

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Electronic paper display –  
Part 3-2: Measuring method – Electro-optical**

**Afficheur de papier électronique –  
Partie 3-2: Méthode de mesure – Electro-optique**





## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### Useful links:

IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### 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.

#### Liens utiles:

Recherche de publications CEI - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Electronic paper display –  
Part 3-2: Measuring method – Electro-optical**

**Afficheur de papier électronique –  
Partie 3-2: Méthode de mesure – Electro-optique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

ICS 31.120; 31.260

ISBN 978-2-8322-1044-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

# CONTENTS

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                               | 4  |
| 1 Scope.....                                                                                | 6  |
| 2 Abbreviations .....                                                                       | 6  |
| 3 Overview .....                                                                            | 6  |
| 3.1 General.....                                                                            | 6  |
| 3.2 Measuring equipment.....                                                                | 6  |
| 3.3 Standard locations of measurement field .....                                           | 7  |
| 3.3.1 Matrix displays .....                                                                 | 7  |
| 3.3.2 Segment displays .....                                                                | 7  |
| 3.4 Initial reflectance light signal .....                                                  | 8  |
| 3.5 Standard DUT operating conditions .....                                                 | 9  |
| 3.5.1 General .....                                                                         | 9  |
| 3.5.2 Response time.....                                                                    | 9  |
| 3.5.3 Frame response .....                                                                  | 11 |
| 3.6 Electrical characteristics – Rewriting electric energy .....                            | 15 |
| 3.6.1 Purpose.....                                                                          | 15 |
| 3.6.2 Measuring instruments .....                                                           | 15 |
| 3.6.3 Measuring method .....                                                                | 15 |
| 3.6.4 Explanation .....                                                                     | 16 |
| 3.6.5 Specified conditions .....                                                            | 17 |
| 3.7 Image retention duration.....                                                           | 17 |
| 3.7.1 Purpose.....                                                                          | 17 |
| 3.7.2 Measuring instruments .....                                                           | 17 |
| 3.7.3 Measuring method .....                                                                | 17 |
| 3.7.4 Explanation .....                                                                     | 18 |
| 3.7.5 Specified conditions .....                                                            | 18 |
| 3.8 Electric power of keeping the image contrast.....                                       | 19 |
| 3.8.1 Purpose.....                                                                          | 19 |
| 3.8.2 Measuring instruments .....                                                           | 19 |
| 3.8.3 Measuring method .....                                                                | 19 |
| 3.8.4 Explanation .....                                                                     | 20 |
| 3.8.5 Specified conditions .....                                                            | 20 |
| 3.9 Electric energy of keeping the image contrast for a certain time period.....            | 21 |
| 3.9.1 Purpose.....                                                                          | 21 |
| 3.9.2 Measuring instruments .....                                                           | 21 |
| 3.9.3 Measuring method .....                                                                | 21 |
| 3.9.4 Explanation .....                                                                     | 22 |
| 3.9.5 Specified conditions .....                                                            | 23 |
| Bibliography.....                                                                           | 24 |
| Figure 1 – Measurement locations of display active area .....                               | 7  |
| Figure 2 – HL pattern .....                                                                 | 8  |
| Figure 3 – Sampling points .....                                                            | 8  |
| Figure 4 – An example of block diagram of an electronic paper display panel and module..... | 10 |
| Figure 5 – Relationship between driving signal and optical response time.....               | 10 |

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 6 – An example of driving signal and frame response time (segment) .....                                                   | 13 |
| Figure 7 – An example of driving signal and frame response time (matrix) .....                                                    | 14 |
| Figure 8 – Checkerboard pattern.....                                                                                              | 16 |
| Figure 9 – An example of block diagram for measuring the rewriting electric energy of<br>an electronic paper display module ..... | 16 |
| Figure 10 – Temporal characteristics of contrast ratio .....                                                                      | 18 |
| Figure 11 – Image contrast and driving mode.....                                                                                  | 19 |
| Figure 12 – Image contrast, driving mode and measuring period.....                                                                | 22 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ELECTRONIC PAPER DISPLAY –

Part 3-2: Measuring method –  
Electro-optical

## 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 62679-3-2 has been prepared by IEC technical committee 110: Electronic display devices.

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

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 110/475/FDIS | 110/502/RVD      |

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

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

A list of all parts in the IEC 62679 series, published under the general title *Electronic paper display*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## **ELECTRONIC PAPER DISPLAY –**

### **Part 3-2: Measuring method – Electro-optical**

#### **1 Scope**

This part of IEC 62679 series is restricted to electronic paper display modules using either segment, passive, or active matrix, and either monochromatic, or colour type displays.

In order to achieve a useful and uniform description of the performance of these devices, specifications for commonly accepted relevant parameters are put forward.

The purpose of this part of IEC 62679 series is to indicate and list the procedure-dependent parameters and to prescribe the specific methods and conditions that are to be used for their uniform numerical determination.

#### **2 Abbreviations**

DUT – Device under test

LMD – Light measuring device

PWM – Pulse width modulation

#### **3 Overview**

##### **3.1 General**

It is intended that the future IEC 62679-3-1 will cover the proper illumination method and optical measurement method to evaluate the electro-optical property of electronic paper display modules.

If an electronic paper display module works in combination with an external touch-key-panel or an external front-light-unit, remove those for measuring. If it is not possible to remove these elements, this fact shall be mentioned. However, it is not necessary to mention the protective sheet.

It is assumed that all measurements are performed by personnel skilled in the general art of radiometric and electrical measurements as the purpose of this paper is not to give a detailed account of good practice in electrical and optical experimental physics. Furthermore, it is necessary to ensure that all equipment is suitably calibrated as is known to skilled personnel and that records of the calibration data and traceability are kept.

It is assumed that all measurements are performed under normal operation conditions as used in the finished product by the end user unless requested otherwise. This includes the driving signals (waveforms) of the electronic paper display panel and/or module.

**NOTE** An electronic paper display module consists of an electronic paper display panel (electro-optical material, back plane, and driving circuit) and a logic circuit (see Figure 4).

##### **3.2 Measuring equipment**

Luminance meter: the devices for measuring luminance can be realized by

- a spectro-radiometer with numerical  $V(\lambda)$  correction

- a photometer with filter adaption to  $V(\lambda)$

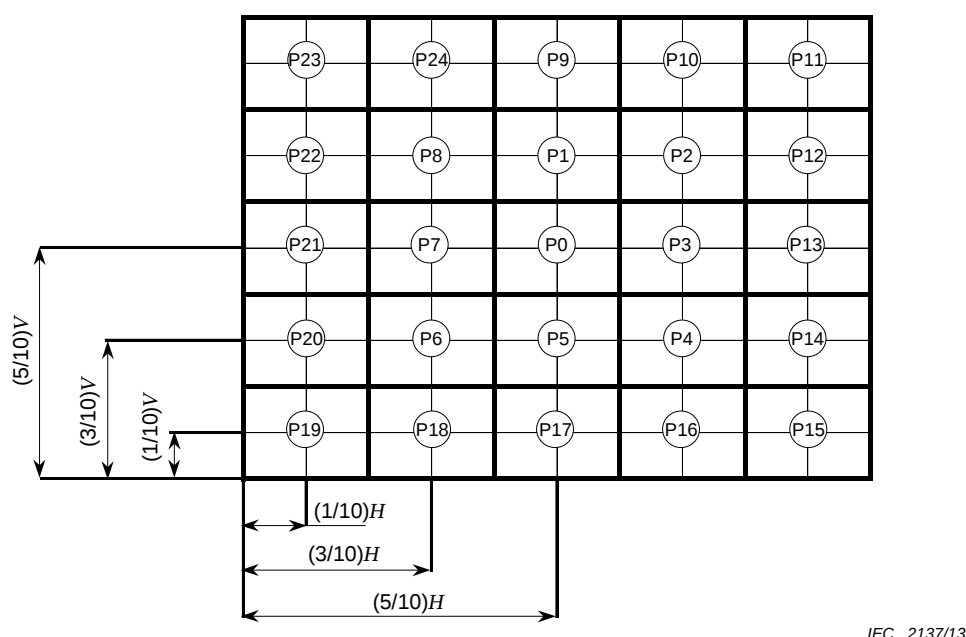
where  $V(\lambda)$  is the photopic response, as defined by the CIE 1931 standard observer in CIE/ISO 10527:1991.

Colorimeter: devices for measuring colour can be realized by

- spectro-radiometer with numerical evaluation (spectrophotometer),
- filter-colorimeter

### 3.3 Standard locations of measurement field

#### 3.3.1 Matrix displays



IEC 2137/13

NOTE Standard measurement positions are at the centres of all rectangles P0 to P24. Height and width of each rectangle are 20 % of display active area height and width respectively.

**Figure 1 – Measurement locations of display active area**

Luminance, spectral distribution and/or tristimulus measurements may be taken at several specified positions on the DUT surface. To this end, the front view of the display is divided into 25 identical imaginary rectangles (see Figure 1). Unless otherwise specified, measurements are carried out in the centre of each rectangle. Care shall be taken that the measuring spots on the display do not overlap. Positioning of the measuring spot on the thus prescribed positions in the x and y axis shall be to within 7 % of  $V$  and  $H$  respectively (where  $V$  and  $H$  denote the length of the display active area in the x and y axis respectively).

While scanning the position of the measuring spot over the surface of the DUT, the polar angles shall stay fixed.

Any deviation from the above-described standard positions shall be added to the detail specification.

#### 3.3.2 Segment displays

Standard measurement positions are the same as those prescribed for the matrix displays above. However, for segment displays, all measurements shall be performed at the centre of a segment and the chosen segment should be as close as possible to the centre of the designated rectangle. Thus, when measurements on position  $P_i$  ( $i = 0$  to 24) are requested,

the geometrical centre of the segment closest to the centre of box  $P_i$  should be used for positioning of the detector.

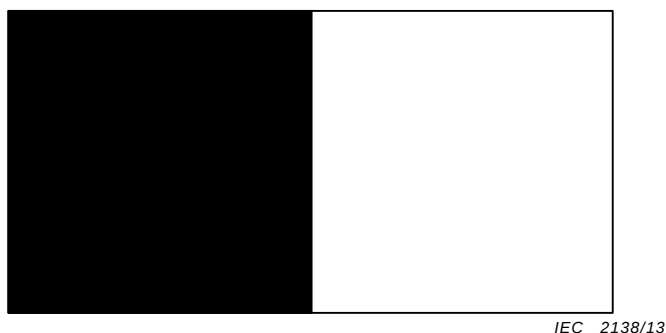
Any deviation from the above-described standard positions shall be mentioned.

### 3.4 Initial reflectance light signal

Measuring method:

Send an HL pattern (see Figure 2) that has a 50 % cover ratio to an electronic paper display module by using a pattern generator and a driving circuit. Stop driving that electronic paper display module (do not send any command nor data). Select one proper physical condition of lighting and measuring method. Measure 5 points each (see Figure 3) in both areas of high and low reflected optical signal. Calculate the average of those 5 points to obtain the initial reflectance of  $Ref_{\max}$  and  $Ref_{\min}$ . Calculate the initial contrast,  $CR_i$ , from  $Ref_{\max}$  and  $Ref_{\min}$ .

$$CR_i = Ref_{\min}/Ref_{\max}$$



The 'black' area shall have the lowest reflected optical signal while the 'white' area shall have the highest reflected optical signal.

Figure 2 – HL pattern

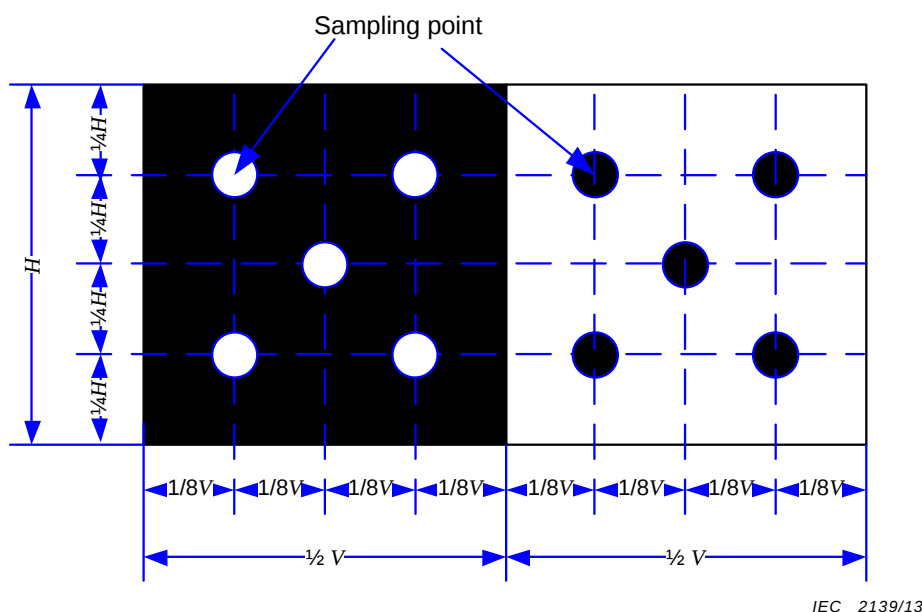


Figure 3 – Sampling points

### 3.5 Standard DUT operating conditions

#### 3.5.1 General

Depending on the physics of some electronic paper display module types, optical properties of these modules vary with the direction of observation (i.e. viewing-direction). Therefore it should be understood that for the determination of several of the parameters below, proper (mechanical) control and specification of the viewing direction is necessary. The normal viewing direction should be the default viewing direction, and the LMD aligned perpendicular to the DUT surface, unless stated otherwise. For viewing direction dependence, the process that will be described in IEC 62679-3-1 can be followed.

All light sources used for illumination of the DUT during the measurement shall be constant in illuminance and spectrum at least over the time-period of measurements that are related to each other in the evaluation (e.g. bright and dark state of a display for contrast evaluation). The luminance or illuminance of the arrangement used for illumination of the DUT shall be constant within  $\pm 1\%$ , and shall not exhibit short-term fluctuations (e.g. ripple, PWM, etc.). Measurements shall be started after the DUT, the source illumination, and measuring instruments achieve stability. Constant and correct temperature of the DUT shall be verified.

The module being tested shall be physically prepared for testing. It should be thermostatically controlled for stable operation during a specified period being less than one hour. If the control period is less than one hour, stable temperature shall be verified. Testing shall be conducted under nominal conditions of driving signal (voltage, current, waveform). Any deviation from the standard device operation conditions shall be added to the detail specification.

#### 3.5.2 Response time

##### 3.5.2.1 Purpose

This method is used for the determination of the time needed to change from high to low reflected optical signal (light to dark) or from low to high reflected optical signal (dark to light) by application of the driving voltage.

By convention, the response of an electronic paper display module to an increase in driving voltage is called 'turn-high' whereas the relaxation following a decrease of the driving voltage is called 'turn-low'. While this definition is straightforward in the case of segment- and low-resolution displays, it is significantly more complicated in the case of high resolution matrix displays, due to the complexity of data processing.

In order to measure a meaningful response time for the electronic paper display module, it is recommended to evaluate a response time for the actual driving signal for an electronic paper panel of that display. This requires having access to the electrical signal that is applied to the electronic paper display panel.

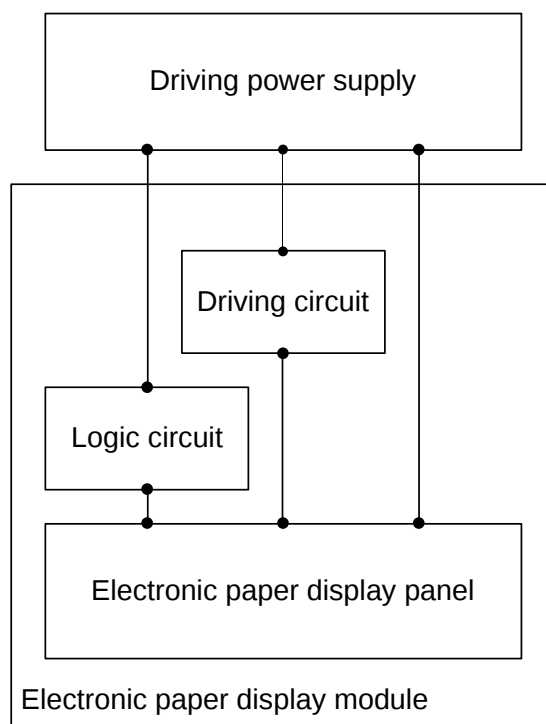
##### 3.5.2.2 Measurement equipment

An LMD with sufficient frequency response, a power supply, a driving signal generator, a trigger signal generator, and a recorder.

