

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60674-3-1

Première édition
First edition
1998-03

Films plastiques à usages électriques –

Partie 3:

Spécifications pour matériaux particuliers –

**Feuille 1: Films de polypropylène biorienté (PP)
pour condensateurs**

Plastic films for electrical purposes –

Part 3:

Specifications for individual materials –

**Sheet 1: Biaxially oriented polypropylene (PP)
films for capacitors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60674-3-1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60674-3-1

Première édition
First edition
1998-03

Films plastiques à usages électriques –

Partie 3:

Spécifications pour matériaux particuliers –

Feuille 1: Films de polypropylène biorienté (PP)
pour condensateurs

Plastic films for electrical purposes –

Part 3:

Specifications for individual materials –

Sheet 1: Biaxially oriented polypropylene (PP)
films for capacitors

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Classification	8
2 Désignation	10
3 Prescriptions générales	10
4 Dimensions	10
4.1 Epaisseur	10
4.2 Largeur	10
4.3 Longueur/diamètre	12
5 Propriétés	12
5.1 Propriétés physiques	12
5.2 Rigidité diélectrique (essai en c.c.)	14
5.3 Points électriquement faibles	14
5.4 Endurance thermique	14
5.5 Tension de mouillage (types 1b + 1c et 2b + 2c seulement)	16
5.6 Absorption de liquide	16
5.7 Compatibilité avec les imprégnants	16
5.8 Facteur de dissipation après imprégnation	16
5.9 Facteur d'espace	16
6 Caractéristiques du rouleau	18
6.1 Aptitude à l'enroulement	18
6.2 Joints	18
6.3 Largeur des rouleaux (largeur hors tout)	18
6.4 Mandrin	20
6.5 Marquage	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 General	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
1.3 Classification	9
2 Designation	11
3 General requirements	11
4 Dimensions	11
4.1 Thickness	11
4.2 Width	11
4.3 Length/diameter	13
5 Properties	13
5.1 Physical properties	13
5.2 Electric strength (d.c. test)	15
5.3 Electrical weak spots	15
5.4 Thermal endurance	15
5.5 Wetting tension (types 1b + 1c and 2b + 2c only)	17
5.6 Liquid absorption	17
5.7 Compatibility with impregnants	17
5.8 Dissipation factor under impregnated conditions	17
5.9 Space factor	17
6 Roll characteristics	19
6.1 Windability	19
6.2 Joins	19
6.3 Roll width (overall width)	19
6.4 Core	21
6.5 Labelling	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILMS PLASTIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Films de polypropylène biorienté (PP) pour condensateurs

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60674-3-1 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/862/FDIS	15C/952/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

**Part 3: Specifications for individual materials –
Sheet 1: Biaxially oriented polypropylene (PP) films for capacitors**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60674-3-1 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
15C/862/FDIS	15C/952/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale fait partie d'une série traitant des films en matière plastique à usages électriques.

Cette série comporte trois parties:

- Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60674-1).
- Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60674-2).
- Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 60674-3).

La présente norme comprend l'une des feuilles qui composent la partie 3 comme suit:

Feuille 1: Films de polypropylène biorienté (PP) pour condensateurs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-1:1998

INTRODUCTION

This International Standard is one of a series which deals with plastic films for electrical purposes.

The series consists of three parts.

- Part 1: Definitions and general requirements (IEC 60674-1).
- Part 2: Methods of test (IEC 60674-2).
- Part 3: Specifications for individual materials (IEC 60674-3).

