

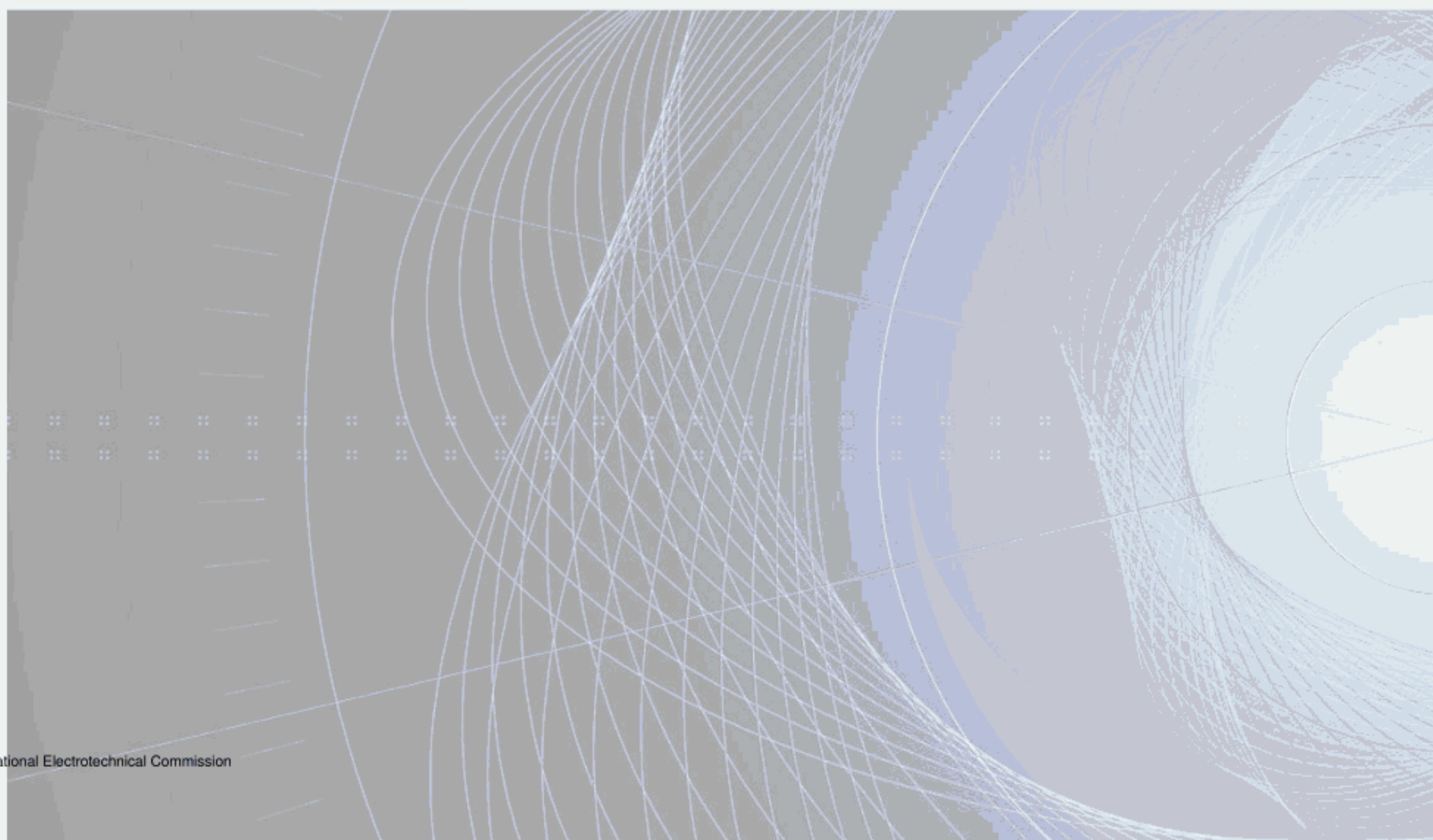
# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Performance evaluation methods of mobile household robots**

**Méthodes d'évaluation de l'aptitude à la fonction des robots mobiles à usage domestique**







## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

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

The advanced search enables 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 online 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 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC 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 l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

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

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. 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 de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### 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).





IEC 62849

Edition 1.0 2016-08

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Performance evaluation methods of mobile household robots**

**Méthodes d'évaluation de l'aptitude à la fonction des robots mobiles à usage domestique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 97.030

ISBN 978-2-8322-3596-6

**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
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions .....	7
4 General conditions for testing .....	8
4.1 Conditions prior to testing.....	8
4.2 Operating and environmental conditions .....	8
4.2.1 General .....	8
4.2.2 Operating conditions .....	8
4.2.3 Atmospheric conditions .....	8
4.2.4 Lighting conditions .....	9
4.3 Test equipment and materials.....	9
4.4 Number of samples .....	9
4.5 Preparation of battery.....	9
4.6 Operation of the mobile household robot.....	9
4.7 Tolerance of dimensions .....	9
5 Units .....	10
6 Pose measurements .....	10
6.1 General.....	10
6.2 Test bed .....	10
6.2.1 General .....	10
6.2.2 Test mode.....	11
6.3 Test method.....	11
7 Capability of homing function .....	12
7.1 General.....	12
7.2 Test bed .....	12
7.3 Test method.....	13
8 Operation time per single charge .....	14
8.1 General.....	14
8.2 Test bed .....	14
8.3 Test method.....	15
9 Managing a single step .....	15
9.1 General.....	15
9.2 Test bed .....	16
9.3 Test method (autonomous modes).....	16
9.4 Test method (manual modes) .....	17
10 Obstacle avoidance .....	17
10.1 General.....	17
10.2 Test bed .....	17
10.3 Test method.....	18
11 Cable traversing behaviour .....	19
11.1 General.....	19
11.2 Test bed .....	19
11.2.1 General .....	19
11.2.2 Circles mark setting .....	20

11.2.3 Cable.....	20
11.3 Test method.....	21
Annex A (normative) .....	23
A.1 General.....	23
A.2 Door specification .....	26
Bibliography .....	27
Figure 1 – Pose measurements configuration .....	12
Figure 2 – Capability of homing function configuration .....	13
Figure 3 – Operation time per single charge configuration.....	14
Figure 4 – Managing a single step configuration .....	16
Figure 5 – Starting position for managing a single step test .....	17
Figure 6 – Obstacle avoidance configuration .....	18
Figure 7 – Starting position for obstacle avoidance test .....	18
Figure 8 – Wire fastening configuration .....	20
Figure 9 – Floor circle marks schematic diagram .....	20
Figure 10 – Floor circle marks schematic diagram with robot .....	21
Figure 11 – Top view of cable traversing behaviour Configuration .....	21
Figure 12 – Side view of cable traversing behaviour Configuration .....	22
Figure A.1 – Details of obstacles around table .....	23
Figure A.2 – Illustration of metal transition installation .....	25
Figure A.3 – Illustration of wood transition Installation .....	25
Figure A.4 – Detail view of checker board and transitions .....	26
Figure A.5 – Illustration of four-panel door.....	26
Table 1 – Tolerance of linear dimension (from ISO 2768-1).....	10
Table 2 – Tolerance of external radius and chamfer heights (from ISO 2768-1) .....	10
Table A.1 – Dimensions of furniture and obstacles .....	24

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## PERFORMANCE EVALUATION METHODS OF MOBILE HOUSEHOLD ROBOTS

### 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 62849 has been prepared by IEC technical committee 59: Performance of household and similar electrical appliances.

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

FDIS	Report on voting
59/655/FDIS	59/656/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.



The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.**

## INTRODUCTION

This standard will cover the generic performance test methods for mobile household robots within one document. However this current version is applicable for indoor floor supported wheeled or wheel-track robots with focus on mobility and power consumption related performance. As the needs for manipulation related performance grows, it will be added into this generic performance standard.



## PERFORMANCE EVALUATION METHODS OF MOBILE HOUSEHOLD ROBOTS

### 1 Scope

This International Standard applies to mobile household robots and provides performance testing and evaluation methods for common features of various mobile household robots.

This standard is neither concerned with safety nor with performance requirements.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC TS 62885-1, *Surface cleaning appliances – Part 1: General requirements on test material and test equipment*

IEC 62929:2014, *Cleaning robots for household use – Dry cleaning: Methods of measuring performance*

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing – Specifications*

ISO 2768-1:1989, *General tolerances – Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications*

### 3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **household robot**

actuated mechanism with a degree of autonomy, operating within the household and similar environment, to perform intended tasks

Note 1 to entry: Operating includes travel and/or robot body movement.

#### 3.2

##### **mobile household robot**

household robot able to travel under its own control

#### 3.3

##### **capability of homing function**

capability of a mobile household robot to return to the charge station(s) for charging or after completion of the work task or called by user

### 3.4

#### **pose**

the combination of position and orientation

### 3.5

#### **autonomous mode**

mode set by user where the robot travels horizontally with no user interaction

### 3.6

#### **manual mode**

mode set by the user where the robot travels with intermittent or continuous user interaction

## 4 General conditions for testing

### 4.1 Conditions prior to testing

The robot shall be completely assembled and fully operational in accordance with the manufacturer's instructions. All necessary leveling operations, alignment procedures and functional tests shall be satisfactorily completed.

Prior to conducting any series of tests, the age, condition, and history of the product shall be recorded.

NOTE Condition information can include model number/name, software version, and accessories used, if available.

### 4.2 Operating and environmental conditions

#### 4.2.1 General

The performance characteristics determined by the related test methods in this International Standard are valid only under the environmental and normal operating conditions as stipulated by the manufacturer.

#### 4.2.2 Operating conditions

All tests shall be carried out under conditions in which the mobile household robot is operated in normal use; the normal operating conditions used in the tests shall be in accordance with the manufacturer's instructions.

Performance will be affected by the installed software. Therefore installed software shall not be modified or changed during a set of tests.

#### 4.2.3 Atmospheric conditions

Unless otherwise specified, the test procedures and measurements shall be carried out under the following atmospheric conditions (in accordance with ISO 554):

Temperature:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Air pressure: 86 kPa to 106 kPa

Temperature and humidity conditions if provided shall be aligned with manufacturer's instruction for good repeatability and reproducibility. Care should be taken to avoid changes during a test.

Unless otherwise specified, the test procedures and measurements shall be carried out under the following lighting conditions:

Colour temperature: 2 000 K to 6 000 K

### 4.3 Test equipment and materials

Equipment and materials for measurements (devices, test carpets, test dust etc.) to be used in a test shall, prior to the test, be kept for at least 16 h at standard atmospheric conditions according to 4.2.3.

All measurements of performance shall be carried out on the same sample(s) of the robot with its attachments, if any.

Tests carried out to simulate stresses a robot may be exposed to during normal use, possibly causing impairment of the robot performance, may require additional samples of replaceable parts. Such tests shall be carried out at the end of a test programme.

Any new battery shall need to go through at least one full charge and complete discharge cycle in the robot prior to conducting first test of the robot.

Complete discharge in the robot shall be done by performing a normal operation following the manufacturer's instructions.

**NOTE** The complete discharge means low battery signal, if any, without any motion.

If not otherwise specified in this standard,

- The mobile household robot, its attachments, the docking station and any accessories shall be used and adjusted in accordance with the manufacturer's instructions for normal operation before a test is carried out, and
- The operation mode of the robot can be selected and adjusted per manufacturer published instructions only before the test to fit the environment to be operated.
- The operation mode shall be recorded.

Any safety-related device shall be allowed to operate.

For all dimensions which are not presented as a range and no tolerance is specified, the tolerance shall be determined as Table 1.



**Table 1 – Tolerance of linear dimension (from ISO 2768-1)**

Nominal size range mm	Tolerance mm
$> 3 \leq 6$	$\pm 0,5$
$> 6 \leq 30$	$\pm 1,0$
$> 30 \leq 120$	$\pm 1,5$
$> 120 \leq 400$	$\pm 2,5$
$> 400 \leq 1\,000$	$\pm 4,0$
$> 1\,000 \leq 2\,000$	$\pm 6,0$
$> 2\,000 \leq 5\,000$	$\pm 8,0$
NOTE Values are taken from Table 1 of ISO 2768-1:1989.	

**Table 2 – Tolerance of external radius and chamfer heights (from ISO 2768-1)**

Nominal size range mm	Tolerance mm
$> 0,5 \leq 3$	$\pm 0,4$
$> 3 \leq 6$	$\pm 1,0$
$> 6$	$\pm 2,0$
NOTE Values are taken from Table 2 of ISO 2768-1:1989.	

## 5 Units

Unless otherwise stated, all dimensions are as follows:

- length in millimetres (mm)
- angle in degrees (°)
- time in seconds (s)
- mass in kilograms (kg)
- velocity in metres per second (m/s)

## 6 Pose measurements

### 6.1 General

This test assesses the ability of a robot to accurately arrive at a predetermined pose.

NOTE This test is most relevant to mobile household robot where the end point/orientation of the run is critical to success.

### 6.2 Test bed

#### 6.2.1 General

The test shall be carried out in the centre area of the test room defined in IEC 62929 without area rug, chair legs, table legs and other items placed on the floor.

The size of the test bed is 4 000 mm × 5 000 mm. The floor shall be untreated laminated pine tree plate or equivalent and its thickness shall be at least 15 mm, or Wilton carpet as specified in IEC TS 62885-1.

### 6.2.2 Test mode

This mode shall enable the robot to perform a repeatable test mode action in which it shall be driven forward 1 000 mm and turned 90 degrees 4 times in order to form a single loop. This test shall be carried out in clockwise and anticlockwise loop as shown in Figure 1. The precise nature of access to the test mode shall be clearly stated by the manufacturer and it should be simple to execute. Once the test mode operation is completed it should leave the machine in an idle state.

NOTE Examples of access methods to the test mode could be to require the user to have a combination of buttons on the machine pressed when the robot is switched on, or for a combination of buttons to be held for a period of time which would not occur during normal robot operation. The only condition is that this access method is to be documented.

### 6.3 Test method

The fully charged robot with test mode shall be placed at the starting position as shown in Figure 1. The body centre of robot shall be on top of the starting point, and the robot body shall be aligned along the direction of travel. Clockwise and anti-clockwise operation commands shall be given to robot to follow the commanded paths individually as shown in Figure 1.

After the operation has been performed, the deviation (position and orientation) between actual **pose** and the commanded **pose** of the robot shall be measured. A single test for each operation (clockwise or anticlockwise) consists of three runs.

The floor material used shall be reported in the test report.

NOTE If the test mode which is to generate the motion required for the test is not readily available in the robot the test can be skipped.

The average deviation of the position  $dP$  for the trial shall be calculated from the three runs

$$dP = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 dP_n$$

where:

$dP_n$  is the deviation of position from the  $n^{\text{th}}$  run,  $n = 1, 2, 3$

$dP$  is defined as the distance between body centre and starting position after run.

The average deviation of the orientation  $dA$  for the trial shall be calculated from the three runs

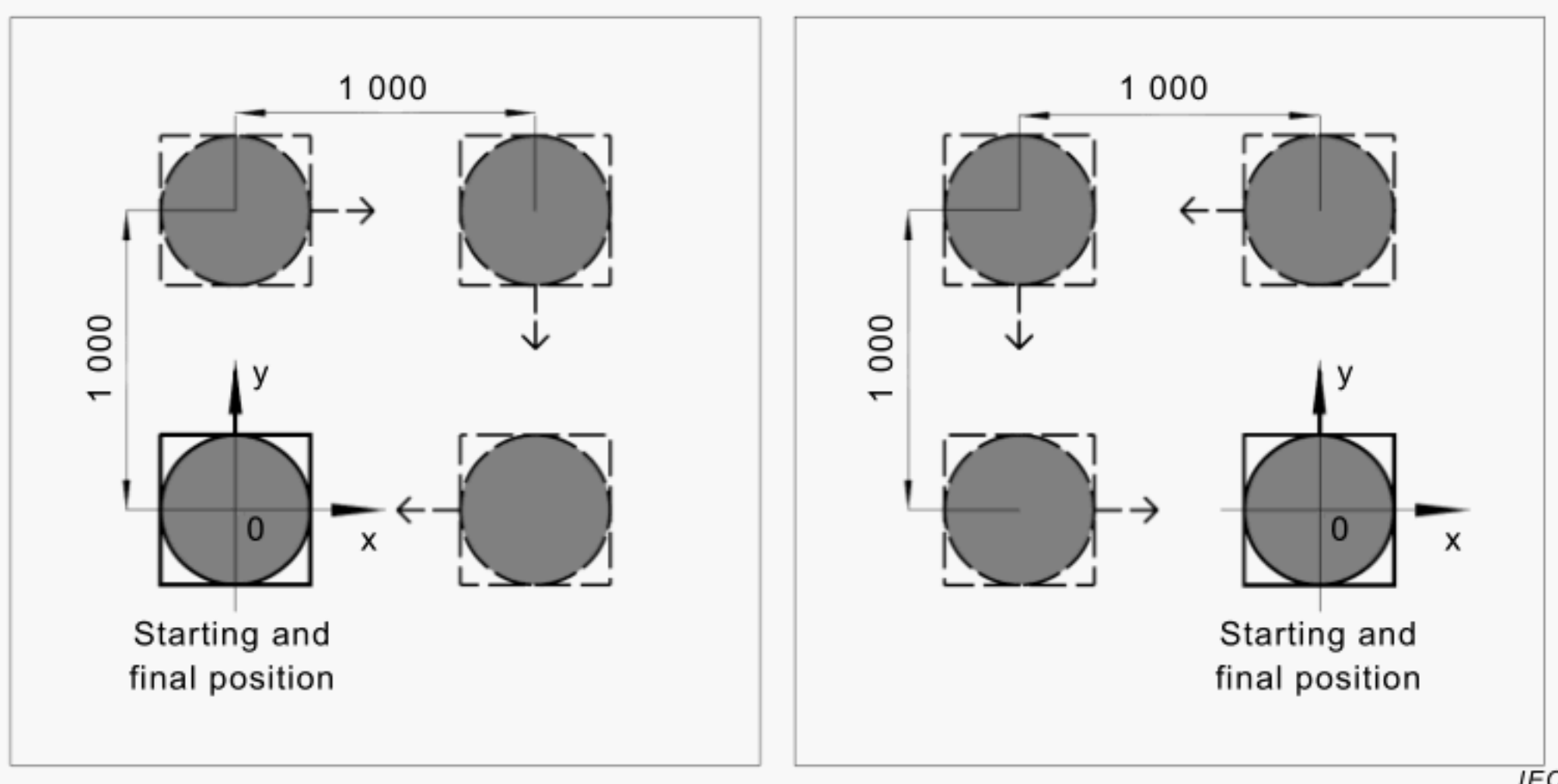
$$dA = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 dA_n$$

where:

$dA_n$  is the deviation of absolute angle from the  $n^{\text{th}}$  run,  $n = 1, 2, 3$

$dA$  is defined as the angle between body centre and starting position after run.

*Dimensions in millimetres*



**Figure 1 – Pose measurements configuration**

## 7 Capability of homing function

### 7.1 General

This test assesses the ability of robot to find its way back to its charging station from a remote location, successfully align for recharging, and the time taken to do so.

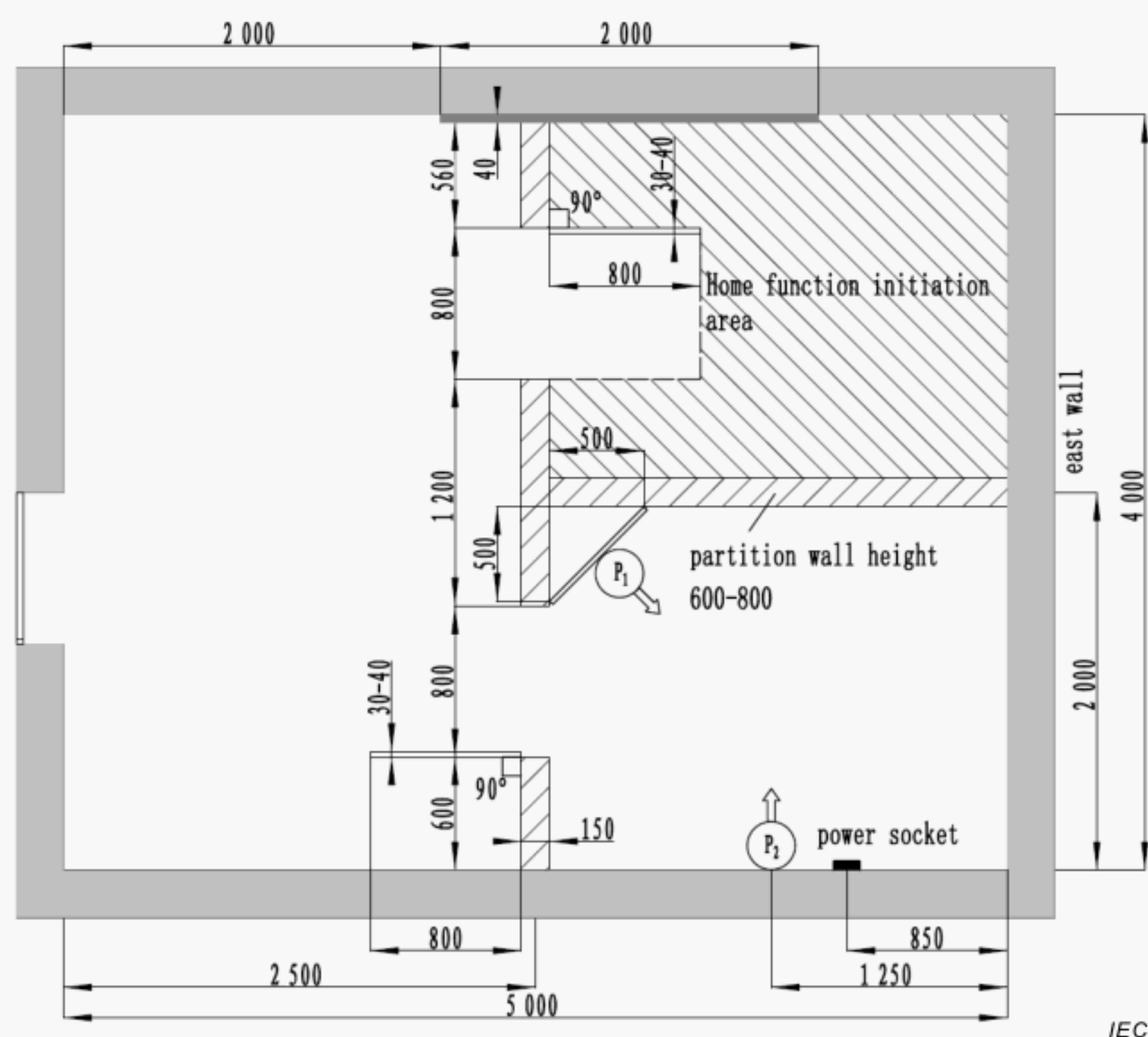
### 7.2 Test bed

The length and the width of the test bed shall be 5 000 mm × 4 000 mm as specified in Figure 2. The ceiling height shall be at height of 2 500 mm ± 50 mm from the surface of the test bed floor. The partition wall height is 600 mm to 800 mm. The test floor shall be untreated laminated pine tree plate or equivalent and its thickness shall be at least 15 mm.

