

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Plastic films for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially
oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation**

**Films plastiques à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de
polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans
l'isolation électrique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 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.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 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.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Plastic films for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially
oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation**

**Films plastiques à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de
polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans
l'isolation électrique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.035.20

ISBN 978-2-8322-3633-8

**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.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



Plastic films for electrical purposes –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation

Films plastiques à usages électriques –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Classification.....	6
4 Designation	6
5 General requirements	7
6 Dimensions	7
6.1 Thickness.....	7
6.2 Width	7
7 Properties.....	8
7.1 Properties not dependent on thickness	8
7.2 Properties dependent on thickness.....	9
7.3 Other properties	10
7.3.1 Thermal endurance.....	10
7.3.2 Burning characteristics	11
8 Roll characteristics for all types	11
8.1 Roll diameter/film length.....	11
8.2 Windability/sag.....	11
8.2.1 General	11
8.2.2 For films of width less than 150 mm.....	11
8.2.3 For films of width 150 mm and above	11
8.3 Joins	11
8.4 Roll width	12
8.5 Cores	12
Table 1 – Properties not dependent on thickness.....	8
Table 2 – Properties dependent on thickness.....	9
Table 3 – Electric strength (a.c. test) for all types	10
Table 4 – Electric strength (d.c. test) type 2 only	10
Table 5 – Windability	11
Table 6 – Maximum permissible number of joins or breaks per roll.....	12
Table 7 – Film width.....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) 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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60674-3-8 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2011-07) [documents 15/631/FDIS and 15/643/RVD] and its amendment 1 (2016-11) [documents 15/738/CDV and 15/761/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60674-3-8 has been prepared by IEC technical committee 15: Solid electrical insulating materials.

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

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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 document 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 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation

1 Scope

This International Standard gives the requirements for balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films for use as electrical insulation.

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.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 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 60068-2-66:1994, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60216-5:2008, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

ISO 11357-3:1999, *Plastics – Differential scanning calorimetry (DSC) – Part 3: Determination of temperature and enthalpy of melting and crystallization*

3 Classification

The PEN film shall be of the following types:

Type 1a: General purpose, high hydrolytic stability grade.

Type 1b: General purpose, standard grade.

Type 2: Capacitor grade.

4 Designation

The plastic film shall be identified by the following designation:

Designation of the film - IEC 60674-3-8 - PEN - type - thickness in micrometres - width in millimetres - length in metres - colour.

Example:

Polyethylene naphthalate - IEC 60674-3-8 - PEN - type 1b - 100 - 20 - 200 – nc

(nc = natural colour; other colours according to IEC 60757).

5 General requirements

The material shall be made from polyethylene naphthalate; 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.

6 Dimensions

6.1 Thickness

The film thickness shall be measured by a gravimetric method in accordance with the requirements of Subclause 3.3 of IEC 60674-2.

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

1,2; 1,3; 1,5; 1,8; 1,9; 2; 2,1; 2,3; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 9; 12; 16; 19; 20; 25; 38; 45; 50; 75; 89; 100; 125; 188; 200; 250.

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

6.2 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.

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

7 Properties

7.1 Properties not dependent on thickness

Table 1 – Properties not dependent on thickness

Property	Requirements	Units	IEC 60674- 2 Test method Subclause	Type
Density - normal	1 350 ± 20	kg/m ³	4, Method D	1a,1b and 2
Melting- point	270 ± 5 ^a	°C	–	1a,1b and 2
Permittivity	2,6 ± 0,5	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a,1b and 2
Dissipation factor	<5 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) ^b	1a,1b and 2
	<9 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a and 1b
Volume resistivity	>10 ¹⁶	Ω × m	15 ^c	1a and 1b
	>10 ¹⁶			2
Surface resistivity	>10 ¹⁴	Ω	14 ^c	1a and 1b
	>10 ¹⁵			2

^a DSC method according to ISO 11357-3.

^b Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes.

^c Measurement conditions shall be 23 °C and 50 % r.h. after 24 h exposure. The test voltages are 100 V ± 10 V for thicknesses > 10 μm and 10 V for thicknesses < 10 μm.