This standard contains one of the sheets comprising part 3, as follows:

Sheet 1: Biaxially oriented (PP) polypropylene films for capacitors.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-1:1998

FILMS PLASTIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Films de polypropylène biorienté (PP) pour condensateurs

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente feuille de la CEI 60674-3 donne les prescriptions relatives aux films de polypropylène biorienté à surface lisse ou rugueuse, avec traitement par effet couronne si nécessaire pour la métallisation sous vide. Les films sont utilisés comme diélectrique dans les condensateurs.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente feuille de la CEI 60674-3. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente feuille de la CEI 60674-3 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après¹⁾. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60674-1:1980, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques – Première partie: Définitions et prescriptions générales*

CEI 60674-2:1988, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques – Deuxième partie: Méthodes d'essai*

CEI 61074:1991, *Détermination des chaleurs et températures de fusion et de cristallisation des matériaux isolants électriques par exploration calorimétrique comparative.*

ISO 534:1988, *Papier et carton – Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique des feuilles uniques ou des feuilles en liasses*

1.3 Classification

Le film de polypropylène doit être des types suivants:

- Type 1: à surfaces lisses (facteur d'espace <5 %, voir 5.9);
- Type 1a: sans traitement par effet couronne;
- Type 1b: traitement d'une face pour permettre la métallisation sous vide;
- Type 1c: traitement des deux faces;
- Type 2: au moins une face rugueuse (facteur d'espace ≥5 %, voir 5.9);
- Type 2a: sans traitement par effet couronne;
- Type 2b: traitement d'une face pour permettre la métallisation sous vide;
- Type 2c: traitement des deux faces.

¹⁾ En cas de litige, l'édition de référence est applicable.

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Biaxially oriented polypropylene (PP) films for capacitors

1 General

1.1 Scope

This sheet of IEC 60674-3 gives the requirements for biaxially oriented polypropylene film having a smooth or rough surface, corona treated when required for vacuum metallization. The films are for use as dielectric in capacitors.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this sheet of IEC 60674-3. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreement based on this sheet of IEC 60674-3 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below ¹⁾. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60674-1:1980, *Specification for plastic films for electrical purposes – Part 1: Definitions and general requirements*

IEC 60674-2:1988, *Specification for plastic films for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

IEC 61074:1991, *Determination of heats and temperatures of melting and crystallization of electrically insulating materials by differential scanning calorimetry*

ISO 534:1988, *Paper and board – Determination of thickness and apparent bulk density or apparent sheet density*

1.3 Classification

The polypropylene film shall be of the following types:

- Type 1: having smooth surfaces (space factor <5 %, see 5.9);
- Type 1a: not corona treated;
- Type 1b: one side pre-treated to facilitate the vacuum deposition of metal;
- Type 1c: both sides pre-treated;
- Type 2: having at least one rough surface (space factor ≥5 %, voir 5.9);
- Type 2a: not corona treated;
- Type 2b: one side pre-treated to facilitate the vacuum deposition of metal;
- Type 2c: both sides pre-treated.

¹⁾ In case of dispute, the referenced edition is applicable.

2 Désignation

Le film en matière plastique doit être identifié par la désignation suivante:

Désignation du film - IEC 60674-3-1 - PP - type - épaisseur en micromètres - largeur en millimètres - longueur en mètres.

EXEMPLE

Film polypropylène - IEC 60674-3-1 - PP - 1a - 6 - 100 - 3000.

3 Prescriptions générales

Les matériaux doivent être composés principalement de polypropylène homopolymère isotactique et doivent se conformer aux prescriptions données dans la CEI 60674-1.

4 Dimensions

4.1 Epaisseur

L'épaisseur du film doit être mesurée selon les exigences données en 3.3 de la CEI 60674-2. Il s'agit en général de l'épaisseur gravimétrique, mais pour le type 2 la distinction doit être faite entre l'épaisseur déterminée par pesée (t_g = épaisseur gravimétrique) et l'épaisseur mesurée par la méthode micrométrique (t_b = épaisseur volumique).

L'épaisseur gravimétrique doit être mesurée conformément aux prescriptions de 3.3 de la CEI 60674-2.