A white extension cable shall be installed on top of the baseboard by transparent tape along the east wall toward the partition wall, then up along the top of solid partition wall, to provide the power supply to the station at  $P_1$ . The cable from charging station shall be run up over the partition wall to the power supply. As for  $P_2$ , a white extension cable shall be installed from the east wall power socket along the baseboard toward to the  $P_2$  station as shown Figure 2.



Dimensions in millimetres



**Figure 2 – Capability of homing function configuration**

### 7.3 Test method

The fully charged robot shall be set in accordance with the manufacturer's instructions to perform its normal operation mode from the docking station  $P_1$  and  $P_2$  as shown in Figure 2. The home command shall be given when the whole body of the robot has entered the home function initiation area as shown in Figure 2. The time for returning to the docking station shall be measured and recorded as  $t$ . In case the robot cannot reach the docking station within 30 minutes the run shall be considered as not completed, including the robot not successfully returning to the charging station. The successful return to the charging station shall be defined as docked and able to initiate the charging process.

A single test trial consists of 5 runs from each starting position and all results shall be reported.

The capability of homing function shall be indicated by the completion rate and average time.

The completion rate shall be calculated as following:

$$R = \frac{C}{10} \times 100 \%$$

where:

$R$  is the completion rate of returning to the charging station in percentage

$C$  is the number of completion

Average time of returning to the charging station shall be calculated as follows:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

where:

$t_i$  is the returning time for from the  $i^{\text{th}}$  completion case

$n$  is the number of completion

$\bar{t}$  is the average returning time of returning to the charging station

If additional devices are available to improve the guidance of the robot, these can be optionally added according to manufacturer's instructions and shall be recorded in the test report.

## 8 Operation time per single charge

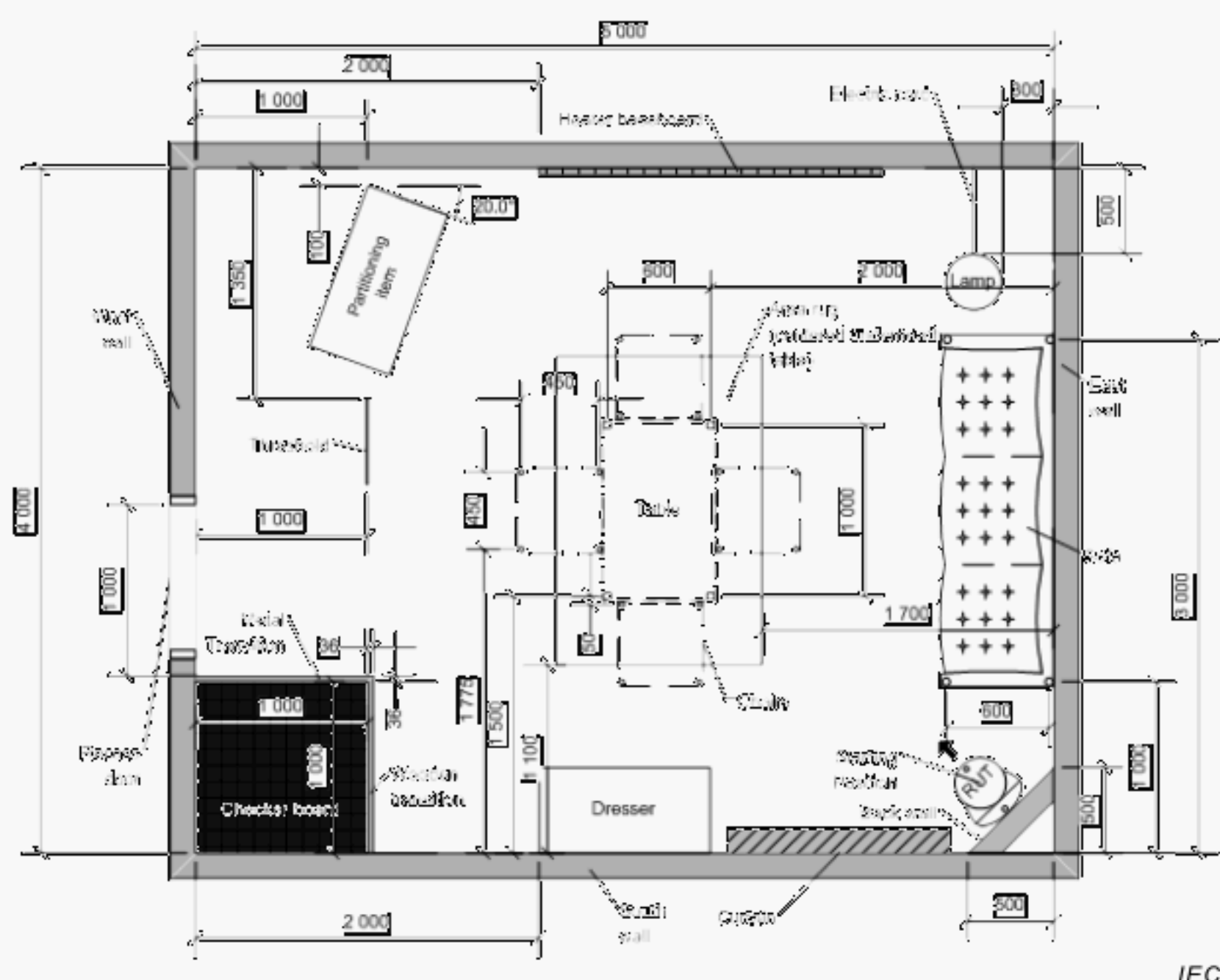
### 8.1 General

This test estimates the maximum permitted operation time of a robot per single charge cycle.

### 8.2 Test bed

The length and the width of the test bed shall be 5 000 mm × 4 000 mm as specified in Figure 3. The height of the wall surrounding the test bed floor shall be at least 300 mm. The ceiling height of the room above the test bed shall not be higher than 3 500 mm. The test floor shall be untreated laminated pine tree plate or equivalent and its thickness shall be at least 15 mm. Further furniture details are shown in Annex A.

*Dimensions in millimetres*



NOTE Test bed in Figure 3 is referred to Figure 8 as described in IEC 62929:2014.

#### Key

RUT – robot under test

**Figure 3 – Operation time per single charge configuration**

### 8.3 Test method

Prior to the test, the robot should be discharged completely by operating it in a sufficiently large area to ensure a complete discharge. Remove the charge station once it is in operation to ensure complete discharge.

NOTE 1 The complete discharge means low battery signal, if any, without any motion.

After discharge the robot shall be fully charged according to the manufacturer's instruction. The test shall be carried out immediately, or the robot shall be removed from the charging station and powered off to prevent additional power dissipation.

The total energy input to the battery charger while charging the robot shall be recorded as  $E_{\max}$ .

After that, the fully charged robot shall be placed at the starting position as shown in Figure 3. The robot shall be run in the chosen operation mode in the test room until it stops by itself away from charge station or cannot be restarted, or has reached the charge station. Record the total operation time as  $t_{\text{work}}$  and the chosen operation mode.

The robot shall be fully recharged according to the manufacturer's instruction. The corresponding a.c. energy consumption shall be recorded as  $E_{\text{work}}$ .

The operation time per single charge is calculated as follows:

$$T_{\max} = (E_{\max}/E_{\text{work}}) \times t_{\text{work}}$$

where:

$T_{\max}$  is operation time per single charge

$E_{\max}$  is the corresponding a.c. energy consumption for robot from completely discharged to fully charged

$E_{\text{work}}$  is the corresponding a.c. energy consumption for robot from fully charged to completely discharged after each run

$t_{\text{work}}$  is the total operation time for each run

Three runs shall be carried out, and the average shall be considered as the result of the operation time per single charge.

NOTE 2 This calculation is based on assumption of linear relationships for charging behaviour.

NOTE 3 Although this test method is only defined as single test, the tester, may perform more than 1 test.

NOTE 4 Due to tolerances of the measurement if  $E_{\text{work}} > E_{\max}$ , then set  $T_{\max} = t_{\text{work}}$ .

## 9 Managing a single step

### 9.1 General

The purpose of the test is to determine the robot's management of a single step whilst moving during activities. The mobile robot shall be moving throughout the test time and it is permitted to restart the robot to encourage movement when terminated because of its function. Other possible tasks (e.g. air purifying without movement) are not understood as movement and the time for these tasks are not included to the overall test time.

NOTE The tester is allowed to restart the robot to encourage movement if necessary.



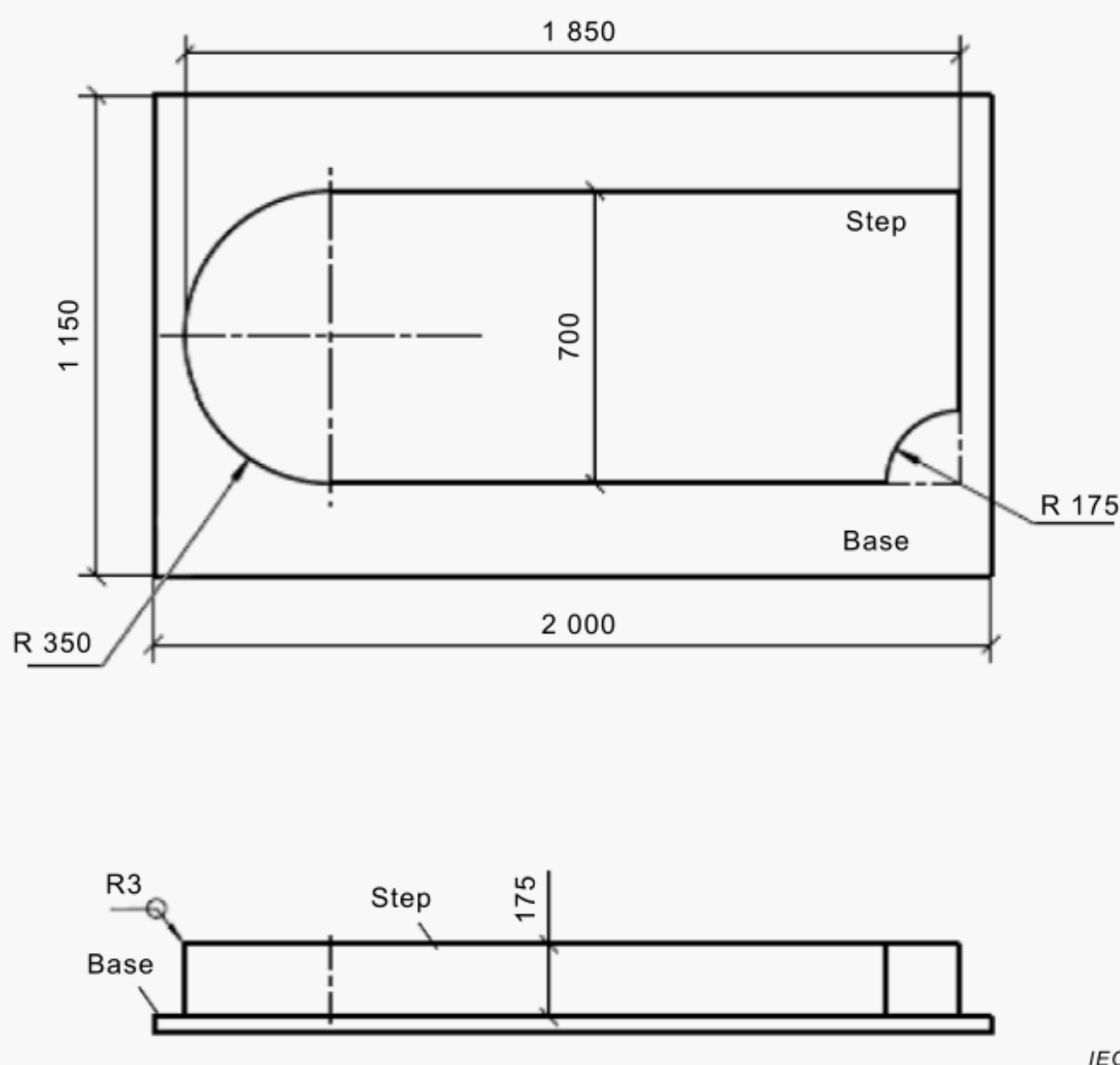
## 9.2 Test bed

The test bed is shown as in Figure 4. The test bed consists of the base and the step. The base and the step shall be made of untreated laminated pine tree. No surrounding walls shall be placed around the test bed within 700 mm and the test setup shall not be altered during the test.

NOTE 1 It is possible to use different colours and materials for the test bed and floor in different combinations. In this case, the test result may be different.

NOTE 2 In case the robot footprint size is bigger than the size of the test bed, this test method is not applicable.

*Dimensions in millimetres*



**Figure 4 – Managing a single step configuration**

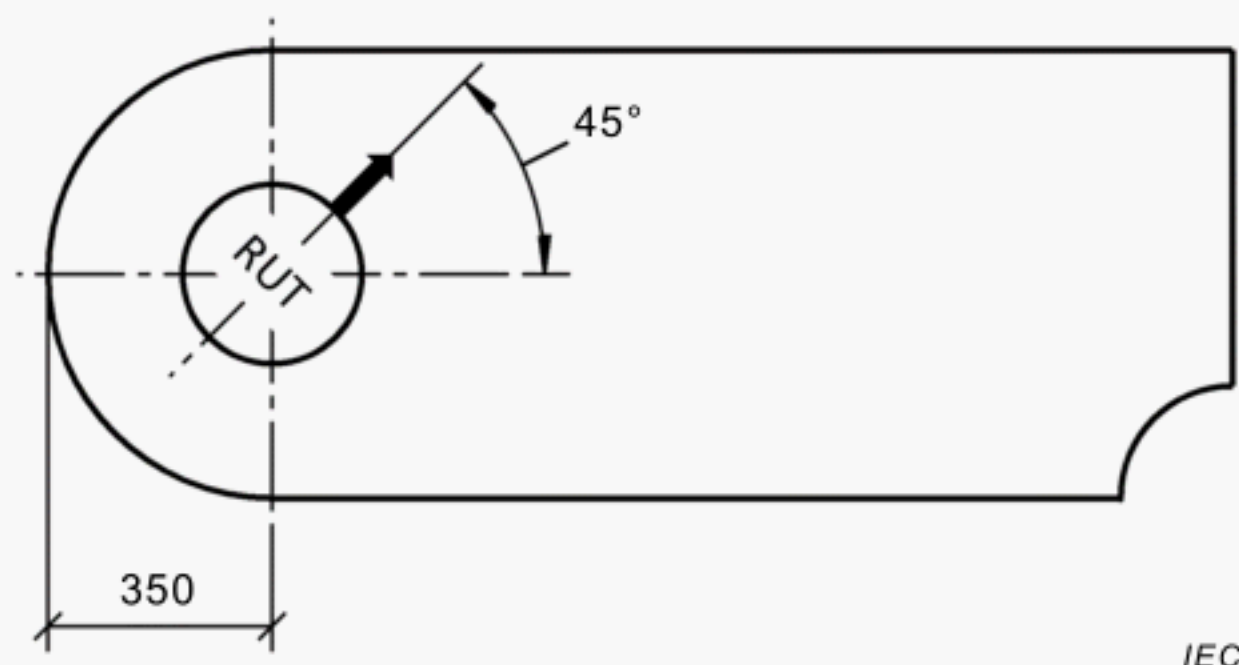
## 9.3 Test method (autonomous modes)

Place the fully charged robot at the starting position as shown in Figure 5. The robot shall operate for 10 min following the manufacturer's instructions. The behaviour of the robot shall be recorded. Different behaviour is possible:

- Base Touching:** The robot does not stop in front of the step, and any part of the robot touches the base plate. The test shall be stopped.
- Hanging:** The robot hangs at the edge of the step (without any part of it in contact with the base plate) and is not able to continue its movement. In this case, the robot shall be given the opportunity to recover until the 10 min test time is completed. If the robot displays an error message, the test shall be stopped before the 10 min test time is reached.
- Running:** The robot continues running on the table and detects the edges. In case the robot stops itself during the 10 min test time, the robot shall be restarted at the position, where it stopped, until the 10 min test time is reached.

The test shall be repeated three times in all possible operation modes following the manufacturer's instructions. The behaviour (base touching, hanging, running), the time, and the operation mode shall be recorded for each test.

*Dimensions in millimetres*



**Figure 5 – Starting position for managing a single step test**

#### 9.4 Test method (manual modes)

NOTE This method is only applicable if the robot can be moved in a manual mode by the operator.

Place the fully charged robot at the starting position as shown in Figure 5 (refer to 9.2). The robot shall be moved manually for 10 min by the operator in all possible modes. The operator shall try to move the robot over the edge. The robot behaviour shall be recorded in accordance with the given behaviours in 9.2. The test shall be continued until the 10 min test time is reached. All different behaviour (base touching, hanging, running) and the corresponding test times shall be recorded.

### 10 Obstacle avoidance

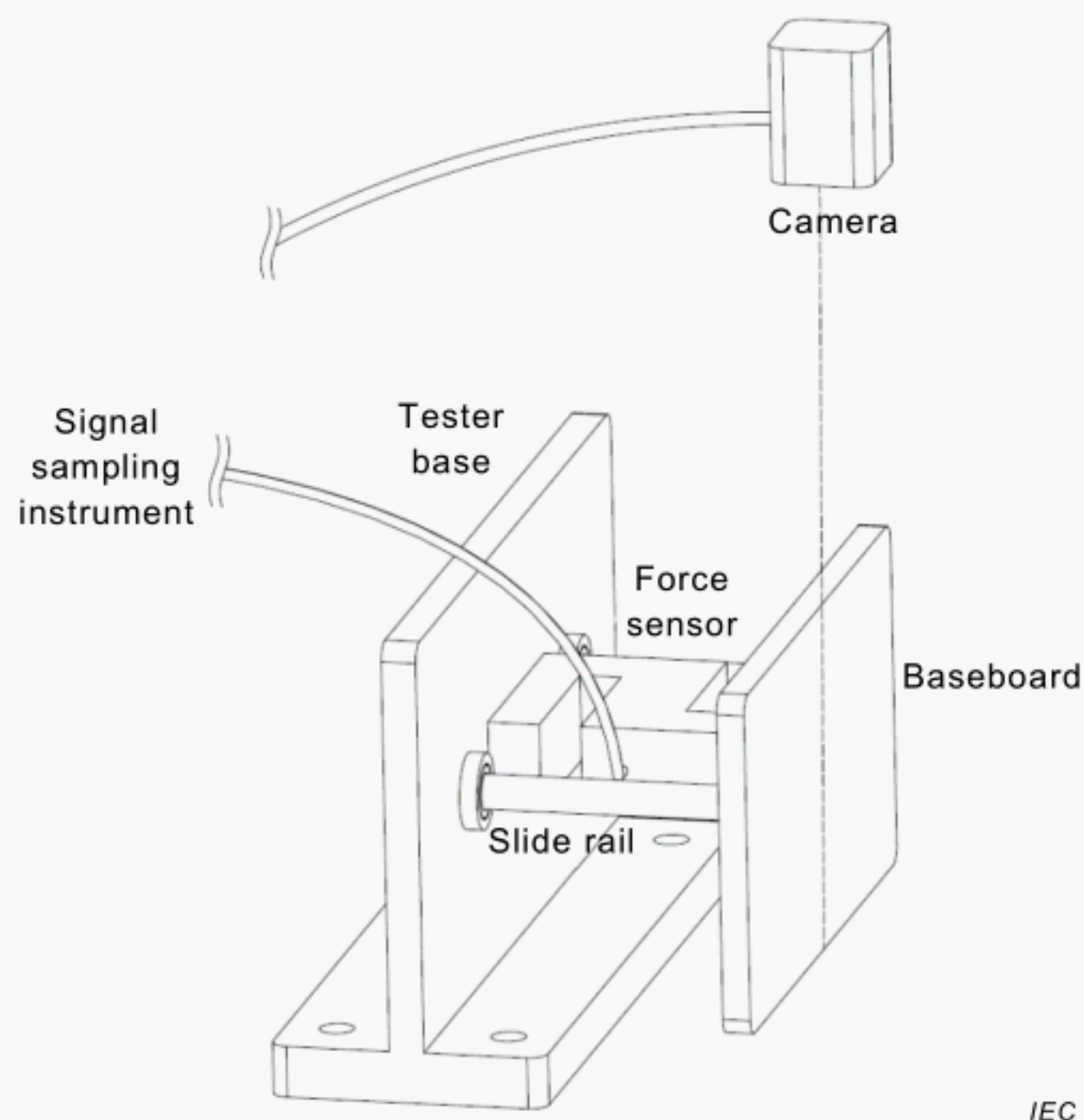
#### 10.1 General

This test determines whether a robot makes head-on contact with an object, and if so, with what force.

#### 10.2 Test bed

The test equipment which consists of signal sampling instrument, tester base, force sensor, slide rail, and baseboard are shown in Figure 6. The height of the surrounding guide shall be at least 300 mm. The frequency of signal sampling equipment shall be at least 10 kHz. The tester base shall be fixed on the floor to avoid movement. The force sensor is connected with signal sampling instrument. The baseboard is connected with the slide rail and the surface colour of the baseboard shall be untreated laminated pine tree plate. The height and thickness of the baseboard is 80 mm × 10 mm, its length could be specified by tester and recommended length is 200 mm, 100 mm and 50 mm. The baseboard shall be installed 2 mm ±1 mm above the floor and it shall be adjusted according to the height of robot if required. In order to detect the minimum avoidance distance, a high speed camera with at least 50 fps shall be installed above baseboard, and a ruler with a range of 0 to 500 mm with millimetres graduation shall be placed in between the robot and baseboard on the test bed as shown in Figure 7.