##### 3.5.2.3 Measurement method

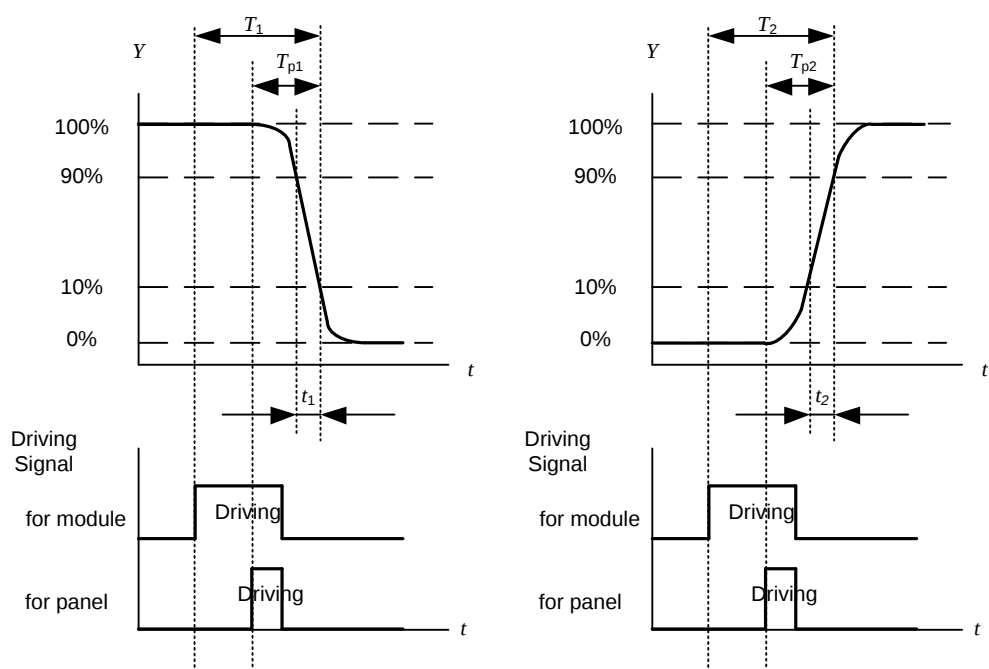
The measurements are performed in the dark room under standard measuring conditions.

Drive the DUT according to the display driving method and measure the reflection-time transition (see Figure 5). For segment display, drive only one segment. For matrix display, drive multiple pixels at the same time.



IEC 2140/13

**Figure 4 – An example of block diagram of an electronic paper display panel and module**



IEC 2141/13

$T_1$  – time from start of the module driving signal until panel reaches 10% of reflected optical signal

$T_2$  – time from start of the module driving signal until panel reaches 90% of reflected optical signal

$T_{p1}$  – time from start of the panel driving signal until panel reaches 10% of reflected optical signal

$T_{p2}$  – time from start of the panel driving signal until panel reaches 90% of reflected optical signal

$t_1$  – time needed to change the reflected optical signal of the panel from 90% to 10%

$t_2$  – time needed to change the reflected optical signal of the panel from 10% to 90%

**Figure 5 – Relationship between driving signal and optical response time**

- a) Select one of the standard measuring systems and set the DUT.
- b) Use the measurement circuits system as shown in Figure 4, and measure response time.

The electrical signal of the detector, which is positioned in the design-viewing direction at position P0 (see Figure 1), is measured at the recorder. The display is driven by an invertible plain field signal from a signal generator. Upon inverting, the signal goes from start level to end level without displaying any intermediate level on the display. The frequency of inversion shall be low enough to allow the display to obtain optical equilibrium in each of the two states. A trigger signal is sent to the recorder upon inversion of the reflected optical signal at position P0. The luminance meter measures the optical response. Ripples in the detected signal due to effects that are not relevant (e.g. originating from the display frame-frequency) shall be eliminated from the response. The reflected optical signal in the LIGHT mode is chosen as 100 % and in the DARK mode as 0 %.

#### 3.5.2.4 Explanation

- The time from the start of the module driving signal until the panel reaches 90 % or 10 % of the reflected optical signal is called 'module response time'.
- The time from the start of the module driving signal until the panel reaches 10 % of the reflected optical signal (from HIGH to LOW) is  $T_1$ .
- The time from the start of the module driving signal until the panel reaches 90 % of the reflected optical signal (from LOW to HIGH) is  $T_2$ .
- The time from the start of the panel driving signal until the panel reaches 90 % or 10 % of the reflected optical signal is called 'panel response time'.
- The time from the start of the panel driving signal until the panel reaches 10 % (from HIGH to LOW) of the reflected optical signal is  $T_{p1}$ .
- The time from the start of the panel driving signal until the panel reaches 90 % (from LOW to HIGH) of the reflected optical signal is  $T_{p2}$ .
- The time needed to change the reflected light signal of the panel from 90 % to 10 % or from 10 % to 90 % is called 'fall time',  $t_1$  or 'rise time',  $t_2$ .

NOTE 0 % is the minimum reference reflected optical signal level, and 100% is the maximum reference reflected optical signal.

#### 3.5.2.5 Specified conditions

The records of the measurement shall be made to describe deviations from the standard measurement conditions and include the following information:

- selected standard measuring system and its related conditions;
- driving signals (waveforms, voltage);
- measurement equipment and detector specifications;
- if not measuring the 'panel response time', note that.

### 3.5.3 Frame response

#### 3.5.3.1 Purpose

This method is used for the assessment of the frame response time of both segment and matrix electronic paper display modules. This response includes any stabilization period used by the device after the initial leading edge of the drive signal to create the frame.

#### 3.5.3.2 Measurement equipment

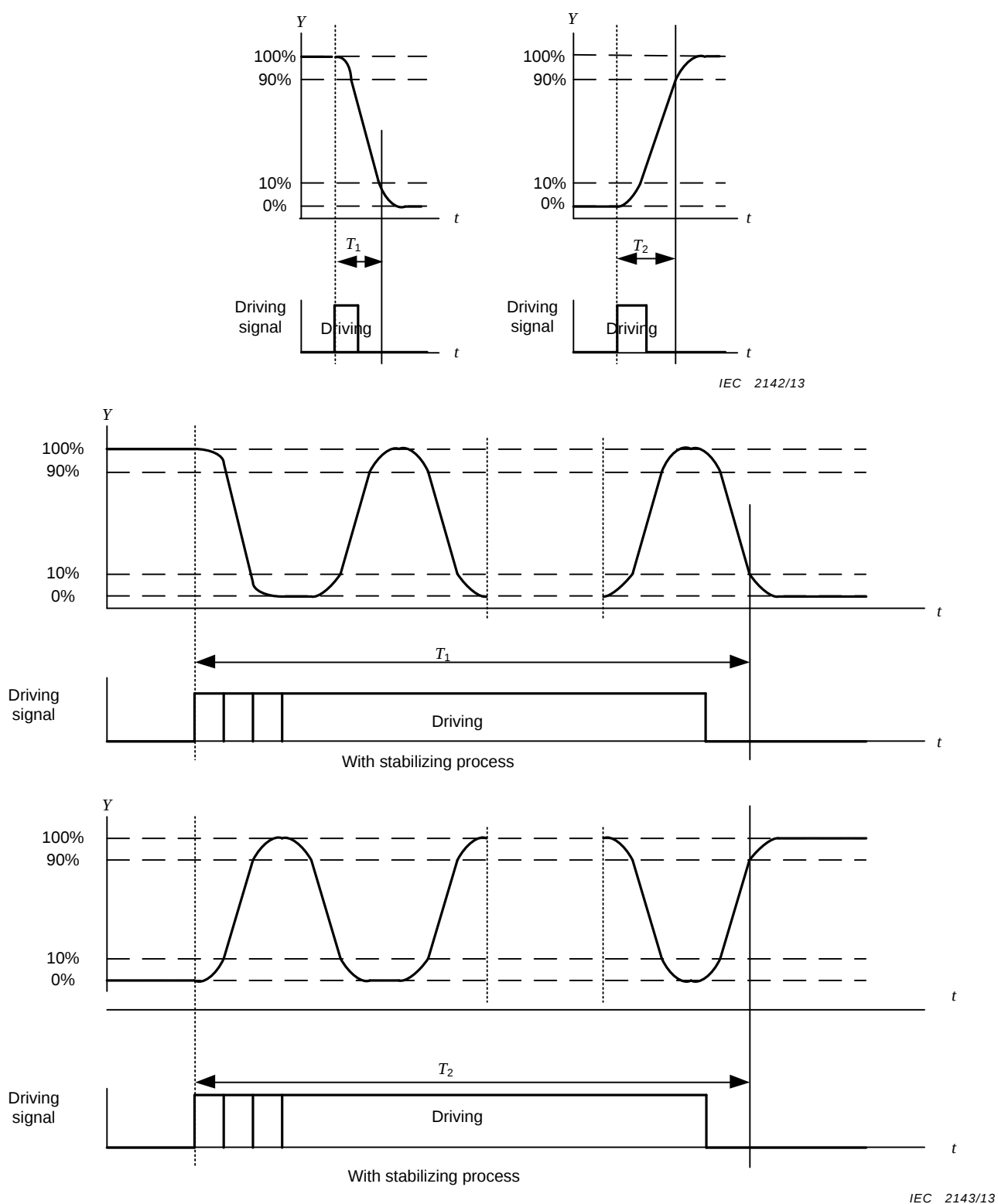
Same as in 3.5.2.2.

### 3.5.3.3 Measurement method

Measure the transition period from the displaying of the highest to the lowest reflected optical signal, and the lowest to the highest reflected optical signal. If the DUT requires a certain kind of process, such as a stabilizing process before writing the actual data to the DUT with a certain signal, start measuring by inputting that signal (see Figure 6). Normally the driving signals (waveforms) of the electronic paper display module are used. If these driving signals include a preliminary process such as 'Reset' or 'stabilization' before writing the actual image data to the module, start measuring the response times  $T_1$  or  $T_2$  from the start of that process.

For the matrix display, measure that period by changing pattern A to pattern B or pattern B to pattern A (see Figure 7). The measuring location  $P_f$  is the last changed location in the standard measuring locations shown in Figure 7.

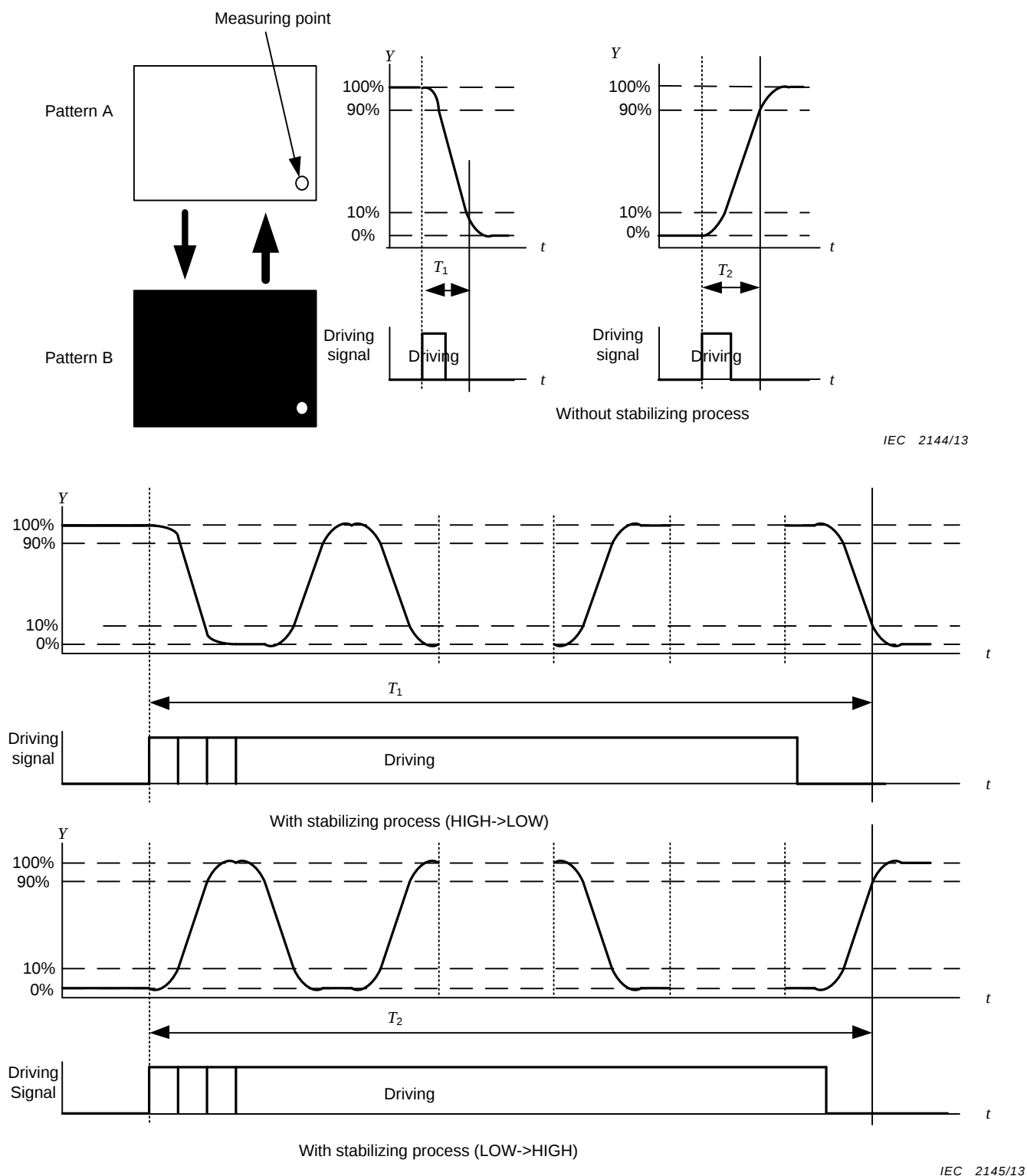
Other measuring methods follow 3.5.2.3.



$Y$  – reflected optical signal

$t$  – time

**Figure 6 – An example of driving signal and frame response time (segment)**



Y – reflected optical signal

t – time

**Figure 7 – An example of driving signal and frame response time (matrix)**

### 3.5.3.4 Explanation

To change from the highest reflection to the lowest reflection, the time needed for the reflected optical signal to change from 100 % to 10 % ( $T_1$ ) is measured. To change from the

lowest reflection to the highest reflection, the time needed for the reflected optical signal to change from 0 % to 90 % ( $T_2$ ) is measured.

If the driving signals (waveform) of the DUT include a preliminary process such as 'stabilization' or 'Reset' to change from the highest reflection to the lowest reflection, the time needed for the reflected optical signal to change from 100 % to 10 % including reset time ( $T_1$ ) is measured, and to change the lowest reflection to the highest reflection, the time needed for the reflected optical signal to change from 0 % to 90 % including reset time ( $T_2$ ) is measured.

When measuring  $T_1$  the 10% threshold has to be crossed in the direction from higher to lower reflected optical signal, and when measuring  $T_2$  the 90% threshold has to be crossed in the direction from lower to higher reflected optical signal, at the end of the stabilization period.

