

La charge du condensateur

 Domaine d'application :
Traitement du signal

 Type de document :
Cours

 Classe :
Première

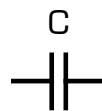
Date :

I - Généralités

Moins nombreux que les résistances, les condensateurs sont cependant très répandus dans les montages électroniques. A l'inverse des résistances qui sont presque toutes identiques, les condensateurs ont des formes et des encombrements très divers. Cela s'explique par les technologies variées qui conviennent aux différentes applications de ces éléments.

I - 1 - Symbole et unité

Le symbole général d'un condensateur est le suivant :

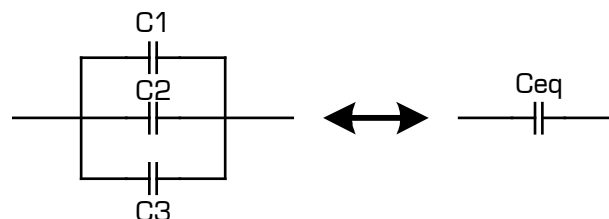


Un condensateur est caractérisé par sa capacité, notée C et exprimée en farads [symbole F]. Le farad est une unité de capacité très grande, et peu adaptée aux capacités des condensateurs couramment utilisés en électronique. On préfère utiliser les sous-multiples suivants :

- Le microfarad [$1 \mu F = 10^{-6} F$]
- Le nanofarad [$1 nF = 10^{-9} F$]
- Le picofarad [$1 pF = 10^{-12} F$]

I - 2 - Groupement de condensateurs en parallèle et en série

* Groupement de condensateurs en parallèle :

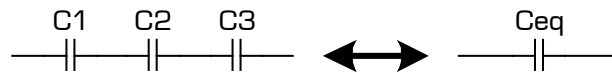


La capacité équivalente à un groupement de condensateurs **en parallèle** est égale à **la somme** des capacités des différents condensateurs :

$$\mathbf{C_{eq} = C1 + C2 + C3}$$

Remarque : L'association en **parallèle** permet d'obtenir une **capacité plus importante** que celles des condensateurs utilisés dans le groupement.

* Groupement de condensateurs en série :



L'inverse de la capacité équivalente à un groupement de condensateurs **en série** est égale à **la somme des inverses** des capacités des différents condensateurs :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Remarque : Dans une association en **série**, la capacité équivalente est **plus petite** que celles des condensateurs utilisés dans le groupement.

II - Charge et décharge d'un condensateur

II - 1 - Constante de temps d'un circuit RC

Un circuit RC est réalisé par la mise en série d'une résistance R et d'une capacité C.

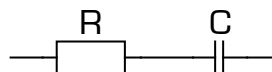
On appelle **constante de temps** d'un circuit RC, le produit $R \times C$. La constante de temps est notée τ [lettre grecque « tau »], et elle s'exprime en **secondes** (τ est un temps).

$$\tau = R \times C$$

R est en ohms [Ω]
C est en farads [F]
 τ est en secondes [s]

Exemple :

Quelle est la constante de temps du circuit RC suivant ?



$$R = 10 \text{ k}\Omega$$
$$C = 220 \mu\text{F}$$

Réponse :

II - 2 - Charge d'un condensateur à travers une résistance

Dans le montage de la figure 1, un condensateur C préalablement déchargé, est alimenté par une source de tension E, à travers une résistance R. A l'instant $t=0$, on ferme

l'interrupteur K. Observons sur la figure 2 l'évolution de la tension U_c aux bornes du condensateur, après la fermeture de K :