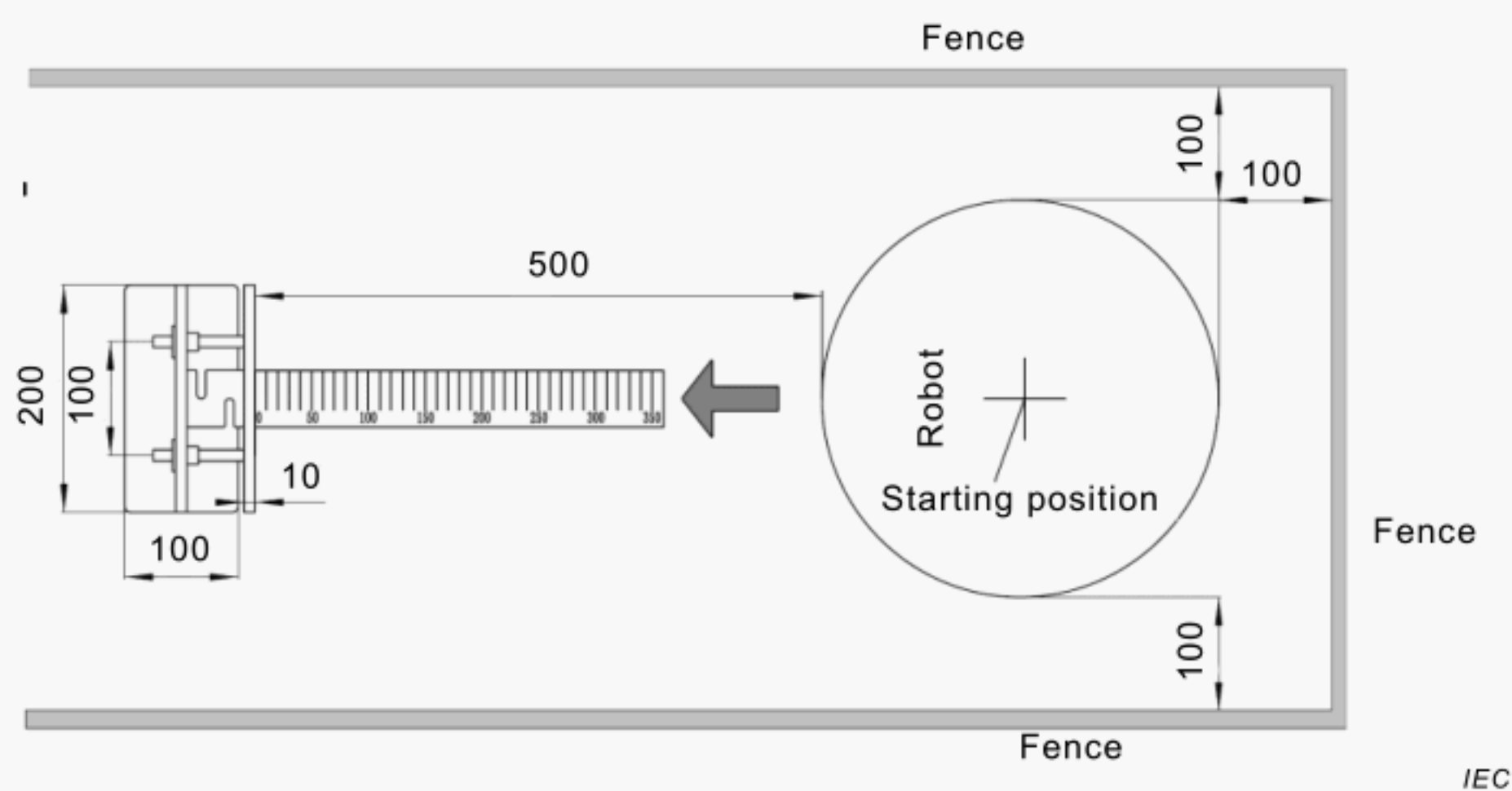
*Dimensions in millimetres*



IEC

**Figure 6 – Obstacle avoidance configuration**

*Dimensions in millimetres*



IEC

**Figure 7 – Starting position for obstacle avoidance test**

### 10.3 Test method

Place the fully-charged robot at the starting position as shown in Figure 7. The robot shall be instructed to perform its normal operation towards the target. The baseboard shown in Figure 6 is an example of an object which can be used as the target. The test shall be terminated if the robot makes a turn or collides with the target. The tester can decide to substitute the baseboard with a different target dimension of their choice. The details of the target shall be clearly referenced in the report. (e.g.: colour, dimension, shape etc.)

NOTE The robot is allowed to warm-up for learning the test environment.

The test will be carried out 5 times, and shall be terminated as per following conditions:



**Case 1: Robot avoids the obstacle successfully**

Robot is moved toward and does not make contact with the obstacle. The test shall be terminated and the minimum avoidance distance shall be recorded by camera. If the robot stops permanently for any reason during the test, it shall be restarted from the starting position. The rate of avoiding the obstacle shall be indicated as follows.

$$R = \frac{S}{5} \times 100 \%$$

where:

$R$  is the rate of avoiding the obstacle in percentage

$S$  is the number of avoiding the obstacle

**Case 2: Robot collides with obstacle**

The test shall be terminated if the robot collides with the obstacle.

The maximum force shall be recorded.

The average force of collision with the obstacle shall be calculated as follows:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F}{n}$$

where

$F$  is the maximum force of colliding the obstacle after  $i^{\text{th}}$  collision case

$N$  is the number of collisions with the obstacles

$\bar{F}$  is the average force of collision with the obstacle

**11 Cable traversing behaviour****11.1 General**

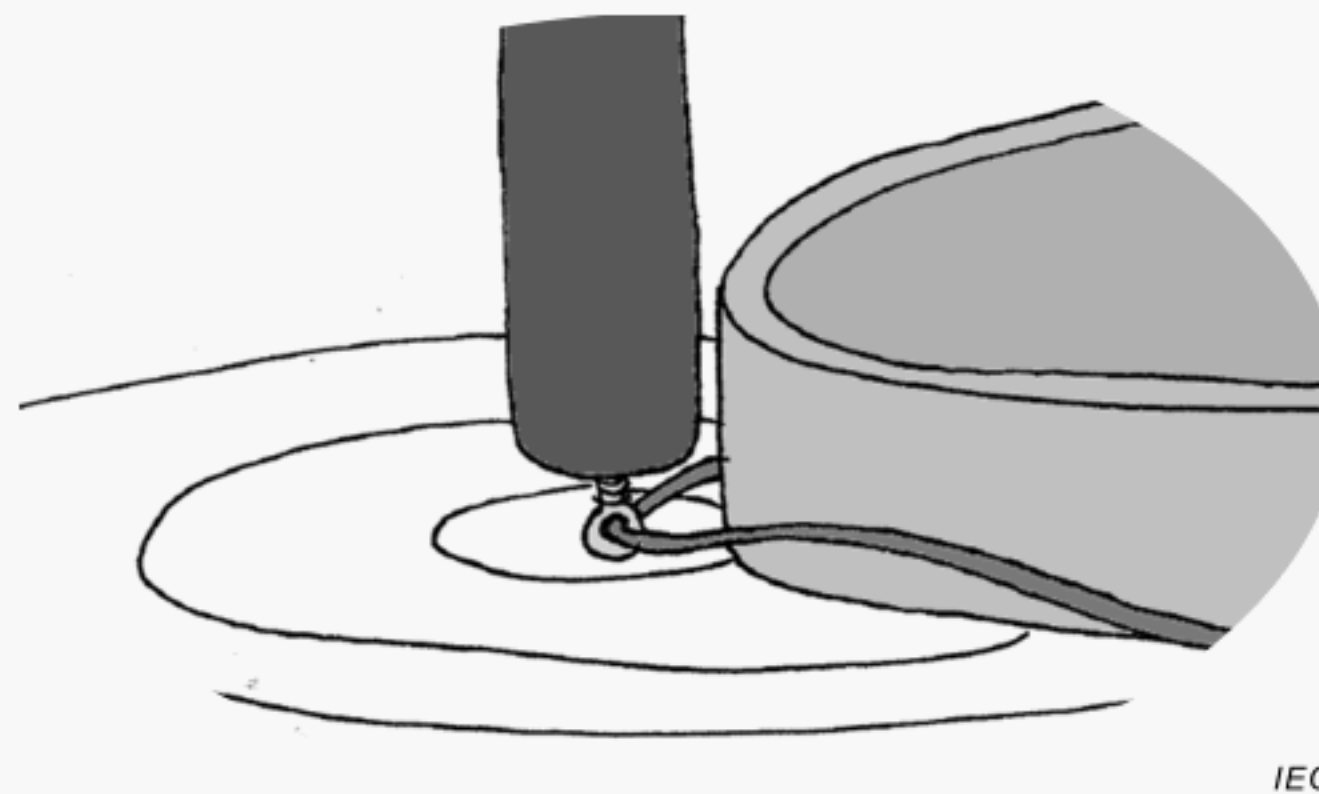
This test measures the impact of the mobile household robot has on a cable when the robot tries to cross it. By having the cable attached to a pendulum it is possible to measure the pendulum swinging distance. The swinging distance corresponds to the pulse transferred to the cable.

NOTE This is a comparative test within a single lab and absolute values may not be repeatable in different laboratories.

**11.2 Test bed****11.2.1 General**

The length and width of the test bed shall be at least 2 000 mm × 1 150 mm. Only the obstacle under test shall be placed in the test bed area. A scale, similar to a dartboard, shall be put on the floor where there is a free space, in order to ensure that there is no impact from the surroundings on the product. A carbon fibre pendulum hanging freely from the ceiling with its bottom end freely movable in its X and Y-axes, with Z defined in the direction of the pendulum, and coordinate system fixed at the centre of the pendulum. The pendulum shall be mounted in such a way as the bottom edge sits 15 mm above the floor level. Insert an eyelet into the bottom of the tube through which the wire should be run so that it does not lose contact with the stick as shown in Figure 8.

The length of the carbon fibre tube shall be  $2,5\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$  and 20 mm to 40 mm outside diameter. It is important that the pendulum is as stiff and lightweight as possible to get a stable and repeatable result. Colour is preferred matt black and weight shall be  $285\text{ g} \pm 30\text{ g}$ . An extra weight of 800 g shall be firmly attached inside the tube at the bottom in order to create a centre of mass as low as possible. The test shall be performed on untreated laminated pine tree plate or equivalent and its thickness shall be at least 15 mm.

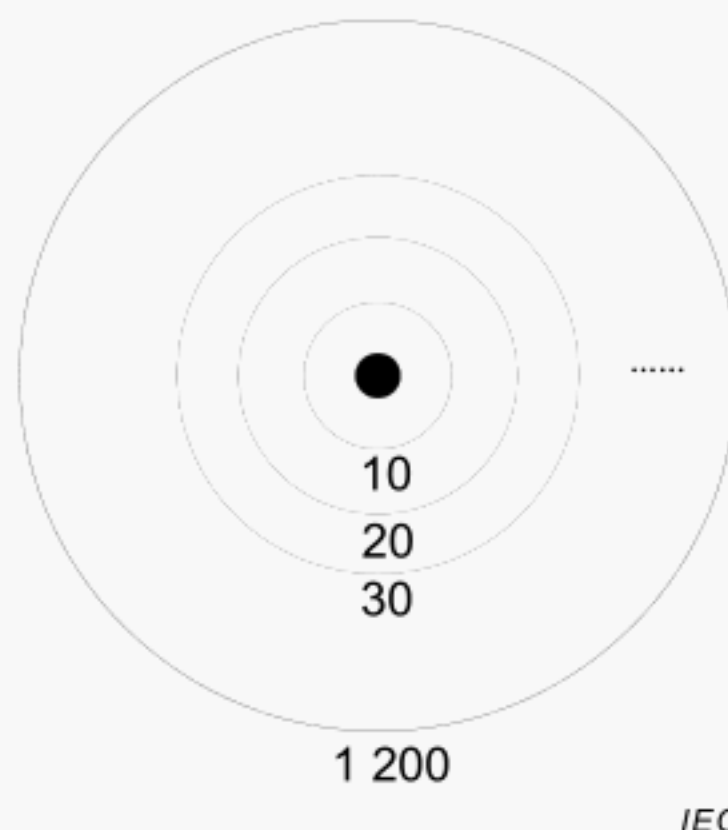


**Figure 8 – Wire fastening configuration**

### 11.2.2 Circles mark setting

Set the pendulum centre point at the centre of the circles, and then draw 120 circles with diameter from 10 mm to 1 200 mm in 10 mm intervals as shown in Figure 9.

*Dimensions in millimetres*



**Figure 9 – Floor circle marks schematic diagram**

### 11.2.3 Cable

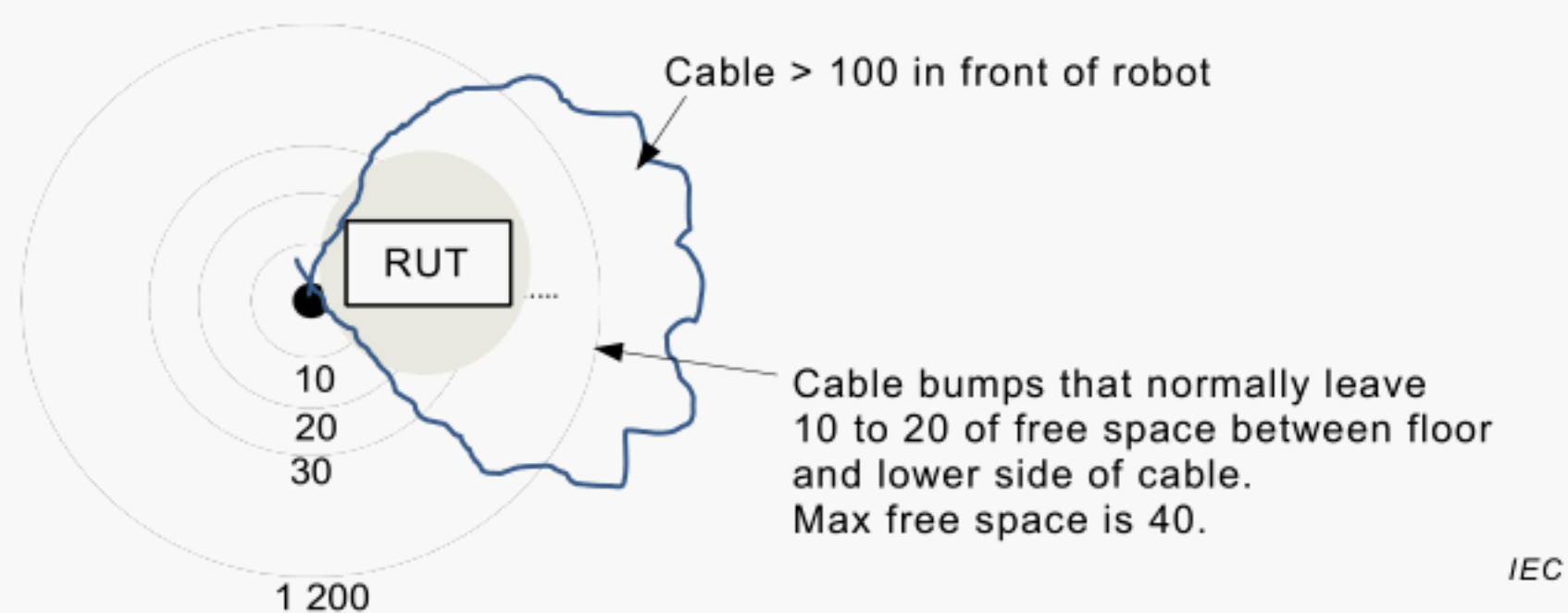
Any cables used in the test shall be reported. They shall be representative for common indoor cables. For example:

- a flat charger cable with 2 conductors and approximate cross sectional dimensions of  $3,7\text{ mm} \times 1,8\text{ mm}$ .
- a round cable with three conductors with approximate diameter of 7 mm normally used for indoor applications such as table lamps.

The minimum length of the cable is 1 200 mm and it can be extended if required for larger size robot. The length of cable used in the test shall be recorded. The cable shall then be placed at least 100 mm in front of the robot in the longitudinal direction, with the pendulum behind the machine and the cable surrounding it, as shown in Figure 10. The cable must not be perfectly flat to the floor; instead it shall be dropped freely and let to create snares and

imperfections. The maximum height allowed for any snare or bump shall not be allowed to be more than 40 mm and the average along the complete cable shall be about 10 mm to 20 mm.

*Dimensions in millimetres*

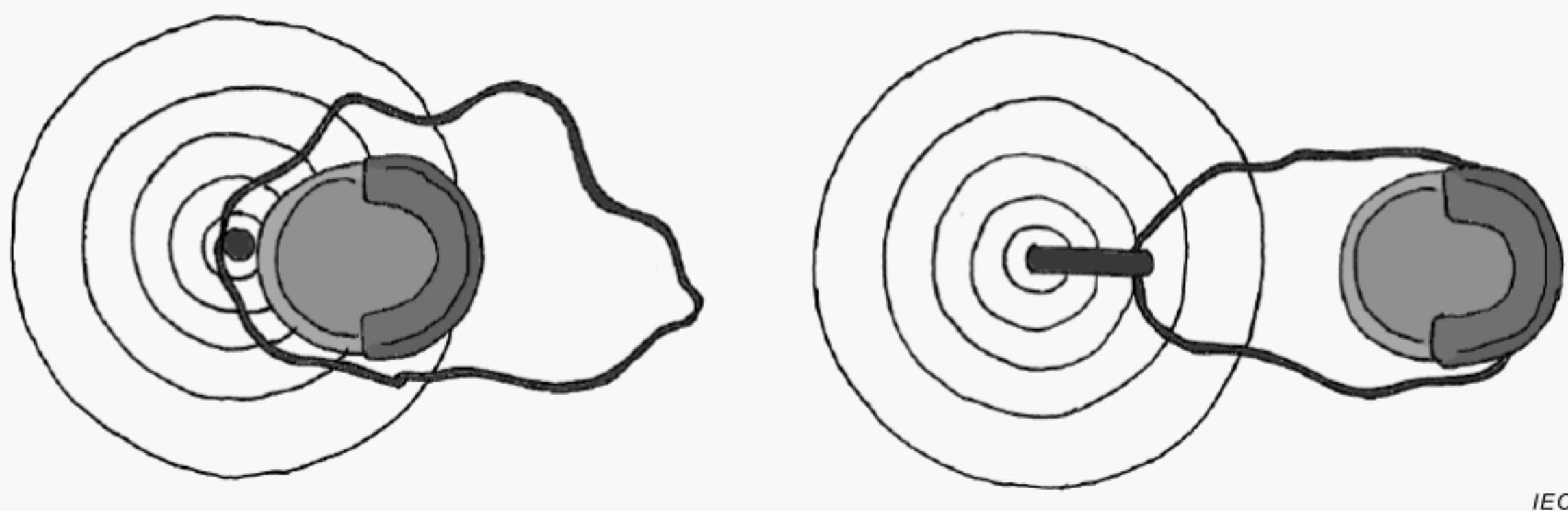


**Figure 10 – Floor circle marks schematic diagram with robot**

### 11.3 Test method

Base position: Use any suitable program for the test, preferably one with high speed and straight motions of the robot. Let the robot run straight ahead with the pendulum behind itself in the centre of the product as shown in Figure 11. Check the pendulum centre point movement as shown in Figure 12. This roughly corresponds to the energy transferred to the obstacle.

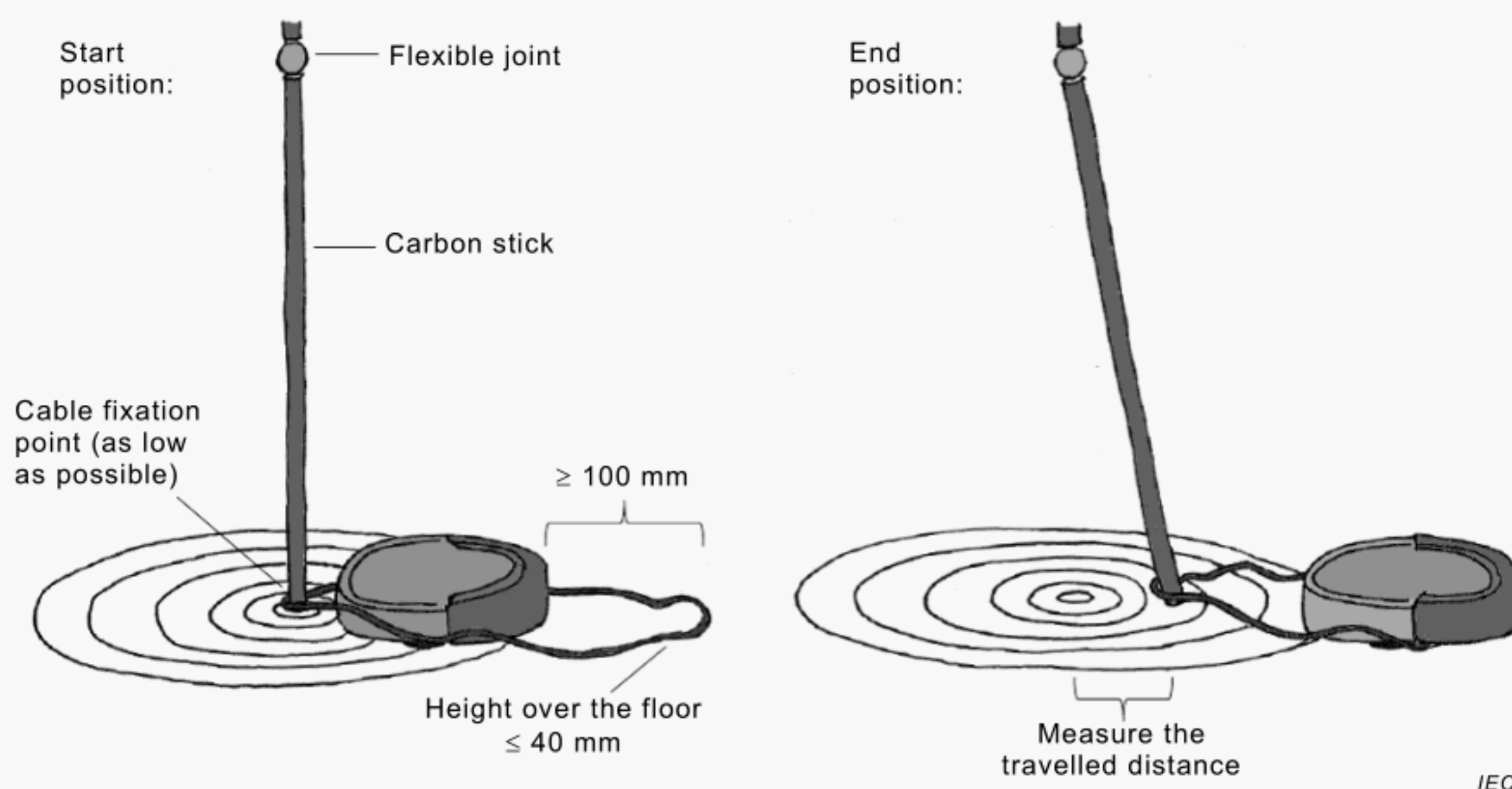
*Dimensions in millimetres*



**Figure 11 – Top view of cable traversing behaviour Configuration**



*Dimensions in millimetres*



**Figure 12 – Side view of cable traversing behaviour Configuration**

The test will be carried out at least 10 times and there are 3 possible test outcomes:

Outcome 1: The robot runs over cable, with or without, any displacement of the pendulum. Report the pendulum's maximum swinging distance.

Outcome 2: The robot runs over the cable and becomes entangled in the cable. Report pendulum's maximum swinging distance and cable stuck condition.

