

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61857-21

Deuxième édition
Second edition
2004-08

**Systèmes d'isolation électriques –
Procédures d'évaluation thermique –**

**Partie 21:
Exigences particulières pour les modèles
d'usage général –
Applications aux enroulements à fil**

**Electrical insulation systems –
Procedures for thermal evaluation –**

**Part 21:
Specific requirements for general-
purpose models – Wire-wound applications**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61857-21:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61857-21

Deuxième édition
Second edition
2004-08

**Systèmes d'isolation électriques –
Procédures d'évaluation thermique –**

**Partie 21:
Exigences particulières pour les modèles
d'usage général –
Applications aux enroulements à fil**

**Electrical insulation systems –
Procedures for thermal evaluation –**

**Part 21:
Specific requirements for general-
purpose models – Wire-wound applications**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Termes et définitions	10
4 Construction.....	10
4.1 Information générale.....	10
4.2 Eléments constitutifs du modèle	12
4.3 Assemblage du modèle	14
5 Nombre d'éprouvettes	16
6 Procédures d'essai.....	16
6.1 Généralités	16
6.2 Essais de vérification initiale.....	16
6.3 Essai d'endurance thermique.....	18
7 Critère de fin de vie	22
8 Analyse, compte rendu et classification	22
Figure 1 – Schéma d'un châssis de GPM	24
Figure 2 – Schéma de fabrication d'un châssis de GPM-TC.....	26
Figure 3 – Photos d'éprouvettes de GPM et de GPM-TC	28
Tableau 1 – Essai diélectrique préalable pour GPM-TC	18
Tableau 2 – Essai de diagnostic diélectrique pour GPM-TC	20

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	11
4 Construction.....	11
4.1 General information.....	11
4.2 Model components	13
4.3 Assembly of the model	15
5 Number of test objects.....	17
6 Test procedures	17
6.1 General.....	17
6.2 Initial screening tests.....	17
6.3 Thermal endurance test.....	19
7 End-of-life criterion.....	23
8 Analyzing, reporting and classification.....	23
Figure 1 – Schematic drawing of a GPM frame.....	25
Figure 2 – Manufacturing drawing of a GPM-TC frame.....	14
Figure 3 – Photos of GPM and GPM-TC test objects	29
Table 1 – Initial dielectric tests for GPM-TC	19
Table 2 – Dielectric diagnostic tests for GPM-TC	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUES – PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –

Partie 21: Exigences particulières pour les modèles d'usage général – Applications aux enroulements à fil

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61857-21 a été établie par le comité d'études 98 de la CEI: Systèmes d'isolation électriques (SIE).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1998. La présente édition constitue une révision technique en fusionnant les Parties 23 et 21.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –
PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –****Part 21: Specific requirements for general-purpose models –
Wire-wound applications**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61857-21 has been prepared by IEC technical committee 98: Electrical insulation systems (EIS).

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998. This edition constitutes a technical revision by merging Part 23 into Part 21.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
98/214/FDIS	98/223/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.

La CEI 61857 comprend les parties suivantes, sous le titre général: *Systèmes d'isolation électrique – Procédures d'évaluation thermique*

- Partie 1: Exigences générales – Basse tension
- Partie 21: Exigences particulières pour les modèles d'usage général – Applications aux enroulements à fil
- Partie 22: Exigences particulières pour modèle de bobine encapsulée – Système d'isolation électrique (SIE) à enroulements à fil
- Partie 31: Procédures d'évaluation thermique de courte durée *Procedures for short time thermal evaluation*¹

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

¹ Cette partie est actuellement au stade de Committee Draft.

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

FDIS	Report on voting
98/214/FDIS	98/223/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.

IEC 61857 consists of the following parts, under the general title: *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation*

- Part 1: General requirements – Low-voltage
- Part 21: Specific requirements for general-purpose models – Wire-wound applications
- Part 22: Specific requirements for encapsulated-coil model – Wire-wound electrical insulation system (EIS)
- Part 31: Procedures for short time thermal evaluation¹

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

¹ This part is currently at the Committee Draft stage.

INTRODUCTION

Une série de parties de la CEI 61857 est en cours de développement. Chacune de ces parties concernera une éprouvette et/ou une application particulière avec une procédure d'essai associée.

La présente partie de la CEI 61857 fixe une procédure pour évaluer les systèmes à enroulements à fils, en utilisant les modèles d'usage général lorsque l'application est inconnue.

Des parties complémentaires seront développées en coopération avec les comités d'études de la CEI responsables de matériels selon la fonction correspondant au concept de comité horizontal.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61857-21:2004

INTRODUCTION

A series of parts of IEC 61857 is being developed, each of which will address a specific test object and/or application with an associated test procedure.

This part of IEC 61857 provides a procedure for the evaluation of wire-wound systems, using general-purpose models, where the application is unknown.

As a function of the horizontal committee concept, additional parts will be developed in cooperation with IEC technical committees responsible for equipment.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61857-21:2004

Withd 21

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUES – PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –

Partie 21: Exigences particulières pour les modèles d'usage général – Applications aux enroulements à fil

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61857 décrit un modèle d'usage général (GPM) et un modèle alternatif à chemin haut (GPM-TC) qui peuvent être utilisés pour évaluer les SIE à enroulements à fil quand les produits électrotechniques spécifiques ne sont pas disponibles ou pas requis.

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 60455 (toutes les parties), *Composés réactifs à base de résine utilisés comme isolants électriques*

CEI 60464 (toutes les parties), *Vernis utilisés pour l'isolation électrique*

CEI 60505, *Evaluation et qualification des systèmes d'isolation électriques*

CEI 61857-1, *Systèmes d'isolation électriques – Procédures d'évaluation thermique – Partie 1: Exigences générales – Basse tension*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60505 et la CEI 61857-1 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

isolation par rapport à la terre

MIE utilisé pour séparer les parties conductrices de la terre

3.2

isolation entre les bobines

MIE utilisé pour séparer des bobines adjacentes

4 Construction

4.1 Information générale

Les modèles à usage général sont utiles pour évaluer la compatibilité des matériaux isolants électriques qui sont utilisés dans un système d'isolation électrique candidat. Un modèle GPM n'est pas capable de simuler l'influence des véritables processus de fabrication tels que les techniques de bobinage. Par conséquent, l'influence du processus de fabrication sera minimale. Un modèle GPM peut être assemblé à la main en utilisant des moyens simples.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –

Part 21: Specific requirements for general-purpose models – Wire-wound applications

1 Scope

This part of IEC 61857 describes a general-purpose model (GPM) and a tall channel alternative model (GPM-TC) which can be used for the evaluation of wire-wound EIS where specific electrotechnical products are not available or required.

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 60455 (all parts), *Resin based reactive compounds used for electrical insulation*

IEC 60464: (all parts), *Varnishes used for electrical insulation*

IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC 61857-1, *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation – Part 1: General requirements – Low-voltage*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60505 and IEC 61857-1 as well as the following definitions apply.

3.1

ground insulation

EIM used to separate conducting parts from ground

3.2

coil-to-coil insulation

EIM used to separate adjacent coils of winding wires

4 Construction

4.1 General information

General-purpose models are useful in evaluating the compatibility of the electrical insulation materials (EIM) being used in a candidate EIS. A GPM is not capable of simulating the influence of actual manufacturing processes such as winding techniques. Consequently, the influence of the manufacturing processes will be minimal. A GPM may be assembled by hand using simple facilities.

Les composants essentiels des modèles à usage général constituent soit deux bobines (GPM) soit trois bobines (GPM-TC) montées dans la même paire de chemins, représentant ainsi les enroulements dans la fenêtre d'un transformateur, ou les enroulements dans les encoches d'un moteur ou d'une génératrice, et un matériau isolant électrique placé entre le ou les appariements de bobines et dans l'emplacement compris entre la bobine et le châssis représentant respectivement l'isolation entre les bobines et l'isolation par rapport à la terre.

Les chemins, représentatifs des couches dans un produit électrotechnique, doivent être formés de tôles d'acier inoxydable disposées de manière appropriée et fixées à la base. Un ou plusieurs matériaux isolants électriques et/ou différentes épaisseurs de matériaux isolants électriques peuvent être utilisés dans la construction comme isolation par rapport à la terre. Pour chaque bobine, deux isolateurs doivent également être fixés à la base.

Les bobines doivent être bobinées avec deux fils de bobinage en parallèle (enroulement bifilaire). Il est recommandé que les ensembles de bobinages remplissent les chemins. Chaque bobine peut être bobinée avec un type différent de conducteur isolé et chaque type de conducteur isolé doit être en contact avec l'isolation par rapport à la terre et avec l'isolation entre les bobines. Les bobines doivent être reliées aux isolateurs de façon à faciliter l'essai diélectrique entre les bobines et le châssis, entre les bobines, et entre les conducteurs.

Voir soit la Figure 1 pour les principes de construction du GPM, soit la Figure 2 pour les principes de construction du GPM-TC.

