

CONDENSATEURS CÉRAMIQUES DE PUISSANCE

LE CONDENSATEUR CÉRAMIQUE L.C.C.

Société à responsabilité limitée
Capital 240 millions de francs

R. C. Seine 55 B 6423

SIÈGE SOCIAL :

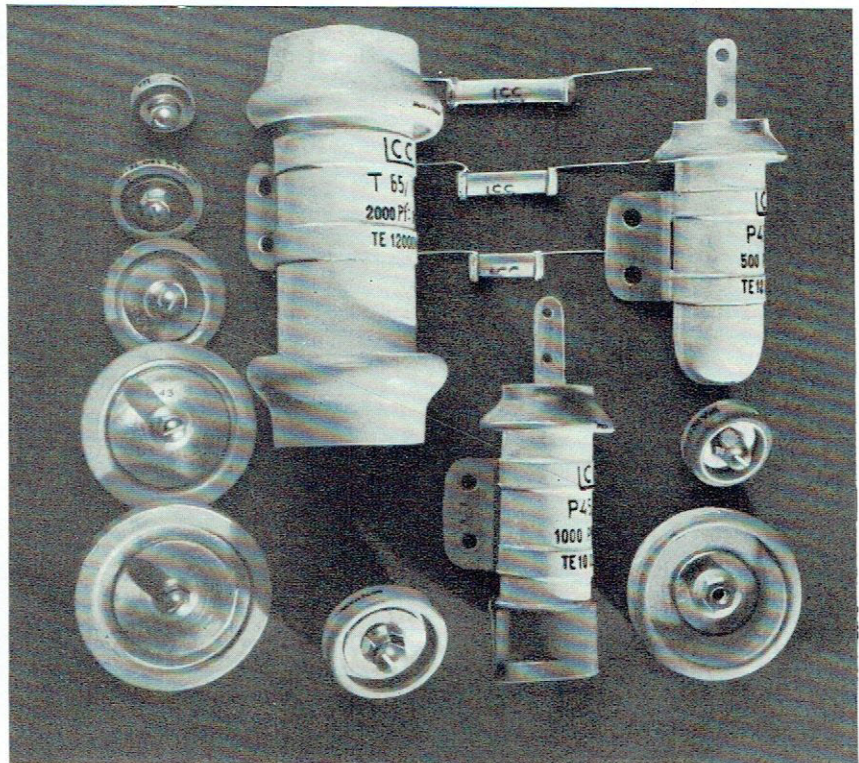
79, boulevard Haussmann, PARIS-8^e

SERVICES COMMERCIAUX :

128, rue de Paris
MONTREUIL-sous-BOIS (Seine)

Tél. : AVRON 22-54

Adresse télégr. CAPACERAM Paris



Les condensateurs céramiques LCC de puissance sont des condensateurs à coefficient de température défini et à très faibles pertes diélectriques. Ils sont destinés à être utilisés dans tous les cas où le condensateur doit supporter une tension élevée et dissiper une puissance réactive importante, notamment comme capacité de circuit oscillant.

De plus la forme spéciale de leurs connexions leur permet d'admettre des intensités importantes aux fréquences élevées.

Les procédés de fabrication et la finition des condensateurs décrits dans cette notice les rendent aptes à tous les usages professionnels.

Les condensateurs de puissance LCC répondent aux prescriptions des spécifications C.C.T.U.

LCC

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Suivant leur forme les condensateurs céramiques de puissance LCC peuvent être classés en 4 groupes.

Les condensateurs TUBULAIRES sont susceptibles de dissiper une puissance réactive atteignant 1 KVA sous une tension service de 1.500 Volts.

Les condensateurs ASSIETTES sont capables d'atteindre sous un très faible volume des puissances réactives importantes.

Une forme dérivée (modèle AR) a été spécialement prévue pour l'utilisation dans l'huile sous très forte tension.

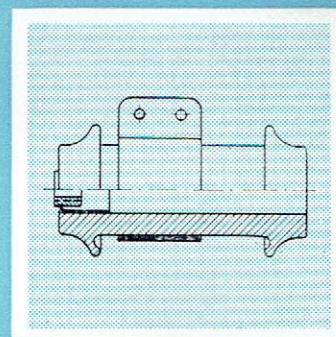
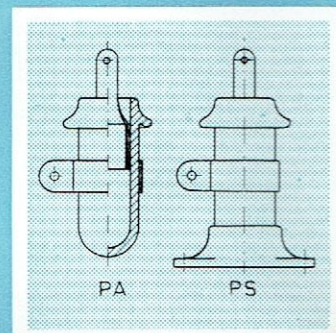
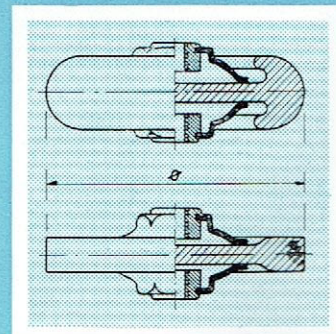
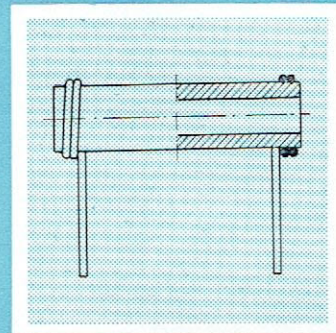
D'autre part la forme de ces condensateurs offre une grande facilité d'assemblage en série ou en parallèle.

Les condensateurs POTS permettent de réaliser des capacités plus élevées et peuvent travailler sous des tensions élevées.

Deux variantes sont prévues pour la fixation :

- le modèle avec socle isolant se fixant au châssis
- le modèle sans socle se fixant par la connexion collier

Les condensateurs TUBES sont particulièrement étudiés comme capacités de circuit oscillant de grande puissance.