7.2 Properties dependent on thickness

Table 2 – Properties dependent on thickness

Property	Requirements			Units	IEC 60674- 2 Test method Subclause	Type
	≤15 μm	>15 μm up to 100 μm	>100 μm up to 250 μm			
Tensile strength (either direction) Minimum value				MPa	10 ^b	1a, 1b and 2
- Initial value	180 ^a	120	95			
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	130 ^a	100	90			1b and 2
	110 ^a	90	85			
Elongation at break (either direction) Minimum value				%	10 ^b	1a, 1b and 2
- Initial value	35 ^a	40	40			
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	20 ^a	20	20			1b and 2
	10 ^a	10	10			
Dimensional change (shrinkage either direction)	1,3	1,0	0,8	%	23 (150 °C, 15 min)	1a, 1b and 2
	6,5	3,5	1,6		23 (200 °C, 10 min)	1a, 1b and 2
Electric strength	See Tables 3 and 4				18.1, a.c. ^d	1a, 1b and 2
					18.2, d.c.	2

^a No requirement for film thicknesses below 5 μm.

^b Rate of extension 100 mm/min, reference lines 100 mm apart.

^c Exposure to unsaturated damp heat (unsaturated pressurized vapour), 120 °C, 85 % r.h. according to Clauses 3 to 9 in IEC 60068-2-66.

^d Method to use 6 mm diameter electrodes. For materials of thicknesses 100 μm or less, tests shall be made in air using a rate of rise of voltage of 500 V/s. For materials thicker than 100 μm, tests shall be made in transformer oil in accordance with IEC60243-1.

Table 3 – Electric strength (a.c. test) for all types

Nominal thickness μm	Minimum electric strength V/μm		IEC 60674- 2 Test method Subclause
	23 °C	150 °C	
6	-	-	18.1 Using 6 mm diameter electrodes
9	-	-	
12	-	-	
16	405 290 ^a	230 ^c	
20	360 260 ^a	190 ^c	
25	305 235 ^a	170 ^c	
38	235 190 ^a	140 ^c	
50	190 160 ^a	120 ^c	
75	150 125 ^a	100 ^c	
100	120 100 ^a	80 ^c	
125	95 80 ^b	70 ^c	
188	80 65 ^b	50 ^c	
250	70 60 ^b	40 ^c	
^a in air.			
^b in mineral transformer oil.			
^c in silicone transformer oil.			

Table 4 – Electric strength (d.c. test) type 2 only

Nominal thickness μm	Minimum breakdown voltage Central value V	Not more than two of the 21 results shall be below V	Not more than one of the 21 results shall be below V
4	1200	500	100 ^a
5	1200	500	200 ^a
6	1800	1200	1000 ^a
12	5900	3600	3000
^a This value is only for information. The actual value shall be agreed between purchaser and manufacturer.			

7.3 Other properties

7.3.1 Thermal endurance

Thermal endurance for types 1a and 1b films ($\geq 25 \mu\text{m}$) shall be measured according to IEC 60216-5.

RTE $\geq 160^*$

* End point criterion: 50 % retention of tensile strength.

Reference material: PPS (Polyphenylene Sulfide) film having approximately the same thickness as the subject material and an ATE in accordance with IEC 60216-5, Subclause 3.1.4.

Ageing temperatures of 180 °C, 200 °C and 220 °C are recommended.

There is no thermal endurance requirement for type 2 films.

7.3.2 Burning characteristics

No requirement.

8 Roll characteristics for all types

8.1 Roll diameter/film length

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

8.2 Windability/sag

8.2.1 General

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

8.2.2 For films of width less than 150 mm

Method A shall be used.

8.2.3 For films of width 150 mm and above

Method B shall be used.

Table 5 – Windability

Property	Type 1	Type 2
Bias/camber	<10 mm	<10 mm
Sag (tension 5 MN/m ²)	<5 mm	<2 mm

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.

8.3 Joins

Where joins (splices) are permitted, their construction shall conform to the requirements given in Subclause 3.3 of IEC 60674-1. Breaks (unjoined pieces) shall also be indicated so as to be clearly visible when viewed from the end face of the roll.

