

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**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 © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60674-3-8

Edition 1.0 2011-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**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

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 29.035.20

ISBN 978-2-88912-587-6

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	10
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.....	11
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.

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

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

FDIS	Report on voting
15/631/FDIS	15/643/RVD

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

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 this publication 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.

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.

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	
- Initial value	180 ^a	120	95			1a, 1b and 2
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	130 ^a	100	90			1a
	110 ^a	90	85			1b and 2
Elongation at break (either direction) Minimum value				%	10 ^b	
- Initial value	35 ^a	40	40			1a, 1b and 2
- After exposure to unsaturated damp heat for 96 h ^c	20 ^a	20	20			1a
	10 ^a	10	10			1b and 2
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 $\text{V}/\mu\text{m}$		IEC 60674- 2 Test method Subclause
	23 °C	150 °C	
6	-	-	18.1 Using 6 mm diameter electrodes ^a in air. ^b in mineral transformer oil. ^c in silicone transformer oil.
9	-	-	
12	-	-	
16	405 ^a	230 ^c	
20	360 ^a	190 ^c	
25	305 ^a	170 ^c	
38	235 ^a	140 ^c	
50	190 ^a	120 ^c	
75	150 ^a	100 ^c	
100	120 ^a	80 ^c	
125	95 ^b	70 ^c	
188	80 ^b	50 ^c	
250	70 ^b	40 ^c	

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.

$\text{RTE} \geq 160^*$

* 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.

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.....	22
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.....	23
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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15/631/FDIS	15/643/RVD

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

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

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

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

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

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 (CEI 60674-1).

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

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

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

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

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).

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

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

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

CEI 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 la CEI 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 la CEI 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 la CEI 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 la CEI 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 la CEI 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 la CEI 60674-1 sauf pour les applications de finition d'encoches pour lesquelles sur une largeur inférieure à 25 mm une tolérance de $x_{-0,3}^{0,0}$ mm est spécifiée comme alternative.

7 Propriétés

7.1 Propriétés indépendantes de l'épaisseur

Tableau 1 – Propriétés indépendantes de l'épaisseur

Propriétés	Exigences	Unités	CEI 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	CEI 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				MPa	10 ^b	1a, 1b et 2
- Valeur initiale	180 ^a	120	95			
- 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				%	10 ^b	1a, 1b et 2
- Valeur initiale	35 ^a	40	40			
- 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 la CEI 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 la CEI 60243-1.						

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

Epaisseur nominale μm	Rigidité électrique minimale $\text{V}/\mu\text{m}$		CEI 60674- 2 Méthodes d'essai Paragraphe
	23 °C	150 °C	
6	-	-	18.1 Utilisant des électrodes de 6 mm de diamètre
9	-	-	
12	-	-	
16	405 ^a	230 ^c	^a dans l'air.
20	360 ^a	190 ^c	
25	305 ^a	170 ^c	
38	235 ^a	140 ^c	^b dans de l'huile minérale pour transformateur.
50	190 ^a	120 ^c	
75	150 ^a	100 ^c	
100	120 ^a	80 ^c	^c dans de l'huile silicone pour transformateur.
125	95 ^b	70 ^c	
188	80 ^b	50 ^c	
250	70 ^b	40 ^c	

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

Epaisseur 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 la CEI 60216-5.

$\text{RTE} \geq 160^*$

* 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 la CEI 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 la CEI 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 la CEI 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

Épaisseur 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 la CEI 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	0,5
150 à 300	1,0
≥300	2,0

8.5 Mandrins

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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