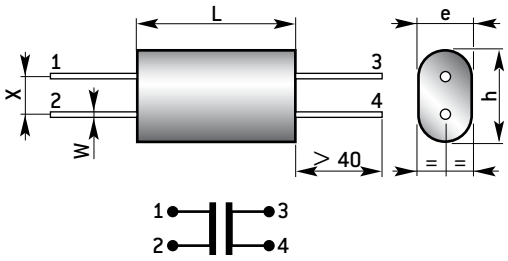
PM 89

RoHS = W

Axial leads
Model PM 89



Sorties axiales
Modèle PM 89

DIELECTRIC
Metallized polyester (P.E.T.)

TECHNOLOGY
Self-healing, non-inductive Polyester wrapped

MARKING
model
capacitance
tolerance
rated voltage
date-code

DIÉLECTRIQUE
Polyester (P.E.T.) métallisé

TECHNOLOGIE
Autocicatrisable, non inductif Enrobé polyester

MARQUAGE
modèle
capacité
tolérance
tension nominale
date-code

GENERAL CHARACTERISTICS		*CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES*
Operating temperature	**–55°C +125°C**	*Température d'utilisation*
Rated temperature	**+100°C**	*Température nominale*
D. F. Tg δ at 1 kHz	**≤ 100.10^{-4}**	*Tg δ à 1 kHz*
Insulation resistance	**≥ 10000 MΩ.µF**	*Résistance d'isolement*
Test voltage	**1,6 U_{RC}**	*Tension de tenue*
Category voltage at 125°C	**0,75 U_{RC}**	*Tension de catégorie à 125°C*
Insulation between leads and case	**≥ 50000 MΩ**	*Isolement entre bornes réunies et masse*

CAPACITANCE VALUES AND RATED VOLTAGE (D.C.) — ***VALEURS DE CAPACITÉ ET DE TENSION (U_{RC})***

Dimensions (mm)					50 V		100 V		250 V		400 V		500 V	
L	h	e	X	W	C_R	I_{RA}*	C_R	I_{RA}*	C_R	I_{RA}*	C_R	I_{RA}*	C_R	I_{RA}*
18	6	9	5,08	0,8	2,2 µF	4	1 µF	3,15	0,68 µF	3,15	0,33 µF	2,5	0,22 µF	2,5
18	7	11	5,08	0,8	3,3 µF	5	1,5 µF	4	1 µF	4	0,47 µF	3,15	0,33 µF	3,15
18	8	13	5,08	0,8	4,7 µF	6,3	2,2 µF	5	1,5 µF	5	0,68 µF	4	0,47 µF	4
32	7	10	5,08	1	6,8 µF	5	3,3 µF	4	2,2 µF	3,15	1 µF	2,5	0,68 µF	2,5
32	8	12	5,08	1	10 µF	6,3	4,7 µF	5	3,3 µF	4	1,5 µF	3,15	1 µF	3,15
32	9	15	7,62	1	15 µF	8	6,8 µF	6,3	4,7 µF	5	2,2 µF	4	1,5 µF	4
32	11	18	7,62	1	22 µF	10	10 µF	8	6,8 µF	6,3	3,3 µF	5	2,2 µF	5
32	13	22	10,16	1	33 µF	12,5	15 µF	10	10 µF	8	4,7 µF	6,3	3,3 µF	6,3
32	14	27	10,16	1	47 µF	15	22 µF	12,5	15 µF	10	6,8 µF	8	4,7 µF	8
45	14	27	10,16	1,2			33 µF	25	22 µF	25	10 µF	16	6,8 µF	16
45	17	32	12,7	1,2			47 µF	25	33 µF	25	15 µF	20	10 µF	20
45	22	36	12,7	1,2					47 µF	25	22 µF	25	15 µF	25
45	28	44	12,7	1,2							33 µF	25	22 µF	25
45	36	48	12,7	1,2							47 µF	25	33 µF	25
60	10	26	12,7	1,2					22 µF	20	10 µF	12,5	6,8 µF	12,5
60	14	28	12,7	1,2					33 µF	25	15 µF	16	10 µF	16
60	20	32	12,7	1,2					47 µF	25	22 µF	20	15 µF	20
60	26	36	12,7	1,2							33 µF	25	22 µF	25
60	30	44	12,7	1,2							47 µF	25	33 µF	25
± 2	± 2	± 2	± 2	+10% -0,05										

Tolerances on dimensions *Tolérances dimensionnelles*

± 20% - ± 10% - ± 5%
Capacitance tolerances / *Tolérances sur capacité*

* I_{RA} : Permissible RMS current in amperes (100 kHz)

** IRA : Intensité efficace admissible en ampères (100 kHz)*

For intermediate value, the dimensions are those of the immediately superior value

Toute valeur intermédiaire est exécutée dans les dimensions de la valeur immédiatement supérieure

Model short : **PM 89 C**

Modèle court : **PM 89 C**

HOW TO ORDER						*EXEMPLE DE CODIFICATION À LA COMMANDE*
Model	**C :** Short case	**UL :** Flame retardant	**W :** RoHS	Capacitance	Capa. tolerance	Rated voltage (V_{DC})
PM 89	–	–	–	**33 µF**	**± 10%**	**400 V**
Modèle	***C :** Boîtier court*	***UL :** Auto-extinguible*	***W :** RoHS*	*Capacité*	*Tol. sur capa.*	*Tension nom. (V_{CC})*

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS

CAPACITORS FOR H.F. SWITCH MODE POWER SUPPLIES

Capacitor ranges **PM 89, PM 90, PM 94** and **PM 96** are specially manufactured for use in switch mode power supplies.

Film selection

EXXELIA TECHNOLOGIES manufactures film capacitors using most of the technologies available, especially polyester, polypropylene and polycarbonate films which have good intrinsic properties suited to certain applications where current, temperature, power and high voltage are very important parameters.
For manufacturing filtering capacitors for high frequency switch mode power supplies, EXXELIA TECHNOLOGIES uses mainly P.E.T. and P.E.N. polyester films.
• P.E.T. (Polyethylene terephtalate) • P.E.N. (Polyethylene naphtalate).

