

MODULE 3: ELECTRICITE : EVOLUTION TEMPORELLES DES CIRCUITS ELECTRIQUES ET ELECTRONIQUES

LECON1: CONDENSATEUR

SITUATION PROBLEME: M. MBIDA dispose des condensateurs identiques de caractéristiques $10\mu F$, $40V$. Ce dernier veut suivre les informations sur son poste radio qui fonctionne avec une batterie de capacité $10\mu F$ et de tension $200V$. Aides M. MBIDA a regroupé les condensateurs de façon à faire fonctionner le poste radio.

1. Définition et symbole normalisé

Un condensateur est un composant électronique constitué de deux surfaces conductrices (les armatures) placées en regard l'une de l'autre séparées par un milieu isolant (le diélectrique), capable de stocker et restituer l'énergie électrique.

Remarque: la distance entre les armatures est petite devant leurs dimensions.

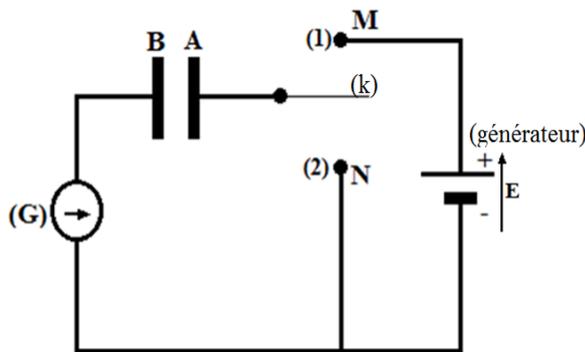
Le symbole normalisé d'un condensateur est le suivant :



Fomesoutra.com
ça soutra !

2. Charge et décharge d'un condensateur

Réalisons le circuit représenté par la figure ci-dessous :

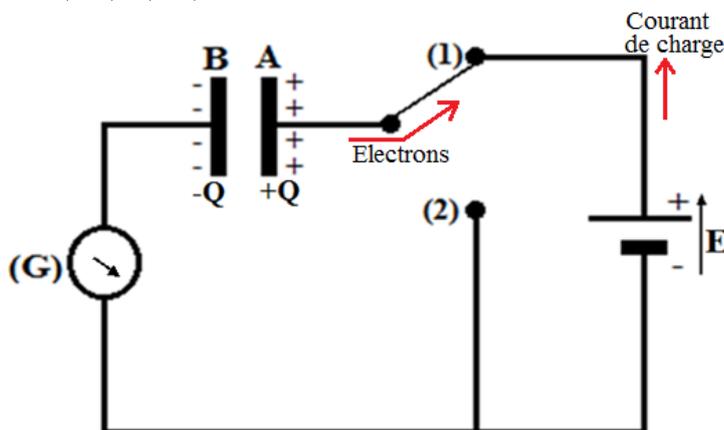


2.1. La charge

Fermons le circuit en mettant l'interrupteur (k) en position (1). L'aiguille du galvanomètre (Ampèremètre sensible) dévie rapidement, puis revient au zéro. Même si le circuit reste fermé, plus rien ne se passe.

Remarque : la déviation de l'aiguille du galvanomètre est proportionnelle à la quantité d'électricité qui traverse son cadre, en sens inverse comme dans l'autre.

Interprétation: lorsque l'interrupteur est maintenu en position (1), le pôle positif du générateur attire quelques électrons de l'armature A, les propulse vers le pôle négatif où ils sont repoussés vers l'armature B. L'armature B porte un excès de charges négatives $Q_B < 0$ et l'armature A est déficitaire en électrons $Q_A > 0$. D'après le principe de la conservation de la charge, on a $Q_A + Q_B = 0$ soit $Q_A = -Q_B$, la présence des charges indique l'existence d'une différence de potentiel U_C entre A et B. La circulation des électrons s'arrête dès que U_C est égale à la force électromotrice du générateur: aucun courant ne circule plus dans le circuit $U_C = E$: on dit que le condensateur est **chargé**, sa charge vaut $Q = |Q_A| = |Q_B|$. $Q_A = +Q$ et $Q_B = -Q$.



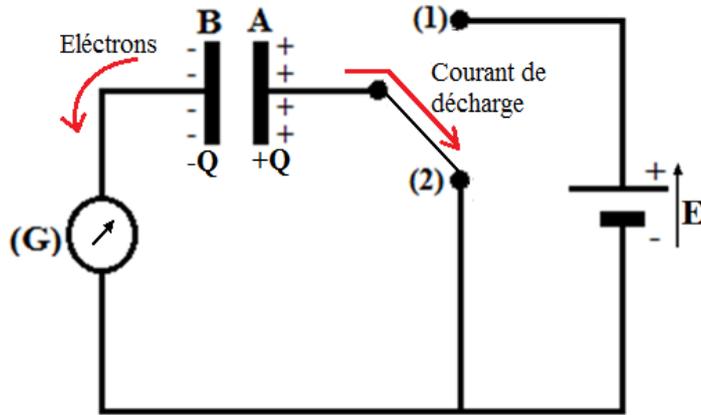
Si on ouvre l'interrupteur, aucun courant ne circule, le condensateur reste chargé. Sa tension est toujours $U_C = E$ et sa charge Q .