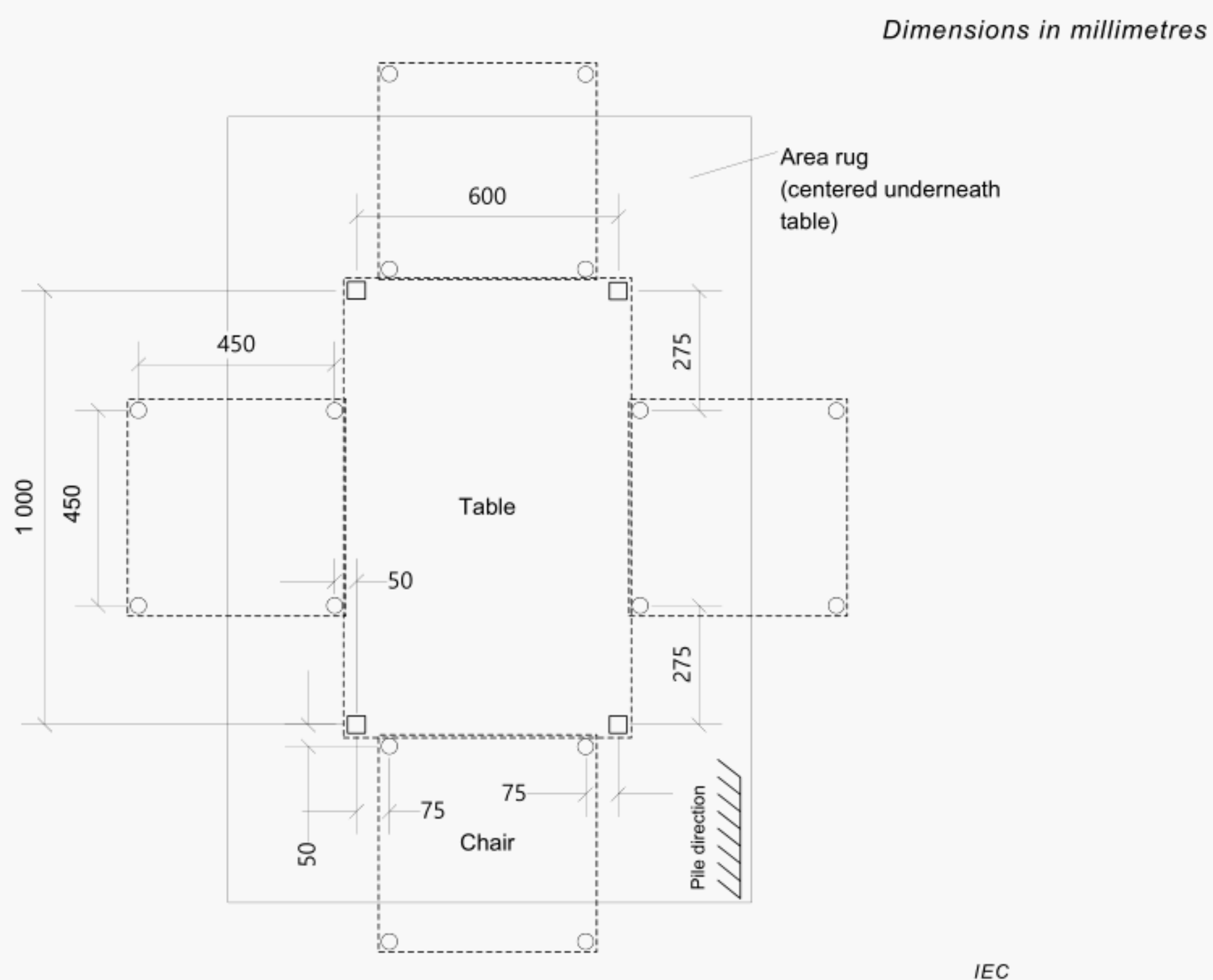
Outcome 3: The robot detects the cable, and determines to take another action for handling. Report the pendulum's maximum swinging distance and type of action.

Make a table and report average and maximum swinging distance of pendulum. Extra comments may be added if the result is outcome 2 or outcome 3.

## Annex A (normative)

### A.1 General

The test area shall consist of a space measuring 4 000 mm × 5 000 mm (tolerance  $\pm 50$  mm) enclosed by four walls and a ceiling. The test floor shall be untreated laminated pine tree plate or suitable alternative. The dimensions and characteristics of the furniture and obstacles on the floor are specified in Table A.1, and the obstacles around table are specified in Figure A.1.



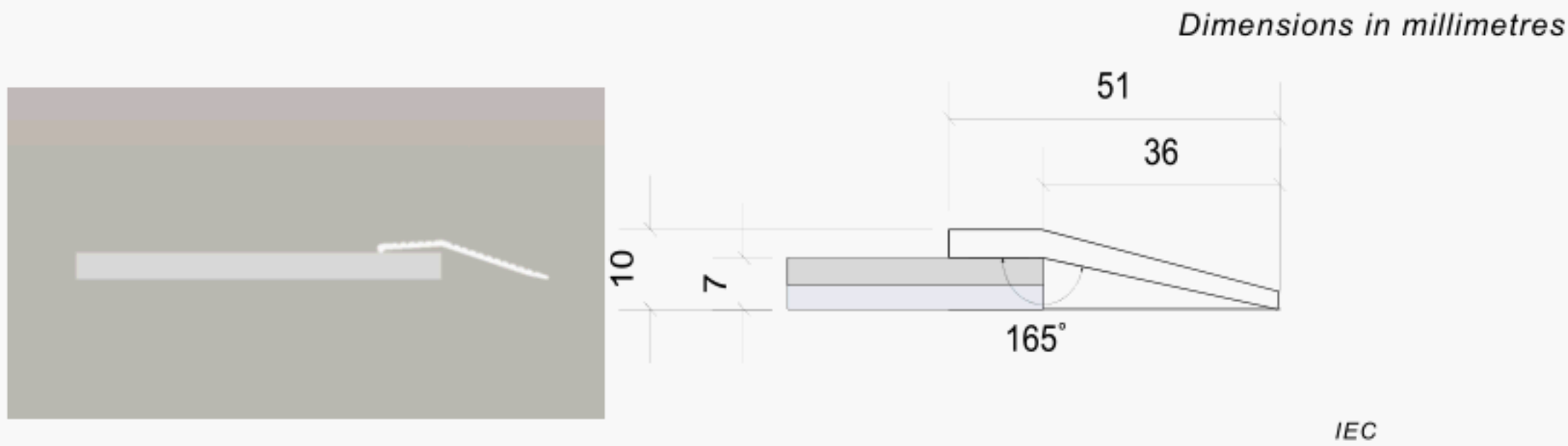
**Figure A.1 – Details of obstacles around table**

**Table A.1 – Dimensions of furniture and obstacles**

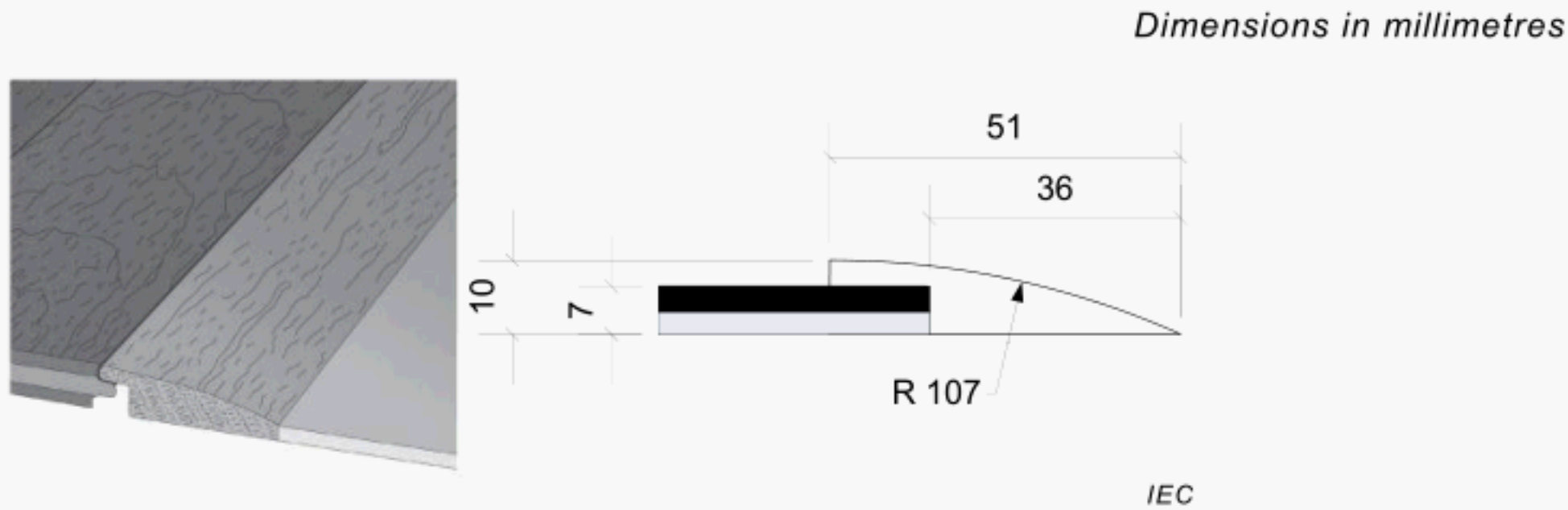
Item	Quantity	Dimensions (mm)	Surface/ Colour	Remarks
Dresser	1	1 000(L) 500(W) 300(H)	White	It is fixed to the floor. Underneath of the dresser shall be blocked. No legs.
Table	1	1 000 (L) 600 (W)	Natural Cherry	4 legs of 40 mm (L) × 40 mm (W) × 300 mm(H) Distance of 1 000 mm (L) and 600mm (W) are between centrelines of legs. Legs are fixed to the floor.
Chairs	4	450 (L) 450 (W)	Natural Cherry	4 legs of 35 mm (Diameter) × 300 mm (H). Distance between centrelines of legs is 450 mm. Legs are fixed to the floor.
Sofa	1	2 000 (L) 600 (W)	White	4 legs of 48 mm (Diameter) × 300 mm (H). Distance of 2 000 mm (L) and 600 mm (W) are between centrelines of legs. Legs are fixed to the floor.
Partitioning Item	1	1 000 (L) 500 (W) 300(H)	18 % grey	No legs. All sides are enclosed. It is fixed to the floor.
Floor lamp	1	330 (Diameter) 300 (H)	White	Base is 5 mm (H) at the outer edge with 10 degree upward slope. Diameter of the pole at the centre is 30 mm. It is fixed to the floor.
Floor electrical wire	1	6 (Diameter) 900 (L)	Black	One end is fixed at the plug on the north wall at height of 350 mm and the other end is fixed at the side of the lamp base of the lamp. It is not fixed on the floor.
Cylindrical bar	1	15 (Diameter) 500 (L)	Untreated surface	It is cylindrical shape and made of aluminium. It is fixed to the floor. NOTE It represents a cylinder shape of chair legs.
Heater baseboard	1	2 000 (L) 40 (W) 300 (H)	Natural Cherry	It is secured on the wall and floor. It is fixed on the floor.
Area rug	1	1 680 (L) 1 200 (W) 10(H)	Ivory	Wilton type area rug It is fixed to the floor.
Checker board	1	1 000 (L) 1 000 (W) 7 (H)	Black and White	Each tile shall be of size of 100 (±10) mm (W) × 100 (±10) mm (D) × 7 mm (H). White tile surface shall be polished. Matt black is without polishing. Tiles shall be fixed on the floor with no gaps between tiles. The transitions shall be fixed on the floor.



Item	Quantity	Dimensions (mm)	Surface/ Colour	Remarks
Metal transition	1	36 (W) 2 (H)	Untreated surface	Aluminium (refer to Figures A.2 and A.4 for installation)  It is M-D Building Products (36"L × 2"W, Model #43858, polished) or similar.  It is fixed to the floor.  For the corner where the metal transition meets the wooden transition both transitions shall be cut with 45 degrees.
Wooden transition	1	36.5 (W) 10 (H)	Finished wood	Wood (Refer to Figures A.3 and A.4 for installation).  It is a Bruce Natural Reducer (Model #11177810) or similar.  It is fixed to the floor.
NOTE All colours are specified in web colour RGB format and intended to be an indicative guide of the proposed colour. Colour can vary by ±5 % in each RGB value.				

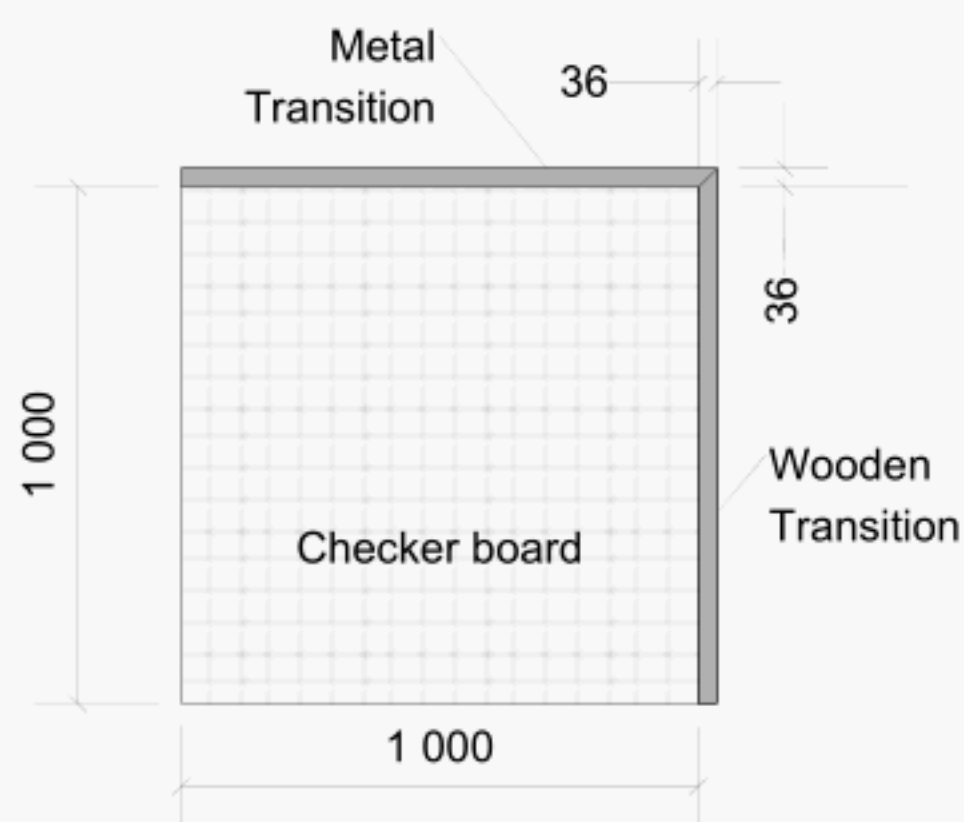


**Figure A.2 – Illustration of metal transition installation**



**Figure A.3 – Illustration of wood transition Installation**

*Dimensions in millimetres*



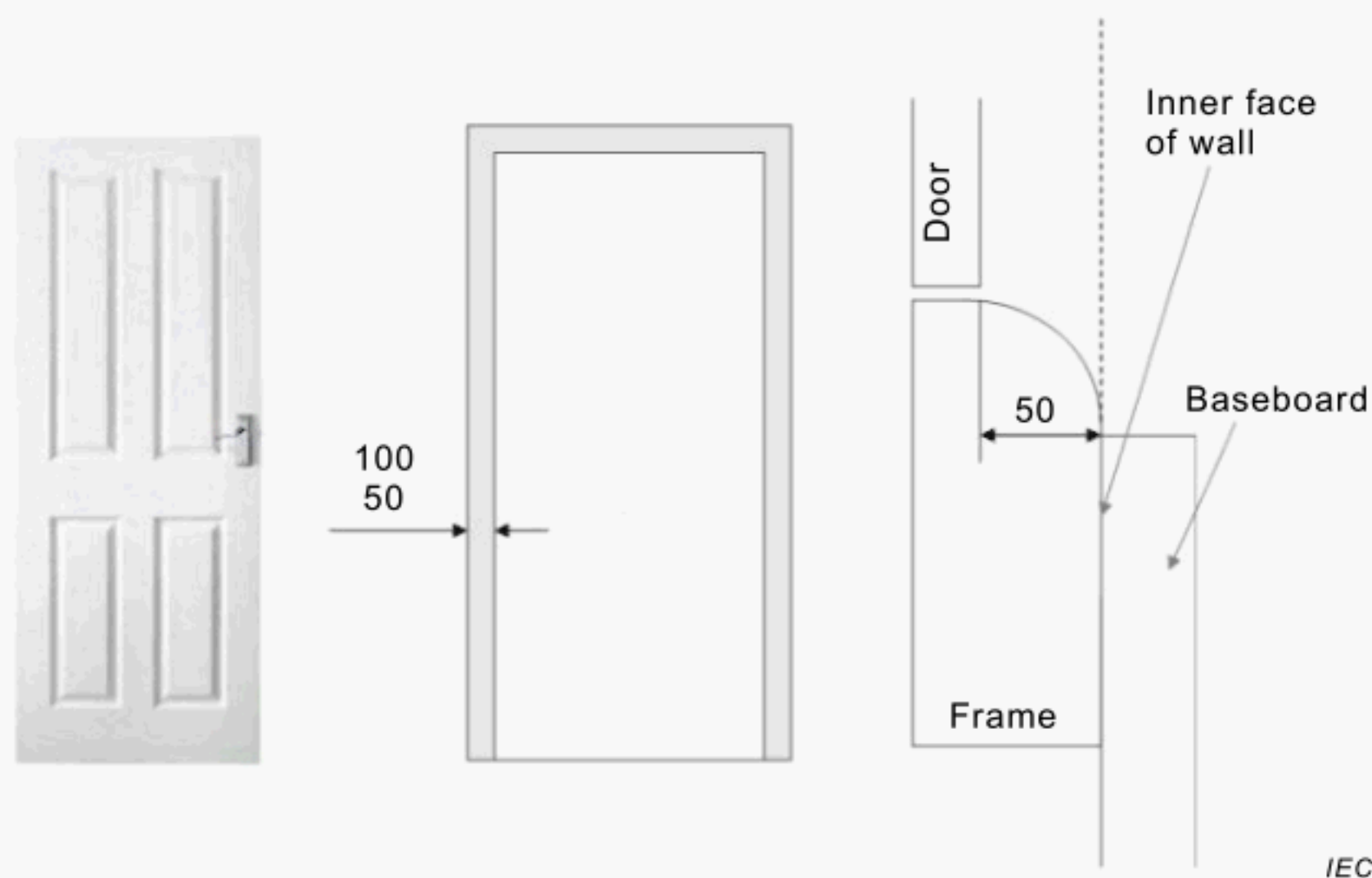
IEC

**Figure A.4 – Detail view of checker board and transitions**

## A.2 Door specification

The configuration of the door shall be as in Figure A.5. The door shall have four inset panels. The door shall be surrounded by a frame of 50 mm (W) that shall be mounted flush to the wall (resulting in the door being recessed from the wall by 50 mm). The frame may be shaped on its inner edge only, by a single curved feature with a maximum radius of 50 mm. The handle shall be mounted on the right hand side (when viewed from inside the test area). The door may be opened. If so, the door shall open outwards from the test area.

*Dimensions in millimetres*



IEC

**Figure A.5 – Illustration of four-panel door**

## Bibliography

IEC 60335-1:2010, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

ISO 8373, *Robots and robotic devices-vocabulary*

---



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application.....	33
2 Références normatives .....	33
3 Termes et définitions .....	33
4 Conditions générales d'essai .....	34
4.1 Conditions préalables aux essais.....	34
4.2 Conditions de fonctionnement et d'environnement.....	34
4.2.1 Généralités .....	34
4.2.2 Conditions de fonctionnement .....	34
4.2.3 Conditions atmosphériques .....	34
4.2.4 Conditions d'éclairage.....	35
4.3 Équipement et matériaux d'essai .....	35
4.4 Nombre d'échantillons .....	35
4.5 Préparation de la batterie .....	35
4.6 Fonctionnement du robot mobile à usage domestique .....	35
4.7 Tolérances pour dimensions.....	36
5 Unités .....	36
6 Mesurages de la pose.....	36
6.1 Généralités .....	36
6.2 Banc d'essai .....	37
6.2.1 General .....	37
6.2.2 Mode d'essai .....	37
6.3 Méthode d'essai.....	37
7 Fonctionnalité "retour à l'origine".....	38
7.1 Généralités .....	38
7.2 Banc d'essai .....	38
7.3 Méthode d'essai.....	39
8 Durée de fonctionnement par charge unique .....	40
8.1 Généralités .....	40
8.2 Banc d'essai .....	40
8.3 Méthode d'essai.....	42
9 Gestion d'une marche unique.....	42
9.1 Généralités .....	42
9.2 Banc d'essai .....	43
9.3 Méthode d'essai (modes autonomes).....	43
9.4 Méthode d'essai (modes manuels).....	44
10 Contournement des obstacles .....	44
10.1 Généralités .....	44
10.2 Banc d'essai .....	44
10.3 Méthode d'essai.....	45
11 Comportement face à un câble.....	46
11.1 Généralités .....	46
11.2 Banc d'essai .....	46
11.2.1 General .....	46
11.2.2 Marquage des cercles .....	47

11.2.3 Câble.....	47
11.3 Méthode d'essai.....	48
Annexe A (normative) .....	50
A.1 Généralités .....	50
A.2 Spécification de la porte .....	53
Bibliographie .....	54
Figure 1 – Configuration pour les mesurages de la pose .....	38
Figure 2 – Configuration de la fonctionnalité “retour à l'origine” .....	39
Figure 3 – Durée de fonctionnement par configuration de charge unique .....	41
Figure 4 – Gestion d'une configuration de marche unique .....	43
Figure 5 – Position de départ pour la gestion d'un essai de marche unique .....	44
Figure 6 – Configuration de contournement d'obstacle .....	45
Figure 7 – Position de départ pour l'essai de contournement d'obstacle .....	45
Figure 8 – Configuration de fixation du fil .....	47
Figure 9 – Schéma représentant le marquage au sol des cercles .....	47
Figure 10 – Schéma représentant le marquage au sol des cercles et le robot.....	48
Figure 11 – Vue de dessus de la configuration du comportement face à un câble .....	48
Figure 12 – Vue latérale de la configuration du comportement face à un câble .....	49
Figure A.1 – Détails des obstacles autour de la table.....	50
Figure A.2 – Représentation de l'installation du profilé de transition en métal.....	52
Figure A.3 – Représentation de l'installation du profilé de transition en bois.....	52
Figure A.4 – Vue détaillée du sol en damier et des profilés de transition .....	53
Figure A.5 – Représentation d'une porte à quatre panneaux .....	53
Tableau 1 – Tolérances pour dimensions linéaires (issues de l'ISO 2768-1).....	36
Tableau 2 – Tolérances pour les rayons externes et les hauteurs de chanfreins (issues de l'ISO 2768-1) .....	36
Tableau A.1 – Dimensions des meubles et obstacles .....	51

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'APTITUDE À LA FONCTION DES ROBOTS MOBILES À USAGE DOMESTIQUE

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 62849 a été établie par le comité d'études 59 de l'IEC: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques et analogues.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
59/655/FDIS	59/656/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/IEC, Partie 2.



