

Chapitre PHYS1 : Le Régime Sinusoïdal Forcé (RSF)

Plan du chapitre :

I. Réponse d'un circuit RC à une source excitatrice sinusoïdale

1. Rappels de SUP sur les dipôles R et C
2. Le circuit RC série
3. Réponse d'un circuit RC série à une source excitatrice sinusoïdale

II. Grandeurs sinusoïdales

1. Grandeurs périodiques : propriétés et définitions
2. Cas particulier d'une grandeur sinusoïdale
3. Déphasage entre deux grandeurs sinusoïdales de même fréquence
4. Représentation complexe d'une grandeur sinusoïdale

III. Dipôles en notation complexe

1. Relation entre $\underline{i}$ et $\underline{u}$ en notation complexe pour les dipôles R et C
2. Déphasage entre deux signaux
3. Association de dipôles en série ou en parallèle
4. Lois des mailles et des nœuds en notation complexe ; application à l'étude des circuits

Capacités exigibles :

1. Relier l'intensité d'un courant électrique au débit de charges électriques (SUP).
2. Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles (SUP).
3. Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur (SUP).
4. Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente (SUP).
5. Remplacer une association série ou parallèle de deux condensateurs par un condensateur équivalent (SPE).
6. Exploiter des ponts diviseurs de tension (SUP).
7. Établir un bilan de puissance dans un circuit électrique (SUP).
8. Circuit RC : Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur (SUP).
9. Établir l'expression, en fonction du temps, de la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge et de sa décharge. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire (SUP).
10. Réaliser un bilan énergétique pour le circuit RC série (SUP).
11. Utiliser la notation complexe pour étudier le régime forcé (SPE).

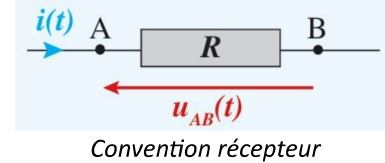
Documents de cours

Document n°1 : Le conducteur ohmique (ou résistor)

→ Dipôle linéaire pour lequel la tension $u_{AB}(t)$ à ses bornes est proportionnelle à l'intensité $i(t)$ qui le traverse.

$$\text{Loi d'Ohm : } u_{AB}(t) = R \times i(t)$$

où R est la résistance, exprimée en Ohms (Ω)



→ Aspect énergétique : La **puissance reçue** par un conducteur ohmique de résistance R , en convention récepteur, est :

$$p(t) = u_{AB}(t) \times i(t) = R \times i^2(t)$$

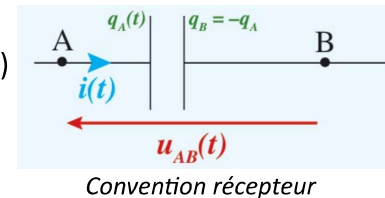
Elle est dissipée sous forme de chaleur par **effet Joule**.

Document n°2 : Le condensateur

Le **condensateur idéal** est un dipôle linéaire pour lequel l'intensité $i(t)$ qui le traverse est proportionnelle à la dérivée de la tension $u_{AB}(t)$ à ses bornes.

$$u_{AB}(t) = \frac{q_A(t)}{C} \text{ et } i(t) = \frac{dq_A}{dt}(t) = C \frac{du_{AB}}{dt}(t)$$

où C est la capacité du condensateur, exprimée en Farad (F) (ordre de grandeur usuel : le μF).



→ Aspect énergétique : La **puissance reçue** par un condensateur, en convention récepteur, est :

$$p(t) = u_{AB}(t) \times i(t) = u_{AB}(t) \times C \frac{du_{AB}}{dt}(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} C u_{AB}^2(t) \right)$$