2.2. La décharge

Mettons l'interrupteur en position (2) (après l'avoir mis sur (1)). Le circuit n'est plus composé que du galvanomètre et du condensateur. L'aiguille du galvanomètre dévie du même angle, mais dans le sens inverse du sens précédent, puis revient à zéro.

Interprétation: quand l'interrupteur est placé en position (2), les électrons de l'armature B circulent à travers le circuit pour compenser le défaut d'électrons sur l'armature A. cette circulation d'électrons s'arrête dès que les armatures sont neutres, c'est à dire si $Q = 0$ et $U_C = 0$.

Lorsqu'on supprime le générateur, le circuit étant fermé ; le condensateur se décharge. Sa charge ainsi que la tension à ses bornes s'annulent : on dit que le condensateur est **déchargé**.



3. Capacité d'un condensateur

L'expérience montre qu'un condensateur soumis à une tension u_C prend une charge q proportionnelle à u_C telle que : $q = Cu_C$, la constante de proportionnalité est **la capacité du condensateur**.

La capacité d'un condensateur est donc définie comme le rapport de sa charge par la tension à ses bornes : $C = \frac{q}{u_C}$.

Ainsi la tension aux bornes d'un condensateur est donnée par : $u_C = \frac{q}{C}$. q en coulomb (C), u_C en volt (V) et C en

Farad (F). $1\mu F = 10^{-6} F$ et $1nF = 10^{-9} F$.

Un condensateur plan est un condensateur dont les armatures en regard sont planes et parallèles.

Pour un condensateur plan constitué des armatures séparées d'une distance d (épaisseur) et de surface commune S ,

$C = \varepsilon \frac{S}{d}$; ε est la permittivité du diélectrique. Si le diélectrique est le vide, alors $C = \varepsilon_0 \frac{S}{d}$; ε_0 est la permittivité du

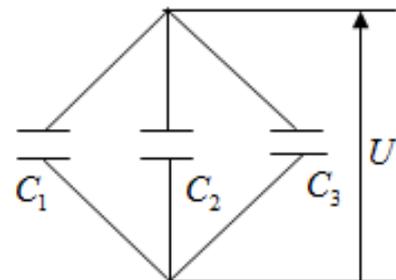
vide $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{USI}$. $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \Rightarrow C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{S}{d}$; ε_r est la permittivité relative du

diélectrique.

4. Association des condensateurs

4.1. En parallèle

Plusieurs condensateurs de capacités $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ montés en parallèle, sont équivalents à un condensateur unique de capacité $C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$. Si on a n condensateurs identiques de capacité C_0 montés en parallèle, le condensateur équivalent aura pour capacité : $C_{\text{eq}} = nC_0$.

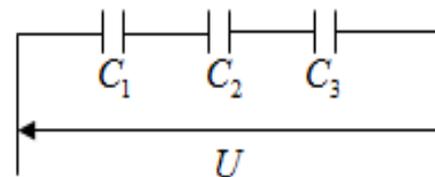


4.2. En série

Plusieurs condensateurs de capacités $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ montés en série, sont équivalents à un condensateur unique de capacité C_{eq} définie par :

$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$. Si on a n condensateurs identiques de capacité C_0

montés en série, le condensateur équivalent aura pour capacité : $C_{\text{eq}} = \frac{C_0}{n}$.



5. Energie d'un condensateur

L'énergie électrique emmagasinée dans un condensateur de capacité C aux bornes duquel règne une tension u_C est :

$E_{el} = \frac{1}{2} Cu_C^2$; E_{el} en Joule (J). $E_{el} = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QU$.

Exercice 1: Questions de cours

- Définir : condensateur, capacité d'un condensateur.
- Donner le symbole normalisé d'un condensateur.
- On considère les schémas suivants où I est une constante positive.



Dire, pour chacun des quatre cas, avec justification, si le condensateur est :

- En train de se déchargé ;
- En train de se chargé ;
- Garde une charge constante.

4. Choisir la bonne réponse :

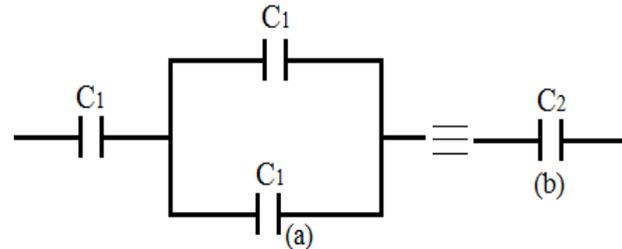
4.1. L'espace situé entre les armatures d'un condensateur est : a) conducteur ; b) isolant ; c) semi-conducteur.