### 3.5.3.5 Specified condition

The records of the measurement shall be made to describe deviations from the standard measurement conditions and include the following information:

- selected standard measuring system and its related conditions;
- driving signals (waveforms, voltage);
- measurement equipment and detector specifications;
- if use is made of the term switching-time or (dynamic) response time, explanation of use shall be given in the detail specification and deviations from prescribed nomenclature in 3.5.3.4 shall be given when using other names for any of these times;
- if the DUT shows another transition during a changing state, show that transition, perform a similar measurement and define  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $t_1$ , and  $t_2$  accordingly;
- for a matrix display module, describe the location of PI (the last changed location that shows a transition).

## 3.6 Electrical characteristics – Rewriting electric energy

### 3.6.1 Purpose

This method is applied to the measurements of electric energy for an electronic paper display module, especially rewriting.

### 3.6.2 Measuring instruments

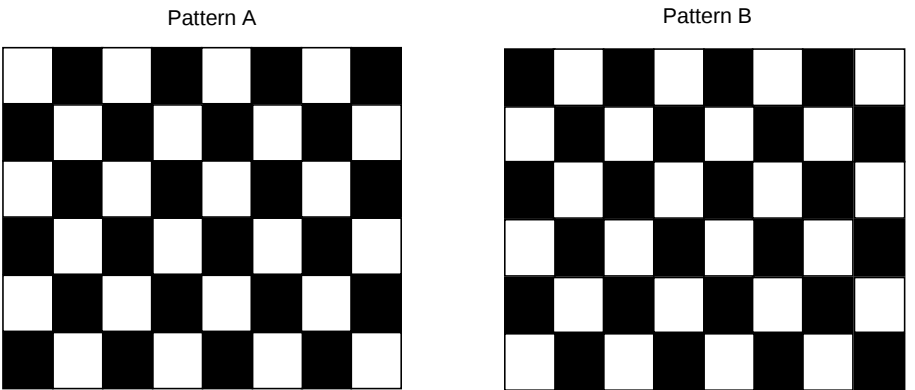
Rewriting electric energy is measured by using an LMD (luminance meter or colorimeter), a driving power supply, a driving circuit, a pattern generator, voltage meters with timestamp, and current meters with timestamp.

### 3.6.3 Measuring method

The measurements are performed under the standard measuring conditions. Send a checkerboard pattern that has a 50 % covering ratio (see Figure 8) by using a pattern generator and a driving circuit (pattern A in Figure 8). Then, send a reversed checkerboard pattern (pattern B in Figure 8). Measure the electric energy during changing (rewriting) from pattern A to pattern B. Both pattern A and pattern B should have the same contrast ratio measured by a standard method. The actual rewriting process is dependent on each display.

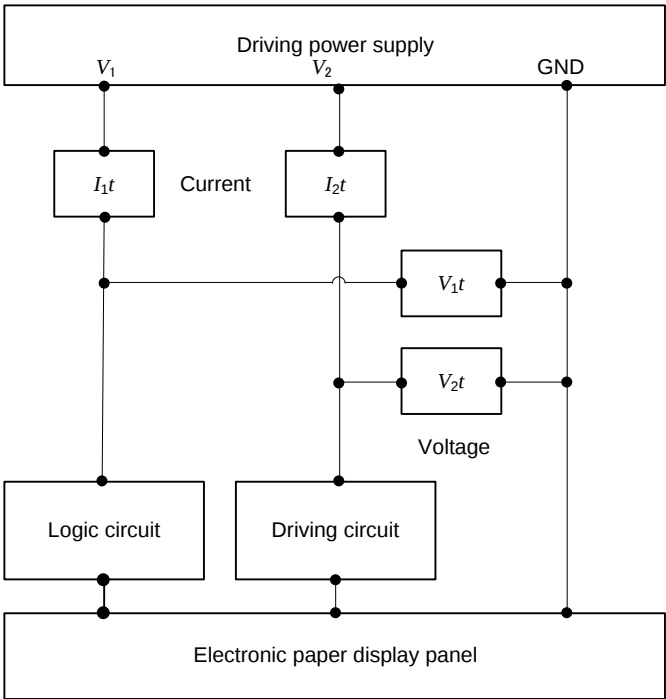
Using a measuring circuit (shown in Figure 9), measure the electric energy during rewriting from pattern A to pattern B. Electric energy is measured by voltage  $V_1$ ,  $V_2$ , current  $I_1$ ,  $I_2$  and duration  $t$ .

Testing shall be conducted under nominal conditions of driving signal (voltage, current, waveform).



IEC 2146/13

Figure 8 – Checkerboard pattern



IEC 2147/13

**Key**

$I_1, I_2$  – current

$V_1, V_2$  – voltage

Figure 9 – An example of block diagram for measuring the rewriting electric energy of an electronic paper display module

**3.6.4 Explanation**

**3.6.4.1 Rewriting electric energy**

Rewriting electric energy for the electric paper display module in each circuit is calculated using the following formulae:

The electric energy of logic circuit

$$W_1 = \int_0^t V_1 I_1 dt \tag{1}$$

The electric energy of electronic paper display driving circuit 
$$W_2 = \int_0^t V_2 I_2 dt \quad (2)$$

The total rewriting electronic energy in the display module 
$$W = W_1 + W_2 \quad (3)$$

where

$V$  is the voltage

$I$  is the current

$W$  is the electric energy

If the logic circuit and the driving circuit are not separated, measure the compound current, the superposed voltage and the time to calculate the total rewriting electric energy. In this case, note the use of that method.

### 3.6.4.2 Maximum electric energy for rewriting

Adjust the conditions for the electronic paper display module driving current and driving voltage which are specified in the detailed specification for the maximum electric energy. In these conditions, the measured individual and the total electric energy are defined as the corresponding maximum electric energy.

### 3.6.5 Specified conditions

In case of measuring under non standard conditions, specify what that is, such as:

- measuring conditions, such as the physical condition of light source and/or receptacle, and/or the related required detail information (such as angle of incidence);
- in case of using a non standard checkerboard pattern, because of a physical limitation of display(s), note the detailed information about used pattern, size, covering ratio (black ratio);
- in case measurements using pattern A and/or pattern B have a different contrast ratio (if the contrast ratio of used pattern is not 100% black nor 100% white), note the contrast ratio of those patterns and the measured electric energy.

## 3.7 Image retention duration

### 3.7.1 Purpose

This method is applied to the measurement of the image retention duration of an electronic paper display module.

### 3.7.2 Measuring instruments

Image retention duration is measured by using an LMD (luminance meter or colorimeter), a driving power supply, a driving circuit, a pattern generator, and a timer.

### 3.7.3 Measuring method

The measurements are performed under the standard measuring conditions.

Measure  $CR_i$  not instantly but after a fixed waiting period, for example 3 s.

Set the electronic paper display module with either pattern A or pattern B under the standard condition. Measure the time  $t_{80}$  when the contrast of that electronic paper display module becomes 80 % of  $CR_i$ . If required, other durations such as  $t_{60}$  for 60 % of  $CR_i$ , or  $t_{40}$  for 40 % of  $CR_i$  can be used.

NOTE To test the usability requirements, if possible, it can be useful to measure the time  $t_x$  when the electric paper display becomes barely readable by visual evaluation.

Figure 10 shows the relationship between contrast  $CR_x$ , and duration  $t_x$ .

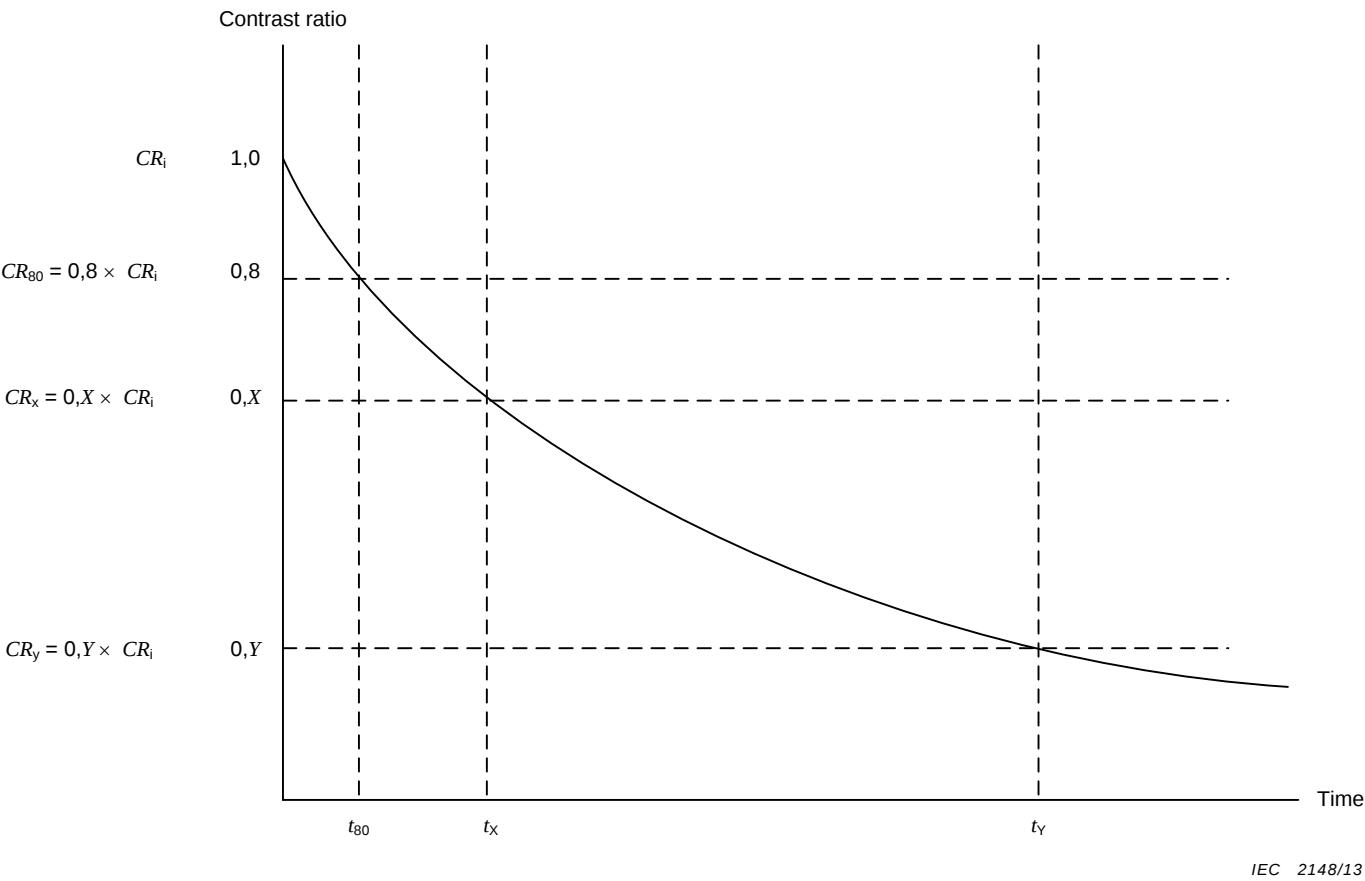


Figure 10 – Temporal characteristics of contrast ratio

3.7.4 Explanation

The image retention duration is measured by using the following methods:

Initial contrast  $CR_i = Ref_{max} / Ref_{min}$  (4)

80 % of  $CR$   $CR_{80} = 0.8 \times CR_i$  (5)

NOTE  $CR$  in Figure 10 is normalized.

Image retention period:  $t_{80}$  time period from the start to when the contrast of that electronic paper display module becomes 80 % of  $CR_i$ .

Image retention period:  $t_y$  time period from the start to when the contrast of that electronic paper display module becomes  $Y$  % of  $CR_i$ .

3.7.5 Specified conditions

In case of not following the standard measuring method, specify what that is, such as:

- measuring conditions, such as the physical condition of light source and/or receptacle, and/or the related required detail information (such as angle of incident);

- in case of using a non standard checkerboard pattern, because of a physical limitation of display(s), note the detailed information about the said pattern, size, and cover ratio (black ratio);
- if measured from several  $CR_i$  (because of the characteristics of measuring the electronic paper display module), record each  $CR_i$  in conjunction with  $t_{80}$ ,  $t_{60}$ ,  $t_{40}$  for each  $CR_i$ ;
- measuring conditions and retention conditions (environmental),
- if  $t_{80}$  is not measurable (the electronic paper display module never reaches  $CR_{80}$  within a reasonable period), measure at a much higher contrast ratio, such as 95% or 90% of  $CR_i$ , and note those, such as  $t_{95}$  or  $t_{90}$ .

### 3.8 Electric power of keeping the image contrast

#### 3.8.1 Purpose

This method is applied to the measurement of the electric power to keep the image contrast.

#### 3.8.2 Measuring instruments

The electric power of keeping the image contrast is measured by using an LMD (luminance meter or colorimeter), a driving power supply, a pattern generator, a voltage meter with timestamp, and a current meter with timestamp.

#### 3.8.3 Measuring method

The measurement is performed under the standard measuring conditions. Write the standard image pattern (Figure 8) by using driving signals and a pattern generator with the measurement circuit in Figure 9. The initial contrast ratio is calculated from the measured reflectance ratio and called  $CR_i$ . After a non driving duration send electronic signal(s) in order to ensure that the electronic paper display module has the same contrast  $CR_i$ . Measure the required electronic power and required duration. (See Figure 11)

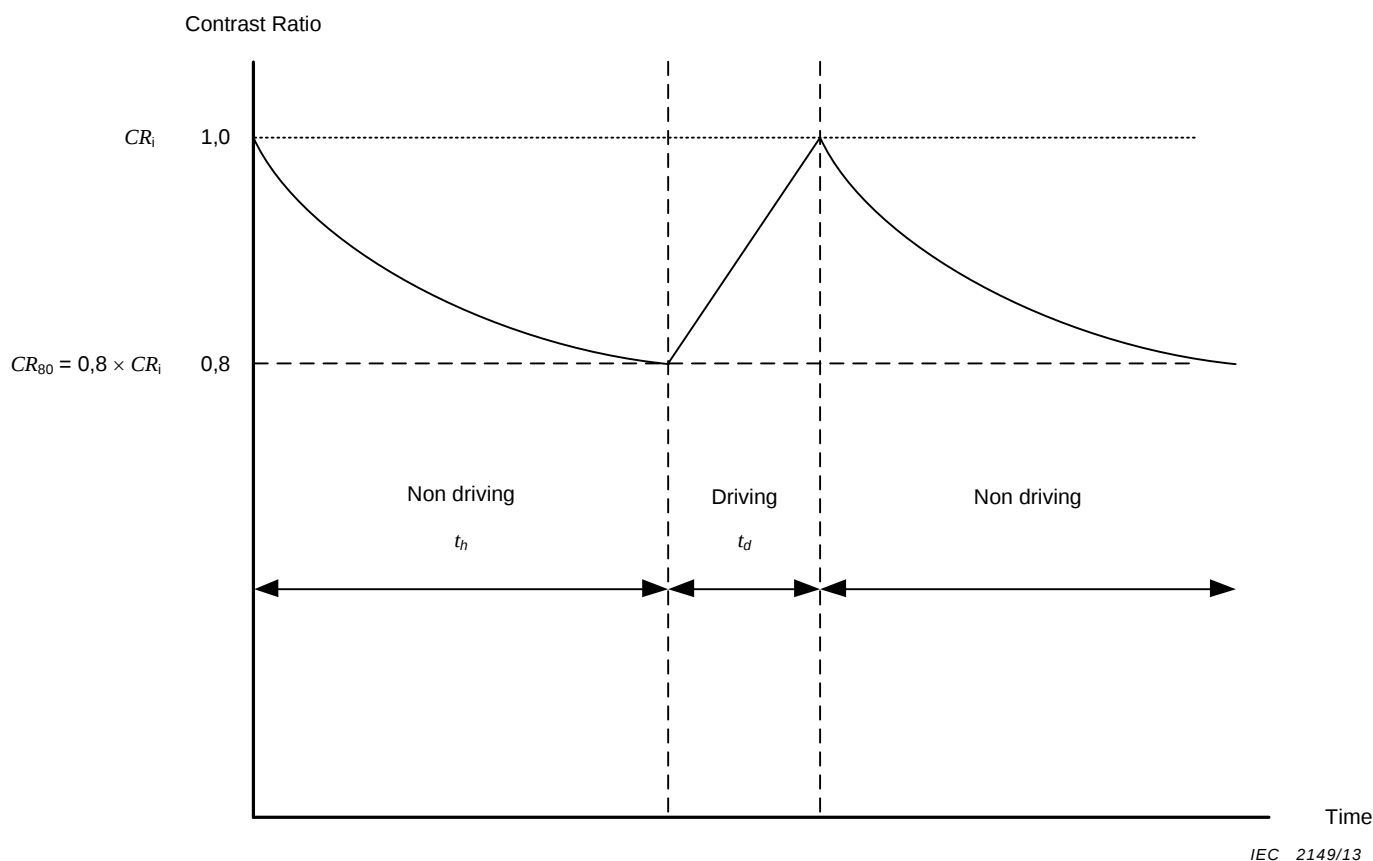


Figure 11 – Image contrast and driving mode

### 3.8.4 Explanation

The electric power of keeping the image contrast is defined as the electric energy required to keep an electronic paper display module at the initial contrast condition after holding the image for a certain period. That power is measured by using the driving duration ( $t_d$ ), the current and voltage in order to bring back the contrast to the initial contrast ratio ( $CR_i$ ), which is gradually decayed with the image retention duration.