L'épaisseur volumique (micrométrique) doit être mesurée conformément aux prescriptions de l'ISO 534, mais les quatre échantillons pour essai sont constitués initialement de 12 couches de film, les différentes couches étant coupées ensemble à l'aide d'un gabarit adéquat (de préférence 250 mm × 200 mm, la dimension de 200 mm étant dans le sens machine) dans une nappe de film épaisse de 0,5 mm et découpée sur la partie extérieure du rouleau. Eliminer la première et la dernière couche de chaque paquet ou échantillon préparé pour l'essai juste avant de le placer dans le micromètre.

Il n'y a pas de prescriptions relatives à l'épaisseur dans la présente norme mais les épaisseurs gravimétriques préférentielles sont les suivantes:

Type 1: 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0; 15,0; 18,0; 20,0 et 25 μm .

Type 2: 7,4; 9,0; 10,1; 11,0; 12,0; 12,7; 13,6; 14,4; 15,2; 16,2 et 17,8 μm .

La tolérance d'épaisseur doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60674-1, sauf spécification contraire.

4.2 Largeur

La largeur du film doit être mesurée conformément aux prescriptions de l'article 5 de la CEI 60674-2.

Des largeurs préférentielles ne peuvent être données en raison de la grande diversité des applications et des différentes exigences de l'industrie des condensateurs.

La tolérance de la largeur doit être conforme aux prescriptions de 4.2 de la CEI 60674-1.

2 Designation

The plastic film shall be identified by the following designation:

Designation of the film - IEC 60674-3-1 - PP - type - thickness in micrometres - width in millimetres - length in metres.

EXAMPLE

Polypropylene film - IEC 60674-3-1 - PP - 1a - 6 - 100 - 3000.

3 General requirements

The materials shall be made essentially from isotactic type polypropylene homopolymer and shall conform to the requirements laid down in IEC 60674-1.

4 Dimensions

4.1 Thickness

The film thickness shall be measured in accordance with the requirements of 3.3 of IEC 60674-2. This is in general the gravimetric thickness, but for type 2 distinction shall be made between thickness determined by weighing (t_g = gravimetric thickness) and thickness measured by micrometer method (t_b = bulking thickness).

Gravimetric thickness shall be measured in accordance with the requirements of 3.3 of IEC 60674-2.

Bulking (micrometric) thickness shall be measured in accordance with ISO 534, except that the four test pieces are initially made up of 12 film layers, the layers being cut together using a suitable template (preferably 250 mm × 200 mm, the 200 mm dimension being in the machine direction) from a blanket of film about 0,5 mm thick taken from the outer surface of the roll being sampled. Discard the first and last layer of each pack or test piece just prior to imposing the pack between the open pressure faces of the micrometer.

There are no requirements for thickness in this standard but preferred gravimetric thicknesses are as follows:

Type 1: 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 10,0; 12,0; 15,0; 18,0; 20,0 and 25 μm .

Type 2: 7,4; 9,0; 10,1; 11,0; 12,0; 12,7; 13,6; 14,4; 15,2; 16,2 and 17,8 μm .

The thickness tolerance shall comply with the requirements of IEC 60674-1 unless otherwise specified.

4.2 Width

The film width shall be measured in accordance with the requirements of clause 5 of IEC 60674-2.

Preferred widths cannot be given on account of the great variety of applications and different requirements throughout the capacitor industry.

The tolerance on the width shall comply with the requirements of 4.2 of IEC 60674-1.

4.3 Longueur/diamètre

Il n'y a pas de prescriptions dans la présente norme pour les longueurs et diamètres dans rouleaux. Il convient qu'ils soient définis dans les contrats d'achat.

