

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Liquid crystal display devices –
Part 5-3: Environmental, endurance and mechanical test methods – Glass
strength and reliability**

**Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 5-3: Méthodes d'essais d'environnement, d'endurance et mécaniques –
Résistance et fiabilité du verre**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Liquid crystal display devices –
Part 5-3: Environmental, endurance and mechanical test methods – Glass
strength and reliability**

**Dispositifs d'affichage à cristaux liquides –
Partie 5-3: Méthodes d'essais d'environnement, d'endurance et mécaniques –
Résistance et fiabilité du verre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 31.120

ISBN 978-2-88910-554-0

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Abbreviated terms	7
5 Apparatus.....	7
5.1 General.....	7
5.2 Method A: Quasistatic biaxial strength.....	8
5.3 Method B: Quasistatic edge strength (parent glass).....	8
5.4 Method C: Quasistatic strength (module).....	9
5.5 Method D: Fatigue constant.....	10
6 Test sample.....	10
6.1 General.....	10
6.2 Parent glass	11
6.3 Full size module	11
7 Procedure: Quasistatic loading	11
8 Stress calculations	11
8.1 General.....	11
8.2 Quasistatic biaxial failure stress (parent glass).....	11
8.3 Quasistatic edge failure stress (parent glass)	12
8.4 Quasistatic failure load (LCD module)	12
9 Fatigue and reliability calculations	12
9.1 General.....	12
9.2 Dynamic fatigue calculation.....	13
9.3 Weibull parameter calculation from dynamic failure stress data	13
9.4 Extrapolated static fatigue and Weibull distribution calculation	13
10 Reporting requirements	14
Annex A (informative) Worked test example.....	15
Bibliography.....	18
Figure 1 – Schematic of ROR test fixture for measuring biaxial strength of parent glass	8
Figure 2 – Vertical bend test fixture for measuring the edge strength of parent glass	9
Figure 3 – Photograph and schematic of strength measurement for full-size LCD module.....	10
Figure A.1 – Weibull plot of biaxial strength of abraded glass with different thicknesses	15
Figure A.2 – Fracture surface of parent glass with 0,089 mm mirror radius	16
Figure A.3 – Plot of calculated strength versus 1/square root of mirror radius	16
Figure A.4 – Weibull distribution of the strength of 17" module.....	17
Table A.1 – Example of strength data before and after abrasion	15
Table A.2 – Example of strength data for all modules and low strength modules	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICES –

**Part 5-3: Environmental, endurance and mechanical test methods –
Glass strength and reliability**

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 61747-5-3 has been prepared by IEC technical committee 110: Flat panel display devices.

This International Standard replaces the IEC/PAS 61747-5-3, published in 2007.

There have been no significant revisions since the publication of the PAS version.

This part of IEC 61747 is a sectional specification for liquid crystal display cells. It is to be read in conjunction with the IEC 61747-1 to which it refers.

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

FDIS	Report on voting
110/169/FDIS	110/177/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.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

A list of all parts of the IEC 61747 series, under the general title *Liquid crystal display devices*, can be found on the IEC website.

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.

The contents of the corrigendum of November 2011 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009

INTRODUCTION

IEC 61747-5-3 facilitates the characterization of mechanical strength properties of LCD modules and their component glass. Analysis and testing are performed on LCD Module component glass as well as finished LCD modules. Statistics of mechanical strength of the modules are determined allowing a prediction of module failure probability at a given stress level or for a given probability of failure, the maximum recommended safe loading stress for the module.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICES –

Part 5-3: Environmental, endurance and mechanical test methods – Glass strength and reliability

1 Scope

This part of IEC 61747 applies to commercially available liquid crystal displays (LCDs). This standard applies to all LCD types, including transmissive, reflective or transreflective liquid crystal display (LCD) modules using either segment, passive or active matrix and achromatic or colour type LCDs that are equipped with their own integrated source of illumination or without their own source of illumination.

The objective of this standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements of the following LCD parameters:

- a) quasistatic strength,
- b) quasistatic fatigue.

The methods described in this standard apply to all sizes, small and large, liquid crystal displays.

NOTE Methods for measuring the fatigue constant are described in this standard and are taken from the referenced literature, see [13]¹ to [20]. The primary results are formulae for estimated allowable stress for the specified lifetime or estimated failure rate for the specified stress level. As an example, limited data for strength and fatigue behaviour of LCD glass are included in an informative Annex A. Similarly, limited data for static strength of LCD modules are also included and compared with that of parent glass.

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 61747-1, *Liquid crystal and solid-state display devices – Part 1: Generic specification*

IEC 61747-5:1998, *Liquid crystal and solid-state display devices – Part 5: Environmental, endurance and mechanical test methods*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

strength

stress at which a sample fails for a given loading condition

3.2

LCD surface strength

biaxial strength wherein surface flaws with different orientations are subjected to uniform tension during measurement

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

NOTE Refer to [1] to [4] in the bibliography for further information.

3.3

LCD edge strength

uniaxial strength wherein edge flaws are subjected to tension during measurement

NOTE Refer to [5] to [8] in the bibliography for further information.

3.4

LCD (mechanical) reliability

either an estimated allowable stress which the LCDs can sustain for a specified period of time or as an estimated failure rate at a specified stress level

NOTE 1 Both approaches for quantifying the reliability of LCDs use the power law for slow crack growth and require the knowledge of fatigue constant for the parent glass employed in the LCD displays.

NOTE 2 Refer to [9] to [12] in the bibliography for further information.

3.5

parent glass

sheet glass used as raw material for manufacturing of LCD panels and modules

4 Abbreviated terms

For the purposes of this document, the following abbreviations apply.

FC	filled cell
FEA	finite element analysis
FPD	flat panel display
LCD	liquid crystal display
MC	mirror constant
MR	mirror radius
ROR	ring on ring
SCSC	stress corrosion susceptibility constant
VBT	vertical bend test

5 Apparatus

5.1 General

The parameters in the following figures are used in the stress formulas of Clause 8. The dimensions are:

load (force), in newtons (N),
dimensions, in millimetres (mm),
stress, in megapascals (MPa).

The standard atmospheric conditions in IEC 61747-5, 1.4.3, shall apply, except that the relative humidity shall be in excess of 95 % (vapour) unless otherwise specifically agreed between the customer and the supplier.

NOTE In general, humidity can affect the measured strength, with higher humidity leading to decreased strength values. For this reason, as well as to ensure consistency and reproducibility, the humidity level is stated at the highest practical level.

5.2 Method A: Quasistatic biaxial strength

The quasistatic biaxial strength of parent glass is measured in the ring on ring (ROR) fixture as shown in Figure 1. The dimensions of load and support rings are selected so as to minimize large deflection and the associated membrane stress, especially for ultra-thin glass, although the effect of such non-linearities on strength can be quantified using finite element analysis (FEA), see the bibliographical references [21] to [24]. All ring surfaces in contact with the test specimens should be rounded, with radii of 2 to 3 times the thickness of the glass specimen. In general, certain trade-offs are necessary in designing the test specimen and ROR fixture because the key objective is to measure quasistatic strength of as large a test area as possible without introducing large nonlinearities. Alternatively a large sample quantity is required to obtain the strength distribution representative of full size module. Since the strength of glass surface is primarily dictated by the quality of that surface, i.e., surface defects, it is imperative to measure the biaxial strength of those surfaces that have been exposed to handling and processing damage during the fabrication of LCD devices. Such data are then a good representation of LCD module strength.

