Pr : Ilehi Hammadi *Bac info*

Devoir synthèse en scs physiques

Chimie (5 pts)

Le chromage est une technique de la galvanostégie consiste à déposer une couche de chrome sur un objet métallique :

- La cathode sera constituée par l'objet à recouvrir.
- L'anode peut être constituée du Chrome que l'on veut déposer.
- Ces deux électrodes plongent dans un bain contenant le cation Cr^{3+} à déposer.

Afin de protéger d'une statuette en acier contre la corrosion, en la recouvrant d'une couche protectrice adhérente de chrome. Pour réaliser le chromage électrolytique de cette statuette la solution à utiliser est choisie en fonction du résultat souhaité (aspect plus ou moins brillant, ...) mais elle contient toujours des ions chrome Cr^{3+} de concentration à peu près constante.

En pratique, la statuette à chromer (**électrode B**), immergée dans une solution aqueuse de sulfate de chrome (III), est reliée à l'une de pôle d'un générateur, alors que le deuxième pôle est relié à une lame en chrome pur (**électrode A**) comme le montre le schéma de la **figure-1-** ci-dessous.

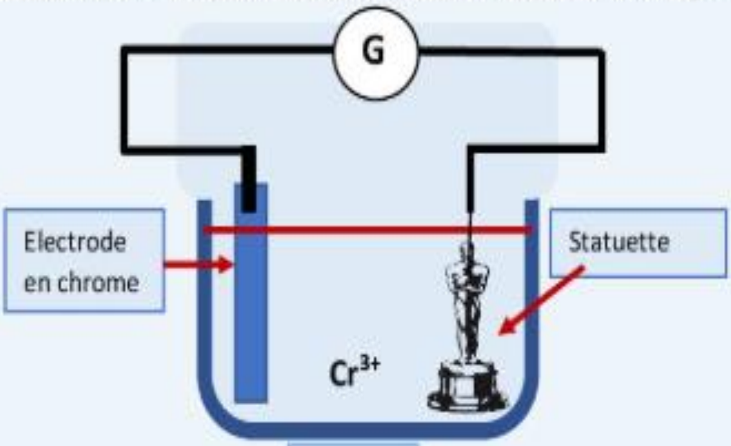


Figure-1

1- Indiquer sur la **figure-1** les polarités du générateur **G** pour que le chrome se dépose sur la statuette
2- Ecrire les transformations qui ont lieu au niveau de chaque électrode et déduire l'équation bilan.
3- S'agit-il d'une électrolyse à anode soluble on insoluble ? Justifier
4- Sachant qu'après une dure Δt d'électrolyse la masse de l'électrode en chrome diminue de **0,52 g** et que l'intensité du courant est maintenue constante **I = 4A**.
   a- Déterminer le nombre de mol du chrome oxydé dans l'anode.
   b- Calculer la dure Δt d'électrolyse.

   On donne : M(Cr)=52 g.mol^{-1}. Constante de Faraday F= 96500 C.mol^{-1}

PHYSIQUE (15 points)

Exercice n°1 (7 points)

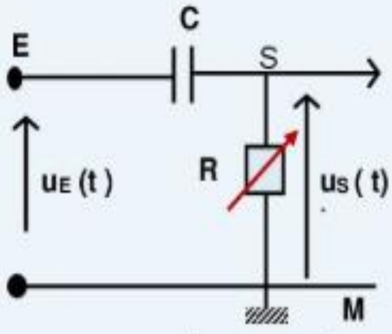


Figure-2

Les deux parties (A) et (B) sont indépendantes

A- Avec un conducteur ohmique de résistance R réglable et un condensateur de capacité $C = 0{,}2.10^{-6}$ F, on réalise un filtre (F) schématisé par la figure -2-. Un générateur basse fréquence impose à l'entrée du filtre une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie est $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$.

1- Justifier que le filtre (F) est passif.