4.2 Eléments constitutifs du modèle

a) Châssis:

Le châssis du modèle est constitué d'un support métallique rigide servant de base muni d'isolateurs adaptés, en porcelaine ou en tout autre matériau approprié, boulonnés à une extrémité, et de deux chemins formés d'une feuille intérieure et d'une feuille extérieure, boulonnés à l'autre extrémité. Voir la Figure 1 ou la Figure 2 pour les dimensions particulières. La base de support est percée de trous pour fixer le modèle quand une contrainte mécanique est appliquée (vibrations). La partie avec les chemins montés contient deux ou trois bobines isolées du châssis par une isolation par rapport à la terre, isolées entre elles par une isolation entre les bobines, et maintenues en place par des cales de fermeture de chemin.

b) Bobines:

Chaque bobine doit être bobinée avec des conducteurs isolés parallèles pour l'essai diélectrique entre conducteurs. Les bobines peuvent être bobinées à la machine ou à la main sur des broches ou sur des gabarits. Les extrémités des enroulements parallèles doivent être isolées pour permettre des essais fil à fil.

Lorsque le GPM-TC est utilisé pour évaluer plus d'un type de conducteur isolé, le matériau isolant électrique en cours d'évaluation pour l'isolation entre les bobines doit être placé de telle sorte que chaque matériau isolant électrique soit en contact avec chaque type de conducteur isolé.

c) Conducteur isolé:

Film revêtu épais. Les dimensions préférentielles du fil sont de 1,0 mm à 1,12 mm.

d) MIE:

Le matériau isolant électrique est utilisé comme isolant par rapport à la terre dans le chemin et comme isolant entre les bobines. Le matériau isolant électrique qualifié pour l'isolation par rapport à la terre ou entre les bobines dans un système d'isolation électrique peut être utilisé pour l'un ou l'autre de ces cas. Un matériau isolant électrique doit représenter l'épaisseur à évaluer. Le matériau isolant électrique qui est placé entre les bobines doit avoir une largeur suffisante pour constituer une barrière isolante suffisante réelle entre les bobines. Les matériaux isolants électriques qui sont situés dans la partie semi-circulaire doivent être mis en forme par découpe ou par toute autre technique pour suivre l'arrondi des bobines et dépasser la largeur des bobines de conducteur isolé.

The essential components of general-purpose models are either two coils (GPM) or three coils (GPM-TC) mounted in the same pair of channels, thus representing the windings in the window of a transformer, or the windings in the slots of a motor or generator, and EIM placed between the pairing(s) of coils and the coil-to-frame location representing coil-to-coil insulation and ground insulation respectively.

The channels, representative of the laminations in an electrotechnical product, shall be formed of stainless steel plates in an appropriate manner and fixed to the base. One or more EIM and/or different thicknesses of EIM may be used as ground insulation in the construction. Two insulators for each coil shall be fixed to the base.

The coils shall be wound with two winding wires in parallel (bifilar winding). The sets of windings should fill the channels. Each coil may be wound with a different type of winding wire and each type of winding wire shall be in contact with the ground insulation and coil-to-coil insulation. The coils shall be connected to the insulators so as to facilitate the dielectric testing from coil-to-frame, coil-to-coil, and conductor-to-conductor.

Refer to Figure 1 for the principles of construction of the GPM; refer to Figure 2 for principles of construction of the GPM-TC.

4.2 Model components

a) Frame:

The frame consists of a rigid supporting metal base with suitable stand-off insulators of porcelain or other appropriate material bolted to one end, and with two channels, formed by an inner and outer sheet, bolted to the other end. See Figure 1 or 2 for specific dimensions. The supporting base has holes for mounting the model during application of mechanical stress (vibration). The assembled channel portion contains two or three coils insulated from the frame by ground insulation, insulated from each other by coil-to-coil insulation and held in place by channel wedges.

b) Coils:

Each coil shall be wound with parallel winding wires for the conductor-to-conductor dielectric test. Coils may be machine-wound, or hand-wound on pins or forms. The ends of the parallel windings shall be isolated to allow conductor-to-conductor testing.

When the GPM-TC is being used to evaluate more than one type of winding wire, the EIM being evaluated as coil-to-coil insulation must be placed such that each EIM is in contact with each type of winding wire.

c) Winding wire:

Heavy film-coated. A wire size of 1,0 mm to 1,12 mm is preferred.

d) EIM:

EIM is used as ground insulation in the channel and as coil-to-coil insulation. EIM qualified as either ground insulation or coil-to-coil insulation in an EIS may be used in either case. EIM shall represent the thickness to be evaluated. EIM placed between the coils shall be of sufficient width to provide a complete insulation barrier between the coils. The EIMs in the semicircular section shall be shaped, by cutting or other technique, to follow the curve of the coils and extend wider than the width of the wire wound coils. When the GPM-TC is being used to evaluate the performance of two sets of EIM, it is

