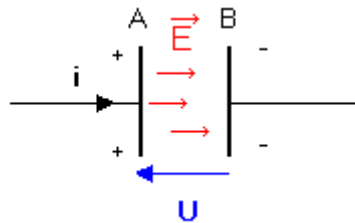


# Charge et décharge du condensateur, dipôle RC

## 1. RELATIONS FONDAMENTALES POUR UN CONDENSATEUR



L'application de la tension  $U$  génère un champ électrostatique de valeur  $E$  dans l'espace entre les armatures. Le vecteur  $E$  est normal aux armatures et orienté dans le sens des potentiels décroissants.

$$E = \frac{U}{d}$$

La capacité  $C$  du condensateur s'exprime en Farad (F). Elle est définie par la relation

$$q_A = C u_{AB}. \quad \{\text{unités SI: } q(\text{C}), C(\text{F}), u(\text{V})\}$$

A tout instant, les charges des 2 armatures sont opposées :  $q_A = -q_B$

Compte tenu de la relation précédente, l'intensité instantanée du courant dans les branches d'alimentation du condensateur est:

$$i = \lim\left(\frac{\Delta q_A}{\Delta t}\right) = \frac{dq_A}{dt} = C \cdot \frac{du_A}{dt}$$

Cette relation relie l'intensité du courant à la tension. Elle montre que l'intensité est à chaque instant proportionnelle au coefficient directeur de la tangente à  $u(t)$ . **Ainsi l'allure de  $i(t)$  peut être déduite facilement de celle de  $u(t)$ .**

L'énergie potentielle électrostatique stockée par un condensateur chargé est donnée par la relation :

$$E = \frac{1}{2} q_A \cdot U = \frac{1}{2} C U^2$$

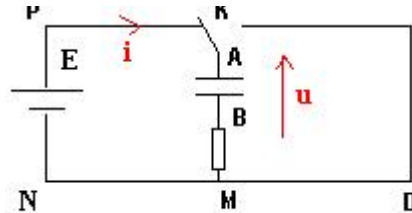
Remarque :

- Des électrons arrivent sur une armature pendant que d'autres quittent l'autre armature. **Ces électrons ne traversent pas le diélectrique qui est isolant.**
- D'après la relation précédente, si la tension  $u_{AB}$  est constante alors l'intensité du courant

□  $i_{AB} = C \frac{du_{AB}}{dt}$  est nulle.

## 2. DIPÔLE RC – ETUDE EXPERIMENTALE – CONSTANTE DE TEMPS $\tau = RC$

### 2.1 Etude expérimentale de la charge sous tension constante d'un condensateur à travers une résistance R

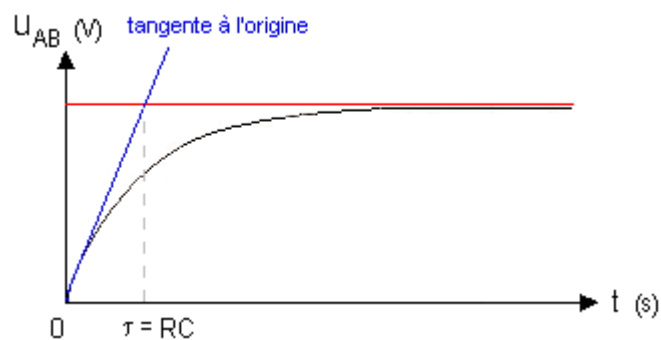


Le générateur délivre une tension constante égale à E .

Lorsqu'on relie l'interrupteur K à P le condensateur se charge en fonction du temps. Pendant le **régime transitoire**, la tension  $u_{AB}$  croît selon une fonction exponentielle

$$u(t) = E \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$$

Quand le **régime permanent** est atteint, la tension  $u_{AB}$  est constante et égale à E et l'intensité du courant est nulle



**La constante de temps  $t$**  d'un dipôle RC est le temps pour lequel la tangente à l'origine coupe l'asymptote horizontale. Elle caractérise la rapidité de la charge. On montre que :  **$\tau = RC$  { $\tau(s)$ ,  $R(\Omega)$ ,  $C(F)$  }**

Cette expression de  $t$  est bien homogène à une durée, en effet, d'après les relations précédentes l'unité de C est  **$A \cdot s \cdot V^{-1}$** , celle de R est  **$V \cdot A^{-1}$**  (d'après la loi d'ohm) et donc l'unité du produit RC après simplification est bien **s(secondes)**.