The number of joins (splices) or breaks in each roll shall not exceed the values given in Table 6.

Table 6 – Maximum permissible number of joins or breaks per roll

Film thickness μm	Width ≤ 50 mm Outer diameter ≤ 250 mm	Width > 50 mm Outer diameter ≤ 250 mm	Width > 50 mm Outer diameter > 250 mm – 400 mm
2; 3; 3,5; 4	6	4	6
5; 6	5	4	5
8	4	3	4
10	4	3	4
≥ 12	4	3	3
NOTE There is no requirement for films $< 2 \mu\text{m}$.			

8.4 Roll width

The maximum difference between the film width measured according to Clause 5 of IEC 60674-2 and the roll width excluding the core (expressed in millimetres) shall be according to Table 7.

Table 7 – Film width

Nominal film width mm	Requirement Maximum difference mm
< 150	0,5
150 to 300	1,0
≥ 300	2,0

8.5 Cores

The preferred core inner diameters are 76 mm and 152 mm.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Classification	18
4 Désignation	19
5 Exigences générales	19
6 Dimensions	19
6.1 Epaisseur	19
6.2 Largeur	19
7 Propriétés	20
7.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur	20
7.2 Propriétés dépendantes de l'épaisseur	21
7.3 Autres propriétés	22
7.3.1 Endurance thermique	22
7.3.2 Caractéristiques de combustion	23
8 Caractéristiques des rouleaux pour tous les types	23
8.1 Diamètre des rouleaux/longueur de film	23
8.2 Aptitude à l'enroulement/fléchissement	23
8.2.1 Généralités	23
8.2.2 Pour les films dont la largeur est inférieure à 150 mm	23
8.2.3 Pour les films dont la largeur est supérieure ou égale à 150 mm	23
8.3 Joints	23
8.4 Largeur du rouleau	24
8.5 Mandrins	24
Tableau 1 – Propriétés indépendantes de l'épaisseur	20
Tableau 2 – Propriétés dépendantes de l'épaisseur	21
Tableau 3 – Rigidité électrique (essai en courant alternatif) pour tous les types	22
Tableau 4 – Rigidité électrique (essai en courant continu) pour le type 2 uniquement	22
Tableau 5 – Aptitude à l'enroulement	23
Tableau 6 – Nombre maximal admissible de joints ou de ruptures par rouleau	24
Tableau 7 – Largeur du film	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILMS PLASTIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60674-3-8 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2011-07) [documents 15/631/FDIS et 15/643/RVD] et son amendement 1 (2016-11) [documents 15/738/CDV et 15/761/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60674-3-8 a été établie par le comité d'études 15 de l'IEC: Matériaux isolants électriques solides.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60674, présentée sous le titre général *Films plastiques à usages électriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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 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 plastiques à usages électriques.

Cette série est constituée de trois parties:

Partie 1: Définitions et exigences générales (IEC 60674-1).

Partie 2: Méthodes d'essai (IEC 60674-2).

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

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

Feuille 8: Films de polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

FILMS PLASTIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne les exigences relatives aux films de polynaphtalate d'éthylène (PEN) à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique.

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

Mise en garde relative à la sécurité: il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que les méthodes présentées ou référencées dans le présent document sont utilisées de manière sûre.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 60674-1:1980, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques – Première partie: Définitions et prescriptions générales*

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

IEC 60068-2-66:1994, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essai – Essai Cx: Essai continu de chaleur humide (vapeur pressurisée non saturée)*

IEC 60216-5:2008, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

ISO 11357-3:1999, *Plastiques – Analyse calorimétrique différentielle (DSC) – Partie 3: Détermination de la température et de l'enthalpie de fusion et de cristallisation*

3 Classification

Le film de PEN doit être un des types suivants:

Type 1a: Usage général, stabilité élevée en présence d'eau.

Type 1b: Usage général, qualité standard.

Type 2: Qualité pour condensateurs.