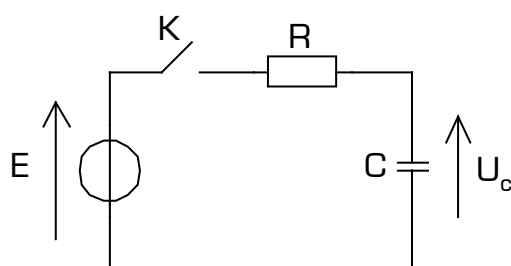


Figure 1

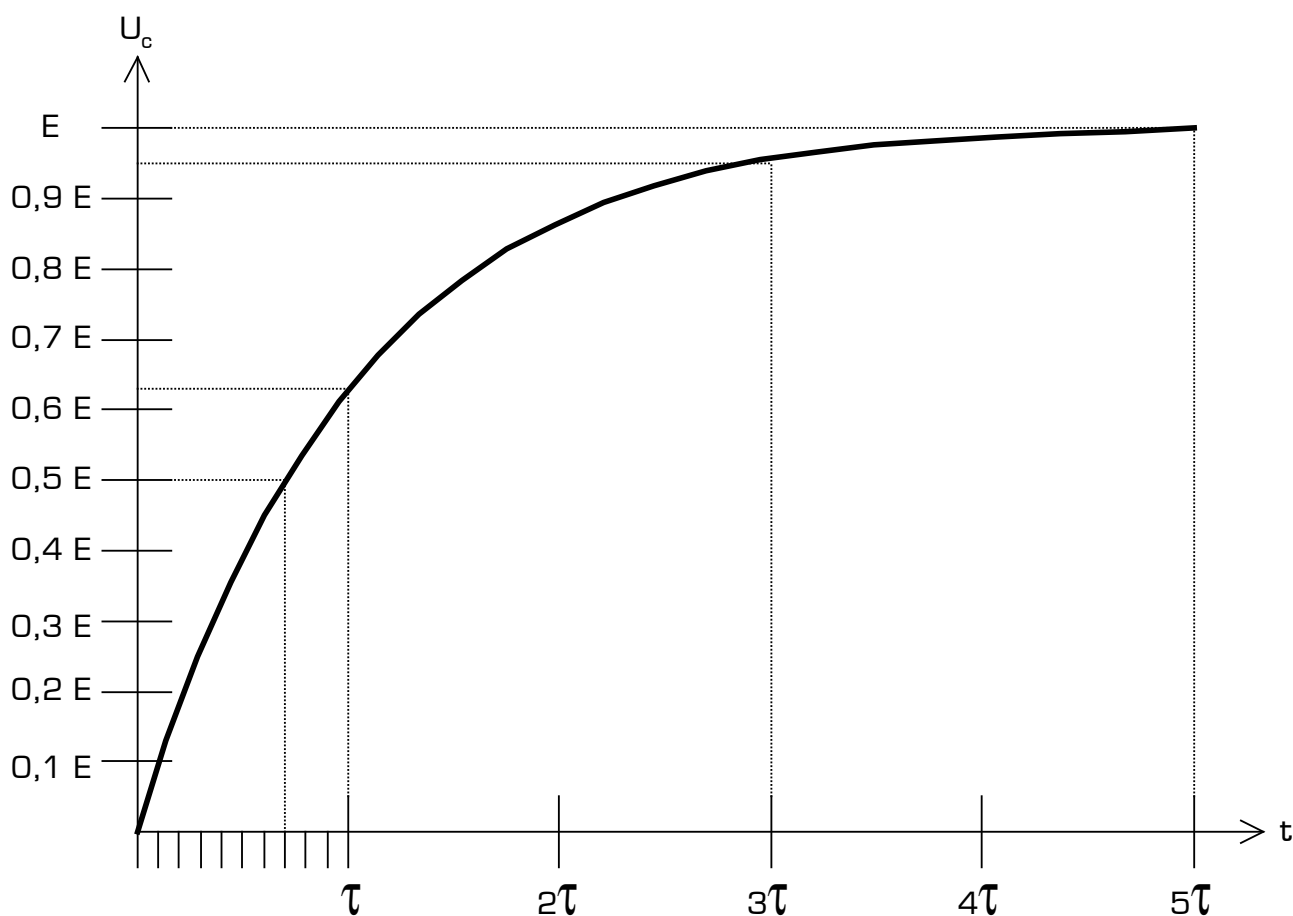


Figure 2

Remarque sur l'évolution de la tension U_c dans le temps :

- * ·La tension U_c n'atteint pas instantanément la valeur E après la fermeture de l'interrupteur
- * ·La tension aux bornes du condensateur n'atteint 100 % de la tension d'alimentation qu'au bout d'un temps égal à 5 fois la constante de temps du circuit.
- * ·L'évolution de U_c dans le temps n'est pas linéaire : il s'agit d'une courbe exponentielle.

Lecture de la courbe de charge du condensateur [figure 2] :

Quelle est la valeur de la tension U_c [en pourcentage de la tension d'alimentation E] au bout d'un temps t , après la fermeture de l'interrupteur K ?

.....

Quelle est la valeur de la tension U_c après un temps égal à $5RC$?

.....

Combien vaut la charge du condensateur au temps $t = 3t$?

.....

Combien de temps faut-il pour que la tension U_c atteigne 50 % de la charge totale ?