2-

a- Etablir l'équation différentielle du filtre en $u_S(t)$.

b- Faire la construction de FRESNEL relative à cette équation différentielle.

c- En déduire que la fonction de transfert du filtre (F) a pour expression :

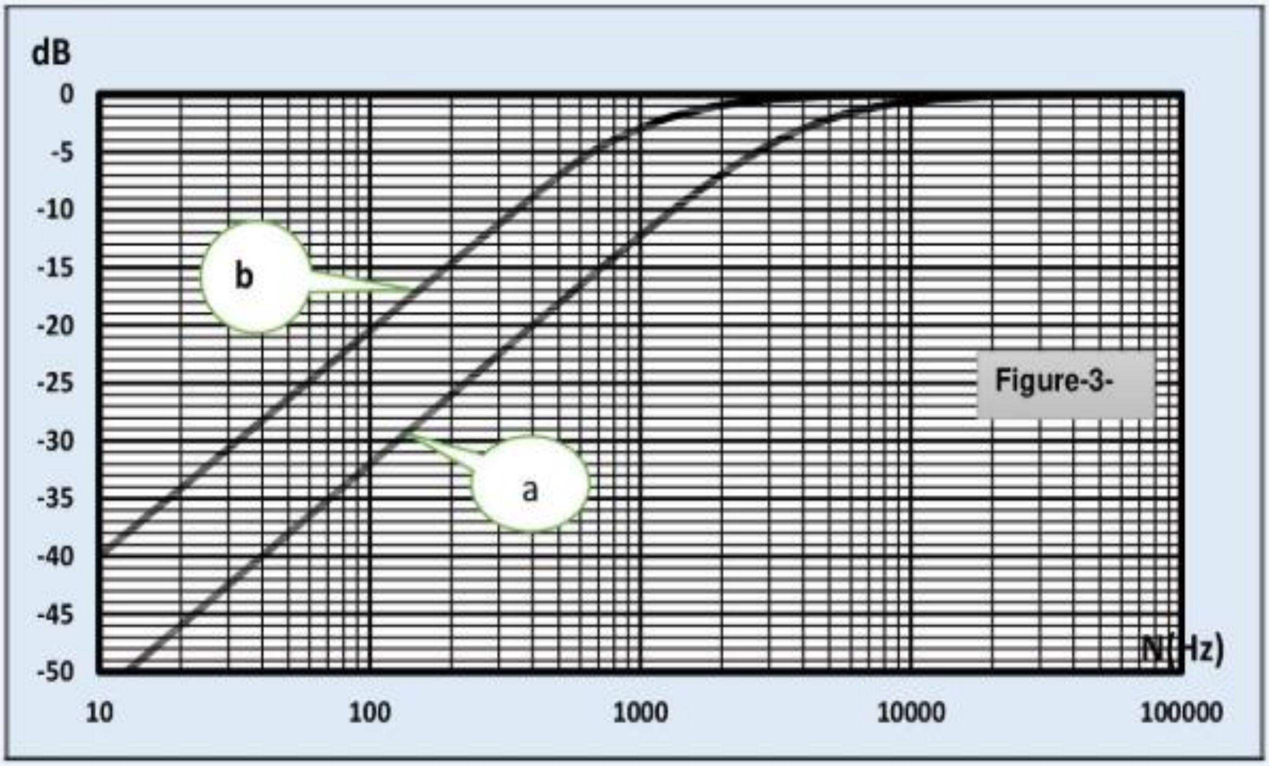
$$T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi\, RC\, N)^2}}}$$

d- En déduire, l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre en fonction de R et C.

e- Montrer qu'il s'agit d'un filtre passe haut.

f- En déduire que l'expression du gain est donnée par : $\mathbf{G = -10 \log [1 + \frac{1}{(2\pi\, RC\, N)^2}]}$.

3- L'évolution du gain G de ce filtre, en fonction de la fréquence N pour deux valeurs R1 et R2 de R est donnée par les courbes (a) et (b) de la figure -3-



a- Sachant que R1 < R2, en justifiant associer à chaque courbe la résistance correspondante.

b- En déduire les valeurs de R1 et R2.

B- On intercale entre le point E et le condensateur du filtre (F) une bobine d'inductance L et de résistance interne r négligeable. On obtient un filtre passe bande. La valeur de la résistance du conducteur ohmique est maintenant fixée à R' = 600 Ω, le condensateur prend une nouvelle valeur de sa capacité notée C'.