Construction

The construction of the electrodes aims at reducing the series inductance value which is the main cause of resonance. This feature together with low series resistance values gives very low impedance values at high frequencies.
These series are recommended for use in a high frequency range from some kHz to some MHz and present very dynamic characteristics.

Main characteristics of these capacitors :

• Small size
• Self healing properties
• High temperature range
• High RMS current
• High permissible pulse rise time (dV/dt)
• Low ESR and low inductance
• Light weight
• No variation of capacitance versus applied voltage.

The evolution of the different characteristics in fonction of frequency or temperature are determining factors when it comes to choosing adequate capacitors for Military, Space, Professional and Industrial applications.

Mounting method

Surface-mounted components can be mounted by vapour phase or in a convection oven. Temperature profiles are specified in the **CECC 00802** standard. Temperature limits :
• P.E.T. = 215°C (20 s at 40 s) • P.E.N. = 230 C (20 s at 40 s).

CONDENSATEURS POUR ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE H.F.

*Les condensateurs des gammes **PM 89, PM 90, PM 94** et **PM 96** sont spécialement conçus pour être utilisés dans des alimentations à découpage et à résonance haute fréquence.*

Choix du film utilisé

EXXELIA TECHNOLOGIES fabrique des condensateurs films dans la plupart des technologies disponibles et en particulier les films polyester, polypropylène et polycarbonate qui offrent des propriétés intrinsèques répondant à certaines applications où le courant, la température, la puissance, la haute tension sont des paramètres essentiels.
Pour la réalisation des condensateurs de filtrage pour alimentation à découpage H.F., EXXELIA TECHNOLOGIES a choisi principalement les films polyester.
• P.E.T. (Polytéréphtalate d'éthylène) • P.E.N. (Polynaphtalate d'éthylène).

Technologie de construction

La configuration particulière des électrodes a pour objet de réduire les valeurs d'inductance série, source principale de l'apparition des phénomènes de résonance. Cette particularité, associée aux faibles valeurs de résistance série, permet d'obtenir de très basses impédances à des fréquences élevées.
Ces modèles sont recommandés pour une utilisation dans une gamme de fréquences allant de quelques dizaines de kHz à 1 MHz.

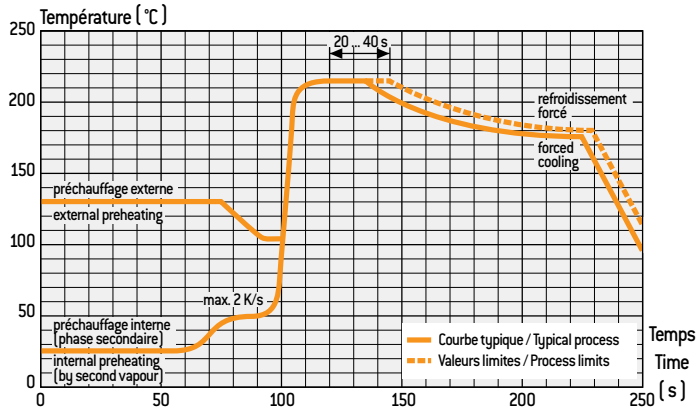
Principales caractéristiques de ces condensateurs :

• Faible encombrement
• Excellentes propriétés d'autocicatrisation
• Gamme de températures étendue
• Courant admissible élevé (I_{RA})
• Forte variation de tension (dV/dt)
• Faible inductance série et faible résistance série
• Faible poids
• Pas de variation de capacité en fonction de la tension appliquée.

Les courbes d'évolution des différents paramètres, en fonction de la fréquence ou de la température, constituent des éléments déterminants pour le choix des condensateurs adaptés dans les domaines Militaire, Spatial, Professionnel et Industriel.

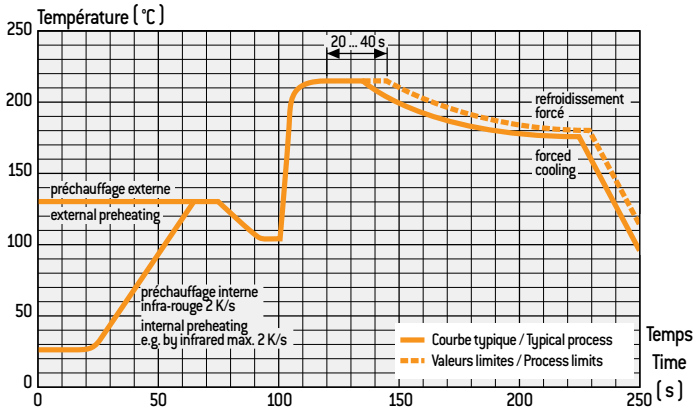
Mode de report

*Les composants CMS peuvent être reportés dans un four à convection ou en phase vapeur. Les profils de températures sont définis dans la norme **CECC 00802**. Températures à ne pas dépasser :*
• P.E.T. = 215°C (20 s à 40 s) • P.E.N. = 230 C (20 s à 40 s).



Vapour phase soldering,
batch-system with preheating

Soudage phase vapeur,
système discontinu avec préchauffage



Vapour phase soldering,
in-line-system with preheating

Soudage phase vapeur,
système en ligne avec préchauffage

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS

PM 90 and PM 94 pulse rise time

Case lenght / Longueur du boîtier	PM 90 M PM 90 MS PM 90 MR PM 90 MSR	PM 90 S - PM 90 SR PM 90 - PM 90 R					
	50 V	50 V	100 V	200 V	250 V	400 V	630 V
	dV/dt (V/µs)						
20 mm	15	20	30	40	50	85	120
31 mm		15	20	25	30	50	65

Variation de tension pour les modèles PM 90 et PM 94

Cases / *Boîtiers*	PM 94 S - PM 94 NS PM 94 - PM 94 N					
	50 V	63 V	100 V	200 V	250 V	400 V
	dV/dt (V/µs)					
PM 94-0	70	95	110	150	170	300
PM 94-1	40	65	80	120	150	200
PM 94-2	20	30	40	55	70	100
PM 94-3	20	30	40	55	70	100
PM 94-4	15	25	35	45	55	90

For peak to peak voltages lower than rated voltage (Upp<U_R), the specified dV/dt can be multiplied by the factor U_R/Upp.