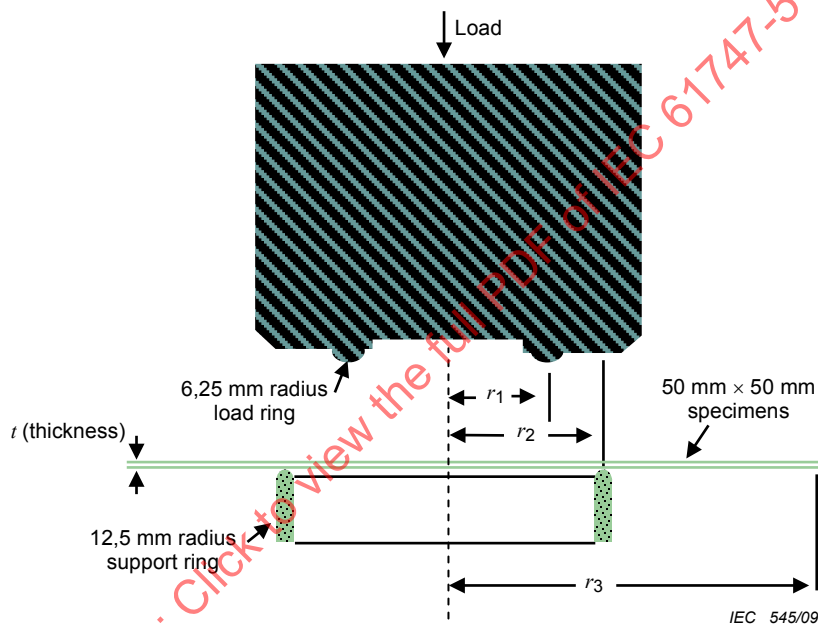


Figure 1 – Schematic of ROR test fixture for measuring biaxial strength of parent glass

For square specimens, the specimen radius, r_3 , is the average of the inscribed and circumscribed circles.

5.3 Method B: Quasistatic edge strength (parent glass)

Quasistatic strength of the edges of parent glass is measured in the VBT fixture shown in Figure 2. The dimensions of glass specimen and test fixture are so chosen as to minimize buckling of the top edge which is in compression during the test because the load is applied from the top. As in the case of surface strength it is equally imperative that the edges of glass specimens should have been exposed to handling and processing damage during the fabrication of LCD devices. In addition the glass specimen should be large enough to represent the full-size module.

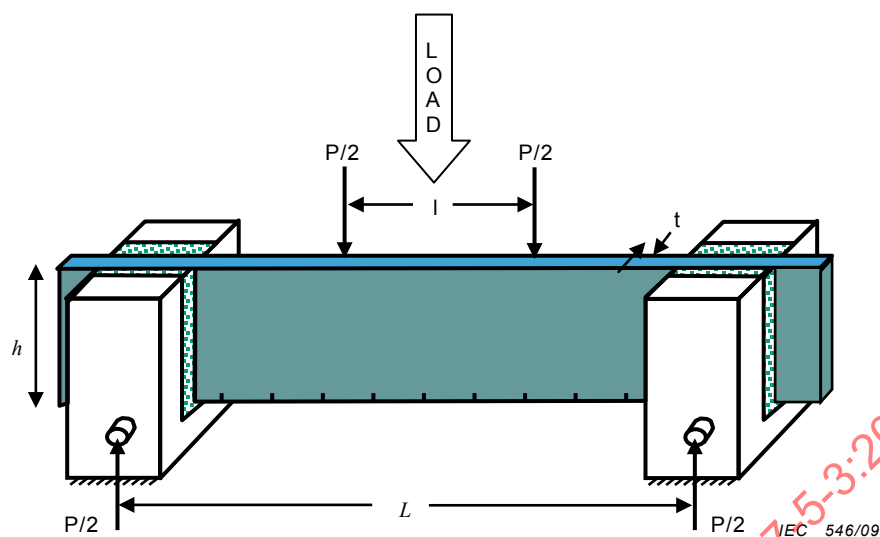
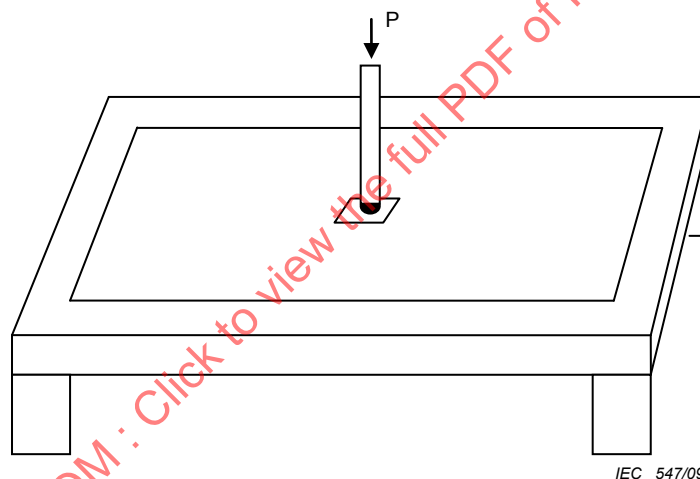
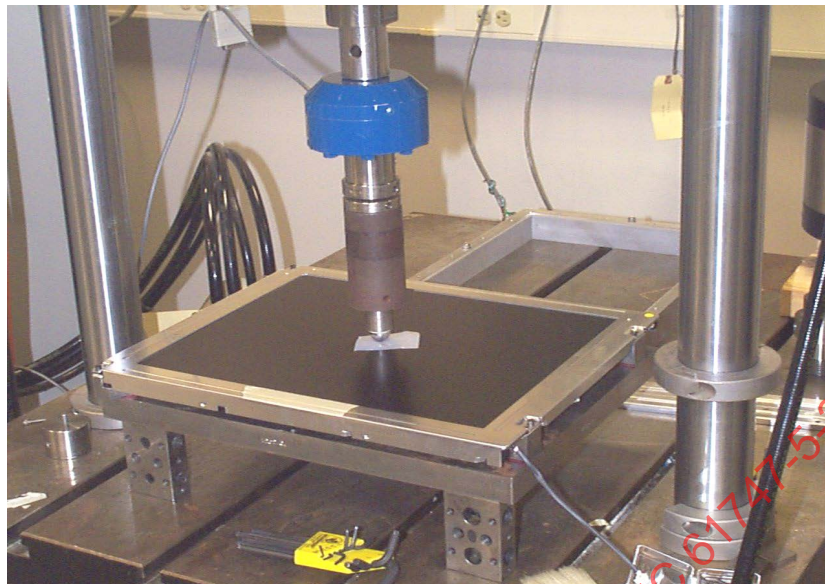


Figure 2 – Vertical bend test fixture for measuring the edge strength of parent glass

5.4 Method C: Quasistatic strength (module)

The quasistatic strength of full size module is measured by supporting it on the mounting points and loading it at the centre as shown in Figure 3. The loading point of the test fixture is rounded and may be padded to avoid inducing additional flaws on the glass surface. Several modules are tested in this manner to obtain a statistically significant strength distribution representative of surface damage induced by handling, processing and fabrication of LCD module. These data are also useful for estimating the module strength at orders of magnitude lower failure probabilities. The same apparatus may also be used for loading the LCD module off-centre and obtaining its strength at different locations.



