

LES CONDENSATEURS

1. DESCRIPTION

Un condensateur est constitué de deux surfaces conductrices (armatures) séparées par un isolant (diélectrique).

La construction et la forme du condensateur dépendent de sa technologie et de son application.

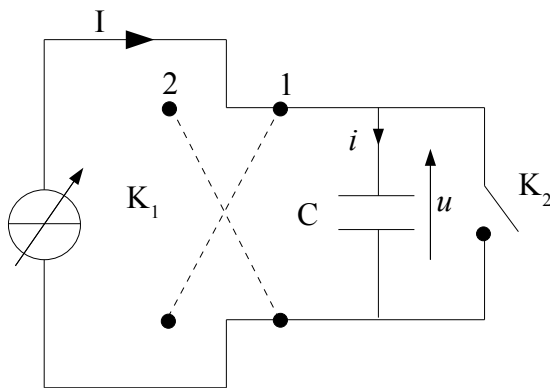
Les condensateurs chimiques ou électrolytiques (de forte capacité) sont généralement polarisés.

Il existe également des condensateurs de (faible) capacités variables.



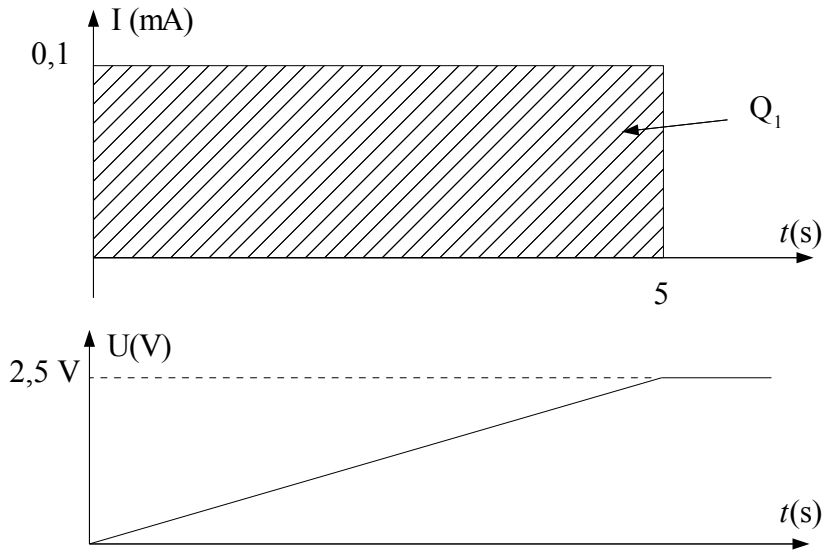
2. PROPRIÉTÉS DES CONDENSATEURS

2.1. MONTAGE EXPÉRIMENTAL



	K_2 ouvert	K_2 fermé
K_1 ouvert	$i = 0$	$i = 0$ et $u = 0$
K_1 position 1	$i = +I$	
K_1 position 2	$i = -I$	

2.2. CAPACITÉ D'UN CONDENSATEUR



- $t < 0$: K_1 en position 0 et K_2 fermé puis ouvert.
 $i = 0$ et $u = 0$.
- $0 < t < t_1$ K_1 en position 1 $\Rightarrow i = I$
le condensateur reçoit une quantité d'électricité: $q = I.t$
La tension croît linéairement au cours du temps, de façon analogue à la quantité d'électricité reçue par le condensateur $u = a.t$

Le rapport entre la quantité d'électricité reçue et la tension aux bornes est une grandeur constante caractéristique du condensateur appelée, capacité du condensateur:

$$C = \frac{q}{u} = \frac{I.t}{a.t} = \frac{I}{a}$$

$$q = C.U = C(V_A - V_B)$$

q : quantité d'électricité en Coulomb (C)

C : capacité d'un condensateur en Farad (F)

U : tension en V

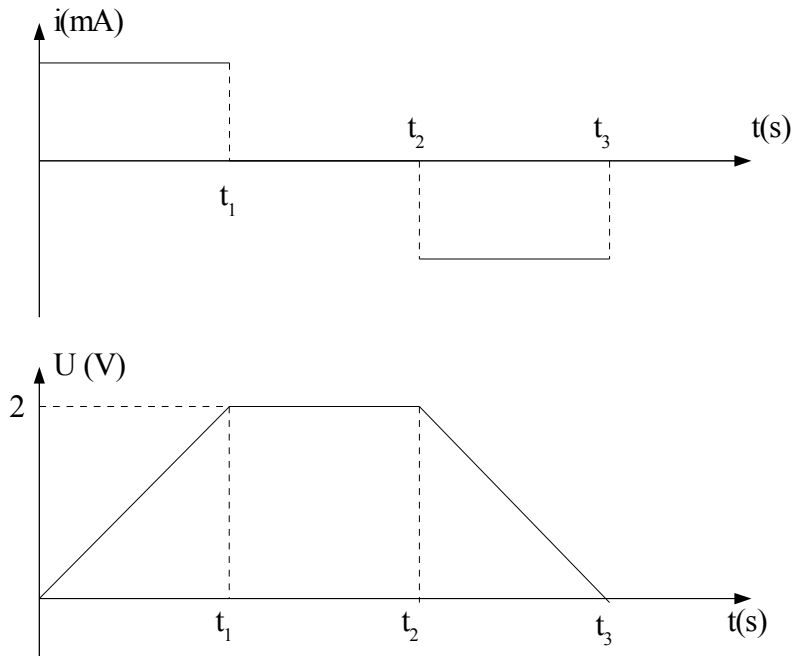
V_A , et V_B : potentiel respectivement au point A et B en V.