L'application de l'expression  $u_{AB}(t)$  permet d'écrire :

- Si  $t_0 = 0$  s alors  $u_{AB} = E ( 1 - \exp - 0 ) = E ( 1 - 1 ) = 0$  V

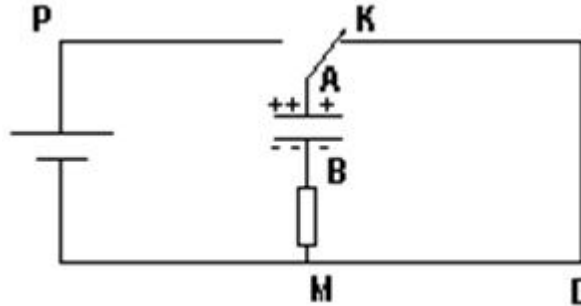
- Si  $t_1 = \tau$  alors  $u_{AB} = E ( 1 - \exp - 1 ) = 0,63 E = 63$  V

- Si  $t_2 = 5 \cdot \tau$  alors  $u_{AB} = E ( 1 - \exp - 5 ) = 0,993 E = 99,3$  V

- Si  $t$  tend vers l'infini alors  $u_{AB}$  tend vers  $E = 100$  V

Retenons qu'au bout d'un temps égal à la constante  $t = RC$  la charge a atteint 63 % de sa valeur limite et qu'au bout d'un temps de  $5.t$ , la charge a dépassé 99 pour cent de sa valeur limite.

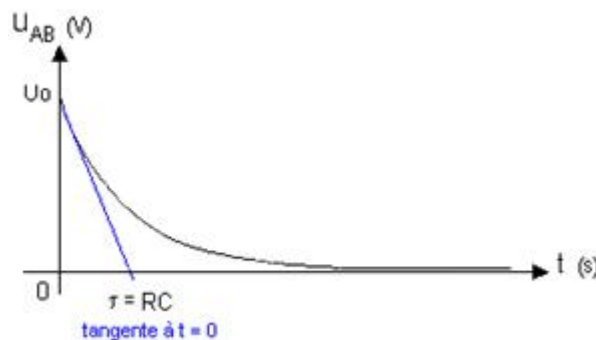
## 2.2 Étude expérimentale de la décharge d'un condensateur à travers une résistance R.



Lorsqu'on relie l'interrupteur K à D le condensateur, initialement chargé, se **décharge** à travers la résistance en fonction du temps.

Pendant le **régime transitoire**, la tension  $u_{AB}$  décroît.

Quand le **régime permanent** est atteint, la tension  $u_{AB}$  devient constante (nulle) et l'intensité du courant est nulle.



La **constante de temps t** d'un dipôle RC est le temps pour lequel la tangente à la date  $t = 0$  coupe l'asymptote  $U_{AB} = 0$ . Elle caractérise la rapidité de la **décharge**. On montre que  $t = RC$  a la même expression que pour la charge.

Pour étudier l'influence de R et C sur la charge et la décharge, ouvrir le fichier : [simulation de la charge et de la décharge](#)

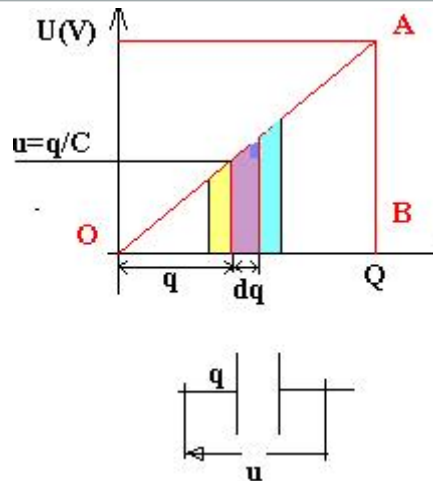
## 3. ÉNERGIE EMMAGASINÉE DANS UN CONDENSATEUR :

A la date t, la charge de l'armature du condensateur est q, la tension  $u = \frac{q}{C}$  et l'intensité du courant de charge i.

Entre t et t+dt, le condensateur emmagasine l'énergie élémentaire:

$$\delta E = u \cdot i \cdot \delta t = u \cdot \frac{\delta q}{\delta t} \delta t = u \cdot \delta q$$

représentée par l'aire de la surface hachurée. (voir figure ci-dessous).



En fin de charge, la tension est  $U$  et la charge de l'armature  $Q$ . L'énergie emmagasinée est égale à la somme des aires des surfaces élémentaires hachurées, c'est-à-dire à l'aire du triangle AOB, soit :

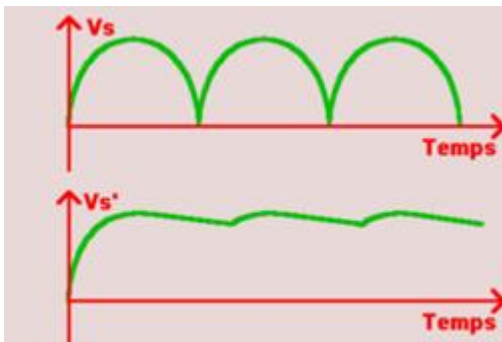
$$E = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2$$

## 4. QUELQUES APPLICATIONS DES CONDENSATEURS :

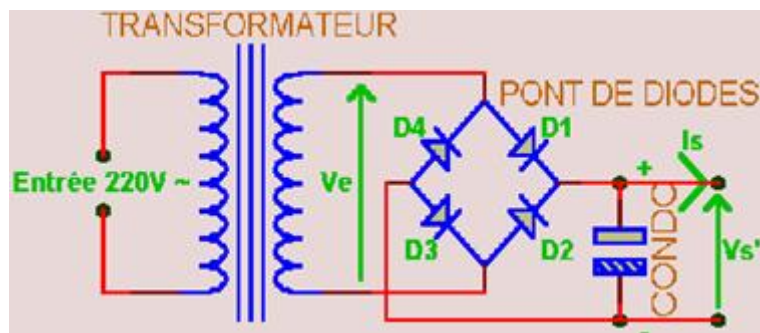
Elles sont très nombreuses, voici quelques exemples.....

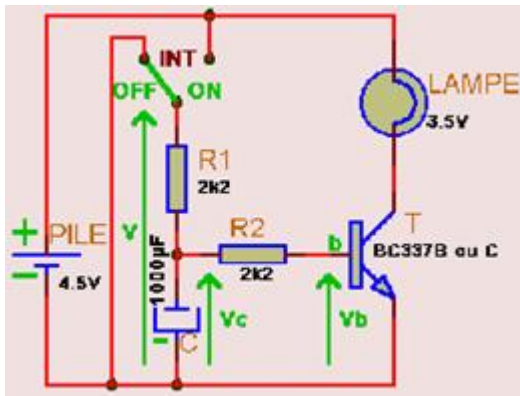
### 4.1 Condensateur de lissage (ou de filtrage) :

Nous trouvons ce type de montage dans toutes les alimentations stabilisées de nos appareils électroniques !



Le pont de diodes  $D_1, D_2, D_3, D_4$  permet de « redresser » le courant alternatif par un courant positif mais non constant. Le condensateur de grande capacité **limite les variations de la tension** (lissage) et donc du courant à la sortie. Il faut ajouter à ce montage encore un **composant stabilisateur** non représenté pour que la tension reste constante lorsque l'alimentation débite son courant.





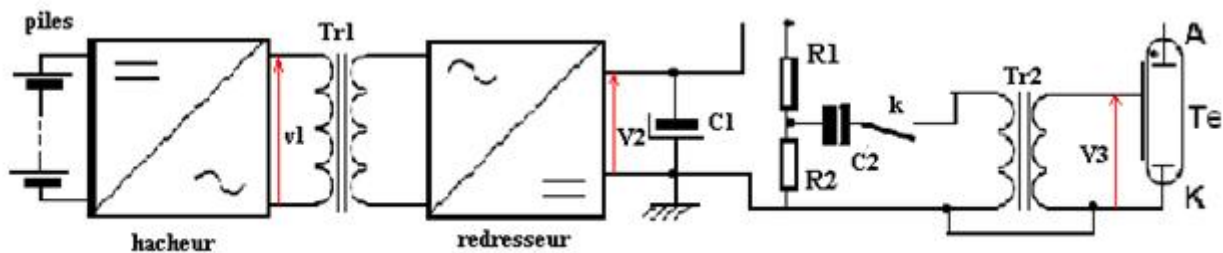
## 4.2 Circuit de temporisation ou « minuterie » :

En position « ON » le condensateur se charge à travers la résistance  $R_1$ , la tension  $V_c$  augmente jusqu'à un seuil qui déclenche le fonctionnement du transistor T. La lampe s'allume alors au bout d'un temps qui dépend de la constante de temps  $R_1.C$ . En position « OFF » le condensateur se décharge, la lampe reste allumée tant que  $V_c$  est supérieure au seuil. La aussi, la durée de temporisation dépend de la constante de temps.

## 5. Flash électronique

La tension délivrée par les piles (typiquement 6 V) est convertie en tension alternative  $V_1$  par un hacheur, cette tension est élevée dans un rapport de 1 :50 par le transformateur  $Tr_1$ , puis redressée ( $V_2$ ) pour charger le condensateur  $C_1$ .

Cette tension se retrouve aux bornes du tube à éclat  $Te$ . Pendant que  $C_1$  se charge à quelques 300V, le condensateur  $C_2$ , de plus faible capacité se charge à une fraction de cette tension grâce au pont diviseur de  $R_1$  et  $R_2$ .



Quand on ferme momentanément K,  $C_2$  se décharge brutalement dans l'enroulement primaire du transformateur du transfo d'impulsion  $Tr_2$ . Ce dernier possédant un rapport de transformation de 1 :36, une très haute tension (10.000V) est engendrée dans l'enroulement secondaire reliée à l'électrode extérieure du tube  $Te$ .

La très haute tension provoque l'ionisation des molécules de xénon et par conséquent une baisse de la résistance entre les électrodes A et K.

**Le condensateur  $C_1$  se décharge alors brusquement dans le tube provoquant l'émission d'un éclair lumineux très intense.**

Quand  $C_1$  s'est déchargé, le tube revient à une résistance interne très élevée autorisant la recharge de  $C_1$  et  $C_2$  (le contact K étant ouvert à nouveau). On est alors prêt pour un nouveau cycle.