Pour les tensions crête à crête (Upp) plus petites que la tension nominale (U_R), le dV/dt spécifié peut être multiplié par le facteur U_R/Upp.

Test and measurement conditions

The tests are performed in compliance with the following standards :
- **EN 130 000**
- **EN 60384-2**
- **EN 60384-19**

Conditions de mesures d'essais

Les essais sont réalisés en conformité avec les normes :
- ***EN 130 000***
- ***EN 60384-2***
- ***EN 60384-19***

Recommendations for use of PM 90, PM 94, PM 96 and MKT ranges

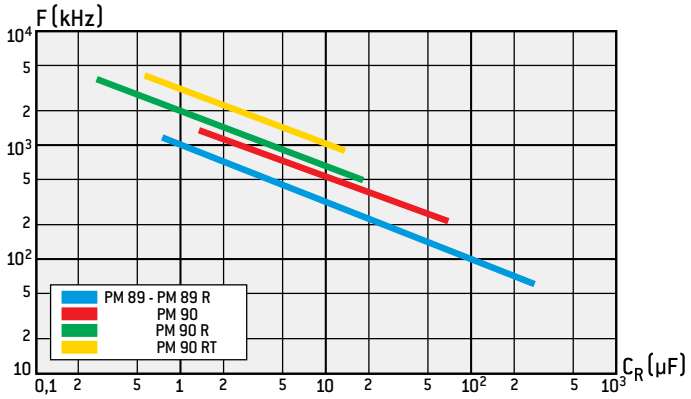
These capacitors are not polarised. However marking shows the + polarity used during manufacturing and electric tests.
It is recommended to continue using this polarity.

Recommandations d'utilisation pour les PM 90, PM 94, PM 96 et MKT

Ces condensateurs ne sont pas polarisés. Cependant le marquage comporte le repère de la polarité + utilisée durant la fabrication et les tests électriques.
Il est recommandé de respecter cette polarité.

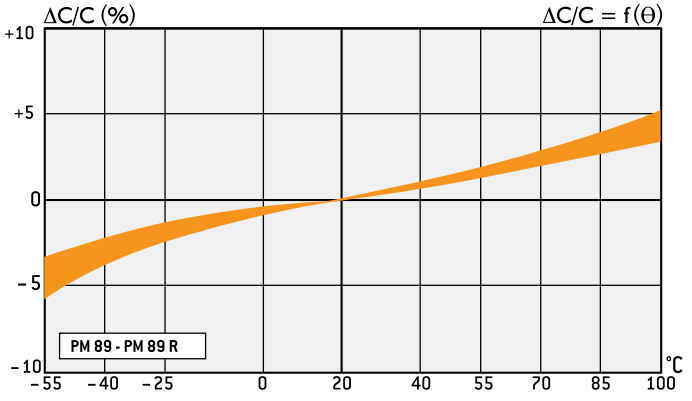
METALLIZED POLYESTER CAPACITORS PERFORMANCE

COMPORTEMENT DES CONDENSATEURS POLYESTER MÉTALLISÉ



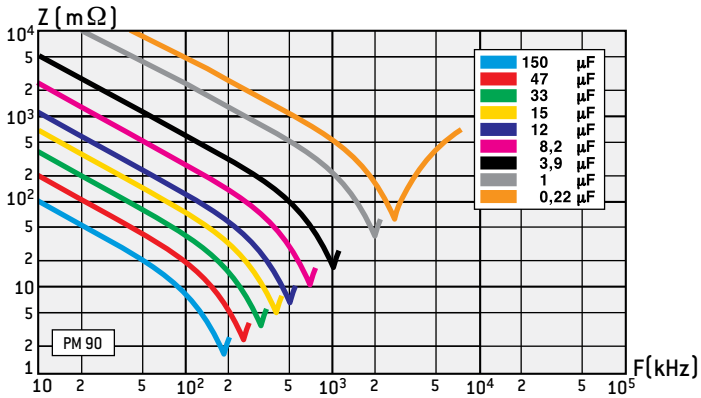
Resonant frequency versus capacity

Fréquence de résonance en fonction de la capacité



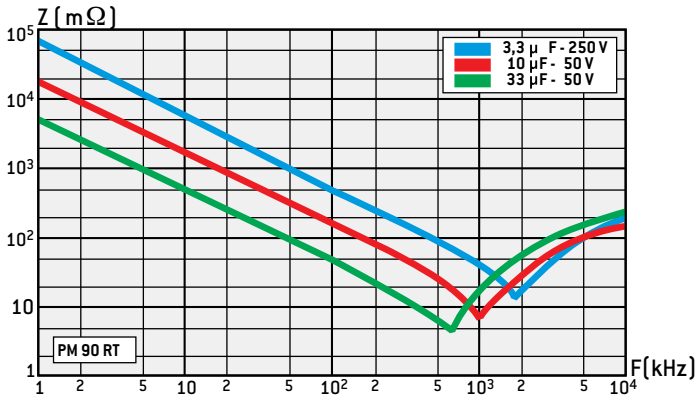
Relative capacitance variation change versus temperature