Measure the powers for each portion as in the following formulae, and sum up to the total power.

$$\text{Power for the logic circuit} \quad P_1 = W_1 / (t_h + t_d) \quad (6)$$

$$W_1 = \int_0^{t_d} V_1 I_1 dt \quad (7)$$

$$\text{Power for the driving circuit} \quad P_2 = W_2 / (t_h + t_d) \quad (8)$$

$$W_2 = \int_0^{t_d} V_2 I_2 dt \quad (9)$$

$$\text{Total power of the electronic paper display module } P = P_1 + P_2 \quad (10)$$

where

$V$  is the voltage

$I$  is the current

$P$  is the power

$W$  is the electric energy

If the power for the logic circuit and the driving circuit cannot be measured separately, measure the total power consumption, and use that as the power of that electronic paper display module.

### 3.8.5 Specified conditions

In case of not following the standard measuring method, specify what that is, such as:

- measuring conditions, such as the physical condition of the light source and/or receptacle, and/or the related required detailed information (such as angle of incidence);
- in case of using a non standard checkerboard pattern, because of a physical limitation of display(s), note the detailed information about the said pattern, size, and cover ratio (black ratio);
- if measured from several  $CR_i$  values (because of characteristics of the measuring electronic paper display module), record each  $CR_i$  in conjunction with  $t_{80}$ ,  $t_{60}$ ,  $t_{40}$  for each  $CR_i$ ;
- measuring conditions and holding conditions (environmental);
- if the electronic paper display module never reaches  $CR_{80}$  within a certain period, note that.

### 3.9 Electric energy of keeping the image contrast for a certain time period

#### 3.9.1 Purpose

This method is applied to the measurement of electric energy to keep the image contrast for a certain time period

#### 3.9.2 Measuring instruments

The electric energy of keeping the image contrast for a certain time period is measured by using an LMD (luminance meter or colorimeter), a driving power supply, a pattern generator, a voltage meter, a current meter, and a timer.

#### 3.9.3 Measuring method

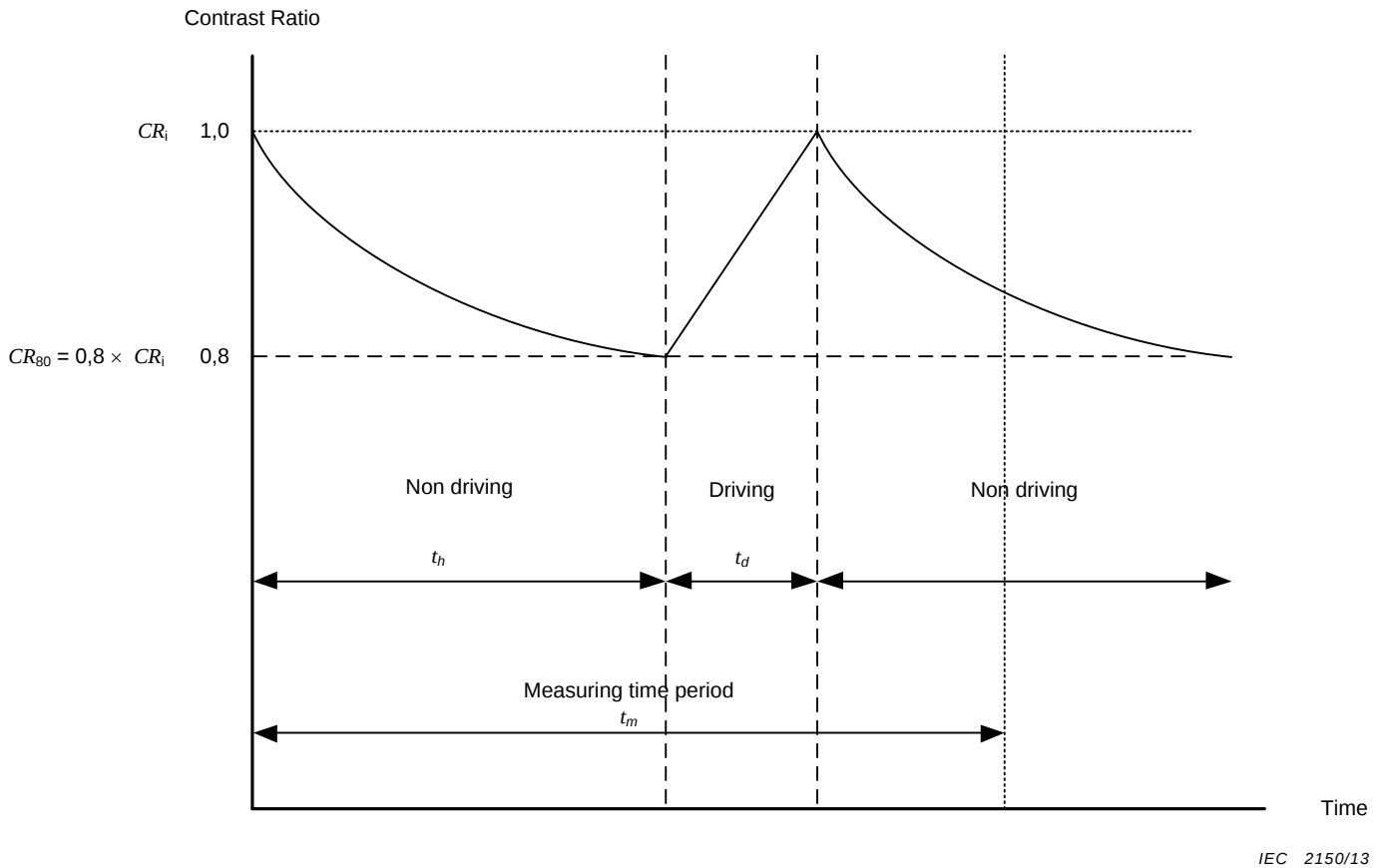
The measurement is performed under the standard measuring conditions. Write the standard image pattern (Figure 8) by using driving signals and a pattern generator with the measurement circuit in Figure 9. The initial contrast ratio is calculated from the measured reflectance ratio and called  $CR_i$ . Leave the DUT without the driving current for a certain period. During that duration if the  $CR$  drops down to a certain ratio of  $CR_i$ , apply the driving current to maintain the  $CR$  above the said certain ratio. Measure the energy to maintain  $CR$  above a certain ratio of  $CR_i$ .

The measuring time period shall be more than 1 second.

If the measuring time period is shorter than 1 second, which means that the  $CR$  of the measuring display drops faster than 1 second, that display module is not considered as an electronic paper display module, as it should have image holding characteristics.

$CR$  shall be more than 80 % of  $CR_i$  for the measuring period.

Figure 12 shows an example of a driving signal to maintain  $CR$  above 80 % of  $CR_i$  for the measuring time period.



$CR_i$  – initial contrast ratio

$t_h$  – non driving period, do not apply any signal to the electronic paper display module

$t_d$  – driving period, apply proper signal to drive the electronic paper display module to the initial  $CR_i$

$t_m$  – measuring period, such as 1 hour, 1 day, 1 year.

**Figure 12 – Image contrast, driving mode and measuring period**

### 3.9.4 Explanation

The electric energy for keeping the image contrast for a certain period is defined as the electric energy required to keep an electronic paper display module at the initial contrast conditions for holding an image for a certain period. That electric energy is measured by using the measuring time period ( $t_m$ ), the current and voltage in order to keep the contrast above a certain ratio of the initial contrast ratio ( $CR_i$ ), which is gradually decayed.

Measure the electric energy for each portion using the following formulae, and sum up to the total electric energy.

$$\text{Electric energy for the logic circuit} \quad W_1 = \int_0^{t_m} V_1 I_1 dt \quad (11)$$

$$\text{Electric energy for the driving circuit} \quad W_2 = \int_0^{t_m} V_2 I_2 dt \quad (12)$$

Total electric energy of the electronic paper display module  $W_0 = W_1 + W_2$  (13)

where

$V$  is the voltage

$I$  is the current

$W$  is the electric energy

If the electric energy for the logic circuit and the driving circuit cannot be measured separately, measure the total electric energy, and use that as the electric energy of that electronic paper display module.

### 3.9.5 Specified conditions

In case of not following the standard measuring method, specify what that is, such as:

- measuring conditions, such as the physical condition of light source and/or receptacle, and/or the related required detailed information (such as angle of incidence);
- in case of using a non standard checkerboard pattern, because of a physical limitation of display(s), note the detailed information about the said pattern, size, and cover ratio (black ratio);
- if measured from several  $CR_i$  values, note those  $CR_i$ ;
- measuring conditions and holding conditions (environmental);
- if the electronic paper display module never reaches  $CR_{80}$  within a certain period, note that.

## Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC62679-3-1, *Electronic paper display – Part 3-1: Measuring methods – Optical*<sup>1</sup>

CIE 38, *Radiometric and Photometric Characteristics of Materials and their Measurement*

CIE/ISO 10527:1991, *CIE standard colorimetric observers*

---

---

<sup>1</sup> Under consideration.



## SOMMAIRE

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                              | 28 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                   | 30 |
| 2 Abréviations .....                                                                                            | 30 |
| 3 Vue d'ensemble .....                                                                                          | 30 |
| 3.1 Généralités.....                                                                                            | 30 |
| 3.2 Appareil de mesure .....                                                                                    | 31 |
| 3.3 Emplacements normalisés du champ de mesure .....                                                            | 31 |
| 3.3.1 Afficheurs matriciels .....                                                                               | 31 |
| 3.3.2 Afficheurs à segments .....                                                                               | 32 |
| 3.4 Signal lumineux du facteur de réflexion initial .....                                                       | 32 |
| 3.5 Conditions normalisées de fonctionnement du DUT .....                                                       | 33 |
| 3.5.1 Généralités.....                                                                                          | 33 |
| 3.5.2 Temps de réponse .....                                                                                    | 33 |
| 3.5.3 Réponse de trame .....                                                                                    | 36 |
| 3.6 Caractéristiques électriques – Energie électrique de réinscription .....                                    | 39 |
| 3.6.1 Objectif.....                                                                                             | 39 |
| 3.6.2 Instruments de mesure .....                                                                               | 39 |
| 3.6.3 Méthode de mesure .....                                                                                   | 39 |
| 3.6.4 Explication.....                                                                                          | 41 |
| 3.6.5 Conditions spécifiées.....                                                                                | 41 |
| 3.7 Durée de maintien d'image .....                                                                             | 41 |
| 3.7.1 Objectif.....                                                                                             | 41 |
| 3.7.2 Instruments de mesure .....                                                                               | 42 |
| 3.7.3 Méthode de mesure .....                                                                                   | 42 |
| 3.7.4 Explication.....                                                                                          | 42 |
| 3.7.5 Conditions spécifiées.....                                                                                | 43 |
| 3.8 Puissance électrique pour la conservation du contraste d'image.....                                         | 43 |
| 3.8.1 Objectif.....                                                                                             | 43 |
| 3.8.2 Instruments de mesure .....                                                                               | 43 |
| 3.8.3 Méthode de mesure .....                                                                                   | 43 |
| 3.8.4 Explication.....                                                                                          | 44 |
| 3.8.5 Conditions spécifiées.....                                                                                | 45 |
| 3.9 Energie électrique pour la conservation du contraste d'image pendant une<br>certaine période de temps ..... | 45 |
| 3.9.1 Objectif.....                                                                                             | 45 |
| 3.9.2 Instruments de mesure .....                                                                               | 45 |
| 3.9.3 Méthode de mesure .....                                                                                   | 45 |
| 3.9.4 Explication.....                                                                                          | 46 |
| 3.9.5 Conditions spécifiées.....                                                                                | 47 |
| Bibliographie.....                                                                                              | 48 |
| Figure 1 – Emplacements des mesures de la zone d'affichage active .....                                         | 31 |
| Figure 2 – Mire HL .....                                                                                        | 32 |
| Figure 3 – Points d'échantillonnage .....                                                                       | 33 |
| Figure 4 – Exemple de schéma fonctionnel de panneau et de module d'affichage de<br>papier électronique .....    | 34 |

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 5 – Relation entre signal d'excitation et temps de réponse optique.....                                                                   | 35 |
| Figure 6– Exemple de signal d'excitation et de temps de réponse de trame (segment) .....                                                         | 37 |
| Figure 7 – Exemple de signal d'excitation et de temps de réponse de trame (matriciel) .....                                                      | 38 |
| Figure 8 – Mire à damier .....                                                                                                                   | 40 |
| Figure 9 – Exemple de schéma fonctionnel pour mesurer l'énergie électrique de réinscription d'un module d'affichage de papier électronique ..... | 40 |
| Figure 10 – Caractéristique temporelle du rapport de contraste .....                                                                             | 42 |
| Figure 11 – Contraste d'image et mode d'excitation .....                                                                                         | 44 |
| Figure 12 – Contraste d'image, mode d'excitation et période de mesure .....                                                                      | 46 |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## AFFICHEUR DE PAPIER ÉLECTRONIQUE –

### Partie 3-2: Méthode de mesure – Electro-optique

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62679-3-2 a été établie par le comité d'études 110 de la CEI: Dispositifs électroniques d'affichage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 110/475/FDIS | 110/502/RVD     |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62679, publiées sous le titre général *Afficheur de papier électronique*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

**IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## AFFICHEUR DE PAPIER ÉLECTRONIQUE –

### Partie 3-2: Méthode de mesure – Electro-optique

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 62679 est limitée aux modules d'affichage de papier électronique utilisant des écrans soit à segments, soit à matrice passive ou active et monochromatiques ou couleurs.

Pour obtenir une description utile et uniforme des performances de ces dispositifs, des spécifications des paramètres pertinents et couramment acceptés sont fournies.

L'objectif de la présente partie de la série CEI 62679 est d'indiquer et d'énumérer les paramètres qui dépendent de la procédure, ainsi que de prescrire les méthodes et conditions spécifiques à utiliser pour en obtenir une détermination numérique uniforme.

#### 2 Abréviations

| Abréviation | Français                          | Anglais                |
|-------------|-----------------------------------|------------------------|
| DUT         | Dispositif en essai               | Device under test      |
| LMD         | Luxmètre                          | Light measuring device |
| PWM         | Modulation de largeur d'impulsion | Pulse width modulation |

#### 3 Vue d'ensemble

##### 3.1 Généralités

La future norme CEI 62679-3-1 est destinée à couvrir les méthodes d'éclairage et de mesures optiques appropriées afin d'évaluer les propriétés électro-optiques de modules d'affichage de papier électronique.

