

Les fiches techniques

5

Les dipôles Les condensateurs



5 Condensateurs

Deux conducteurs, séparés par un isolant, constituent un condensateur. Par conséquent, tout conducteur isolé possède une capacité par rapport aux autres conducteurs.

5.1 Relations fondamentales

Charge électrique d'un condensateur :

$$q_A = C \cdot U$$

q_A : charge de l'armature A en coulomb (C) ;

C : capacité du condensateur en farad (F) ;

U : tension aux bornes du condensateur (V) ;

Intensité de charge (ou de décharge) du condensateur :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

i en ampère (A) ;

dq / dt en coulomb par seconde (C.s⁻¹).

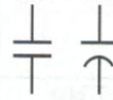
5.2 Modélisation

5.21 Comportement en alternatif

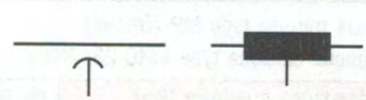
Représentation temporelle	Représentation de Fresnel
$i = I_{max} \cos \omega t$ i : valeur instantanée (A) I_{max} : valeur maximale (A) ω : pulsation (rad/s) t : temps (s)	i est représenté par \vec{i} tel que $ \vec{i} = I_{max}$ et $(Ox, \vec{i}) = 0$
$u = U_{max} \cos (\omega t - \varphi)$ u : valeur instantanée (v) U_{max} : valeur maximale	u est représenté par \vec{u} tel que $ \vec{u} = U_{max} = I_{max}/C\omega$
φ : déphasage courant-tension (rad) et $(Ox, \vec{V}) = \varphi = \pi / 2$	
Impédance complexe	Représentation complexe
$Z = \frac{1}{jC\omega}$ Z : impédance complexe	$\underline{u} = \frac{1}{jC\omega} \underline{i}$ \underline{u} : tension complexe \underline{i} : courant complexe

SYMBOLES

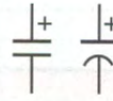
Condensateur



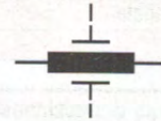
Condensateur de traversée



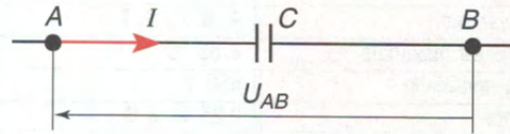
Condensateur polarisé



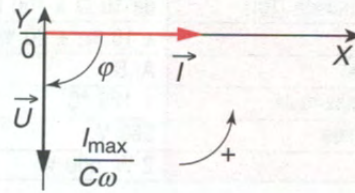
Condensateur de traversée sans connexion de sortie



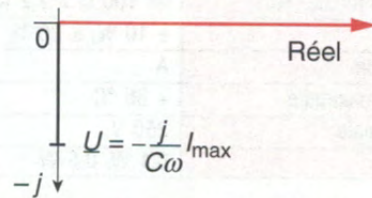
CONVENTION



REPRÉSENTATION DE FRESNEL



REPRÉSENTATION COMPLEXE



5.22

GRUPEMENT DE CONDENSATEURS

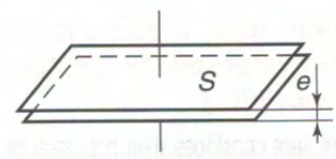
Groupement série	Groupement parallèle
$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$	$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

5.3 Capacité

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

- ϵ_0 : permittivité du vide = $1/36 \pi \cdot 10^9$;
- ϵ_r : permittivité relative de l'isolant ;
- S : surface des armatures en regard (m^2) ;
- e : épaisseur du diélectrique (m).

CONDENSATEUR PLAN



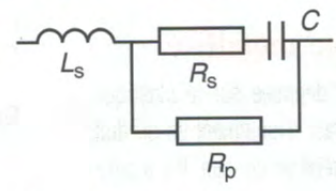
5.4 Capacité et énergie

Énergie emmagasinée
 $W = 1/2 C \cdot U^2$

Énergie échangée sur une période en sinusoïdal
 $W = 1/2 C \cdot U_{max}^2$

- W : énergie (J) ;
- U : tension aux bornes (V) ;
- C : capacité (F) ;
- U_{max} : tension maximale (V).