Variation relative de la capacité en fonction de la température



Impedance versus frequency

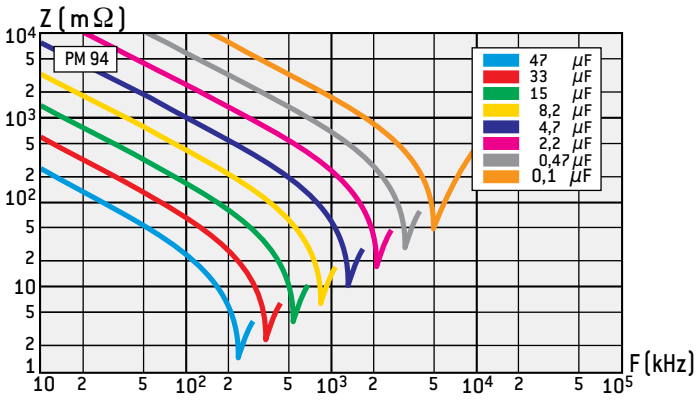
Impédance en fonction de la fréquence



Impedance versus frequency

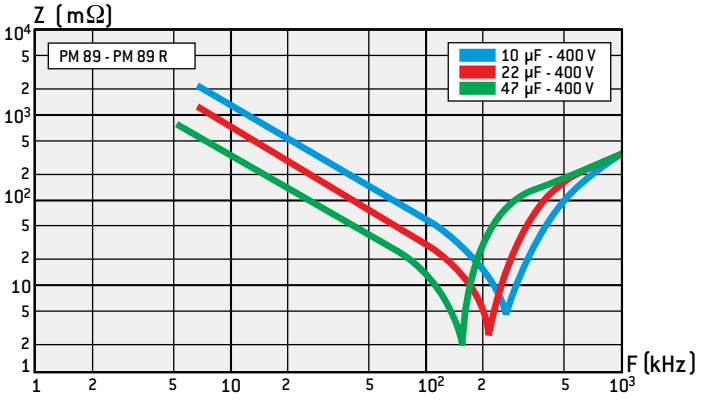
Impédance en fonction de la fréquence

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS



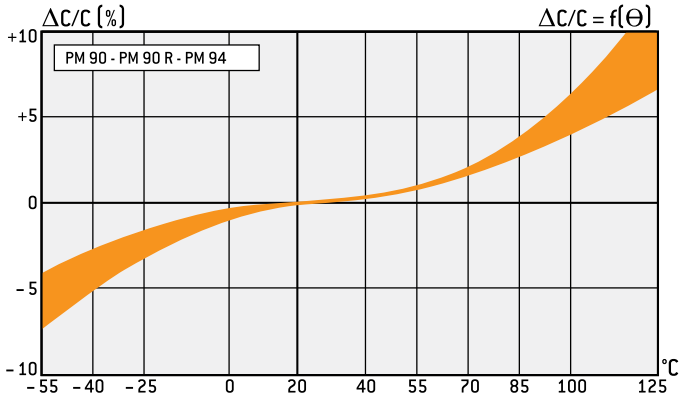
Impedance versus frequency

Impédance en fonction de la fréquence



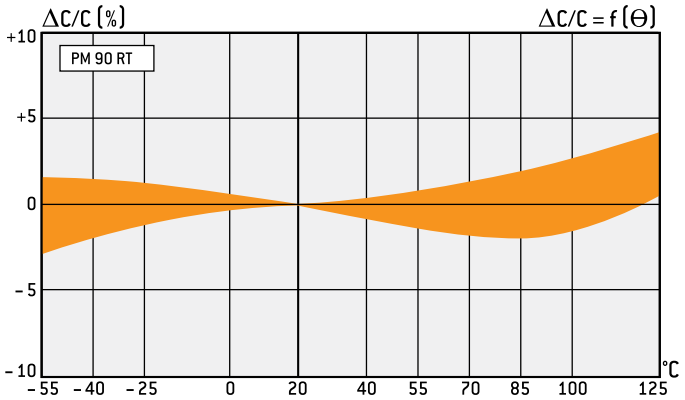
Impedance versus frequency

Impédance en fonction de la fréquence



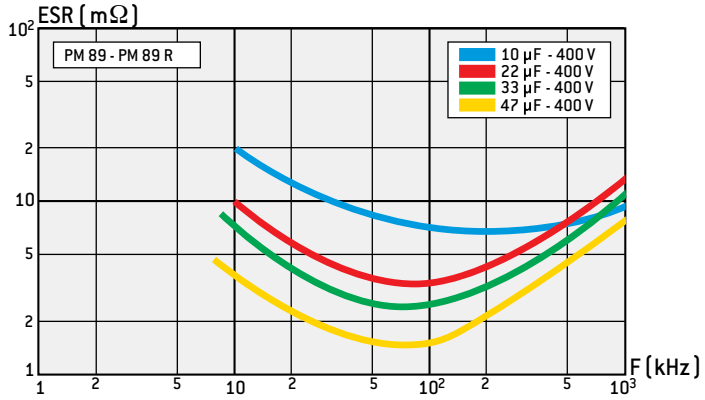
Relative capacitance variation change versus temperature

Variation relative de la capacité en fonction de la température



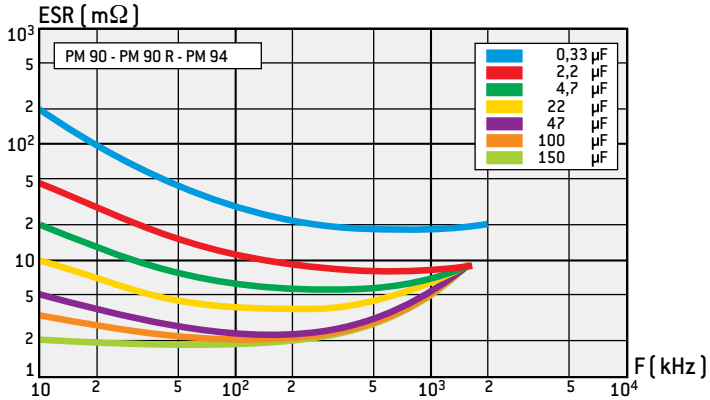
Relative capacitance variation change versus temperature

Variation relative de la capacité en fonction de la température



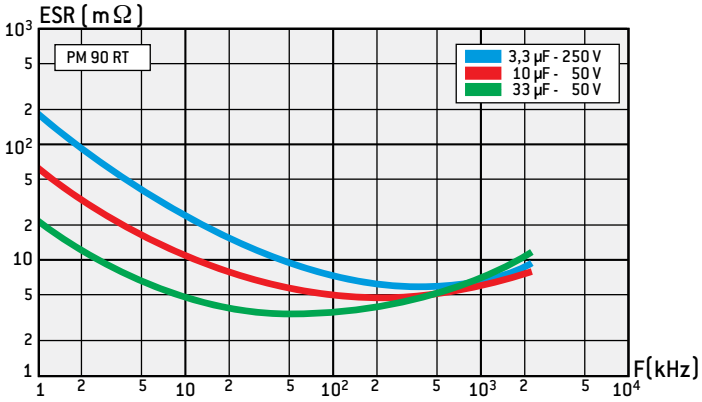
Equivalent series resistance versus frequency

Résistance série équivalente en fonction de la fréquence



Equivalent series resistance versus frequency

Résistance série équivalente en fonction de la fréquence



Equivalent series resistance versus frequency

Résistance série équivalente en fonction de la fréquence

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS

EXXELIA TECHNOLOGIES has more than 50 years experience in developing and manufacturing a wide range of capacitors for professional and industrial applications.
The capacitors included in this catalogue are manufactured in two plants owned by the company in **France**.
Our position as a market leader in many fields, is based on a comprehensive knowledge of the materials used and of the performance they can attain. The different technologies developed enable us to meet the users' needs. The capacitors manufactured by comply with the French and European standards and correspond to the requirements of many international standards.
This catalogue includes the following capacitors :

- Plastic Films
  - Polycarbonate - P.P.S. - Polyester (P.E.T., P.E.N.)
  - Polypropylene - Polystyrene - Teflon®
- Mica

All descriptions, drawings and other data, including dimensions, materials and performance are supplied in this catalogue with the strictest possible accuracy. Nevertheless, the data provided is to be considered as general information and can under no circumstances involve **EXXELIA TECHNOLOGIES**'s liability unless a written agreement has been concluded.
All mechanical and electrical characteristics may vary within reasonable limits depending on the performance of the materials used and on rated manufacturing tolerances.

EXXELIA TECHNOLOGIES *bénéficie d'une expérience de plus de 50 ans dans le développement et la fabrication d'une gamme étendue de condensateurs à usage professionnel et industriel.*
Les condensateurs présentés dans ce catalogue sont fabriqués en ***France****.*
*La position de "leader" d'****EXXELIA TECHNOLOGIES*** *dans de nombreux domaines d'applications est basée sur une grande connaissance des matériaux utilisés et des performances qu'ils peuvent atteindre. Les différentes technologies développées permettent de répondre aux besoins des utilisateurs. Les condensateurs fabriqués par* ***EXXELIA TECHNOLOGIES*** *sont conformes aux normes françaises ou européennes et répondent également aux exigences de nombreuses normes internationales.*
Ce catalogue présente les condensateurs à :

- *Films plastique*
  - *Polycarbonate - P.P.S. - Polyester (P.E.T., P.E.N.)*
  - *Polypropylène - Polystyrène - Téflon®*
- *Au mica*

*Toutes les descriptions, dessins et autres informations, incluant les dimensions, les matériaux et les performances, sont donnés dans ce catalogue avec la plus grande précision possible, mais sont à considérer comme des informations d'ordre général et ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité d'****EXXELIA TECHNOLOGIES****, sauf dans le cas d'un accord écrit.*
Toutes les caractéristiques mécaniques et électriques peuvent raisonnablement fluctuer en fonction des performances des matières premières utilisées et des tolérances normales de production.

METALLIZED FILM CAPACITORS AND FILM-FOIL CAPACITORS

EXXELIA TECHNOLOGIES film capacitors are obtained by winding two or more layers of dielectric film and electrodes.
The electrodes are applied by evaporation under vacuum on the dielectric (metallized film capacitors) or consist of separate metal foils (film-foil capacitors).
Generally, the turns of each of the metal foils are interconnected by a deposit of several metal alloy layers. The leads are connected by soldering or brazing.
The casing (wrapped, molded, tube or metal case) ensures adequate resistance to climatic, thermal and mechanical stress.

CONDENSATEURS FILMS MÉTALLISÉS ET À ARMATURES

Les condensateurs films ***EXXELIA TECHNOLOGIES*** *sont obtenus par bobinage de deux ou plusieurs films diélectriques et d'électrodes.*
Les électrodes peuvent être déposées par évaporation sous vide sur le diélectrique (condensateurs films métallisés) ou être constituées de feuilles métalliques indépendantes (condensateurs films à armatures).
Généralement, les spires de chaque électrodes sont reliées entre elles par un dépôt de plusieurs couches d'alliages métalliques. Le raccordement des connexions de sorties est effectué par soudage ou par brasage.
L'encapsulation (enrobage, moulage, tube ou boîtier métallique) assure la tenue aux contraintes climatiques, thermiques et mécaniques.

PROPERTIES OF DIELECTRIC FILMS

Polycarbonate
Thanks to low temperature coefficient, this dielectric is well adapted for manufacturing precision capacitors requiring high stability of the capacitance value in a wide temperature range. The dielectric losses are low and destinate the P.C. capacitors for A.C. voltage filtering, more specifically in the aeronautic applications for 400 Hz EMI/RFI filtering.
Note : Despite the obsolescence of this dielectric, **EXXELIA TECHNOLOGIES** continue to propose P.C. capacitors thanks to its important stock of raw material

Polyphenylene sulphide (P.P.S.)
This dielectric propose very low dielectric losses, high capacitante stability, low humidity sensitivity and wide temperature range. Ils high melting point allows manufacturing of precision capacitors or power capacitors for high temperature applications. SMD version capacitors are proposed according CECC 00802 standard soldering processer (vapour phase, convection, ...). P.P.S. is graduelly replacing the polycarbonate dielectric film.

Polyester (Polyethylene terephtalate, P.E.T.)
Capacitors with smaller dimensions can be manufactured due to the high dielectric constant and excellent electrical performance of this film. Metallized polyester capacitors have also outstanding self-healing properties.

Polyester (Polyethylene naphtalate, P.E.N.)
The electric properties are comparable with those of P.E.T. polyesters. The higher melting point of this film makes it suitable for use in surface-mounted capacitors. These capacitors accept the different SMD mounting modes specified by the CEC 00802 standard (vapour phase, convection...).

New dielectric
EXXELIA TECHNOLOGIES proposes a new capacitor technology based on a metallized plastic film with excellente self-healing properties. PHM 912 series are first capacitors in this technology offering high level of miniaturization in wide temperature range.

Polypropylene (P.P.)
This film features very low dielectric losses, low dielectric absorption, high dielectric strength, very high insulating strength and a practically linear temperature coefficient in all temperature ranges.
All these properties make this film suitable for the manufacturing of power electronics

PROPRIETES DES FILMS DIÉLECTRIQUES

Polycarbonate (P.C.)
Grâce au faible cœfficient de température, ce diélectrique est adapté pour la réalisation de condensateurs de précision demandant une grande stabilité de la capacité dans une large gamme de température. Les pertes diélectriques sont faibles et permettent l'utilisation de condensateurs en P.C. pour le filtrage en tension A.C. et plus particulièrement sur le réseau de bord aéronautique en 400 Hz.
Note : *Malgré l'obsolescence de ce diélectrique,* ***EXXELIA TECHNOLOGIES*** *continue de proposer des condensateurs en P.C. grâce à ses importantes réserves de matière première.*

Polyphénylène sulfide (P.P.S.)
Son point de fusion élevé permet de fabriquer des condensateurs de précision ou de filtrage pour applications en haute température. Ces condensateurs acceptent différents modes de report des CMS définis par la norme CECC 00802 (phase vapeur, convection...). Ce film remplace progressivement le polycarbonate

Polyester (Polytéréphtalate d'éthylène, P.E.T.)
La constante diélectrique élevée et les bonnes performances électriques de ce film permettent d'obtenir des condensateurs de faibles dimensions. D'autre part, les condensateurs à diélectrique P.E.T. métallisé ont d'excellentes propriétés d'autocicatrisation.

Polyester (Polynaphtalate d'éthylène, P.E.N.)
Les propriétés électriques sont proches de celles des polyester P.E.T. Le point de fusion plus élevé de ce film permet son utilisation dans les condensateurs destinés au montage en surface. Ceux-ci acceptent différents modes de report des CMS définis par la norme CECC 00802 (phase vapeur, convectionE).

Nouveau diélectrique
EXXELIA TECHNOLOGIES *propose une nouvelle technologie de condensateurs à la base d'un film plastique métallisé haute température offrant d'excellentes propriétés d'autocicatrisation. La gamme PHM 912 est la prmière proposée dans cette technologie et se distingue par son niveau de miniaturisation dans une large gamme de température.*

Polypropylène (P.P.)
Ce film est caractérisé par des pertes diélectriques très faibles, une faible absorption diélectrique, une rigidité diélectrique élevée, une très forte résistance d'isolement et un coefficient de température pratiquement linéaire dans toute la gamme de températures.

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS

capacitors.
However, the operating temperature is limited to 110°C.

Polystyrene (P.S.)

The principle features of polystyrene capacitors are low dielectric losses low dielectric absorption, a very good stability over time and a low negative temperature coefficient.
These characteristics make it particularly suitable for precision capacitors, "time constant" and "filter" applications.

Reconstituted Mica

Various composite dielectrics (plastic + paper or reconstituted mica) are used for manufacturing high-voltage capacitors.
They are impregnated with solid thermo-setting resins such as epoxy, polyester or silicons.
This technology gives very high stability of mechanical and electrical characteristics with a temperature range of –55°C to +125°C or +155°C and even +200°C on request.
Rated voltage is applicable for all temperature ranges indicated on the data sheet (HT 72 - HT 77 - HT 78 - HT 86 - HT 96 - HT 97).

Teflon® (P.T.F.E.)

This is the only film able to preserve its properties beginning from cryogenic temperature up to 200°C.
The loss angle tangent and the insulation resistance are stable versus temperature.
These outstanding properties make it very suited for high-temperature applications.
P.T.F.E. propose the lower dielectric absoption and very low leakage current even at 200°C.

Toutes ces propriétés rendent ce film attractif pour la fabrication de condensateurs de précision ou de condensateurs destinés à l'électronique de puissance.
Toutefois, la température d'utilisation est limitée à 110°C.

Polystyrène (P.S.)

Les condensateurs au polystyrène sont caractérisés par d'excellentes propriétés : tangente de l'angle de pertes, absorption diélectrique, coefficient de température, stabilité à long terme. Ces caractéristiques les destinent plus particulièrement aux condensateurs de précision, mais également aux applications "constante de temps" et "filtres".

Mica reconstitué

Divers diélectriques composites (plastique + papier ou mica reconstitué) sont utilisés pour réaliser ces condensateurs haute tension. Ils sont imprégnés avec des résines solides thermodurcissables telles que époxy, polyester ou silicone.
Ces technologies permettent d'obtenir une très grande stabilité des propriétés mécaniques et électriques dans une gamme de températures de –55°C à +125°C ou +155°C et même, +200°C sur demande.
La tension nominale est applicable dans toute la gamme de températures de la feuille particulière (HT 72 - HT 77 - HT 78 - HT 86 - HT 96 - HT 97).

Téflon® (P.T.F.E.)

Ce film est le seul capable de garder ses caractéristiques à partir des températures cryogéniques jusqu'à 200°C.
La tangente de l'angle de pertes et la résistance d'isolement sont stables avec la température propose la plus faible absorption diélectrique.
Ces excellentes caractéristiques le destinent aux applications cryogéniques ou haute température.