Si un module d'affichage de papier électronique est équipé d'un panneau tactile externe ou d'une unité d'éclairage frontal externe, ils doivent être retirés avant d'effectuer les mesures. S'ils ne peuvent pas être retirés, il faut l'indiquer. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire de mentionner les films de protection.

On suppose que toutes les mesures sont réalisées par du personnel compétent en matière de mesures radiométriques et électriques en général, sachant que le présent document n'a pas pour objectif de fournir un état détaillé des bonnes pratiques de physique expérimentale électrique et optique. On doit, par ailleurs, s'assurer que tous les équipements sont correctement étalonnés, conformément à l'état de l'art et que des enregistrements des données relatives à l'étalonnage et à la traçabilité sont conservés.

On suppose que toutes les mesures sont réalisées dans les conditions de fonctionnement normales du produit fini utilisé par l'utilisateur final, sauf en cas de demande spécifique. Ces conditions incluent les signaux d'excitation (formes d'onde) du panneau et/ou du module d'affichage de papier électronique.

NOTE Un module d'affichage de papier électronique est constitué d'un panneau d'affichage de papier électronique (matériau électro-optique, fond de panier et circuit d'excitation) et d'un circuit logique (voir Figure 4).

### 3.2 Appareil de mesure

Luminancemètre: les dispositifs de mesure de la luminance peuvent comprendre:

- un spectroradiomètre à correction numérique  $V(\lambda)$
- un photomètre avec utilisation de filtre adapté à  $V(\lambda)$

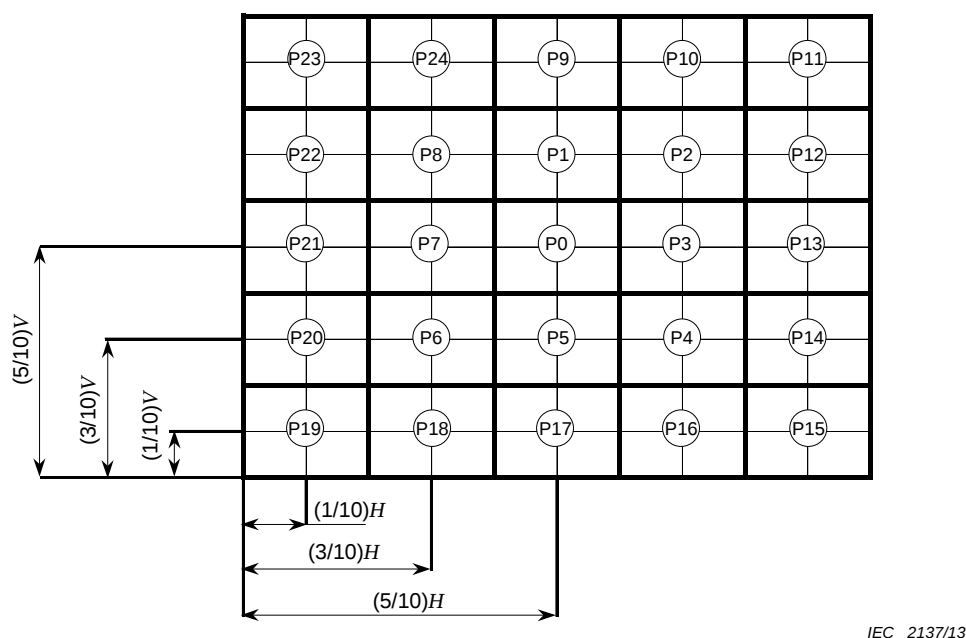
où  $V(\lambda)$  est la réponse photopique, telle qu'elle est définie par l'observateur de référence CIE 1931 dans la norme CIE/ISO 10527:1991.

Colorimètre: les dispositifs de mesure des couleurs peuvent comprendre:

- un spectroradiomètre à sortie numérique (spectrophotomètre),
- un colorimètre à filtres.

### 3.3 Emplacements normalisés du champ de mesure

#### 3.3.1 Afficheurs matriciels



NOTE Les positions de mesure normalisées sont aux centres de tous les rectangles P0 à P24. La hauteur et la largeur de chaque rectangle sont respectivement égales à 20 % de la hauteur et de la largeur de la zone d'affichage active.

**Figure 1 – Emplacements des mesures de la zone d'affichage active**

Les mesures de la luminance, de la répartition spectrale et/ou des composantes trichromatiques peuvent être réalisées en plusieurs positions spécifiées sur la surface du DUT. A cet effet, la vue frontale de l'afficheur est divisée en 25 rectangles imaginaires identiques (voir Figure 1). Sauf spécification contraire, les mesures sont réalisées au centre de chaque rectangle. On doit veiller à ce que les points de mesure sur l'afficheur ne se chevauchent pas. Le positionnement du point de mesure aux positions ainsi prescrites sur les axes x et y doit être dans les limites de 7 % de  $V$  et de  $H$  respectivement (où  $V$  et  $H$  représentent les dimensions de la zone d'affichage active sur les axes x et y respectivement).

Au cours du balayage à la position du point de mesure sur la surface du DUT, les angles polaires doivent rester fixes.

Tout écart par rapport aux positions normalisées décrites ci-dessus doit être ajouté à la spécification particulière.

### 3.3.2 Afficheurs à segments

Les positions normalisées de mesure sont les mêmes que celles prescrites ci-dessus pour les afficheurs matriciels. Cependant, pour les afficheurs à segments, toutes les mesures doivent être réalisées au centre d'un segment et il convient que le segment choisi soit aussi proche que possible du centre du rectangle désigné. Ainsi, lorsque des mesures sont requises à la position  $P_i$  ( $i = 0$  à 24), il convient que le centre géométrique du segment le plus proche du centre de la case  $P_i$  soit utilisé pour positionner le détecteur.

Tout écart par rapport aux positions normalisées décrites ci-dessus doit être indiqué.

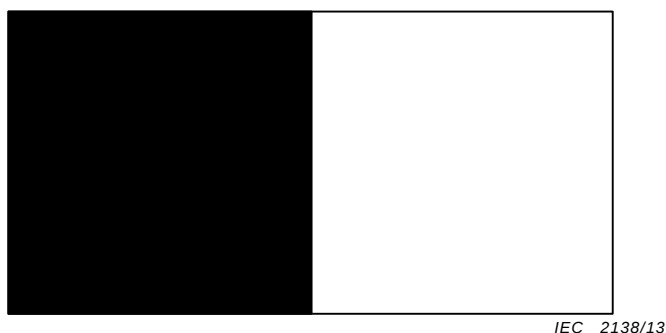
### 3.4 Signal lumineux du facteur de réflexion initial

Méthode de mesure:

Appliquer une mire HL (voir Figure 2) présentant un taux de couverture de 50 % à un module d'affichage de papier électronique en utilisant un générateur de mire et un circuit d'excitation. Arrêter l'excitation du module d'affichage de papier électronique (ne pas délivrer de commande, ni de données).

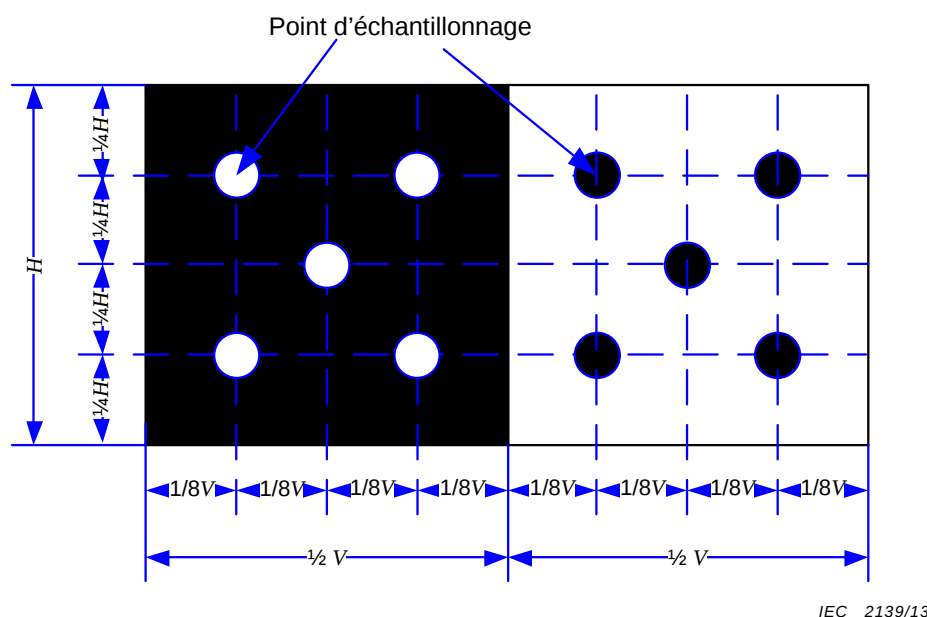
Choisir une condition physique d'éclairage et une méthode de mesure appropriées. Mesurer 5 points dans la zone des signaux optiques réfléchis élevés et 5 points dans la zone des signaux optiques réfléchis faibles (voir Figure 3). Calculer la moyenne des 5 points de chaque zone pour obtenir les facteurs de réflexion initiaux  $Ref_{max}$  et  $Ref_{min}$ . Calculer le contraste initial,  $CR_i$ , à partir de  $Ref_{max}$  et  $Ref_{min}$ .

$$CR_i = Ref_{min}/Ref_{max}$$



Les zones 'noires' doivent avoir le signal optique réfléchi le plus faible tandis que les zones 'blanches' doivent avoir le signal optique réfléchi le plus élevé.

**Figure 2 – Mire HL**



IEC 2139/13

**Figure 3 – Points d'échantillonnage**

### 3.5 Conditions normalisées de fonctionnement du DUT

#### 3.5.1 Généralités

En raison des caractéristiques physiques de certains types de modules d'affichage de papier électronique, les propriétés optiques de ces modules varient en fonction de la direction d'observation (c'est-à-dire la direction de visualisation). C'est pourquoi il convient de comprendre que pour la détermination de plusieurs des paramètres présentés ci-dessous, il est nécessaire de bien spécifier et de contrôler (mécaniquement) la direction de visualisation. Il convient que la direction de visualisation normale soit la direction de visualisation par défaut et que le luxmètre soit aligné perpendiculairement à la surface du DUT, sauf indication contraire. Le processus de dépendance à la direction de visualisation qui sera présenté à dans CEI 62679-3-1 peut être suivi.

Toutes les sources lumineuses utilisées pour l'éclairage du DUT au cours des mesures doivent être d'éclairement et de spectre constants au moins sur la période des mesures liées entre elles pour l'évaluation (par exemple état lumineux et sombre d'un afficheur pour l'évaluation du contraste). La luminance ou l'éclairement du dispositif utilisé pour l'éclairage du DUT doit être constante dans les limites de  $\pm 1\%$ , et ne doit pas présenter de fluctuations à court terme (par exemple des ondulations, des modulations de largeur d'impulsion (PWM), etc.). Les mesures doivent commencer une fois que le DUT, la source d'éclairage et les instruments sont stabilisés. Il doit être observé une température constante et correcte du DUT.

Le module soumis aux essais doit être physiquement préparé pour ces essais. Pour assurer un fonctionnement stable, il convient d'établir un contrôle thermostatique pendant une période spécifiée inférieure à 1 heure. Si la période de contrôle est inférieure à 1 heure, une température stable doit être observée. Les essais doivent être réalisés dans des conditions nominales de signal d'excitation (tension, courant, forme d'onde). Tout écart par rapport aux conditions normalisées de fonctionnement du dispositif doit être noté dans la spécification particulière.

#### 3.5.2 Temps de réponse

##### 3.5.2.1 Objectif

Cette méthode est utilisée pour la détermination du temps nécessaire pour passer de l'état de facteur de réflexion élevé à l'état de facteur de réflexion faible (du lumineux au sombre) par application de la tension d'excitation. Des états sombres peuvent également être interprétés.

Le temps de réponse est destiné à déterminer la réponse optique fondamentale du dispositif à une variation d'échelon dans le signal d'entrée (avec une période de stabilisation).

Par convention, on appelle "allumage" la réponse d'un module d'affichage de papier électronique à une augmentation de la tension d'excitation tandis que la relaxation résultant d'une réduction de la tension d'excitation est appelée "extinction". Alors que cette définition est explicite dans le cas des afficheurs à segments et à faible résolution, elle est beaucoup plus complexe lorsqu'il s'agit d'écrans matriciels à haute résolution en raison du traitement complexe des données.

Pour mesurer un temps de réponse significatif pour le module d'affichage de papier électronique, il est recommandé d'évaluer un temps de réponse pour le signal d'excitation réel pour un panneau de papier électronique pour cet afficheur. Pour ceci, il est nécessaire d'avoir accès au signal électrique appliqué au panneau d'affichage de papier électronique.

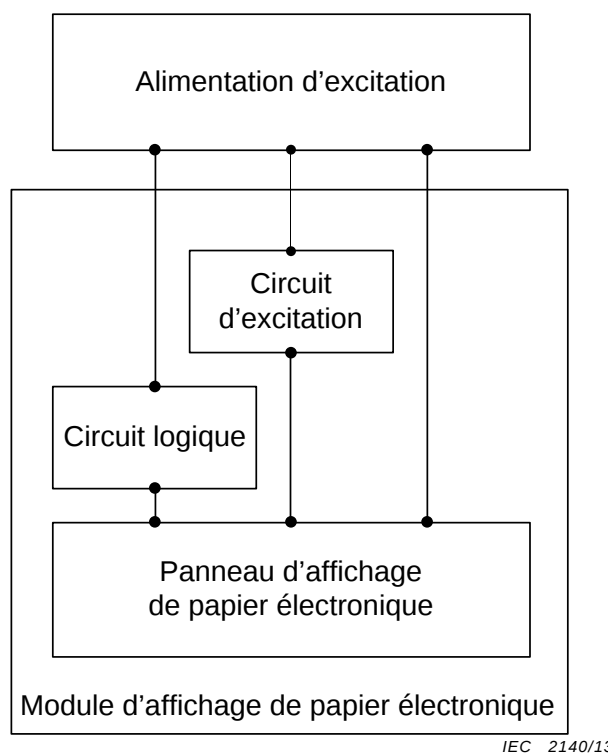
### 3.5.2.2 Appareil de mesure

Un luxmètre ayant une réponse en fréquence suffisante, une alimentation, un générateur de signal d'excitation, un générateur de signal de déclenchement et un enregistreur.

### 3.5.2.3 Méthode de mesure

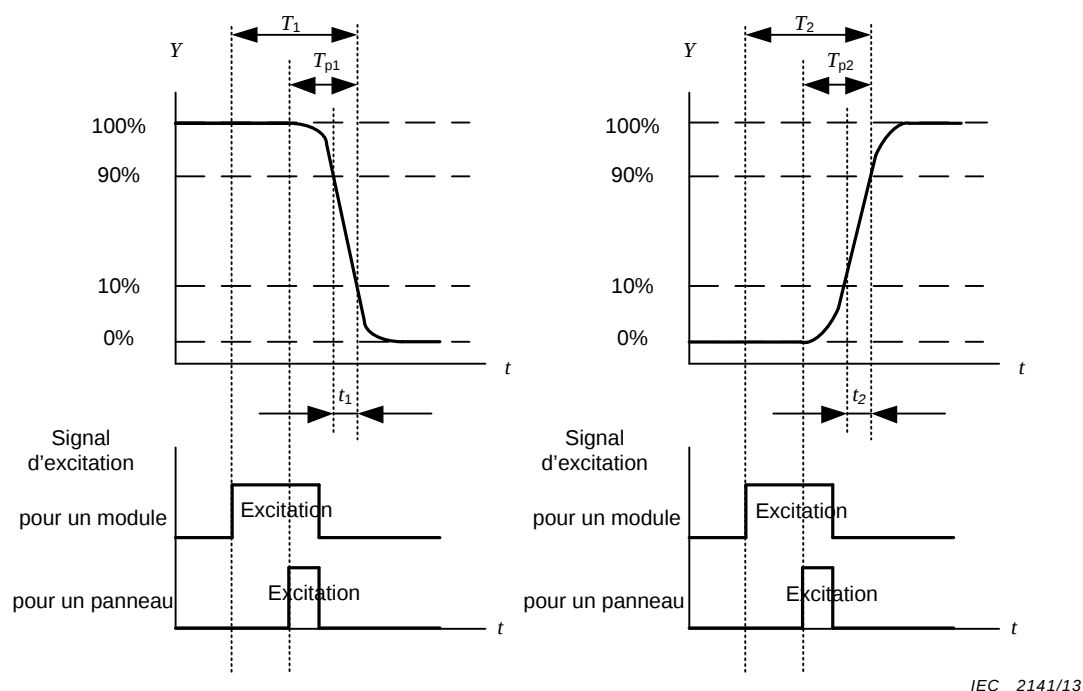
Les mesures sont réalisées en chambre noire dans des conditions de mesure normalisées.

Exciter le DUT conformément à la méthode d'excitation de l'afficheur et mesurer la transition du temps de réflexion (voir Figure 5). Pour les afficheurs à segments, exciter un seul segment. Pour les afficheurs matriciels, exciter plusieurs pixels en même temps.



IEC 2140/13

**Figure 4 – Exemple de schéma fonctionnel de panneau et de module d'affichage de papier électronique**



$T_1$  – durée entre la mise en marche du signal d'excitation du module et l'instant où le panneau atteint 10 % du signal optique réfléchi

$T_2$  – durée entre la mise en marche du signal d'excitation du module et l'instant où le panneau atteint 90 % du signal optique réfléchi

$T_{p1}$  – durée entre la mise en marche du signal d'excitation du panneau et l'instant où le panneau atteint 10 % du signal optique réfléchi

$T_{p2}$  – durée entre la mise en marche du signal d'excitation du panneau et l'instant où le panneau atteint 90 % du signal optique réfléchi

$t_1$  – durée nécessaire pour que le signal optique réfléchi du panneau passe de 90 % à 10 %

$t_2$  – durée nécessaire pour que le signal optique réfléchi du panneau passe de 90 % à 10 %

**Figure 5 – Relation entre signal d'excitation et temps de réponse optique**

- Sélectionner un des systèmes de mesure normalisés et régler le DUT.
- Utiliser les circuits de mesure représentés à la Figure 4 et mesurer le temps de réponse.

Le signal électrique du détecteur positionné dans la direction de visualisation à la position P0 (voir Figure 1), est mesuré au niveau de l'enregistreur. L'afficheur est excité par un signal de trame inversible, uniforme, provenant d'un générateur de signal. A l'inversion, le signal passe du niveau de départ au niveau final sans afficher de niveau intermédiaire sur l'afficheur. La fréquence d'inversion doit être suffisamment faible pour permettre une stabilisation optique de l'afficheur dans chacun des deux états. Un signal de déclenchement est envoyé à l'enregistreur lors de l'inversion du signal optique réfléchi en position P0. Le luminancemètre mesure la réponse optique. Les ondulations dans le signal détecté, dues à des effets non significatifs (provenant par exemple de la fréquence de trame de l'afficheur), doivent être éliminées de la réponse. On choisit une lumière réfléchie de 100 % en mode lumineux et de 0 % en mode sombre.

#### 3.5.2.4 Explication

- On appelle 'temps de réponse du module', la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du module et l'instant où le panneau atteint 90 % ou 10 % du signal optique réfléchi.

- $T_1$  est la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du module et l'instant où le panneau atteint 10 % du signal optique réfléchi (de haut à bas).
- $T_2$  est la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du module et l'instant où le panneau atteint 90 % du signal optique réfléchi (de bas à haut).
- On appelle 'temps de réponse du panneau', la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du panneau et l'instant où le panneau atteint 90 % ou 10 % du signal optique réfléchi.
- $T_{p1}$  est la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du panneau et l'instant où le panneau atteint 10 % du signal optique réfléchi (de haut à bas).
- $T_{p2}$  est la durée entre la mise en marche du signal d'excitation du panneau et l'instant où le panneau atteint 90 % du signal optique réfléchi (de bas à haut).
- On appelle 'temps de descente',  $t_1$ , et 'temps de montée',  $t_2$ , le temps nécessaire pour que le signal lumineux réfléchi passe de 90 % à 10 % ou de 10 % à 90 %.

NOTE 0 % est le niveau du signal optique réfléchi de référence minimal, et 100 % le niveau du signal optique réfléchi de référence maximal.

### 3.5.2.5 Conditions spécifiées

Les écarts par rapport aux conditions de mesure normalisées doivent être enregistrés et les informations suivantes doivent être incluses:

- le système de mesure normalisé sélectionné et les conditions correspondantes;
- les signaux d'excitation (formes d'onde, tension);
- les spécifications des équipements de mesure et du détecteur;
- indiquer si le temps de réponse du panneau n'est pas mesuré.

### 3.5.3 Réponse de trame

#### 3.5.3.1 Objectif

Cette méthode est utilisée pour évaluer le temps de réponse de trame pour les modules d'affichage de papier électronique à segments et matriciels. Cette réponse inclut toute période de stabilisation utilisée par le dispositif après le front avant initial du signal d'excitation pour créer la trame.

#### 3.5.3.2 Appareil de mesure

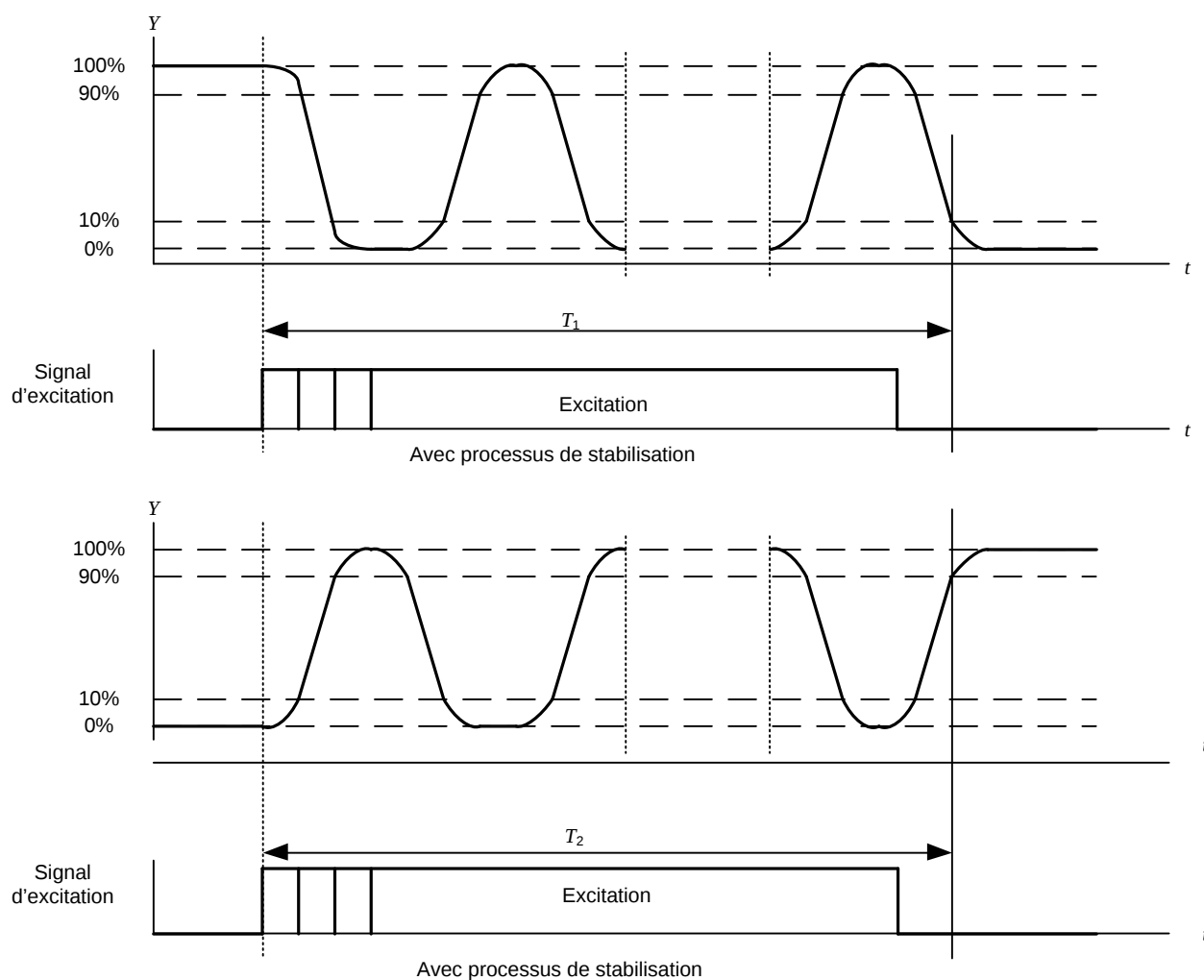
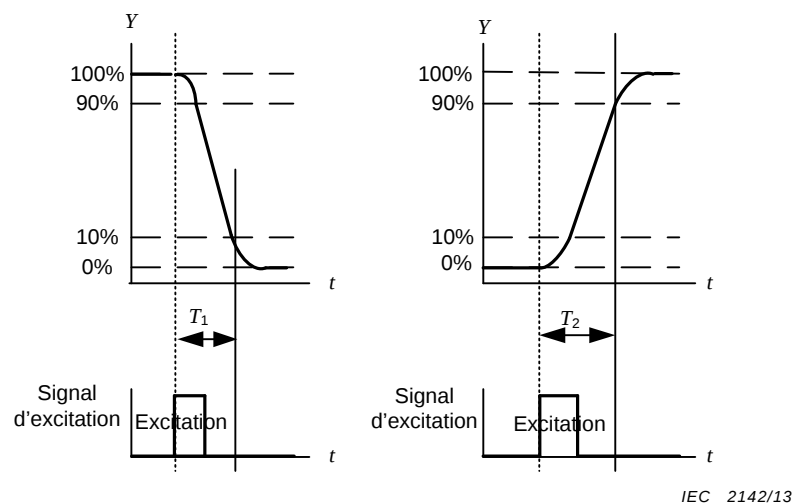
Identique à celui présenté en 3.5.2.2.

#### 3.5.3.3 Méthode de mesure

Mesurer la période de transition entre l'affichage du signal optique réfléchi le plus élevé et l'affichage du signal optique réfléchi le moins élevé, et entre l'affichage du signal optique réfléchi le moins élevé et l'affichage du signal optique réfléchi le plus élevé. Si le DUT nécessite un processus, par exemple un processus de stabilisation avant d'inscrire les données réelles dans le DUT avec un certain signal, commencer la mesure en délivrant ce signal (voir Figure 6). Normalement, les signaux d'excitation (formes d'onde) du module d'affichage de papier électronique sont utilisés. Si ces signaux d'excitation incluent un processus préliminaire tel qu'une réinitialisation ou une stabilisation avant d'inscrire les données d'image réelles dans le module, commencer par mesurer les temps de réponse  $T_1$  ou  $T_2$  à partir du début de ce processus.

Pour les afficheurs matriciels, mesurer cette période en passant de la mire A à la mire B ou de la mire B à la mire A (voir Figure 7). L'emplacement de mesure Pf est le dernier emplacement changé dans les emplacements mesure normalisés représentés à la Figure 7.

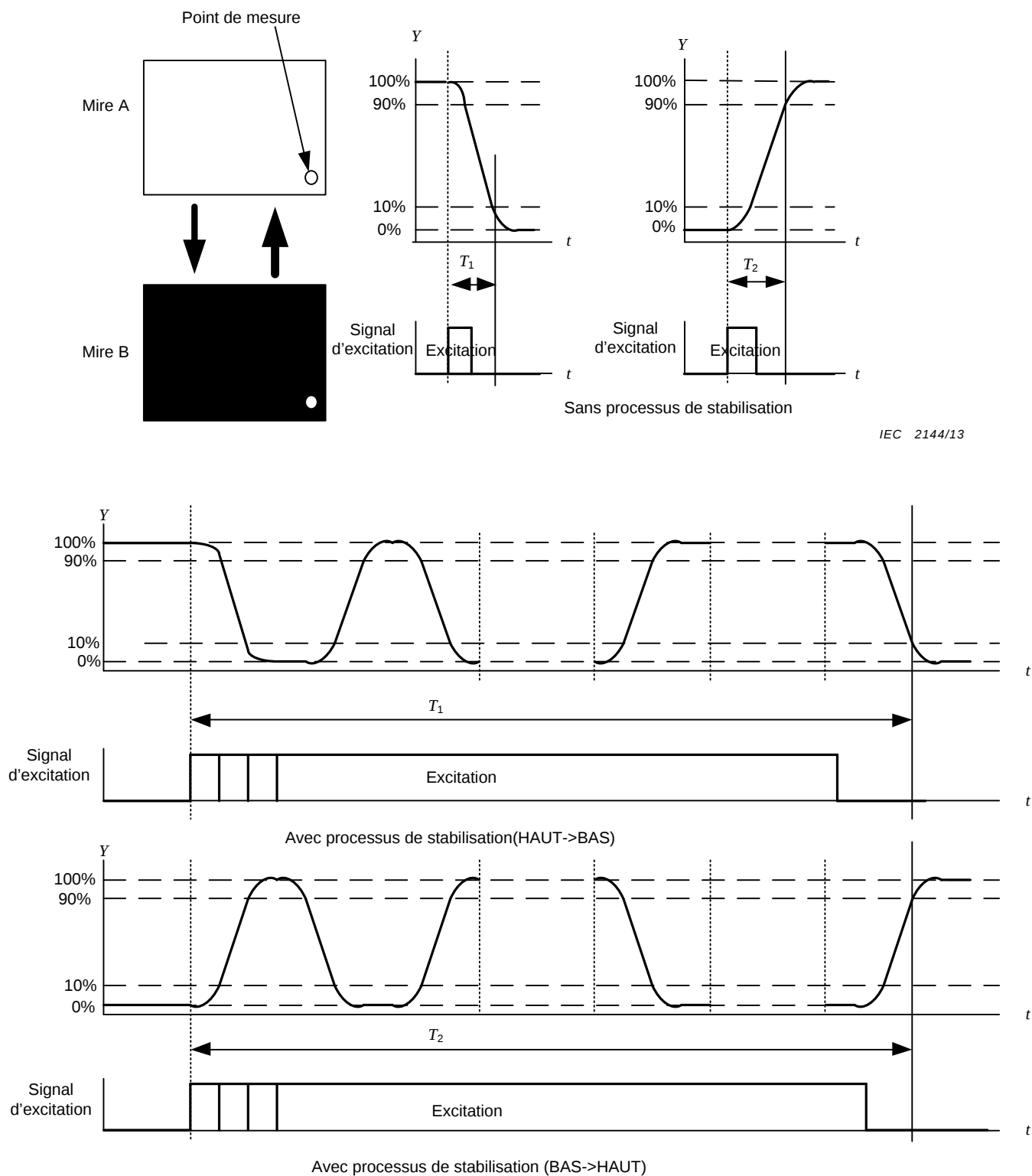
D'autres méthodes de mesures sont présentées en 3.5.2.3.



$Y$  – signal optique réfléchi

$t$  – temps

**Figure 6– Exemple de signal d'excitation et de temps de réponse de trame (segment)**



IEC 2144/13

IEC 2145/13

$Y$  – signal optique réfléchi

$t$  – temps

**Figure 7 – Exemple de signal d'excitation et de temps de réponse de trame (matriciel)**

### 3.5.3.4 Explication

Pour passer de la réflexion la plus élevée à la réflexion la plus faible, on mesure le temps nécessaire pour que le signal optique réfléchi passe de 100 % à 10 % ( $T_1$ ). Pour passer de la réflexion la plus faible à la réflexion la plus élevée, on mesure le temps nécessaire pour que le signal optique réfléchi passe de 0 % à 90 % ( $T_2$ ).

Si les signaux d'excitation (forme d'onde) du DUT incluent un processus préliminaire tel qu'une stabilisation ou une réinitialisation pour passer de la réflexion la plus élevée à la réflexion la plus faible, on mesure le temps nécessaire pour que le signal optique réfléchi passe de 100 % à 10 % incluant le temps de réinitialisation ( $T_1$ ) et pour passer de la réflexion la plus faible à la réflexion la plus élevée, on mesure le temps nécessaire pour que le signal optique réfléchi passe de 0 % à 90 % incluant le temps de réinitialisation ( $T_2$ ).

Lorsque l'on mesure  $T_1$ , le seuil de 10 % doit être franchi dans le sens du signal optique réfléchi le plus élevé vers le signal optique réfléchi le plus faible, et lorsque l'on mesure  $T_2$ , le seuil de 90 % doit être franchi dans le sens du signal optique réfléchi le plus faible vers le signal optique réfléchi le plus élevé, à la fin de la période de stabilisation.

### 3.5.3.5 Conditions spécifiées

Les écarts par rapport aux conditions de mesure normalisées doivent être enregistrés et les informations suivantes doivent être incluses:

- le système de mesure normalisé sélectionné et les conditions correspondantes;
- les signaux d'excitation (formes d'onde, tension);
- les spécifications des équipements de mesure et du détecteur;
- si on utilise le terme temps de commutation ou temps de réponse (dynamique), on doit expliquer son utilisation dans la spécification particulière et on doit indiquer les écarts par rapport à la nomenclature prescrite en 3.5.3.4 dans le cas où d'autres noms sont utilisés pour l'une de ces durées;
- si un DUT présente une autre transition pendant un changement d'état, indiquer cette transition et réaliser des mesures semblables. Définir alors  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $t_1$  et  $t_2$  en conséquence;
- pour un module d'affichage matriciel, décrire l'emplacement de PI. (PI est le dernier emplacement qui a donné une transition).

## 3.6 Caractéristiques électriques – Energie électrique de réinscription

### 3.6.1 Objectif

Cette méthode s'applique aux mesures d'énergie électrique pour un module d'affichage de papier électronique et en particulier pour la réinscription.

### 3.6.2 Instruments de mesure

L'énergie électrique de réinscription est mesurée en utilisant un luxmètre (luminancemètre ou colorimètre), une alimentation d'excitation, un circuit d'excitation, un générateur de mire, des voltmètres avec horodatage et des ampèremètres avec horodatage.

### 3.6.3 Méthode de mesure

Les mesures sont réalisées dans les conditions de mesure normalisées. Appliquer une mire à damier présentant un rapport de couverture de 50 % (voir Figure 8) en utilisant un générateur de mire et un circuit d'excitation (mire A sur la Figure 8). Appliquer ensuite une mire à damier inversée (mire B sur la Figure 8). Mesurer l'énergie électrique pendant le changement (réinscription) entre la mire A et la mire B. Il convient que les deux mires A et B aient le même rapport de contraste mesuré selon une méthode normalisée. Le processus réel de réinscription dépend de chaque afficheur.

En utilisant un circuit de mesure (représenté à la Figure 9), mesurer l'énergie électrique pendant la réinscription entre la mire A et la mire B. L'énergie électrique est mesurée en utilisant les tensions  $V_1$ ,  $V_2$ , les courants  $I_1$ ,  $I_2$ , et le temps  $t$ .

Les essais doivent être réalisés dans des conditions nominales de signal d'excitation (tension, courant, forme d'onde).

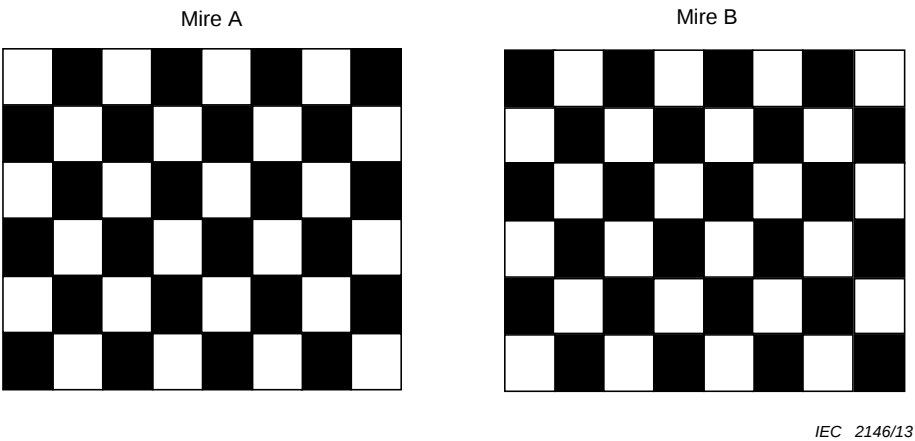
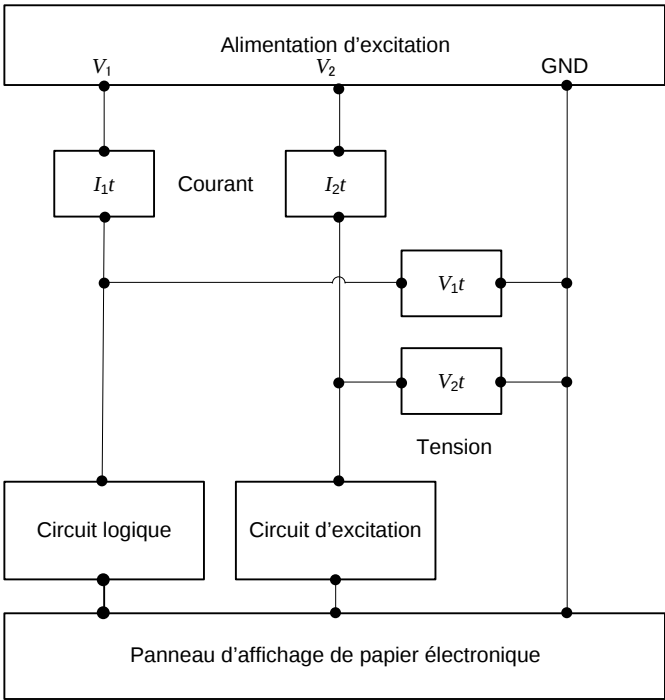


Figure 8 – Mire à damier



IEC 2147/13

**Légende**

$I_1$ ,  $I_2$  – courant

$V_1$ ,  $V_2$  – tension

**Figure 9 – Exemple de schéma fonctionnel pour mesurer l'énergie électrique de réinscription d'un module d'affichage de papier électronique**

### 3.6.4 Explication

#### 3.6.4.1 Énergie électrique pour la réinscription

L'énergie électrique de réinscription pour le module d'affichage de papier électronique dans chaque circuit est calculée à partir des formules suivantes:

$$\text{L'énergie électrique du circuit logique} \quad W_1 = \int_0^t V_1 I_1 dt \quad (1)$$

L'énergie électrique du circuit d'excitation d'un afficheur de papier électronique

$$W_2 = \int_0^t V_2 I_2 dt \quad (2)$$

$$\text{L'énergie électrique totale de réinscription dans le module d'affichage } W = W_1 + W_2 \quad (3)$$

où

$V$  est la tension

$I$  est le courant

$W$  est l'énergie électrique

S'il n'y a pas de séparation entre le circuit logique et le circuit d'excitation, mesurer le courant composé, la tension superposée et le temps nécessaire pour calculer l'énergie électrique de réinscription totale. Dans ce cas, indiquer l'utilisation de cette méthode.

#### 3.6.4.2 Énergie électrique maximale pour la réinscription

Régler les conditions du courant d'excitation et de la tension d'excitation du module d'affichage de papier électronique qui sont indiquées dans la spécification particulière pour l'énergie électrique maximale. Dans ces conditions, l'énergie électrique individuelle et l'énergie électrique totale mesurées sont définies comme étant l'énergie électrique maximale correspondante.

### 3.6.5 Conditions spécifiées

Si les mesures ne sont pas faites dans des conditions normalisées, elles doivent être spécifiées. Par exemple:

- les conditions de mesure, telles que les conditions physiques de la source lumineuse et/ou du réceptacle, et/ou les informations détaillées requises associées (par exemple l'angle d'incidence);
- si une mire à damier non normalisée est utilisée, en raison, par exemple, d'une limitation physique des afficheurs, noter les informations détaillées sur la mire, la taille et le rapport de couverture (taux de noir) utilisés;
- si les mesures qui utilisent la mire A et/ou la mire B ont des rapports de contraste différents (si le rapport de contraste de la mire utilisée n'est pas 100 % noir ni 100 % blanc), noter le rapport de contraste de cette mire et l'énergie électrique mesurée.

### 3.7 Durée de maintien d'image

#### 3.7.1 Objectif

Cette méthode s'applique à la mesure de la durée de maintien d'image d'un module d'affichage de papier électronique.

### 3.7.2 Instruments de mesure

La durée de maintien d'image est mesurée en utilisant un luxmètre (luminancemètre ou colorimètre), une alimentation d'excitation, un circuit d'excitation, un générateur de mire et une minuterie.

### 3.7.3 Méthode de mesure

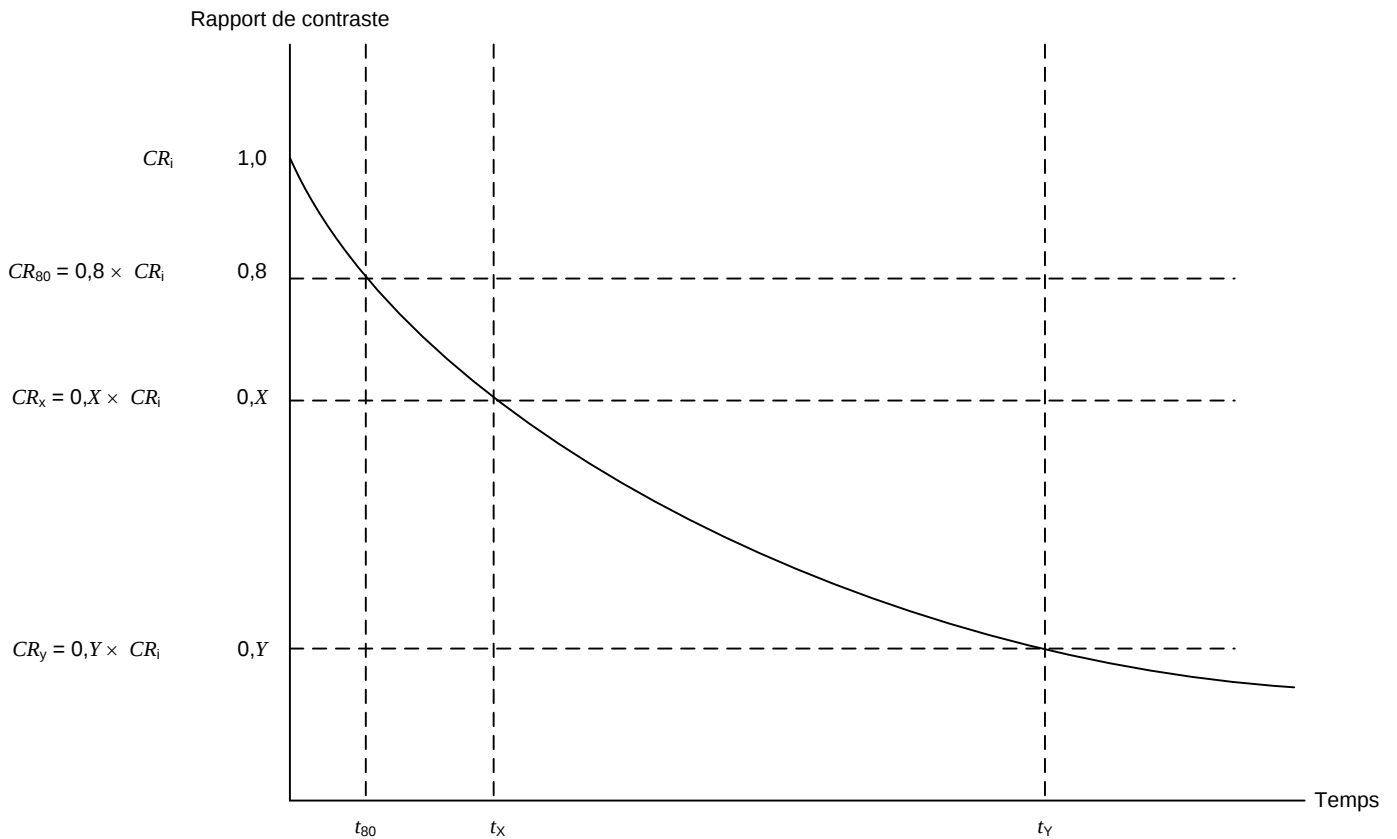
Les mesures sont réalisées dans les conditions de mesure normalisées.

Ne pas mesurer  $CR_i$  instantanément, mais après une période d'attente fixée, par exemple 3 s.

Appliquer une mire A ou une mire B au module d'affichage du papier électronique dans les conditions normalisées. Mesurer  $t_{80}$ , la durée pour que le contraste du module d'affichage du papier électronique atteigne 80 % de  $CR_i$ . Si nécessaire, d'autres durées peuvent être utilisées. Par exemple  $t_{60}$  pour 60 % de  $CR_i$ , ou  $t_{40}$  pour 40 % de  $CR_i$ .

NOTE Pour des exigences d'aptitudes à l'utilisation, il peut être utile, si possible, de mesurer  $t_x$ , la durée nécessaire pour que le module d'affichage de papier électronique devienne lisible à l'examen visuel.

La Figure 10 représente la relation entre le contraste  $CR_x$  et la durée  $t_x$ .



IEC 2148/13

Figure 10 – Caractéristique temporelle du rapport de contraste

### 3.7.4 Explication

La durée de maintien d'image est mesurée par les méthodes suivantes:

Contraste initial 
$$CR_i = Ref_{\max} / Ref_{\min} \quad (4)$$

$$80 \% \text{ de } CR \qquad CR_{80} = 0,8 \times CR_i \qquad (5)$$

NOTE Sur la Figure 10,  $CR$  est normalisé.

Période de maintien d'image:  $t_{80}$  la période entre la mise en marche et l'instant où le contraste du module d'affichage de papier électronique atteint 80 % de  $CR_i$ .

Période de maintien d'image:  $t_Y$  la période entre la mise en marche et l'instant où le contraste du module d'affichage de papier électronique atteint  $Y$  % de  $CR_i$ .

### 3.7.5 Conditions spécifiées

Si la méthode de mesure ne respecte pas la méthode normalisée, elle doit être spécifiée. Par exemple:

- les conditions de mesure, telles que les conditions physiques de la source lumineuse et/ou du réceptacle, et/ou les informations détaillées requises associées (par exemple l'angle d'incidence);
- si une mire à damier non normalisée est utilisée, en raison d'une limitation physique des afficheurs, noter les informations détaillées sur la mire, la taille et le rapport de couverture (taux de noir);
- si les mesures sont faites à partir de plusieurs  $CR_i$  (en raison des caractéristiques de mesure du module d'affichage de papier électronique), enregistrer chaque  $CR_i$  conjointement avec  $t_{80}$ ,  $t_{60}$ ,  $t_{40}$  pour chaque  $CR_i$ ,
- les conditions de mesure et les conditions de maintien (environnementales),
- si  $t_{80}$  n'est pas mesurable (le module d'affichage de papier électronique n'atteint jamais  $CR_{80}$  pendant une période de temps raisonnable), mesurer à un rapport de contraste plus élevé, par exemple 95 % ou 90 % de  $CR_i$ , et noter cette période  $t_{95}$  ou  $t_{90}$ .

## 3.8 Puissance électrique pour la conservation du contraste d'image

### 3.8.1 Objectif

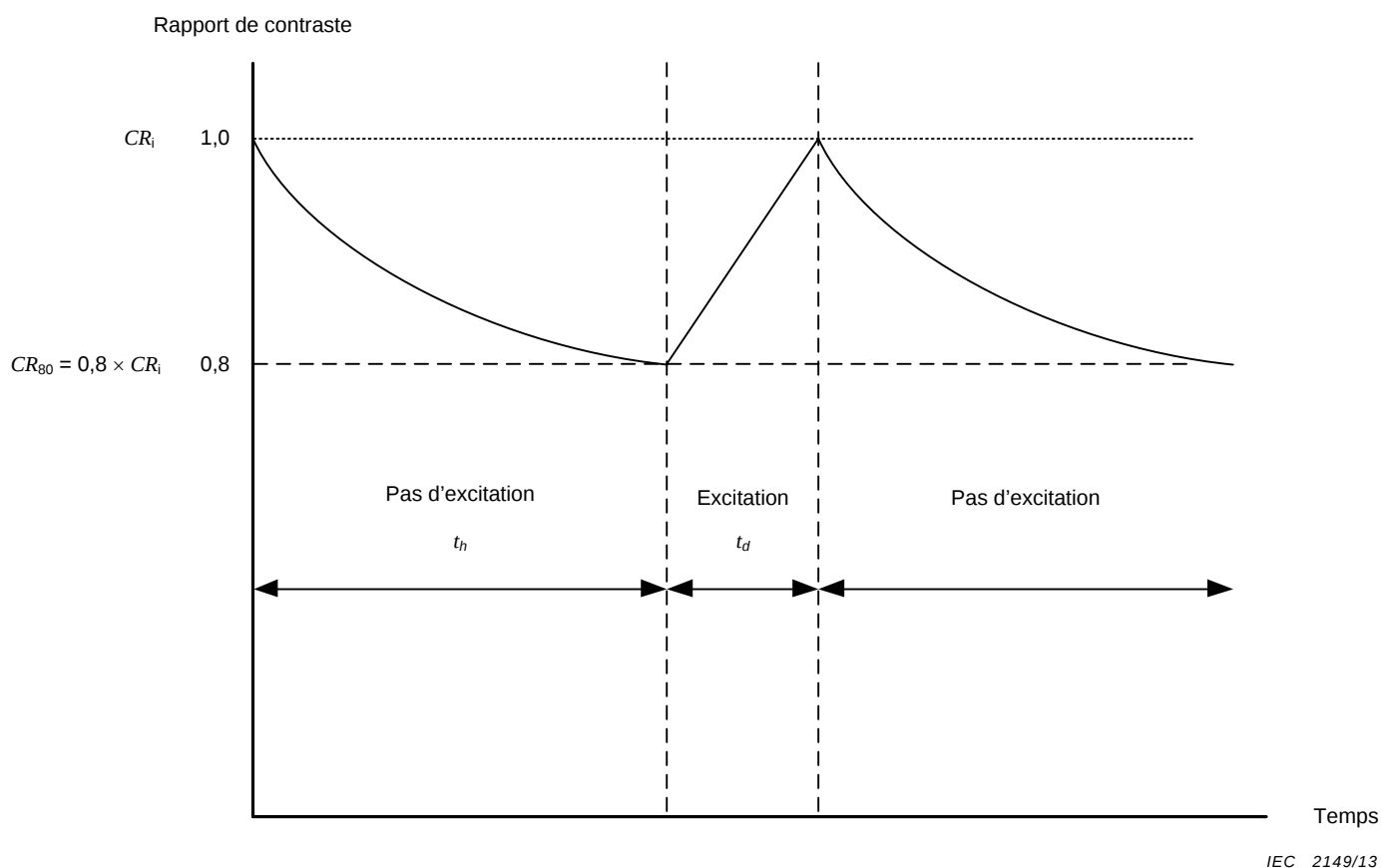
Cette méthode s'applique à la mesure de la puissance électrique nécessaire pour conserver le contraste d'image.

### 3.8.2 Instruments de mesure

La puissance électrique pour conserver le contraste d'image est mesurée en utilisant un luxmètre (luminancemètre ou colorimètre), une alimentation d'excitation, un générateur de mire, un voltmètre avec horodatage et un ampèremètre avec horodatage.

### 3.8.3 Méthode de mesure

La mesure est réalisée dans les conditions de mesure normalisées. Appliquer une mire normalisée (Figure 8) à l'aide de signaux d'excitation et d'un générateur de mire avec le circuit de mesure de la Figure 9. Le rapport de contraste initial est calculé à partir du rapport de facteur de réflexion mesuré et de  $CR_i$ . Après une période sans excitation, appliquer des signaux électroniques tels que le module d'affichage de papier électronique ait le même contraste  $CR_i$ . Mesurer la puissance électronique et la durée nécessaires. (Voir Figure 11)



**Figure 11 – Contraste d'image et mode d'excitation**

### 3.8.4 Explication

La puissance électrique pour conserver un contraste d'image est définie comme l'énergie électrique nécessaire pour maintenir un module d'affichage de papier électronique dans les conditions de contraste initiales après avoir maintenu une image pendant une certaine période de temps. Cette puissance est mesurée en utilisant une durée d'excitation ( $t_d$ ), un courant et une tension afin de remettre le contraste au rapport de contraste initial ( $CR_i$ ), qui diminue progressivement avec la durée de maintien de l'image.

Mesurer les puissances pour chaque partie en utilisant les formules suivantes et calculer la puissance totale en ajoutant ces puissances.

Puissance du circuit logique  $P_1 = W_1 / (t_h + t_d)$  (6)

$$W_1 = \int_0^{t_d} V_1 I_1 dt \quad (7)$$

Puissance du circuit d'excitation  $P_2 = W_2 / (t_h + t_d)$  (8)

$$W_2 = \int_0^{t_d} V_2 I_2 dt \quad (9)$$

Puissance totale du module d'affichage de papier électronique  $P = P_1 + P_2$  (10)

où

$V$  est la tension

$I$  est le courant

$P$  est la puissance

$W$  est l'énergie électrique

Si les puissances du circuit logique et du circuit d'excitation ne peuvent pas être mesurées séparément, mesurer la consommation de puissance totale et utiliser cette mesure comme la puissance du module d'affichage de papier électronique.

### 3.8.5 Conditions spécifiées

Si la méthode de mesure ne respecte pas la méthode normalisée, elle doit être spécifiée. Par exemple:

- les conditions de mesure, telles que les conditions physiques de la source lumineuse et/ou du réceptacle, et/ou les informations détaillées requises associées (par exemple l'angle d'incidence);
- si une mire à damier non normalisée est utilisée, en raison d'une limitation physique des afficheurs, noter les informations détaillées sur la mire, la taille et le rapport de couverture (taux de noir);
- si les mesures sont faites à partir de plusieurs valeurs de  $CR_i$  (en raison des caractéristiques de mesure du module d'affichage de papier électronique), enregistrer chaque  $CR_i$  conjointement avec  $t_{80}$ ,  $t_{60}$ ,  $t_{40}$  pour chaque  $CR_i$ ;
- les conditions de mesure et les conditions de maintien (environnementales);
- indiquer si le module d'affichage de papier électronique n'atteint jamais  $CR_{80}$  pendant une certaine période de temps.

## 3.9 Energie électrique pour la conservation du contraste d'image pendant une certaine période de temps

### 3.9.1 Objectif

Cette méthode s'applique à la mesure de l'énergie électrique nécessaire pour conserver le contraste d'image pendant une certaine période de temps.

### 3.9.2 Instruments de mesure

L'énergie électrique pour conserver le contraste d'image pendant une certaine période de temps est mesurée en utilisant un luxmètre (luminancemètre ou colorimètre), une alimentation d'excitation, un générateur de mire, un voltmètre, un ampèremètre et une minuterie.

### 3.9.3 Méthode de mesure

La mesure est réalisée dans les conditions de mesure normalisées. Appliquer une mire normalisée (Figure 8) à l'aide de signaux d'excitation et d'un générateur de mire avec le circuit de mesure de la Figure 9.

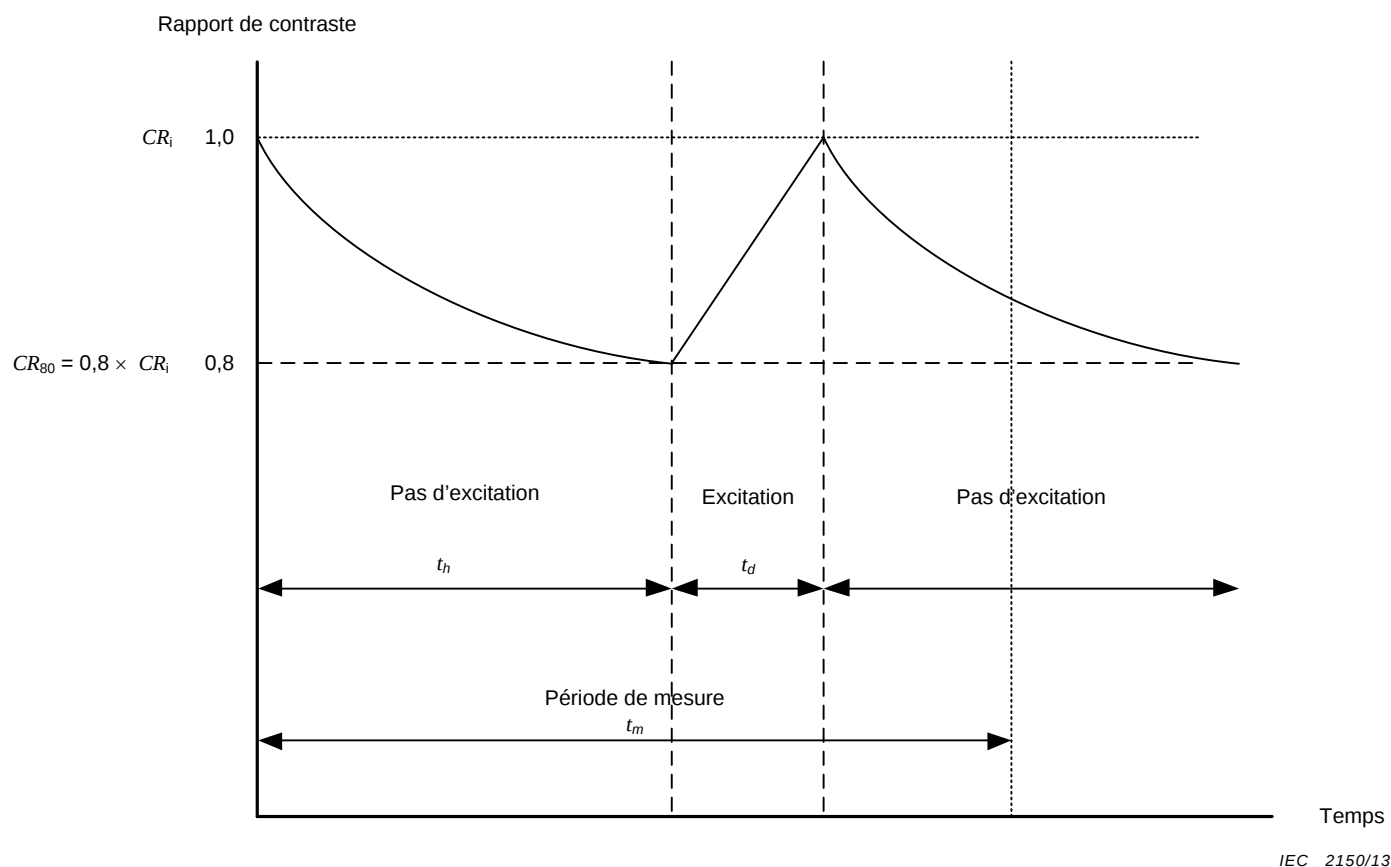
Le rapport de contraste initial est calculé à partir du rapport de facteur de réflexion mesuré et de  $CR_i$ . Laisser le DUT sans courant d'excitation pendant une certaine période de temps. Pendant cette durée, si le  $CR$  devient inférieur à un certain rapport  $CR_i$ , appliquer un courant d'excitation pour maintenir le  $CR$  supérieur à ce rapport. Mesurer l'énergie pour maintenir le  $CR$  supérieur à ce rapport  $CR_i$ .

La période de temps de mesure doit être supérieure à 1 seconde.

Si la période de temps de mesure est inférieure à 1 seconde, ce qui signifie que le  $CR$  de l'afficheur de mesure chute en moins d'une seconde, ce module d'affichage n'est pas considéré comme un module d'affichage de papier électronique. En effet, il convient qu'un module d'affichage de papier électronique ait des caractéristiques de maintien d'image.

$CR$  doit être supérieur à 80 % de  $CR_i$  pour la période de mesure.

La Figure 12 représente un exemple de signal d'excitation pour maintenir  $CR$  supérieur à 80 % de  $CR_i$  pour la période de mesure.



$CR_i$  – rapport de contraste initial

$t_h$  – période sans excitation, n'appliquer aucun signal au module d'affichage de papier électronique

$t_d$  – période d'excitation, appliquer un signal approprié pour exciter le module d'affichage de papier électronique au  $CR_i$  initial

$t_m$  – période de mesure, par exemple 1 heure, 1 jour, 1 an.

**Figure 12 – Contraste d'image, mode d'excitation et période de mesure**

### 3.9.4 Explication

L'énergie électrique pour conserver un contraste d'image pendant une certaine période est définie comme l'énergie électrique nécessaire pour maintenir un module d'affichage de papier électronique dans les conditions de contraste initiales pour maintenir une image pendant une certaine période de temps. Cette énergie électrique est mesurée en utilisant une période de temps de mesure ( $t_m$ ), un courant et une tension afin de maintenir le contraste supérieur à un certain rapport du rapport de contraste initial ( $CR_i$ ), qui diminue progressivement.

Mesurer l'énergie électrique pour chaque partie en utilisant les formules suivantes et calculer l'énergie électrique totale en additionnant ces énergies.

$$\text{Energie électrique du circuit logique} \quad W_1 = \int_0^{t_m} V_1 I_1 dt \quad (11)$$

$$\text{Energie électrique du circuit d'excitation} \quad W_2 = \int_0^{t_m} V_2 I_2 dt \quad (12)$$

$$\text{Energie électrique totale du module d'affichage de papier électronique} \quad W_0 = W_1 + W_2 \quad (13)$$

où

$V$  est la tension

$I$  est le courant

$W$  est l'énergie électrique

Si les énergies électriques du circuit logique et du circuit d'excitation ne peuvent pas être mesurées séparément, mesurer l'énergie électrique totale et utiliser cette mesure comme l'énergie électrique du module d'affichage de papier électronique.

### 3.9.5 Conditions spécifiées

Si la méthode de mesure ne respecte pas la méthode normalisée, elle doit être spécifiée. Par exemple:

- les conditions de mesure, telles que les conditions physiques de la source lumineuse et/ou du réceptacle, et/ou les informations détaillées requises associées (par exemple l'angle d'incidence);
- si une mire à damier non normalisée est utilisée, en raison d'une limitation physique des afficheurs, noter les informations détaillées sur la mire, la taille et le rapport de couverture (taux de noir);
- si la mesure utilise plusieurs valeurs de  $CR_i$ , noter ces  $CR_i$ ;
- les conditions de mesure et les conditions de maintien (environnementales);
- indiquer si le module d'affichage de papier électronique n'atteint jamais  $CR_{80}$  pendant une certaine période de temps.

## Bibliographie

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international* (disponible sous <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 62679-3-1, *Electronic paper display – Part 3-1: Measuring methods – Optical*<sup>1</sup> (disponible en anglais seulement)

CIE 38, *Caractéristiques photométriques et radiométriques des matériaux et mesures correspondantes*

CIE/ISO 10527:1991, *Observateurs de référence colorimétriques CIE*

---

---

<sup>1</sup> A l'étude.



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)