

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Films plastiques à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Films de
polypropylène biorienté (PP) pour condensateurs**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Films plastiques à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Films de
polypropylène biorienté (PP) pour condensateurs**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CD

ICS 29.035.20

ISBN 978-2-88912-796-2

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
1.3 Classification	6
2 Designation	7
3 General requirements	7
4 Dimensions.....	7
4.1 Thickness.....	7
4.2 Width	8
4.3 Length/diameter.....	8
5 Properties.....	8
5.1 Physical properties	8
5.2 Electric strength (d.c. test)	10
5.3 Electrical weak spots	10
5.4 Thermal endurance.....	11
5.5 Wetting tension (types 1b + 1c, 2b + 2c and 3b + 3c only)	11
5.6 Liquid absorption	11
5.7 Compatibility with impregnants.....	12
5.8 Dissipation factor under impregnated conditions	12
5.9 Space factor	12
6 Roll characteristics	12
6.1 Windability.....	12
6.2 Joins	13
6.3 Roll width (overall width)	13
6.4 Core.....	13
6.5 Labelling.....	13
Table 1 – Physical properties	9
Table 2 – Electric strength (d.c. test) for types 1, 2 and 3	10
Table 3 – Electrical weak spots for types 1, 2 and 3.....	11
Table 4 – Maximum number of joins within a roll (types 1, 2 and 3).....	13

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 International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of IEC 60674-3-1 consists of the first edition (1998) [documents 15C/862/FDIS and 15C/952/RVD] and its amendment 1 (2011) [documents 15/596/CDV and 15/609/RVC]. It bears the edition number 1.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

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.

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.

Materials which conform to this specification meet established levels of performance. However, the selection of a material by a user for a specific application should be based on the actual requirements necessary for adequate performance in that application and not based on this specification alone.

Safety warning: It is the responsibility of the user of the methods contained or referred to in this document to ensure that they are used in a safe manner.

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*

ISO 11357-3, *Plastics – Differential scanning calorimetry (DSC) – Part 3: Determination of temperature and enthalpy of melting and crystallization*

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;

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

- 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 $\geq 5\%$, 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.
Type 3: having high electric strength for thin film (film thickness $\leq 3,5\text{ }\mu\text{m}$);
Type 3a: not corona treated;
Type 3b: one side pre-treated to facilitate the vacuum deposition of metal;
Type 3c: both sides pre-treated.

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 $\times$ 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 .

Type 3: 2,5; 2,8; 3,0 and 3,5 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 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/m³	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 ISO 11357-3	°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 Type 3:30	
Surface resistivity	IEC 60674-2, clause 14 ¹)	Ω	≥10¹⁴	
Volume resistivity	IEC 60674-2, clause 15 ¹)	Ωm	>10¹⁵	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 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, 2 and 3

Nominal film thickness	Electric strength (central value)	Not more than 1 of 21 results shall be below
μm	$\text{V}/\mu\text{m}$	$\text{V}/\mu\text{m}$
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

Nominal film thickness	Type	Electric strength (central value)		Not more than 1 of 21 results shall be below	
		$\text{V}/\mu\text{m}$		$\text{V}/\mu\text{m}$	
		23 °C	105 °C	23 °C	105 °C
2,5	3	250	125	150	75
2,8		250	125	150	75
3,0		250	125	150	75
3,5		250	125	150	75
4	1 and 2	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.~~

Electrical weak spots shall be measured according to 19.3 of IEC 60674-2 with a test voltage of 150 V/μm for types 1 and 2, and 250 V/μm for type 3, 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 m² is to be tested.

Table 3 – Electrical weak spots for types 1, 2 and 3

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

Nominal thickness μm	Type	Fault count/m ²
2,5	3	2,6
2,8		2,6
3,0		2,6
3,5		2,6
4	1 and 2	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 Wetting tension (types 1b + 1c, 2b + 2c and 3b + 3c 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 mN·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 $SF = (10 \pm 3) \%$.

Space factor is calculated using the following formula:

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

where

t_b is the bulking thickness in micrometres;

t_g is the gravimetric thickness in micrometres.

6 Roll characteristics

6.1 Windability

The windability shall be measured in accordance with the requirements of clause 6 of IEC 60674-2.

6.1.1 For reels of width less than 150 mm, method A shall be used.

Bias/camber	<10 mm
-------------	--------

Sag (tension 5 MN/m ²)	<2 mm
------------------------------------	-------

6.1.2 For reels of width 150 mm and above, method B shall be used.

Bias/camber	<10 mm
-------------	--------

Sag (tension 5 MN/m ²)	<2 mm
------------------------------------	-------

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).