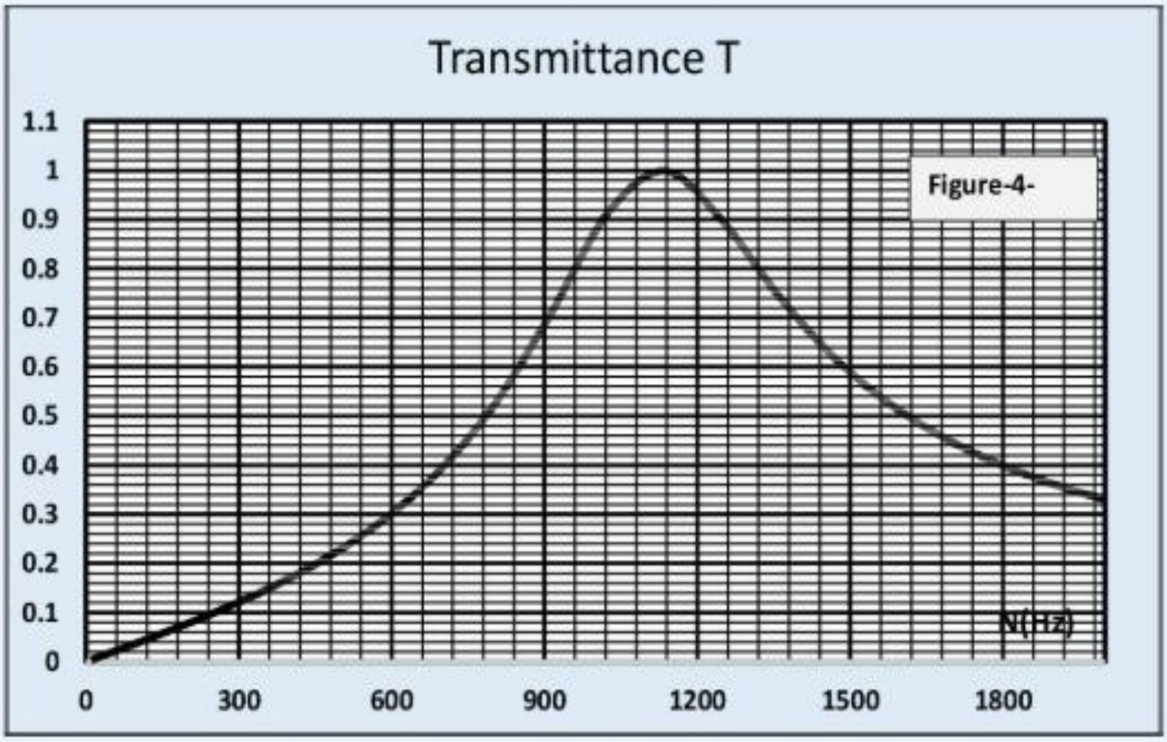
1- Représenter le schéma du circuit de ce nouveau filtre.

2- L'évolution de la transmittance T du filtre, en fonction de la fréquence N est donnée par la Figure -4-. En exploitons la courbe de la figure-4- déduire :

a- La Transmittance maximum T0 du filtre.

b- La fréquence propre N0 du filtre

c- La bande passante du filtre ainsi que sa largeur ΔN .



3- Une étude théorique permet de déterminer les expressions des fréquences de coupures N_h et N_b

$$N_b = \frac{N0}{2Q}\left[-1+\sqrt{1+4Q^2}\right] \quad \text{et} \quad N_h = \frac{N0}{2Q}\left[1+\sqrt{1+4Q^2}\right] \quad \text{avec } Q = \frac{2\pi N_0 L}{R_0} = \frac{1}{R_0 2\pi N_0 C}$$

a- Etablir l'expression de la largeur de la bande passante ΔN en fonction de N0 et Q.

b- Calculer les valeurs de Q , L et C'.

c- Le filtre est -il plus sélectif ou moins sélectif en augmentant la résistance **R'** ?

Exercice N°2 (5 pts)

On réalise le circuit de la **figure-5** représentant un multivibrateur à amplificateur opérationnel supposé idéal polarisé par une tension électrique symétrique. Un condensateur de capacité C et trois résistors R_1, R_2 et R.

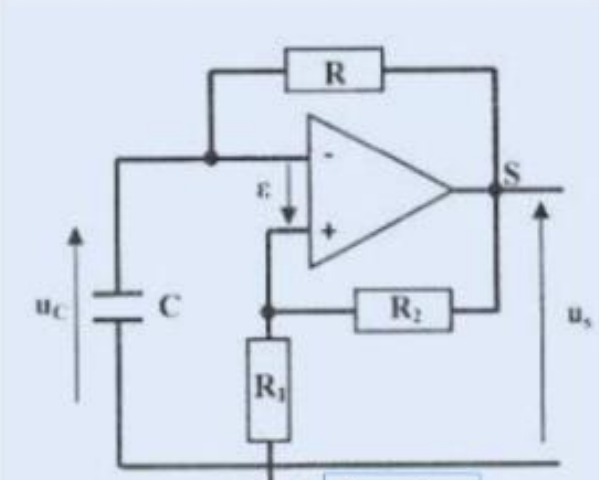


Figure-5

1- Définir un multivibrateur

2- Identifier dans le montage de la figure-5 les deux parties du multivibrateur

3- Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la tension **U_C (t)** aux bornes du condensateur est donnée par

$$\mathbf{RC\ \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = U_S(t)}$$

4- La solution de cette équation différentielle permet de déterminer l'expression de la durée **T_1** d'un état haut

$$\mathbf{T1 = RC\ Log\left(\frac{UBH-Uf}{UHB-Uf}\right)}$$ ou U_f est la tension visée et non atteinte par **U_C (t)**

et $U_{HB}=\frac{R_1}{R_1+R_2}Usat$ et $U_{BH}=-\frac{R_1}{R_1+R_2}Usat$

Montrer que l'expression de la durée T1 est donnée par T_1 = **RC Log** $\left(1+\frac{2R1}{R2}\right)$

5- A l'aide d'un oscilloscope numérique, on visualise simultanément la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie **Y_1** et la tension $u_S(t)$ **tension de sortie du multivibrateur** sur la voie **Y_2**. On observe sur l'écran de l'oscilloscope les oscillogrammes **(C1)** et **(C2)** de la **figure-6**.

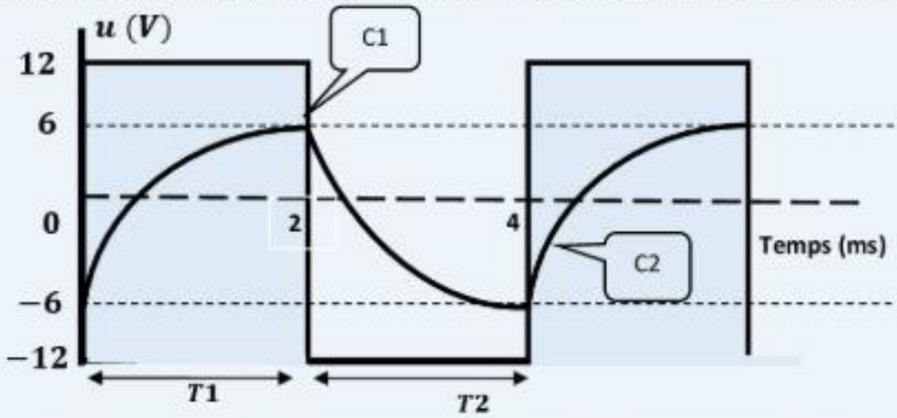


Figure-6

a- **Justifier que l'oscillogramme (C2) correspond à $u_S(t)$.**

b- Déterminer graphiquement les valeurs de **T_1** et **T_2.**

c- Calculer le rapport cyclique **d** du multivibrateur sachant que **δ** = $\frac{T1}{T1+T2}$. ; conclure

d- Déterminer graphiquement les tensions de basculement **U_{HB}** et **U_{BH}**.

e- Déduire la valeur de C sachant que **$R_1 = R_2$** et **R = 10 KΩ**.

f- Tracer la courbe **us=f(uc)** (appelée **hystérésis**) en indiquant les tensions de bascule et de saturations