4 Désignation

Le film plastique doit être identifié par la désignation suivante:

Désignation du film - IEC 60674-3-8 - PEN - type - épaisseur en micromètres - largeur en millimètres - longueur en mètres - couleur.

Exemple:

Polynaphtalate d'éthylène - IEC 60674-3-8 - PEN - type 1b - 100 - 20 - 200 – nc

(nc = couleur naturelle (natural colour); autres couleurs selon l'IEC 60757).

5 Exigences générales

Le matériau doit être constitué de polynaphtalate d'éthylène; il doit être orienté bi-axialement avec une orientation approximativement équilibrée et il doit être conforme aux exigences de 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.

6 Dimensions

6.1 Epaisseur

L'épaisseur du film doit être mesurée par une méthode gravimétrique conformément aux exigences de 3.3 de l'IEC 60674-2.

NOTE Il n'y a pas d'exigence relative à l'épaisseur dans la présente norme, mais les épaisseurs préférentielles en μm sont les suivantes:

1,2; 1,3; 1,5; 1,8; 1,9; 2; 2,1; 2,3; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 9; 12; 16; 19; 20; 25; 38; 45; 50; 75; 89; 100; 125; 188; 200; 250.

La tolérance pour l'épaisseur doit être conforme aux exigences de 4.1 de l'IEC 60674-1 sauf spécifications contraires dans le contrat d'achat.

6.2 Largeur

La largeur du film doit être mesurée conformément aux exigences de l'Article 5 de l'IEC 60674-2.

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

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

7 Propriétés

7.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur

Tableau 1 – Propriétés indépendantes de l'épaisseur

Propriétés	Exigences	Unités	IEC 60674- 2 Méthodes d'essai Paragraphe	Type
Masse volumique - normale	1 350 ± 20	kg/m ³	4, Méthode D	1a, 1b et 2
Point de fusion	270 ± 5 ^a	°C	–	1a, 1b et 2
Permittivité	2,6 ± 0,5	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a, 1b et 2
Facteur de dissipation	<5 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) ^b	1a, 1b et 2
	<9 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a et 1b
Résistivité transversale	>10 ¹⁶	Ω × m	15 ^c	1a et 1b
	>10 ¹⁶			2
Résistivité de surface	>10 ¹⁴	Ω	14 ^c	1a et 1b
	>10 ¹⁵			2

^a Méthode DSC selon l'ISO 11357-3.

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

^c Les conditions de mesure doivent être 23°C et 50 % d'humidité relative après 24 h d'exposition. Les tensions d'essai sont de 100 V ± 10 V pour les épaisseurs supérieures à 10 µm, et 10 V pour les épaisseurs inférieures à 10 µm.

7.2 Propriétés dépendantes de l'épaisseur

Tableau 2 – Propriétés dépendantes de l'épaisseur

Propriétés	Exigences			Unités	IEC 60674- 2 Méthodes d'essai Paragraphe	Type
	≤15 µm	>15 µm jusqu'à 100 µm	>100 µm jusqu'à 250 µm			
Résistance à la traction (l'un ou l'autre sens) Valeur minimale	180 ^a	120	95	MPa	10 ^b	1a, 1b et 2
- Valeur initiale						
- Après exposition à une chaleur humide non saturée pendant 96 h ^c	130 ^a	100	90			1a
	110 ^a	90	85			1b et 2
Allongement à la rupture (l'un ou l'autre sens) Valeur minimale	35 ^a	40	40	%	10 ^b	1a, 1b et 2
- Valeur initiale						
- Après exposition à une chaleur humide non saturée pendant 96 h ^c	20 ^a	20	20			1a
	10 ^a	10	10			1b et 2
Variation dimensionnelle (retrait dans l'un ou l'autre sens)	1,3	1,0	0,8	%	23 (150 °C, 15 min)	1a, 1b et 2
	6,5	3,5	1,6		23 (200 °C, 10 min)	1a, 1b et 2
Rigidité électrique	Voir Tableaux 3 et 4				18.1, a.c. ^d	1a, 1b et 2
					18.2, d.c.	2

^a Aucune exigence pour une épaisseur de film inférieure à 5 µm.
^b Taux d'étirement 100 mm/min, lignes de référence 100 mm de distance.
^c Exposition à une chaleur humide non saturée (vapeur pressurisée non saturée), 120°C, 85 % d'humidité relative conformément aux Articles 3 à 9 de l'IEC 60068-2-66.
^d Méthode pour utiliser des électrodes de 6 mm de diamètre. Pour les matériaux ayant une épaisseur de 100 µm ou moins, les essais doivent être réalisés à l'air en utilisant un rythme d'augmentation de la tension de 500 V/s. Pour les matériaux d'une épaisseur supérieure à 100 µm, les essais doivent être réalisés dans de l'huile pour transformateur conformément à l'IEC 60243-1.

Tableau 3 – Rigidité électrique (essai en courant alternatif) pour tous les types

Épaisseur nominale μm	Rigidité électrique minimale V/μm		IEC 60674- 2 Méthode d'essai Paragraphe
	23 °C	150 °C	
6	-	-	18.1 utilisant des électrodes de 6 mm de diamètre
9	-	-	
12	-	-	
16	405 290 ^a	230 ^c	
20	360 260 ^a	190 ^c	
25	305 235 ^a	170 ^c	
38	235 190 ^a	140 ^c	
50	190 160 ^a	120 ^c	
75	150 125 ^a	100 ^c	
100	120 100 ^a	80 ^c	
125	95 80 ^b	70 ^c	
188	80 65 ^b	50 ^c	
250	70 60 ^b	40 ^c	
^a dans l' air.			
^b dans de l'huile minérale de transformateur.			
^c dans l'huile de silicone de transformateur.			

Tableau 4 – Rigidité électrique (essai en courant continu) pour le type 2 uniquement

Épaisseur nominale μm	Tension de claquage minimale Valeur médiane V	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
4	1200	500	100 ^a
5	1200	500	200 ^a
6	1800	1200	1000 ^a
12	5900	3600	3000
^a Cette valeur est donnée uniquement à titre d'information. La valeur réelle doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.			

7.3 Autres propriétés

7.3.1 Endurance thermique

L'endurance thermique pour les films de types 1a et 1b ($\geq 25 \mu\text{m}$) doit être mesurée selon l'IEC 60216-5.

RTE $\geq 160^*$

* Critère de point limite: 50 % de rétention de résistance à la traction.

Matériau de référence: film PPS (polysulfure de phénylène) ayant approximativement la même épaisseur que le matériau concerné et une ATE conforme à l'IEC 60216-5, Paragraphe 3.1.4.

Les températures de vieillissement de 180 °C, 200 °C et 220 °C sont recommandées.

Il n'existe pas d'exigence d'endurance thermique pour les films de type 2.

7.3.2 Caractéristiques de combustion

Aucune exigence.

8 Caractéristiques des rouleaux pour tous les types

8.1 Diamètre des rouleaux/longueur de film

Il n'y a pas d'exigence pour les diamètres des rouleaux et les longueurs de film dans la présente norme. Il convient que de telles exigences fassent l'objet d'un contrat.

8.2 Aptitude à l'enroulement/fléchissement

8.2.1 Généralités

L'aptitude à l'enroulement doit être mesurée conformément aux exigences de l'Article 6 de l'IEC 60674-2.

8.2.2 Pour les films dont la largeur est inférieure à 150 mm

On doit utiliser la méthode A.

8.2.3 Pour les films dont la largeur est supérieure ou égale à 150 mm

On doit utiliser la méthode B.

Tableau 5 – Aptitude à l'enroulement

Propriétés	Type 1	Type 2
Biais/cambrure	<10 mm	<10 mm
Fléchissement (tension 5 MN/m ²)	<5 mm	<2 mm

L'étirement nécessaire pour atteindre la limite de fléchissement et de biais/cambrure ne doit pas dépasser 0,1 %. Cette exigence ne s'applique pas aux épaisseurs supérieures à 36 µm pour lesquelles il n'existe aucune exigence.

8.3 Joints

Lorsque des joints (épissures) sont autorisés, leur construction doit être conforme aux exigences du Paragraphe 3.3 de l'IEC 60674-1. Les ruptures (pièces non jointes) doivent aussi être indiquées de manière à être clairement visibles depuis l'extrémité du rouleau.

Le nombre de joints (épissures) ou de ruptures de chaque rouleau ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Nombre maximal admissible de joints ou de ruptures par rouleau

Epaisseur du film μm	Largeur ≤50 mm Diamètre extérieur ≤ 250 mm	Largeur > 50 mm Diamètre extérieur ≤250 mm	Largeur > 50 mm Diamètre extérieur > 250 mm – 400 mm
2; 3; 3,5; 4	6	4	6
5; 6	5	4	5
8	4	3	4
10	4	3	4
≥12	4	3	3
NOTE Il n'existe pas d'exigence pour les films < 2 μm.			

8.4 Largeur du rouleau

La différence maximale entre la largeur du film mesurée selon l'Article 5 de l'IEC 60674-2 et la largeur du rouleau à l'exclusion du mandrin (exprimée en millimètres) doit être conforme au Tableau 7.

Tableau 7 – Largeur du film

Largeur nominale du film mm	Exigence Différence maximale mm
<150	0,8
150 à 300	1,0
≥300	2,0

8.5 Mandrins

Les diamètres intérieurs préférentiels des mandrins sont de 76 mm et 152 mm.

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

**Plastic films for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially
oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation**

**Films plastiques à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de
polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans
l'isolation électrique**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Classification.....	6
4 Designation	6
5 General requirements	7
6 Dimensions	7
6.1 Thickness.....	7
6.2 Width	7
7 Properties.....	8
7.1 Properties not dependent on thickness	8
7.2 Properties dependent on thickness.....	9
7.3 Other properties	10
7.3.1 Thermal endurance.....	10
7.3.2 Burning characteristics	11
8 Roll characteristics for all types	11
8.1 Roll diameter/film length.....	11
8.2 Windability/sag.....	11
8.2.1 General	11
8.2.2 For films of width less than 150 mm.....	11
8.2.3 For films of width 150 mm and above	11
8.3 Joins	11
8.4 Roll width	12
8.5 Cores	12
Table 1 – Properties not dependent on thickness.....	8
Table 2 – Properties dependent on thickness.....	9
Table 3 – Electric strength (a.c. test) for all types	10
Table 4 – Electric strength (d.c. test) type 2 only	10
Table 5 – Windability	11
Table 6 – Maximum permissible number of joins or breaks per roll.....	12
Table 7 – Film width.....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) 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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60674-3-8 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2011-07) [documents 15/631/FDIS and 15/643/RVD] and its amendment 1 (2016-11) [documents 15/738/CDV and 15/761/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60674-3-8 has been prepared by IEC technical committee 15: Solid electrical insulating materials.

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

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

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 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

PLASTIC FILMS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 8: Balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films used for electrical insulation

1 Scope

This International Standard gives the requirements for balanced biaxially oriented polyethylene naphthalate (PEN) films for use as electrical insulation.

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.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 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 60068-2-66:1994, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60216-5:2008, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

ISO 11357-3:1999, *Plastics – Differential scanning calorimetry (DSC) – Part 3: Determination of temperature and enthalpy of melting and crystallization*

3 Classification

The PEN film shall be of the following types:

Type 1a: General purpose, high hydrolytic stability grade.

Type 1b: General purpose, standard grade.

Type 2: Capacitor grade.

4 Designation

The plastic film shall be identified by the following designation:

Designation of the film - IEC 60674-3-8 - PEN - type - thickness in micrometres - width in millimetres - length in metres - colour.

Example:

Polyethylene naphthalate - IEC 60674-3-8 - PEN - type 1b - 100 - 20 - 200 – nc

(nc = natural colour; other colours according to IEC 60757).

5 General requirements

The material shall be made from polyethylene naphthalate; 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.

6 Dimensions

6.1 Thickness

The film thickness shall be measured by a gravimetric method in accordance with the requirements of Subclause 3.3 of IEC 60674-2.

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

1,2; 1,3; 1,5; 1,8; 1,9; 2; 2,1; 2,3; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 9; 12; 16; 19; 20; 25; 38; 45; 50; 75; 89; 100; 125; 188; 200; 250.

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

6.2 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.

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

7 Properties

7.1 Properties not dependent on thickness

Table 1 – Properties not dependent on thickness

Property	Requirements	Units	IEC 60674- 2 Test method Subclause	Type
Density - normal	1 350 ± 20	kg/m ³	4, Method D	1a, 1b and 2
Melting- point	270 ± 5 ^a	°C	–	1a, 1b and 2
Permittivity	2,6 ± 0,5	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a, 1b and 2
Dissipation factor	<5 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 48 Hz – 62 Hz) ^b	1a, 1b and 2
	<9 × 10 ⁻³	–	16.1 (23 °C, 1 kHz) ^b	1a and 1b
Volume resistivity	>10 ¹⁶	Ω × m	15 ^c	1a and 1b
	>10 ¹⁶			2
Surface resistivity	>10 ¹⁴	Ω	14 ^c	1a and 1b
	>10 ¹⁵			2

^a DSC method according to ISO 11357-3.

^b Use non-contacting electrodes or evaporated metal electrodes.

^c Measurement conditions shall be 23 °C and 50 % r.h. after 24 h exposure. The test voltages are 100 V ± 10 V for thicknesses > 10 μm and 10 V for thicknesses ≤ 10 μm.

7.2 Properties dependent on thickness

Table 2 – Properties dependent on thickness

Property	Requirements			Units	IEC 60674- 2 Test method Subclause	Type
	≤15 μm	>15 μm up to 100 μm	>100 μm up to 250 μm			
Tensile strength (either direction) Minimum value				MPa	10 ^b	1a, 1b and 2
- Initial value	180 ^a	120	95			
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	130 ^a	100	90			1b and 2
	110 ^a	90	85			
Elongation at break (either direction) Minimum value				%	10 ^b	1a, 1b and 2
- Initial value	35 ^a	40	40			
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	20 ^a	20	20			1b and 2
	10 ^a	10	10			
Dimensional change (shrinkage either direction)	1,3	1,0	0,8	%	23 (150 °C, 15 min)	1a, 1b and 2
	6,5	3,5	1,6		23 (200 °C, 10 min)	1a, 1b and 2
Electric strength	See Tables 3 and 4				18.1, a.c. ^d	1a, 1b and 2
					18.2, d.c.	2

^a No requirement for film thicknesses below 5 μm.

^b Rate of extension 100 mm/min, reference lines 100 mm apart.

^c Exposure to unsaturated damp heat (unsaturated pressurized vapour), 120 °C, 85 % r.h. according to Clauses 3 to 9 in IEC 60068-2-66.

^d Method to use 6 mm diameter electrodes. For materials of thicknesses 100 μm or less, tests shall be made in air using a rate of rise of voltage of 500 V/s. For materials thicker than 100 μm, tests shall be made in transformer oil in accordance with IEC60243-1.

Table 3 – Electric strength (a.c. test) for all types

Nominal thickness μm	Minimum electric strength V/μm		IEC 60674- 2 Test method Subclause
	23 °C	150 °C	
6	-	-	18.1 Using 6 mm diameter electrodes
9	-	-	
12	-	-	
16	290 ^a	230 ^c	
20	260 ^a	190 ^c	
25	235 ^a	170 ^c	
38	190 ^a	140 ^c	
50	160 ^a	120 ^c	
75	125 ^a	100 ^c	
100	100 ^a	80 ^c	
125	80 ^b	70 ^c	
188	65 ^b	50 ^c	
250	60 ^b	40 ^c	
^a in air. ^b in mineral transformer oil. ^c in silicone transformer oil.			

Table 4 – Electric strength (d.c. test) type 2 only

Nominal thickness μm	Minimum breakdown voltage Central value V	Not more than two of the 21 results shall be below V	Not more than one of the 21 results shall be below V
4	1200	500	100 ^a
5	1200	500	200 ^a
6	1800	1200	1000 ^a
12	5900	3600	3000
^a This value is only for information. The actual value shall be agreed between purchaser and manufacturer.			

7.3 Other properties

7.3.1 Thermal endurance

Thermal endurance for types 1a and 1b films ($\geq 25 \mu\text{m}$) shall be measured according to IEC 60216-5.

RTE $\geq 160^*$

* End point criterion: 50 % retention of tensile strength.

Reference material: PPS (Polyphenylene Sulfide) film having approximately the same thickness as the subject material and an ATE in accordance with IEC 60216-5, Subclause 3.1.4.

Ageing temperatures of 180 °C, 200 °C and 220 °C are recommended.

There is no thermal endurance requirement for type 2 films.

7.3.2 Burning characteristics

No requirement.

8 Roll characteristics for all types

8.1 Roll diameter/film length

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

8.2 Windability/sag

8.2.1 General

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

8.2.2 For films of width less than 150 mm

Method A shall be used.

8.2.3 For films of width 150 mm and above

Method B shall be used.

Table 5 – Windability

Property	Type 1	Type 2
Bias/camber	<10 mm	<10 mm
Sag (tension 5 MN/m ²)	<5 mm	<2 mm

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.

8.3 Joins

Where joins (splices) are permitted, their construction shall conform to the requirements given in Subclause 3.3 of IEC 60674-1. Breaks (unjoined pieces) shall also be indicated so as to be clearly visible when viewed from the end face of the roll.

The number of joins (splices) or breaks in each roll shall not exceed the values given in Table 6.

Table 6 – Maximum permissible number of joins or breaks per roll

Film thickness μm	Width ≤50 mm Outer diameter ≤250 mm	Width >50 mm Outer diameter ≤250 mm	Width >50 mm Outer diameter >250 mm – 400 mm
2; 3; 3,5; 4	6	4	6
5; 6	5	4	5
8	4	3	4
10	4	3	4
≥12	4	3	3
NOTE There is no requirement for films <2 μm.			

8.4 Roll width

The maximum difference between the film width measured according to Clause 5 of IEC 60674-2 and the roll width excluding the core (expressed in millimetres) shall be according to Table 7.

Table 7 – Film width

Nominal film width mm	Requirement Maximum difference mm
<150	0,5
150 to 300	1,0
≥300	2,0

8.5 Cores

The preferred core inner diameters are 76 mm and 152 mm.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60674-3-8:2011+AMD1:2016 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Classification	18
4 Désignation	19
5 Exigences générales	19
6 Dimensions	19
6.1 Epaisseur	19
6.2 Largeur	19
7 Propriétés	20
7.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur	20
7.2 Propriétés dépendantes de l'épaisseur	21
7.3 Autres propriétés	22
7.3.1 Endurance thermique	22
7.3.2 Caractéristiques de combustion	23
8 Caractéristiques des rouleaux pour tous les types	23
8.1 Diamètre des rouleaux/longueur de film	23
8.2 Aptitude à l'enroulement/fléchissement	23
8.2.1 Généralités	23
8.2.2 Pour les films dont la largeur est inférieure à 150 mm	23
8.2.3 Pour les films dont la largeur est supérieure ou égale à 150 mm	23
8.3 Joints	23
8.4 Largeur du rouleau	24
8.5 Mandrins	24
Tableau 1 – Propriétés indépendantes de l'épaisseur	20
Tableau 2 – Propriétés dépendantes de l'épaisseur	21
Tableau 3 – Rigidité électrique (essai en courant alternatif) pour tous les types	22
Tableau 4 – Rigidité électrique (essai en courant continu) pour le type 2 uniquement	22
Tableau 5 – Aptitude à l'enroulement	23
Tableau 6 – Nombre maximal admissible de joints ou de ruptures par rouleau	24
Tableau 7 – Largeur du film	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILMS PLASTIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 8: Films de polynaphtalate d'éthylène (PEN), à orientation bi-axiale équilibrée, utilisés dans l'isolation électrique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60674-3-8 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2011-07) [documents 15/631/FDIS et 15/643/RVD] et son amendement 1 (2016-11) [documents 15/738/CDV et 15/761/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.