4.2. Trouver une relation entre C_1 et C_2 pour laquelle les dipôles de la figure ci-dessous (a) et (b) sont équivalents.

a) $C_1 = C_2$;

b) $C_2 = 0,667 C_1$;

c) $C_2 = 1,62 C_1$



4.3. Les plaques d'un condensateur sont des feuilles de surfaces 10 cm^2 séparées par un diélectrique de permittivité relative $\epsilon_r = 4$ et d'épaisseur $0,1 \text{ cm}$. Combien vaut sa capacité ? $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ USI}$

a) 354 pF

b) 243nF

c) 4,28mF

d) 64,4mF

4.4. Deux condensateurs de capacité respective $C_1 = 2000 \text{ nF}$ et $C_2 = 3000 \text{ nF}$ sont connectés en parallèle. la charge du condensateur 1 est $Q_1 = 10^{-5} \text{ C}$. Quelle est la charge du second condensateur ?

a) $Q_2 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$

b) $Q_2 = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$

c) $Q_2 = 1,65 \cdot 10^{-5} \text{ C}$

d) $Q_2 = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ C}$

Exercice 2:

Les armatures A et B d'un condensateur plan sont séparés par une lame d'air, d'épaisseur $d = 2 \text{ mm}$. La surface de chaque armature est de 20 cm^2 . On soumet ce condensateur à une tension $E = 100 \text{ V}$ comme l'indique la figure ci-contre.

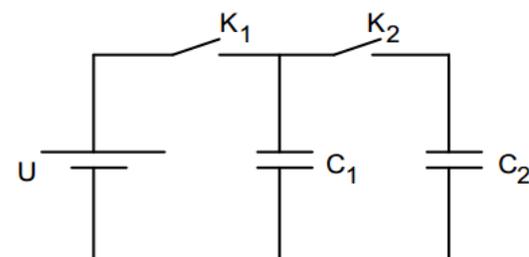
- Quelles sont les charges portées par les armatures A et B ?
- Quelle est l'énergie emmagasinée par le condensateur ?
- Quelles sont les caractéristiques du champ électrique régnant entre les armatures ?



Exercice 3:

Un condensateur de capacité C_1 est chargé sous une tension constante $U = 40 \text{ V}$ (l'interrupteur K_1 est fermé et l'interrupteur K_2 est ouvert). On donne $C_1 = 5 \mu\text{F}$ et $C_2 = 20 \mu\text{F}$.

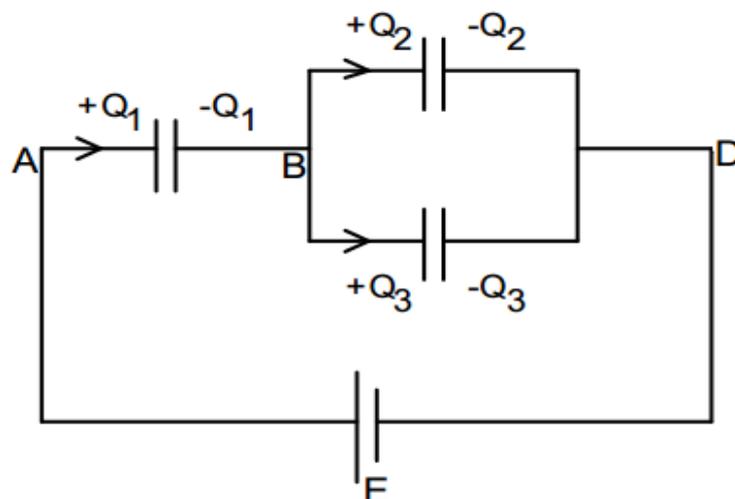
- Calculer la charge Q_0 acquise par le condensateur de capacité C_1 .
- Dès que la charge du condensateur C_1 est terminée, on ouvre l'interrupteur K_1 et on ferme l'interrupteur K_2 . Le condensateur de capacité C_2 est initialement non chargé.
 - 2.1. Calculer la charge finale de chaque condensateur.
 - 2.2. Calculer l'énergie initiale et finale emmagasinée dans les deux condensateurs. Interpréter.



Exercice 4:

On considère le montage de la figure ci-contre. On donne $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 2\mu F$; $C_3 = 4\mu F$; $E=120V$.

1. Calculer la capacité équivalente C_{eq} du condensateur entre A et D.
2. Calculer la charge finale Q du condensateur équivalent.
3. Calculer les valeurs des tensions U_{AB} et U_{BD} et en déduire les valeurs des charges Q_1 , Q_2 et Q_3 .



Exercice 5: EVALUATION DES COMPETENCE

Compétence visée: exploiter les résultats d'une expérience d'électrisation pour alimenter un poste radio.