IEC 547/09

Figure 3 – Photograph and schematic of strength measurement for full-size LCD module

5.5 Method D: Fatigue constant

The fatigue constant of parent glass is obtained by measuring its biaxial strength at four, or more, different stress rates, each successive rate being one order of magnitude lower, using the ROR fixture shown in Figure 1. A sample quantity of at least 25 specimens shall be used at each of the stress rates to obtain a reliable value of fatigue constant. The specimens used for this measurement should also have been exposed to handling and processing damage representative of manufacturing of FC and LCD modules.

6 Test sample

6.1 General

Samples shall be representative of normal processes. The sample sizes indicated below are minimal. Larger sample sizes will yield more accurate lifetime estimates.

6.2 Parent glass

A sample size of at least 50 specimens, each 50 mm × 50 mm, shall be used for measuring quasistatic biaxial strength (see 5.2) of parent glass. A similar sample size shall be used for characterizing abraded glass which simulates handling and processing damage.

The fatigue measurements are also carried out on 50 mm × 50 mm specimens prepared from abraded glass. A sample size of at least 25 specimens shall be used at each of the stress rates to obtain a fatigue constant value from regression analysis of strength versus stress rate data.

6.3 Full size module

Full size modules and filled cells can range small to very large diagonal dimensions. In all cases a minimum sample quantity of at least 25 filled cells or modules shall be used for measuring biaxial strength under static loading (see 5.4). Such data then help determine module strength at orders of magnitude lower failure probabilities.

Similarly, a sample quantity of at least 25 filled cells shall be used for measuring the edge strength via the apparatus shown in Figure 2

7 Procedure: Quasistatic loading

The loading rate or crosshead speed for measuring the strength of either parent glass or filled cell or full size module is so chosen as to complete the measurement in 30 s to 45 s. The loading rate or crosshead speed shall be kept constant during this measurement.

8 Stress calculations

8.1 General

Stress calculations are used to normalize the load at failure to common stress units. This normalization takes into account differences in glass material, dimensions, and some design characteristics. For specimens of a common design and dimension, the failure load and pressure rate can be substituted for failure stress and stress rate formulas of Clause 9. Poisson's ratio, ν , is a material property that is normally available from the material supplier, but may be verified with material tests.

8.2 Quasistatic biaxial failure stress (parent glass)

The strength of 50 mm × 50 mm specimens of parent glass tested in ROR fixture is calculated from Equation (1).

$$\sigma_{\max} = [3P/4\pi t^2] \times [2(1 + \nu) \ln(r_2/r_1) + (1 - \nu)(r_2/r_3)^2(1 - r_1^2/r_2^2)] \quad (1)$$

where

- $\sigma_{\max}$ is the stress at failure,
- P is the failure load,
- t is the glass thickness,
- ν is the Poisson's ratio,
- r_2 is the radius of support ring,
- r_1 is the radius of the load ring, and
- r_3 is the radius of the specimen.

8.3 Quasistatic edge failure stress (parent glass)

The edge strength of parent glass specimens is calculated from failure load P and Equation (2).

$$\sigma_e = 3P(L-l)/(2th^2) \quad (2)$$

where

σ_e is the edge failure stress,
 h is the height,
 t is the thickness,
 l is the load span,
 L is the support span, and
 P is the failure load.

8.4 Quasistatic failure load (LCD module)

For this test, the failure load and load rate are reported. While there are means to calculate the failure stress, this calculation is very complex and involves design characteristics. The failure load values from this test may be substituted into the failure stress in the equations of Clause 9. Because failure load values are not normalized to stress, the results are valid only for the size and design of module tested.

9 Fatigue and reliability calculations

9.1 General

The strength distribution resulting from tests are done at rates considerably higher than those that are relevant to normal use. In addition, normal use will often reflect static load conditions in which the probability of failure at a given time is desired. To link the test loading conditions to the use conditions, the power law theory of fatigue is used. For tests at rates cited in this document, the power law fatigue relationship for a single flaw is:

$$\int_0^{t_F} \sigma^n(x) dx \approx BS^{n-2} \quad (3)$$

where

$\sigma(x)$ is the applied stress over time,
 t_F is the time to failure,
 S is the initial strength,
 n is the fatigue parameter,
 B is the strength preservation parameter.

The probability part of the relationship is based on the assumption that the initial strength values follow a Weibull distribution that is given by

$$1 - F = \exp \left[- \left(\frac{S}{S_0} \right)^m \right] \quad (4)$$

where

- F is failure probability,
 S_0 is the scaling parameter,
 m is the shape parameter.

NOTE Load and load rate are un-normalized stress values and may be substituted for stress values when the specimen materials, dimensions, and design are common.

9.2 Dynamic fatigue calculation

The fatigue constant results from testing multiple samples to failure at multiple loading rates. Let σ_j represent the median failure stress of the j th rate and let $\dot{\sigma}_j$ represent the j th stress rate. When the log of these values is plotted, a line is seen. The slope of the line is $1/(n+1)$. That is, fit the following linear regression for the parameters, a and b :

$$\ln(\sigma_j) = a + b \ln(\dot{\sigma}_j)$$

$$\text{then } n = 1/b - 1 \quad (5)$$

NOTE Alternative calculation methodologies can be found in ASTM C1368 [30]. However, in all cases, care should be exercised in the interpretation of bimodal distributions.

9.3 Weibull parameter calculation from dynamic failure stress data

The data for this calculation is usually obtained from an experiment at a single stress rate and uses the fatigue constant value derived from a different multiple stress rate experiment. The N failure stress data values are sorted from minimum to maximum and indexed with k (from 1 to N). For each, the effective strength, Seff_k , is calculated as

$$\ln(\text{Seff}_k) = \frac{1}{n-2} \ln[\dot{\sigma}(n+1)] + \frac{n+1}{n-2} \ln[\sigma_k] \quad (6)$$

The Weibull parameters are found by fitting the following linear regression

$$\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{k-0,3}{N+0,4}\right)\right) = m \ln(\text{Seff}_k) - m \ln(\text{Seff}_0) \quad (7)$$

NOTE In the context of Equation (4), Seff_0 is the Weibull scaling factor for Seff .

The slope of the regression yields m and the intercept of the regression yields the composite parameter on the right.

9.4 Extrapolated static fatigue and Weibull distribution calculation

This calculation uses the parameters already determined from 9.2 and 9.3. There are usually three ways to ask reliability questions:

- At a given probability of failure and static load what is the time to failure?
- At a given static load and time to failure, what is the probability of failure?
- At a given probability of failure and lifetime, what could the applied load be?

All these questions are evaluated using a different formulation for effective strength:

$$\ln(\text{Seff}) = \frac{n}{n-2} \ln(\sigma_a) + \frac{1}{n-2} \ln(t_F) \quad (8)$$

where

σ_a is the applied load,

t_F is the time to failure.

