Oscillations électriques forcées

I. Notion de déphasage

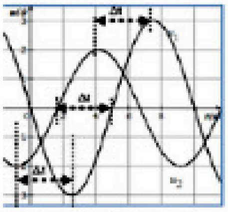
on appelle déphasage entre deux fonctions sinusoïdale de phase initiales φ_1 et φ_2 **la différence de phase** $\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1)$ ou $(\varphi_1 - \varphi_2)$

Définition : deux grandeurs sinusoïdales sont dites isochrones lorsqu'elles ont la même période T (ou la même fréquence).

Avance de phase :
Quand une fonction sinusoïdale atteint, toujours, son maximum (donc son minimum et son 0 en allant dans le même sens que l'autre fonction) avant l'autre, elle est dite « en avance de phase ».

Retard de phase :
Quand une fonction sinusoïdale atteint, toujours, son maximum (donc son minimum et son 0 en allant dans le même sens que l'autre fonction) après l'autre, elle est dite « en retard de phase ».

Décalage horaire :
A tout déphasage algébrique $\Delta\varphi$ correspond un décalage horaire Δt entre les sinusoïdes des deux fonctions étudiées.
Exemple : le graphique ci-contre montre deux sinusoïdes qui présentent un déphasage puisqu'il y a un décalage horaire.



Généralisation :

$$\begin{cases} u_1(t) = U_{1m}\sin(\omega t + \varphi_1) \\ u_2(t) = U_{2m}\sin(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

On appelle déphasage entre deux fonctions sinusoïdales synchrones (représentées dans le même système d'axes) : la différence des phases initiales :
$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$: le déphasage de $u_1(t)$ par rapport à $u_2(t)$ qui est une valeur algébrique en radian.
$\Delta\varphi' = -\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$: le déphasage de $u_2(t)$ par rapport à $u_1(t)$.

La relation entre le déphasage et le décalage horaire :

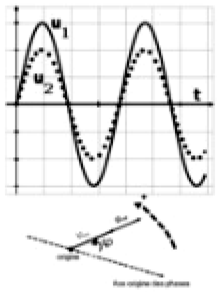
$$\begin{cases} \Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 \\ \Delta\varphi' = \varphi_2 - \varphi_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{si } 0 < \Delta\varphi < \pi \text{ alors } u_1(t) \text{ est en avance sur } u_2(t) \\ \text{si } -\pi < \Delta\varphi < 0 \text{ alors } u_1(t) \text{ est en retard sur } u_2(t) \end{cases}$$

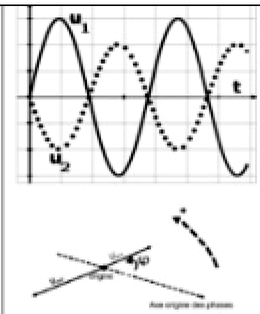
A tout décalage horaire Δt entre deux fonctions sinusoïdales synchrones correspond un déphasage $\Delta\varphi$ tel que :

$$|\Delta\varphi| = \omega \cdot \Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{|\Delta\varphi|}{2\pi} = \frac{\Delta t}{T} ;$$

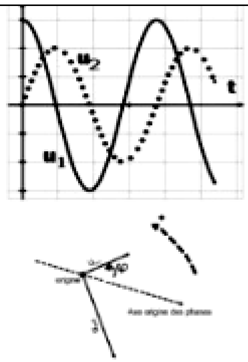
1. **Grandeurs sinusoïdales en phase :**
$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2K\pi$ avec $K \in \mathbb{Z}$
signifie que $u_1(t)$ et $u_2(t)$ atteignent leurs maximums aux mêmes instants (aussi leurs minimums ou leurs valeurs nulles) ;
le décalage horaire $\Delta t = 0$.



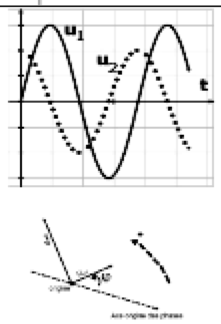
2. **Grandeurs sinusoïdales en opposition de phase :**
$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = (2K+1)\pi$; $K \in \mathbb{Z}$
signifie que $u_1(t)$ et $u_2(t)$ s'annulent aux mêmes instants mais lorsque l'une est maximale, l'autre est minimale ;
le décalage horaire $\Delta t = \frac{T}{2}$.



3. **$u_1(t)$ est en quadrature avance de phase sur $u_2(t)$:**
$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2K\pi + \frac{\pi}{2} > 0$
signifie que $u_1(t)$ s'annule en croissant, au même instant que $u_2(t)$ est minimale ; $u_1(t)$ s'annule en décroissant, au même instant que $u_2(t)$ est maximale.
Le décalage horaire est : $\Delta t = \frac{T}{4}$

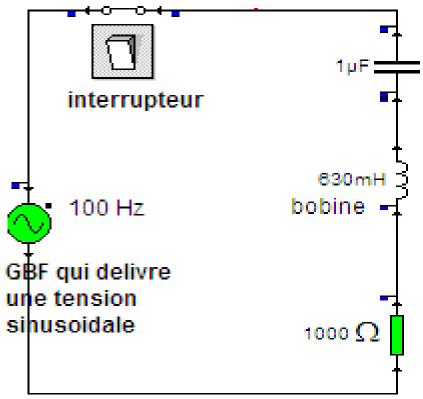


4. **$u_1(t)$ est en quadrature retard de phase sur $u_2(t)$:**
$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2K\pi - \frac{\pi}{2} < 0$
signifie que $u_1(t)$ s'annule en croissant, au même instant que $u_2(t)$ est maximale ; $u_1(t)$ s'annule en décroissant, au même instant que $u_2(t)$ est minimale.
Le décalage horaire est : $\Delta t = \frac{T}{4}$

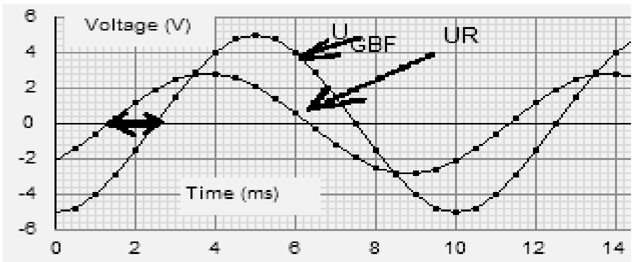


II. Oscillations électriques forcées

- on réalise le montage électrique suivant
- formé par un générateur a basse fréquence GBF
- un interrupteur
- un condensateur de capacité C égale à 1 µ F
- une bobine d'inductance L de valeur 0.63 H
- et un résistor de résistance R=1000 Ω

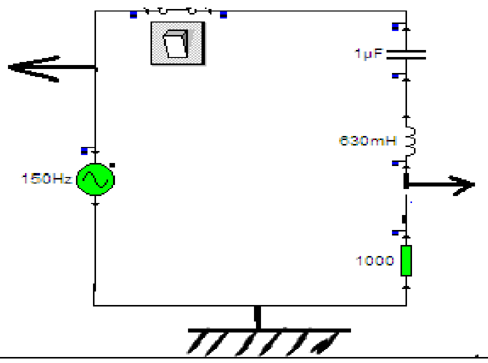


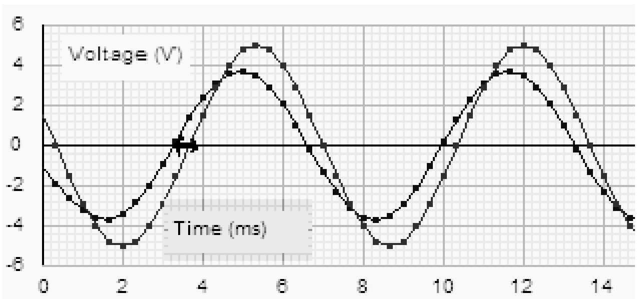
on visualise les tensions aux bornes du générateur et aux bornes du résistor en maintenant la fréquence a la valeur 100Hz , on obtient les courbes suivantes



Les deux tensions U_R U_{GBF} oscillent sinusoïdalement et périodiquement , la tension U_R varie avec la même fréquence et donc la même que celle délivré par le GBF pour cette raison on parle **<u>d'oscillations électriques forcées</u>** , bien que le GBF impose sa propre fréquence sur le résonateur   (le circuit RLC)
On remarque aussi que la tension U_R est en avance de phase par rapport à la tension U_{GBF}