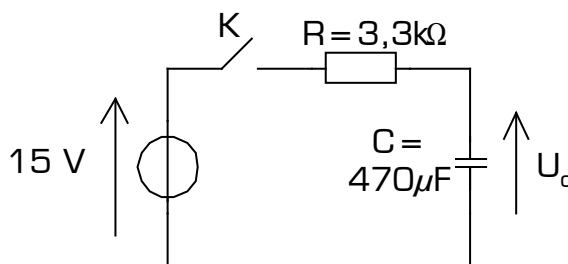
.....

Au bout de combien de temps la tension U_c vaut-elle 85 % de la tension d'alimentation E ?

.....

Exercice d'application :

Dans le montage suivant, l'interrupteur K est fermé au temps $t=0$, le condensateur étant initialement déchargé [$U_c = 0V$] :



Au bout de combien de temps $U_c = 3 V$?

.....

.....

.....

Au bout de combien de temps $U_c = 7,5 V$?

.....

.....

.....

Au bout de combien de temps $U_c = 10 V$?

.....

.....

.....

Au bout de combien de temps $U_c = 15 \text{ V}$?

.....
.....
.....

Quelle est la valeur de la tension U_c , 1 seconde après la fermeture de K ?

.....
.....
.....

Quelle est la valeur de la tension U_c , 2 secondes après la fermeture de K ?

.....
.....
.....

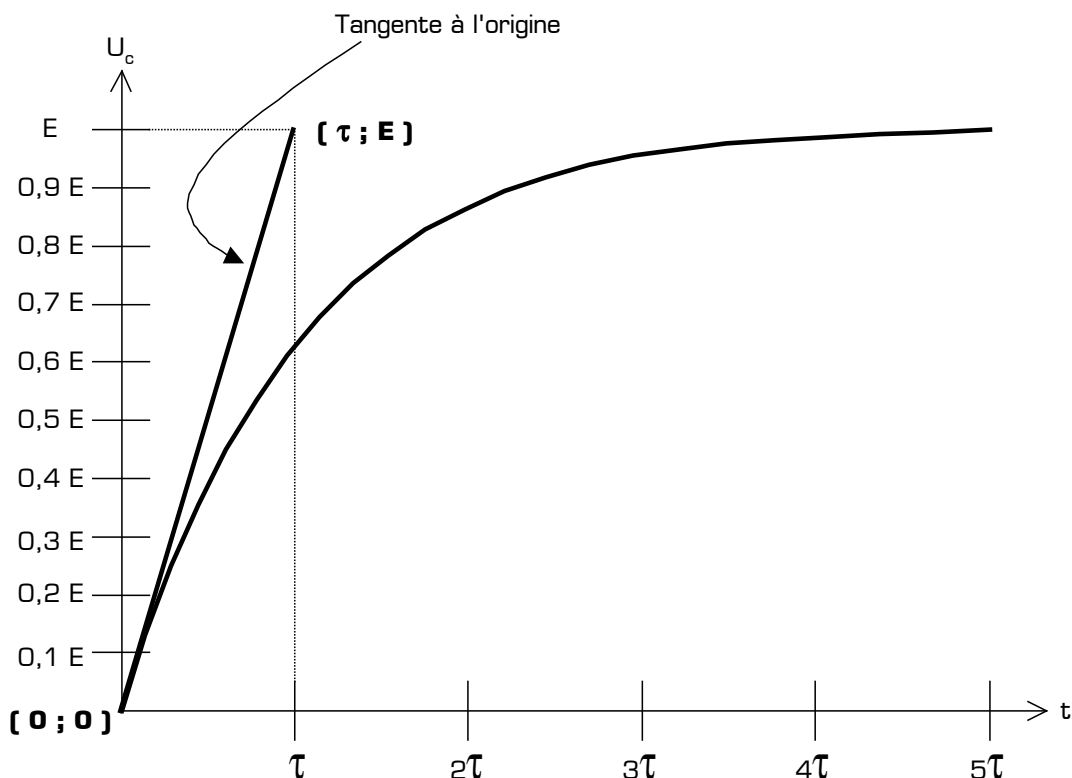
Quelle est la valeur de la tension U_c , 5 secondes après la fermeture de K ?

.....
.....
.....

Quelle est la valeur de la tension U_c , 1 heure après la fermeture de K ?

.....
.....
.....

Remarque sur la courbe de charge du condensateur : la tangente à l'origine de la courbe passe par les points de coordonnées $(0;0)$ et $(\tau;E)$:



II - 3 - Décharge d'un condensateur à travers une résistance

Dans le montage de la figure 3, le condensateur est préalablement chargé sous une tension E [K en position 1, et $U_c = E$].