Any of the reliability equations can be evaluated rearranging the elements of the following equation.

$$\ln(-\ln(1-F)) + m \ln(S_{eff_0}) = \frac{mn}{n-2} \ln(\sigma_a) + \frac{m}{n-2} \ln(t_F) \quad (9)$$

NOTE Equation (9) comes from combining Equations (7) and (8).

10 Reporting requirements

The following parameters shall be reported with the test results:

- a) Type of specimens.
- b) Sample quantity.
- c) Sample size.
- d) Testing rates.
- e) Testing conditions including relative humidity of samples.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009

Annex A (informative)

Worked test example

Figure A.1 shows the Weibull distribution [29] of biaxial strength of parent glass with abraded surface representing handling and processing damage. Both 0,7 mm and 1,1 mm thick glasses show nearly identical strength distribution, i.e. the strength of glass is dictated by surface flaws and not by its thickness. The strength data before and after abrasion are summarized in Table 1. Indeed the handling and processing damage can decrease the strength of parent glass by 40 % to 50 %.

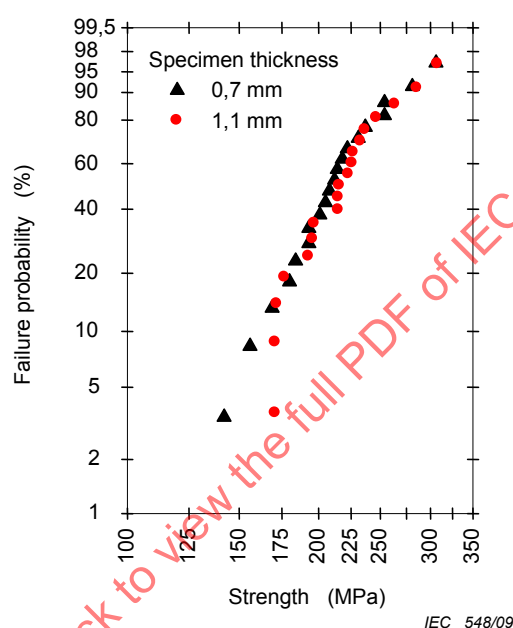
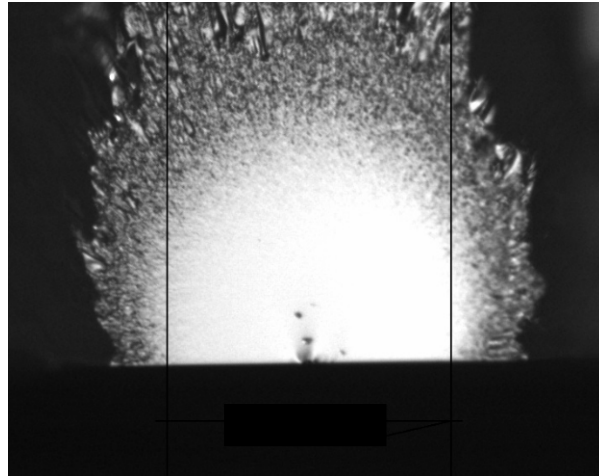


Figure A.1 – Weibull plot of biaxial strength of abraded glass with different thicknesses

Table A.1 – Example of strength data before and after abrasion

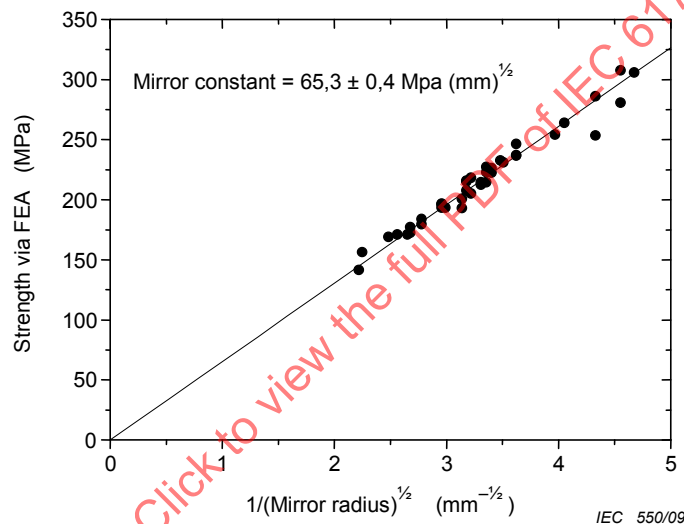
Thickness mm	N	m	S_0 MPa
As-received			
0,7	30	3,9	404
1,1	50	3,7	460
Abraded			
0,7	20	6,4	228
1,1	19	7,3	233

The failure stress value σ_f can also be estimated by measuring the mirror radius, R_m of the specimen's fracture surface, as shown in Figures A.2 and A.3, and using Equation (A.1).



IEC 549/09

Figure A.2 – Fracture surface of parent glass with 0,089 mm mirror radius



IEC 550/09

Figure A.3 – Plot of calculated strength versus 1/square root of mirror radius

$$\sigma_f = A \sqrt{R_m}, \quad A = 65,3 \text{ MPa} \sqrt{m} \quad (\text{A.1})$$

NOTE σ_f is the failure stress value.

The biaxial strength data for 17" modules employing 0,7 mm glass are plotted as Weibull distribution in Figure A.4. A bimodal distribution is obtained indicating two different families of flaws introduced during fabrication of the modules. Table A.2 summarizes the strength data and Weibull parameters.