- $t > t_1$: K_1 ouvert $i = 0$
Lorsque le condensateur ne reçoit plus la charge électrique, la quantité d'électricité accumulée et la tension à ses bornes restent constantes.
La quantité d'électricité totale reçue par le condensateur est représentée par l'aire de la surface colorée:

$$Q_1 = C . U_1 = I.t_1 = 0,1 . 5 . 10^{-3} = 0,5 . 10^{-3} \text{ C}$$

La capacité du condensateur vaut: $C = \frac{Q_1}{U_1} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2,5} = 0,2 \text{ mF} = 200 \text{ } \mu\text{F}$

2.3.RELATION ENTRE COURANT ET TENSION



- $0 < t < t_1 : i = I$

La tension u au bornes du condensateur croît linéairement au cours du temps.

$$\frac{du}{dt} = \frac{\Delta U}{\Delta t} = a = \frac{I}{C} = \frac{i}{C}$$

- $t_1 < t < t_2 : i = 0$

La tension u aux bornes du condensateur reste constante

$$\frac{du}{dt} = \frac{\Delta U}{\Delta t} = 0 = \frac{i}{C}$$

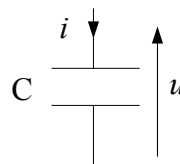
- $t_2 < t < t_3 : i = -I$

La tension u au bornes du condensateur décroît linéairement au cours du temps.

$$\frac{du}{dt} = \frac{\Delta U}{\Delta t} = -a = \frac{-I}{C} = \frac{i}{C}$$

De façon générale, un courant variable i transporte, pendant une durée dt , une quantité d'électricité $dq = i \cdot dt$. La tension aux bornes du condensateur subit une variation.

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



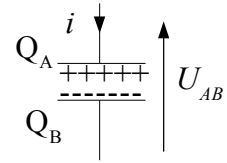
2.4. CHARGES PORTÉES PAR LES ARMATURES

Dans un condensateur, les charges électriques (les e⁻) ne peuvent traverser l'isolant qui sépare les deux armatures conductrices.

Pendant un temps Δt, un courant d'intensité I entraîne une accumulation des charges.

$$Q_A = I \cdot \Delta t$$

$$Q_A = -Q_B = C(V_A - V_B) = C \cdot U_{AB}$$

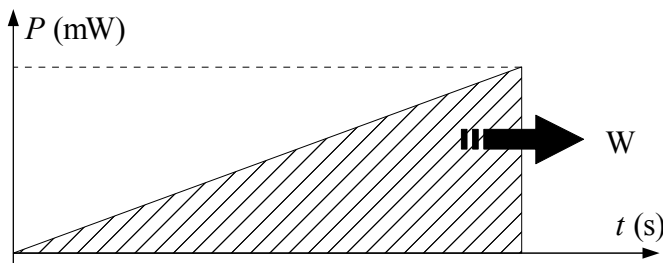


Si I = constante alors Q = C.U = I.t croît jusqu'à la tension de claquage

$$U_{AB}$$

2.5. ENERGIE ÉLECTRIQUE STOCKÉE PAR UN CONDENSATEUR

W: énergie (travail)



Pour $t = t_1$ $P_1 = U_1 \cdot I$

$t > t_1$ $P = 0$

$$W = P \cdot t \quad \text{or} \quad P = u \cdot i \quad \Rightarrow \quad W = \frac{1}{2}(u \cdot i \cdot t) = \frac{1}{2}u \cdot Q = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C \cdot u^2$$

- avec Q: quantité d'électricité en Coulomb (C)
- u: tension aux bornes du condensateur (V)
- C: capacité du condensateur (F)
- W: énergie en Joules (J)

3. ASSOCIATIONS DE CONDENSATEURS

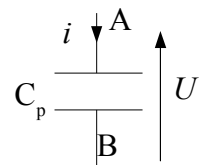
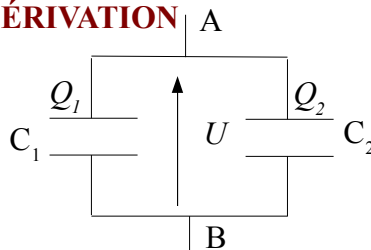
Le condensateur équivalent à une association série ou parallèle, est tel qu'il accumule la même quantité d'électricité lorsqu'il est soumis à la même tension.

