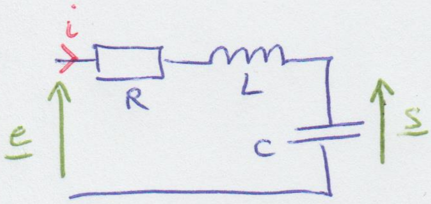
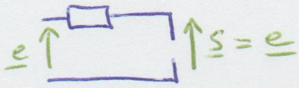
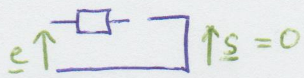
Exercice : Micro de guitare



Q1 : BF :



HF :



Filtre passe-bas

Q2 : Pont diviseur de tension :

$$\underline{s} = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}}\,\underline{e} \Rightarrow \boxed{\underline{H} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{1}{1 - LC\omega^2 + j\,RC\omega}}$$

Q3 : Par identification :

$$\boxed{H_0 = 1} \;,\; LC = \frac{1}{\omega_0^2} \Rightarrow \boxed{\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}} \quad \text{et} \quad \frac{1}{Q\omega_0} = RC \Rightarrow \boxed{Q = \frac{1}{R}\cdot\sqrt{\frac{L}{C}}}$$

Q4 : Résonance si $G_{max} = G(\omega_r) = |\underline{H}(\omega_r)| > 1$

$$G = |\underline{H}| = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{Q\omega_0}\right)^2}} \qquad \text{on pose } x = \frac{\omega}{\omega_0}$$

Maximiser G est équivalent à minimiser $(1 - x^2)^2 + \frac{x^2}{Q}$.
On dérive cette expression par rapport à x et on cherche à l'annuler.

$$-2x_r \times 2(1 - x_r^2) + \frac{2x_r}{Q} = 0$$

$$\Rightarrow 1 - x_r^2 = \frac{1}{2Q}$$

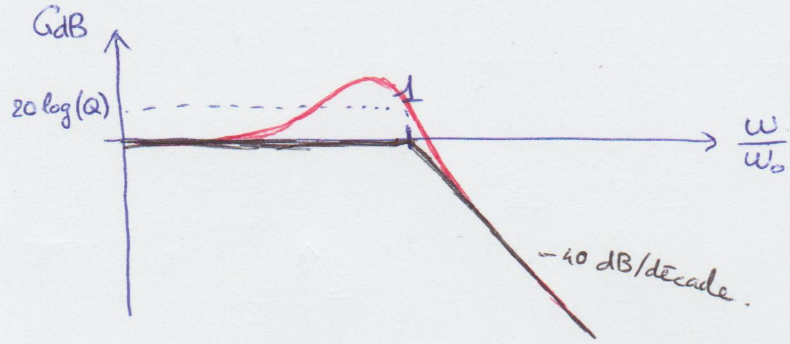
solution si $\boxed{Q \geqslant \frac{1}{\sqrt{2}}} \Rightarrow x_r = \sqrt{1 - \frac{1}{2Q}} \Rightarrow \boxed{\omega_r = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{2Q}}}$

Q5 : Diagramme asymptotique (juste en gain).

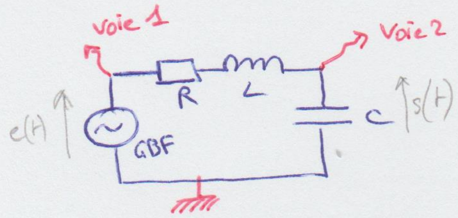
$\frac{\omega}{\omega_0} \gg 1 \rightarrow \underline{H}_{HF} = \frac{-1}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \Rightarrow G_{dB,HF} = 20 \log(|\underline{H}_{HF}|) = 20 \log\left(\frac{1}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\right) = \underline{-40 \cdot \log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)}$

$\frac{\omega}{\omega_0} \ll 1 \rightarrow \underline{H}_{BF} = 1 \Rightarrow G_{dB,BF} = \underline{0 \text{ dB}}$.

$\omega = \omega_0 \rightarrow \underline{H}(\omega_0) = -jQ \Rightarrow G_{dB}(\omega_0) = \underline{20 \cdot \log(Q)}$

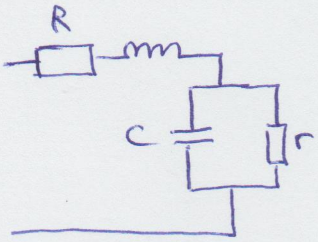


Q6 :

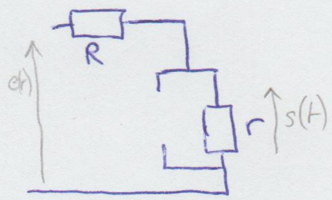


- On utilise un oscilloscope pour mesurer e(t) et s(t).
- Le signal d'entrée e(t) est imposé à l'aide d'un générateur basses fréquences (GBF).
- Pour déterminer le gain du filtre, on mesure l'amplitude de s(t) et de e(t) pour différentes pulsations / fréquences : $G_{dB} = 20 \log \left(\frac{\text{amplitude de } s(t)}{\text{amplitude de } e(t)} \right)$
- Pour déterminer le déphasage $\Delta\phi$, on détermine le décalage temporel entre les signaux et on multiplie par $\frac{2\pi}{T}$ (déphasage positif si s(t) est en avance sur e(t), déphasage négatif sinon).

Q7 :



$\xrightarrow[\text{statique}]{\text{gain}}$ BF



D'après le pont diviseur de tension :

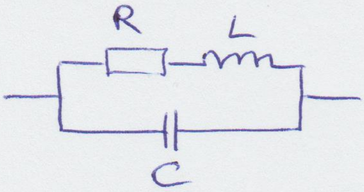
$$\boxed{H_0' = \frac{r}{r+R} < 1}$$

Rmq :

$$\left(\underline{H}'(j\omega) = \frac{\frac{r}{1+jrC\omega}}{R + jL\omega + \frac{r}{1+jrC\omega}} = \frac{\frac{r}{r+R}}{1 - LC\omega^2 + j\frac{Rr}{R+r}C\omega} \Rightarrow \begin{cases} Q' = \frac{1}{\left(\frac{Rr}{R+r}\right)}\sqrt{\frac{L}{C}} \\ \omega_0' = \omega_0 \end{cases} \right)$$

Le potentiomètre permet d'atténuer globalement le signal d'un facteur $\frac{r}{r+R}$.
(Le facteur de qualité Q est également modifié).

Q8 :



$$\frac{1}{\underline{Z}} = jC\omega + \frac{1}{R+jL\omega} = \frac{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}{R+jL\omega}$$

$$\hookrightarrow \boxed{\underline{Z} = R \cdot \left(\frac{1 + j\frac{L}{R}\omega}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega} \right)}$$

Q9 : Le courant traversant r et $\underline{Z}$ est identique :

$$i = \frac{\underline{U_z}}{\underline{Z}} = \frac{\underline{U_r}}{r} \implies \boxed{\underline{Z} = r \cdot \frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}}$$

Q10 : $\underline{Z}(\underbrace{\omega \to 0}_{\text{basses Fréquences}}) = R$ donc $\boxed{R = r \cdot \left|\frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}\right|(\omega \to 0)}$

pour le micro Fender
$R_F = 10^4 \times 1{,}5$
$\rightarrow \underline{R_F = 1{,}5 \times 10^4\ \Omega}$

pour le micro Dynasonic
$R_D = 10^4 \times 7 \times 10^{-1}$
$\rightarrow \underline{R_D = 7 \times 10^3\ \Omega}$

Q11 : pour $f \simeq 1\,\text{kHz}$, $\underline{Z} \simeq R + jL\omega$

$\hookrightarrow |\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$ or $|\underline{Z}| = r \left|\frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}\right|$

donc $\left(r \cdot \left|\frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}\right|\right)^2 = R^2 + L^2\omega^2$

$$\implies \boxed{L = \frac{1}{\omega}\sqrt{\left(r \cdot \left|\frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}\right|\right)^2 - R^2}}$$

Pour $f = 1\,\text{kHz}$, donc $\omega = 2\pi \times 10^3\ \text{rad.s}^{-1}$, on a :

- pour le micro Fender $L_F = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3}\sqrt{(10^4 \cdot 7)^2 - (1{,}5 \cdot 10^4)^2} = \underline{10{,}9\ \text{H}}$
- pour le micro Dynasonic $L_D = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3}\sqrt{(1{,}3 \times 10^4)^2 - (7 \cdot 10^3)^2} = \underline{1{,}7\ \text{H}}$

Q12 : Par identification :
$\frac{1}{\omega_0^2} = LC \implies \boxed{\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$, $\frac{L}{R} = \frac{Q}{\omega_0}$ et $Q\omega_0 = \frac{1}{RC}$

$$\downarrow$$
$$\boxed{Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}}$$ ouf, c'est cohérent !

Q13 $\omega \simeq \omega_0$ et $Q \gg 1$

$$\boxed{\underline{Z} \simeq \frac{jQ}{j \cdot \frac{1}{Q}} \simeq Q^2}$$

Pour $Q \gg 1$, $\omega_r \simeq \omega_0$: le maximum de la courbe correspond à $\left|\frac{\underline{U_z}}{\underline{U_r}}\right|_{max} = Q^2$

Pour le micro Fender : $Q_F^2 \simeq 200 \implies Q_F \simeq 14 \implies C_F = \frac{L_F}{R_F^2 \cdot Q_F^2} = \frac{10{,}9}{(1{,}5 \cdot 10^4)^2 \cdot 200} = \underline{2{,}4 \cdot 10^{-10}\ \text{F}}$

Pour le micro Dynasonic : $Q_D^2 \simeq 1000 \implies Q_D \simeq 32 \implies C_D = \frac{L_D}{R_D^2 \cdot Q_D^2} = \frac{1{,}7}{(7 \cdot 10^3)^2 \cdot 1000} = \underline{3{,}6 \cdot 10^{-11}\ \text{F}}$