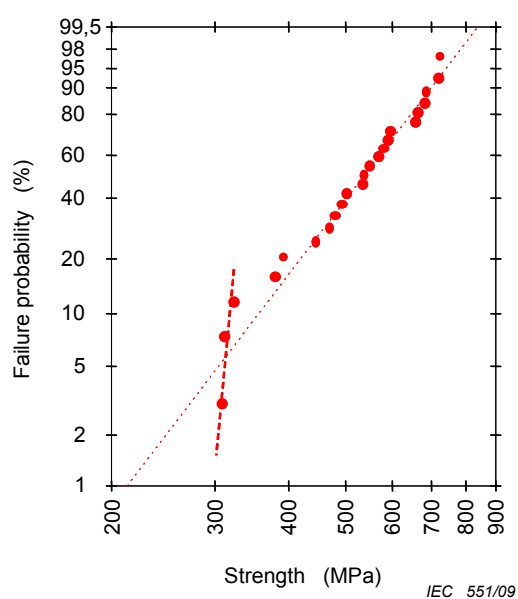


Figure A.4 – Weibull distribution of the strength of 17” module

Table A.2 – Example of strength data for all modules and low strength modules

	N	m	S_0 MPa
All modules	23	4,6	582
Low strength modules	3	30,4	345

Bibliography

- [1] Dumbaugh, W. H. et al. "Glasses for Flat-Panel Displays." High Performance Glasses. Glasgow and London: Cable & Parker, Blackie and Son Limited, 1992.
- [2] Bocko, P.L. and Allaire, R. A. "Glass Contribution to Robustness of Displays for Automotive Applications." SID Symposium on Vehicle Displays, Detroit Metro Chapter. Ypsilanti, MI: 1995
- [3] Gulati, S. T. "Relative Impact of Manufacturing vs. Service Flaws on Design of Glass Articles." Ceram. Trans. Vol. 50. 1995: pp. 79-94.
- [4] Lapp, J. C. "AMLCD Substrates: Trends in Technology." FPD Expo Taiwan. Hsinchu, Taiwan: 2001
- [5] Helfinstine, J. D. and Gulati, S. T. American Ceramic Society, Fall Meeting. Pittsburgh, PA: 2002.
- [6] Nattermann, K. "Edge strength testing for thin glass specimens at Schott Glas." International Commission on Glass TC6 Meeting. Prague: 1999.
- [7] Cleary, T. and Gulati, S.T., Fractography of Glasses and Ceramics IV. Westerville, OH: J.R.Varner and G.D.Quinn, American Ceramic Society, 2001.
- [8] Akcakaya, R. and Gulati, S.T. International Commission on Glass. Amsterdam: 2000.
- [9] Ritter, J.E. et al. "Strength Degradation in Polycrystalline Alumina Due to Sharp-Particle Impact Damage." Journal of the American Ceramic Society, Vol. 71, Iss. 12, 1988: p.1154.
- [10] Evans, A.G. "Slow Crack Growth in Brittle Materials under Dynamic Loading Conditions." International Journal of Fracture, Vol. 10, No. 2, June 1974: pp.251-259.
- [11] Wiederhorn, S.M. et al., Fracture Mechanics of Ceramics. New York: R.C.Bradt, Plenum Press, 1976.
- [12] Wiederhorn, S. M. et al. "Application of Fracture Mechanics to Space-Shuttle Windows." Journal of the American Ceramic Society, Vol. 57, No. 7, 1974: pp. 319-323.
- [13] Helfinstine, J. D. "Adding Static and Dynamic Fatigue Effects Directly to the Weibull Distribution." Journal of the American Ceramic Society, Vol. 63, 1980: p.113.
- [14] Ritter, J. E., Jakus, K., Batakis, A. And Bandyopadhyay, N. "Appraisal of Biaxial Strength Testing." Journal of Noncrystalline Solids, Vol. 38 & 39, 1980: pp. 419-424.
- [15] Ritter, J. E. and Sherburne, C. L. "Dynamic and Static Fatigue of Silicate Glasses," Journal of the American Ceramic Society, Vol. 54, Issue 12, 1971: pp.601-605.
- [16] Gulati, S. T. "Crack Kinetics during Static and Dynamic Loading." Journal of Non-Crystalline Solids, Vol. 38 & 39, Part I, May/June 1980: pp 475-480.
- [17] Helfinstine, J. D. and Gulati, S. T. "Fatigue and Aging Behavior of Active Matrix Liquid Crystal Display Glasses." SID Conference, Toronto: 1997.
- [18] Tummala, R. R. "Stress corrosion resistance compared with thermal expansion and chemical durability of glass." Glass Technology, Vol. 17, 1976.
- [19] Gulati, S. T. and Helfinstine, J. D. "Long-Term Durability of Flat Panel Displays for Automotive Applications." SID Digest, Vol. 27, 1996: pp 49-56.
- [20] Gulati, S. T. "Dynamic and Static Fatigue of Silicate Glasses under Biaxial Loading: Application to Space Windows, CRT's and Telescope Mirrors." 5th International Otto Schott Colloquium. Jena, Germany, 11-14 July 1994.

- [21] ANSYS Inc., Canonsburg, PA.
 - [22] Gulati, S. T., Hansson, N, Helfinstine, J.D., and Malarkey, C.J. "Ceramic dies for hot metal extrusion." Tube International, March & June 1985.
 - [23] Gulati, S. T., Nolan, D.A., and Janssen, Ch. "Thermal Stresses in Nonuniformly Heated Glass Panels." American Ceramic Society Glass Division Fall Meeting. Bedford Springs, PA: 14-16 October 1981.
 - [24] Gulati, S. T. and McCartney, J.S. "Experimental Verification of Proof Stress During Flexure Tests on Space Shuttle Windows," IASS World Congress on Space Enclosures. Montreal: July 1976.
 - [25] Shand, E. B. "Breaking Stress of Glass Determined from Dimensions of Fracture Mirrors." Journal of the American Ceramic Society. Vol. 42, Issue 10, October 1959: pp.474-477.
 - [26] Krohn, D. A. and Hasselman, D. P. H. "Relation of Flaw Size to Mirror in the Fracture of Glass." Journal of the American Ceramic Society, Vol.54, Issue 8, 1971: p.411.
 - [27] Mecholsky, J. J. et al. "Prediction of the fracture energy and flaw size in glasses from the mirror size measurements." Journal of the American Ceramic Society, Vol. 57, No.10, 1974: pp.440-443.
 - [28] Kerper, M. J. and Scuderi, T. G. "Modulus of Rupture in Relation to Fracture Pattern." Ceramic Bulletin, Vol. 43, No. 9, 1964.
 - [29] Weibull, W. "A Statistical Distribution Function of Wide Applicability." Journal of Applied Mechanics, Vol. 18, 1951: pp.293-297.
 - [30] ASTM C1368, Standard Test Method for Determination of Slow Crack Growth Parameters of Advanced Ceramics by Constant Stress-Rate Flexural Testing at Ambient Temperature
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
INTRODUCTION	24
1 Domaine d'application	25
2 Références normatives	25
3 Termes et définitions	25
4 Termes abrégés	26
5 Appareillage	26
5.1 Généralités	26
5.2 Méthode A: Résistance biaxiale quasi statique	27
5.3 Méthode B: Résistance de bord quasi statique (verre de base)	28
5.4 Méthode C: Résistance quasi statique (module)	28
5.5 Méthode D: Constante de fatigue	29
6 Echantillon d'essai	30
6.1 Généralités	30
6.2 Verre de base	30
6.3 Module pleine dimension	30
7 Procédure: Charge quasi statique	30
8 Calculs de contrainte	30
8.1 Généralités	30
8.2 Contrainte de défaillance biaxiale quasi statique (verre de base)	30
8.3 Contrainte de défaillance de bord quasi statique (verre de base)	31
8.4 Charge de rupture quasi statique (module LCD)	31
9 Calculs de fatigue et de fiabilité	31
9.1 Généralités	31
9.2 Calcul de la fatigue dynamique	32
9.3 Calcul du paramètre de Weibull à partir des données de contrainte de rupture dynamique	32
9.4 Calcul par extrapolation de la fatigue statique et de la distribution de Weibull	33
10 Exigences relatives au rapport	33
Annexe A (informative) Exemple d'essai travaillé	34
Bibliographie	37
Figure 1 – Schéma d'un dispositif de fixation d'essai ROR pour la mesure de la résistance biaxiale du verre de base	27
Figure 2 – Dispositif de fixation d'essai de courbure verticale pour la mesure de la résistance de bord du verre de base	28
Figure 3 – Photographie et schéma de la mesure de résistance pour le module LCD pleine dimension	29
Figure A.1 – Tracé de Weibull de résistance biaxiale du verre éraillé de différentes épaisseurs	34
Figure A.2 – Surface de cassure du verre de base d'un rayon de miroir de 0,089 mm	35
Figure A.3 – Tracé de la résistance calculée par rapport à 1/racine carrée du rayon de miroir	35

Figure A.4 – Distribution de Weibull de la résistance du module 17” 36

Tableau A.1 – Exemples de données de résistance avant et après l’abrasion 34

Tableau A.2 – Exemple de données de résistance pour tous modules et modules
de faible résistance..... 36

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'AFFICHAGE À CRISTAUX LIQUIDES –

Partie 5-3: Méthodes d'essais d'environnement, d'endurance et mécaniques – Résistance et fiabilité du verre

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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles 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. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 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 61747-5-3 a été établie par le comité d'études 110 de la CEI: Dispositifs d'affichage à panneaux plats.