Lorsque le modèle GPM-TC est utilisé pour évaluer les performances de deux ensembles de matériau isolant électrique, il est essentiel que chaque type de matériau isolant électrique soit en contact avec chaque type de conducteur isolé. Si le matériau isolant électrique qui est placé entre les bobines supérieure et intermédiaire n'est pas le même que celui qui est placé entre les bobines intermédiaire et inférieure, alors le conducteur isolé de la bobine supérieure doit être le même que celui de la bobine inférieure. La bobine intermédiaire peut être bobinée avec un autre conducteur isolé.

e) Cales de fermeture des chemins:

Les cales doivent être suffisamment rigides pour maintenir les bobines dans les chemins. Une extrémité de la cale doit être arrondie pour faciliter le passage dans les chemins.

f) Corde de fretage et/ou ruban de qualité électrique.

g) S'ils constituent un composant du système d'isolation électrique, la résine et le vernis isolant électrique doivent être conformes à la CEI 60455 ou à la CEI 60464.

4.3 Assemblage du modèle

a) Chaque bobine doit être bobinée sur un gabarit doté de faces parallèles et de demi-cercles à chacune de ses extrémités. Les faces parallèles doivent avoir une longueur de 65 mm, et les demi-cercles un diamètre de 45 mm. Chaque bobine doit être composée d'un nombre suffisant de spires de conducteur isolé pour remplir la moitié (GPM) ou un tiers (GPM-TC) de l'espace pris par le chemin pour l'isolation et la cale. Les extrémités non connectées doivent être préparées en coupant une extrémité de chacun des fils de la paire en laissant une longueur de 5 mm à partir de la bobine au voisinage du centre d'un des demi-cercles. Les deux extrémités non connectées doivent être séparées l'une de l'autre et de la bobine par au moins 5 mm pour garantir l'isolation et permettre les essais diélectriques entre conducteurs. Une longueur suffisante des autres extrémités du conducteur doit être amenée de la partie droite de la bobine pour le raccordement aux isolateurs. Chacune des bobines doit être maintenue en place à l'aide d'une corde de fretage ou d'un ruban de qualité électrique.

b) Avant l'assemblage, chaque élément métallique du modèle doit être totalement propre et sec. Ces éléments métalliques doivent être assemblés avec soin en s'assurant que les chemins sont égaux en largeur et ont leurs faces parallèles. Un moyen simple pour y arriver est de couper deux blocs de bois de la même largeur que les ouvertures des chemins et de centrer les chemins en plaçant les blocs dans les chemins avant de serrer les boulons de fixation.

c) L'isolant du chemin doit être découpé dans un morceau de matériau isolant électrique d'épaisseur à évaluer, mesurant 65 mm de côté pour un GPM ou 65 mm × 90 mm pour un GPM-TC, et recourbé pour s'ajuster au chemin. Cela permet de laisser dépasser le matériau isolant électrique du chemin afin de pouvoir replier l'isolant sous la cale de fermeture et d'en laisser dépasser 5 mm de chaque côté du chemin. Si plus d'un matériau isolant électrique est à utiliser dans le chemin, on doit utiliser des morceaux de taille appropriée pour réaliser un recouvrement de 5 mm pour chaque isolant par rapport à la terre du chemin à l'intérieur du chemin et permettre à l'isolant par rapport à la terre du chemin de dépasser de 5 mm de chaque côté du chemin. Il ne doit y avoir au maximum que trois matériaux isolants dans une section de chemin.

d) Lors de l'insertion des bobines, l'isolant du chemin doit être replié sur le bord supérieur du chemin vers l'extérieur pour s'assurer que le conducteur isolé n'est pas entaillé ou ne subit pas d'abrasion au moment où il est placé dans le chemin. La bobine inférieure doit être insérée dans le chemin avec les extrémités des conducteurs non connectées vers le bas et les sorties des conducteurs au-dessus de la bobine. Une fois la bobine inférieure en place, une couche d'isolant entre les bobines doit être ensuite insérée pour s'assurer que l'isolation entre bobines dans le chemin recouvre complètement la bobine inférieure pour constituer une barrière isolante suffisante réelle entre les bobines. Pour un modèle GPM-TC, la bobine intermédiaire doit alors être insérée en laissant non reliées les extrémités de l'autre côté par rapport aux extrémités non connectées de la bobine inférieure et une seconde couche d'isolant entre bobines doit être insérée pour recouvrir complètement la bobine intermédiaire. La bobine supérieure doit être insérée en laissant non reliées les extrémités de l'autre côté par rapport aux extrémités non reliées de la bobine adjacente.

essential for each type of EIM to be in contact with each type of winding wire. If the EIM placed between the top and middle coils are not the same as placed between the middle and bottom coils, then the winding wire placed into the top coil shall be the same as is placed into the bottom coil. The middle coil may be wound with an alternate winding wire.

e) Channel wedge:

The wedges shall be of sufficient stiffness to contain the coils in the channel. One end of the wedge shall be rounded to ensure easy passage through the channel.

f) Tie cord and/or electrical grade tape.

g) Electrical insulating varnish or resin, if a component of the EIS, shall conform to either IEC 60455 or IEC 60464.