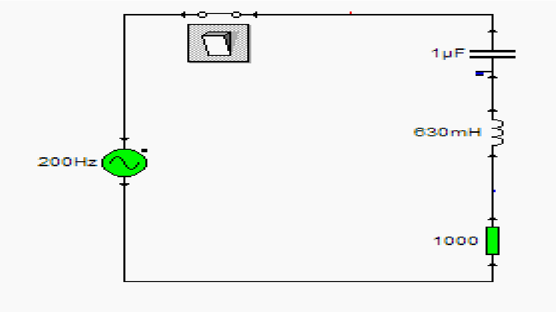
$$\Delta\varphi = \varphi_{U_R} - \varphi_{U_{GBF}} \geq 0$$





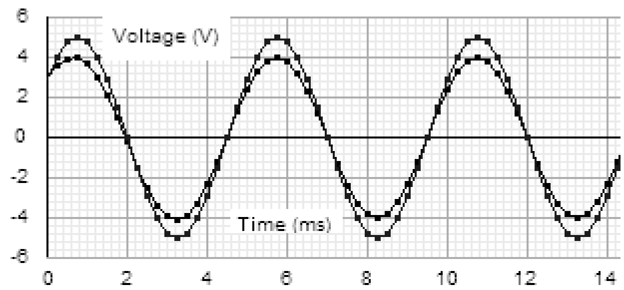
On fait modifier la fréquence de GBF, on remarque toujours que les tensions U_{GBF} et U_R oscillent avec les mêmes fréquences (c'est-à-dire 150 Hz) alors on observe que le décalage de temps diminue et bien sûr le déphasage diminue aussi

➔ toujours l'amplitude de la tension $U_R < U_{GBF}$



Comme vous le remarquez, à cette valeur particulière de la fréquence N_0 =200Hz , les tensions U_R U_{GBF} oscillent avec un **déphase nul.** $\Delta\varphi = \varphi_{U_R} - \varphi_{U_{GBF}} = 0$

Avec un simple comparaison vous remarquez que la tension U_{Rm} augmente et atteint une valeur maximale , on parle d'un phénomène nouveau appelé résonance d'intensité a la quelle l'intensité maximale I_m atteint la valeur maximale

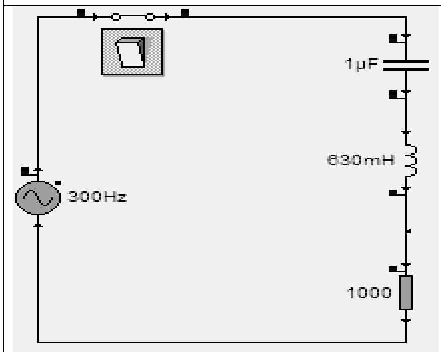


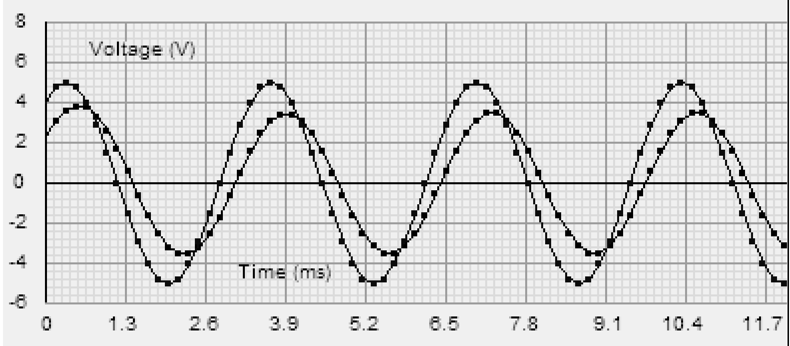
Calculez la valeur $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ =……………….

Déduire la valeur N_0 =……………….

Comparez N_0 et N_{GBF} …………………

Que constatez vous ?.................





D'abord comme vous le remarquez la tension $U_{Rm} \leq U_{GBFm}$, car vous allez le voir dans le cours que R $\leq \sqrt{R^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}$

Et puis vous remarquez aussi que la tension U_R évolue pour des fréquences supérieure à 200 Hz avec un retard de phase $\Delta\varphi = \varphi_{U_R} - \varphi_{U_{GBF}} \leq 0$

-