DIÉLECTRIQUE

Pour la fabrication de ses condensateurs de puissance LCC utilise, en fonction du modèle et de la capacité à réaliser, un des diélectriques du tableau suivant.

Diélectrique	Coefficient de température $\frac{\Delta C}{C}$ par °C en 10^{-6}	Symbole	$Tg \delta$ en 10^{-4}
C 1	+ 100	A	< 12
TM 30	- 33	H	< 5
TCN 470	- 470	T	< 5
T 80	- 750	U	< 5

RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE - TENSION DE SERVICE

Les tensions d'essai sont mentionnées dans le tableau des caractéristiques concernant chaque modèle.

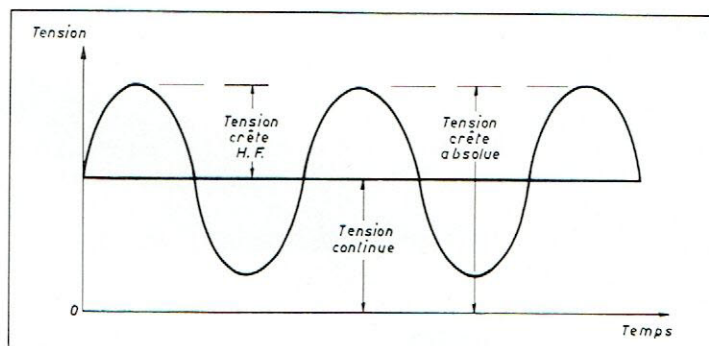
Elles s'entendent pour une durée d'application de 1 minute.

Lorsque l'essai est effectué en courant alternatif, c'est la tension industrielle à 50 Hz qui est utilisée.

L'application de cette tension doit se faire progressivement à raison de 2.000 volts par seconde au maximum.

Pour la tension de service, 2 valeurs sont à prendre en considération :

- La tension crête absolue que l'on ne doit en aucun cas dépasser en régime de courants continu et alternatif superposés.
- La tension crête HF pure que l'on ne doit pas dépasser pour l'onde alternative ou discontinue quelle que soit la valeur de la polarisation continue.



PUISSANCE RÉACTIVE ET INTENSITÉ

Les puissances réactives et intensités HF indiquées pour chaque modèle s'entendent pour un échauffement maximum du condensateur de 30°C au-dessus d'une température ambiante inférieure à 45°C.

Les condensateurs LCC subissent en usine un essai de puissance à une fréquence telle qu'ils supportent également la tension crête de service maximum.

Les conditions de cet essai sont précisées pour chaque modèle au chapitre « Contrôle » de la Notice Générale, et garantissent un échauffement du condensateur inférieur à 30°C dans les conditions normales d'utilisation.

La température maximum service, à laquelle peut être porté sans danger un bon condensateur céramique, est proche de 105°C.

Au delà et dès 120°C, les pertes diélectriques croissent et peuvent donner lieu à un échauffement non compensé par échange thermique avec l'extérieur. Le phénomène bien connu « d'emballlement » conduit alors très vite à 220°C où le condensateur se détruit.

Les causes d'échauffement sont triples :

— Proximité d'un organe chauffant (tube à vide).

Il est nécessaire de prévoir des montages conditionnés en conséquence

— Pertes diélectriques ($\text{tg } \delta$).

La puissance perdue en calories au sein du diélectrique, W_{a_1} , est proportionnelle à la puissance réactive W_r :

$$(1) W_{a_1} = \text{tg } \delta W_r$$

$$(2) W_r = C \omega V^2 = \frac{I^2}{C \omega}$$

— Pertes Joule dans les armatures, de la forme :

$$(3) W_{a_2} = A I^2$$

$$(4) W_{a_2} = A C \omega W_r$$

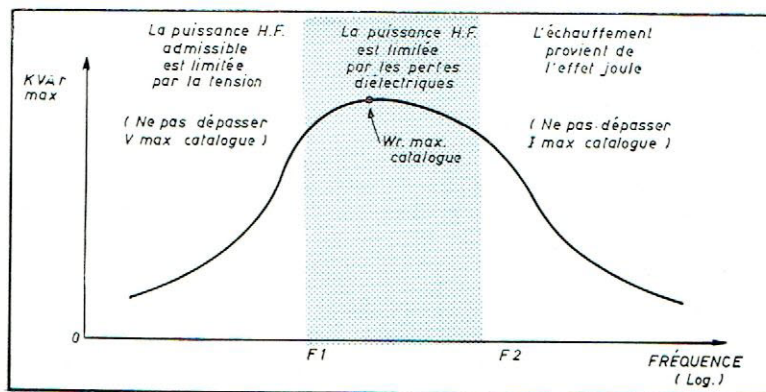
La puissance calorifique admissible $W_a = W_{a_1} + W_{a_2}$ est définie comme celle qui chauffe le condensateur de 30°C lorsque l'ambiante est voisine de 45°C. C'est une constante de construction.

On voit par la comparaison des formules (2) et (4), sous la réserve $\text{tg } \delta$ et A constants, que les pertes Joule tendent, lorsque la fréquence croît, à devenir supérieures aux pertes diélectriques.

En réalité les variations de $\text{tg } \delta$ et de A avec la fréquence accroissent encore le phénomène.

L'expérience montre qu'avec des condensateurs de modèles classiques la considération de $\text{tg } \delta$ n'a plus aucun intérêt au delà de 20 MHz pour peu que $\text{tg } \delta < 10 \cdot 10^{-4}$ et que, dans ces conditions, 90 % des calories dégagées viennent des pertes Joule.

Il s'ensuit dans l'échelle des fréquences, le schéma de principe suivant de limitation des paramètres électriques.



F1 est proche de 1 MHz (variable suivant les modèles)

F2 est proche de 10 MHz (variable suivant les modèles)

Dans les pages qui suivent, chaque modèle est présenté avec une courbe donnant la valeur limite de la puissance réactive et de l'intensité HF en fonction de la fréquence d'utilisation.

