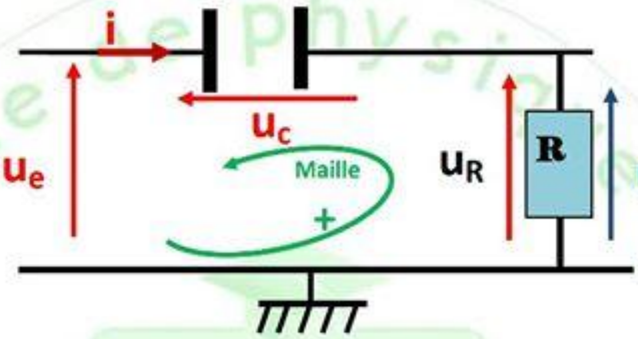
Cours physique
4 Sc. Info et T

ETUDE THEORIQUE D'UN FILTRE PASSE HAUT PASSIF

PROF : BARHOUMI MOURAD

1- SCHEMA ELECTRIQUE DU FILTRE



2- EQUATION DIFFERENTIELLE

Loi des Mailles

$u_S + u_c = ue$

$u_S = u_R = R\,i \Rightarrow i = \frac{u_S}{R}$

$i = C\frac{du_c}{dt} = \frac{u_S}{R} \Rightarrow u_C = \frac{1}{RC}\int u_S dt$

$u_S + + \frac{1}{RC}\int u_S dt = ue$

$u_S + \frac{1}{RC}\int u_S dt = ue$

$u_S + + \frac{1}{RC}\int u_S dt = ue$

$u_S + \frac{1}{RC}\int u_S dt = ue$

$$\boxed{u_S + \frac{1}{RC}\int u_S dt = ue}$$

3- EXPRESSION DE LA TRANSMITTANCE :T

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

$U_s(t)=U_{sm}\ \sin(\omega t+\varphi_s)$

$\frac{du_s}{dt} = U_{sm} \times \omega\ \cos(\omega t+\varphi_s) = U_{sm} \times \omega\ \sin(\omega t+\varphi_s+\frac{\pi}{2})$

$\int u_S dt = -\frac{1}{\omega}\ U_{sm}\ \cos(\omega t+\varphi_s) = \frac{1}{\omega} U_{sm}\ \sin(\omega t+\varphi_s-\frac{\pi}{2})$

On remplace ces expressions dans l'équation différentielle

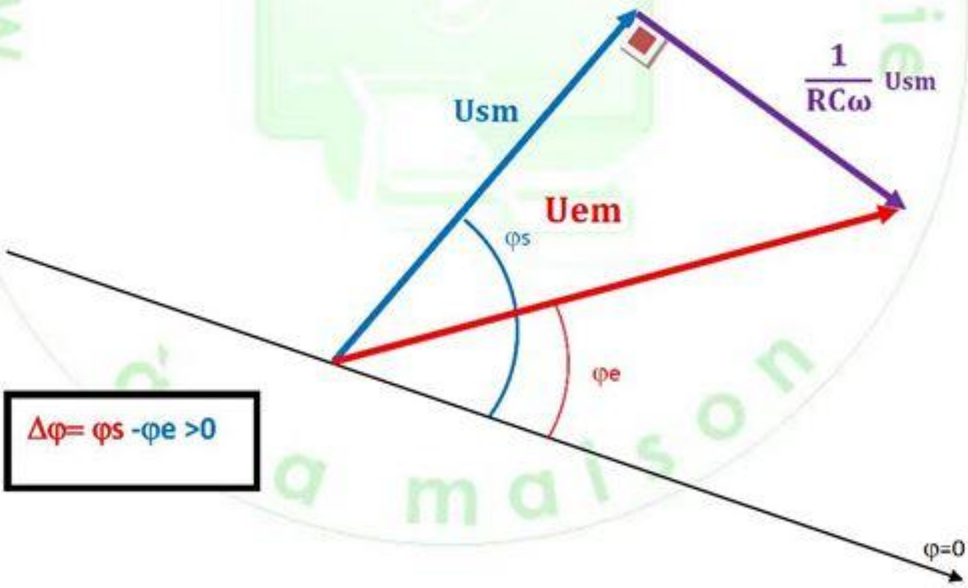
$$u_S + \frac{1}{RC}\int u_S dt = u_e$$

$$U_{sm}\ \sin(\omega t+\varphi_s) + \frac{1}{RC\omega}\ U_{sm}\ \sin(\omega t+\varphi_s-\frac{\pi}{2}) = U_{em}\ \sin(\omega t+\varphi_e)$$

Vecteurs de FRESNEL

$\overrightarrow{V1}[U_{sm}\ ;\ \varphi_s] + \overrightarrow{+V2}\left[\frac{1}{RC\omega}\ U_{sm}\ ;\ \varphi_s - \frac{\pi}{2}\right] = \vec{V}[\ U_{em}\ ;\ \varphi_e]$

Construction de FRESNEL



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

⇨ **us(t) est toujours en avance de phase par rapport à ue(t)**

D'après Pythagore on

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

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

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

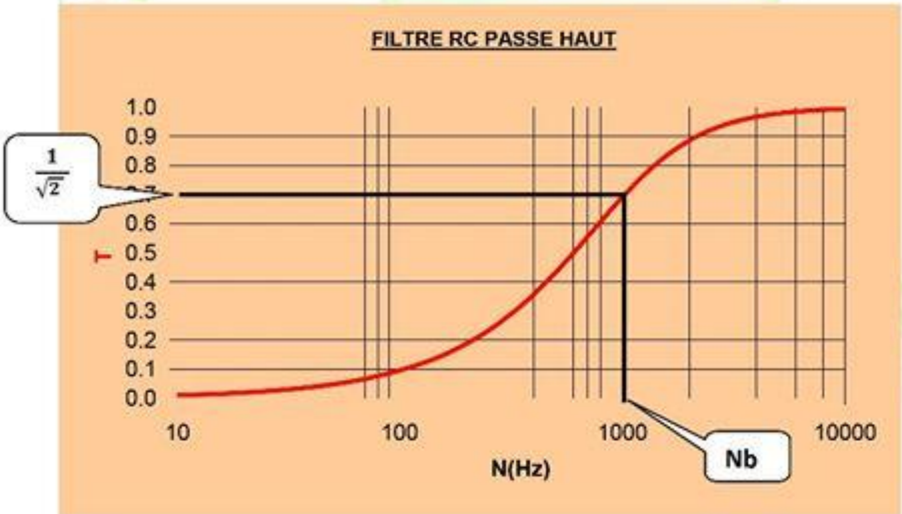
La transmittance T est donnée par

⇨ $$\boxed{T = \frac{U_{sm}}{U_{em}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{2\pi RCN}\right)^2}}}$$ **T0=1**

N ➔ 0 donc T ➔ 0

N➔ +∞ donc T ➔ 1

Courbe-1 : Transmittance : T=f(N)



4- EXPRESSION DU GAIN

$$G=20\log T \rightarrow G= 20 \log \left(\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2}}\right)$$

$$= - 20 \log \left(\sqrt{1+\left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2}\right)$$

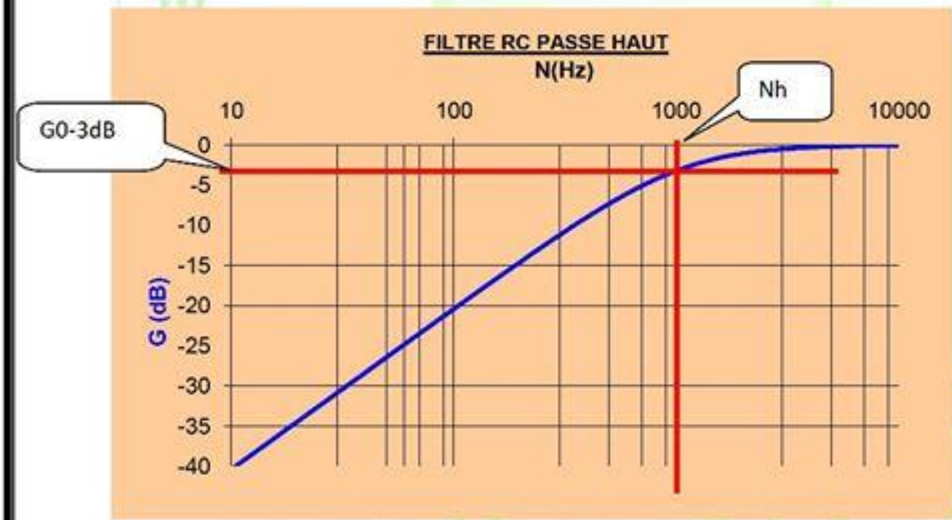
$$= - 10 \log \left(1+\left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2\right)$$

$$\boxed{G= - 10 \log \left(1+\left(\frac{1}{2\pi RCN}\right)^2\right)}$$

$N \rightarrow 0$ donc $G \rightarrow -\infty$

$N \rightarrow +\infty$ donc $G \rightarrow 0$

Courbe-2 : GAIN : G=f(N)



5- Bande passante et fréquence de coupure

Le filtre est passant si $G \geq G0\text{-}3dB$

$\rightarrow -10 \log\left(1 + \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2\right) \geq G0\text{-}3$

$\rightarrow -10 \log\left(1 + {}_1 + \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2\right) \geq -3 \rightarrow \log\left(1 + \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2\right) \leq 0.3$

$\rightarrow \left(1 + \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2\right) \leq 10^{0.3} \rightarrow \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2 \leq 10^{0.3} - 1$

$\rightarrow \left(\frac{1}{RC\omega}\right)^2 \leq 1$

$\rightarrow \frac{1}{RC\omega} \leq 1$

$\rightarrow \frac{1}{2\pi RCN} \leq 1 \rightarrow N \geq \frac{1}{2\pi RC}$

- ⇨ **$N \geq Nb$ avec $Nb = \frac{1}{2\pi RC}$: fréquence de coupure basse du filtre**
- ⇨ **Ce filtre laisse passer tous les signaux de fréquence supérieure à Nb doc c'est un filtre passe haut**
- ⇨ **De bande passante [Nb, +∞ [**

6- Déphasage $\Delta\varphi = \varphi s - \varphi e$

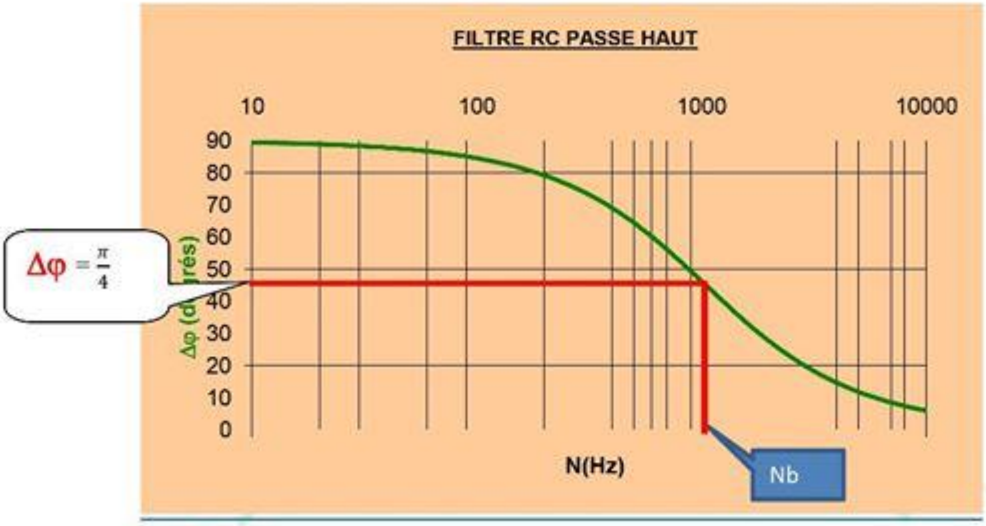
D'après la construction de Fresnel on a

$tg\Delta\varphi = \frac{1}{2\pi RCN} = \frac{N_b}{N} > 0$

si $N=0 \rightarrow tg\Delta\varphi = +\infty \rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

si $N=Nb \rightarrow tg\Delta\varphi = 1 \rightarrow \Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$

si $N \rightarrow +\infty \rightarrow tg\Delta\varphi \rightarrow 0 \rightarrow \Delta\varphi = 0$



FILTRE RC PASSE HAUT
10
100
1000
10000
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Δφ (degrés)
$\Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$
N(Hz)
Nb