

# Fiche : Condensateur et circuit RC

## FICHE • P17 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

### Sommaire du cours

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| L'essentiel                         | 1 |
| Formules et définitions à connaître | 2 |
| Pièges à éviter                     | 2 |
| Je me teste                         | 3 |

## L'essentiel

- L'intensité d'un courant est un débit de charge :  $i = dq/dt$ , et  $Q = I \cdot \Delta t$  quand le courant est constant.
- Un condensateur est formé de deux armatures conductrices séparées par un isolant ; elles portent à chaque instant des charges opposées  $q$  et  $-q$ .
- La charge  $q$  de l'armature A est proportionnelle à la tension :  $q = C \cdot u$ , où  $C$  est la capacité en farads.
- En convention récepteur, le condensateur obéit à  $i = C \cdot du/dt$ .
- En régime permanent, la tension est constante, le courant est nul : le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.
- La tension aux bornes d'un condensateur est toujours continue ; l'intensité, elle, peut varier brutalement.
- La capacité d'un condensateur plan vaut  $C = \epsilon \cdot S/e$  : elle augmente avec la surface en regard et la permittivité, et diminue avec la distance entre armatures.
- En charge dans un circuit RC série,  $u$  vérifie  $RC \cdot du/dt + u = E$  et vaut  $u(t) = E \cdot (1 - \exp(-t/\tau))$  si le condensateur est initialement déchargé.
- En décharge,  $u$  vérifie  $RC \cdot du/dt + u = 0$  et vaut  $u(t) = E \cdot \exp(-t/\tau)$  ; l'intensité est alors négative, le courant change de sens.
- La constante de temps  $\tau = RC$  est une durée en secondes ; elle ne dépend pas de  $E$ .
- À  $t = \tau$ , la tension vaut 63 % de  $E$  en charge et 37 % de  $E$  en décharge.
- La tangente à l'origine coupe l'asymptote  $u = E$  (charge) ou l'axe des temps (décharge) à la date  $\tau$ .
- On considère le condensateur chargé ou déchargé au bout de  $5\tau$  (écart inférieur à 1 %).
- En décharge,  $\ln(u)$  est une fonction affine du temps de pente  $-1/\tau$ , ce qui permet de mesurer  $\tau$  par régression linéaire.
- Un capteur capacitif traduit une variation de distance, de surface ou de permittivité en variation de capacité, mesurée par exemple par la constante de temps d'un circuit RC.



## Formules et définitions à connaître

| Grandeur                     | Formule                                                                   | Unité   | Condition de validité                                                                                                        |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intensité                    | $i = dq/dt$ ; $Q = I \cdot \Delta t$                                      | A, C, s | $Q = I \cdot \Delta t$ seulement si $I$ est constant                                                                         |
| Charge d'un condensateur     | $q = C \cdot u$                                                           | C, F, V | $q$ charge de l'armature vers laquelle $i$ est orienté                                                                       |
| Loi du condensateur          | $i = C \cdot du/dt$                                                       | A       | convention récepteur, $C$ constante                                                                                          |
| Condensateur plan            | $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S/e$                                 | F       | armatures parallèles, $e$ petite devant leurs dimensions ; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ |
| Constante de temps           | $\tau = RC$                                                               | s       | circuit RC série                                                                                                             |
| Charge                       | $u(t) = E \cdot (1 - \exp(-t/\tau))$ ; $i(t) = (E/R) \cdot \exp(-t/\tau)$ | V, A    | $u(0) = 0$                                                                                                                   |
| Décharge                     | $u(t) = E \cdot \exp(-t/\tau)$ ; $i(t) = -(E/R) \cdot \exp(-t/\tau)$      | V, A    | $u(0) = E$                                                                                                                   |
| Durée en décharge            | $t = \tau \cdot \ln(E/u)$                                                 | s       | pour atteindre la tension $u$                                                                                                |
| Énergie stockée (complément) | $E_e = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2$                                     | J       | condensateur sous la tension $u$                                                                                             |

## Pièges à éviter

- Oublier de convertir  $\mu\text{F}$ ,  $\text{nF}$  ou  $\text{k}\Omega$  avant de calculer  $\tau$ .

- Lire  $\tau$  à 63 % sur une courbe de décharge (c'est 37 % en décharge).
- Placer la tangente à l'origine à  $5\tau$  au lieu de  $\tau$ .
- Écrire la condition initiale sur l'intensité au lieu de la tension.
- Croire que la durée de charge dépend de la tension du générateur.
- Prendre le logarithme d'une somme : isole toujours l'exponentielle d'abord.

## Je me teste

1. Que vaut 1 A en coulombs et secondes ?  $\rightarrow 1 \text{ A} = 1 \text{ C}\cdot\text{s}^{-1}$ .
2. Relation entre  $i$  et  $u$  pour un condensateur en convention récepteur ?  $\rightarrow i = C\cdot du/dt$ .
3. Comportement d'un condensateur en régime permanent ?  $\rightarrow$  Interrupteur ouvert, courant nul.
4. Quelle grandeur est continue dans un condensateur ?  $\rightarrow$  La tension à ses bornes.
5.  $\tau$  pour  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$  ?  $\rightarrow \tau = 1,0 \text{ s}$ .
6. Fraction de  $E$  atteinte à  $t = \tau$  pendant une charge ?  $\rightarrow$  Environ 63 %.
7. Fraction de  $E$  restante à  $t = \tau$  pendant une décharge ?  $\rightarrow$  Environ 37 %.
8. Intensité juste après la fermeture lors d'une charge ?  $\rightarrow i(0) = E/R$ .
9. Comment varie  $C$  si la distance entre armatures diminue ?  $\rightarrow C$  augmente, car  $C = \epsilon\cdot S/e$ .
10. Quelle droite tracer pour mesurer  $\tau$  sur une décharge ?  $\rightarrow \ln(u)$  en fonction de  $t$ , de pente  $-1/\tau$ .