The table below shows the main properties of the different film types mentioned above.

Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques des différents films mentionnés.

Dielectric		Dielectric constant (εr)	Temperature range	Dissipation factor (Tg δ)	Dielectric absorption (23°C)		Dielectric
Polycarbonate	P.C.	2,8	–55°C +125°C	15.10^{-4}	0,05 %	P.C.	*Polycarbonate*
Polyphenylene sulphide	P.P.S.	3	–55°C +125°C/155°C*	6.10^{-4}	0,02 %	P.P.S.	*Polyphénylène sulfide*
Polyester Polyethylene terephtalate	P.E.T.	3,3	–55°C +125°C	50.10^{-4}	0,2 %	P.E.T.	*Polyester Polytéréphtalate d'éthylène*
Polyester Polyethylene naphtalate	P.E.N.	3	–55°C +125°C/155°C	40.10^{-4}		P.E.N.	*Polyester Polynaphtalate d'éthylène*
Polypropylene	P.P.	2,2	–55°C + 085°C/110°C*	2.10^{-4}	0,01 %	P.P.	*Polypropylène*
Polystyrene	P.S.	2,5	–55°C +85°C	5.10^{-4}	0,001 %	P.S.	*Polyphénylène sulfide*
Reconstituted Mica		6	–55°C +155°C	20.10^{-4}	0,01 %		*Mica reconstitué*
Teflon®	P.T.F.E.	2	–55°C + 200°C	5.10^{-4}	0,006 %	P.T.F.E.	*Téflon®*
Dielectrique		*Constante diélect. (εr)*	*Gamme de températures*	*Tangente de l'angle de pertes (Tg δ)*	*Absorption diélect. (23°C)*		*Diélectrique*

* Extended range on request

* *Gamme étendue sur demande*

PROPERTIES OF METALLIZED FILMS CAPACITORS

The metallized film consists of an extremely thin layer (some hundredts µm) of zinc or aluminium deposited by evaporation under vacuum on the dielectric.
The nature, thickness and geometry of the metallized layer modify the properties of the capacitors, especially as far as permissible peak or effective current are concerned.
Metallized film capacitors are smaller than film-foil capacitors.
Self-healing is a fundamental property of these capacitors. When a dielectric breakdown occurs between the metal layers, due to a dielectric failure, an electrical arc causes local vapour-deposition of the metallization which results in an insulating metallic oxide.
Thus regenerated, the capacitor is once again operational.
The self-healing operations may be multiple (see French standards **UTE C 83 151** and **NF C 83 153**. Self-healing and properties).

PROPRIETES DES CONDENSATEURS FILMS MÉTALLISÉS

La métallisation est constituée d'une couche extrêmement fine (quelques centièmes de µm) de zinc ou d'aluminium déposée par évaporation sous vide sur le diélectrique.
La nature, l'épaisseur et la géométrie de la métallisation modifient les caractéristiques des condensateurs, en particulier au niveau du courant crête ou efficace admissible.
Les condensateurs films métallisés ont un encombrement inférieur aux condensateurs films à armatures.
L'autocicatrisation est une propriété essentielle de ces condensateurs. Lorsqu'un amorçage se produit entre les armatures, dû à un défaut du diélectrique, l'arc électrique provoque la vaporisation locale de la métallisation en formant un oxyde métallique isolant.
Le condensateur ainsi régénéré redevient opérationnel.
*Les autocicatrisations peuvent être multiples (voir normes **UTE C 83151** et **NF C 83153**. Autocicatrisations et caractéristiques).*

PROPERTIES OF FILM-FOIL CAPACITORS

Film-foil capacitors are especially recommended to meet high current and/or power stresses.
The thickness of the metal foil enables the reduction of the series resistance and improves the general performance of the capacitors in high current capability.
These improvements are made to the detriment of the volume of the capacitor which, also looses its self-healing properties.
Composite dielectrics combine films of different types with complementary specific characteristics.
In high voltage and power electronics applications, these capacitors are usually impregnated with impregnating fluids or solid substances.

PROPRIETES DES CONDENSATEURS FILMS A ARMATURES

Les condensateurs films à armatures sont particulièrement recommandés pour répondre à des contraintes élevées de courant et/ou de puissance.
Une forte épaisseur des armatures permet de diminuer la résistance série et d'améliorer les performances générales des condensateurs.
Ces améliorations se font au détriment du volume du condensateur qui, de plus, perdra ses propriétés d'autocicatrisation.
Les diélectriques composites associent des films de natures différentes dont les caractéristiques spécifiques se complètent.
Pour les applications haute tension et électronique de puissance, ces condensateurs sont généralement imprégnés avec des imprégnants liquides ou solides.

GENERAL INFORMATION
GÉNÉRALITÉS

CAPACITOR PERFORMANCE VERSUS TEMPERATURE

The capacitors' performance versus temperature essentially depends upon the dielectric type. Figure 1 shows ranges of operating temperatures.
Important differences affect the laws governing the changes of the main electrical characteristics. They are highlighted by the following curves :

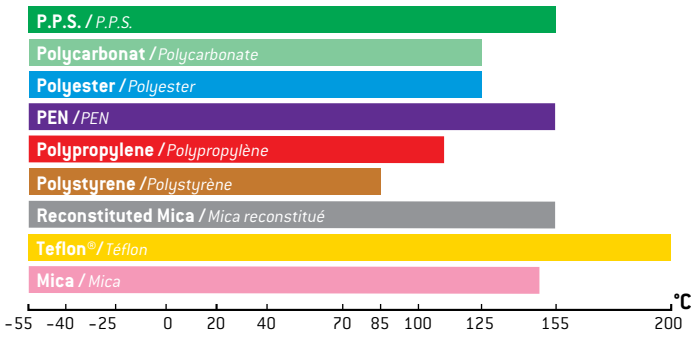


Fig. 1 : Ranges of operating temperatures
Gammes de températures d'utilisation

COMPORTEMENT DES CONDENSATEURS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