6- Quelle modification apportée au circuit de la **figure-1** pour rendre le multivibrateur non symétrique faire le schéma du circuit après modification

Exercice n°3 (3 points)

Étude d'un document scientifique :

Un coefficient pour mesurer la « qualité » d'un système électrique résonnant

Les systèmes résonnants présentent un comportement caractéristique autour d'une fréquence particulière No. Appelée fréquence de résonance. On peut la plupart du temps, représenter ces systèmes, au moins en première approximation, par leur modèle électrique le circuit RLC série. Ce circuit étant alimenté par une tension sinusoïdale d'amplitude constante et de fréquence N variable, on observe un maximum de courant pour N=No ainsi qu'une variation rapide de la phase du courant par rapport à celle de la tension d'alimentation autour de No. Ces phénomènes sont d'autant plus marqués pour un tel circuit que lorsque son coefficient caractéristique Q ayant comme expression : $Q = \frac{2\pi N_0.L}{R}$ est élevé : L étant l'inductance de la bobine et R la résistance totale du circuit. L'utilisation de cette expression peut être une méthode très commode pour déterminer la valeur du coefficient Q. Toutefois, il serait plus pratique, pour N=No, de faire le rapport de l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur à celle de la tension d'alimentation du circuit. Un voltmètre permet donc une mesure très facile de Q. Un aspect de ce coefficient apparaît, il chiffre la surtension développée aux bornes du condensateur, au moment de la résonance. À titre d'exemple, si la tension d'alimentation a une amplitude égale à 6 V, et avec Q de l'ordre de 10 (valeur très courante), l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur sera égale à 60 V. Il est clair qu'une surtension apparaît aussi aux bornes de la bobine. Cependant, la bobine possède en général une résistance r (c'est parfois la seule résistance du circuit RLC) qui empêche que l'on puisse mesurer la tension «aux bornes de L ». C'est d'ailleurs la raison pour laquelle, dans la mesure de Q à l'aide d'un voltmètre, on relève la tension aux bornes du condensateur et non aux bornes de la bobine.

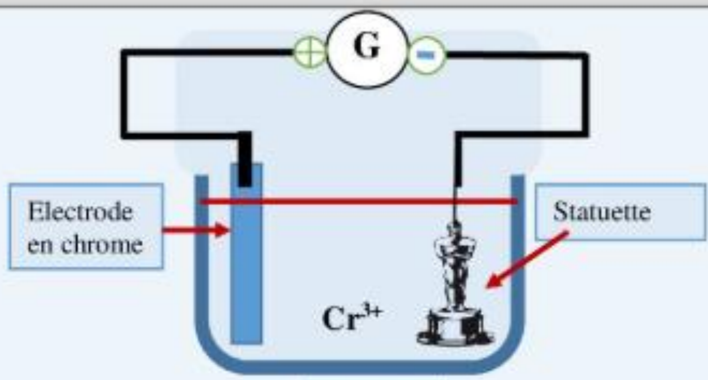
D'après BULLETIN DE L'UNION DES PHYSICIENS
J.-P. VALENTIN ; Groupe pédagogique

Questions

1) Dégager du texte les deux faits observés caractérisant le comportement du circuit RLC alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence N dans les deux cas suivants : N = No et Nest située autour de No.
2) a- Justifier l'appellation de << facteur de surtension >> que l'on peut donner au coefficient Q cité dans le texte.
   b- Montrer que l'expression: $Q = \frac{2\pi N_0.L}{R}$ peut être déduite à partir de la phrase soulignée dans le texte.
   c- Dire pourquoi il est plus commode de mesurer la tension efficace aux bornes du condensateur et non aux bornes de la bobine pour déterminer Q à l'aide d'un voltmètre.
3) En prenant l'exemple évoqué dans le texte pour lequel le facteur de surtension Q vaut 10 et sachant que le circuit résonnant correspondant est constitué par l'association en série d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r = 10Ω et d'un condensateur de capacité C = 10 μF, déterminer les valeurs de L et No.