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 l'IEC 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.**

## INTRODUCTION

La présente norme couvre les méthodes d'essai génériques pour l'aptitude à la fonction des robots mobiles à usage domestique dans un seul document. Toutefois, la présente version est applicable aux robots à roues ou à chenilles pouvant être utilisés sur un sol intérieur et met l'accent sur les aptitudes à la fonction relatives à la mobilité et à la consommation d'énergie. À mesure que les besoins associés à l'aptitude à la manipulation augmentent, ils sont ajoutés à la présente Norme générique sur l'aptitude à la fonction.

## MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'APTITUDE À LA FONCTION DES ROBOTS MOBILES À USAGE DOMESTIQUE

### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux robots mobiles à usage domestique et fournit des essais d'aptitude à la fonction ainsi que des méthodes d'évaluation applicables aux caractéristiques communes de plusieurs robots mobiles à usage domestique.

La présente norme ne couvre ni les exigences de sécurité ni les exigences d'aptitude à la fonction.

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC TS 62885-1, *Surface cleaning appliances – Partie 1: General requirements on test material and test equipment (disponible en anglais seulement)*

IEC 62929:2014, *Robots de nettoyage à usage domestique – Nettoyage à sec: Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*

ISO 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai – Spécifications*

ISO 2768-1:1989, *Tolérances générales – Partie 1: Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles*

### 3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **robot à usage domestique**

mécanisme actionné avec un degré d'autonomie, fonctionnant dans le foyer et autres environnements analogues, pour exécuter des tâches prévues

Note 1 à l'article: Le fonctionnement comprend le déplacement et/ou le mouvement du corps du robot.

#### 3.2

##### **robot mobile à usage domestique**

robot à usage domestique pouvant se déplacer sous son propre contrôle



### 3.3

#### **fonctionnalité “retour à l’origine”**

capacité d’un robot mobile à usage domestique de retourner à la ou aux stations de charge à des fins de chargement, après avoir exécuté les tâches, ou après avoir été appelé par l’utilisateur

### 3.4

#### **pose**

position et orientation combinées

### 3.5

#### **mode autonome**

mode réglé par l’utilisateur, dans lequel le robot se déplace horizontalement, sans interaction avec l’utilisateur

### 3.6

#### **mode manuel**

mode réglé par l’utilisateur, dans lequel le robot se déplace, avec interaction intermittente ou continue avec l’utilisateur

## 4 Conditions générales d’essai

### 4.1 Conditions préalables aux essais

Le robot doit être entièrement monté et totalement opérationnel conformément aux instructions du constructeur. Les opérations de nivellement, les procédures d’alignement et les essais fonctionnels nécessaires doivent être exécutés de manière satisfaisante.

Avant la réalisation de toute série d’essais, l’âge, l’état et l’historique du produit doivent être enregistrés.

NOTE Si ces informations sont disponibles, les informations sur l’état peuvent comprendre le numéro/le nom du modèle, la version du logiciel et les dispositifs auxiliaires utilisés.

### 4.2 Conditions de fonctionnement et d’environnement

#### 4.2.1 Généralités

Les caractéristiques de l’aptitude à la fonction déterminées par les méthodes d’essai associées dans la présente Norme internationale sont valables uniquement dans les conditions d’environnement et les conditions normales de fonctionnement comme stipulé par le constructeur.

#### 4.2.2 Conditions de fonctionnement

Tous les essais doivent être effectués dans des conditions telles que le robot mobile à usage domestique est mis en fonctionnement en utilisation normale; les conditions normales de fonctionnement utilisées pour les essais doivent être conformes aux instructions du constructeur.

L’aptitude à la fonction est affectée par le logiciel installé. Le logiciel installé ne doit donc pas être modifié ni remplacé au cours d’un ensemble d’essais.

#### 4.2.3 Conditions atmosphériques

Sauf spécification contraire, les procédures et les mesurages d’essai doivent être exécutés dans les conditions atmosphériques suivantes (conformément à l’ISO 554):

Température:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa

Les conditions de température et d'humidité, si elles sont indiquées, doivent être conformes aux instructions du constructeur pour assurer une bonne répétabilité et une bonne reproductibilité. Il convient d'éviter des modifications en cours d'essai.

#### **4.2.4 Conditions d'éclairage**

Sauf spécification contraire, les procédures et les mesurages d'essai doivent être effectués dans les conditions d'éclairage suivantes:

Intensité:  $(200 \pm 50)$  lux

Température de couleur: 2 000 K à 6 000 K

Les mesurages doivent être effectués sur la surface d'essai.

#### **4.3 Équipement et matériaux d'essai**

Les mesurages sur tapis doivent être effectués sur un sol de niveau constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité lisse ou d'un panneau équivalent, ayant une épaisseur d'au moins 15 mm et une taille appropriée pour l'essai.

L'équipement et les matériaux pour les mesurages (dispositifs, tapis d'essai, poussière d'essai, etc.) à utiliser pendant un essai doivent, avant l'essai, être maintenus pendant au moins 16 h dans des conditions atmosphériques normalisées selon 4.2.3.

#### **4.4 Nombre d'échantillons**

Tous les mesurages d'aptitude à la fonction doivent être réalisés sur le ou les mêmes échantillons de robot avec ses accessoires éventuels.

Les essais effectués pour simuler les contraintes auxquelles un robot peut être exposé en utilisation normale, susceptibles de compromettre l'aptitude à la fonction du robot, peuvent exiger des échantillons supplémentaires de parties remplaçables. De tels essais doivent être réalisés à la fin d'un programme d'essai.

#### **4.5 Préparation de la batterie**

Une nouvelle batterie doit nécessiter au moins un cycle complet de charge et un cycle complet de décharge dans le robot avant d'effectuer le premier essai du robot.

Une décharge complète dans le robot doit être effectuée en procédant à une opération normale selon les instructions du constructeur.

NOTE La décharge complète correspond à un éventuel signal de batterie faible, sans mouvement.

#### **4.6 Fonctionnement du robot mobile à usage domestique**

Sauf spécification contraire dans la présente Norme,

- Le robot mobile à usage domestique, ses accessoires, la station d'accueil et tout dispositif auxiliaire doivent être utilisés et réglés conformément aux instructions du constructeur pour un fonctionnement normal avant de réaliser un essai, et
- Le mode de fonctionnement du robot peut être sélectionné et réglé uniquement selon les instructions publiées du constructeur avant l'essai afin de s'adapter à l'environnement à traiter.
- Le mode de fonctionnement doit être enregistré.

Tout dispositif lié à la sécurité doit pouvoir fonctionner.

## 4.7 Tolérances pour dimensions

Pour toutes les dimensions qui ne sont pas présentées sous forme de plage et si aucune tolérance n'est spécifiée, la tolérance doit être déterminée selon le Tableau 1.

**Tableau 1 – Tolérances pour dimensions linéaires (issues de l'ISO 2768-1)**

Plage de dimensions nominales mm	Tolérance mm
$> 3 \leq 6$	$\pm 0,5$
$> 6 \leq 30$	$\pm 1,0$
$> 30 \leq 120$	$\pm 1,5$
$> 120 \leq 400$	$\pm 2,5$
$> 400 \leq 1\,000$	$\pm 4,0$
$> 1\,000 \leq 2\,000$	$\pm 6,0$
$> 2\,000 \leq 5\,000$	$\pm 8,0$
NOTE Les valeurs sont tirées du Tableau 1 de l'ISO 2768-1:1989.	

**Tableau 2 – Tolérances pour les rayons externes et les hauteurs de chanfreins (issues de l'ISO 2768-1)**

Plage de dimensions nominales mm	Tolérance mm
$> 0,5 \leq 3$	$\pm 0,4$
$> 3 \leq 6$	$\pm 1,0$
$> 6$	$\pm 2,0$
NOTE Les valeurs sont tirées du Tableau 2 de l'ISO 2768-1:1989.	

## 5 Unités

Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont les suivantes:

- longueur en millimètres (mm)
- angle en degrés (°)
- temps en secondes (s)
- masse en kilogrammes (kg)
- vitesse en mètres par seconde (m/s)

## 6 Mesurages de la pose

### 6.1 Généralités

Cet essai permet d'évaluer la capacité d'un robot à arriver exactement à une pose prédéterminée.

NOTE Cet essai est particulièrement pertinent pour les robots mobiles à usage domestique pour lesquels le point d'arrivée/l'orientation de la session est d'une importance décisive pour la réussite de l'essai.



## 6.2 Banc d'essai

### 6.2.1 General

L'essai doit être effectué dans la zone centrale de la salle d'essai, comme défini dans l'IEC 62929 sans tapis décoratif, ni pieds de chaise, ni pieds de table, ni d'autres éléments placés sur le sol.

La dimension du banc d'essai est de 4 000 mm × 5 000 mm. Le sol doit être constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité ou équivalent et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm, ou être constitué d'un tapis Wilton, comme spécifié dans l'IEC TS 62885-1.

### 6.2.2 Mode d'essai

Ce mode doit permettre au robot de réaliser une action en mode d'essai répétable au cours de laquelle il doit être actionné vers l'avant sur 1 000 mm et tourné de 90 degrés à 4 reprises pour former une boucle unique. Cet essai doit être effectué dans le sens des aiguilles d'une montre, puis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, comme représenté à la Figure 1. La nature précise de l'accès au mode d'essai doit être clairement indiquée par le constructeur et il convient que l'opération soit simple à exécuter. Une fois l'opération du mode d'essai achevée, il convient de laisser la machine à l'état de repos.

NOTE Des méthodes d'accès au mode d'essai peuvent par exemple correspondre à l'obligation pour l'utilisateur d'appuyer sur une combinaison de boutons sur la machine lorsque le robot est mis sous tension ou de maintenir enfoncée une combinaison de boutons pendant une période de temps qui n'est pas susceptible de se produire lors du fonctionnement normal du robot. La seule condition est que cette méthode d'accès doit être documentée.

## 6.3 Méthode d'essai

Le robot entièrement chargé avec le mode d'essai doit être placé sur la position de départ comme représenté à la Figure 1. Le centre du corps du robot doit être au-dessus du point de départ et le corps du robot doit être aligné dans la direction du déplacement. Les commandes des opérations effectuées dans le sens des aiguilles d'une montre, puis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, doivent être données au robot afin qu'il suive individuellement les trajets commandés comme représenté à la Figure 1.

Une fois l'opération réalisée, l'écart (position et orientation) entre la **pose** réelle et la **pose** commandée du robot doit être mesuré. Un essai unique pour chaque opération (dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) comprend trois sessions.

Le matériau utilisé pour le sol doit être enregistré dans le rapport d'essai.

NOTE Si le mode d'essai qui doit générer le mouvement exigé pour l'essai n'est pas déjà disponible dans le robot, l'essai peut être négligé.

L'écart moyen de la position  $dP$  pour la séquence doit être calculé à partir des trois sessions

$$dP = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 dP_n$$

où:

$dP_n$  est l'écart de position à partir de la  $n^{\text{ième}}$  session,  $n= 1, 2, 3$

$dP$  est définie comme la distance entre le centre du corps et la position de départ après la session

L'écart moyen de l'orientation  $dA$  pour la séquence doit être calculé à partir des trois sessions

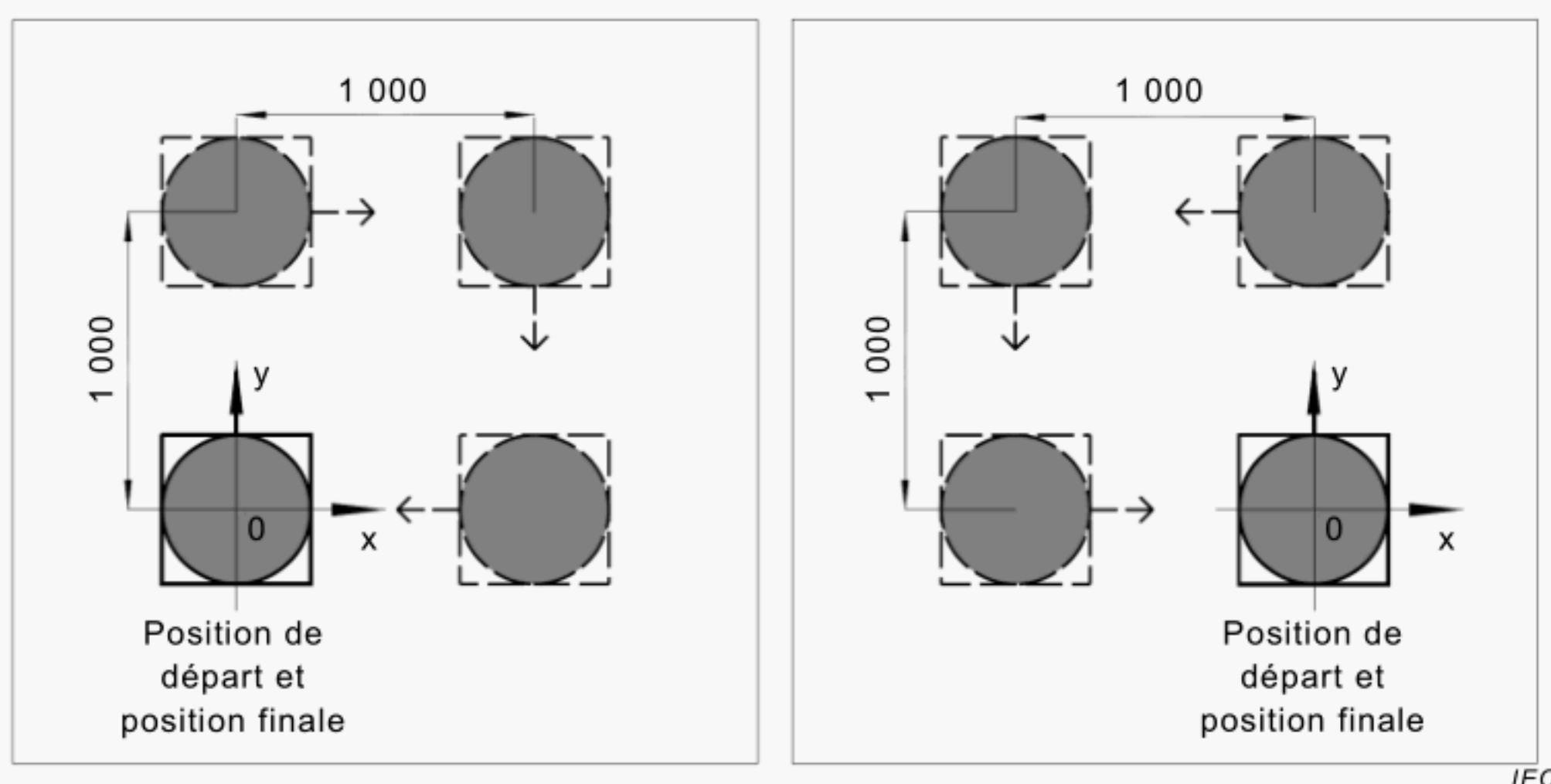
$$dA = \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 dA_n$$

où:

$dA_n$  est l'écart d'angle absolu à partir de la  $n^{\text{ième}}$  session,  $n = 1, 2, 3$

$dA$  est défini comme l'angle entre le centre du corps et la position de départ après la session.

*Dimensions en millimètres*



**Figure 1 – Configuration pour les mesurages de la pose**

## 7 Fonctionnalité “retour à l’origine”

### 7.1 Généralités

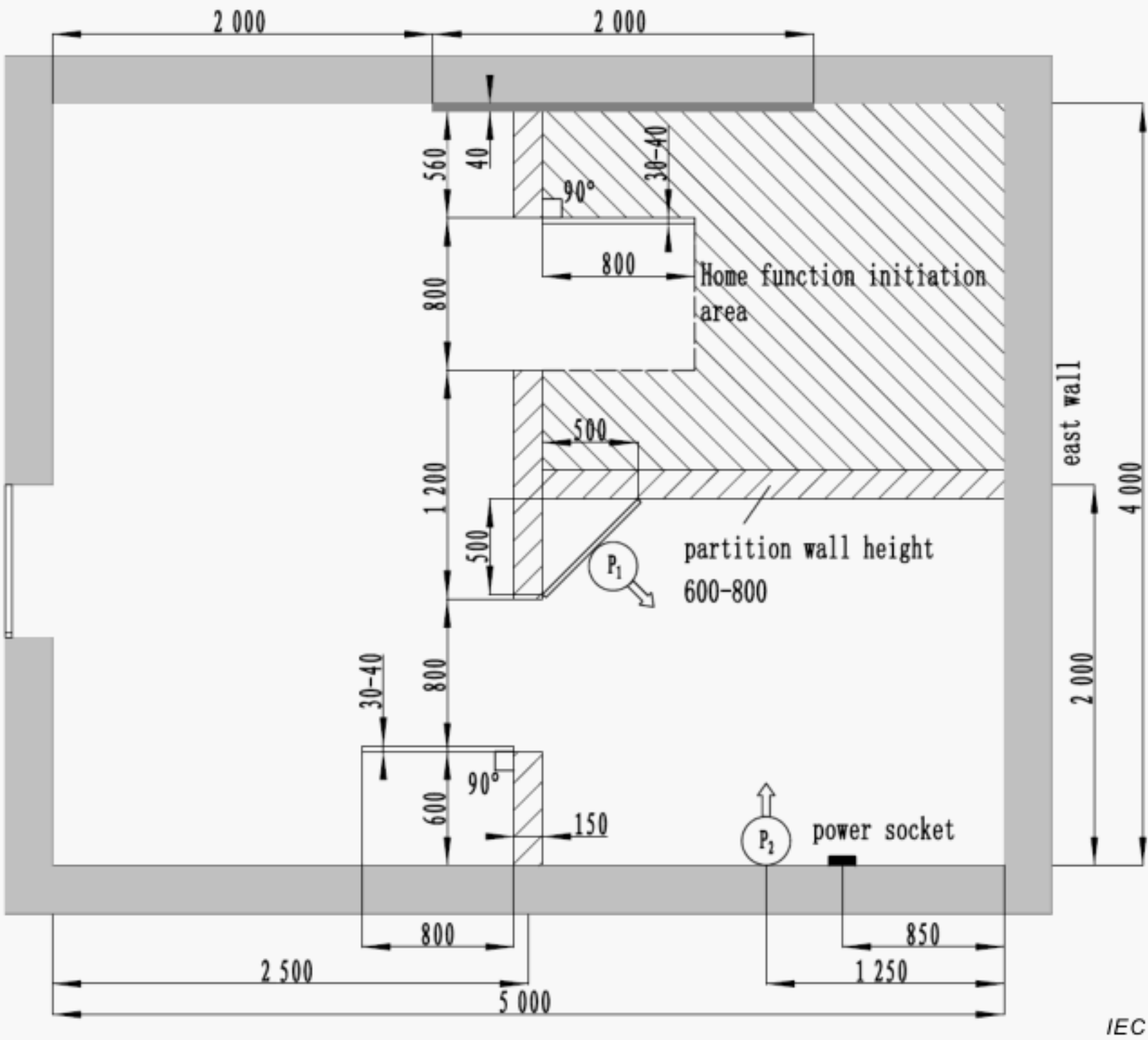
Cet essai permet d'évaluer la capacité du robot à revenir à sa station de charge depuis un emplacement éloigné, à s'aligner avec succès pour la recharge, et le temps nécessaire pour effectuer ces opérations.

### 7.2 Banc d'essai

La longueur et la largeur du banc d'essai doivent être de 5 000 mm × 4 000 mm comme spécifié à la Figure 2. La hauteur sous plafond de la pièce au-dessus de la surface du sol du banc d'essai doit être de 2500 mm ± 50 mm. La hauteur de la cloison est de 600 mm à 800 mm. Le sol d'essai doit être constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité ou équivalent et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm.

Un câble de rallonge blanc doit être installé sur la plinthe au moyen de scotch transparent le long du mur est vers la cloison, puis en montant le long de la cloison solide, afin d'alimenter la station au niveau de  $P_1$ . Le câble de la station de charge doit être installé sur la cloison jusqu'à l'alimentation en énergie. Comme pour  $P_2$ , un câble de rallonge blanc doit être installé le long de la plinthe, depuis le socle d'alimentation du mur est jusqu'à la station  $P_2$ , comme représenté à la Figure 2.

Dimensions en millimètres



Anglais	Français
Home function initiation area	Zone d'initiation de la fonctionnalité "retour à l'origine"
Partition wall height 600-800	Hauteur de la cloison 600-800
Power socket	Socle d'alimentation
East wall	Mur est

Figure 2 – Configuration de la fonctionnalité “retour à l’origine”

7.3 Méthode d’essai

Le robot entièrement chargé doit être réglé conformément aux instructions du constructeur pour exécuter son mode de fonctionnement normal à partir de la station d'accueil  $P_1$  et  $P_2$  comme représenté à la Figure 2. La commande de retour à l'origine doit être donnée lorsque le corps entier du robot a atteint la zone d'initiation de la fonctionnalité “retour à l'origine” comme représenté à la Figure 2. Le temps nécessaire au robot pour revenir à la station d'accueil doit être mesuré et enregistré comme  $t$ . Dans le cas où le robot ne peut pas atteindre la station d'accueil dans un délai de 30 minutes, la session doit être considérée comme ayant échoué, y compris le fait que le robot n'a pas réussi à revenir à la station de charge. Le retour réussi à la station de charge doit être défini comme retourné à l'accueil et capable d'initier le processus de charge.

Une seule séquence d'essai comprend 5 sessions à partir de la position de départ et tous les résultats doivent être enregistrés dans le rapport d'essai.

La fonctionnalité “retour à l'origine” doit être indiquée par le taux de réussite et la durée moyenne.

Le taux de réussite doit être calculé comme suit:

$$R = \frac{C}{10} \times 100\%$$

où:

$R$  est le taux de réussite de retour à la station de charge en pourcentage

$C$  est le nombre de retours réussis

La durée moyenne de retour à la station de charge doit être calculée comme suit

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

où:

$t_i$  est la durée de retour pour le  $i^{\text{ème}}$  cas réussi

$n$  est le nombre de retours réussis

$\bar{t}$  est la durée moyenne de retour à la station de charge

Si des dispositifs supplémentaires permettent d'améliorer le guidage du robot, ils peuvent éventuellement être ajoutés selon les instructions du constructeur et doivent être enregistrés dans le rapport d'essai.