4.3 Assembly of the model

- a) Each coil shall be wound on a coil former with two parallel sides and with semicircles at both ends. The parallel sides shall have a length of 65 mm and the semicircles shall have a diameter of 45 mm. Each coil shall be composed of a sufficient number of turns of winding wire to fill either half (GPM) or one-third (GPM-TC) of the channel leaving room for the insulation and the wedge. The unconnected ends shall be prepared by cutting off one end of each of the bifilar wires, leaving a length of 5 mm from the coil near the middle of one of the semicircles. The two unconnected ends shall be separated from each other and from the coil by a minimum of 5 mm to ensure isolation and allow conductor-to-conductor dielectric testing. A sufficient length of the other conductor ends shall be brought out from the straight portion of the coil for attachment to the stand-off insulators. Individual coils shall be secured with tie cord or electrical grade tape.
- b) Before assembly, each metal component of the model shall be completely clean and dry. These metal components shall be carefully assembled ensuring that the channels are equal in width and the sides parallel. A simple procedure for this is to cut two wooden blocks equal in width to the channel openings and to centre the channels by placing the blocks in the channels prior to tightening the hold-down bolts.
- c) The channel insulation shall be cut from a piece of the EIM of the thickness to be evaluated as a 65 mm square for a GPM or a 65 mm × 90 mm rectangle for a GPM-TC and bent to fit the channel. This allows the EIM to project out of the top of the channel so it can be folded under the wedge and to project 5 mm from each end of the channel. If more than one EIM is to be used on the channel, appropriately sized pieces shall be used to provide a 5 mm overlap of each ground insulation within the channel and allow the ground insulation to project 5 mm from each end of the channel. A maximum of three EIMs shall be placed into a channel section.
- d) When inserting the coils, the channel insulation shall be folded back over the top edge of the channel to ensure that the winding wire is not nicked or abraded when being placed in the channel. The bottom coil shall be inserted into the channel with the unconnected conductor ends facing down and the leads at the top of the coil. After the bottom coil is in place, a layer of coil-to-coil insulation shall then be inserted to ensure that the coil-to-coil insulation within the channel completely covers the bottom coil to provide a complete insulating barrier between coils. For a GPM-TC model, the middle coil shall then be inserted with the unconnected ends on the opposite side from the unconnected ends of the bottom coil and a second layer of coil-to-coil insulation shall be inserted to completely cover the middle coil. The top coil shall be inserted with the unconnected ends on the opposite side from the unconnected ends of the adjacent coil. If more than one EIM is to

Si plus d'un matériau isolant électrique doit être évalué dans un emplacement entre les bobines, on doit utiliser des morceaux de taille appropriée pour réaliser un recouvrement de 5 mm pour chaque matériau isolant électrique et un dépassement de 5 mm de chaque côté du chemin. Le matériau isolant électrique qui est placé entre les bobines dans les sections semi-circulaires en bout doit recouvrir le matériau isolant électrique dépassant de la section de chemin. Lorsque les bobines et les couches d'isolants entre bobines sont en place, les bords de l'isolant du chemin doivent être repliés sur le dessus de la bobine supérieure, et la cale de fermeture insérée au-dessus de l'isolant du chemin. Les cales doivent mesurer au moins 10 mm de largeur et 75 mm de longueur.

- e) Les fils doivent être mesurés afin de se terminer au niveau des bornes isolées. Les derniers 15 mm des fils doivent être dénudés de leur isolant et peuvent être étamés en leur extrémité avec de la soudure avant d'être reliés aux bornes isolées. Chaque fil doit être connecté à une borne. Lorsque cela semble approprié, avant un traitement quelconque par vernis ou résine, les bobines peuvent être contrôlées quant à la continuité de l'isolation par un essai fil à fil conformément à 6.1.
- f) Lorsque cela semble approprié, le traitement par vernis ou résine doit être effectué avec le même matériau d'imprégnation que celui envisagé pour la production, et il doit être cuit selon les recommandations du fabricant.
- g) Pour chaque température d'exposition, une série d'éprouvettes est boulonnée sur un châssis en aluminium rigide de 15 mm d'épaisseur environ. Le châssis doit être construit avec de larges ouvertures entre les éprouvettes de manière à ne pas empêcher la circulation de l'air. Il convient que ce châssis soit dimensionné de façon à entrer dans les étuves et dans la chambre de condensation et qu'il puisse être fixé sur la table vibrante.