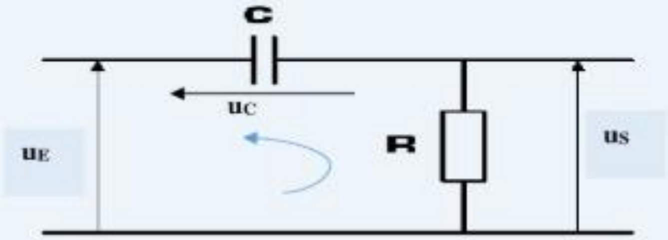
Correction du devoir synthèse N°2

CHIMIE (7 points)

1	 Figure-1	
2	Au niveau de l'anode A : $Cr \longrightarrow Cr^{3+} + 3e^-$ **Au niveau de la cathode B :** $Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$ **D'où l'équation bilan :** $Cr + Cr^{3+} \longrightarrow Cr + Cr^{3+}$	
3	Après une durée de fonctionnement l'électrode en chrome s'amincit subit une oxydation donc il s'agit d'une anode soluble	
4-a	$n=\frac{m}{M}=\frac{0{,}52}{52}=0{,}01$ mol	
4-b	Q = I.Δt = n.x.F ➔ $\Delta t = \frac{n.x.F}{I} = \frac{0{,}01.3.96500}{4} = 723{,}75$ s	

PHYSIQUE (13 points)

<table>
<tr><th>Question</th><th>Exercice n°1 (7 points)</th><th></th></tr>
<tr><td><u>Partie A :</u>
1</td><td>le filtre (F) est passif car il constitué par des dipôles passifs (résistor , capacité)</td><td></td></tr>
<tr><td>2-a</td><td>



Loi des mailles : $u_E = u_C + u_S$

$u_s = u_R = R\,i = \rightarrow i = \frac{u_s}{R}$

Or $i = c\frac{du_c}{dt} \rightarrow u_C = \frac{1}{C}\int i\,dt = \frac{1}{RC}\int u_S\,dt$

D'où l'équation différentielle $u_S + \frac{1}{RC}\int u_S\,dt = u_E$

</td><td></td></tr>
<tr><td>2-b</td><td>

$UE(t) = UEm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi e)$

$Us(t) = Usm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi s)$

$\frac{1}{RC}\int u_S\,dt = \frac{1}{RC\omega} Usm \times \mathrm{Cos}(\omega t + \varphi s) = \frac{1}{RC\omega} Usm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi s - \frac{\pi}{2})$

$\rightarrow Usm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi s) + \frac{1}{RC\omega} Usm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi s - \frac{\pi}{2}) = UEm\,\mathrm{Sin}(\omega t + \varphi e)$

Vecteurs de FRESNEL

$\vec{V1}[\,Usm\,;\ \varphi s] + \vec{V2}\left[\frac{1}{RC\omega} x Usm\,;\varphi s - \frac{\pi}{2}\right] = \vec{V}[\,UEm\,;\ \varphi e + \pi]$

Construction de FRESNEL

$\Delta\varphi = \varphi s - \varphi e > 0$

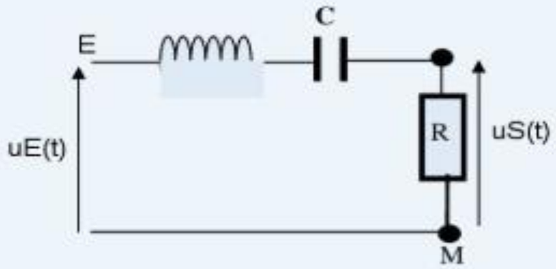
</td><td></td></tr>
<tr><td>2-c</td><td>

D'après Pythagore on a $(UEm)^2 = (\frac{1}{RC\omega} Usm)^2 + (Usm)^2 \rightarrow (UEm)^2 = [\,(\frac{1}{RC\omega})^2 + 1]\,Usm^2$

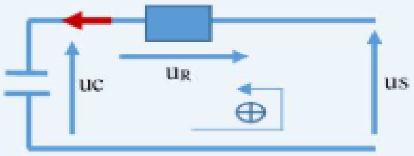
$\rightarrow (UEm) = \sqrt{[\,(\frac{1}{RC\omega})^2 + 1\,]}\ Usm \rightarrow \mathbf{T} = \frac{\mathbf{Usm}}{\mathbf{Uem}} = \frac{1}{\sqrt{[(\frac{1}{RC\omega})^2 + 1]}} = \frac{T0}{\sqrt{[(\frac{1}{2\pi RCN})^2 + 1]}}$

