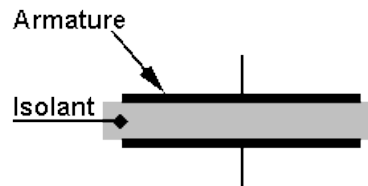


Définition d'un condensateur

Source: <http://www.positron-libre.com/cours/condensateur/condensateur.htm>

1. Définition du condensateur



On appelle **condensateur** l'ensemble de deux surfaces conductrices ou armatures, séparées par un **isolant** ayant une permittivité (ou constante diélectrique) donnée. L'isolant est souvent appelé "diélectrique".

=> Deux feuilles d'aluminium séparées par une feuille de papier paraffiné forment un condensateur.

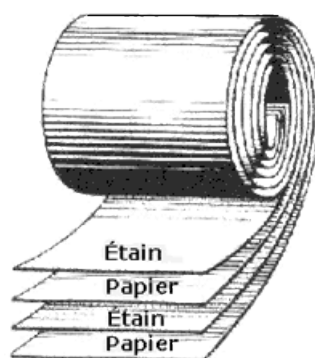
Symbole du condensateur



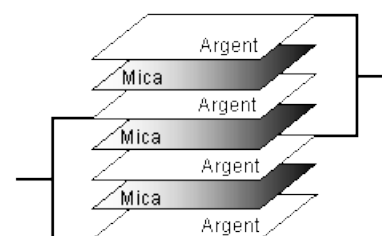
2. Caractéristiques physiques du condensateur

-Description d'un condensateur de type industriel:

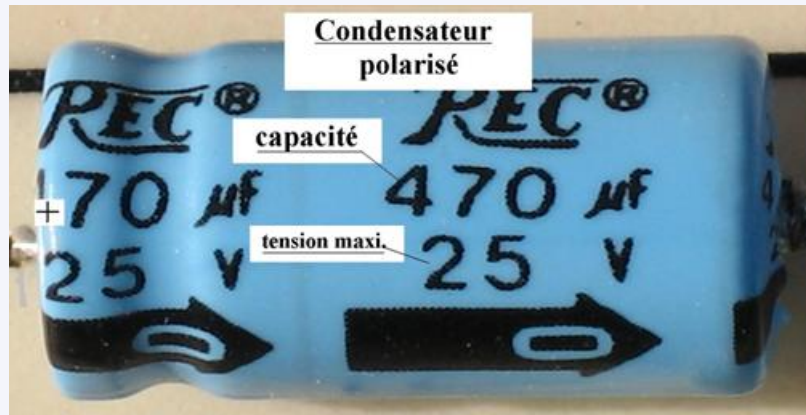
Ce type de condensateur est constitué de deux longues feuilles d'aluminium ou d'étain, séparées par deux longues bandes de papier. L'ensemble est enroulé et comprimé. Les feuilles métalliques sont les **armatures**, et le papier, le **diélectrique**. Chaque armature est reliée à une borne. Les gros condensateurs sont plongés dans une cuve pleine d'huile pour améliorer l'isolement.



Condensateur papier/étain



Condensateur au mica argenté



3. Caractéristiques électriques du condensateur

3-1. Capacité d'un condensateur :

La **capacité** d'un condensateur mesure son aptitude à emmagasiner (ou stocker) des charges électriques sur ces armatures par unité de tension à ses bornes.

La capacité s'exprime en **farad**.

Mathématiquement la capacité d'un condensateur est déterminé par :

$$C = \frac{Q}{V}$$

C => Farad (F)
 Q => Coulomb (C)
 V => Volt (V)

La capacité d'un condensateur est de **1 farad** si une différence de potentielle de 1 volt entre ses armatures y dépose une charge de **1 coulomb** (1 coulomb = 1 ampère pendant 1 seconde).

Le **farad** étant une unité très grande, nous utiliserons plus couramment ses sous-unités :

- le millifarad (mF) : $1\text{mF} = 10^{-3}$ Farad (filtrage pour ampli audio haut de gamme)
- le microfarad (μF) : $1\mu\text{F} = 10^{-6}$ Farad (filtrage alimentation cartes électroniques)
- le nanofarad (nF) : $1\text{nF} = 10^{-9}$ Farad (découplages et filtres actifs)
- le picofarad (pF) : $1\text{pF} = 10^{-12}$ Farad (circuits haute fréquence)

Physiquement, par sa construction mécanique, la capacité d'un **condensateur plan** est déterminé par :

- La surface «en regard» des armatures
- L'épaisseur du diélectrique (isolant)
- La nature du diélectrique ou sa permittivité ϵ (epsilon).

On définit la **permittivité relative** ϵ_r par le rapport de la permittivité absolue du diélectrique ϵ et de la permittivité du vide $\epsilon_0 (=8,84 \cdot 10^{-12} \text{F/m})$. Cela permet d'exprimer la permittivité d'un matériau par un nombre sans dimension.