Pour éviter de donner une courbe pour chaque valeur de capacité, l'échelle des fréquences est remplacée par une échelle en C⁽¹⁾.

Toutefois, pour permettre une lecture rapide, un abaque a été placé sous chaque tableau afin de déterminer en première approximation la valeur de la puissance en fonction des valeurs généralement connues de la capacité et de la fréquence.

FRÉQUENCES ÉLEVÉES

Le diélectrique conserve ses propriétés bien au delà de 1000 MHz et n'a pas de limite d'emploi aux très hautes fréquences.

La self-inductance des connexions associée à la capacité propre du condensateur entraîne toutefois une limitation aux fréquences proches de la fréquence de résonance.

Cette fréquence particulière dépend essentiellement du montage et ne peut être donnée dans un catalogue.

Les formes spéciales des connexions LCC contribuent à diminuer notablement la self-inductance.

RÉSISTANCE D'ISOLEMENT

Garantie SUPÉRIEURE à 10.000 M Ω après un temps d'électrisation de 2 minutes.

En fait les condensateurs LCC ont une résistance d'isolement de l'ordre de 500.000 M Ω .

TOLÉRANCES SUR LA CAPACITÉ

Les tolérances sur la capacité sont normalisées comme suit :

- Pour les capacités supérieures à 10 pF : $\pm 20\% \pm 10\% \pm 5\% \pm 2\%$.
- Pour les capacités inférieures ou égales à 10 pF : $\pm 2\text{ pF}, \pm 1\text{ pF}, \pm 0,5\text{ pF}, \pm 0,25\text{ pF}$

La mesure est effectuée à 1 MHz.

TANGENTE DE L'ANGLE DE PERTES

Elle est mesurée à la fréquence de 1 MHz sous une tension inférieure à 8 volts efficaces et à la température de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

L'intervalle de température ambiante d'utilisation normale des condensateurs de puissance LCC est

— 55°C + 85°C

Toutefois la température propre du condensateur ne devra pas dépasser 105°C .

A titre indicatif les températures de destruction sont extérieures à l'intervalle — 60°C et + 150°C .

Ces condensateurs peuvent subir avec succès les essais climatiques prévus à la spécification C.C.T.U. 01-01.

MONTAGE DES CONDENSATEURS

Les connexions des condensateurs de puissance LCC sont adaptées aux montages les plus divers.

Les condensateurs ASSIETTES sont fournis avec deux vis de fixation et deux rondelles argentées. L'épaisseur des rondelles et la longueur des vis sont déterminées de telle sorte qu'aucun effort ne puisse s'effectuer sur la céramique au centre de l'Assiette, effort qui aurait pour effet un arrachement de la connexion.

Les condensateurs TUBES et POTS sont munis d'un collier soudé à l'armature extérieure. Ces colliers constituent le point de fixation rigide de ces condensateurs. L'autre armature, suivant les modèles, est, soit une connexion souple, soit un chapeau fileté permettant l'adaptation d'une connexion souple.

D'une manière générale, ces condensateurs ne doivent être fixés d'une façon rigide que par une seule connexion. L'autre connexion doit être reliée au reste du montage par un élément souple permettant le jeu nécessaire aux déplacements de dilatation.

MONTAGE SÉRIE ET MONTAGE PARALLÈLE

Les facilités d'assemblage mécanique, les exigences des problèmes posés, le faible encombrement des condensateurs de puissance LCC conduisent, dans bien des cas, à envisager l'utilisation de batteries de condensateurs.

Les condensateurs se trouvent ainsi montés en série, en parallèle ou en série-parallèle.

Dans tous ces cas, l'utilisation des valeurs maximum des caractéristiques de fonctionnement, indiquées pour chaque modèle dans les pages qui suivent, doit être affecté d'un coefficient de sécurité qui devra tenir compte d'un certain nombre de conditions mécaniques, tels que nombre d'éléments, disposition géométrique, possibilité de refroidissement, etc..., mais également des écarts de capacité entre chaque condensateur élémentaire, écarts qui conditionnent, suivant les montages, la répartition des tensions, des intensités, et bien entendu, des puissances réactives.

On peut admettre dans les cas les plus défavorables, pour des éléments triés à $\pm 10\%$ de la valeur nominale et répartis sur toute la plage des tolérances, que les groupements entraînent une diminution des performances maximum d'environ 10% pour des assemblages de deux pièces et de 15% pour des assemblages de trois pièces.

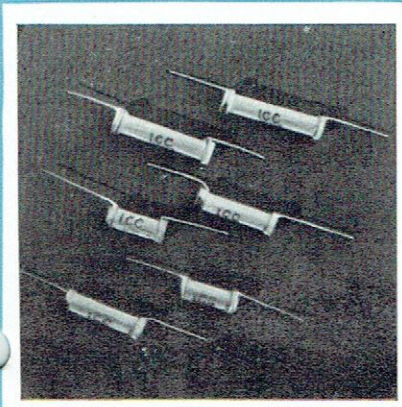
En tout état de cause, il est souhaitable, lors d'une commande de signaler si les pièces sont destinées à des assemblages.

The logo for LCC, consisting of the letters 'LCC' in a bold, sans-serif font, enclosed within a white square frame.

CONDENSATEUR TUBULAIRE

PE

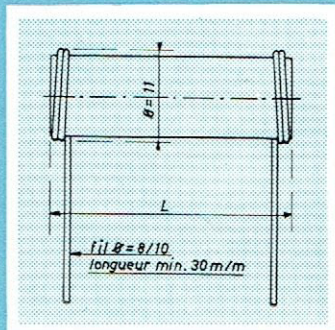
Tensions de service (continu + HF crête) 1.500 V.
 HF pure crête 600 V.
 Tension d'essai en continu 4.000 Vcc.
 Résistance des connexions à la traction 2 Kg.
 Tolérances sur la capacité : $C > 10 \text{ pF} : \pm 20\%, \pm 10\%, \pm 5\%, \pm 2\%$
 $C \leq 10 \text{ pF} : \pm 2 \text{ pF}, \pm 1 \text{ pF}, \pm 0,5 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$.