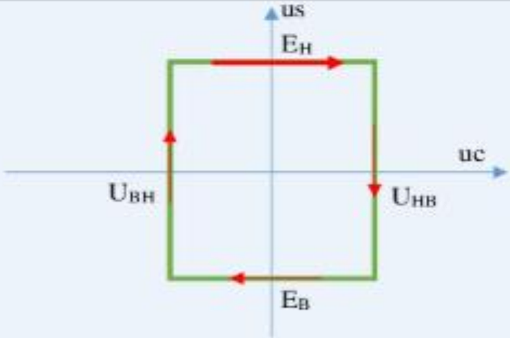
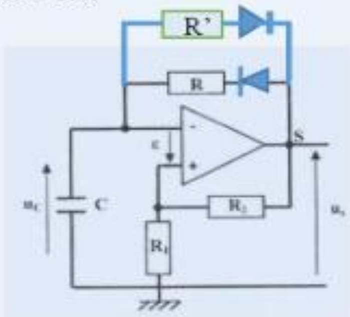
Avec T0=1

</td><td></td></tr>
</table>

2-d	Le filtre est passant si $T \geq \frac{T0}{\sqrt{2}}$ → $\frac{T0}{\sqrt{[(\frac{1}{2\pi RCN})^2 + 1]}} \geq \frac{T0}{\sqrt{2}}$ → $\sqrt{[(\frac{1}{2\pi RCN})^2 + 1]} < \sqrt{2}$ ⇨ $\left[\left(\frac{1}{2\pi RCN}\right)^2 + 1\right] \leq 2$ → $(\frac{1}{2\pi RCN})^2 \leq 1$ → $2\pi RCN \geq 1$ → $N \geq \frac{1}{2\pi RC} = Nc$	
2-e	Le filtre est passant pour des fréquences supérieures à Nb (fréquence de coupure basse) → c'est un filtre passe haut de fréquence de coupure basse **$Nb=Nc= \frac{1}{2\pi RC}$**	
2-f	$G=20\log T$ → $G= 20 \log (\frac{T0}{\sqrt{[(\frac{1}{2\pi RCN})^2 + 1]}}) =20 \log T0- 20 \log (\sqrt{[(\frac{1}{2\pi RCN})^2 + 1]}$ $= - 10 \log [1 +\frac{1}{(2\pi\, RC\, N)^2}]$	
3-a	On a $Nb=Nc= \frac{1}{2\pi RC}$ lorsque R augmente Nc diminue Donc la courbe (a) correspond à R1 et la courbe (b) correspond à R2	
3-b	$Nc= \frac{1}{2\pi RC}$ → $R= \frac{1}{2\pi C.Nc}$ Graphiquement Nc1= 4000Hz donc $R1= \frac{100000}{2\pi.0,2.4000}$ =199 Ω Nc2= 1000Hz donc $R2= \frac{100000}{2\pi.0,2.1000}$ =796 Ω	
Partie B : 1		
2-a	T_0= Tmax =1(d'après la courbe)	
2-b	Pour T=T0 on a N=N0 (d'après la courbe) N_0=1140Hz	
2-c	Bande passante : [Nb ; Nh] Graphiquement : **Le filtre est passant si $T \geq \frac{1}{\sqrt{2}} \geq 0,7$** D'où Nb=900Hz ; Nh= 1380Hz ΔN= Nh-Nb=1380-900=480Hz	
3-a	$\Delta N=Nh-Nb= \frac{N0}{2Q}\left[1 + \sqrt{1+4Q^2}\right] - \frac{N0}{2Q}\left[-1 + \sqrt{1+4Q^2}\right]$ ==> $\Delta N= \frac{N0}{Q}$	