5 Propriétés

5.1 Propriétés physiques

Voir le tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés physiques

Propriété	Méthode d'essai	Unité	Exigence	Remarques
Masse volumique	CEI 60674-2, article 4, méthode D	Mg/m ³	0,91 ± 0,01	Cette méthode est valable uniquement pour les épaisseurs de film >12 µm. Le mélange recommandé est méthanol/éthylène glycol
Point de fusion	CEI 61074	°C	165 à 175	Méthode DSC
Résistance à la traction (l'un et autre sens)	CEI 60674-2, article 10	MPa	Minimale Type 1: 120 Type 2: 90	Des échantillons de largeur (15 ± 3) mm, vitesse de traction (100 ± 2) mm/min, distance initiale entre les traits de référence (100 ± 2) mm
Allongement à la rupture (l'un et autre sens)		%	Minimale Type 1: 40 Type 2: 30	
Résistivité superficielle	CEI 60674-2, article 14 ¹⁾	Ω	≥10 ¹⁴	
Résistivité transversale	CEI 60674-2, article 15 ¹⁾	Ωm	>10 ¹⁵	Les tensions lors des essais sont de (100 ± 10) V pour les épaisseurs >10 µm et (10 ± 1) V pour les épaisseurs ≤10 µm
Facteur de dissipation à 23 °C et 48 Hz – 62 Hz: 1 kHz:	CEI 60674-2, paragraphe 16.1 ou 16.2		≤3 x 10 ⁻⁴ ≤3 x 10 ⁻⁴	Utiliser des électrodes qui ne sont pas en contact ou des électrodes de métal évaporé (paragraphe 16.1)
Permittivité	CEI 60674-2, paragraphe 16.1		2,2 ± 0,1	Utiliser des électrodes qui ne sont pas en contact ou des électrodes de métal évaporé (paragraphe 16.1)
Variation dimensionnelle de retrait: – Sens machine – Sens transversal	CEI 60674-2, article 23	% %		Le fournisseur et l'acheteur doivent convenir du retrait
NOTE – Bien que les effets possibles sur les performances du film de certaines caractéristiques telles que la cristallinité, l'orientation et les teneurs en isotactique et atactique soient reconnues, il n'a pas été fait de recommandations concernant la détermination de ces paramètres, principalement parce qu'aucune méthode d'essai adaptée n'existe dans la CEI 60674-2.				
¹⁾ Conditions de mesure: (23 ± 2) °C et (50 ± 5) % d'humidité relative après 24 h d'exposition au moins.				

4.3 Length/diameter

There are no requirements in this standard for length or diameters of rolls. These should be subject to purchase contract.

5 Properties

5.1 Physical properties

See table 1.

Table 1 – Physical properties

Property	Test method	Unit	Requirement	Remarks
Density	IEC 60674-2, clause 4, method D	Mg/m ³	0,91 ± 0,01	This method is only suitable for film thickness >12 µm. The recommended mixture is methanol/ethylene glycol
Melting point	IEC 61074	°C	165 to 175	DSC method
Tensile strength (either direction)	IEC 60674-2, clause 10	MPa	Minimum Type 1: 120 Type 2: 90	Specimen width (15 ± 3) mm, rate of extension (100 ± 2) mm/min, reference lines with the initial grip separation (100 ± 2) mm apart
Elongation at break (either direction)		%	Minimum Type 1: 40 Type 2: 30	
Surface resistivity	IEC 60674-2, clause 14 ¹⁾	Ω	≥10 ¹⁴	
Volume resistivity	IEC 60674-2, clause 15 ¹⁾	Ωm	≥10 ¹⁵	The test voltages are (100 ± 10) V for thicknesses >10 µm and (10 ± 1) V for thicknesses ≤10 µm
Dissipation factor at 23 °C and 48 Hz – 62 Hz: 1 kHz:	IEC 60674-2, subclause 16.1 or 16.2		≤3 × 10 ⁻⁴ ≤3 × 10 ⁻⁴	Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes (subclause 16.1)
Permittivity	IEC 60674-2, subclause 16.1		2,2 ± 0,1	Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes (subclause 16.1)
Dimensional change for shrinkage: – Machine direction – Transverse direction	IEC 60674-2, clause 23	% %		Shrinkage shall be agreed between buyer and seller
NOTE – Although the potential effects of certain properties such as crystallinity, orientation and isotactic/atactic content on the performance of the film are recognized, no recommendations regarding the determination of these parameters have been made, particularly as no suitable test methods are available in IEC 60674-2.				
¹⁾ Measurement conditions: (23 ± 2) °C and (50 ± 5) % relative humidity after at least 24 h exposure.				

5.2 Rigidité diélectrique (essai en c.c.)

La rigidité diélectrique doit être mesurée selon 18.2 de la CEI 60674-2. La valeur médiane ne doit pas être inférieure à celle donnée dans le tableau 2. La tension de bobinage doit être de $2,5 \text{ N/mm}^2 \pm 0,5 \text{ N/mm}^2$.

Tableau 2 – Rigidité diélectrique (essai en c.c.) pour les types 1 et 2

Epaisseur nominale du film μm	Rigidité diélectrique (valeur médiane) $\text{V}/\mu\text{m}$	Pas plus de 1 résultat sur 21 ne doit être inférieur à $\text{V}/\mu\text{m}$
4	120	40
5	150	60
6	190	80
7 et 7,4	230	100
8	250	120
9	270	145
10 et 10,1	290	165
11	300	175
12	310	185
12,7	315	195
>12,7 à 25	320	200

5.3 Points électriquement faibles

Les points électriquement faibles doivent être mesurés selon 19.3 de la CEI 60674-2 avec une tension d'essai de $150 \text{ V}/\mu\text{m}$ basée sur l'épaisseur nominale du film.

Le nombre de défauts ne doit pas dépasser les chiffres donnés dans le tableau 3. La surface minimale à essayer est de 5 m^2 .

Tableau 3 – Points électriquement faibles pour les types 1 et 2

Epaisseur nominale μm	Nombre de défauts/ m^2
4	2,6
5	2,3
6	1,8
7 et 7,4	1,7
8	1,5
9	1,3
10 et 10,1	1,2
11	1,1
≥ 12	1,0

5.4 Endurance thermique

Il n'y a pas de prescription dans la présente norme pour l'endurance thermique.

5.2 Electric strength (d.c. test)

Electric strength shall be measured according to 18.2 of IEC 60674-2. The central value shall be not less than the value given in table 2. The winding tension shall $2,5 \text{ N/mm}^2 \pm 0,5 \text{ N/mm}^2$.

Table 2 – Electric strength (d.c. test) for types 1 and 2

Nominal film thickness μm	Electric strength (central value) $\text{V}/\mu\text{m}$	Not more than 1 of 21 results shall be below $\text{V}/\mu\text{m}$
4	120	40
5	150	60
6	190	80
7 and 7,4	230	100
8	250	120
9	270	145
10 and 10,1	290	165
11	300	175
12	310	185
12,7	315	195
>12,7 to 25	320	200

5.3 Electrical weak spots

Electrical weak spots shall be measured according to 19.3 of IEC 60674-2 with a test voltage of $150 \text{ V}/\mu\text{m}$ based on the nominal thickness of the film.

The number of faults counted shall not exceed the numbers given in table 3. A minimum surface area of 5 m^2 is to be tested.

Table 3 – Electrical weak spots for types 1 et 2

Nominal thickness μm	Fault count/ m^2
4	2,6
5	2,3
6	1,8
7 and 7,4	1,7
8	1,5
9	1,3
10 and 10,1	1,2
11	1,1
≥ 12	1,0

5.4 Thermal endurance

There is no requirement in this standard for thermal endurance.

5.5 Tension de mouillage (types 1b + 1c et 2b + 2c seulement)

Dans les conditions d'essais spécifiées à l'article 9 de la CEI 60674-2, la tension de mouillage de la surface traitée ne doit pas être inférieure à 35 mN·m⁻¹.

5.6 Absorption de liquide

Pour fabriquer de manière satisfaisante des condensateurs imprégnés, l'absorption de l'imprégnant par le film peut nécessiter d'être contrôlée dans certaines limites. Si nécessaire, la méthode de mesure, la durée, la température appliquées à l'essai et les limites de l'absorption doivent être fixées par un accord entre le fournisseur et l'acheteur ¹⁾.

La méthode préférentielle doit être conforme à l'article 31 de la CEI 60674-2.

5.7 Compatibilité avec les imprégnants

La compatibilité du film avec les liquides diélectriques choisis doit être déterminée selon une méthode fixée par un accord entre le fournisseur et l'acheteur. Cette méthode peut, par exemple, être basée sur le gonflement ou la solubilité du film dans le liquide, ou sur la pollution du liquide ou du film ¹⁾.

5.8 Facteur de dissipation après imprégnation

Les imprégnants et les méthodes d'essai utilisés dans l'industrie des condensateurs varient beaucoup, et de nombreux matériaux et procédures utilisés sont confidentiels. Lorsqu'il faut que le facteur de dissipation du film dans les conditions d'imprégnation réponde à une norme agréée, il convient que les valeurs limites et la méthode de mesure soient définies par le fournisseur et l'acheteur ¹⁾.

5.9 Facteur d'espace

Facteur d'espace: Etant donné la *rugosité* de la surface, le facteur d'espace est l'augmentation en pourcentage de l'épaisseur volumique (micrométrique) par rapport à l'épaisseur gravimétrique.

Il n'y a pas de prescriptions pour le facteur d'espace dans la présente norme mais la valeur préférentielle est FE = (10 ± 3) %.

Le facteur d'espace est calculé selon la formule:

$$FE = \frac{t_b - t_g}{t_g} \times 100 \quad (\%)$$

où

t_b est l'épaisseur volumique en micromètres;

t_g est l'épaisseur gravimétrique en micromètres.

¹⁾ Etant donné la grande variété d'imprégnants disponibles à l'heure actuelle et le développement des applications des condensateurs, il est impossible de donner des essais spécifiques et/ou des limites dans la présente norme pour l'absorption de liquide (5.6), la compatibilité avec les liquides diélectriques (5.7) et le facteur de dissipation après imprégnation (5.8).

5.5 Wetting tension (types 1b + 1c and 2b + 2c only)

When tested in accordance with clause 9 of IEC 60674-2, the wetting tension of the tested surface shall not be less than $35 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

5.6 Liquid absorption

For satisfactory construction of impregnated capacitors the absorption of the impregnant by the film may need to be controlled within certain limits. If required, the method of measurement, the time and the temperature used and the absorption limits shall be agreed between supplier and purchaser ¹⁾.

The preferred method shall conform with clause 31 of IEC 60674-2.

5.7 Compatibility with impregnants

The compatibility of the film with selected dielectric fluids shall be determined using a method agreed upon between the supplier and the purchaser. This method may, for example, be based on swelling or solubility of the film in the fluid, or on contamination of the fluid or the film ¹⁾.

5.8 Dissipation factor under impregnated conditions

The impregnants and the methods of testing used throughout the capacitor industry vary widely and many of the materials and procedures are proprietary. Where the dissipation factor of the film under impregnated conditions must be to an agreed standard, the limiting values and the method of measurement should be agreed between supplier and purchaser ¹⁾.

5.9 Space factor

Space factor: Caused by surface *roughness*, space factor is the percentage increase in bulking (micrometric) thickness over gravimetric thickness.

There are no requirements for space factor in this standard but the preferred space factor value is $\text{SF} = (10 \pm 3) \%$.

Space factor is calculated using the following formula:

$$\text{SF} = \frac{t_b - t_g}{t_g} \times 100 \quad (\%)$$

where

t_b is the bulking thickness in micrometres;

t_g is the gravimetric thickness in micrometres.

¹⁾ In view of the wide variety of impregnants available today and under development for capacitor application, no specific tests and/or limits can be given in this standard for liquid absorption (5.6), compatibility with dielectric fluids (5.7) and dissipation factor under impregnated conditions (5.8).