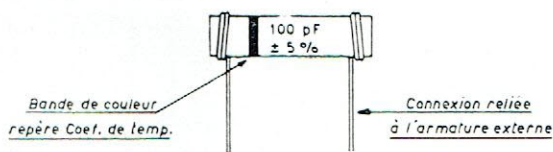
Diélectrique	Symbole	Coefficient de température en 10^{-6}	Tolérance sur le coefficient de température en 10^{-6}
TM 30	H	- 33	± 30
T 80	U	- 750	+ 110 - 160

Gamme de capacités, intensité HF et puissance réactive admissibles

Modèle			25	35	45
Longueur L en mm			25	35	45
Intensité HF max. en Ampères			1,5	1,5	1,5
Symbole d'identification	Coefficient de température en 10^{-6}	Puissance réactive max. en VA	GAMME DE CAPACITÉS en pF		
PEH	- 33	1.000 500	2,2 - 47	51 - 100	110 - 160
PEU	- 750	500 300	10 - 150	160 - 240	250 - 390



Marquage : Capacité et tolérance en clair, coefficient de température suivant le code international.



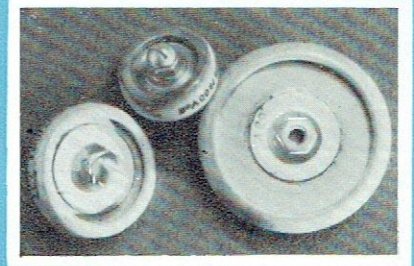
Couleur	Coefficient de température
Brun	- 33
Violet	- 750

SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.
 Exemple : PEH 25 27 pF $\pm 10\%$.
 Condensateur de puissance tubulaire, coefficient de température - 33 ± 30 ,
 longueur 25 mm de 27 pF $\pm 10\%$.

Tensions de Service (voir tableau ci-dessous)

- Tension d'essai 7.500 V. efficaces
- Tension de contournement dans l'air à 1 MHz > 10.000 Volts crête.
- Résistance des connexions à la traction 30 Kg.
- Tolérances sur la capacité
 - $C > 10 \text{ pF} : \pm 20 \%, \pm 10 \%, \pm 5 \%$
 - $C \leq 10 \text{ pF} : \pm 2 \text{ pF}, \pm 1 \text{ pF}.$



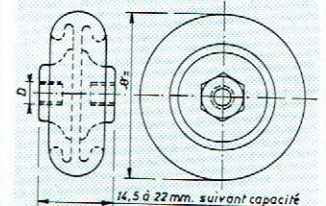
Modèle			20	30	42	55
Diamètre maximum en mm (\varnothing)			23	33	45	58
Intensité HF maximum en Ampères			5	9	15	18
Tension de service (continu + HF crête) en Volts			5.000	5.000	5.000	5.000
Tension de service HF pure crête en Volts			4.000	5.000	5.000	5.000
Symbole d'identification	Coefficient de température en 10^{-6}	Puissance réactive maximum en KVA	GAMME DE CAPACITÉS en pF			
			8-15	10-20	20-35	
AAA	+ 100	4 8 12				
AAH	- 33	4 11 15 20 22	20-30	30-68	70-120	120-170 120-150
AAT	- 470	4 11 15 20	35-60	75-120	140-220	220-350
AAU	- 750	4 8 11 14 15 20	60-100	110-200 110-150	250-370 250-300	350-500 350-390

Marquage :

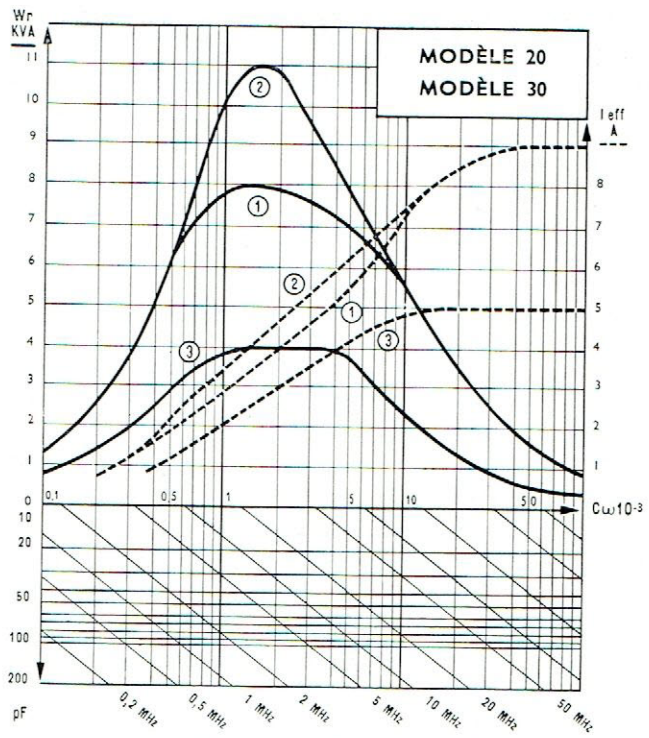
Modèle, Capacité, Tolérance, Tension d'essai, en clair sur le bord émaillé du condensateur.

SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

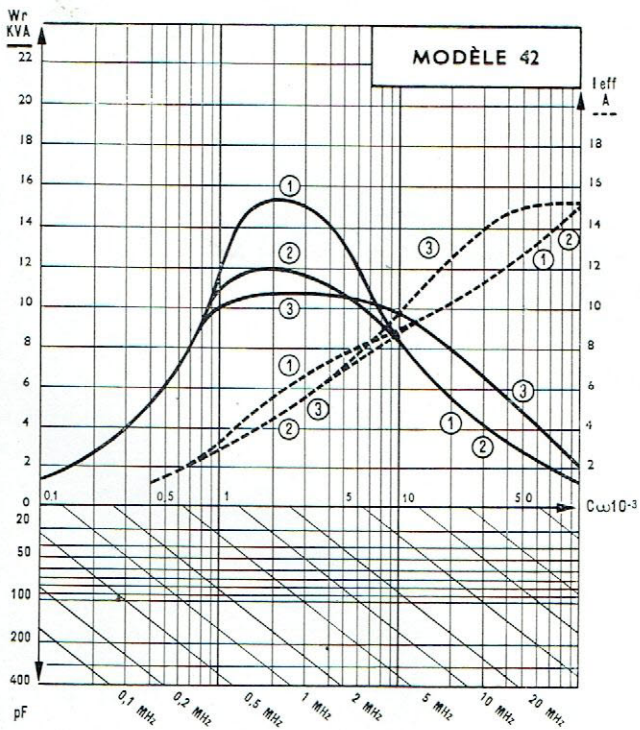
Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.
 Exemple : AAH 20 27 pF $\pm 5 \%$.
 Condensateur Assiette de puissance, coefficient de température -33, Diamètre 23 mm, de 27 pF $\pm 5 \%$.



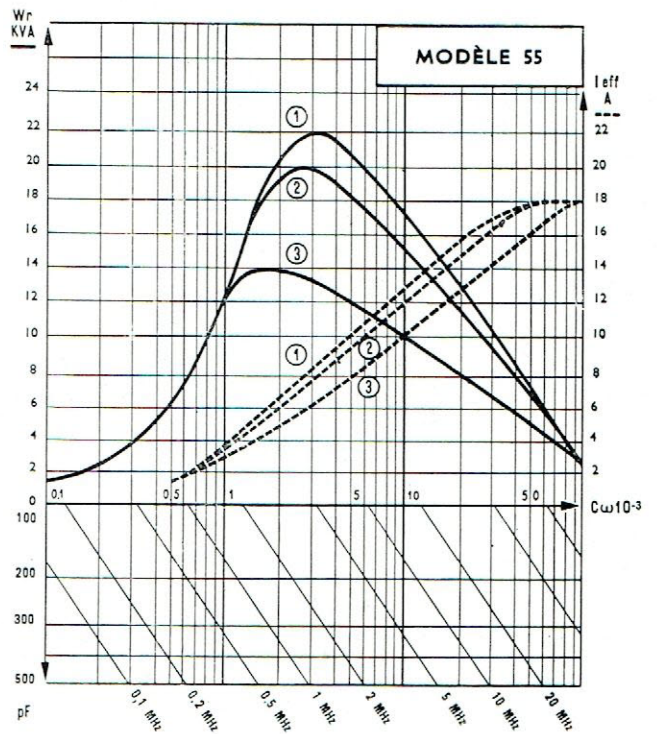
- Modèle 20 D = 5 mm. S |
- Modèle 30 D = 5 mm. S |
- Modèle 42 D = 6 mm. S |
- Modèle 55 D = 6 mm. S |



Courbe 1	AAA 30	Courbe 3	AAA 20
2	AAU 30 > 150 pF	AAH 20	AAH 20
	AAH 30	AAT 20	AAT 20
	AAT 30	AAU 20	AAU 20
	AAU 30 ≤ 150 pF		



Courbe 1	AAH 42	Courbe 2	AAA 42
	AAT 42	3	AAU 42 > 300 pF
	AAU 42 ≤ 300 pF		



Courbe 1	AAH 55 ≤ 150 pF	Courbe 2	AAU 55 ≤ 390 pF
2	AAH 55 > 150 pF	3	AAU 55 > 390 pF
	AAT 55		

Puissances :

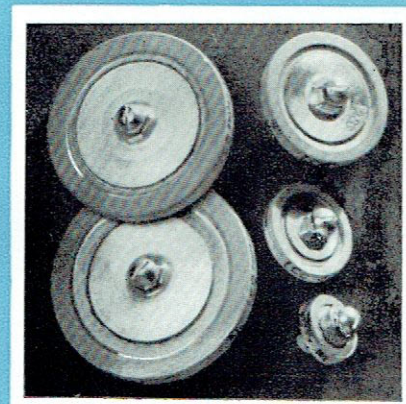
Les puissances indiquées sur les courbes ci-dessus correspondent à un échauffement du condensateur de 30°C maximum au-dessus d'une température ambiante voisine de 45°C. Dans le cas d'une ambiante de 60°C, adopter comme puissance maximum la puissance correspondant au sommet des courbes ci-dessus diminuée de 30 %.

Tensions de Service (voir tableau ci-dessous)

Tensions d'essai dans l'air : 5.000 Volts eff.
 dans l'huile : — 15.000 Volts eff.
 (pour une tension service de 10.000 Volts crête)
 — 25.000 Volts eff.
 (pour une tension service de 17.000 Volts crête)

Résistance des connexions à la traction : 30 Kg.

Tolérances sur la capacité :
 $C > 10 \text{ pF} : \pm 20 \%, \pm 10 \%$
 $C \leq 10 \text{ pF} : \pm 2 \text{ pF}, \pm 1 \text{ pF}.$



Modèle		20		30		42		55		70	
Diamètre maximum en mm (D)		23		33		45		58		73	
Intensité HF maximum en Ampères		5		9		15		18		40	
Tension de service (continu + HF crête) en Volts	dans l'air	1.000		1.500		2.000		2.500		3.000	
	dans l'huile	10.000	17.000	10.000	17.000	10.000	17.000	10.000	17.000	10.000	17.000
Symbole d'identification	Coef. de température en 10 ⁻⁶	GAMME DE CAPACITÉS en pF									
ARA	+ 100			6-10	4-5	11-18	6-10				
ARH	— 33	10-20	8-10	19-24	12-18	31-50	20-30	66-100	40-65		
ART	— 470	21-30	15-20	35-50	25-35	71-100	50-70	151-200	100-150		
ARU	— 750	40-60	30-36	70-100	40-69	150-220	80-120	221-370	150-220	271-500	200-270

Marquage :

Modèle, Capacité, Tolérance sur la Capacité, Tension d'essai dans l'huile, en clair sur le champ émaillé du condensateur.

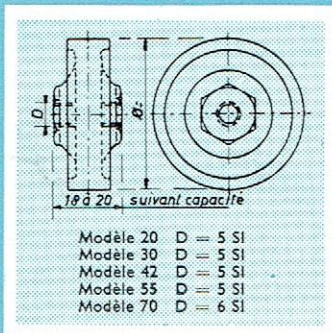


PUISSANCE

UTILISATION DANS L'AIR

Du fait des limites de tension et d'intensité le maximum de la puissance réactive est ramené à :

MODÈLE	Puissance réactive maximum dans l'air en KVA
ARH 20, ART 20, ARU 20	1,5
ARA 30, ARH 30, ART 30, ARU 30	6
ARA 42 ARH 42, ART 42, ARU 42	10 11,5
ARH 55 ART 55, ARU 55	20 17,5
ARU 70 jusqu'à 300 pF au-delà de 300 pF	22 18



UTILISATION DANS L'HUILE

La puissance réactive maximum admissible est fonction de l'état d'équilibre entre, d'une part la somme de l'échauffement diélectrique ($W_r \cdot \text{tg } \delta$) et de l'échauffement par les courants induits dans les tôles de la cuve à huile et, d'autre part, le refroidissement extérieur de la cuve (à titre indicatif la dissipation est de l'ordre de 3 Watts par dm^2).

SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.
 Exemple ART 30 47 pF $\pm 10\%$.
 Condensateur Assiette de puissance, pouvant travailler dans l'huile, coefficient de température — 470, diamètre 33 mm. de 47 pF $\pm 10\%$.

LCC

Tensions de Service	(voir tableau ci-dessous)
Tension d'essai	(voir tableau ci-dessous)
Tolérances sur la capacité	$\pm 20\%$, $\pm 10\%$
Tangente de l'angle de pertes	$< 8.10^{-4}$

Modèle			50	80	90		
Tension de service (continu + HF crête) en Volts			7.000	3.000	8.500	7.000	5.000
Tension de service HF pure crête en Volts			6.000	3.000	7.000	7.000	5.000
Tension d'essai en Volts efficaces			10.000	5.000	12.000	10.000	7.500
Intensité HF maximum en Ampères			10	10	25	25	25
Symbole d'identification	Coefficient de température en 10^{-5}	Puissance réactive maximum en KVA	GAMME DE CAPACITÉS en pF				
PAT PST	— 470	14	100-150				
PAU PSU	— 750	12 14 18	200-500 200-300	600-1.800	500-700	701-1.000	1.001-1.200

Marquage :

Modèle, Capacité, Tolérance, Tension d'essai, en clair sur le corps du condensateur.

Puissances :

Les puissances indiquées sur les courbes ci-contre correspondent à un échauffement du condensateur de 30°C maximum au-dessus d'une température ambiante voisine de 45°C.

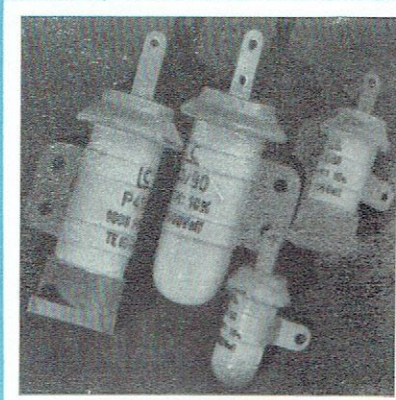
Dans le cas d'une ambiante de 60°C, adopter comme puissance maximum la puissance correspondant au sommet des courbes ci-contre diminuée de 30 %.

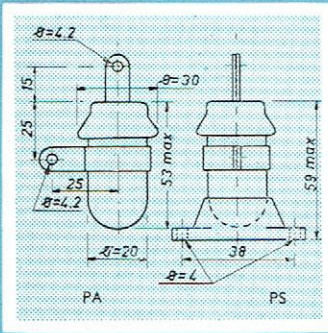
SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.

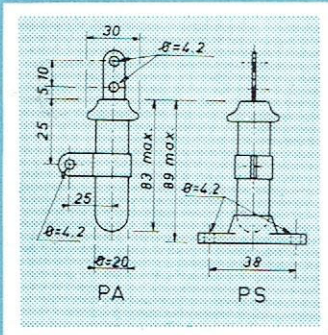
Exemple : PAT 50 120 pF $\pm 10\%$.

Condensateur Pot de puissance, sans socle, coefficient de température — 470, diamètre 30 mm, hauteur 53 mm, de 120 pF $\pm 10\%$.

