



Taki Academy
www.takiacademy.com

Physique

Classe : 4^{ème} année

Chapitre : les filtres

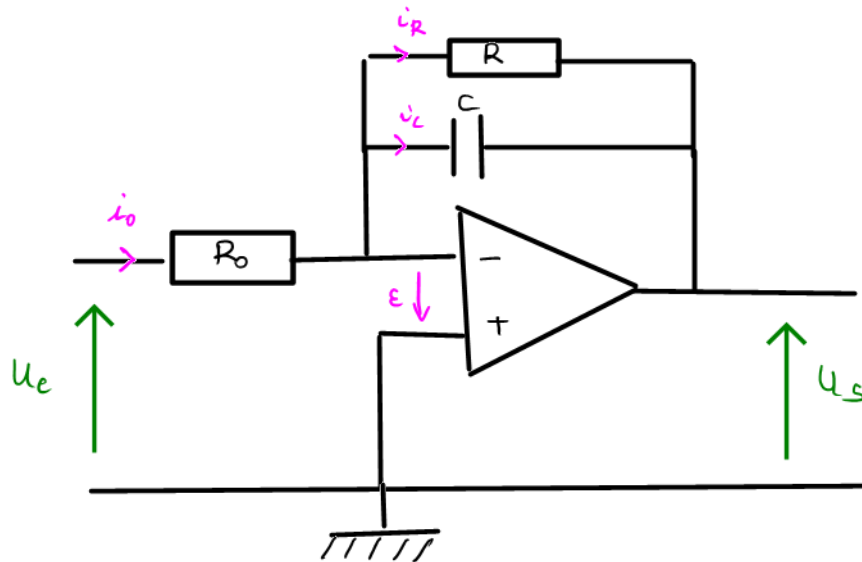
Fiche de méthodes

📍 Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /
Gabes / Djerba



Filtre passe - bas actif

Q_1 : Faire le schéma du montage :



* On remarque la présence d'un amplificateur opérationnel (A.O.P) qui est un composant actif \Rightarrow le filtre est dit actif.

Rqne :

Amplificateur opérationnel idéal :
$$\begin{cases} i^- = i^+ = 0 \\ \varepsilon = 0 \end{cases}$$



Q₂: Etablir l'équation différentielle de $U_s(t)$:

* Au nœud A :

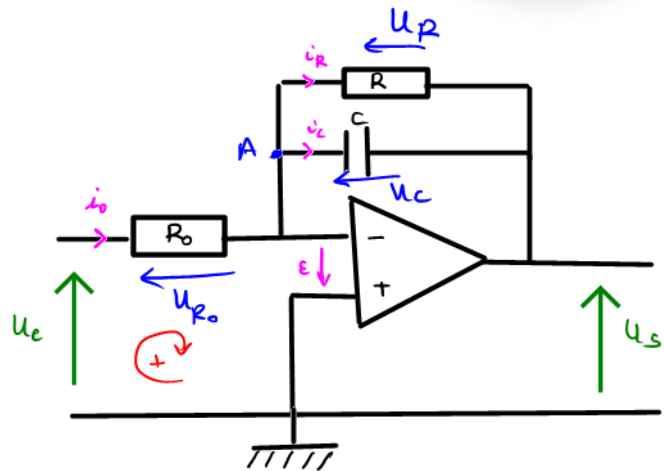
$$i_o = i_c + i_R$$

* D'après la loi des mailles

$$1. \quad U_e - U_{R_0} - \varepsilon = 0$$

$$U_e = U_{R_0} = R_0 i_o$$

$$\Rightarrow i_o = \frac{U_e}{R_0}$$



$$2. \quad U_s + U_c + \varepsilon = 0$$

$$U_s + U_c = 0$$

$$U_s = -U_c \text{ avec } i_c = C \frac{dU_c}{dt} = -C \frac{dU_s}{dt}$$

$$3. \quad U_s + U_R + \varepsilon = 0$$

$$U_s = -U_R \Rightarrow U_s = R \cdot i_R \Rightarrow i_R = \frac{-U_s}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{U_e}{R_0} = -\frac{U_s}{R} - C \frac{dU_s}{dt}$$

$$-U_e = \frac{R_0}{R} U_s + C \cdot R_0 \cdot \frac{dU_s}{dt}$$



Q₃: Déterminer l'expression de T et de G :

* $T = \frac{U_{sm}}{U_{em}}$: on utilise la construction de Fresnel pour trouver T

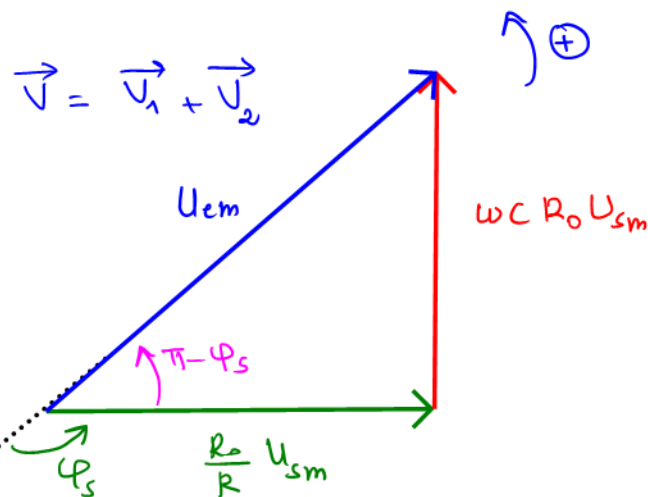
$$\underbrace{-U_e}_{\vec{V}} = \underbrace{\frac{R_0}{R} U_s}_{\vec{V}_1} + \underbrace{C.R_0 \cdot \frac{dU_s}{dt}}_{\vec{V}_2}$$