## 8 Durée de fonctionnement par charge unique

### 8.1 Généralités

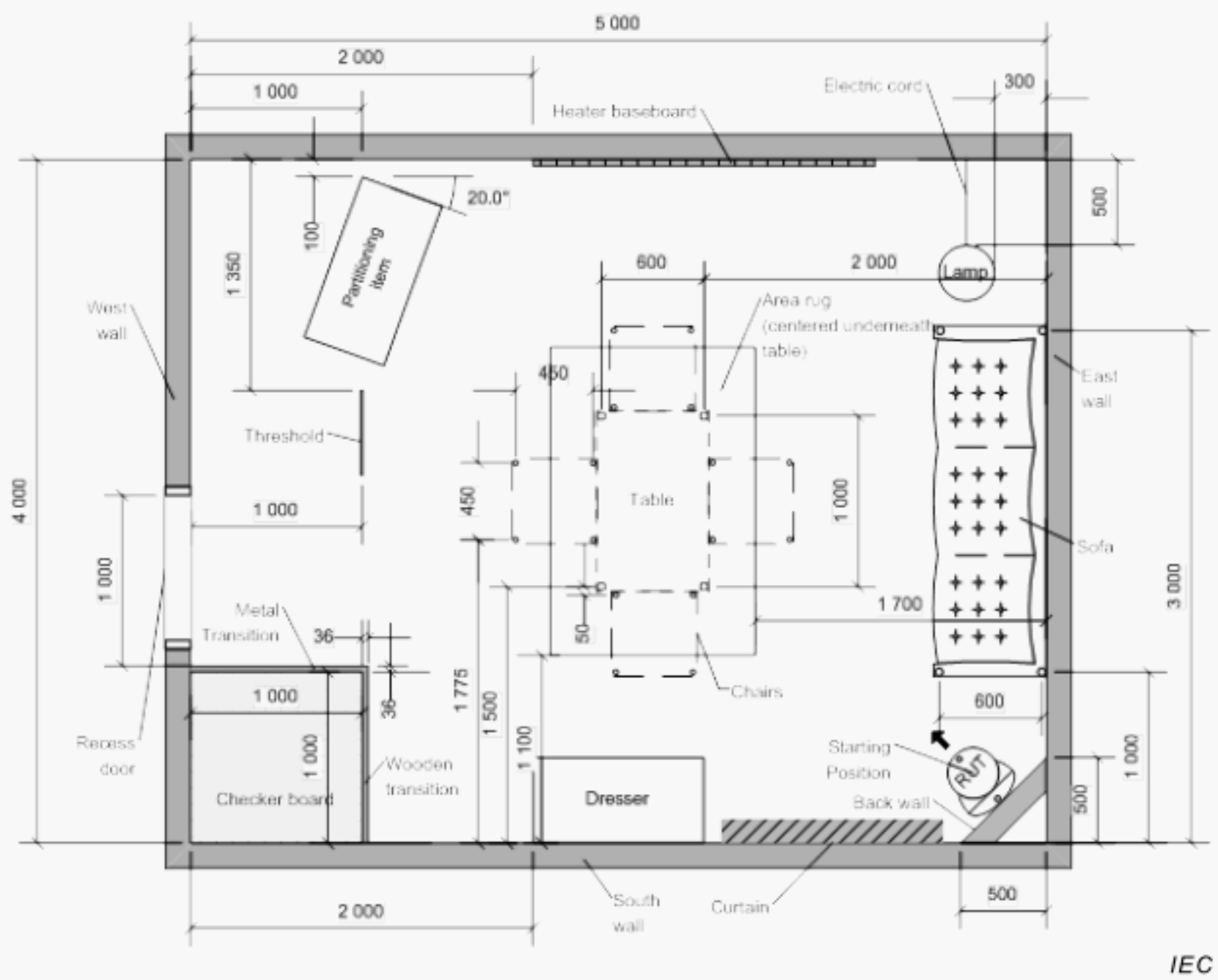
Cet essai permet d'estimer la durée maximale autorisée de fonctionnement d'un robot par cycle de charge unique.

### 8.2 Banc d'essai

La longueur et la largeur du banc d'essai doivent être de 5 000 mm × 4 000 mm comme spécifié à la Figure 3. La hauteur de la cloison entourant le sol du banc d'essai doit être au moins égale à 300 mm. La hauteur sous plafond de la pièce au-dessus du banc d'essai ne doit pas dépasser 3 500 mm. Le sol d'essai doit être constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité ou équivalent et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm. Des informations détaillées sur les meubles sont données à l'Annexe A.



Dimensions en millimètres



NOTE Le banc d'essai de la Figure 3 est le même que celui de la Figure 8 comme décrit dans l'IEC 62929:2014.

Légende

RUT – robot en essai (Robot Under Test)

Anglais	Français
Heater baseboard	Plinthe du radiateur
Electric cord	Fil électrique
West wall	Mur ouest
Recess door	Embrasure de porte
Partitioning item	Élément de cloison
Threshold	Seuil
Metal transition	Profilé de transition en métal
Checker board	Sol en damier
Wooden transition	Profilé de transition en bois
Area rug (centered underneath table)	Tapis décoratif (centré sous la table)
Table	Table
Chairs	Chaises
Dresser	Commode
Starting position	Position de départ
Back wall	Mur de soutien
South wall	Mur sud
Curtain	Rideaux
East wall	Mur est
Sofa	Canapé
Lamp	Lampe

Figure 3 – Durée de fonctionnement par configuration de charge unique

### 8.3 Méthode d'essai

Avant l'essai, il convient de décharger complètement le robot en le faisant fonctionner dans une zone suffisamment vaste pour assurer une décharge complète. Retirer la station de charge une fois qu'elle fonctionne afin d'assurer une décharge complète.

NOTE 1 La décharge complète correspond à un éventuel signal de batterie faible, sans mouvement.

Après la décharge, le robot doit être entièrement chargé conformément aux instructions du constructeur, ou le robot entièrement chargé doit être retiré de la station de charge et éteint, afin d'éviter une dissipation supplémentaire de puissance.

La consommation totale d'énergie du chargeur de la batterie pendant qu'il charge le robot doit être enregistrée comme  $E_{\max}$ .

Une fois cette opération effectuée, le robot entièrement chargé doit être placé sur la position de départ comme représenté à la Figure 3. Le robot doit être utilisé dans le mode de fonctionnement choisi dans la salle d'essai jusqu'à ce qu'il s'arrête de lui-même à distance de la station de charge, ne puisse pas être redémarré ou ait atteint la station de charge. Enregistrer la durée totale de fonctionnement comme  $t_{\text{work}}$  et le mode de fonctionnement choisi.

Le robot doit être rechargé entièrement conformément aux instructions du constructeur. La consommation d'énergie correspondante en courant alternatif doit être enregistrée comme  $E_{\text{work}}$ .

La durée de fonctionnement par charge unique est calculée comme suit:

$$T_{\max} = (E_{\max}/E_{\text{work}}) \times t_{\text{work}}$$

où:

$T_{\max}$  est la durée de fonctionnement par charge unique

$E_{\max}$  est la consommation d'énergie correspondante *en courant alternatif* du robot de l'état complètement déchargé à l'état complètement chargé

$E_{\text{work}}$  est la consommation d'énergie correspondante *en courant alternatif* du robot de l'état complètement chargé à l'état complètement déchargé après chaque session

$t_{\text{work}}$  est la durée totale de fonctionnement pour chaque session

Trois sessions doivent être effectuées, et la moyenne doit être considérée comme le résultat de la durée de fonctionnement par charge unique.

NOTE 2 Ce calcul se base sur l'hypothèse de relations linéaires concernant un comportement de charge.

NOTE 3 Bien que cette méthode d'essai n'implique qu'un seul essai, le responsable de la réalisation de l'essai peut réaliser plusieurs essais.

NOTE 4 En raison des tolérances pour le mesurage, si  $E_{\text{work}} > E_{\max}$ , alors définir  $T_{\max} = t_{\text{work}}$ .

## 9 Gestion d'une marche unique

### 9.1 Généralités

L'objectif de l'essai est de déterminer comment le robot gère une marche unique lorsqu'il se déplace pendant des activités. Le robot mobile doit être en mouvement pendant toute la durée de l'essai et il est permis de redémarrer le robot pour encourager le mouvement lorsque celui-ci s'arrête en raison de sa fonction. D'autres tâches possibles (par exemple, la purification de l'air sans mouvement) ne sont pas considérées comme des mouvements et la durée de ces tâches n'est pas incluse dans la durée totale de l'essai.

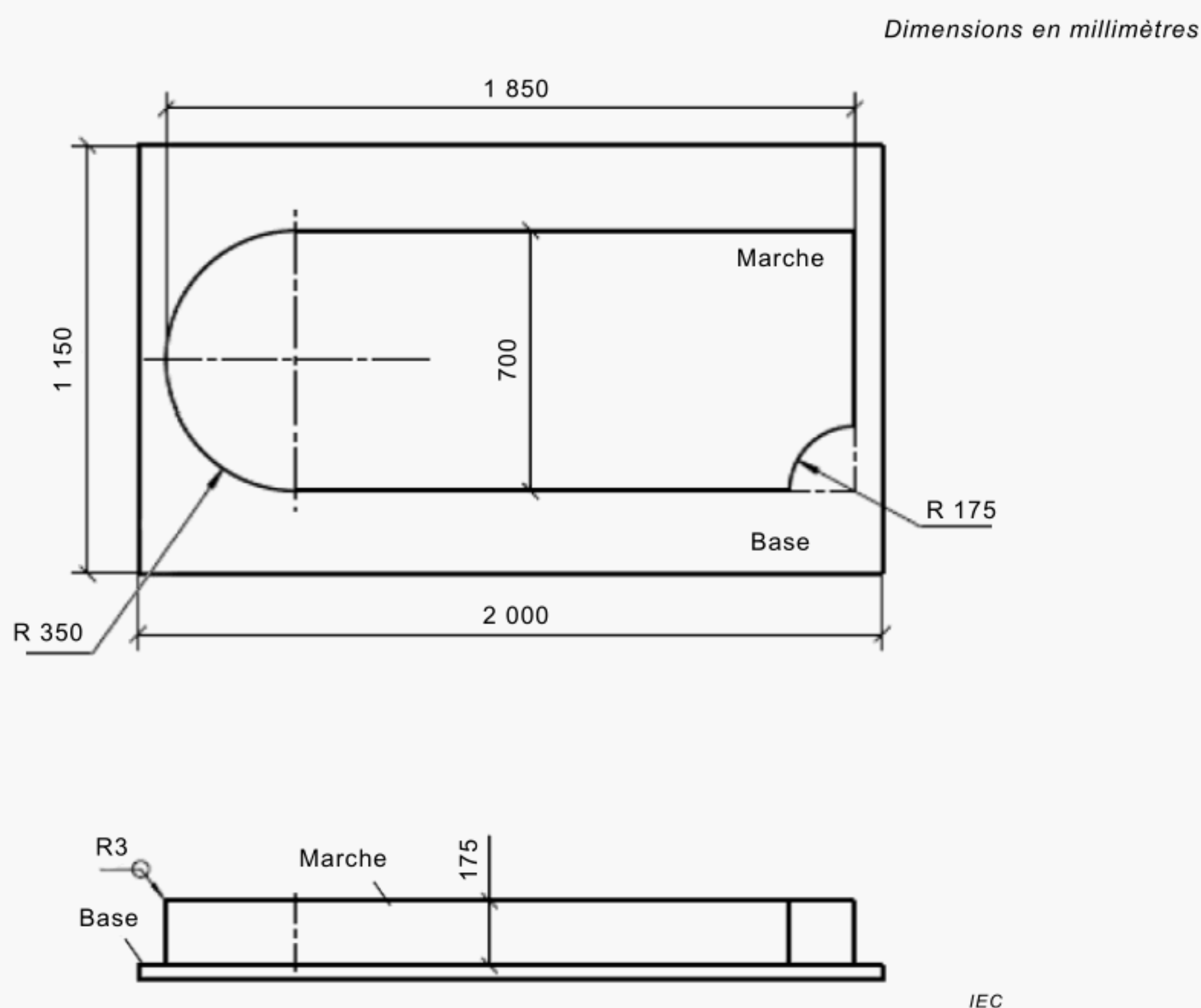
NOTE Le responsable de la réalisation de l'essai est autorisé à redémarrer le robot pour inciter le mouvement si nécessaire.

## 9.2 Banc d'essai

Le banc d'essai est représenté à la Figure 4. Le banc d'essai est constitué de la base et de la marche. La base et la marche doivent être en bois de pin stratifié non traité. Aucune cloison ne doit être placée à moins de 700 mm du banc d'essai et le montage d'essai ne doit pas être modifié au cours de l'essai.

NOTE 1 Il est possible d'utiliser des couleurs et des matériaux différents pour le banc d'essai et le sol suivant des combinaisons diverses. Dans ce cas, le résultat du teste peut être différent.

NOTE 2 Si la taille de l'empreinte du robot est plus grande que la taille du banc d'essai, cette méthode d'essai n'est pas applicable.



**Figure 4 – Gestion d'une configuration de marche unique**

## 9.3 Méthode d'essai (modes autonomes)

Placer le robot complètement chargé sur la position de départ comme représenté à la Figure 5. Le robot doit fonctionner pendant 10 min suivant les instructions du constructeur. Le comportement du robot doit être enregistré. Différents comportements sont possibles:

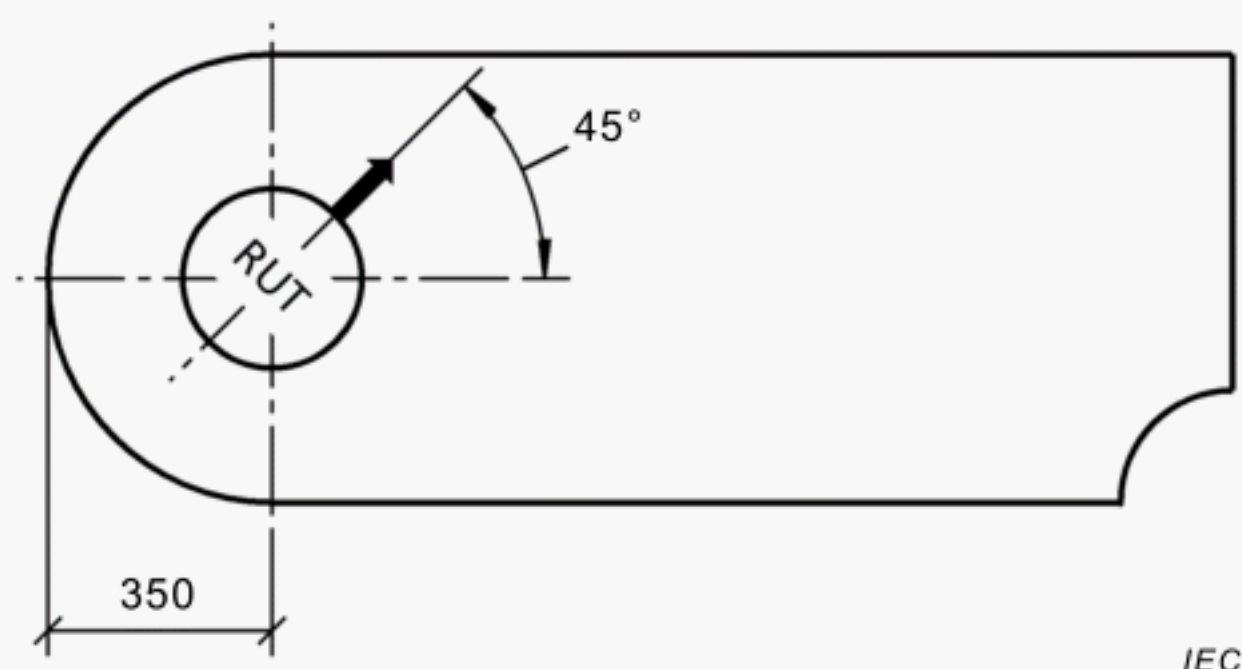
- i) Toucher la base: Le robot ne s'arrête pas devant la marche et une partie du robot touche l'embase. L'essai doit être interrompu.
- ii) S'accrocher: Le robot s'accroche au bord de la marche (sans qu'aucune partie ne soit en contact avec l'embase) et n'est pas capable de continuer son mouvement. Dans ce cas, le temps restant doit permettre au robot de récupérer jusqu'à ce que les 10 min de l'essai soient écoulées. Si le robot affiche un message d'erreur, l'essai doit être interrompu avant la fin des 10 min d'essai.



- iii) Avancer: Le robot continue à avancer sur la table et détecte les bords. Si le robot s'arrête de lui-même au cours des 10 min d'essai, le robot doit être redémarré à la position dans laquelle il s'est arrêté jusqu'à ce que les 10 min de l'essai soient écoulées.

L'essai doit être répété à trois reprises dans tous les modes de fonctionnement possibles suivant les instructions du constructeur. Le comportement (toucher la base, s'accrocher, avancer), la durée et le mode de fonctionnement doivent être enregistrés pour chaque essai.

*Dimensions en millimètres*



**Figure 5 – Position de départ pour la gestion d'un essai de marche unique**

#### 9.4 Méthode d'essai (modes manuels)

NOTE Cette méthode est applicable uniquement si le robot peut être déplacé en mode manuel par l'opérateur.

Placer le robot complètement chargé sur la position de départ comme représenté à la Figure 5 (voir 9.2). Le robot doit être déplacé manuellement par l'opérateur pendant 10 min dans tous les modes possibles. L'opérateur doit tenter de déplacer le robot sur le bord. Le comportement du robot doit être enregistré conformément aux comportements donnés en 9.2. L'essai doit se poursuivre jusqu'à ce que les 10 min de l'essai soient écoulées. Les différents comportements (toucher la base, s'accrocher, avancer) et les durées d'essai correspondantes doivent être enregistrés.

### 10 Contournement des obstacles

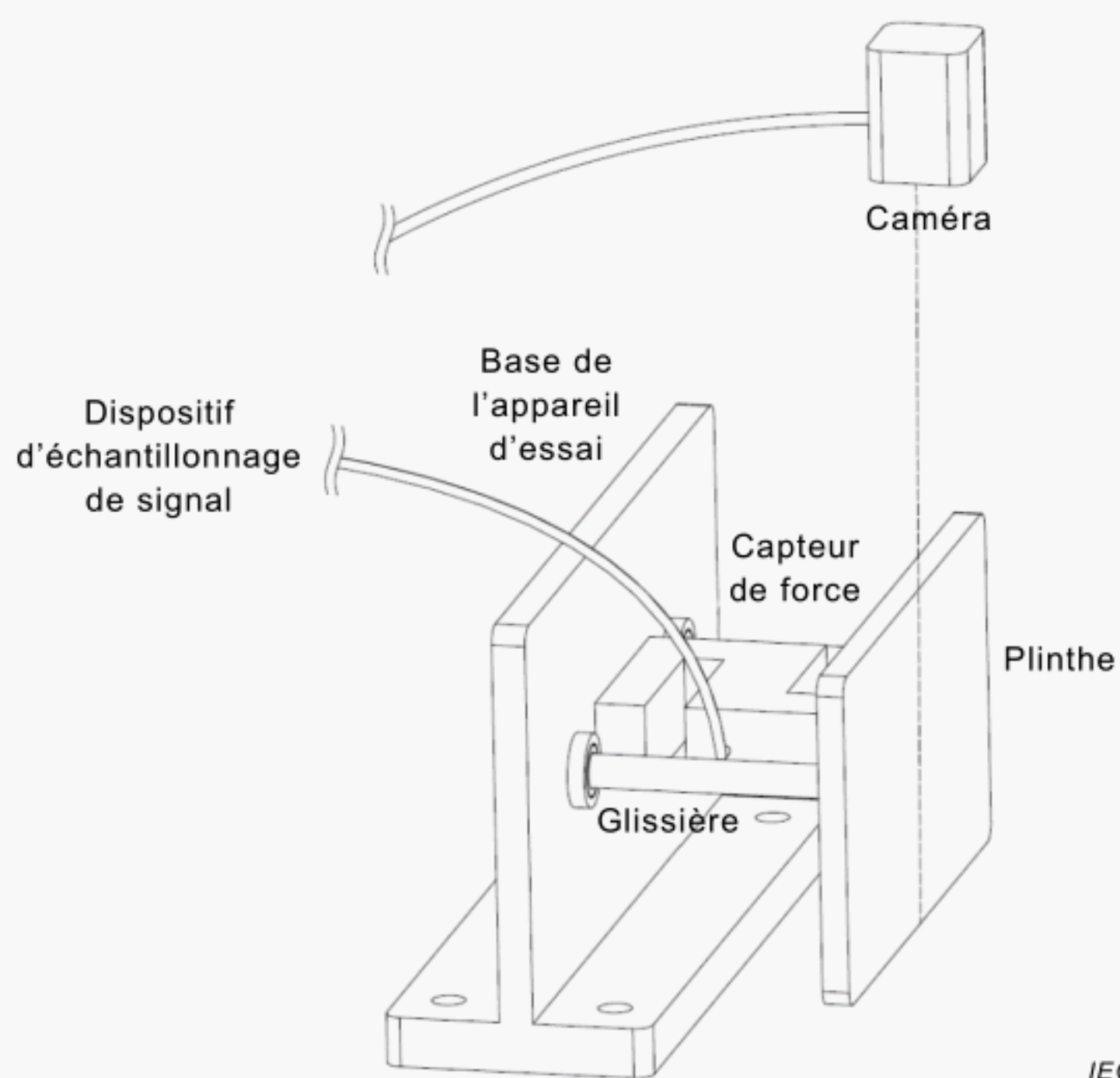
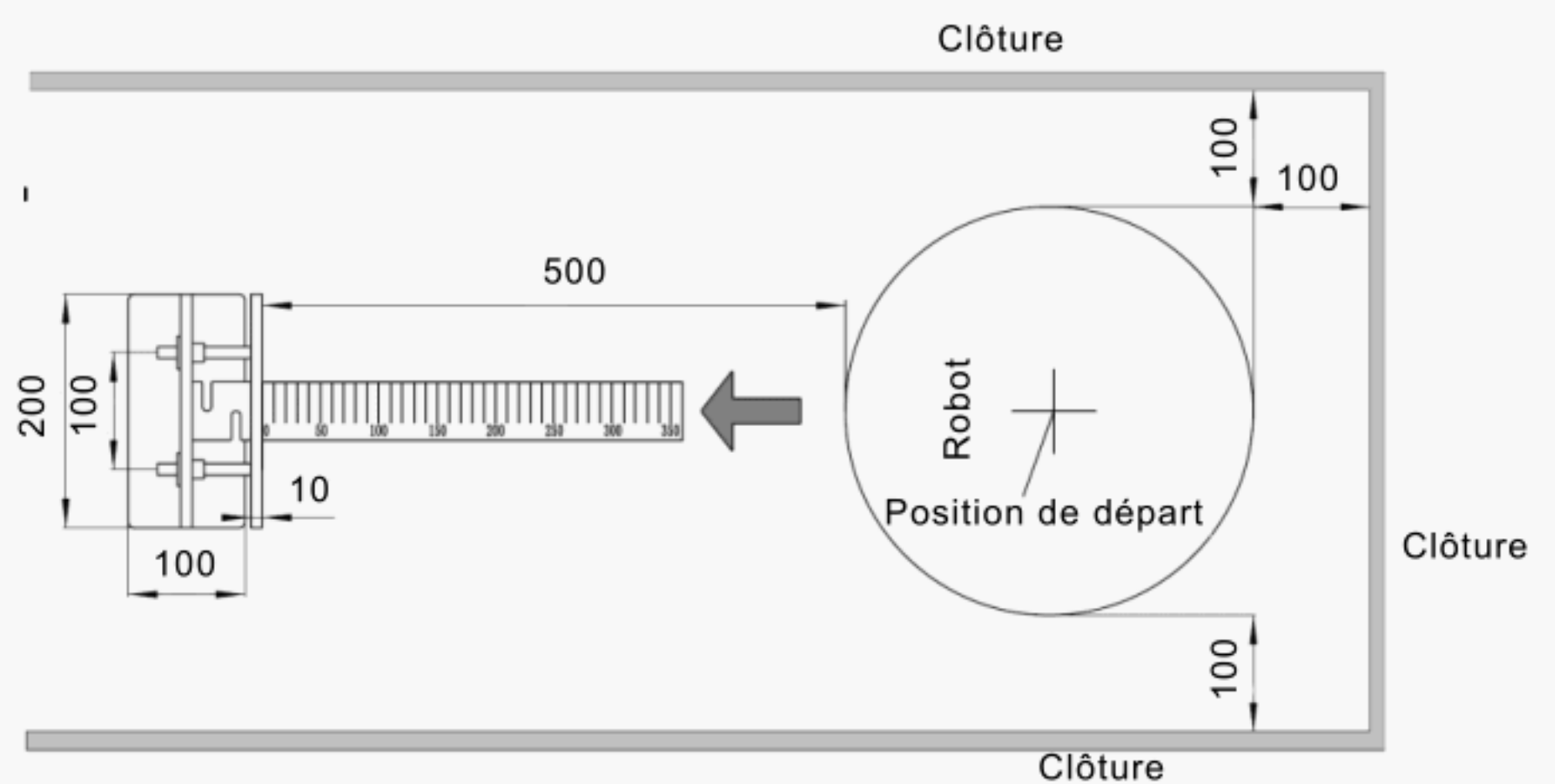
#### 10.1 Généralités

Cet essai permet de déterminer si un robot entre frontalement en contact avec un objet, et si c'est le cas, avec quelle force.

