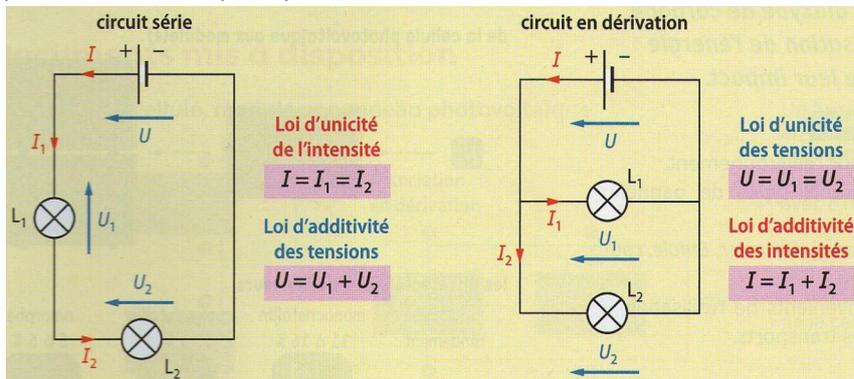


ACQUIS INDISPENSABLES

1- La **tension U** (en V) et l'**intensité I** (en A) du courant vérifient les **lois des circuits électriques**.



2- Un conducteur ohmique est caractérisé par sa **résistance électrique R** (en Ω) vérifiant la **loi d'Ohm**.

$$U = R I$$

3- Les conducteurs contiennent des **porteurs de charges** libres de se déplacer tels que les électrons libres dans les métaux et les ions dans les solutions. Lorsqu'ils sont soumis à une tension électrique, les porteurs de charges se déplacent de façon **ordonnée**.

COURS

4- L'**intensité du courant électrique I** (en A) correspond au débit de charges électriques, c'est-à-dire à la quantité d'électricité (ou charge électrique) qui traverse une section d'un conducteur par seconde. Elle peut être calculée à l'aide de la **quantité de charges électriques Q** (en C) traversant la section d'un câble pendant un **temps Δt** .

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

On peut également déterminer $i(t)$ en faisant la dérivée par rapport au temps t de la quantité d'électricité $q(t)$ traversant une section de conducteur.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

5- Un **condensateur** est un ensemble de deux conducteurs placés l'un en face de l'autre et séparés par un isolant. Les armatures d'un condensateur chargé portent des charges égales en valeur absolue mais de signes opposés. Il existe une **tension** entre les armatures d'un condensateur chargé.

6- La **charge q** (en C) portée par les armatures d'un condensateur est proportionnelle à la **tension u** (en V) entre les armatures. Le coefficient de proportionnalité est appelé **capacité du condensateur C** (en F) et dépend des propriétés du condensateur utilisé.

$$q = C u$$

Exemples : capacités de quelques condensateurs.

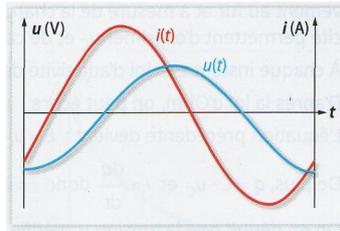
Exemple de condensateur	Ordre de grandeur de la capacité
Démarrage de moteur électrique	10^{-4} F
Filtrage audio	10^{-5} à 10^{-6} F
Applications électroniques	10^{-7} à 10^{-9} F

COURS

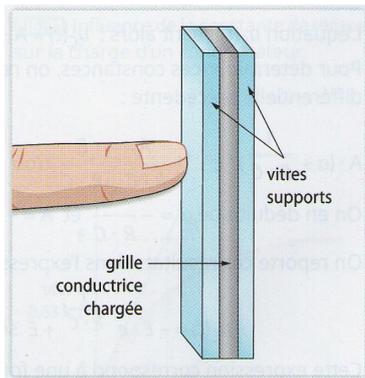
7- Si l'on combine les deux équations précédentes, on peut démontrer que l'intensité du courant i (en A) est proportionnelle à la dérivée de la tension u (en V) aux bornes d'un condensateur.

$$i = C \frac{du}{dt}$$

Cette équation différentielle implique que la tension et l'intensité ne peuvent être en phase. Ainsi, on dit qu'un dipôle pour lequel l'intensité est en avance de phase sur la tension a un comportement capacitif.

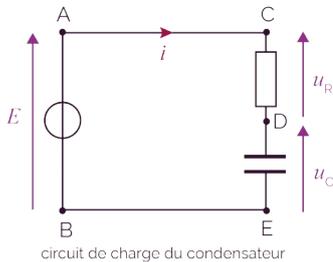


Exemples : Une grande partie des écrans tactiles fonctionnent sur un principe de capteur capacitif ; une grille conductrice chargée, insérée entre deux plaques de verre joue le rôle de première armature et le doigt de l'utilisateur est la deuxième armature ; l'apparition locale de ce condensateur est exploitée par le microprocesseur de commande du dispositif.



Capteur d'épaisseur	Capteur de niveau	Capteur de déplacement
Les deux faces du capteur jouent le rôle d'armatures	La paroi de la cuve et la sonde centrale jouent le rôle d'armatures, le liquide n'est pas conducteur	Les deux faces du capteur jouent le rôle d'armatures
La variation d'épaisseur entre les deux surfaces utilisées comme armature	La variation de niveau du liquide qui correspond à un changement de matériaux entre les armatures ...	Le passage d'un objet en déplacement entraîne la variation de la surface des armatures en regard et ...
... provoque une variation de la capacité qui peut être mesurée		

8- Si un **circuit dit RC série** (contenant une résistance et un condensateur en série) est relié à un générateur délivrant une **tension E** (en V), le condensateur se charge et la **tension u_c** à ses bornes vérifie une équation différentielle.



$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = \frac{E}{RC}$$

Preuve : la loi d'additivité des tensions dit que $E = u_c + u_R$ or d'après la loi d'ohm $u_R = R i$ donc $E = u_c + R i$ et nous savons que $i = C \frac{du_c}{dt}$, ainsi $E = u_c + R C \frac{du_c}{dt}$.

Résolution : cette équation différentielle linéaire du premier ordre admet des solutions de la forme $u_c(t) = A e^{\alpha t} + B$; à l'instant $t = 0$, la tension u_c est nulle (condensateur déchargé) d'où $u_c(0) = A e^{\alpha \cdot 0} + B = 0 \Rightarrow B = -A$,

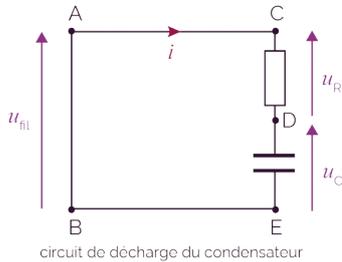
ainsi $u_c(t) = A e^{\alpha t} - A$; si on injecte dans l'équation, on obtient : $A \alpha e^{\alpha t} + \frac{A e^{\alpha t} - A}{RC} = \frac{E}{RC}$

$\Rightarrow A \left(\alpha + \frac{1}{RC} \right) e^{\alpha t} = 0$ et $\frac{-A}{RC} = \frac{E}{RC} \Rightarrow \alpha = -\frac{1}{RC}$ et $A = -E$ donc $u_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$.

Ainsi, dans un circuit RC série, la tension aux bornes du condensateur augmente progressivement jusqu'à la valeur imposée par le générateur.

COURS

9- Si dans un circuit RC série, le condensateur est initialement chargé, ce dernier va se décharger progressivement tel que la tension u_C à ses bornes vérifiera une équation différentielle.



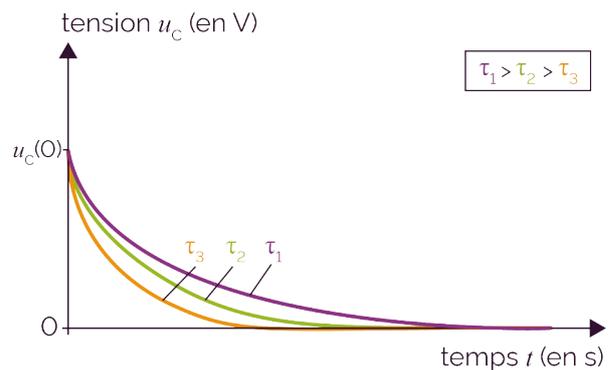
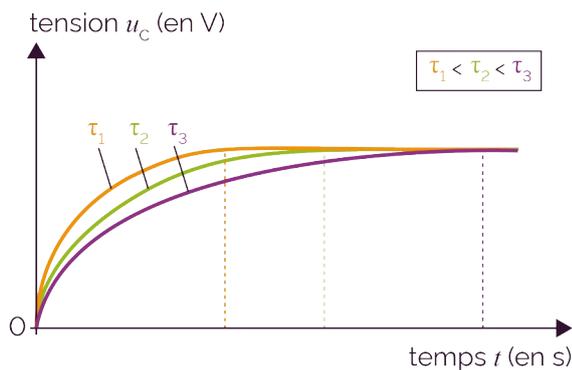
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = 0$$

Résolution : de la même manière que précédemment, on obtient $u_C(t) = E e^{-\frac{t}{RC}}$.

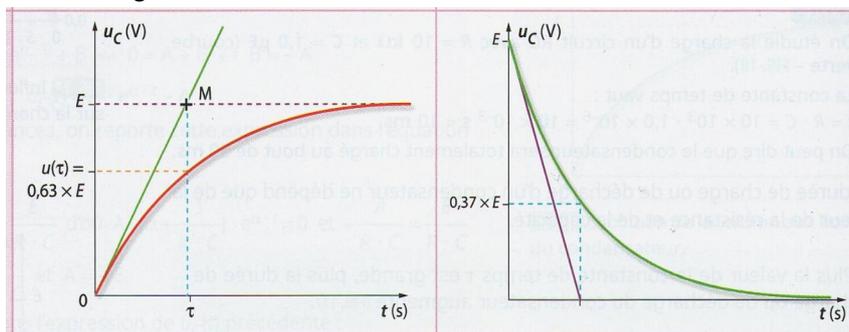
Ainsi, dans un circuit RC série, la tension aux bornes du condensateur chargé diminue progressivement jusqu'à zéro.

10- Le produit **RC** est appelé **constante de temps τ** (en s) du circuit RC série. Plus la valeur de la constante de temps τ est grande, plus la durée de charge et de décharge du condensateur augmente.

Exemples : Si dans un circuit RC, $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 1,0 \text{ }\mu\text{F}$, la constante de temps $\tau = RC = 10 \cdot 10^3 \times 1,0 \cdot 10^{-6} = 10 \text{ ms}$. On peut dire que le condensateur sera totalement déchargé au bout de 50 ms ; évolution de la charge et décharge en fonction de τ .



11- Il est possible de **déterminer graphiquement** la constante de temps en mesurant t à $0,63 E$ pour la charge et $0,37 E$ pour la décharge.



Cela correspond à faire $t = RC$ dans les équations, ainsi $0,63 = 1 - \frac{1}{e}$ et $0,37 = \frac{1}{e}$.