

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

**CEI
IEC
996**

Première édition
First edition
1989-10

**Méthode de vérification de la précision des
mesures de la tangente de l'angle de pertes
applicable aux condensateurs**

**Method for verifying accuracy of tan delta
measurements applicable to capacitors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 996: 1989

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

**CEI
IEC
996**

Première édition
First edition
1989-10

**Méthode de vérification de la précision des
mesures de la tangente de l'angle de pertes
applicable aux condensateurs**

**Method for verifying accuracy of tan delta
measurements applicable to capacitors**

© CEI 1989 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE 4

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

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**METHODE DE VERIFICATION DE LA PRECISION DES MESURES DE
LA TANGENTE DE L'ANGLE DE PERTES APPLICABLE AUX CONDENSATEURS**

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
33(BC)88	33(BC)89

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHOD FOR VERIFYING ACCURACY OF TAN DELTA MEASUREMENTS
APPLICABLE TO CAPACITORS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 33: Power capacitors.

The text of this report is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
33(C0)88	33(C0)89

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

METHODE DE VERIFICATION DE LA PRECISION DES MESURES DE LA TANGENTE DE L'ANGLE DE PERTES APPLICABLE AUX CONDENSATEURS

INTRODUCTION

Les ponts de mesure en usage chez les fabricants de condensateurs pour le mesurage des pertes (tangente delta) présentent des inexactitudes qui sont devenues une fraction notable de la lecture finale, à la suite du changement du diélectrique papier-film à film seulement. L'inexactitude est au moins égale à 10% et peut dépasser 50% de la valeur vraie. Un essai comparatif de stabilité thermique faisant appel à un condensateur factice, de pertes connues, est proposé comme méthode de vérification des pertes et de la précision du mesurage de la tangente delta pour un condensateur donné.

1 Domaine d'application

La présente méthode de vérification de la précision de la tangente delta est applicable aux condensateurs shunt et série, de fréquence assignée entre 15 Hz et 60 Hz; elle pourra être conduite au cours des essais de stabilité thermique requis, au titre des essais de type, par la norme applicable de la CEI.

2 Condensateur d'essai

En règle générale, tout condensateur dont la puissance et la tension assignées sont situées dans la gamme où la précision de mesure de la tangente de l'angle de pertes doit être évaluée peut être utilisé comme condensateur d'essai. Il est préférable d'utiliser un condensateur sans fusibles internes ni résistances de décharge afin de simplifier la construction du condensateur factice.

3 Condensateur factice

Un condensateur factice se construit en utilisant des éléments spéciaux de mêmes dimensions que pour le condensateur normal. Les armatures de ces éléments spéciaux sont court-circuitées entre elles à leurs extrémités, formant ainsi un élément résistif au lieu d'un élément capacitif. Ces éléments résistifs sont alors connectés en série.

Si le condensateur d'essai comporte des résistances de décharge et/ou des fusibles internes, des composants résistifs séparés doivent être installés dans le condensateur factice pour représenter les échauffements localisés. Il y a lieu que tous les éléments de l'isolation et la cuve soient identiques à ceux du condensateur d'essai.

Il convient que les cuves des condensateurs soient peintes pour éviter des différences de pouvoir émissif provoquées par des zones mates ou brillantes que l'on peut rencontrer sur des cuves non peintes.

METHOD FOR VERIFYING ACCURACY OF TAN DELTA MEASUREMENTS APPLICABLE TO CAPACITORS

INTRODUCTION

Bridges in use by capacitor manufacturers for measurement of losses (tan delta) have inaccuracies that have become a significant percentage of the reading as a result of the change in dielectric from paper/film to all-film. The inaccuracy is at least equal to 10% and possibly more than 50% of the actual value. As a method to verify the losses and accuracy of a tan delta measurement for a given capacitor, a comparative thermal stability test using a dummy capacitor with a known loss is proposed.

1 Scope

This method of tan delta verification is applicable to shunt and series capacitors rated 15 Hz to 60 Hz and may be run during the thermal stability type tests required by the applicable IEC standard.

2 Test capacitor

In general any capacitor with power and voltage ratings in the range for which the accuracy of a tan delta measurement is to be evaluated can be used as a test capacitor. It is preferable to use a capacitor without discharge resistors and internal fuses, as the construction of the dummy capacitor can be simplified.

3 Dummy capacitor

A dummy capacitor is constructed using special elements of the same size as the elements in the standard capacitor. The foils of these special elements are shorted together and are connected at the ends to form resistive rather than capacitive elements. These resistive elements are then connected in series.

If the test capacitor contains discharge resistors and/or internal fuses, separate resistive components should be used in the dummy capacitor to represent localized heating. All pieces of insulation and the container should be the same as for the test capacitor.