#### 10.2 Banc d'essai

L'équipement d'essai, comprenant un dispositif d'échantillonnage de signal, une base pour l'appareil d'essai, un capteur de force, une glissière et une plinthe, est représenté à la Figure 6. La hauteur de la clôture doit être au moins égale à 300 mm. La fréquence du dispositif d'échantillonnage de signal doit être au moins égale à 10 kHz. La base de l'appareil d'essai doit être fixée au sol pour éviter tout mouvement. Le capteur de force est raccordé au dispositif d'échantillonnage de signal. La plinthe est reliée à la glissière et le côté coloré de la plinthe doit être en bois de pin stratifié non traité. La hauteur et l'épaisseur de la plinthe sont de 80 mm × 10 mm, sa longueur peut être spécifiée par le responsable de la réalisation de l'essai, et la longueur recommandée est de 200 mm, 100 mm ou 50 mm. La plinthe doit être installée à 2 mm ± 1 mm au-dessus du sol et elle doit être réglée en fonction de la hauteur du robot si exigé. Afin de détecter la distance de contournement minimale, une caméra à grande vitesse d'une portée minimale de 50 images par seconde doit être installée sur la plinthe et une règle graduée en millimètres de 0 mm à 500 mm doit être placée entre le robot et la plinthe sur le banc d'essai comme représenté à la Figure 7.



*Dimensions en millimètres***Figure 6 – Configuration de contournement d'obstacle***Dimensions en millimètres***Figure 7 – Position de départ pour l'essai de contournement d'obstacle**

### 10.3 Méthode d'essai

Placer le robot complètement chargé sur la position de départ comme représenté à la Figure 7. Le robot doit recevoir l'ordre d'exécuter son fonctionnement normal vers la cible. La plinthe représentée à la Figure 6 est un exemple d'objet pouvant être utilisé comme cible. L'essai doit être interrompu si le robot tourne ou entre en collision avec la cible. Le responsable de la réalisation de l'essai peut décider de remplacer la plinthe par une cible de son choix aux dimensions différentes. Les détails de la cible doivent être clairement indiqués dans le rapport (par exemple, couleur, dimensions, forme, etc.).

NOTE Un échauffement du robot est admis pour l'apprentissage de l'environnement d'essai.

L'essai est effectué 5 fois et doit être interrompu conformément aux conditions suivantes:

## Cas 1: Le robot contourne l'obstacle avec succès

Le robot s'est déplacé vers l'avant et n'a pas touché l'obstacle. L'essai doit être interrompu et la distance de contournement minimale doit être enregistrée par caméra. Si le robot s'arrête de façon permanente pour une raison quelconque au cours de l'essai, il doit être redémarré depuis la position de départ. Le taux de réussite représentatif de la capacité du robot à contourner l'obstacle doit être indiqué comme suit.

$$R = \frac{S}{5} \times 100\%$$

où:

$R$  est le taux de réussite représentatif de la capacité du robot à contourner l'obstacle, en pourcentage

$S$  est le nombre de fois où le robot contourne l'obstacle

## Cas 2: Le robot entre en collision avec l'obstacle

L'essai doit être interrompu si le robot entre en collision avec l'obstacle.

La force maximale doit être enregistrée.

La force moyenne de collision avec l'obstacle doit être calculée comme suit:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F}{n}$$

où

$F$  est la force maximale de collision avec l'obstacle après le  $i^{\text{ème}}$  cas de collision

$N$  est le nombre de collisions avec l'obstacle

$\bar{F}$  est la force moyenne de collision avec l'obstacle

# 11 Comportement face à un câble

## 11.1 Généralités

Cet essai permet de mesurer l'impact d'un robot mobile à usage domestique sur un câble lorsque le robot tente de rouler dessus. En attachant le câble à un pendule, il est possible de mesurer la période d'oscillation du pendule. La période d'oscillation correspond à l'impulsion transférée au câble.

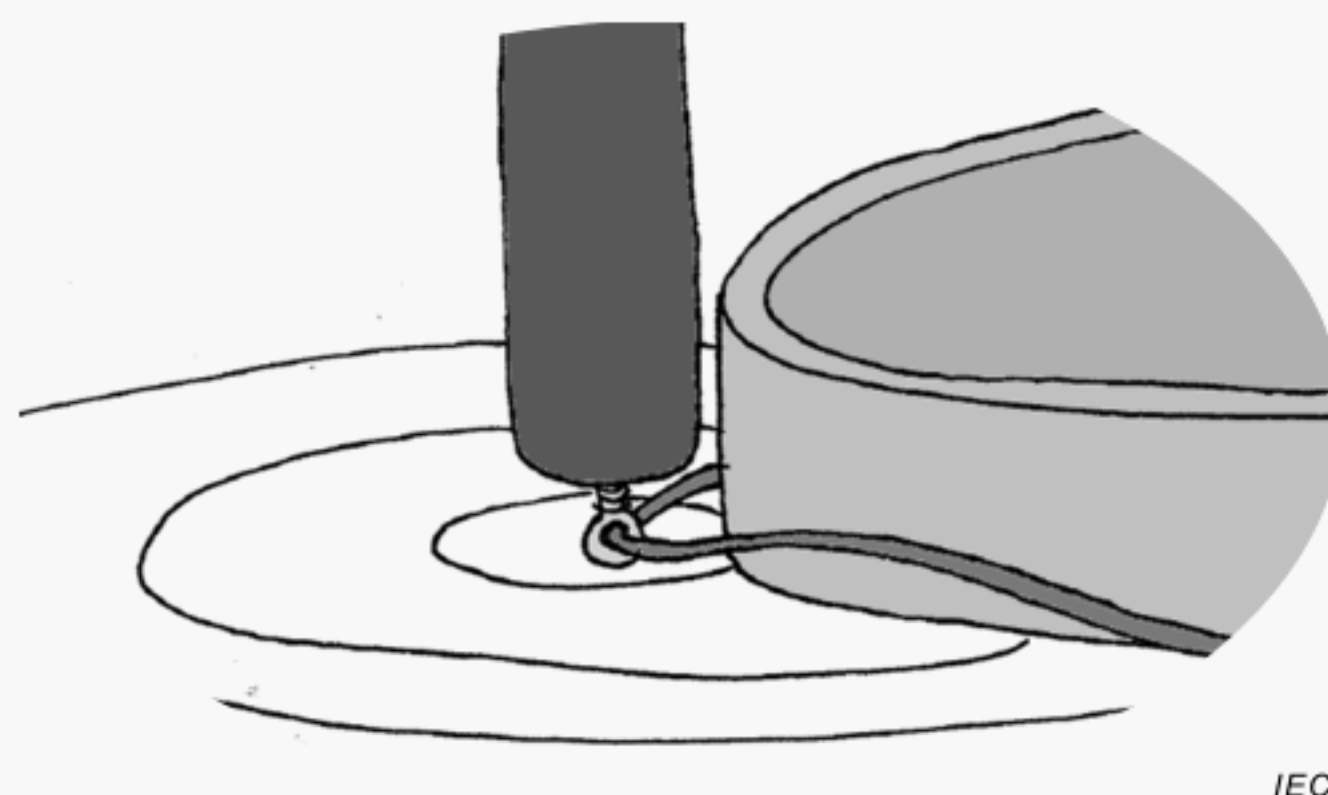
NOTE Il s'agit d'un essai comparatif réalisé dans un seul laboratoire et il se peut que les valeurs absolues ne soient pas reproductibles dans des laboratoires différents.

## 11.2 Banc d'essai

### 11.2.1 General

La longueur et la largeur du banc d'essai doivent être au moins égales à 2 000 mm × 1 150 mm. Seul l'obstacle en essai doit être placé dans la zone du banc d'essai. Une échelle, similaire à une cible, doit être posée sur le sol, où un espace libre est disponible, afin de prévenir tout impact de l'environnement sur le produit. Un pendule en fibres de carbone pend librement du plafond. Son extrémité inférieure peut se déplacer librement suivant ses axes X et Y, Z étant défini dans la direction du pendule. Ce système de coordonnées est fixé au centre du pendule. Le pendule doit être monté de sorte que le bord inférieur se trouve à 15 mm au-dessus du sol. Insérer un œillet en bas du tube, dans lequel il convient de faire passer le fil, de sorte qu'il reste en contact avec le bâton, comme représenté à la Figure 8.

Le tube en fibres de carbone doit avoir une longueur de  $(2,5 \pm 0,2)$  m et un diamètre extérieur compris entre 20 mm et 40 mm. Il est important que le pendule soit aussi raide et léger que possible afin d'obtenir un résultat stable et répétable. Il est préférable d'utiliser du noir mat et le poids doit être de  $285 \text{ g} \pm 30 \text{ g}$ . Un poids supplémentaire de 800 g doit être fixé solidement à l'intérieur du tube à l'extrémité inférieure afin de créer un centre de masse aussi bas que possible. L'essai doit être effectué sur un panneau de bois de pin stratifié non traité ou équivalent et son épaisseur doit être au moins égale à 15 mm.

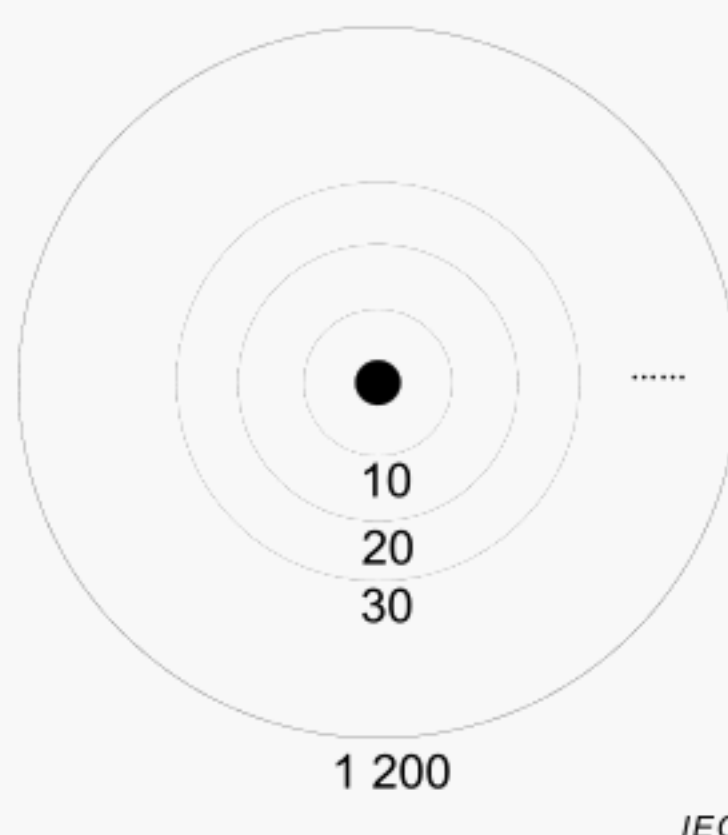


**Figure 8 – Configuration de fixation du fil**

### 11.2.2 Marquage des cercles

Positionner le point central du pendule au centre des cercles, puis tracer 120 cercles de diamètre compris entre 10 mm et 1 200 mm espacés de 10 mm, comme représenté à la Figure 9.

*Dimensions en millimètres*



**Figure 9 – Schéma représentant le marquage au sol des cercles**

### 11.2.3 Câble

Tous les câbles utilisés pour l'essai doivent être enregistrés dans le rapport d'essai. Ils doivent être représentatifs des câbles intérieurs ordinaires. Par exemple:

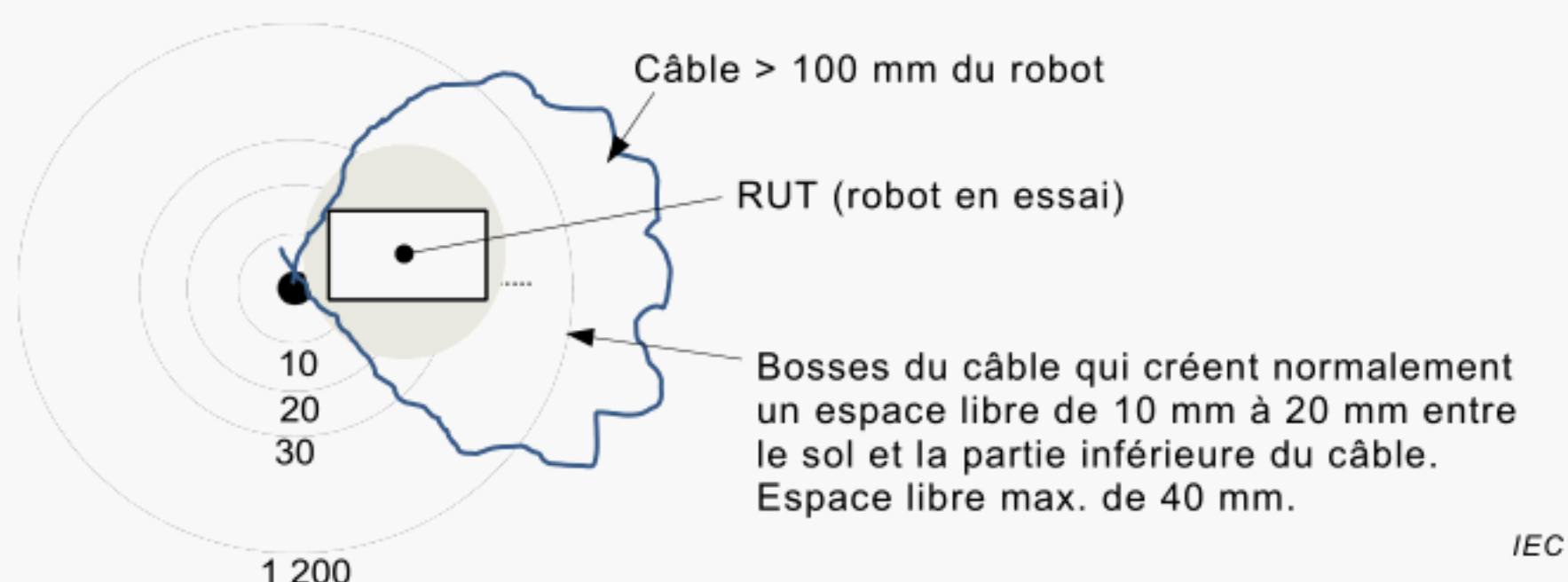
- un câble de charge plat avec 2 conducteurs et des dimensions de section de  $3,7 \text{ mm} \times 1,8 \text{ mm}$  environ.
- un câble rond avec trois conducteurs d'environ 7 mm de diamètre, normalement prévu pour une utilisation en intérieur, telle que pour des luminaires de table.

La longueur minimale du câble est de 1 200 mm et peut être augmentée si cela est exigé pour un robot de plus grande taille. La longueur du câble utilisé pour l'essai doit être consignée. Le câble doit ensuite être placé à au moins 100 mm du robot dans le sens longitudinal, le



pendule se trouvant derrière la machine et étant entouré par le câble (voir la Figure 10). Le câble ne doit pas être parfaitement à plat sur le sol; il doit plutôt tomber librement afin de générer des collets et des imperfections. La hauteur maximale admise des collets ou des bosses ne doit pas dépasser 40 mm et la hauteur moyenne sur toute la longueur du câble doit être comprise entre 10 mm et 20 mm.

*Dimensions en millimètres*

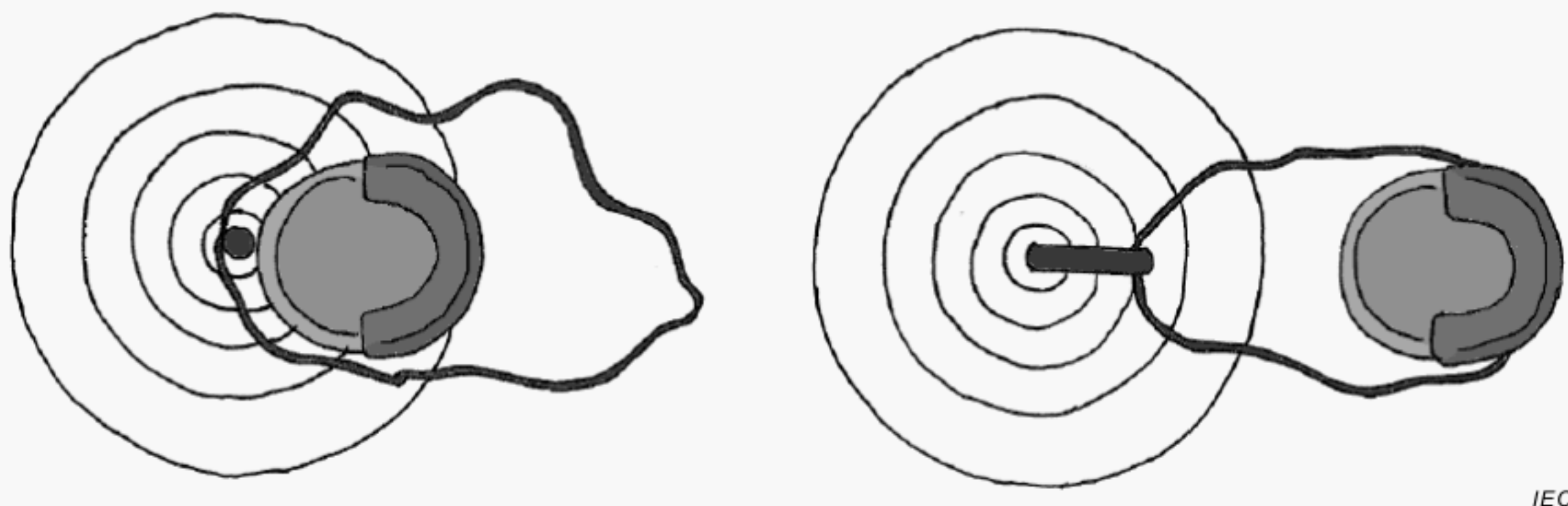


**Figure 10 – Schéma représentant le marquage au sol des cercles et le robot**

### 11.3 Méthode d'essai

Position de base: Utiliser tout programme approprié pour l'essai, de préférence un programme faisant faire au robot des mouvements rapides et rectilignes. Laisser le robot avancer tout droit, le pendule se trouvant derrière lui, au centre du produit (voir la Figure 11). Vérifier le mouvement du point central du pendule (voir la Figure 12. Cela correspond à peu près à l'énergie transférée à l'obstacle.

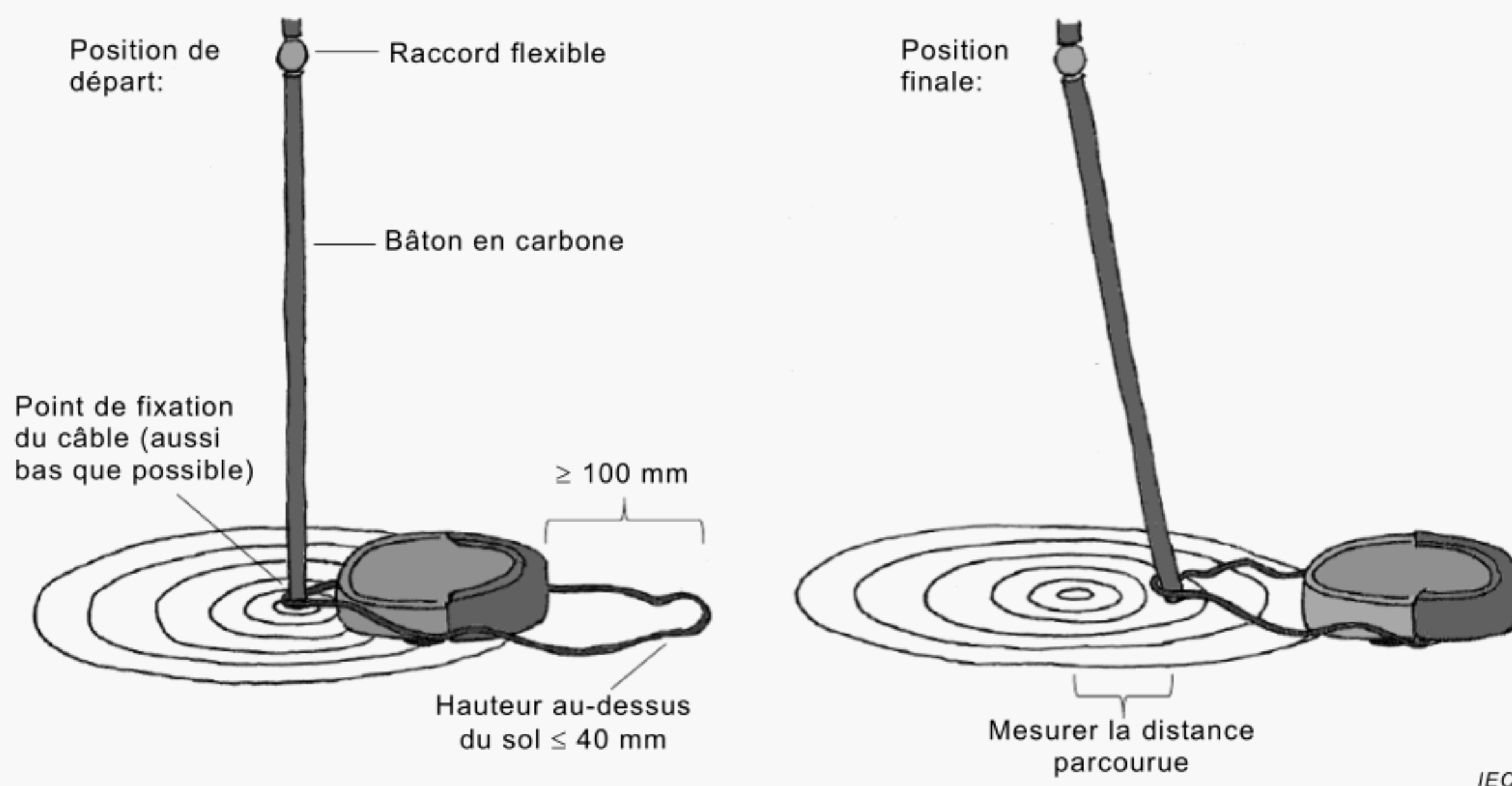
*Dimensions en millimètres*



**Figure 11 – Vue de dessus de la configuration du comportement face à un câble**



Dimensions en millimètres



**Figure 12 – Vue latérale de la configuration du comportement face à un câble**

L'essai est effectué au moins 10 fois et 3 résultats d'essai sont possibles:

Résultat 1: Le robot roule sur le câble avec ou sans déplacement du pendule. Consigner la période d'oscillation maximale du pendule.

Résultat 2: Le robot roule sur le câble et s'y emmêle. Consigner la période d'oscillation maximale du pendule et le blocage du robot en raison du câble.

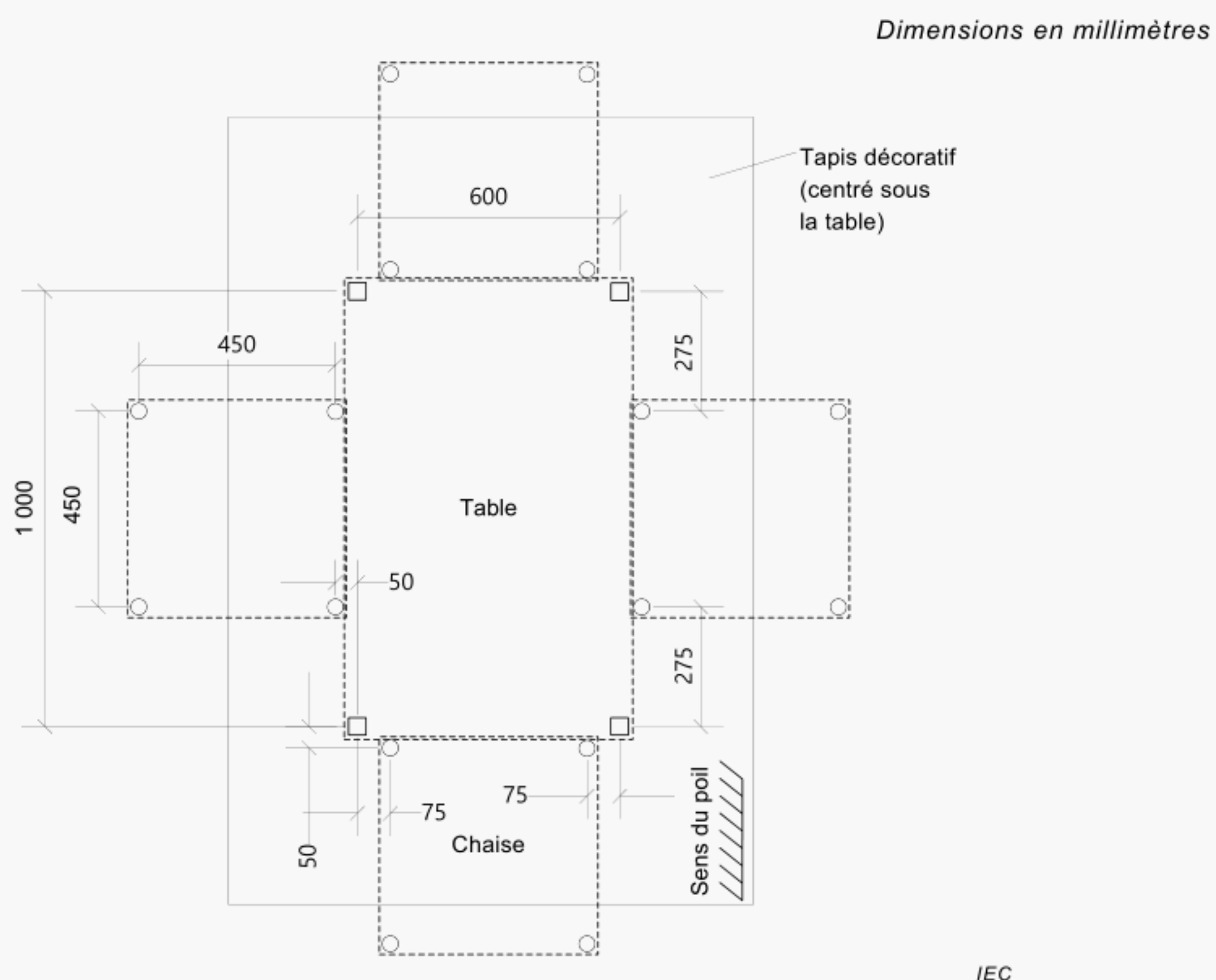
Résultat 3: Le robot détecte le câble et décide de suivre un autre plan d'action. Consigner la période d'oscillation maximale du pendule et le type d'action.

Créer un tableau et consigner la période d'oscillation moyenne et maximale du pendule. Des commentaires supplémentaires peuvent être ajoutés si le résultat 2 ou 3 est obtenu.

## Annexe A (normative)

### A.1 Généralités

La surface d'essai doit être constituée d'un espace mesurant 4 000 mm × 5 000 mm (tolérance  $\pm 50$  mm) délimité par quatre murs et un plafond. Le sol d'essai doit être constitué d'un panneau de bois de pin stratifié non traité ou d'un matériau équivalent adapté. Les dimensions et les caractéristiques des meubles et des obstacles sur le sol sont spécifiées au Tableau A.1, et les obstacles autour de la table sont spécifiés à la Figure A.1.

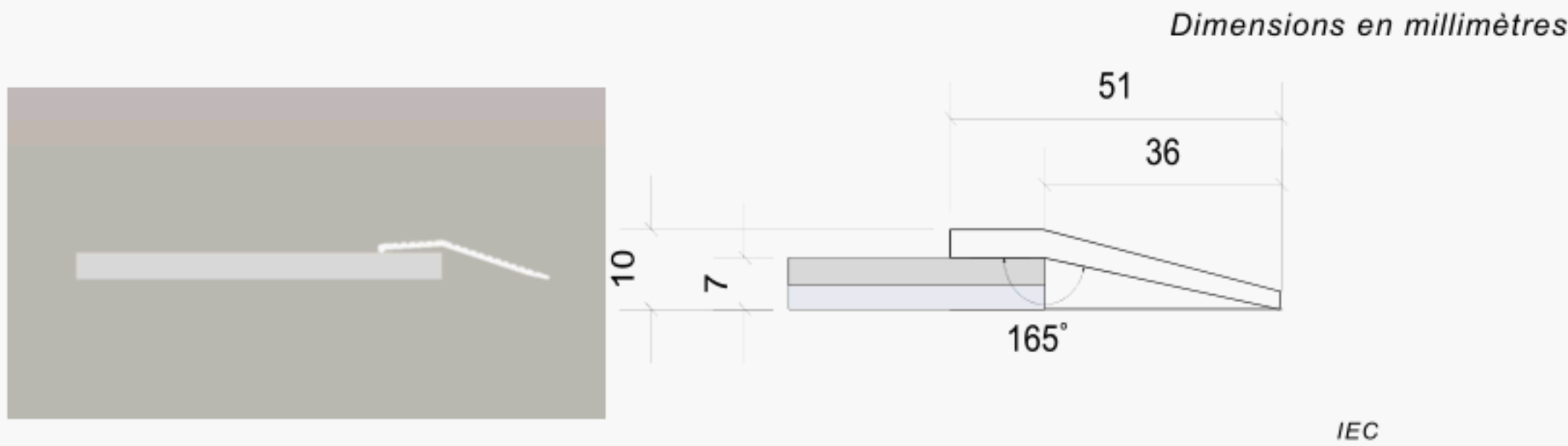


**Figure A.1 – Détails des obstacles autour de la table**

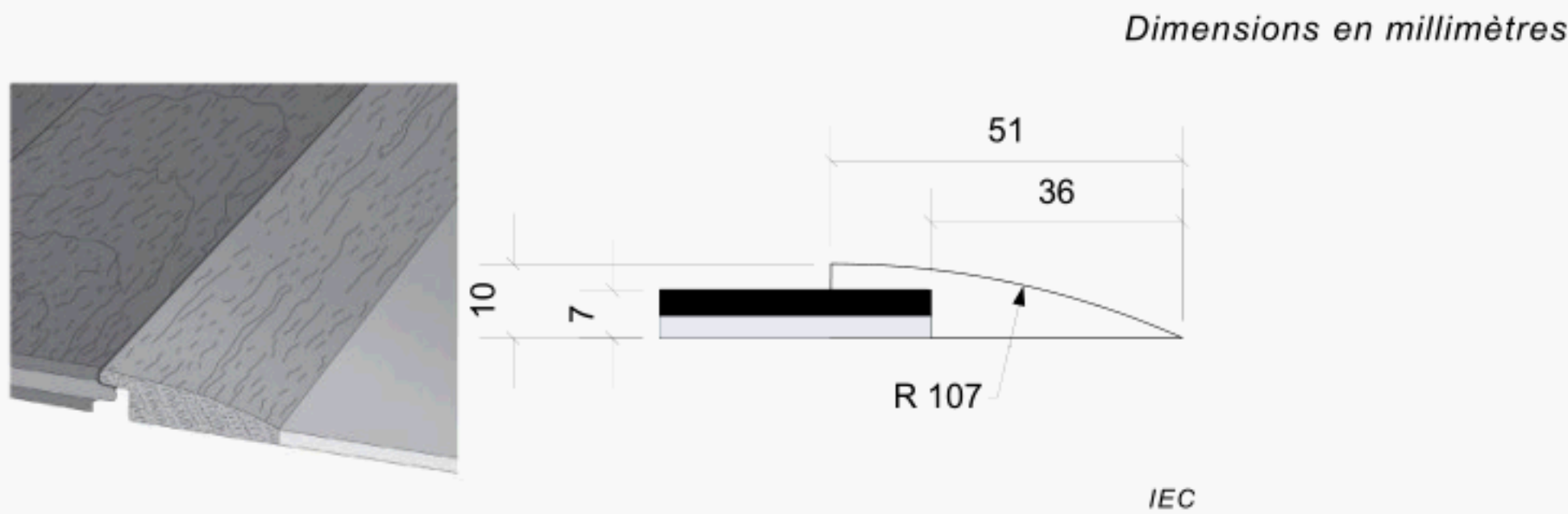
**Tableau A.1 – Dimensions des meubles et obstacles**

Élément	Quantité	Dimensions (mm)	Surface/ Couleur	Remarques
Commode	1	1 000(L) 500(P) 300(H)	Blanc	Fixée au sol. Le dessous de la commode doit être bloqué. Pas de pieds.
Table	1	1 000 (L) 600 (P)	Cerisier naturel	4 pieds de 40 mm (L) × 40 mm (P) × 300 mm (H) La distance entre les axes des pieds est de 1 000 mm (L) et de 600 mm (P). Les pieds sont fixés au sol.
Chaises	4	450 (L) 450 (P)	Cerisier naturel	4 pieds de 35 mm (Diamètre) × 300 mm (H). La distance entre les axes des pieds est de 450 mm. Les pieds sont fixés au sol.
Canapé	1	2 000 (L) 600 (P)	Blanc	4 pieds de 48 mm (Diamètre) × 300 mm (H). La distance entre les axes des pieds est de 2 000 mm (L) et de 600 mm (P). Les pieds sont fixés au sol.
Élément de cloison	1	1 000 (L) 500 (P) 300(H)	18 % gris	Pas de pied. Tous les côtés sont intégrés. Fixé au sol.
Lampadaire	1	330 (Diamètre) 300 (H)	Blanc	La base mesure 5 mm (H) sur le bord extérieur avec une pente ascendante de 10 degrés. Le diamètre du pied du lampadaire au centre est de 30 mm. Fixé au sol.
Fil électrique au sol	1	6 (Diamètre) 900 (L)	Noir	Une extrémité est fixée à la prise sur le mur nord à une hauteur de 350 mm, l'autre extrémité est fixée du côté de la base de la lampe. Non fixé au sol.
Barre cylindrique	1	15 (Diamètre) 500 (L)	Surface non traitée	Elle est de forme cylindrique et en aluminium. Fixée au sol. NOTE: Elle représente une forme cylindrique des pieds des chaises.
Plinthe de radiateur	1	2 000 (L) 40 (P) 300 (H)	Cerisier naturel	Fixée au mur et au sol. Fixée au sol.
Tapis décoratif	1	1 680 (L) 1 200 (P) 10(H)	Ivoire	Tapis décoratif de type Wilton Fixé au sol.
Sol en damier	1	1 000 (L) 1 000 (P) 7 (H)	Noir et Blanc	Chaque dalle doit mesurer 100 (+/-10) mm (P) × 100 (+/-10) mm (D) × 7 mm (H). La surface des dalles blanches doit être polie. La surface noire mate n'est pas polie. Les dalles doivent être fixées au sol, sans espace entre elles. Les profilés de transition doivent être fixés au sol.

Élément	Quantité	Dimensions (mm)	Surface/ Couleur	Remarques
Profilé de transition en métal	1	36 (P) 2 (H)	Surface non traitée	Aluminium (voir les Figures A.2 et A.4 pour l'installation)  Il s'agit de produits M-D Building (36 en L × 2 en P, Modèle #43858, poli) ou similaires.  Fixé au sol.  Pour le coin où le profilé de transition en métal rencontre le profilé de transition en bois, les deux profilés de transition doivent être coupés à 45°.
Profilé de transition en bois	1	36,5 (P) 10 (H)	Finition bois.	Bois (voir les Figures A.3 et A.4 pour l'installation).  Il s'agit d'un réducteur naturel Bruce (Modèle #11177810) ou similaire.  Fixé au sol.
NOTE Toutes les couleurs sont spécifiées au format RVB de codage numérique des couleurs et sont destinées à fournir un guide indicatif pour la couleur proposée. La couleur peut varier de ± 5 % pour chaque valeur RVB.				

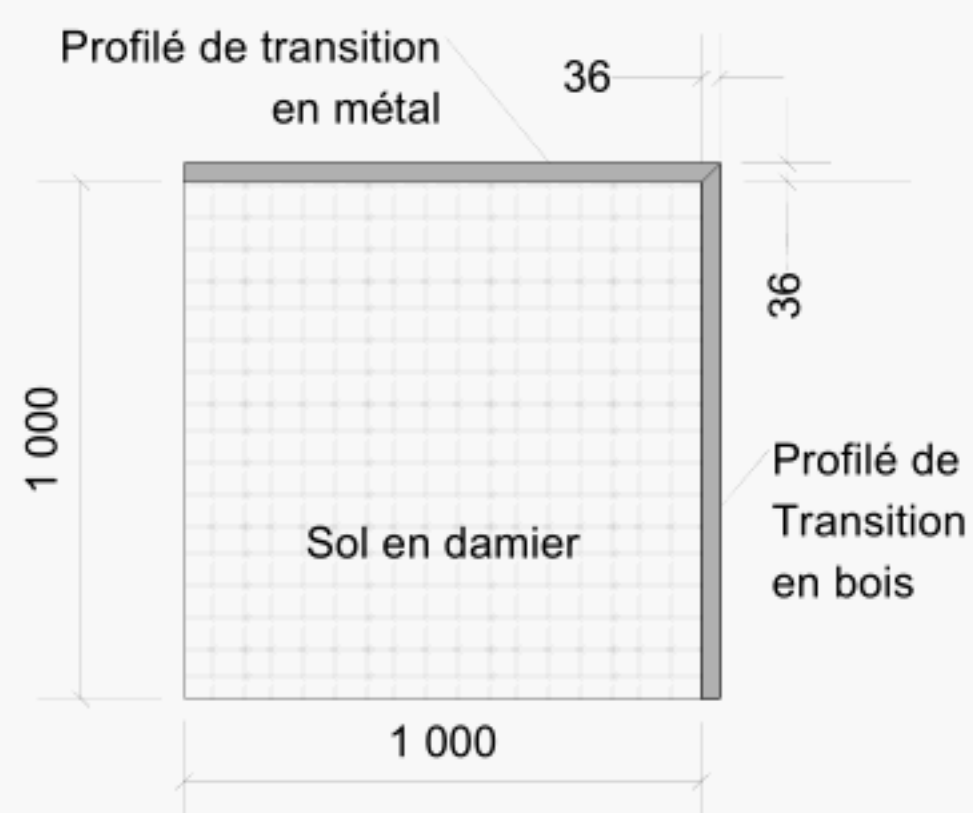


**Figure A.2 – Représentation de l'installation du profilé de transition en métal**



**Figure A.3 – Représentation de l'installation du profilé de transition en bois**

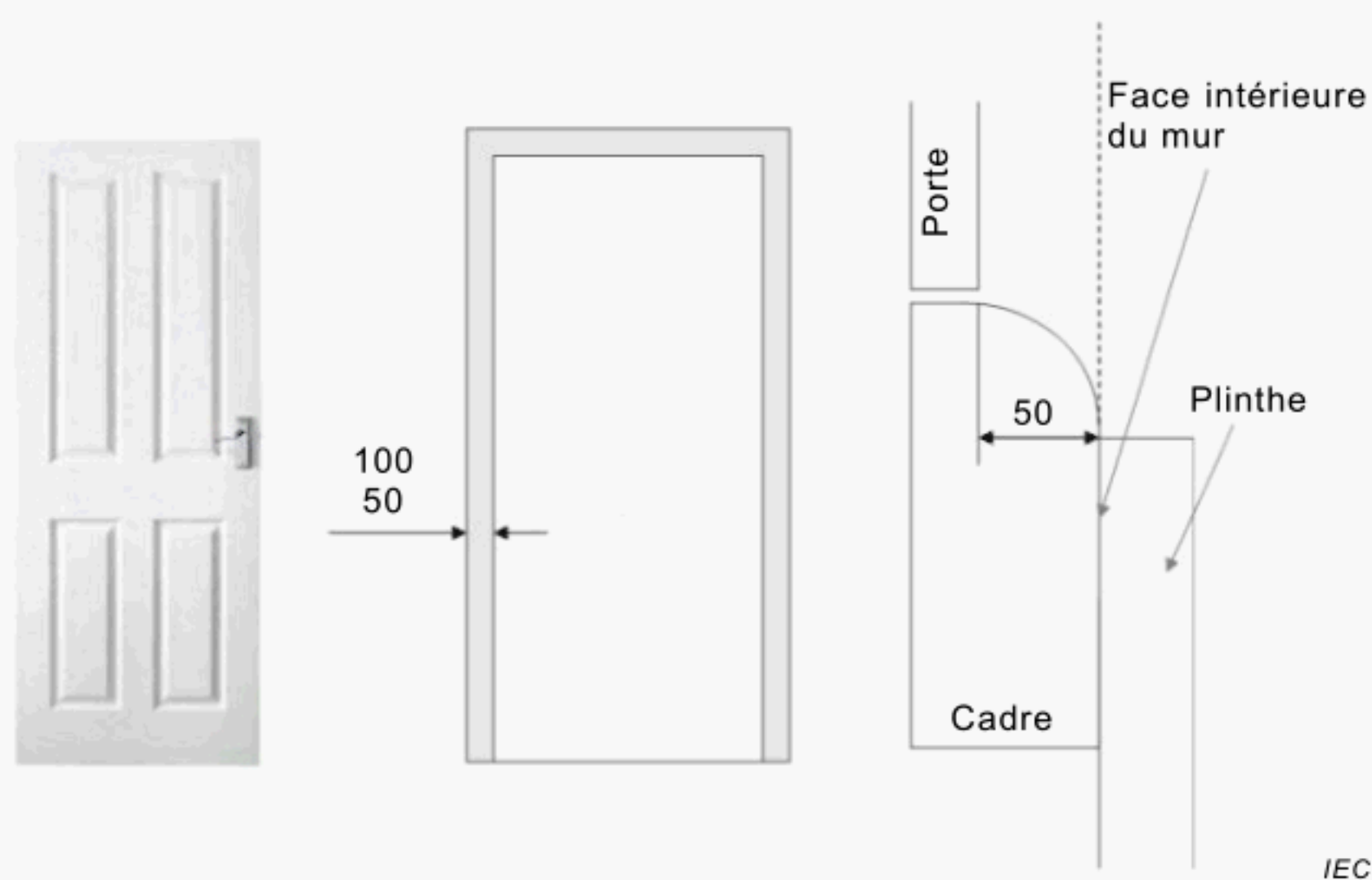


*Dimensions en millimètres*

IEC

**Figure A.4 – Vue détaillée du sol en damier et des profilés de transition****A.2 Spécification de la porte**

La configuration de la porte doit être conforme à celle de la Figure A.5. La porte doit comporter quatre panneaux posés en applique. La porte doit être entourée par un cadre de 50 mm (de largeur), qui doit être encastré dans le mur (la porte se trouve donc en retrait du mur de 50 mm). Le cadre peut être façonné sur son bord intérieur seulement, par une seule moulure en courbe de rayon maximal égal à 50 mm. La poignée doit être montée du côté droit (vue depuis l'intérieur de la surface d'essai). La porte peut être ouverte. Dans ce cas, la porte doit s'ouvrir vers l'extérieur de la surface d'essai.

*Dimensions en millimètres*

IEC

**Figure A.5 – Représentation d'une porte à quatre panneaux**

## Bibliographie

IEC 60335-1:2010, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

ISO 8373, *Robots et composants robotiques – Vocabulaire*

---

Copyright International Electrotechnical Commission

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)

Copyright International Electrotechnical Commission