CIRCUITS ÉLECTRIQUES

— TERMINALE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. INTENSITÉ ET DÉBIT DE CHARGES 2. LE CONDENSATEUR

L'intensité est un **débit de charges** :

$$i = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$$

En régime permanent, $i = q/\Delta t$ suffit ; sinon on passe à la dérivée.

Un **condensateur** : deux armatures conductrices séparées par un isolant, portant des charges $+q$ et $-q$.

$$q = C\,u_C \qquad i = C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$$

C en farads (F) ; convention récepteur.

Conséquences : u_C ne peut **jamais varier brutalement** (il faudrait i infinie) ; en régime permanent, u_C constante donc $i = 0$: interrupteur ouvert.

Ordres de grandeur

pF (céramique, haute fréquence) ; nF à µF (électronique courante) ; mF (filtrage d'alimentation) ; jusqu'à des centaines de F (supercondensateur).

3. CHARGE D'UN CONDENSATEUR

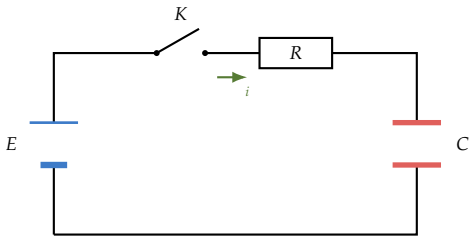
1. loi des mailles : $E = u_R + u_C$;
2. $u_R = Ri$ et $i = C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$: $E = RC\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C$;
3. forme canonique :

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$$

4. solution $Ae^{-t/\tau} + B$; $u_C(0) = 0$:

$$u_C(t) = E\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right) \qquad i(t) = \frac{E}{R}\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$$

i maximale à $t = 0$ (condensateur vide = fil), nulle en régime permanent.



Vérification : $\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \frac{E}{\tau}e^{-t/\tau}$, donc $RC\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$.

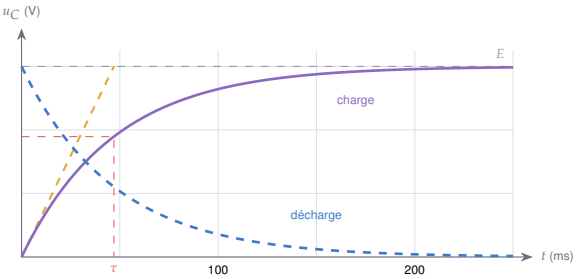
4. LE TEMPS CARACTÉRISTIQUE 5. DÉCHARGE DU CONDENSATEUR

$$\tau = R\,C \quad (\Omega,\ \mathrm{F},\ \mathrm{s}) \qquad \mathrm{k\Omega} \times \mu\mathrm{F} = \mathrm{ms}$$

- tangente à l'origine : coupe l'asymptote $u_C = E$ en $t = \tau$;
- à $t = \tau$: **63 %** de E (charge), **37 %** (décharge) ;
- à $t = 5\tau$: régime permanent (99 %).

$C = 4{,}7\,\mu\mathrm{F}$, $R = 10\,\mathrm{k\Omega}$, $E = 6{,}0\,\mathrm{V}$

$\tau = 47\,\mathrm{ms}$; $5\tau = 235\,\mathrm{ms}$; $u_C(\tau) = 3{,}8\,\mathrm{V}$;
$i(0) = \frac{E}{R} = 0{,}60\,\mathrm{mA}$; $q = CE = 28\,\mu\mathrm{C}$.



Décharge (sans générateur) : $RC\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$, $u_C(0) = E$:

$$u_C(t) = E\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$$

Même τ que la charge ; τ ne dépend **que du circuit**, jamais de E.

6. LES CAPTEURS CAPACITIFS

La capacité d'un condensateur plan dépend de sa **géométrie** et de l'**isolant** : elle croît avec la surface en regard, diminue quand on écarte les armatures.

Principe : grandeur physique → C modifiée → $\tau = RC$ modifié → **durée** mesurée par un microcontrôleur.

- **écran tactile** : le doigt modifie localement la capacité d'une grille ;
- **jauge de niveau** : le liquide remplace l'air entre les armatures, C augmente ;
- **capteur d'humidité** : l'isolant absorbe la vapeur d'eau, C change.

À RETENIR

$i = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$; $q = Cu_C$; $i = C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$.

Charge : $u_C = E(1 - e^{-t/\tau})$.

Décharge : $u_C = Ee^{-t/\tau}$.

$\tau = RC$: 63 % à τ, 99 % à 5τ.

u_C continue ; convertir kΩ et µF.

pierre-carree.fr