3.1. CONDENSATEURS EN DÉRIVATION

$$Q = Q_1 + Q_2$$

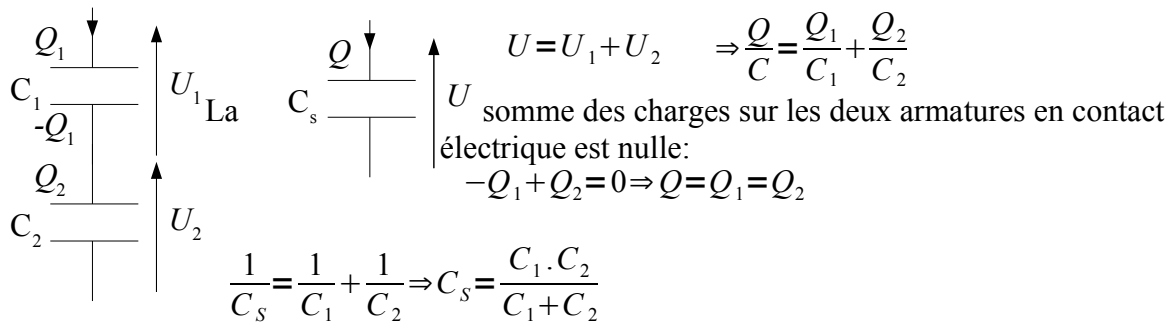
$$C_p U = C_1 U + C_2 U$$

$$\Rightarrow C_p = C_1 + C_2$$



Cas général: $C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$ **les capacités des condensateurs en dérivation s'ajoutent.**

3.2. CONDENSATEURS EN SÉRIE



cas général: $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$: l'inverse de la capacité équivalente est égale à la somme des inverses des capacités des condensateurs en série.

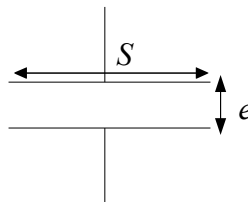
4. CHAMP ÉLECTRIQUE ET FORCE ÉLECTROSTATIQUE.

4.1. CHAMP ÉLECTRIQUE DANS UN CONDENSATEUR PLAN

a. Capacité d'un condensateur plan.

La capacité d'un condensateur plan dépend de ses dimensions et de la nature du diélectrique.

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e}$$



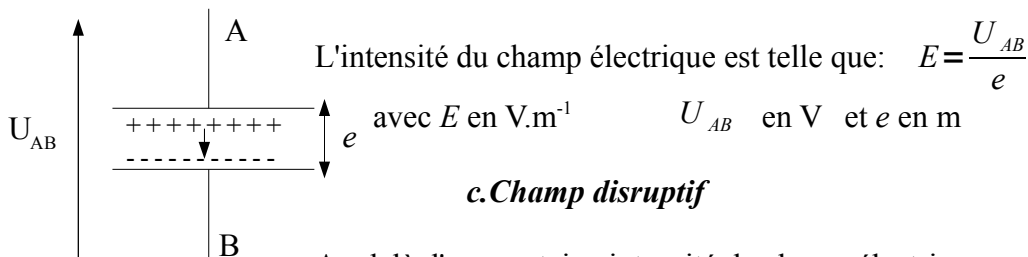
avec: S : surface d'une armature (m^2)
 e : épaisseur du diélectrique (m)

ϵ_0 : permittivité du vide $\epsilon = \frac{1}{36 \pi \cdot 10^9}$ en $F \cdot m^{-1}$

ϵ_r : permittivité relative du diélectrique (sans unité)

b. Champ électrique dans un condensateur plan.

Si l'on admet que les charges électriques se répartissent uniformément sur les surfaces des armatures, il existe entre celles-ci un champ électrique uniforme \vec{E} dirigé de l'armature positive vers l'armature négative (ou dirigé vers les potentiels décroissants).



c. Champ disruptif

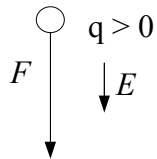
Au delà d'une certaine intensité, le champ électrique peut provoquer la destruction du diélectrique: ce champ maximal est appelé champ disruptif.

Au champ disruptif correspond une tension maximale dite de claquage qu'il ne faut jamais atteindre.

4.2.FORCE ÉLECTROSTATIQUE

Une charge électrique q placée dans un champ électrique \vec{E} est soumise à une force électrostatique \vec{F} telle que:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$


 F en N q en C et E en $V.m^{-1}$

Remarque: Le champ électrique \vec{E} agit de façon analogue sur une charge électrique q , que le champ de pesanteur \vec{g} sur une masse m