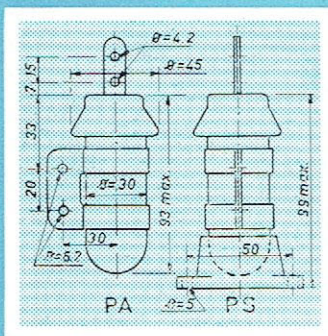




Modèle 50



Modèle 80



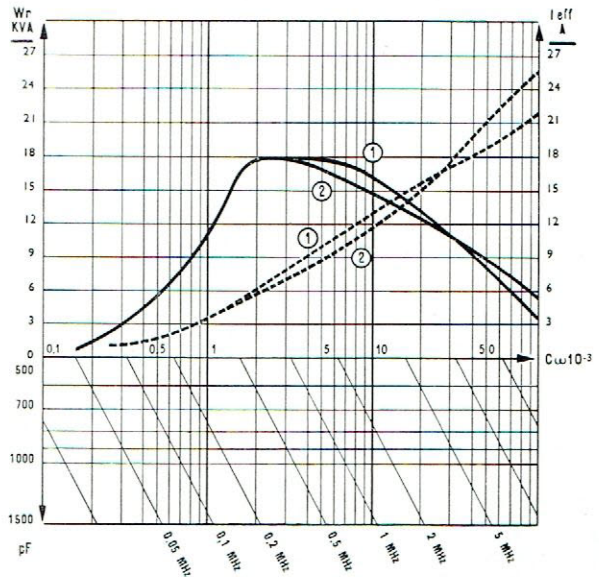
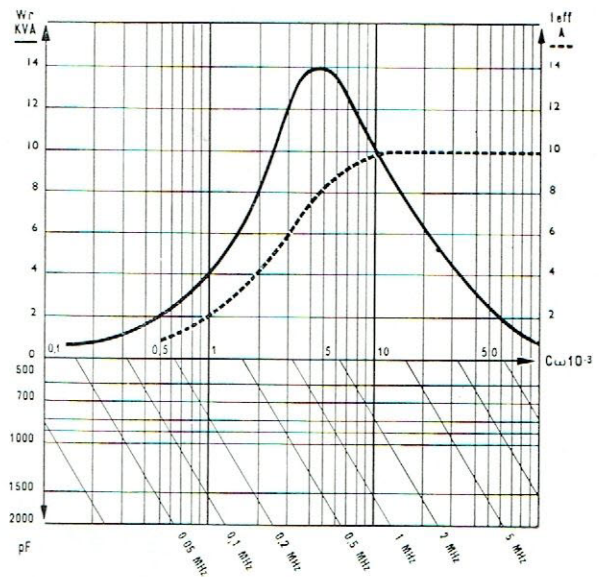
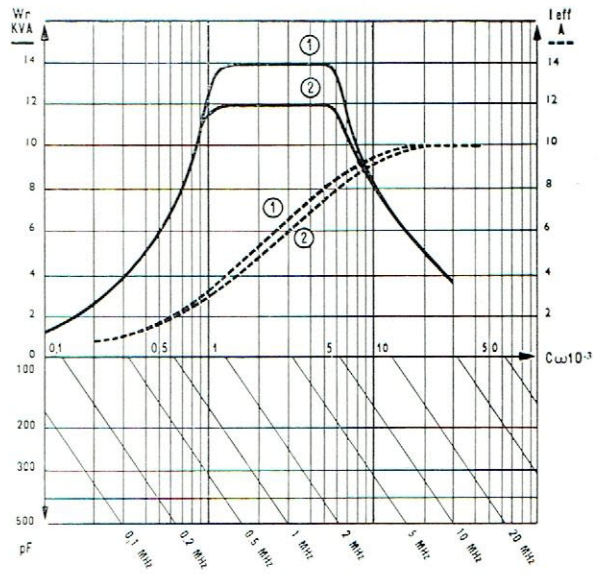
Modèle 90

Courbe 1

PAT
PST
PAU \triangleq 300 pF
PSU \triangleq 300 pF

Courbe 2

PAU ∇ 300 pF
PSU ∇ 300 pF



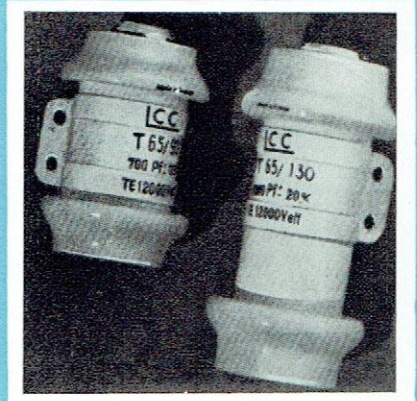
Courbe 1

PAU \triangleq 700 pF
PSU \triangleq 700 pF

Courbe 2

PAU ∇ 700 pF
PSU ∇ 700 pF

Tension de Service (continu + HF crête)	8.500 Volts
Tension de Service HF pure crête	8.500 Volts
Tension d'essai	12.000 Volts efficaces
Tension de contournement dans l'air à 1 MHz	> 12.000 Volts
Tolérances sur la capacité	$\pm 20\%$, $\pm 10\%$
Tangente de l'angle de pertes	$< 8.10^{-4}$
Intensité HF maximum admissible	50 Ampères.



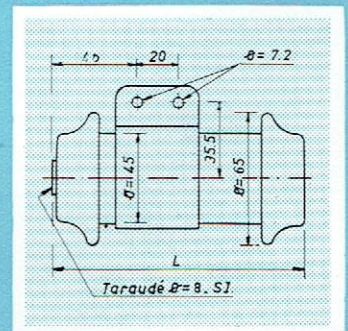
Modèle			69	05	15	30
Longueur L maximum en mm			95	110	120	135
Symbole d'identification	Coefficient de température en 10^{-5}	Puissance maximum réactive en KVA	GAMME DE CAPACITÉS en pF			
TPT	— 470	85	500-600	620-750	760-850	860-1.000
		90				
TPU	— 750	30	750-900	910-1.200	1.300-1.500	1.600-2.000
		33				