La présente Norme internationale remplace la CEI/PAS 61747-5-3, publiée en 2007.

Il n'y a eu aucune révision significative depuis la publication de la version PAS.

Cette partie de la CEI 61747 est une spécification intermédiaire pour les cellules d'affichage à cristaux liquides. Elle doit être lue conjointement avec la CEI 61747-1 à laquelle elle fait référence.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
110/169/FDIS	110/177/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.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61747, publiées sous le titre général *Dispositifs d'affichage à cristaux liquides*, 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 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;
- annulée;
- remplacée par une édition révisée, ou encore
- modifiée.

Le contenu du corrigendum de novembre 2011 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La CEI 61747-5-3 facilite la caractérisation des propriétés de résistance mécanique des modules LCD et du verre de leurs composants. L'analyse et les essais sont réalisés sur le verre des composants des modules LCD, ainsi que sur les modules LCD finis. Les statistiques de résistance mécanique des modules sont établies et permettent de prédire une probabilité de défaillance des modules à un niveau donné de contrainte ou pour une probabilité donnée de défaillance, la contrainte de charge admissible maximale recommandée pour le module.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61747-5-3:2009

DISPOSITIFS D’AFFICHAGE À CRISTAUX LIQUIDES –

Partie 5-3: Méthodes d’essais d’environnement, d’endurance et mécaniques – Résistance et fiabilité du verre

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61747 s’applique aux afficheurs à cristaux liquides (LCD) disponibles sur le marché. La présente norme s’applique à tous types de LCD, y compris les modules d’affichage à cristaux liquides (LCD) de type transmissif, réflectif ou transflexif utilisant des afficheurs à cristaux liquides de type soit à segments, soit à matrice passive ou active et achromatique ou couleur qui sont équipés ou non de leur propre source intégrée d’éclairage.

L’objet de la présente norme est d’établir des exigences uniformes pour des mesures précises et fiables des paramètres LCD suivants:

- a) résistance quasi statique,
- b) fatigue quasi statique.

Les méthodes décrites dans la présente norme s’appliquent à toutes les tailles, petites et grandes, d’afficheurs à cristaux liquides.

NOTE Les méthodes de mesure de la constante de fatigue sont décrites dans la présente norme et sont issues de la documentation citée en référence, voir de [13]¹ à [20]. Les premiers résultats sont des formules pour la contrainte admissible estimée pour la durée de vie spécifiée ou le taux de défaillance spécifié pour le niveau de contrainte spécifié. Par le biais d’un exemple, des données limitées relatives au comportement de résistance et de fatigue du verre pour LCD sont incluses dans une annexe d’information à cette norme. De la même manière, des données limitées relatives à la résistance statique des modules LCD sont également incluses et comparées avec celles du verre de base

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 61747-1: *Dispositifs d’affichage à cristaux liquides et à semiconducteurs – Partie 1: Spécification générique*

CEI 61747-5:1998, *Dispositifs d’affichage à cristaux liquides et à semiconducteurs – Partie 5: Méthodes d’essais d’environnement, d’endurance et mécaniques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s’appliquent.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

3.1

résistance

contrainte au niveau de laquelle un échantillon devient défectueux pour une condition de charge donnée

3.2

résistance en surface du LCD

résistance biaxiale où les défauts en surface dans différentes directions sont soumis à une tension uniforme au cours de la mesure

NOTE Pour des informations complémentaires, se reporter de [1] à [4] de la bibliographie.

3.3

résistance de bord du LCD

résistance uniaxiale où les défauts du bord sont soumis à une tension au cours de la mesure

NOTE Pour des informations complémentaires, se reporter de [5] à [8] de la bibliographie.

3.4

fiabilité (mécanique) du LCD

il s'agit soit d'une contrainte admissible estimée que les LCD peuvent supporter pendant une période de temps spécifiée soit d'un taux de défaillance estimé à un niveau de contrainte spécifié

NOTE 1 Les deux approches en vue de quantifier la fiabilité des LCD utilisent la loi de puissance relative à la propagation lente des fissures et exigent la connaissance de la constante de fatigue pour le verre de base utilisé pour les afficheurs à cristaux liquides.

NOTE 2 Pour des informations complémentaires, se reporter de [9] à [12] de la bibliographie.

3.5

verre de base

verre à vitre utilisé comme matière pour la fabrication des panneaux et modules d'affichage à cristaux liquides (LCD)

4 Termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent.

FC	cellule remplie (<i>filled cell</i>)
FEA	analyse par éléments finis (<i>finite element analysis</i>)
FPD	écran plat (<i>flat panel display</i>)
LCD	affichage à cristaux liquides (<i>liquid crystal display</i>)
MC	constante de miroir (<i>mirror constant</i>)
MR	rayon de miroir (<i>mirror radius</i>)
ROR	méthode de l'anneau (<i>ring on ring</i>)
SCSC	constante de sensibilité à la corrosion sous contrainte (<i>stress corrosion susceptibility constant</i>)
VBT	essai de courbure verticale (<i>vertical bend test</i>)

5 Appareillage

5.1 Généralités

Les paramètres des figures suivantes sont utilisés dans les formules de contrainte de l'Article 8. Les dimensions sont les suivantes:

charge (force), en newtons (N),
 dimensions, en millimètres (mm),
 contrainte, en mégapascals (MPa).

Les conditions atmosphériques normales de la CEI 61747-5, 1.4.3, doivent s'appliquer, à l'exception de l'humidité relative qui doit être supérieure à 95 % (vapeur), sauf accord spécifique entre le client et le fournisseur.

NOTE En général, l'humidité peut affecter la résistance mesurée; une humidité supérieure entraînant une diminution des valeurs de résistance. Pour cette raison, et également pour assurer cohérence et reproductibilité, le niveau d'humidité est indiqué au niveau pratique le plus élevé.

5.2 Méthode A: Résistance biaxiale quasi statique

La résistance biaxiale quasi statique du verre de base est mesurée dans le dispositif de fixation pour la méthode de l'anneau (ROR, *ring on ring*), comme l'illustre la Figure 1. Les dimensions d'anneaux de charge et de support sont choisies de manière à minimiser une déviation importante et la contrainte de membrane associée, en particulier pour le verre ultra mince, bien que l'effet de telles non-linéarités sur la résistance puisse être quantifié en utilisant l'analyse par éléments finis (FEA, *finite element analysis*), voir les références bibliographiques [21] à [24]. Il convient que toutes les surfaces d'anneau en contact avec l'éprouvette d'essai soient arrondies, avec des rayons de 2 à 3 fois, l'épaisseur de l'échantillon de verre. En général, certains choix de compromis sont nécessaires lors de la conception de l'éprouvette d'essai et le dispositif de fixation ROR, car l'objectif clé est de mesurer la résistance quasi statique d'une surface d'essai aussi grande que possible sans introduire d'importantes non-linéarités. En variante, une grande quantité d'échantillons est exigée pour obtenir une répartition de la résistance représentative du module pleine dimension. Etant donné que la résistance de la surface du verre dépend principalement de la qualité de ladite surface, c'est-à-dire des défauts en surface, il est impératif de mesurer la résistance biaxiale des surfaces qui ont été exposées aux dommages de manipulation et de traitement au cours de la fabrication des dispositifs d'affichage à cristaux liquides (LCD). De telles données sont alors une bonne représentation de la résistance des modules LCD.

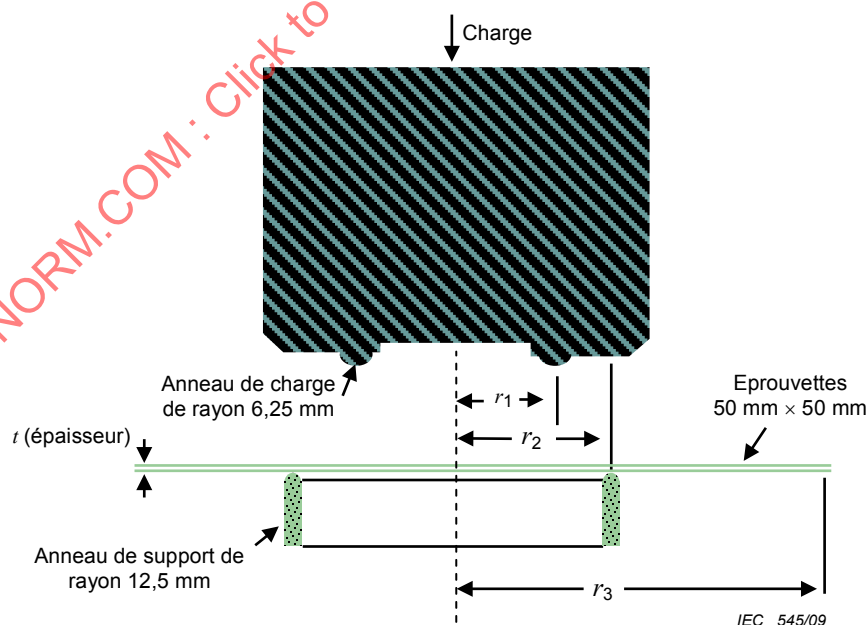


Figure 1 – Schéma d'un dispositif de fixation d'essai ROR pour la mesure de la résistance biaxiale du verre de base

Pour les éprouvettes carrées, le rayon des éprouvettes, r_3 , est la moyenne des cercles inscrits et circonscrits.

5.3 Méthode B: Résistance de bord quasi statique (verre de base)

La résistance quasi statique des bords du verre de base est mesurée dans le dispositif de fixation VBT représenté à la Figure 2. Les dimensions de l'échantillon de verre et du dispositif de fixation d'essai sont choisies de manière à minimiser le flambage du bord supérieur sous l'effet d'une compression pendant l'essai car la charge est appliquée par le haut. Comme dans le cas de la résistance en surface, il est également impératif que les bords des échantillons de verre aient été exposés aux dommages de manipulation et de traitement pendant la fabrication des dispositifs à LCD. Par ailleurs, il convient que l'échantillon de verre soit suffisamment grand pour représenter le module pleine dimension.

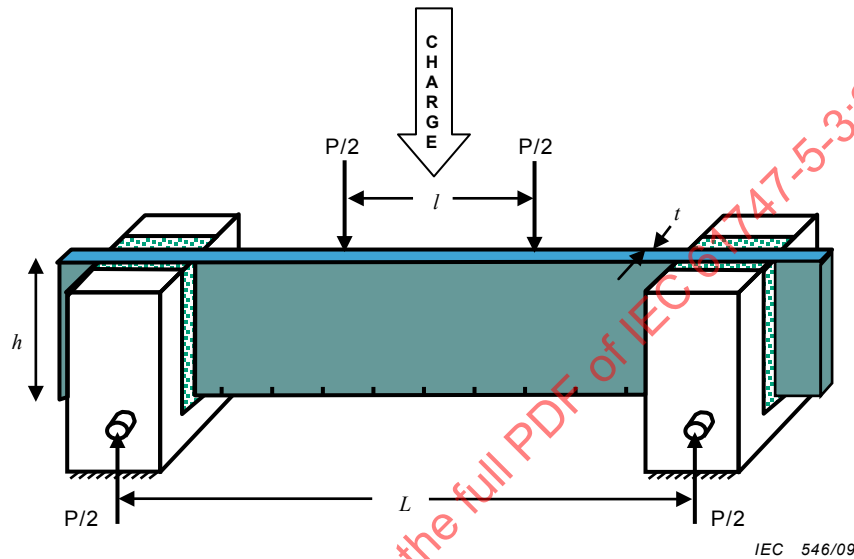
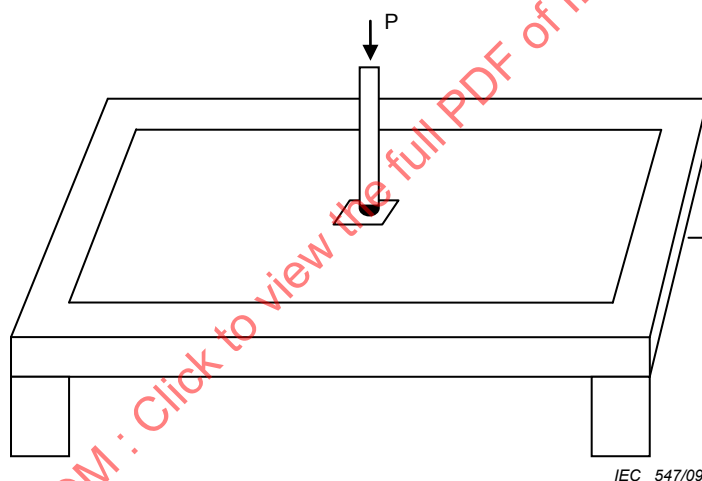
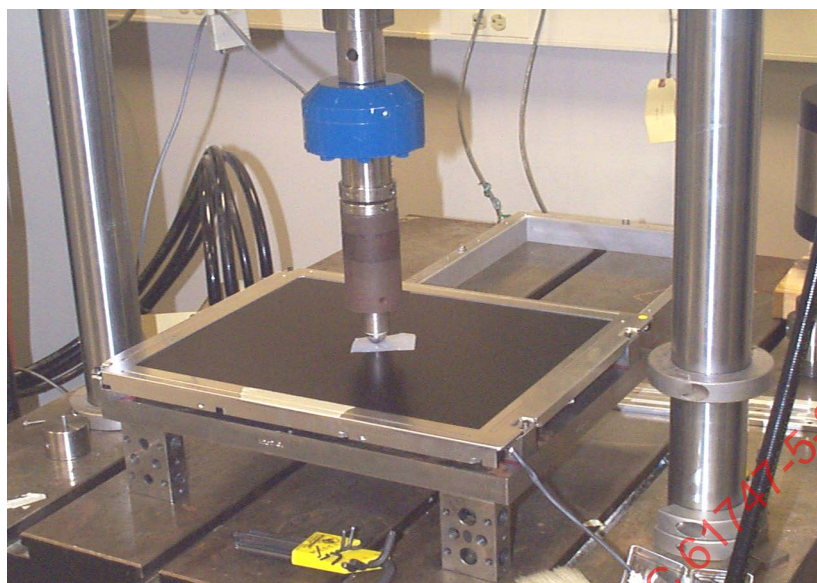