MODÈLE HAUTE FRÉQUENCE



- L_s : inductance due aux liaisons (H) ;
- R_s : résistance due aux connexions des armatures et aux caractéristiques du diélectrique (Ω) ;
- R_p : résistance d'isolement (Ω) ;
- C : condensateur théorique (F).

5.5 Caractéristiques

Le modèle **haute fréquence** met en évidence la possibilité qu'a le condensateur de se comporter comme un circuit LC série.

La **résistance d'isolement** n'est fonction que des caractéristiques du diélectrique utilisé.

La **température** influence l'ensemble des caractéristiques du condensateur. La variation de sa valeur est donnée en ppm/°C.

Afin d'éviter le **claquage du diélectrique**, on limite la tension appliquée aux bornes du condensateur.

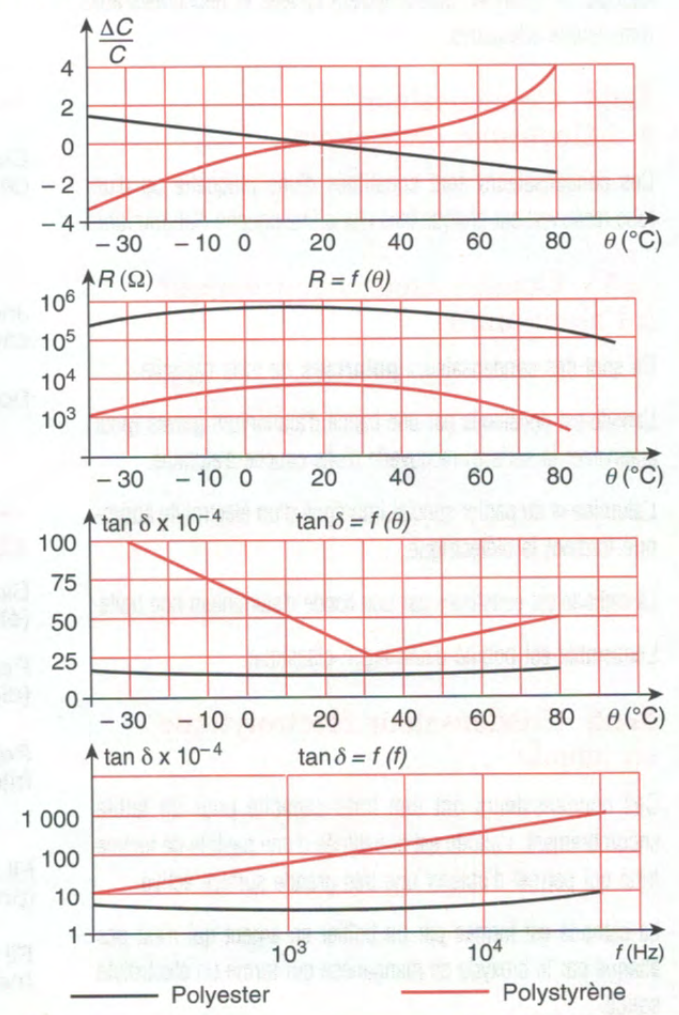
L'amplitude maximale de la tension crête en alternatif à appliquer est de 40 % de la tension maximale en continu.

L'**angle de perte mesure** la qualité de la capacité et évolue en fonction de la température et de la fréquence.

Tenue en tension des diélectriques (10 ³ kV/m)					
Air	Papier	Céramique	Mica	Alumine	Téflon
3,2	7	10	60	60	80

- δ : angle de perte (rd) ;
- $\tan \delta = R_e \cdot C \cdot \omega$;
- R_e : résistance équivalente série (Ω) ;
- C : valeur du condensateur (F) ;
- ω : pulsation (rd/s).

COMPORTEMENT EN TEMPÉRATURE ET EN FRÉQUENCE DES CONDENSATEURS POLYSTYRÈNE ET POLYESTER



5.6 Principaux types

5.61 Condensateur à diélectrique plastique (polystyrène, polyester, polypropylène, etc.)

Ces condensateurs sont constitués d'un bobinage de feuilles d'aluminium séparées par un ou plusieurs films plastiques.