The capacitor containers should be painted to avoid possible differences in emissive power of unpainted containers due to dull or shiny areas.

4 Mesures

Il est recommandé de placer des thermocouples sur chaque face des cuves des condensateurs factices et d'essai utilisés pour la comparaison des pertes actives. Au moins trois thermocouples seront répartis uniformément sur chacun des grands côtés, avec un total d'au moins dix comme l'indique la figure 1.

Un essai de stabilité thermique s'effectue dans une ambiance à circulation naturelle. Il convient de veiller à ce que les surfaces influencées par le rayonnement du condensateur d'essai soient à la même température que celles qui sont influencées par le rayonnement du condensateur factice.

La précision de la méthode de comparaison des pertes actives sera améliorée par l'accroissement de l'échauffement; ainsi l'essai de stabilité thermique sera pratiqué à un minimum de 144% de la puissance assignée, le courant traversant le condensateur factice sera augmenté jusqu'à ce que la température moyenne de la cuve du condensateur factice égale celle du condensateur d'essai. Si le profil de température de la cuve du condensateur factice diffère de celui du condensateur d'essai, les différents courants traversant les composants résistifs (éléments, résistances de décharge, fusibles internes) du condensateur factice seront ajustés pour obtenir la similitude des profils de température. Des courants alternatifs ou continus peuvent être utilisés indifféremment pour alimenter le condensateur factice.

5 Vérification de la précision des mesures

Il convient de mesurer la tangente de l'angle de pertes du condensateur d'essai à la fin de l'essai de stabilité thermique, alors que le condensateur est encore sous tension, ou immédiatement après. La mesure se fait à la tension et à la fréquence de l'essai de stabilité thermique, avant que la température du diélectrique chute de façon significative. La puissance active dissipée par le condensateur d'essai peut alors être calculée à partir de la mesure de la tangente de l'angle de pertes et être comparée à la puissance active dissipée par le condensateur factice. La précision de cette méthode de vérification des mesures de la tangente de l'angle de pertes dépend de la similitude des profils de température et de la précision des instruments utilisés pour le contrôle de l'essai de stabilité thermique.

4 Measurements

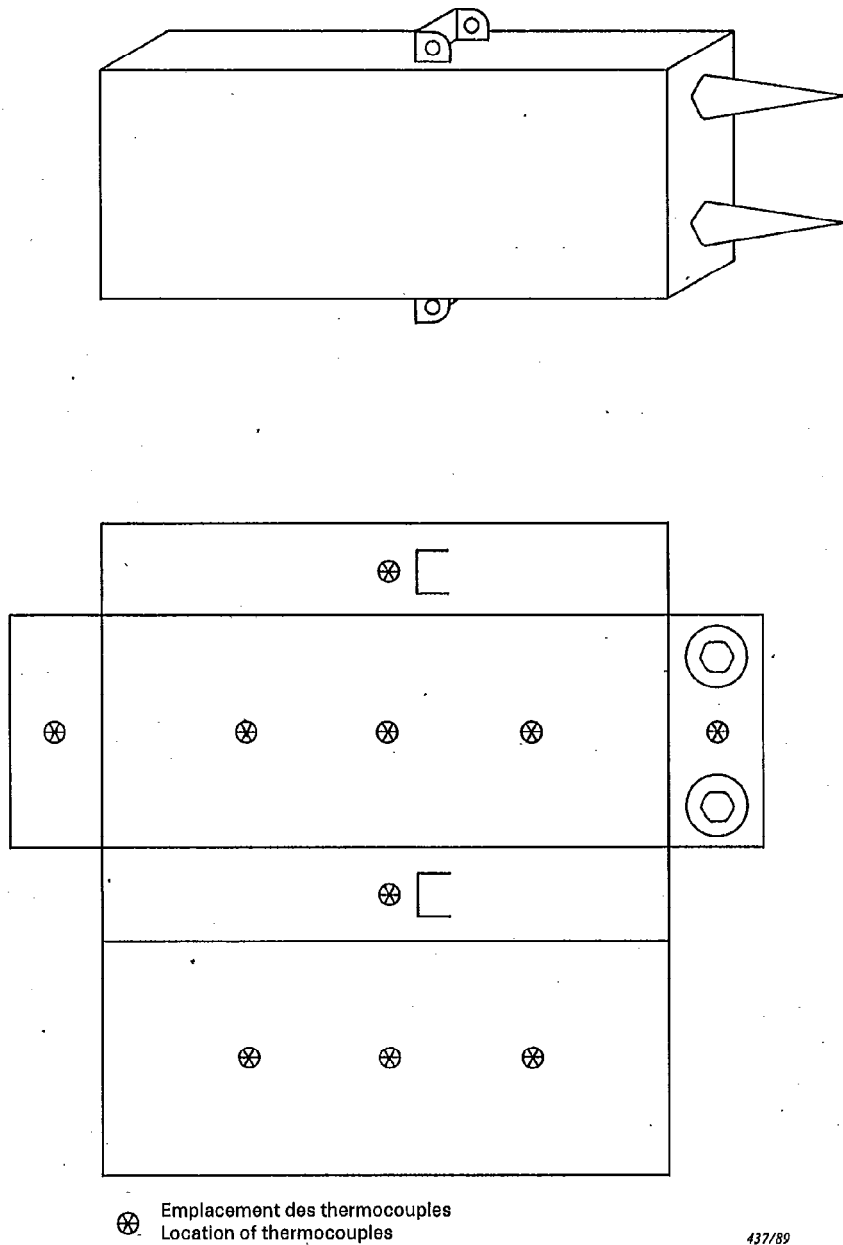
Thermocouples should be placed on each of the container surfaces of the dummy capacitor and the test capacitor to be used for the wattage loss comparison. At least three thermocouples should be evenly distributed on the large sides, with a total of at least ten as shown in figure 1.