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Nature isolant	Permittivité relative ϵ_r	Rigidité diélectrique $\text{V}/\mu\text{m}$
Film plastique	2 à 5	20
verre	7	20
céramique	1000	10
air	1	0,03

$$C = \epsilon \cdot \frac{S}{d} = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

Unités: C(F) , S(m²) , d(m) , ϵ (F/m)

3-2. Tension de service d'un condensateur

Si l'on veut augmenter la capacité du condensateur, il faut diminuer d c'est-à-dire rapprocher les armatures l'une de l'autre. Mais une étincelle risque alors de se produire entre les armatures qui perce l'isolant (claquage).

La distance d doit rester suffisante pour éviter le claquage.

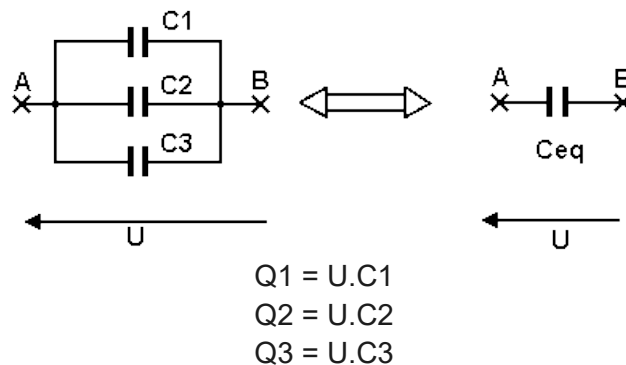
On appelle **rigidité diélectrique**, le champ électrique maximal E_{max} supporté par le diélectrique. Celle-ci détermine la tension de claquage $U_c = E_{\text{max}} \cdot d$.

En pratique, un condensateur est défini par sa **capacité** et sa **tension de service** (tension inférieure à la tension de claquage)

La **tension de service** d'un condensateur est la différence de potentielle maximale que l'on peut appliquer à ces armatures sans l'endommager.

4. Groupement de condensateurs

4-1. Condensateurs associés en parallèle



$$Q \text{ totale} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = U(C_1 + C_2 + C_3) = U C_{eq}$$

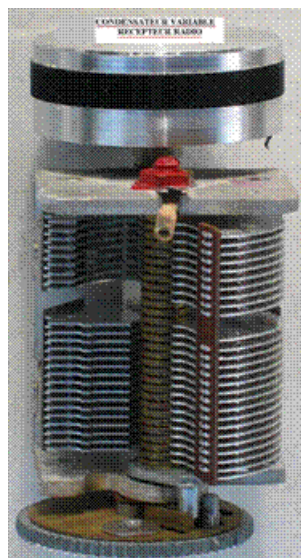
$$\text{D'ou : } C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Si nous associons plusieurs condensateurs en parallèle, la capacité équivalente de l'ensemble est égale à la somme des capacités des condensateurs associés.

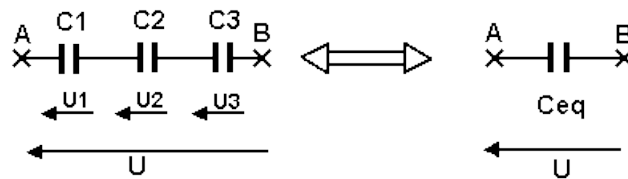
Cette association est utilisée pour **augmenter** la capacité du système.

Sur la photo ci-dessous on peut voir un ensemble constitué d'une quarantaine de condensateurs à air disposés en parallèle (**condensateur d'un récepteur radio**). Les armatures de gauche sont mobiles et commandées par le bouton supérieur. Elles viennent s'intercaler entre les armatures fixes. En tournant le bouton, la surface en regard S est modifiée.

Sa capacité variable est de l'ordre du picofarad (pF)



4-2. Condensateurs associés en série



Tous les condensateurs en série se chargent à la même quantité d'électricité Q ,
d'où : $Q = C_1 \cdot U_1 = C_2 \cdot U_2 = C_3 \cdot U_3$ et $Q = C_{eq} U$

$$\text{Avec : } U = U_1 + U_2 + U_3$$

Nous avons :

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

d'où :

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

Si nous associons plusieurs condensateurs en série, la capacité équivalente est telle que son inverse soit égale à la somme des inverses des capacités des condensateurs associés. La capacité de l'ensemble série est toujours plus faible que la plus petite des capacités associés!

Si l'association comporte n condensateurs identiques, la capacité de leur association série est égale à la capacité d'un condensateur divisé par n .

On utilisera ce montage pour réduire la capacité mais surtout il permet de diviser une tension appliquée trop forte pour un condensateur. La tension divisée par le nombre de condensateurs devient inférieure à la tension de service de chacun d'entre eux.