A l'instant $t=0$, on bascule l'interrupteur K en position 2 : le condensateur se décharge alors à travers la résistance R , et la tension U_c diminue progressivement, en passant de la valeur E à la valeur $0V$, comme le montre la courbe de la figure 4.

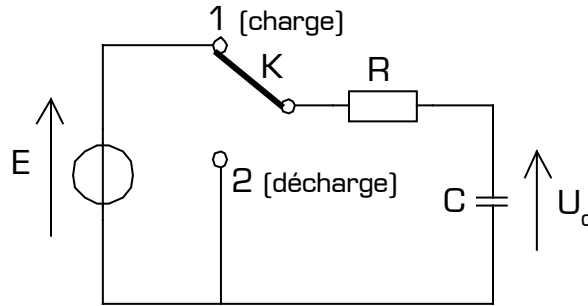


Figure 3

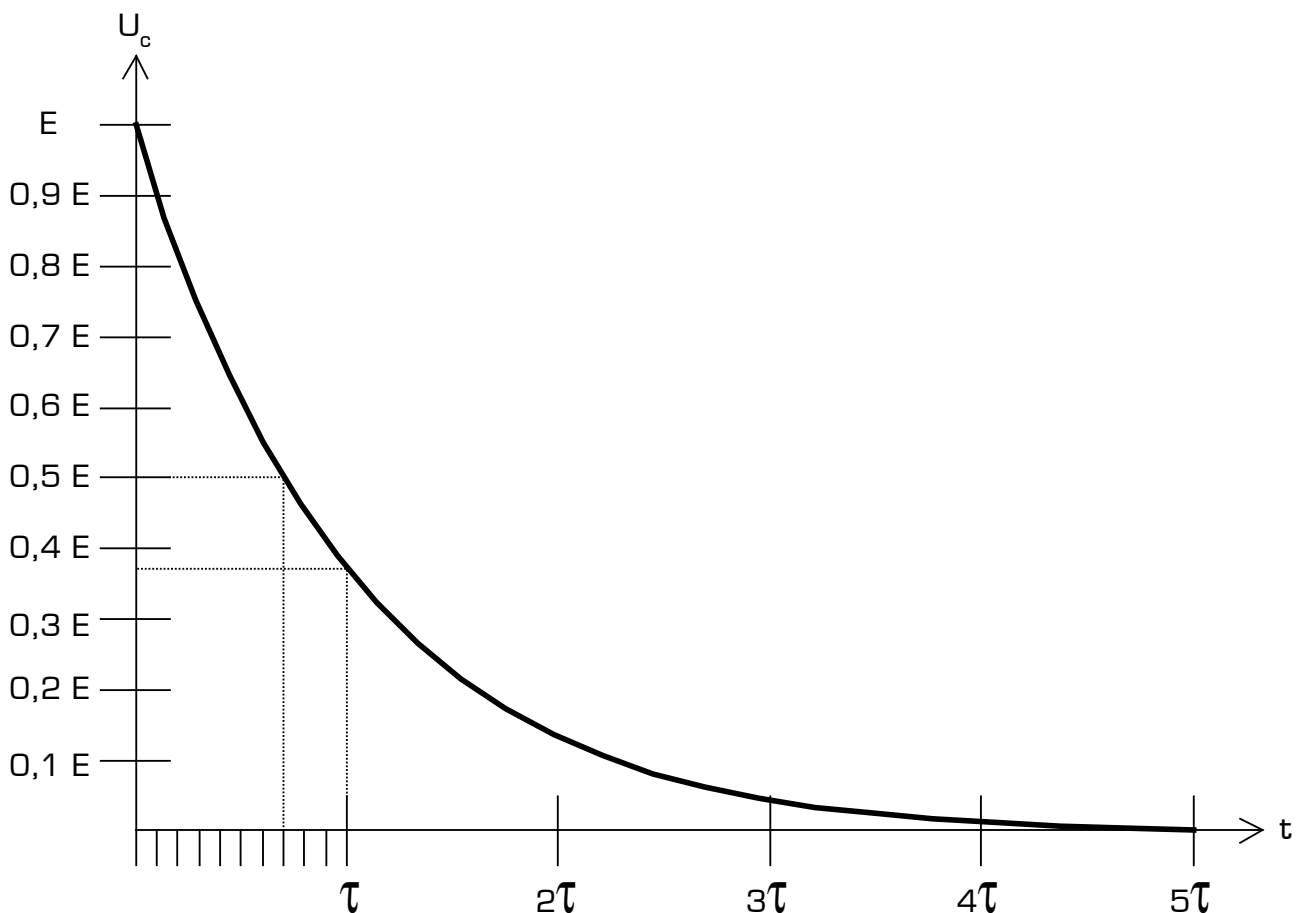


Figure 4

Tout comme la charge, la décharge du condensateur ne s'effectue ni instantanément, ni linéairement. Il s'agit encore d'une courbe de forme exponentielle.