On définit l'**énergie électromagnétique** (de nature électrostatique) **emmagasinée dans un**

condensateur pour la relation suivante : $E_e(t) = \frac{1}{2} C u_{AB}^2(t)$

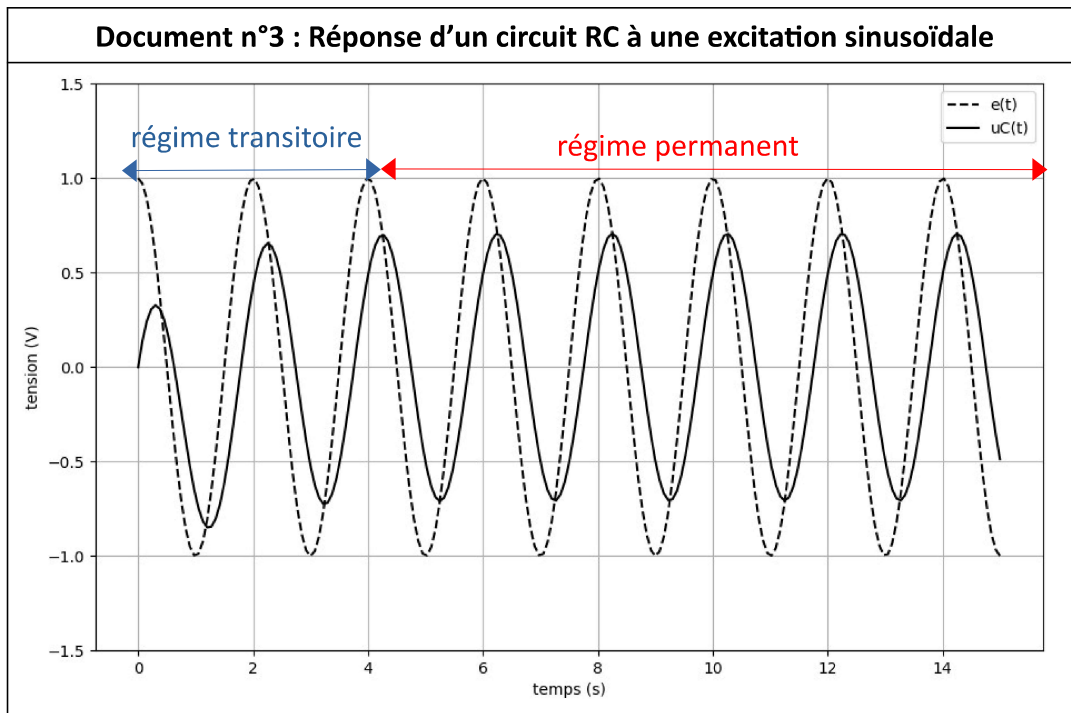
Un **condensateur non idéal** est modélisé par l'**association en parallèle** d'un **condensateur idéal** et d'une **résistance de fuite** responsable de la fuite des charges.

Activité : Équation différentielle dans le circuit RC série

- Représenter un circuit RC série alimenté par un générateur de tension variable $e(t)$ et introduire les grandeurs algébriques pertinentes.
- Établir l'équation différentielle régissant la tension aux bornes du condensateur.
- Rappeler la définition du temps caractéristique τ d'un circuit RC série.

Document n°6 : Lois de Kirchhoff en notation complexe

- Loi des nœuds en notation complexe : au nœud N , on a : $\sum \underline{i}_{\text{arrivant au nœud } N} = \sum \underline{i}_{\text{sortant du nœud } N}$
- Loi des mailles en notation complexe : $\sum_{\text{maille orientée}} \underline{u}_i = 0$



Document n°4 : Rappels sur les nombres complexes

- **Module d'un nombre complexe :**

$$|z| = \sqrt{\text{Re}(z)^2 + \text{Im}(z)^2}$$

- **Module d'un quotient de nombres complexes :**

$$\left| \frac{z_1}{z_2} \right| = \frac{|z_1|}{|z_2|}$$

- **Argument d'un nombre complexe :**

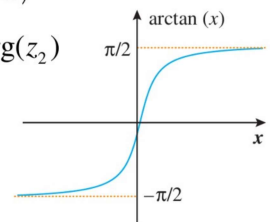
$$\arg(a + ib) = \begin{cases} \arctan\left(\frac{b}{a}\right) & \text{si } a > 0 \\ \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \pm \pi & \text{si } a < 0 \end{cases}$$

- **Argument d'un quotient de nombres complexes :**

$$\arg\left(\frac{z_1}{z_2}\right) = \arg(z_1) - \arg(z_2)$$

- **Fonction arctangente :**

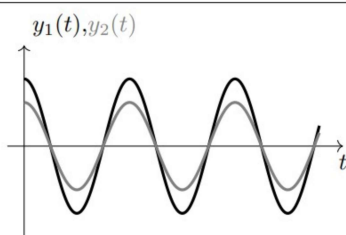
$$y = \arctan(x) \Leftrightarrow x = \tan(y) \text{ et } y \in \left[-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2}\right]$$



