

Le condensateur

En 1745, à Leyde, trois savants (dont Cuneus et son professeur Musschenbroeck) inventent le condensateur plus connu sous la forme de "la bouteille de leyde".

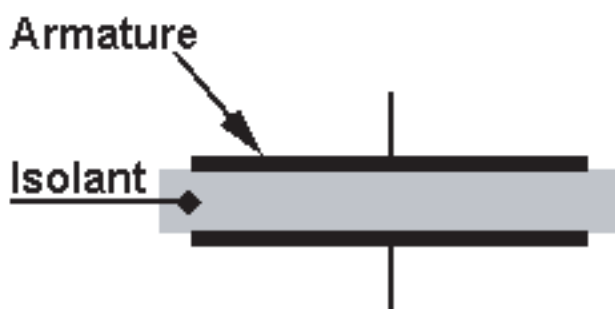
Le condensateur moderne existe sous de nombreuses formes et ses domaines d'application se situent principalement en électricité (batterie de condensateur pour l'amélioration du $\cos \phi$ ou facteur de puissance) et en électronique.

Il est largement utilisé pour le filtrage des alimentations électroniques (condensateur chimique de grande capacité), l'accord des circuits hautes fréquences (téléphone mobile, satellites...), le couplage ou découplage de circuits...

Les progrès techniques aidant, les "super-condensateurs" (condensateurs de très grande capacité) vont commencer à remplacer les piles de sauvegarde de certaines mémoires. Les recherches en cours nous font se demander où est la véritable frontière condensateur / accumulateur...

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.

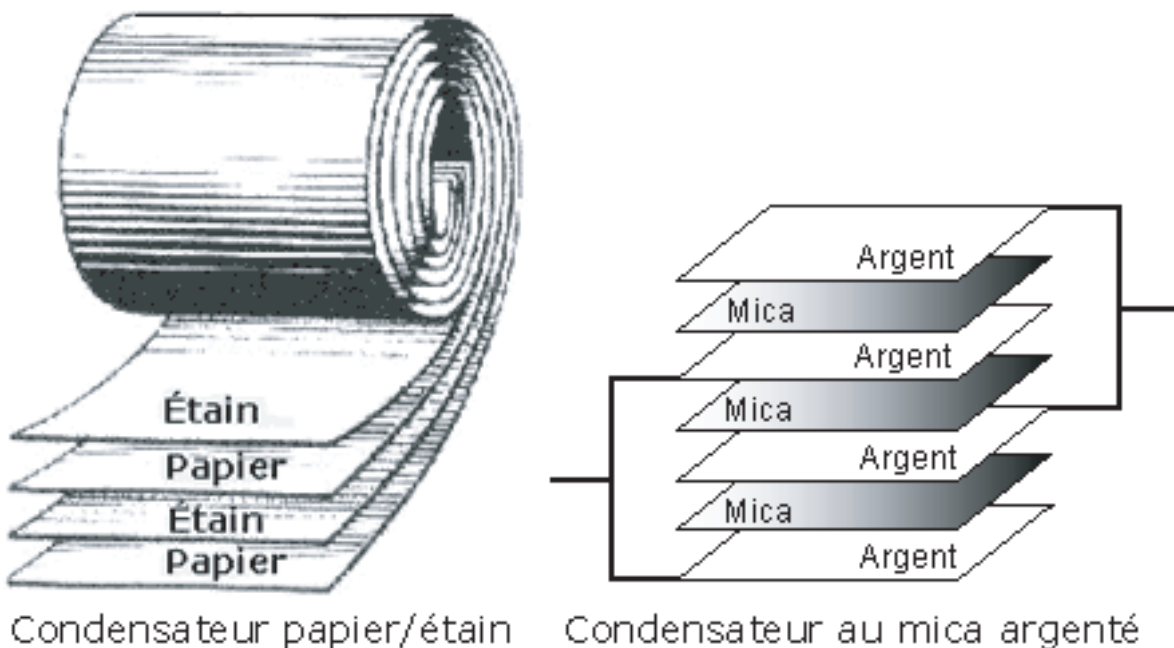
Symbole du condensateur



Caractéristiques physiques du condensateur

Description d'un condensateur industriel

Ce type de condensateur est constitué de deux longues feuilles d'étain ou d'aluminium, 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.



Caractéristiques électriques du condensateur

Capacité d'un condensateur

La capacité d'un condensateur mesure son aptitude à emmagasiner (ou stocker) des charges électriques sur ces armatures.