Lecture de la courbe de décharge du condensateur [figure 4] :

Au bout de combien de temps le condensateur est-il complètement déchargé [$U_c = 0V$] ?

.....

Au bout de combien de temps la tension U_c vaut-elle $E/2$?

.....

Après un temps égal à τ , quelle est la valeur de la tension U_c ?

.....

Combien vaut la tension U_c , 2τ après le début de la décharge du condensateur ?

.....

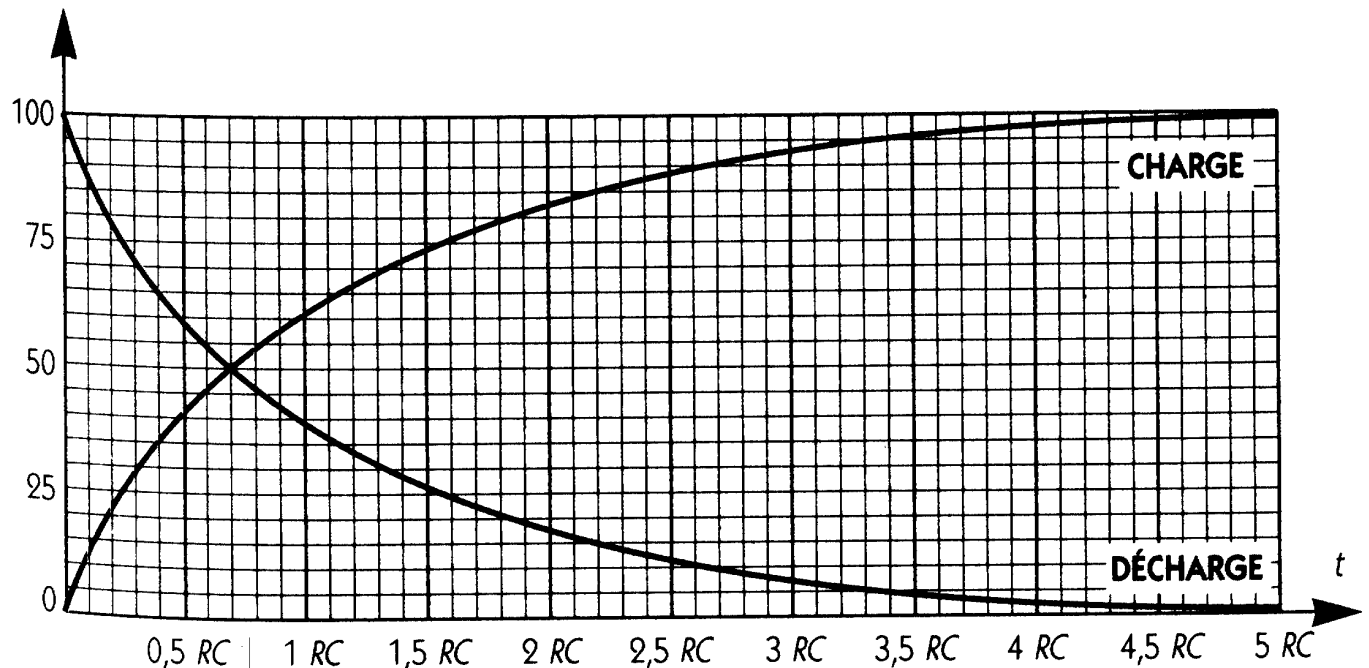
III - Courbe universelle de charge

La courbe universelle de charge d'un condensateur [appelé aussi *abaque* de charge] regroupe sur un seul graphique la charge et la décharge. Ces courbes indiquent la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps, mais :

- * la charge est exprimée **en pourcentage de la charge totale** [% de la tension d'alimentation]
- * l'unité du temps est **la constante de temps RC** du circuit

Ainsi, cette courbe est valable quelque soit la valeur du condensateur, de la résistance, ou de la tension d'alimentation utilisée.

Charge en %



Abaque de charge et de décharge d'un condensateur