5 Nombre d'éprouvettes

Le nombre minimal d'éprouvettes dans un groupe pour chaque température de vieillissement doit être de dix.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

Toutes les éprouvettes doivent être soumises à des vérifications initiales qui sont suivies de cycles d'essai d'endurance thermique constitués de sous-cycles répétés selon l'ordre suivant:

- a) un sous-cycle d'endurance thermique;
- b) un sous-cycle de contraintes mécaniques de diagnostic préalable, de choc thermique, et d'une exposition à l'humidité, dans cet ordre;
- c) un essai de diagnostic diélectrique.

6.2 Essais de vérification initiale

6.2.1 Généralités

Avant d'être exposées à une température élevée lors du premier sous-cycle de vieillissement thermique, toutes les éprouvettes doivent être soumises à une séquence d'essais de vérification initiale dans le but d'éliminer les éprouvettes défectueuses. Les essais de vérification initiale doivent consister à effectuer les étapes suivantes et doivent être conduites dans l'ordre indiqué:

- a) inspection visuelle;
- b) essai diélectrique initial (voir 6.2.2);
- c) contraintes mécaniques (voir 6.3.3);

be evaluated in a coil-to-coil location, appropriately sized pieces shall be used to provide a 5 mm overlap of each EIM and to project 5 mm from the end of each channel. EIM placed between the coils in the semicircular end sections shall overlap the EIM projecting from the channel section. With the coils and coil-to-coil insulation in place, the ends of the channel insulation shall be folded over the top of the top coil and the wedge inserted on top of the channel insulation. The wedges shall be at least 10 mm wide and 75 mm long.

- e) The leads shall be measured to terminate at the insulated terminals. An appropriate portion of the leads shall be stripped of insulation and may be tinned at the end with solder before connecting to the terminals. Each lead shall be connected to an individual terminal. When appropriate, prior to any varnish or resin treatment, the coils may be checked for insulation continuity by a conductor-to-conductor test according to 6.1.
- f) When appropriate, the varnish or resin treatment shall be performed using the same impregnating material as anticipated in production, and cured according to the manufacturer's recommendations.
- g) For each exposure temperature, a set of test objects is bolted to a rack made of rigid aluminium approximately 15 mm thick. The rack shall be constructed with large openings between the test objects so that air circulation is not impeded. The rack should be sized to fit the ovens and condensation chamber, and be capable of being secured to the vibration table.

5 Number of test objects

The minimum number of test objects in a group for each ageing temperature shall be ten.

6 Test procedures

6.1 General

All test objects shall be subjected to initial screening tests followed by repeated thermal endurance test cycles consisting of sub-cycles in the following order:

- a) a thermal ageing sub-cycle;
- b) a sub-cycle of pre-diagnostic mechanical stress, thermal shock, and moisture exposure, in that order;
- c) a dielectric diagnostic test.

6.2 Initial screening tests

6.2.1 General

Prior to exposure to an elevated temperature on the first thermal ageing sub-cycle, all test objects shall be subjected to initial screening tests in order to eliminate defective test objects. The initial screening tests shall consist of the following steps and shall be conducted in the order given:

- a) visual inspection;
- b) initial dielectric test (see 6.2.2);
- c) mechanical stress (see 6.3.3);

- d) choc thermique, comme requis (voir 6.3.4);
- e) exposition à l'humidité (voir 6.3.5);
- f) essai de diagnostic diélectrique (voir 6.3.6).

6.2.2 Essai diélectrique préalable

L'essai de vérification initiale qui utilise des techniques diélectriques doit être effectué sur chaque modèle avant d'appliquer des contraintes supplémentaires de diagnostic préalable et de vieillissement thermique (voir Tableau 1).

Tableau 1 – Essai diélectrique préalable

Matériau isolant électrique sous contrainte	Tension V	Critère d'acceptation
Entre conducteurs	400 ± 40	≤ 40 mA
Entre bobines ^a	2 000 ± 100	≤ 40 mA
Entre les bobines et le châssis	2 000 ± 100	≤ 40 mA
^a Pour les éprouvettes GPM-TC, essayer séparément la bobine du haut et la bobine du bas.		

- La tension d'essai diélectrique préalable doit être appliquée pendant au moins 60 s.
- La fréquence de la tension d'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

NOTE L'application instantanée de la tension maximale n'est pas recommandée. Il est recommandé que les protections contre les tensions de chocs soient incluses dans le circuit d'essai pour supprimer les pics involontaires de tension élevée.

Pour les éprouvettes évaluées par application de la tension, des coupe-circuit électromécaniques de surintensité pré-calibrée avec un temps de déclenchement de 2 s à 3 s ont été utilisés avec succès pour détecter les défaillances.