A thermal stability run should be made in a natural circulation ambient. Care should be taken to ensure that the temperatures of the surfaces to which the test capacitor radiates equal those to which the dummy capacitor radiates.

The accuracy of the wattage loss comparison will be improved by increasing the temperature rise, thus the thermal stability run should be made at a minimum of 144% rated output. The current through the dummy capacitor should be increased until the average container temperature of the dummy capacitor equals that of the test capacitor. If the container temperature profile of the dummy capacitor differs from that of the test capacitor, the currents through the separate resistive components (elements, discharge resistors and internal fuses) of the dummy capacitor should be adjusted until the profiles are similar. Either a.c. or d.c. may be used to energize the dummy capacitor.

5 Verification of measurement accuracy

The tan delta of the test unit should be measured at the end of the thermal stability run while the capacitor is still energized or immediately after at the same voltage and frequency and before the dielectric temperature drops significantly. The watts dissipated by the test capacitor can then be calculated from the tan delta measurement and be compared to the watts dissipated by the dummy capacitor. The accuracy of this method of verifying the tan delta measurement will depend on the similarity of the temperature profiles and the accuracy of the instruments used to monitor the thermal stability run.



437/89

Figure 1 - Emplacement des thermocouples
Location of thermocouples

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 33**

- 110 (1973) Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
- 143 (1972) Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux.
- 252 (1975) Condensateurs des moteurs à courant alternatif.
- 358 (1971) Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs.
- 593 (1977) Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à suppression pour condensateurs shunt. Modification n° 1 (1980).
- 594 (1977) Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à suppression pour condensateurs pour installations de génération de chaleur par induction. Modification n° 1 (1980).
- 595 (1977) Coupe-circuit internes pour condensateurs série. Modification n° 1 (1980).
- 831-1 (1988) Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée ou inférieure ou égale à 660 V. Première partie: Généralités.
- 831-2 (1988) Deuxième partie: Essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction.
- 871: — Condensateurs shunt destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 660 V.
- 871-1 (1987) Première partie: Généralités. Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées — Règles de sécurité — Guide d'installation et d'exploitation.
- 871-2 (1987) Deuxième partie: Essais d'endurance.
- 931: — Condensateurs shunt de puissance non autorégénérateurs destinés à être utilisés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 660 V.
- 931-1 (1989) Première partie: Généralités — Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées — Règles de sécurité — Guide d'installation et d'exploitation.
- 996 (1989) Méthode de vérification de la précision des mesures de la tangente de l'angle de pertes applicable aux condensateurs.

**IEC Publications prepared
by Technical Committee No. 33**

- 110 (1973) Recommendation for capacitors for inductive heat generating plants operating at frequencies between 40 and 24 000 Hz.
- 143 (1972) Series capacitors for power systems.
- 252 (1975) A.C. motor capacitors.
- 358 (1971) Coupling capacitors and capacitor dividers.
- 593 (1977) Internal fuses and internal overpressure disconnectors for shunt capacitors. Amendment No. 1 (1980).
- 594 (1977) Internal fuses and internal overpressure disconnectors for capacitors for inductive heat generating plants. Amendment No. 1 (1980).
- 595 (1977) Internal fuses for series capacitors. Amendment No. 1 (1980).
- 831-1 (1988) Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 660 V. Part 1: General.
- 831-2 (1988) Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction test.
- 871: — Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 660 V.
- 871-1 (1987) Part 1: General. Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation.
- 871-2 (1987) Part 2: Endurance testing.
- 931: — Shunt power capacitors of the non-self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 660 V.
- 931-1 (1989) Part 1: General — Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation.
- 996 (1989) Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors.