}{\varepsilon} \cdot C ; C_3 = 8\varepsilon C ; f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\alpha} \cdot RC}$$

Matrice admittance pour des valeurs quelconques des composants :

$$Y_{11} = \frac{1}{R_1 + R_2} \left[\frac{1 + pR_2C_3}{1 + p\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}C_3} + \frac{p(R_1 + R_2)C_1(1 + pR_3C_2)}{1 + pR_3(C_1 + C_2)} \right]$$

$$Y_{12} = Y_{21} = \frac{-1}{R_1 + R_2} \left[\frac{1}{1 + p\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}C_3} + \frac{p^2(R_1 + R_2)R_3C_1C_2}{1 + pR_3(C_1 + C_2)} \right]$$

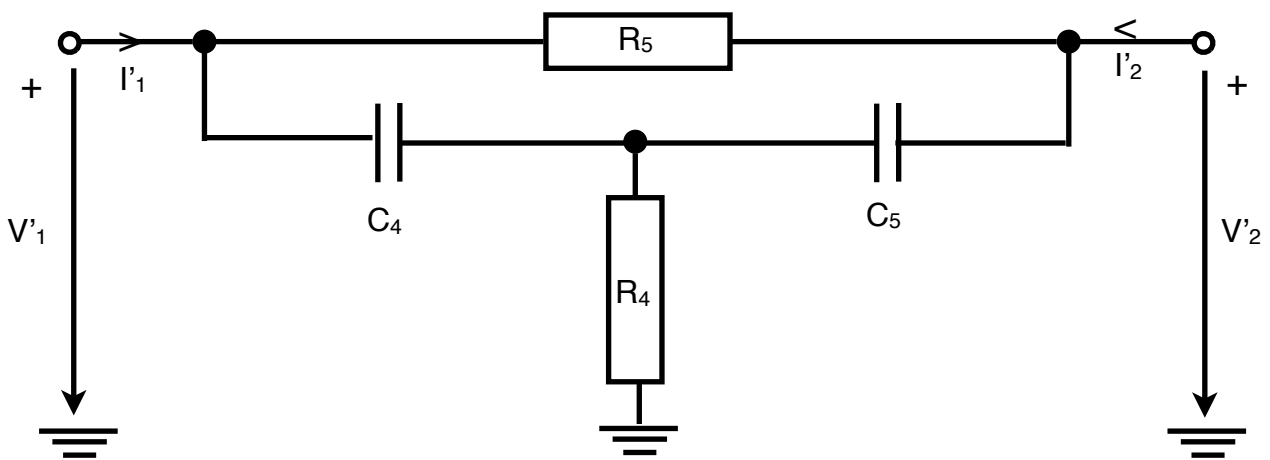
$$Y_{22} = \frac{1}{R_1 + R_2} \left[\frac{1 + pR_1C_3}{1 + p\frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}C_3} + \frac{p(R_1 + R_2)C_2(1 + pR_3C_1)}{1 + pR_3(C_1 + C_2)} \right]$$

Avec les valeurs optimales :

$$Y_{11} = Y_{22} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1 + p^2\alpha R^2 C^2 + p\left(4\varepsilon + \frac{\alpha}{\varepsilon}\right)RC}{1 + p2\varepsilon RC} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2 + j\left(4\frac{\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} + \frac{\sqrt{\alpha}}{\varepsilon}\right)\frac{f}{f_0}}{1 + j\frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}$$

$$Y_{12} = Y_{21} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{1 + p^2\alpha R^2 C^2}{1 + p2\varepsilon RC} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{1 + j\frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}} \text{ pour } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\alpha} \cdot RC}$$

Quadripôle Q' (filtre en T ponté).



Valeurs optimales :
$$R_4 = \varepsilon^2 R ; R_5 = R ; C_4 = C_5 = \frac{C}{\varepsilon} ; f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\alpha} \cdot RC}$$

Matrice admittance pour des valeurs quelconques des composants :

$$Y'_{11} = \frac{1}{R_5} \cdot \frac{1 + p^2 R_4 R_5 C_4 C_5 + p [R_4 (C_4 + C_5) + R_5 C_4]}{1 + p R_4 (C_4 + C_5)}$$

$$Y'_{12} = Y'_{21} = \frac{-1}{R_5} \cdot \frac{1 + p^2 R_4 R_5 C_4 C_5 + p R_4 (C_4 + C_5)}{1 + p R_4 (C_4 + C_5)}$$

$$Y'_{22} = \frac{1}{R_5} \cdot \frac{1 + p^2 R_4 R_5 C_4 C_5 + p [R_4 (C_4 + C_5) + R_5 C_5]}{1 + p R_4 (C_4 + C_5)}$$

Avec les valeurs optimales :

$$Y'_{11} = Y'_{22} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1 + p^2 R^2 C^2 + p \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \cdot \left(2\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right) RC}{1 + p 2\varepsilon RC} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1 - \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + j \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \cdot \left(2\varepsilon + \frac{1}{\varepsilon} \right) \cdot \frac{f}{f_0}}{1 + j \frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}$$

$$Y'_{12} = Y'_{21} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{1 + p^2 R^2 C^2 + p 2\varepsilon RC}{1 + p 2\varepsilon RC} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{1 - \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + j \frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}{1 + j \frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}$$

Filtre actif complet avec les valeurs optimales des composants.

Gain :

$$A = \frac{V_S}{V_E} = \frac{1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2}{1 - \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + j \frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}$$

pour $f = 0$ A
 pour $f \rightarrow \infty$ $A \rightarrow \alpha$
 pour $f = f_0$ $A = \pm j \cdot 0$
 le filtre est symétrique si $\alpha = 1$

si $\alpha = 1$ $A = \frac{1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2}{1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + j \frac{1}{Q} \cdot \frac{f}{f_0}}$

pour $f = 0$ $A = 1$
 pour $f \rightarrow \infty$ $A \rightarrow 1$
 pour $f = f_0$ $A = \pm j \cdot 0$
 facteur de qualité $Q = 1/2\varepsilon$

Impédance d'entrée :

$$z_i = R \cdot \frac{1 + j \frac{2\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{f}{f_0}}{1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + j \left(4 \frac{\varepsilon}{\sqrt{\alpha}} + \frac{\sqrt{\alpha}}{\varepsilon} \right) \cdot \frac{f}{f_0}}$$

pour $f = 0$ $z_i = R$
 pour $f \rightarrow \infty$ $z_i \rightarrow 0$

Calcul des composants optimaux :

- choisir f_0 ; α (1 ou gain aux fréquences hautes) ;
- choisir ε ($= 1/2Q$ si $\alpha = 1$) pour la largeur de bande coupée ;
- choisir C , calculer $C_1 = C_2 = \frac{\alpha}{\varepsilon} \cdot C$; $C_3 = 8\varepsilon C$; $C_4 = C_5 = \frac{C}{\varepsilon}$
- calculer $R = \frac{1}{2\pi\sqrt{\alpha} \cdot f_0 C}$; $R_1 = R_2 = \frac{R}{2}$; $R_3 = \frac{\varepsilon^2}{\alpha} \cdot R$; $R_4 = \varepsilon^2 R$; $R_5 = R$