Le comportement des condensateurs en fonction de la température dépend essentiellement de la nature du diélectrique. Les gammes de températures d'utilisation sont données par la figure 1.
Des différences importantes affectent les lois de variations des principaux paramètres électriques et sont mises en évidence sur les courbes suivantes :

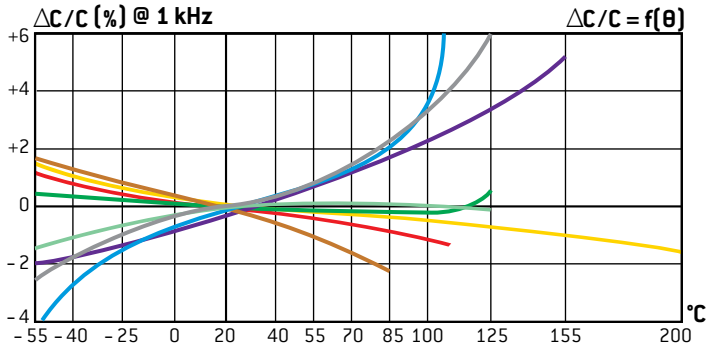


Fig. 2 : Capacitance drift versus temperature
Variation de la capacité en fonction de la température

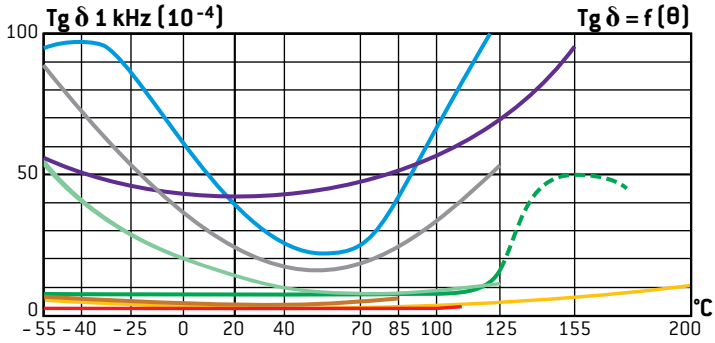


Fig. 3 : Loss angle change versus temperature
Variation de la tangente de l'angle de pertes en fonction de la température

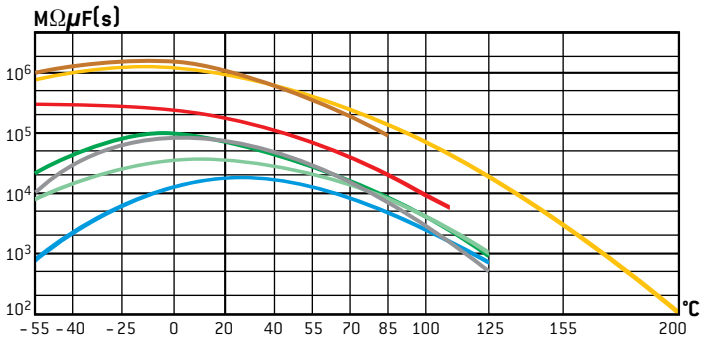


Fig. 4 : Insulation resistance change versus temperature
Variation de la résistance d'isolement en fonction de la température

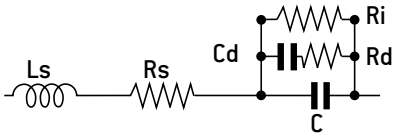
CAPACITOR PERFORMANCE VS. FREQUENCY

A real capacitor may be represented by the diagram below:
Ls Series inductance
Rs Resistance of metal foil and connections
Ri Insulation resistance
Cd Dielectric absorption
Rd Resistance equivalent to the dielectric losses
C Capacitance

The resistive terms generate temperature rises when the capacitors carry A.C. current (I_{RA}). Depending on the frequency range, they may be more or less preponderant. The equivalent ESR series resistance is the sum of these terms :
When frequency increases, the term $1/Ri\ C^2\ ^2$ becomes rapidly negligible.
The metal foil and the connections are designed to obtain a resistance value (Rs) as low as possible. This value is dependent on the capacitors technology and geometry.
Inductance Ls also disturbs the operation of the capacitors at high frequencies. Impedance Z is stated as follows :
When frequency increases, the effect of Ls will gradually nullify the capacitance component of the capacitors until it reaches the resonance frequency where $Z = Rs$ and $LC^2 = 1$

COMPORTEMENT DES CONDENSATEURS EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE

Un condensateur réel peut être représenté par le schéma ci-dessous :
Ls Inductance série
Rs Résistance des armatures et des liaisons
Ri Résistance d'isolement
Cd Absorption du diélectrique
Rd Résistance équivalente aux pertes du diélectrique
C Capacité



$$ESR = Rs + Tg\ \delta\ /C\omega + 1/Ri\ C^2\ \omega^2$$
ou $Tg\ \delta = Rd\ C\omega$
et $\omega = 2\ \pi\ f$

$$ESR = Rs + Tg\ \delta\ /C\omega$$

$$Z = \sqrt{Rs^2 + (Ls.\omega - 1/C.\omega)^2}$$

Les termes résistifs sont à l'origine des échauffements lorsque les condensateurs sont parcourus par un courant efficace (I_{RA}). Selon la gamme de fréquences F, ils peuvent être plus ou moins prépondérants. La résistance série équivalente ESR est la somme de tous ces termes :
Lorsque la fréquence augmente, le terme $1/Ri\ C^2\ ^2$ devient rapidement négligeable.
Les armatures et les liaisons doivent être conçues pour obtenir une résistance (Rs) aussi faible que possible. De plus, celle-ci dépend de la technologie et de la géométrie du condensateur. L'inductance Ls perturbe également le fonctionnement des condensateurs à des fréquences élevées. L'impédance Z s'écrit : Lorsque la fréquence augmente, l'influence de Ls se traduira par une annulation progressive de la composante capacitive des condensateurs jusqu'à la fréquence de résonance où $Z = Rs$ et $LC^2 = 1$