Document n°5 : Quelques déphasages particuliers

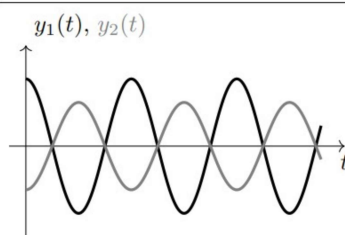
Signaux en phase

$$\phi_{y_1 \% y_2} = 0 [2\pi]$$



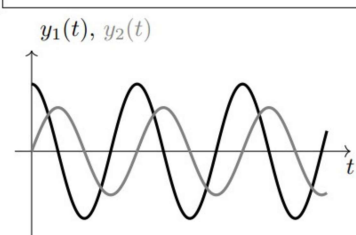
Signaux en opposition de phase

$$\text{phase : } \phi_{y_1 \% y_2} = \pi [2\pi]$$



Signaux en quadrature de phase

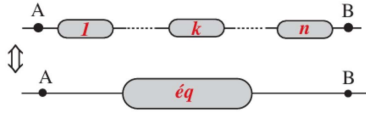
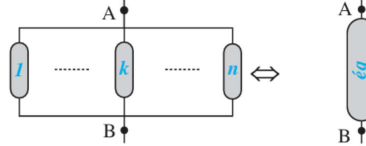
$$\text{phase : } \phi_{y_1 \% y_2} = \pm \frac{\pi}{2} [2\pi]$$



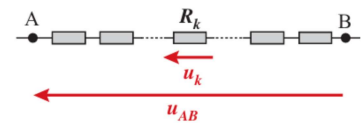
Exercices d'application

Exercice d'application n°1

1. A l'aide de la loi des mailles et de la loi des nœuds, démontrer les relations suivantes :

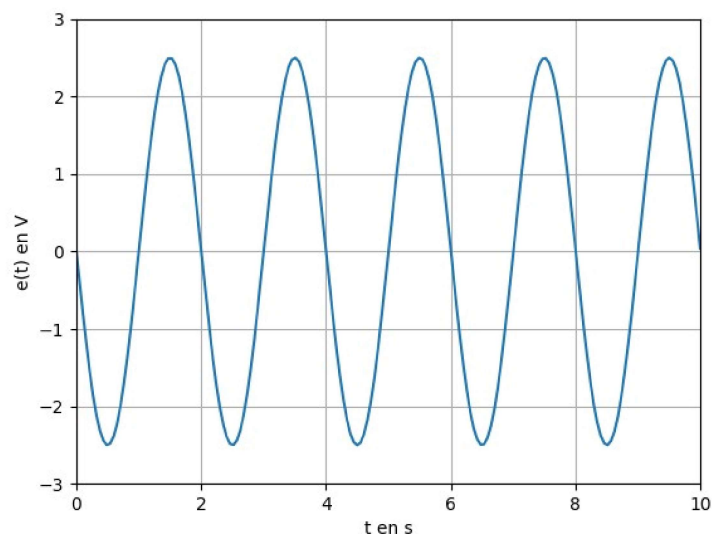
Association de	Schéma association et équivalent	résistors	condensateurs
<i>n</i> dipôles de même nature en série		$R_{eq} = \sum_{k=1}^n R_k$	$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}$
<i>n</i> dipôles de même nature en parallèle		$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$	$C_{eq} = \sum_{k=1}^n C_k$

2. On considère le diviseur de tension suivant :
Déterminer l'expression de la tension u_k en fonction de la tension u_{AB} et des résistances R_k du circuit.



Exercice d'application n°2

La courbe ci-dessous représente la tension $e(t)$ délivrée par un GBF au cours du temps. Déterminer la période, la fréquence, la pulsation, l'amplitude, la valeur moyenne et la valeur efficace de ce signal sinusoïdal.



Exercice d'application n°3

Déterminer le déphasage entre la tension et l'intensité pour une résistance en RSF.

Même question pour un condensateur.

Exercice d'application n°4

A l'aide des lois de Kirchhoff, des caractéristiques des dipôles R et C et de la notation complexe, déterminer l'expression complète de $u_s(t)$ dans le circuit ci-contre.