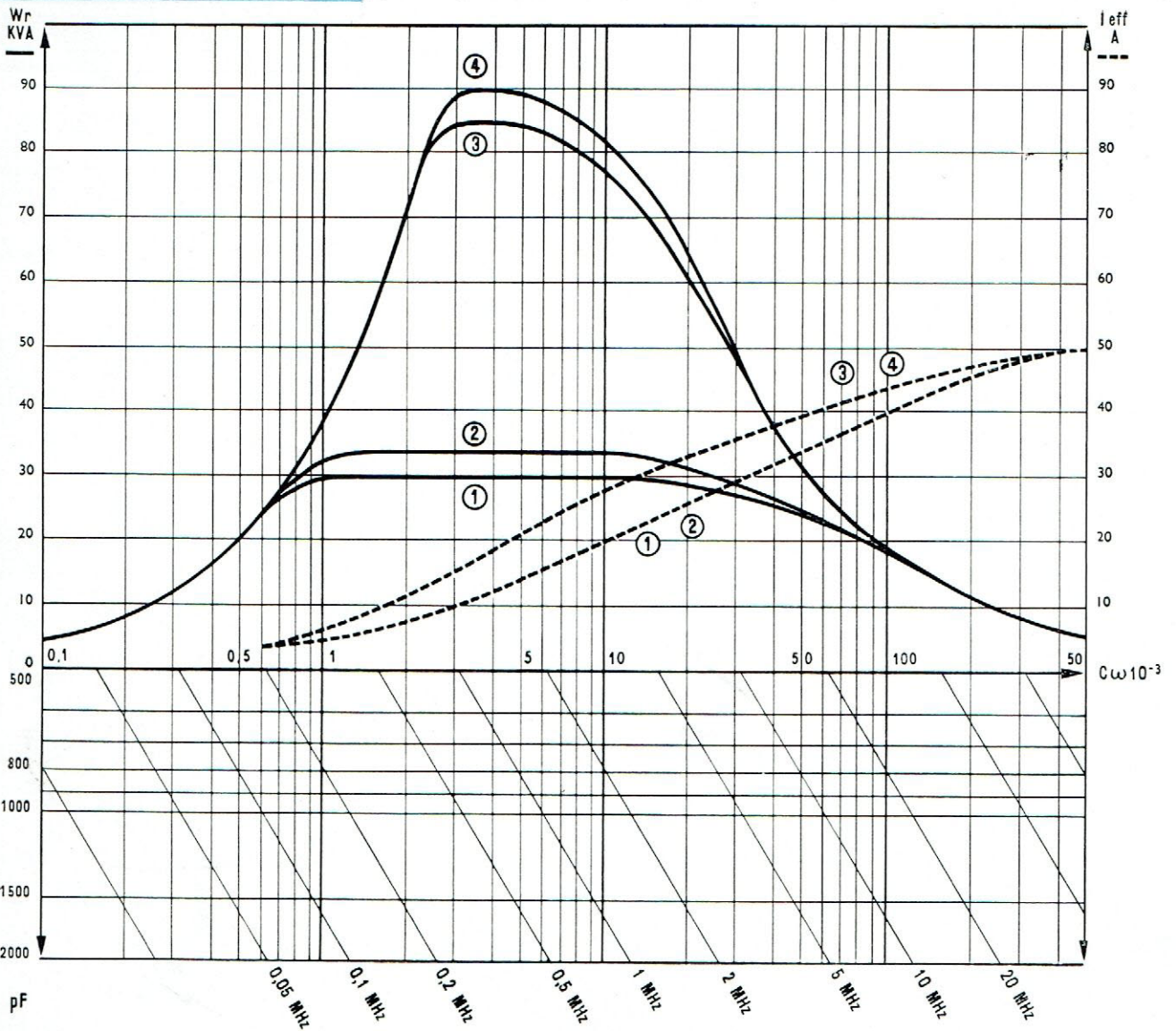
Marquage :

Modèle, Capacité, Tolérance, Tension d'essai, en clair sur le corps du condensateur.

SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.
 Exemple : TPU 05 1.000 pF $\pm 10\%$.
 Condensateur Tube de puissance, coefficient de température — 750, diamètre 65 mm, longueur 110 mm, de 1.000 pF $\pm 10\%$.





- Courbe 1 TPU 69
- Courbe 2 TPU 05 - TPU 15 - TPU 30
- Courbe 3 TPT 69
- Courbe 4 TPT 05 - TPT 15 - TPT 30

Puissances :

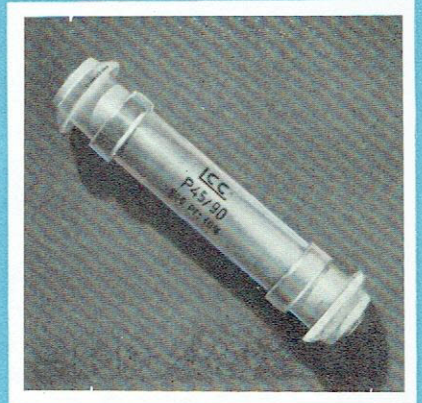
Les puissances indiquées correspondent à un échauffement du condensateur de 30°C maximum au-dessus d'une température ambiante voisine de 45°C.

Dans le cas d'une ambiante de 60°C, adopter comme puissance maximum la puissance correspondant au sommet des courbes ci-dessus diminuée de 30 %.



Ce modèle est réalisé par le montage en série de 2 condensateurs POTS reliés par un manchon en laiton argenté.

- Tensions de Service** (voir tableau ci-dessous)
- Tension d'essai (voir tableau ci-dessous)
- Tolérances sur la Capacité** $\pm 20 \%$, $\pm 10 \%$
- Tangente de l'angle de pertes $< 8.10^{-4}$
- Intensité HF maximum 25 Ampères.



Modèle			290		
Tension de service (continu + HF crête) en Volts			17.500	14.000	10.000
Tension de service HF pure crête en Volts			14.000	14.000	10.000
Tension d'essai en Volts			24.000	20.000	15.000
Symbole d'identification	Coefficient de température en 10 ⁻⁶	Puissance réactive maximum en KVA	GAMME DE CAPACITÉS en pF		
LXU	— 750	36	250-350	351-500	501-600

Marquage :

Modèle, Capacité, Tolérance, Tension d'essai, en clair.

SPÉCIFICATION A LA COMMANDE

Indiquer le symbole d'identification, le modèle, la capacité et sa tolérance.
 Exemple : LXU 290 270 pF $\pm 20 \%$.
 Condensateur de puissance formé de 2 condensateurs pots en série, coefficient de température — 750, capacité de 270 pF $\pm 20 \%$.