La raison de la défaillance doit être déterminée. Lorsque la défaillance intervient dans le système d'isolation électrique, on doit éliminer cette éprouvette pour la suite des essais. Lorsque la défaillance ne provient pas du système d'isolation électrique et qu'elle peut être réparée sans perturber le système d'isolation électrique, on peut soumettre cette éprouvette de nouveau à l'essai et reprendre le programme d'essai si elle passe l'essai.

6.3 Essai d'endurance thermique

6.3.1 Cycle d'essai d'endurance

Après les essais de vérification initiale, toutes les éprouvettes doivent être soumises à des cycles d'essais d'endurance thermique constitués de sous-cycles répétés, réalisés dans l'ordre suivant:

- a) sous-cycle de vieillissement thermique,
- b) sous-cycle de contrainte mécanique,
- c) sous-cycle de choc thermique,
- d) sous-cycle d'exposition à l'humidité,
- e) essai de diagnostic diélectrique.

6.3.2 Vieillissement thermique

Le vieillissement thermique, comprenant le choix de la température de vieillissement, les durées de vieillissement initial et les procédures de vieillissement, doit être réalisé conformément à 6.3 de la CEI 61857-1. Les étuves doivent être utilisées comme moyens de chauffage, conformément à 6.3.4 de la CEI 61857-1.

- d) thermal shock, as required (see 6.3.4);
- e) moisture exposure (see 6.3.5);
- f) dielectric diagnostic test (see 6.3.6).

6.2.2 Initial dielectric test

The initial screening test utilizing dielectric techniques shall be performed on each test object prior to application of other pre-diagnostic stresses and thermal ageing (see Table 1).

Table 1 – Initial dielectric tests

Stressed EIM	Voltage V	Acceptance criteria
Conductor-to-conductor	400 ± 40	≤ 40 mA
Coil-to-coil ^a	2 000 ± 100	≤ 40 mA
Coil-to-frame	2 000 ± 100	≤ 40 mA
^a Test the top-to-middle coil separately from the middle-to-bottom coil on GRM-TC test objects.		

- Initial dielectric test voltage shall be applied for a minimum of 60 s.
- The frequency of the test voltage shall be between 48 Hz and 62 Hz.

NOTE Instantaneous application of full voltage is not recommended. It is recommended that surge protectors be included in the test circuit to eliminate unintended high voltage spikes.

For test objects evaluated by applied voltage, pre-calibrated electromechanical over-current circuit-breakers with a trip time of 2 s to 3 s have been used successfully to detect failure.

The cause of failure shall be determined. When the failure is within the EIS it shall eliminate that test object from further testing. When the failure is not within the EIS and it can be repaired without disturbing the EIS, that test object may be retested and returned to the test program if it passes.

6.3 Thermal endurance test

6.3.1 Endurance test cycle

Following the initial screening tests, all test objects shall be subjected to repeated thermal endurance test cycles consisting of sub-cycles in the following order:

- a) thermal ageing sub-cycle,
- b) mechanical stress sub-cycle,
- c) thermal shock sub-cycle,
- d) moisture exposure sub-cycle,
- e) dielectric diagnostic test.

6.3.2 Thermal ageing

Thermal ageing, comprising selection of ageing temperature, initial ageing periods and ageing procedures, shall be conducted in accordance with 6.3 of IEC 61857-1. Ovens shall be used as the means of heating in accordance with 6.3.4 of IEC 61857-1.

6.3.3 Contrainte mécanique

La contrainte mécanique doit être appliquée en montant des éprouvettes sur une table vibrante et en les exposant pendant une durée de (60 ± 5) min à des vibrations sinusoïdales à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz, avec une accélération de $(15 \pm 3) \text{ ms}^{-2}$. Aucune tension ne doit être appliquée pendant ce laps de temps.

6.3.4 Choc thermique

Sauf accord entre toutes les parties intéressées, les systèmes d'isolation électrique de référence et candidat doivent tous deux être exposés à des chocs thermiques à basse température. Les chocs thermiques doivent être appliqués en plaçant les éprouvettes dans une chambre à basse température de $(-20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant au moins 2 h. Aucune tension ne doit être appliquée pendant ce laps de temps.

6.3.5 Exposition à l'humidité

L'essai d'exposition à l'humidité avec condensation visible doit être appliqué conformément à 6.6 de la CEI 61857-1.

6.3.6 Essai de diagnostic diélectrique

Après chaque cycle de vieillissement et après l'ensemble de sous-cycles décrit de 6.3.3 à 6.3.5, évaluer les éprouvettes conformément à l'essai de diagnostic diélectrique défini dans le Tableau 2.

La surface de l'éprouvette doit être essuyée et exempte de toute gouttelette d'eau immédiatement avant l'application de la tension.