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 est déterminé par :

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

$$C = \epsilon \frac{S}{e}$$

C => Farad (F)
S => surface des armatures (m²)
e => distance entre armatures (m)
 ϵ => permittivité absolue

Exemples de permittivité

- => ϵ mica = 8
- => ϵ verre = 6
- => ϵ air = 1,000576

Tension de service d'un condensateur

Lorsque les armatures d'un condensateur sont soumises à une tension trop élevée, une étincelle perce le diélectrique ;

le condensateur est alors hors service. Ce phénomène est appelé claquage du condensateur.

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

Elle dépend essentiellement de la qualité du diélectrique et de son épaisseur ; nous parlons alors de rigidité du diélectrique (KV/mm).

Notion de rigidité diélectrique

Pour tout diélectrique, il existe une tension sous laquelle le diélectrique est percé par le passage d'un courant.

On dit alors que le diélectrique claque.

La rigidité diélectrique qualifie un isolant de la d.d.p. qu'il faut lui appliqué par millimètre d'épaisseur pour qu'il claque (KV/mm).

Plus elle est grande et plus notre condensateur verra sa tension de service augmentée.

Exemples

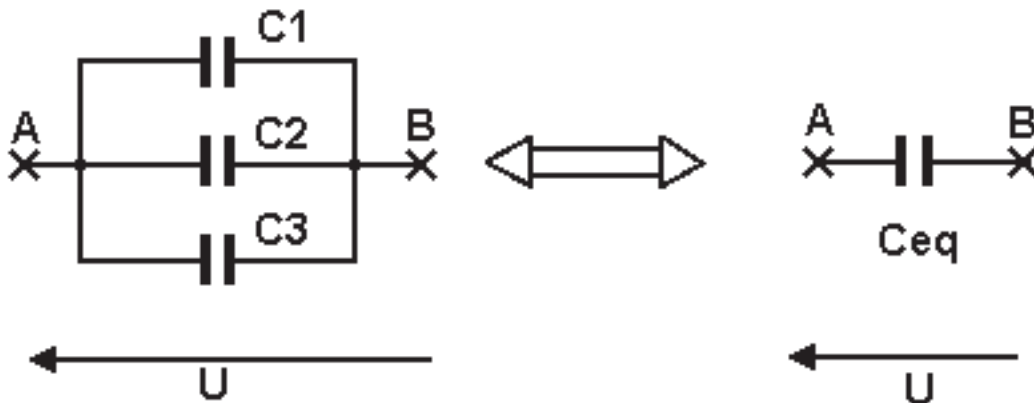
air = 3 KV / mm

papier paraffiné = 51 KV / mm

verre = 118 KV / mm

Groupement de condensateurs

Condensateurs associés en parallèle



$$Q_1 = U \cdot C_1$$

$$Q_2 = U \cdot C_2$$

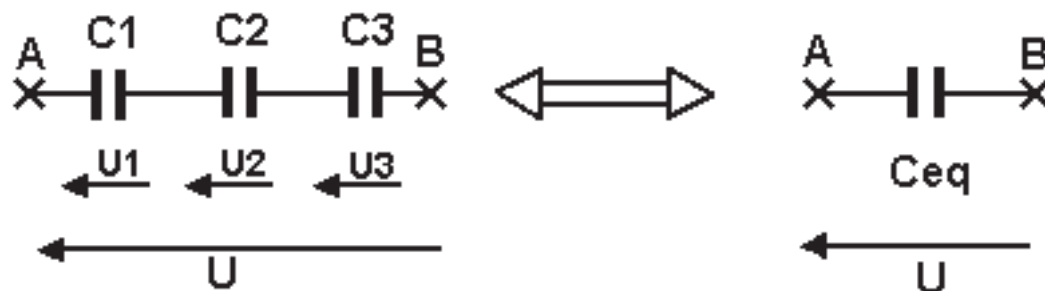
$$Q_3 = U \cdot C_3$$

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

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

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

Condensateurs associés en série



Tous les condensateurs en série se chargent à la même quantité d'électricité Q

$$\text{d'ou : } Q = C_1 \cdot U_1 = C_2 \cdot U_2 = C_3 \cdot U_3 \text{ et } Q = C_{\text{eq}} U$$

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

Nous avons :

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

d'où :

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

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.

Tableau des propriétés de différents diélectriques

Diélectrique	Permittivité	Rigidité en KV / mm
Vide	1	
Air	1.0006	3
Téflon	2.0	59
Papier paraffiné	2.5	51.5
Caoutchouc	3.0	27.5
Huile (pour transformateur)	4.0	15.7
Mica	5.0	196.8
Porcelaine	6.0	7.9
Bakélite	7.0	15.7
Verre	7.5	118

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

Auteur : Olivier LEJEUNE

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