$$\vec{V}_1 \rightarrow \frac{R_0}{R} U_s = \frac{R_0}{R} U_{sm} \sin(\omega t + \varphi_s) \rightarrow \vec{V}_1 \left| \begin{array}{l} \frac{R_0}{R} U_{sm} \\ \varphi_s \end{array} \right.$$

$$\vec{V}_2 \rightarrow C R_0 \frac{dU_s}{dt} = C R_0 \omega U_{sm} \sin(\omega t + \varphi_s + \frac{\pi}{2}) \rightarrow \vec{V}_2 \left| \begin{array}{l} C R_0 \omega U_{sm} \\ \varphi_s + \frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

$$\vec{V} \rightarrow -U_e = -U_{em} \sin(\omega t) ; \varphi_e = 0 \text{ rad} \rightarrow \vec{V} \left| \begin{array}{l} U_e \\ \pi \end{array} \right.$$

$$= U_{em} \sin(\omega t + \pi)$$



axe
des phases



Pythagore :

$$(R_o C \omega U_{sm})^2 + \left(\frac{R_o}{R} U_{sm}\right)^2 = U_{em}^2$$

$$U_{sm}^2 \left[(R_o C \omega)^2 + \left(\frac{R_o}{R}\right)^2 \right] = U_{em}^2$$

$$U_{sm}^2 \left(\frac{R_o^2}{R}\right) [(RC\omega)^2 + 1] = U_{em}^2$$

$$U_{sm} \left(\frac{R_o}{R}\right) \sqrt{1 + (RC\omega)^2} = U_{em}$$

$$\Rightarrow \frac{U_{sm}}{U_{em}} = \frac{1}{\frac{R_o}{R} \sqrt{1 + (RC\omega)^2}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{U_{sm}}{U_{em}} = \frac{R/R_o}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}$$

* $G = 20 \log T$

$$G = 20 \log \frac{R/R_o}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}$$

$$G = 20 \log \frac{R}{R_o} - 20 \log (1 + (RC\omega)^2)^{1/2}$$

$$G = 20 \log \left(\frac{R}{R_o}\right) - 10 \log (1 + (RC\omega)^2)$$



Q₄: Vérifier la nature de ce filtre :

* Si $N \rightarrow 0$; $T = T_0 \Rightarrow$ le signal est transmis

* Si $N \rightarrow +\infty$; $T = 0 \Rightarrow$ le signal est atténué

Ce filtre ne laisse passer que les signaux de basses fréquences.

\Rightarrow filtre passe-bas.

Ce filtre comporte un composant actif (l'AOP)
donc ce filtre est passe-bas actif.

Q₅: Déterminer la fréquence de coupure :

$$\text{Pour } N = N_c, T = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{R}{R_0}}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$1 + (RC\omega)^2 = 2$$

$$(RC\omega) = 1$$

$$2\pi RC N_c = 1$$

$$N_c = \frac{1}{2\pi RC}$$



* On peut aussi utiliser G pour déterminer N_c :

pour $N = N_c$, $G = G_0 - 3 \text{ dB}$

$$20 \log \left(\frac{R}{R_0} \right) - 10 \log (1 + (RC\omega)^2) = 20 \log \frac{R}{R_0} - 3$$

$$- 10 \log (1 + (RC\omega)^2) = -3$$

$$1 + (RC\omega)^2 = 10^{0.3}$$

$$(RC\omega)^2 = 10^{0.3} - 1$$

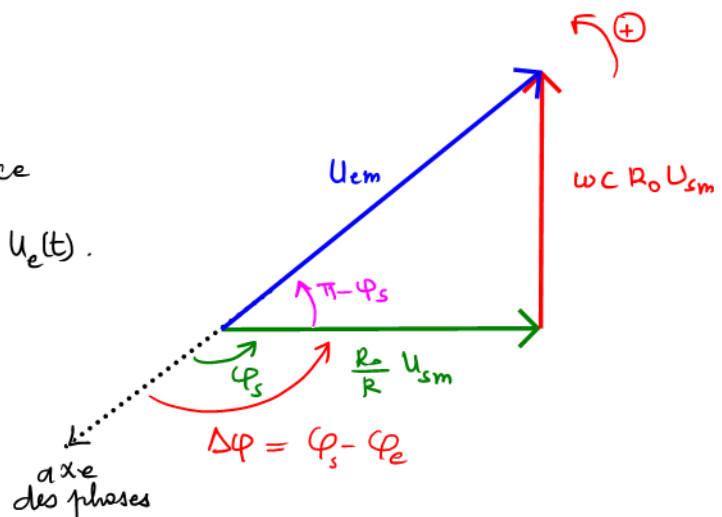
$$RC\omega = \sqrt{10^{0.3} - 1} \approx 1$$

$$N_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Q₆: Déterminer le signe de déphasage $\Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e$

$$\Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e > 0$$

$U_s(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $U_e(t)$.





Taki Academy
www.takiacademy.com

Range :

$$\operatorname{tg}(\pi - \varphi_s) = \frac{\omega C R_0 U_{sm}}{\frac{R_0}{R} U_{sm}}$$

$$\operatorname{tg}(\pi - \varphi_s) = \underbrace{RC}_{\frac{1}{N_c}} 2\pi N$$

$$\operatorname{tg}(\pi - \varphi_s) = \frac{N}{N_c}$$

$$\text{Si } N = N_c \Rightarrow \operatorname{tg}(\pi - \varphi_s) = 1$$

$$\pi - \varphi_s = \frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_s = \pi - \frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_s = \frac{3\pi}{4} \text{ rad}$$





Taki Academy
www.takiacademy.com



Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /
Gabes / Djerba



www.takiacademy.com



73.832.000