The extension required to achieve bias/camber and sag limit shall be not more than 0,1 %.

6.2 Joins

Where joins (splices) are permitted, their construction shall conform to the requirements given in 3.3 of IEC 60674-1. Breaks (unjoined pieces) shall also be indicated so as to be clearly visible when viewed from the end faces of the roll. The offset of either edge at a join shall not exceed 0,5 mm.

The number of joins (splices) or breaks in each roll shall not exceed the values given in table 4.

Table 4 – Maximum number of joins within a roll (types 1, 2 and 3)

Nominal film thickness μm	Number of joins within a roll of width >350 mm, core diameter = 150 mm and outer diameter			Number of joins within a roll of width ≤ 350 mm, core diameter = 76 mm and outer diameter <250 mm
	≤ 300 mm	>300 mm ≤ 400 mm	>400 mm ≤ 500 mm	
$\leq 3,5$	1	1	1	1
4	3	4	–	3
5	2	3	4	3
6	2	3	4	2
7 and 7,4	2	2	3	2
8	2	2	3	2
≥ 9	2	2	2	1

6.3 Roll width (overall width)

The overall width is the distance between roll end faces measured between the outermost points of each end face (see 3.2 of IEC 60674-1). The difference between the film width measured according to clause 5 of IEC 60674-2 and the roll width excluding the core shall be not greater than:

- 0,5 mm for film width ≤ 150 mm;
- 1,0 mm for film width >150 mm and <300 mm;
- 2,0 mm for film width ≥ 300 mm.

6.4 Core

The preferred inner diameters of cores are 76 mm and 150 mm.

6.5 Labelling

Films pre-treated on one side shall have the pre-treated side indicated on the label.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Généralités	18
1.1 Domaine d'application.....	18
1.2 Références normatives	18
1.3 Classification	19
2 Désignation	19
3 Prescriptions générales	19
4 Dimensions.....	19
4.1 Epaisseur	19
4.2 Largeur.....	20
4.3 Longueur/diamètre.....	20
5 Propriétés.....	20
5.1 Propriétés physiques	20
5.2 Rigidité diélectrique (essai en c.c.).....	22
5.3 Points électriquement faibles	23
5.4 Endurance thermique.....	23
5.5 Tension de mouillage (types 1b + 1c, 2b + 2c et 3b + 3c seulement)	24
5.6 Absorption de liquide	24
5.7 Compatibilité avec les imprégnants.....	24
5.8 Facteur de dissipation après imprégnation	24
5.9 Facteur d'espace	24
6 Caractéristiques du rouleau	25
6.1 Aptitude à l'enroulement	25
6.2 Joints	25
6.3 Largeur des rouleaux (largeur hors tout)	26
6.4 Mandrin	26
6.5 Marquage	26
Tableau 1 – Propriétés physiques.....	21
Tableau 2 – Rigidité diélectrique (essai en c.c.) pour les types 1, 2 et 3.....	22
Tableau 3 – Points électriquement faibles pour les types 1, 2 et 3.....	23
Tableau 4 – Nombre maximal de joints par rouleau (types 1, 2 et 3)	25

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 Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CEI 60674-3-1 comprend la première édition (1998) [documents 15C/862/FDIS et 15C/952/RVD] et son amendement 1 (2011) [documents 15/596/CDV et 15/609/RVC]. Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

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 comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

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.

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.

Les matériaux conformes à la présente spécification satisfont à des niveaux établis de performance. Toutefois, il convient que le choix d'un matériau par un utilisateur pour une application spécifique soit fondé sur les exigences réelles nécessaires pour obtenir des performances adéquates de l'application concernée, et qu'il ne soit pas fondé sur la seule présente spécification.

Mise en garde relative à la sécurité: Il incombe à l'utilisateur des méthodes contenues ou citées en référence dans le présent document de s'assurer qu'elles sont utilisées d'une manière sûre.

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*

ISO 11357-3, *Plastiques – Analyse calorimétrique différentielle (DSC) – Partie 3: Détermination de la température et de l'enthalpie de fusion et de cristallisation*

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

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 $\geq 5\%$, 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;
- Type 3: dont la rigidité diélectrique est élevée pour les films minces (épaisseur de film $\leq 3,5\ \mu\text{m}$);
- Type 3a : sans traitement par effet couronne;
- Type 3b : traitement d'une face pour permettre la métallisation sous vide;
- Type 3c : traitement des deux faces.

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 $\times$ 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 .

Type 3: 2,5; 2,8; 3,0 et 3,5 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.

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/m³	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, ISO 11357-3	°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 Type 3:30	
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.				

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, 2 et 3

Epaisseur nominale- du film	Rigidité diélectrique- (valeur médiane)	Pas plus de 1 résultat sur 21 ne doit être inférieur à
μm	$\text{V}/\mu\text{m}$	$\text{V}/\mu\text{m}$
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

Epaisseur nominale du film	Types	Rigidité diélectrique (valeur médiane)		Pas plus de 1 résultat sur 21 ne doit être inférieur à	
μm		$\text{V}/\mu\text{m}$		$\text{V}/\mu\text{m}$	
		23 °C	105 °C	23 °C	105 °C
2,5	3	250	125	150	75
2,8		250	125	150	75
3,0		250	125	150	75
3,5		250	125	150	75
4	1 et 2	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 V/μm basée sur l'épaisseur nominale du film.~~

Les points électriquement faibles doivent être mesurés selon le 19.3 de la CEI 60674-2 avec une tension d'essai de 150 V/μm pour les types 1 et 2, et de 250 V/μm pour le type 3, fondée 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 m².

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

Epaisseur nominale μm	Nombre de défauts/m²
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

Epaisseur nominale μm	Types	Nombre de défauts/m²
2,5	3	2,6
2,8		2,6
3,0		2,6
3,5		2,6
4	1 et 2	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.

5.5 Tension de mouillage (types 1b + 1c, 2b + 2c et 3b + 3c 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:

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

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).

6 Caractéristiques du rouleau

6.1 Aptitude à l'enroulement

L'aptitude à l'enroulement doit être mesurée conformément aux prescriptions de l'article 6 de la CEI 60674-2.

6.1.1 Pour les rouleaux de largeur inférieure à 150 mm, la méthode A doit être utilisée.

Biais/cambrure <10 mm

Fléchissement (tension 5 MN/m²) <2 mm

6.1.2 Pour les rouleaux de largeur égale ou supérieure à 150 mm, la méthode B doit être utilisée.

Biais/cambrure <10 mm

Fléchissement (tension 5 MN/m²) <2 mm

L'allongement nécessaire pour l'obtention de la valeur limite du biais, cambrure et du fléchissement ne doit pas dépasser 0,1 %.

6.2 Joints

Lorsque les joints (raccords) sont autorisés, leur construction doit être conforme aux prescriptions de 3.3 de la CEI 60674-1. Les ruptures (longueurs non raccordées) doivent également être marquées de façon à être clairement visibles lorsqu'elles sont observées depuis les extrémités du rouleau. Le dépassement du film à un joint doit être inférieur à 0,5 mm.

Le nombre de joints (raccords) ou ruptures de chaque rouleau ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 4.

Tableau 4 – Nombre maximal de joints par rouleau (types 1, 2 et 3)

Épaisseur nominale du film μm	Nombre de joints par rouleau de largeur >350 mm, de diamètre intérieur = 150 mm et de diamètre extérieur			Nombre de joints par rouleau de largeur ≤350 mm, de diamètre intérieur = 76 mm et de diamètre extérieur <250 mm
	≤300 mm	>300 mm ≤400 mm	>400 mm ≤500 mm	
≤	1	1	1	1
4	3	4	–	3
5	2	3	4	3
6	2	3	4	2
7 et 7,4	2	2	3	2
8	2	2	3	2
≥9	2	2	2	1

6.3 Largeur des rouleaux (largeur hors tout)

La largeur hors tout est la distance entre les parties extrêmes des rouleaux (voir 3.2 de la CEI 60674-1). La différence entre la largeur du film mesurée selon l'article 5 de la CEI 60674-2 et la largeur du rouleau à l'exclusion du mandrin ne doit pas dépasser:

- 0,5 mm pour les largeurs de film inférieures ou égales à 150 mm;
- 1,0 mm pour les largeurs de film entre 150 mm et 300 mm;
- 2,0 mm pour les largeurs de film égales ou supérieures à 300 mm.

6.4 Mandrin

Les diamètres intérieurs préférentiels des mandrins sont de 76 mm et 150 mm.

6.5 Marquage

L'étiquette doit indiquer la face traitée du film dans le cas d'un film traité sur une face.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch