

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specification for plastic films for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials Sheet 2: Requirements for
balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films used for
electrical insulation**

**Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers Feuille 2: Exigences pour les
films de polyéthylène-téréphtalate (PET), à orientation biaxe équilibrée, utilisés
dans l'isolation électrique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specification for plastic films for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials Sheet 2: Requirements for
balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films used for
electrical insulation**

**Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers Feuille 2: Exigences pour les
films de polyéthylène-téréphtalate (PET), à orientation biaxe équilibrée, utilisés
dans l'isolation électrique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.035.20

ISBN 978-2-8322-6386-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Classification.....	6
5 Designation	7
6 General requirements	7
7 Dimensions.....	7
7.1 Thickness	7
7.2 Width	7
7.3 Roll diameter/film length	7
8 Physical properties	8
8.1 Physical properties not dependent on thickness.....	8
8.2 Physical properties dependent on thickness.....	8
8.3 Electric strength (AC test).....	9
8.4 Electric strength (DC test) for type 2.....	9
8.5 Electrical weak spots (type 2 only).....	10
8.6 Thermal endurance.....	11
8.7 Temperature and hydrolysis resistance.....	11
9 Roll characteristics for all types	11
9.1 Windability (bias/camber and sag).....	11
9.2 Joins.....	12
9.3 Difference between the film width and the roll width.....	12
9.4 Cores.....	12
Bibliography.....	13
Table 1 – Physical properties not dependent on thickness	8
Table 2 – Physical properties dependent on thickness for types 1, 3, 4 and 5.....	8
Table 3 – Physical properties dependent on thickness for type 2	9
Table 4 – Electric strength (AC test) for all types	9
Table 5 – Electric strength (DC test) type 2 only	10
Table 6 – Number of faults counted (type 2 only)	10
Table 7 – Thermal endurance	11
Table 8 – Temperature and hydrolysis resistance	11
Table 9 – Windability	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –**Part 3: Specifications for individual materials**
Sheet 2: Requirements for balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films used for electrical insulation

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.

International Standard IEC 60674-3-2 has been prepared by IEC technical committee 15: Solid electrical insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1992. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) this document has been completely revised editorially and technically and included in the IEC 60674 series of standards;
- b) new types have been included;
- c) the ranges of thickness have been expanded;
- d) changes have been made to the requirements of some existing types.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
15/840/CDV	15/865/RVC

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60674 series, published under the general title *Specification for plastic films for electrical purposes*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

INTRODUCTION

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

The series consist 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)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

SPECIFICATION FOR PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials

Sheet 2: Requirements for balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films used for electrical insulation

1 Scope

This sheet of IEC 60674-3 gives the requirements for balanced biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films used for electrical insulation.

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.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-67, *Environmental testing – Part 2-67: Tests – Test Cy: Damp heat, steady state, accelerated test primarily intended for components*

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

IEC 60674-2:2016, *Specification for plastic films for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

IEC 60674-2/AMD1:–¹

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Classification

The PET film shall be of the following types:

- Type 1: Standard
- Type 2: Ultra thin with high electric strength
- Type 3: High temperature resistance
- Type 4: High temperature and hydrolysis resistance
- Type 5: High temperature and hydrolysis resistance higher than type 4

Main applications of each type are as follows:

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/APUB 60674-2/AMD1:2018.

- Type 1: General
- Type 2: For use as the dielectric of capacitors
- Type 3: For use as the insulation of electrical windings
- Type 4 and 5: For use as the insulation of electrical windings, and back sheet of photovoltaic modules

5 Designation

The plastic film shall be identified by the following designation:

Designation of the film – IEC 60674-3-2 – PET – type – thickness in micrometres – width in millimetres – length in metres – colour.

Example:

Polyethylene terephthalate – IEC 60674-3-2 – PET – type 1 – 100 – 20 – 200 – nc (nc = natural colour; other colours according to IEC 60757).

6 General requirements

The material shall be made from polyethylene terephthalate; it shall be biaxially oriented with an approximately balanced orientation and shall conform to the requirements laid down in IEC 60674-1.

For certain applications, additives to the base material may be present (e.g. pigments, dyes). Where such additives are included, they shall not affect the requirements for any of the properties listed for that type unless otherwise specified.

7 Dimensions

7.1 Thickness

The film thickness shall be measured by a gravimetric method according to 4.3.2 of IEC 60674-2:2016.

There are no requirements for thickness in this document but preferred thickness ranges are as follows:

- Type 1: 12 µm – 500 µm
- Type 2: 0,7 µm – 23 µm
- Type 3: 50 µm – 500 µm
- Type 4: 50 µm – 500 µm
- Type 5: 50 µm – 350 µm

The thickness tolerance shall comply with the requirements in 4.1 of IEC 60674-1:1980 unless otherwise specified in the purchase contract.

7.2 Width

The film width shall be measured according to Clause 6 of IEC 60674-2:2016.

Preferred widths cannot be given on account of the great variety of applications.

The tolerance on the width shall comply with the requirements of 4.2 of IEC 60674-1:1980 except for slot closure applications where on a width of less than 25 mm, a tolerance of $\begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ mm is specified as an alternative.

7.3 Roll diameter/film length

There are no requirements in this document for roll diameters or film lengths on a roll. These should be subject to contract.

8 Physical properties

8.1 Physical properties not dependent on thickness

See Table 1.

Table 1 – Physical properties not dependent on thickness

Property	Requirements	Units	IEC 60674-2:2016 Test method Clause/Subclause	Type
Density - normal	$1\,390 \pm 10$	kg/m ³	5, Method D ^{a)}	All
Density – for opaque pigmented film	$1\,420 \pm 70$			
Melting- point	260 ± 7	°C	24	1 and 3
	255 ± 5			2
	$260 + 7, - 10$			4 and 5
Permittivity	$3,3 \pm 0,2$	–	18.2 (23 °C, 1 kHz) ^{b)}	All
Dissipation factor	$\leq 3 \times 10^{-3}$	–	18.2 (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) ^{b)}	All
	$\leq 6 \times 10^{-3}$	–	18.2 (23 °C, 1 kHz) ²⁾	All
Volume resistivity	$\geq 10^{14}$	$\Omega \times m$	17 ^{c)}	1, 3, 4 and 5
	$\geq 10^{15}$			2
Surface resistivity	$\geq 10^{13}$	Ω	16 ^{c)}	1, 3, 4 and 5
	$\geq 10^{14}$			2

^{a)} This method is only suitable for film thicknesses above 12 µm.
^{b)} Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes.
^{c)} Measurement conditions shall be (23 ± 2) °C and (50 ± 5) % RH after 24 h exposure. The test voltages are 100 V for thicknesses > 10 µm and 10 V for thicknesses ≤ 10 µm.

8.2 Physical properties dependent on thickness

See Tables 2 and 3.

Table 2 – Physical properties dependent on thickness for types 1, 3, 4 and 5

Property	Requirements					Units	IEC 60674-2:2016 Test method Clause
	$\geq 12\, \mu m$ $\leq 15\, \mu m$	$> 15\, \mu m$ $\leq 100\, \mu m$	$> 100\, \mu m$ $\leq 250\, \mu m$	$> 250\, \mu m$ $\leq 350\, \mu m$	$> 350\, \mu m$		
Tensile strength (either direction)	≥ 170	≥ 150	≥ 140	≥ 110	≥ 90	MPa	12 ^{a)}
Elongation at break (either direction)	≥ 50	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 100	%	12 ^{a)}
Dimensional change for shrinkage (either direction)	$\leq 3,5$	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	%	25 (150 °C, 15 min)

^{a)} Rate of extension 100 mm/min, reference lines 100 mm apart.

Table 3 – Physical properties dependent on thickness for type 2

Property	Requirements					Units	IEC 60674- 2:2016 Test method Subclause
	≥ 0,7 μm ≤ 1,5 μm	> 1,5 μm ≤ 2,0 μm	> 2,0 μm ≤ 4,0 μm	> 4 μm ≤ 15 μm	> 15 μm ≤ 23 μm		
Tensile strength (either direction)	≥ 135	≥ 155	≥ 170	≥ 170	≥ 150	MPa	12 a)
Elongation at break (either direction)	≥ 20	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 80	%	12 a)
Dimensional change for shrinkage						%	25 (150 °C, 15 min)
Machine direction	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5		
Transverse direction	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0		
a) Rate of extension 100 mm/min, reference lines 100 mm apart.							

8.3 Electric strength (AC test)

Electric strength under AC voltage given in Table 4 shall be measured according to 20.1 of IEC 60674-2:2016. The electrode shall be selected from the following configurations:

- unequal electrodes;
- sphere and plate electrodes;
- 6 mm diameter rod and rod electrodes.

Table 4 – Electric strength (AC test) for all types

Nominal thickness μm	Electric strength (median) $\text{V}/\mu\text{m}$	IEC 60674-2:2016 Test method Subclause
12	≥ 208	20.1 in air
15	≥ 200	
19	≥ 190	
23	≥ 174	
36	≥ 150	
50	≥ 130	
75	≥ 105	
100	≥ 90	
125	≥ 80	20.1 in transformer oil or in air
190	≥ 65	
250	≥ 60	
350	≥ 50	
500	≥ 35	

8.4 Electric strength (DC test) for type 2

Electric strength under DC voltage given in Table 5 shall be tested by one of the following methods:

- wound capacitor method according to 20.2 of IEC 60674-2:2016;
- 6 mm diameter electrodes method according to 20.1 of IEC 60674-2:2016;
- Aluminium foils sandwich method according to 20.3 of IEC 60674-2/AMD1:–.

Table 5 – Electric strength (DC test) type 2 only

Nominal thickness μm	Wound capacitor method 20.2 of IEC 60674-2:2016			6 mm diameter electrodes method 20.1 of IEC 60674-2:2016	Aluminium foils sandwich method 20.3 of IEC 60674-2/AMD1:–
	Breakdown voltage (Median)	Not more than two of the 21 results shall be below	Not more than one of the 21 results shall be below	Electric strength (Median)	Electric strength (Median)
	V ($\text{V}/\mu\text{m}$)	V	V	$\text{V}/\mu\text{m}$	$\text{V}/\mu\text{m}$
$\geq 0,7 < 1,4$	–	–	–	≥ 200	≥ 100
$\geq 1,4 < 2,0$	–	–	–	≥ 250	≥ 120
$\geq 2,0 < 3,0$	–	–	–	≥ 290	≥ 130
$\geq 3,0 < 4,0$	–	–	–	≥ 330	≥ 170
$\geq 4,0 < 5,0$	–	–	–	≥ 370	≥ 200
$\geq 5,0 < 6,0$	–	–	–	≥ 370	≥ 225
6	$\geq 1\,500$ (250)	600	400	≥ 370	≥ 250
8	$\geq 2\,000$ (250)	1 100	550	≥ 370	–
10	$\geq 2\,400$ (240)	1 500	800	≥ 370	–
12	$\geq 2\,800$ (233)	1 800	1 000	≥ 370	–
15	$\geq 3\,200$ (213)	2 000	1 600	≥ 370	–
19	$\geq 3\,400$ (179)	2 200	1 900	–	–
23	$\geq 4\,000$ (174)	2 500	2 200	–	–

It should be confirmed before every event of the measurement that electrode surfaces of 6 mm diameter are mirror surface having free from damage, and the centres of the two electrode rods are set in a straight line.

8.5 Electrical weak spots (type 2 only)

When measured according to 21.4 of IEC 60674-2:2016, the number of faults counted shall not exceed the numbers given in Table 6. A minimum surface area of 5 m² is to be tested.

Compliance with any one of three method criteria shall constitute compliance with this document.

Table 6 – Number of faults counted (type 2 only)

Nominal thickness μm	Method C1 (Aluminium foil electrodes) 21.4.2.2 of IEC 60674-2:2016		Method C2 (Metalized film electrode) 21.4.2.3 of IEC 60674-2:2016		Method C3 (Metal electrode with air gap) 21.4.2.4 of IEC 60674-2:2016	
	Fault count/m ²	Test voltage $\text{V}/\mu\text{m}$	Fault count/m ²	Test voltage $\text{V}/\mu\text{m}$	Fault count/m ²	Test voltage $\text{V}/\mu\text{m}$
$\geq 0,9 < 2,5$	–	–	≤ 6	100	–	–
2,5	–	–	≤ 3	150	–	–
3	≤ 6	200	≤ 3	150	≤ 5	250
3,5	≤ 4	200	≤ 3	150	≤ 3	250
5	≤ 2	200	≤ 2	150	≤ 1	250
6	≤ 1	200	$\leq 1,5$	150	$\leq 0,5$	250
8	$\leq 0,8$	200	$\leq 1,5$	150	$\leq 0,4$	250
10	$\leq 0,4$	200	$\leq 1,2$	150	$\leq 0,2$	250
≥ 12	$\leq 0,2$	200	$\leq 1,0$	150	$\leq 0,1$	250

8.6 Thermal endurance

Thermal endurance given in Table 7 shall be measured according to Clause 30 of IEC 60674-2:2016.

The end point criterion shall be 50 % retention of the original tensile strength value.

Table 7 – Thermal endurance

Type	TI
1	≥ 115
2	Not applicable
3, 4 and 5	≥ 125

The water content of the surrounding air of the ageing oven during the ageing process shall be in the range of 8,3 g/m³ to 12,7 g/m³, equivalent to (50 ± 5) % RH at (23 ± 2) °C.

Ageing temperature of 140 °C, 160 °C and 180 °C are recommended.

This test need not be repeated unless the manufacturer has made a significant change in the composition or method of production of the material.

8.7 Temperature and hydrolysis resistance

Temperature and hydrolysis resistance given in Table 8 shall be measured as the time the elongation at break decreases to 10 % under exposure to damp heat (steady state), 85 °C, 85 % RH according to IEC 60068-2-67.

Table 8 – Temperature and hydrolysis resistance

Type	Time the elongation at break decreases to 10 %
1	≥ 1 700 h
2	not applicable
3	≥ 1 700 h
4	≥ 2 500 h
5	≥ 4 000 h

9 Roll characteristics for all types

9.1 Windability (bias/camber and sag)

Windability given in Table 9 shall be measured according to Clause 7 of IEC 60674-2:2016.

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

Table 9 – Windability

Characteristic	Type 1, 3, 4 and 5	Type 2
Bias/camber	≤ 10 mm	≤ 10 mm
Sag (tension 5 MN/m ²)	≤ 5 mm	≤ 2 mm

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

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

This requirement does not apply to thicknesses greater than 36 µm for which there are no requirements.

9.2 Joins

Where joins (splices) are permitted, their constructions shall conform to the requirements given in 3.3 of IEC 60674-1:1980. 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.

There are no requirements in this document for the number of joins (splices) or breaks of rolls. These should be subject to purchase contract.

9.3 Difference between the film width and the roll width

The film width shall be measured according to Clause 6 of IEC 60674-2:2016. The overall width is the distance between roll end faces measured between the outermost points of each end face. There are no requirements in this document for the difference between the film width and the overall roll width. These should be subject to purchase contract.

9.4 Cores

The preferred inner diameters of cores are 76 mm and 152 mm.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

Bibliography

IEC 60757, *Code for designation of colours*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Classification	18
5 Désignation	19
6 Exigences générales	19
7 Dimensions.....	19
7.1 Epaisseur	19
7.2 Largeur.....	19
7.3 Diamètre des rouleaux/longueur de film	20
8 Propriétés physiques	20
8.1 Propriétés physiques indépendantes de l'épaisseur	20
8.2 Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur	20
8.3 Rigidité diélectrique (essai en courant alternatif).....	21
8.4 Rigidité diélectrique (essai en courant continu) pour le type 2.....	21
8.5 Points électriquement faibles (type 2 uniquement)	22
8.6 Endurance thermique.....	23
8.7 Résistance à la température et à l'hydrolyse	23
9 Caractéristiques des rouleaux pour tous les types	24
9.1 Aptitude à l'enroulement (biais/cambrure et fléchissement).....	24
9.2 Joints.....	24
9.3 Différence entre la largeur du film et la largeur du rouleau	24
9.4 Mandrins.....	24
Bibliographie.....	25
Tableau 1 – Propriétés physiques indépendantes de l'épaisseur.....	20
Tableau 2 – Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur pour les types 1, 3, 4 et 5	20
Tableau 3 – Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur pour le type 2	21
Tableau 4 – Rigidité diélectrique (essai en courant alternatif) pour tous les types	21
Tableau 5 – Rigidité diélectrique (essai en courant continu) pour le type 2 uniquement	22
Tableau 6 – Nombre de défauts comptés (type 2 uniquement)	23
Tableau 7 – Endurance thermique	23
Tableau 8 – Résistance à la température et à l'hydrolyse.....	24
Tableau 9 – Aptitude à l'enroulement.....	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION POUR LES FILMS EN MATIÈRE
PLASTIQUE À USAGES ÉLECTRIQUES –****Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers
Feuille 2: Exigences pour les films de polyéthylène-téréphtalate (PET),
à orientation biaxe équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60674-3-2 a été établie par le comité d'études 15 de l'IEC: Matériaux isolants électriques solides.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1992. La présente édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le présent document a été complètement révisé au niveau rédactionnel et technique, et inclus dans la série de normes IEC 60674;
- b) de nouveaux types ont été inclus;

- c) les plages d'épaisseurs ont été étendues;
- d) des modifications ont été apportées aux exigences de certains types existants.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
15/840/CDV	15/865/RVC

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60674, publiées sous le titre général *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

INTRODUCTION

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

Cette série est constituée de trois parties:

Partie 1: *Définitions et prescriptions générales* (IEC 60674-1)

Partie 2: *Methods of test* (IEC 60674-2, disponible en anglais seulement)

Partie 3: *Spécifications pour matériaux particuliers* (IEC 60674-3)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-2:2019

SPECIFICATION POUR LES FILMS EN MATIÈRE PLASTIQUE À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers Feuille 2: Exigences pour les films de polyéthylène-téréphtalate (PET), à orientation biaxe équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique

1 Domaine d'application

Cette feuille de l'IEC 60674-3 donne les exigences relatives aux films de polyéthylène-téréphtalate (PET), à orientation biaxe équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique.

Avertissement de sécurité: Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que les méthodes présentées ou référencées dans le présent document sont utilisées en toute sécurité.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-67, *Essais d'environnement – Partie 2-67: Essais – Essai Cy: Essai continu de chaleur humide, essai accéléré applicable en premier lieu aux composants*

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

IEC 60674-2:2016, *Specification for plastic films for electrical purposes – Part 2: Methods of test* (disponible en anglais seulement)

IEC 60674-2/AMD1:–¹

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Classification

Le film de PET doit être un des types suivants:

- Type 1: Standard
- Type 2: Ultra mince, de rigidité diélectrique élevée
- Type 3: Résistance à haute température
- Type 4: Résistance à haute température et à l'hydrolyse
- Type 5: Résistance à haute température et à l'hydrolyse supérieure au type 4

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/APUB 60674-2/AMD1:2018.

Les applications principales de chaque type sont les suivantes:

- Type 1: Usage général
- Type 2: Utilisation comme diélectrique pour condensateurs
- Type 3: Utilisation comme isolation des enroulements électriques
- Types 4 et 5: Utilisation comme isolation des enroulements électriques, et face arrière des modules photovoltaïques

5 Désignation

Le film plastique doit être identifié par la désignation suivante:

Désignation du film – IEC 60674-3-2 – PET – type – épaisseur en micromètres – largeur en millimètres – longueur en mètres – couleur.

Exemple:

Polyéthylène-téréphtalate – IEC 60674-3-2 – PET – type 1 – 100 – 20 – 200 – nc (nc = couleur naturelle (natural colour); autres couleurs selon l'IEC 60757).

6 Exigences générales

Le matériau doit être constitué de polyéthylène-téréphtalate; il doit être orienté bi-axialement avec une orientation approximativement équilibrée et il doit être conforme aux exigences données dans l'IEC 60674-1.

Pour certaines applications, il peut comporter des additifs au matériau de base (par exemple des pigments, colorants). Lorsque ces additifs sont présents, ils ne doivent pas influencer sur les exigences concernant l'une quelconque des propriétés indiquées pour ce type, sauf spécification contraire.

7 Dimensions

7.1 Epaisseur

L'épaisseur du film doit être mesurée par une méthode gravimétrique, conformément au 4.3.2 de l'IEC 60674-2:2016.

Il n'y a pas d'exigences relatives à l'épaisseur dans le présent document, mais les plages d'épaisseurs préférentielles sont les suivantes:

- Type 1: 12 μm – 500 μm
- Type 2: 0,7 μm – 23 μm
- Type 3: 50 μm – 500 μm
- Type 4: 50 μm – 500 μm
- Type 5: 50 μm – 350 μm

La tolérance sur l'épaisseur doit être conforme aux exigences de 4.1 de l'IEC 60674-1:1980, sauf spécification contraire dans le contrat d'achat.

7.2 Largeur

La largeur du film doit être mesurée conformément à l'Article 6 de l'IEC 60674-2:2016.

Des largeurs préférentielles ne peuvent être données en raison de la grande diversité des applications.

La tolérance sur la largeur doit être conforme aux exigences du 4.2 de l'IEC 60674-1:1980, sauf pour les applications de finition d'encoches pour lesquelles, sur une largeur inférieure à 25 mm, une tolérance de $\begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ mm est spécifiée comme alternative.

7.3 Diamètre des rouleaux/longueur de film

Il n'y a pas d'exigences pour les diamètres des rouleaux ou les longueurs de film dans le présent document. Il convient que de telles exigences fassent l'objet d'un contrat.

8 Propriétés physiques

8.1 Propriétés physiques indépendantes de l'épaisseur

Voir le Tableau 1.

Tableau 1 – Propriétés physiques indépendantes de l'épaisseur

Propriété	Exigences	Unités	IEC 60674-2:2016 Méthode d'essai Article/Paragraphe	Type
Masse volumique – normale	$1\,390 \pm 10$	kg/m ³	5, Méthode D ^{a)}	Tous
Masse volumique – pour film pigmenté opaque	$1\,420 \pm 70$			
Point de fusion	260 ± 7	°C	24	1 et 3
	255 ± 5			2
	$260 + 7, - 10$			4 et 5
Permittivité	$3,3 \pm 0,2$	–	18.2 (23 °C, 1 kHz) ^{b)}	Tous
Facteur de dissipation	$\leq 3 \times 10^{-3}$	–	18.2 (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) ^{b)}	Tous
	$\leq 6 \times 10^{-3}$	–	18.2 (23 °C, 1 kHz) ²⁾	Tous
Résistivité volumique	$\geq 10^{14}$	$\Omega \times m$	17 ^{c)}	1, 3, 4 et 5
	$\geq 10^{15}$			2
Résistivité superficielle	$\geq 10^{13}$	Ω	16 ^{c)}	1, 3, 4 et 5
	$\geq 10^{14}$			2

a) Cette méthode convient uniquement aux films d'une épaisseur supérieure à 12 µm.

b) Utiliser des électrodes sans contact ou des électrodes à dépôt métallique vaporisé.

c) Les conditions de mesure doivent être (23 ± 2) °C et (50 ± 5) % d'humidité relative après 24 h d'exposition. Les tensions d'essai sont de 100 V pour les épaisseurs > 10 µm, et 10 V pour les épaisseurs ≤ 10 µm.

8.2 Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur

Voir les Tableaux 2 et 3.

Tableau 2 – Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur pour les types 1, 3, 4 et 5

Propriété	Exigences					Unités	IEC 60674-2:2016 Méthode d'essai Article
	$\geq 12\, \mu m$ $\leq 15\, \mu m$	$> 15\, \mu m$ $\leq 100\, \mu m$	$> 100\, \mu m$ $\leq 250\, \mu m$	$> 250\, \mu m$ $\leq 350\, \mu m$	$> 350\, \mu m$		
Résistance à la traction (l'un ou l'autre sens)	≥ 170	≥ 150	≥ 140	≥ 110	≥ 90	MPa	12 ^{a)}
Allongement à la rupture (l'un ou l'autre sens)	≥ 50	≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 100	%	12 ^{a)}
Variation dimensionnelle de retrait (l'un ou l'autre sens)	$\leq 3,5$	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	%	25 (150 °C, 15 min)

a) Taux d'étirement 100 mm/min, lignes de référence à 100 mm de distance.

Tableau 3 – Propriétés physiques dépendantes de l'épaisseur pour le type 2

Propriété	Exigences					Unités	Méthode d'essai IEC 60674-2:2016 Article
	≥ 0,7 μm ≤ 1,5 μm	> 1,5 μm ≤ 2,0 μm	> 2,0 μm ≤ 4,0 μm	> 4 μm ≤ 15 μm	> 15 μm ≤ 23 μm		
Résistance à la traction (l'un ou l'autre sens)	≥ 135	≥ 155	≥ 170	≥ 170	≥ 150	MPa	12 a)
Allongement à la rupture (l'un ou l'autre sens)	≥ 20	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 80	%	12 a)
Variation dimensionnelle de retrait						%	25 (150 °C, 15 min)
Sens machine	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5		
Sens transversal	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0		
a) Taux d'étirement 100 mm/min, lignes de référence à 100 mm de distance.							

8.3 Rigidité diélectrique (essai en courant alternatif)

La rigidité diélectrique sous une tension alternative donnée au Tableau 4 doit être mesurée conformément au 20.1 de l'IEC 60674-2:2016. L'électrode doit être choisie parmi les configurations suivantes:

- électrodes de dimensions inégales;
- électrodes à bille et plaque;
- baguette et électrodes-baguettes de 6 mm de diamètre.

Tableau 4 – Rigidité diélectrique (essai en courant alternatif) pour tous les types

Épaisseur nominale μm	Rigidité diélectrique (moyenne) $\text{V}/\mu\text{m}$	Méthode d'essai IEC 60674-2:2016 Paragraphe
12	≥ 208	20.1 dans l'air
15	≥ 200	
19	≥ 190	
23	≥ 174	
36	≥ 150	
50	≥ 130	
75	≥ 105	
100	≥ 90	
125	≥ 80	20.1 dans de l'huile de transformateur ou dans l'air
190	≥ 65	
250	≥ 60	
350	≥ 50	
500	≥ 35	

8.4 Rigidité diélectrique (essai en courant continu) pour le type 2

La rigidité diélectrique sous une tension continue donnée au Tableau 5 doit être soumise à essai par l'une des méthodes suivantes:

- méthode du condensateur bobiné, conformément au 20.2 de l'IEC 60674-2:2016;

- méthode des électrodes de 6 mm de diamètre, conformément au 20.1 de l'IEC 60674-2:2016;
- méthode de la disposition en sandwich des feuilles d'aluminium, conformément au 20.3 de l'IEC 60674-2/AMD1:–.

Tableau 5 – Rigidité diélectrique (essai en courant continu) pour le type 2 uniquement

Épaisseur nominale μm	Méthode du condensateur bobiné 20.2 de l'IEC 60674-2:2016			Méthode des électrodes de 6 mm de diamètre 20.1 de l'IEC 60674-2:2016	Méthode de la disposition en sandwich des feuilles d'aluminium 20.3 de l'IEC 60674-2/AMD1:–
	Tension de claquage (Moyenne) V (V/μm)	Pas plus de deux des 21 résultats ne doivent être inférieurs à V	Pas plus d'un des 21 résultats ne doit être inférieur à V	Rigidité diélectrique (Moyenne) V/μm	Rigidité diélectrique (Moyenne) V/μm
≥ 0,7 < 1,4	–	–	–	≥ 200	≥ 100
≥ 1,4 < 2,0	–	–	–	≥ 250	≥ 120
≥ 2,0 < 3,0	–	–	–	≥ 290	≥ 130
≥ 3,0 < 4,0	–	–	–	≥ 330	≥ 170
≥ 4,0 < 5,0	–	–	–	≥ 370	≥ 200
≥ 5,0 < 6,0	–	–	–	≥ 370	≥ 225
6	≥ 1 500 (250)	600	400	≥ 370	≥ 250
8	≥ 2 000 (250)	1 100	550	≥ 370	–
10	≥ 2 400 (240)	1 500	800	≥ 370	–
12	≥ 2 800 (233)	1 800	1 000	≥ 370	–
15	≥ 3 200 (213)	2 000	1 600	≥ 370	–
19	≥ 3 400 (179)	2 200	1 900	–	–
23	≥ 4 000 (174)	2 500	2 200	–	–

Il convient de confirmer avant chaque événement de la mesure que les surfaces des électrodes de 6 mm de diamètre sont des surfaces miroirs ne présentant pas de dommages, et que les centres des deux baguettes des électrodes sont disposés en ligne droite.

8.5 Points électriquement faibles (type 2 uniquement)

Lorsque la mesure est effectuée conformément au 21.4 de l'IEC 60674-2:2016, le nombre de défauts comptés ne doit pas dépasser les chiffres du Tableau 6. La surface minimale à essayer est de 5 m².

La conformité avec l'un quelconque des trois critères de la méthode doit constituer la conformité au présent document.