5.62 Condensateur à diélectrique plastique métallisé

Une fine couche d'aluminium est déposée sur le plastique. Pour ces condensateurs, si un défaut d'isolement se produit, une étincelle jaillit et vaporise le métal en contact. Il y a auto-cicatrisation.

5.63 Condensateur à diélectrique mica

Ils sont constitués par un empilage de lames de mica argentées par sérigraphie, préalablement clivées et découpées aux dimensions adéquates.

5.64 Condensateur à diélectrique céramique

Ces condensateurs sont constitués d'une plaquette ou d'un tube recouvert sur chaque face d'une fine couche d'aluminium.

5.65 Condensateur électrolytique à l'aluminium

Ce sont des condensateurs **polarisés** de forte capacité.

L'anode est constituée par une bande d'aluminium gravée (pour augmenter la surface) recouverte d'une couche d'alumine.

L'alumine et du papier spécial imprégné d'un électrolyte approprié forment le diélectrique.

La cathode est constituée par une bande d'aluminium non traité.

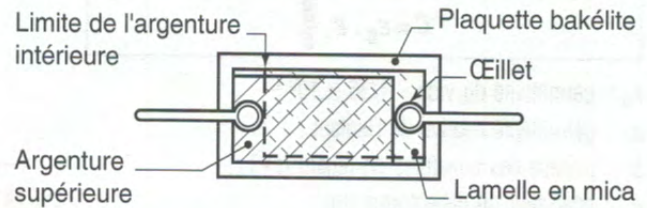
L'ensemble est bobiné d'une façon classique.

5.66 Condensateur électrolytique au tantale

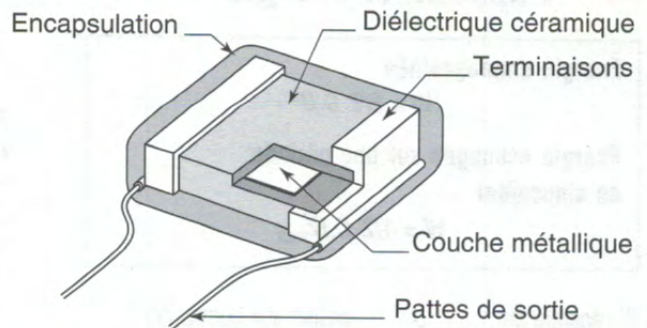
Ces condensateurs ont une forte capacité pour un faible encombrement. L'anode est constituée d'une pastille de tantale fritté qui permet d'obtenir une très grande surface active.

La cathode est formée par un boîtier en argent qui n'est pas attaqué par le bioxyde de manganèse qui forme un électrolyte solide.

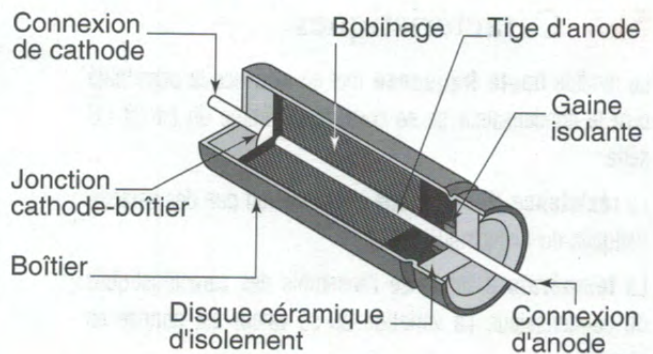
CONDENSATEUR AU DIÉLECTRIQUE MICA



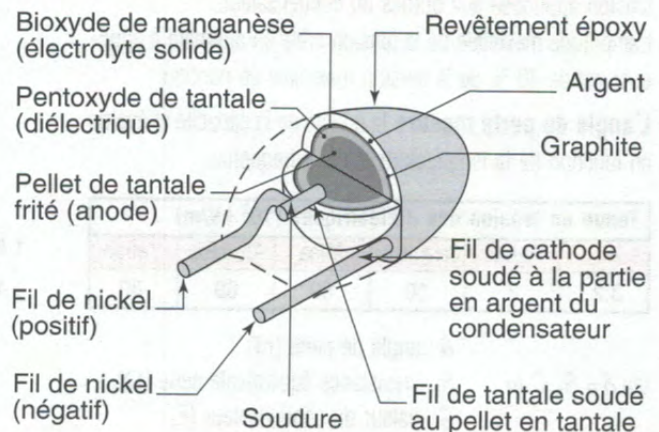
CONDENSATEUR AU DIÉLECTRIQUE CÉRAMIQUE



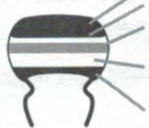
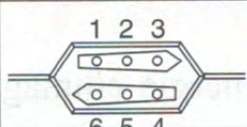
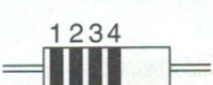
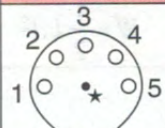
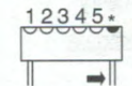

CONDENSATEUR ÉLECTROLYTIQUE À L'ALUMINIUM



CONDENSATEUR ÉLECTROLYTIQUE AU TANTALE



CODE DES COULEURS POUR LES CONDENSATEURS

Couleurs		Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Or	Argent	Type de condensateur	
VALEUR	1 ^{er} chiffre significatif													Condensateurs à film plastique  1 ^{er} chiffre = A Bleu = 6 2 ^e chiffre = B Gris = 8 3 ^e chiffre = C Jaune = × 10 000 4 ^e chiffre = D Blanc = + ou - 10 % 5 ^e chiffre = E Rouge = 250 V 680 000 pF = 680 nF = 0,68 mF 10 % - 250 volts.	
	2 ^e chiffre significatif	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	Multiplicateur	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶					10 ⁻¹		10 ⁻²
	Tolérance	20 %										10 %			
	Tension			250		400									
CAPACITÉ	Catégorie climatique			454		434	435	424						Condensateurs mica   Marquage 6 points selon CCTU	
	1 ^{er} chiffre significatif														
	2 ^e chiffre significatif	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	Multiplicateur	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴							10 ⁻¹		
	Tolérance	± 20 % ± 2 pF	± 1 %	± 2 %								± 5 % ± 0,5 pF	± 10 % ± 1 pF		
Classe CCTU MIL			1 C	2 E	4	3									
TOLÉRANCE	Circuit : coefficient de température	0	-33	-75	-150		-330		-750				+100	Condensateurs céramique  * Point noir éventuel indiquant la conformité du condensateur avec le modèle de la spécification CCTU 02-04 (condensateurs type II)  Connexion reliée à l'armature externe 	
	Découplage : Classe *			2	3	4	5	6							
CAPACITÉ	1 ^{er} chiffre significatif	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	2 ^e chiffre significatif														
TOLÉRANCE	Multiplicateur	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵			10 ⁻²	10 ⁻¹				
	C > 10 pF	20 %	1 %	2 %		0 + 100 %	5 %		-20 % +50 %		10 %				
VALEUR	C < 10 pF	2 pF	0,1 pF	0,25 pF			0,5 pF				1 pF				
	1 ^{er} chiffre significatif														
CAPACITÉ	2 ^e chiffre significatif	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
	Multiplicateur	1	10							10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ⁻¹	rose		
Tension		10	1,6	4	4,0	6,3	16	20		25	3		35		
* Catégorie climatique							* Coefficient de température								
Catégorie	Froid	Chaleur sèche	Jour de chaleur humide		Classe	Coefficient		Gamme de température							
455	-55 °C	85 °C	21		1	± 200 ppm/°C		4,7 à 22 pF							
454	-55 °C	85 °C	56		2	-20 à +100 ppm/°C		22 à 82 pF							
435	-55 °C	125 °C	21		3	-20 à +50 ppm/°C		100 à 470 pF							
434	-55 °C	125 °C	56		4	-20 à +30 ppm/°C		> 510 pF							