3-b	$\Delta N = \frac{N0}{Q}$ ➔ $Q = \frac{N0}{\Delta N} = \frac{1140}{480} = 2{,}375$ $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R}$ ➔ $L = \frac{R.Q}{2\pi N0} = \frac{600x\ 2{,}375}{2\pi.1140} = 0{,}2$ H $Q = \frac{1}{R.2\pi N_0 C}$ ➔ $C = \frac{1}{R.2\pi N_0 Q} = \frac{1}{600x2\pi x1140x2{,}375} = 9{,}8\ x10^{-8}F \approx 0{,}1\ \mu F$	
3-c	Lorsque R' augmente ➔ $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R}$ diminue or $\Delta N = \frac{N0}{Q}$ augmente ⇨ Donc le filtre devient moins sélectif	

Question	Exercice n°2 (6 points)	
1	Un multivibrateur est un générateur autonome qui délivre un signal périodique non sinusoïdal.	
2	Circuit RC : réservoir d'énergie Comparateur à deux seuils ou circuit de commande : amplificateur +les deux résistors R1 et R2	
3	 D'après la loi des mailles $u_c + u_R = us$ ➔ $u_c + Ri = us$ or $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt}$ ➔ $u_c + R\,C\frac{du_c}{dt} = us$	
4	$T1 = RC\ Log\ (\frac{UBH-Uf}{UHB-Uf})$ Avec uf=Usat $U_{HB} = \frac{R_1}{R_1+R_2}Usat$ et $U_{BH} = -\frac{R_1}{R_1+R_2}Usat$ $T1 = RC\ Log\ (\frac{-\frac{R_1}{R_1+R_2}Usat - Usat}{\frac{R_1}{R_1+R_2}Usat - Usat}) = RC\ Log\ (1+\frac{2R1}{R2})$	
5 -a	la tension de sortie du multivibrateur varie entre deux états E_H état haut et E_B état bas donc l'oscillogramme C2 correspond à us(t	
5-b	T1=T2=2ms	
5-c	$\delta = \frac{T1}{T1+T2} = \frac{2}{4} = 0{,}5$ ➔ le multivibrateur est symétrique	
5-d	**U_{BH} = -6V et U_{HB} =+6 V** E_H=12 V et E_B=12 V	

5-e	$T1 = RC\ Log\ (1+\frac{2R1}{R2})$ ➔ $T1 = RC\ Log\ (3)$ ➔ $C = \frac{T1}{R.log3} = \frac{2.10^{-3}}{10000.log3} = 1{,}8.10^{-7}$ F	
5-f		
6	Modifier la constante de temps pour la charge τ=RC et la décharge τ'=R'C du condensateur on ajoute deux diodes comme suit  $T1 = RC\ Log\ (1+\frac{2R1}{R2})$ $T2 = R'C\ Log\ (1+\frac{2R1}{R2})$ ➔ $T1 \neq T2$	
Question	**Exercice n°3 (3 points)**	
1	Un maximum de courant pour N = N0 et une variation rapide de la phase du courant par rapport à la tension pour N autour de N0.	
2-a	Le coefficient Q présente un aspect qui chiffre la surtension développée aux bornes du condensateur, au moment de la résonance.	
2-b	D'après la phrase soulignée dans le texte $Q= \frac{U_{c0}}{U}$ or pour $N=N_0$; $Uc0= \frac{I0}{2\pi N_0 C}$ et $U_R=R.I_0$ et $\frac{1}{2\pi N_0 C} = 2\pi N_0 L$ Donc, $Q= \frac{1}{2\pi R.N_0 C} = \frac{2\pi.N0\ L}{R}$	
2-c	Il est plus commode de mesurer la tension efficace aux bornes du condensateur pour calculer Q et non aux bornes de la bobine car cette dernière possède en général une résistance qui empêche que l'on puisse mesurer la tension « aux bornes de L».	
3	R=r = 10Ω ; C = 10 µF ; Q=10 $\mathbf{Q= \frac{2\pi N_0 L}{r}}$ et $\mathbf{2\pi N_0 = \frac{1}{\sqrt{L.C}}}$ **Donc** $Q= \frac{1}{r}\sqrt{\frac{L}{C}}$ ➔ **$L=Q^2.r^2.C$= 100x100x10^{-5}=0,1H**	