Tableau 2 – Essai de diagnostic diélectrique

Matériau isolant électrique sous contrainte	Tension V	Fin de vie
Entre conducteurs	110 ± 10	0,5 A à 0,75 A
Entre bobines ^a	600 ± 30	0,5 A à 0,75 A
Entre les bobines et le châssis	600 ± 30	0,5 A à 0,75 A
^a Pour les éprouvettes GPM-TC, essayer séparément la bobine du haut et la bobine du bas.		

- La tension d'essai de diagnostic diélectrique doit être appliquée pendant au moins 10 min.
- La défaillance doit correspondre au courant tel qu'il est défini ci-dessus, avant la fin de la période de temps.
- La fréquence de la tension d'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

NOTE L'application instantanée de la tension maximale n'est pas recommandée. Il est recommandé que les protections contre les tensions de chocs soient incluses dans le circuit d'essai pour supprimer les pics involontaires de tension élevée.

Des disjoncteurs électromécaniques sensibles à une surintensité, pré-calibrés avec des temps de déclenchement de 2 s à 3 s, ont été utilisés avec succès pour détecter des défaillances sur des éprouvettes soumises à la tension appliquée.

Dans le but de vérifier l'état des éprouvettes et de déterminer la fin de vie, l'essai de diagnostic diélectrique doit être appliqué après chaque exposition successive à l'humidité, soit sur l'éprouvette encore dans la chambre de condensation, soit immédiatement après son retrait alors qu'elle est encore humide.

6.3.3 Mechanical stress

Mechanical stress shall be applied by mounting test objects on a vibration table and exposing them between (60 ± 5) min of sinusoidal vibration at a frequency between 48 Hz to 62 Hz, with an acceleration of $(15 \pm 3) \text{ ms}^{-2}$. No voltage shall be applied during this period.

6.3.4 Thermal shock

Unless agreed to by all interested parties, both the reference and candidate EIS shall be exposed to a low-temperature thermal shock. Thermal shock shall be applied by placing room temperature test objects into a low-temperature chamber at $(-20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for at least 2 h. No voltage shall be applied during this period.

6.3.5 Moisture exposure

Moisture exposure, with visible condensation, shall be applied in accordance with 6.6 of IEC 61857-1.

6.3.6 Dielectric diagnostic test

Following each ageing cycle and set of sub-cycles, described in 6.3.3 through 6.3.5, evaluate the test objects in accordance with the dielectric diagnostic test given in Table 2.

The surface of the test objects shall be wiped free of any water droplets immediately before application of voltage.

Table 2 – Dielectric diagnostic tests

Stressed EIM	Voltage V	End-of-life
Conductor-to-conductor	110 ± 10	0,5 A to 0,75 A
Coil-to-coil ^a	600 ± 30	0,5 A to 0,75 A
Coil-to-frame	600 ± 30	0,5 A to 0,75 A
^a Test the top-to-middle coil separately from the middle-to-bottom coil on GPM-TC test objects.		

- Dielectric diagnostic test voltages shall be applied for a minimum of 10 min.
- Failure shall be current flow as defined above prior to completion of the time period.
- The frequency of the test voltage shall be between 48 Hz and 62 Hz.

NOTE Instantaneous application of full voltage is not recommended. It is recommended that surge protectors be included in the test circuit to eliminate unintended high voltage spikes.

For test objects evaluated by applied voltage, pre-calibrated electromechanical over-current circuit breakers with a trip time of 2 s to 3 s have been used successfully to detect failure.

In order to check the condition of the test objects and determine end-of-life, the dielectric diagnostic test shall be applied after each successive exposure to moisture either while the test objects are still in the condensation chamber or immediately after removal while still wet with moisture.

7 Critère de fin de vie

Le critère de fin de vie doit être l'impossibilité de l'éprouvette à supporter la tension appliquée pendant la période de temps requise définie dans le Tableau 2. La raison de la défaillance doit être déterminée. Lorsque la défaillance intervient dans le système d'isolation électrique, cette éprouvette doit être éliminée pour la suite des essais. Lorsque la défaillance ne provient pas du système d'isolation électrique et qu'elle peut être réparée sans perturber le système d'isolation électrique, on peut soumettre cette éprouvette de nouveau à l'essai et reprendre le programme d'essai.

8 Analyse, compte rendu et classification

L'analyse, le compte rendu et la classification doivent être conformes à l'Article 7 de la CEI 61857-1.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61857-21:2004

7 End-of-life criterion

The end-of-life criterion for individual test specimens shall be failure of a test object to hold the applied voltage for the required time period shown in Table 2. The cause of failure shall be determined. When the failure is within the EIS, it shall eliminate that test object from further testing. When the failure is not within the EIS and it can be repaired without disturbing the EIS, that test object may be retested and returned to the test program.

8 Analyzing, reporting and classification

Analyzing, reporting and classification shall be in accordance with Clause 7 of IEC 61857-1.