Figure 2 – Dispositif de fixation d'essai de courbure verticale pour la mesure de la résistance de bord du verre de base

5.4 Méthode C: Résistance quasi statique (module)

La résistance quasi statique du module pleine dimension est mesurée en le prenant en charge sur les points de montage et en le chargeant au centre comme l'illustre la Figure 3. Le point de charge du dispositif de fixation d'essai est arrondi et peut être gainé pour éviter d'induire des défauts supplémentaires à la surface du verre. Plusieurs modules sont essayés de cette manière pour obtenir une répartition de la résistance statistiquement significative et représentative des dommages en surface induits par la manipulation, le traitement et la fabrication du module LCD. Ces données sont également utiles pour l'estimation de la résistance du module à des probabilités de défaillance d'ordres de grandeur inférieurs. Le même appareillage peut être également utilisé pour charger le module LCD en excentration et pour obtenir sa résistance en différents emplacements.



IEC 547/09

Figure 3 – Photographie et schéma de la mesure de résistance pour le module LCD pleine dimension

5.5 Méthode D: Constante de fatigue

La constante de fatigue du verre de base est obtenue en mesurant sa résistance biaxiale à quatre taux de contrainte différents ou plus, chaque taux successif étant d'un ordre de grandeur inférieur, en utilisant le dispositif de fixation ROR illustré à la Figure 1. Une quantité d'échantillons d'au moins 25 éprouvettes doit être utilisée à chacun des taux de contrainte pour obtenir une valeur fiable de constante de fatigue. Il convient que les éprouvettes utilisées pour cette mesure aient été également exposées aux dommages de manipulation et de traitement représentatifs de la fabrication de modules LCD et de cellules remplies (FC, *filled cells*).

6 Echantillon d'essai

6.1 Généralités

Les échantillons doivent être représentatifs de processus normaux. Les nombres d'échantillons indiqués ci-dessous sont minimaux. Des nombres plus grands d'échantillons donneront des estimations de durée de vie plus précises.

6.2 Verre de base

Un nombre d'échantillons d'au moins 50 éprouvettes, dont chacun est de 50 mm × 50 mm, doit être utilisé pour mesurer la résistance biaxiale quasi statique (voir 5.2) du verre de base. Un nombre d'échantillons similaire doit être utilisé pour caractériser le verre éraillé qui simule les dommages de manipulation et de traitement.

Les mesures de fatigue sont également effectuées sur des éprouvettes de 50 mm × 50 mm préparées à partir de verre éraillé. Un nombre d'échantillons d'au moins 25 éprouvettes doit être utilisé à chacun des taux de contrainte pour obtenir une valeur constante de fatigue à partir de l'analyse de régression des données de taux de résistance par rapport à celles du taux de contrainte.

6.3 Module pleine dimension

Les modules pleine dimension et les cellules remplies peuvent varier de dimensions diagonales faibles à très grandes. Dans tous les cas, une quantité d'échantillons minimale d'au moins 25 cellules remplies ou modules doit être utilisée pour mesurer la résistance biaxiale en charge statique (voir 5.4). De telles données, par la suite, permettent de déterminer la résistance du module à des probabilités de défaillance d'ordres de grandeur inférieurs.

De la même manière, une quantité d'échantillons d'au moins 25 cellules remplies doit être utilisée pour mesurer la résistance de bord par le biais de l'appareil représenté à la Figure 2.

7 Procédure: Charge quasi statique

Le taux de charge ou la vitesse de traverse pour la mesure de la résistance d'un verre de base ou d'une cellule remplie ou encore d'un module pleine dimension est choisi de manière à réaliser la mesure en 30 à 45 s. Le taux de charge ou la vitesse du coulisseau doit être maintenu constant pendant cette mesure.

8 Calculs de contrainte

8.1 Généralités

Les calculs de contrainte sont utilisés pour normaliser la charge lors de la défaillance en unités de contrainte communes. Cette normalisation prend en compte les différences de matériau du verre, de dimensions, et de certaines caractéristiques de conception. Pour des éprouvettes de conception et de dimension communes, la charge en défaillance et le taux de pression peuvent remplacer les formules de contraintes de rupture et de taux de contrainte de l'Article 9. Le coefficient de Poisson, ν , est une propriété de matériau normalement disponible chez le fournisseur de matériaux, mais il peut être vérifié par des essais de matériau.

8.2 Contrainte de défaillance biaxiale quasi statique (verre de base)

La résistance des éprouvettes de 50 mm × 50 mm de verre de base essayées dans le dispositif de fixation d'essai ROR est calculée par l'Equation (1).

$$\sigma_{\max} = [3P/4\pi t^2] \times [2(1+\nu)\ln(r_2/r_1) + (1-\nu)(r_2/r_3)^2(1-r_1^2/r_2^2)] \quad (1)$$

où

$\sigma_{\max}$ est la contrainte lors d'une défaillance,

P est la charge de rupture,

t est l'épaisseur du verre,

ν est le coefficient de Poisson,

r_2 est le rayon de l'anneau support,

r_1 est le rayon de l'anneau de charge, et

r_3 est le rayon de l'éprouvette.

8.3 Contrainte de défaillance de bord quasi statique (verre de base)

La résistance de bord des éprouvettes de verre de base est calculée à partir de la charge de rupture P et de l'Equation (2).

$$\sigma_e = 3P(L-l)/(2th^2) \quad (2)$$

où

σ_e est la contrainte de défaillance de bord,

h est la hauteur,

t est l'épaisseur,

l est la portée au niveau de la charge,

L est la portée au niveau du support, et

P est la charge de rupture.

8.4 Charge de rupture quasi statique (module LCD)

Pour cet essai, la charge de rupture et le taux de charge sont consignés. Bien qu'il existe des moyens de calculer la contrainte de rupture, ce calcul est très complexe et implique des caractéristiques de conception. Les valeurs de charge de rupture de cet essai peuvent se substituer à la contrainte de rupture dans les équations de l'Article 9. Du fait que les valeurs de charge de rupture ne sont pas normalisées selon la contrainte, les résultats sont valables uniquement pour la taille et la conception du module essayé.

9 Calculs de fatigue et de fiabilité

9.1 Généralités

La répartition de la résistance résultant des essais est faite à des taux considérablement plus élevés que ceux qui sont applicables à une utilisation normale. De plus, une utilisation normale reflète souvent les conditions de charge statique dans lesquelles la probabilité de défaillance est souhaitée à un instant donné. Pour lier les conditions de charge d'essai aux conditions d'utilisation, la théorie de la loi de puissance pour la fatigue est utilisée. Pour les essais aux taux cités dans ce document, la relation fatigue loi de puissance pour un seul défaut est la suivante:

$$\int_0^{t_F} \sigma^n(x) dx \approx BS^{n-2} \quad (3)$$