

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60851-3

1996

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1997-08

Amendement 1

Fils de bobinage – Méthodes d'essai –

**Partie 3:
Propriétés mécaniques**

Amendment 1

Winding wires – Test methods –

**Part 3:
Mechanical properties**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/592/FDIS	55/612/FDIS

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

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre suivant de la nouvelle annexe:

B Méthodes d'essai de frottement

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60851-3:1996/AMD1:1997

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

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

FDIS	Report on voting
55/592/FDIS	55/612/RVD

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

Page 3

CONTENTS

Add the title of the new annex as follows:

B Friction test methods

Ajouter, après l'annexe A, la nouvelle annexe suivante:

Annexe B (informative)

Méthodes d'essai de frottement

B.1 Généralités

La présente annexe donne aux utilisateurs et aux fournisseurs des recommandations relatives aux méthodes d'essai pour le frottement à utiliser pour les fils de bobinage.

B.2 Essai A: Méthode d'essai statique du coefficient de frottement

B.2.1 *Méthode d'essai (applicable aux fils émaillés de section circulaire de diamètre nominal du conducteur à partir de 0,050 mm jusqu'à 1,600 mm inclus)*

Le coefficient de frottement statique (μ_s) est déterminé par la mesure de l'angle d'inclinaison (α) d'un plan au moment où un bloc commence à glisser sur une piste faite par l'éprouvette de fil. L'éprouvette de fil doit être retirée de la bobine de livraison par dévidage par le dessus de la joue. Les couches supérieures de la bobine doivent être retirées avant l'essai quand la surface du fil est sale ou poussiéreuse. Une partie de l'éprouvette de fil est redressée et fixée sur le plan incliné au moyen de deux guides et de deux attaches, elle constitue la piste de glissement. L'autre partie de l'éprouvette de fil est montée de la même façon sur le bloc glissant.

Le bloc glissant avec l'éprouvette de fil est alors placé sur la piste de glissement de façon que le fil du bloc et celui du plan se croisent à angle droit aux points de contact.

Le plan est alors incliné lentement (1 degré par seconde environ) jusqu'à ce que le bloc commence à glisser sur la piste vers le bas. A ce moment l'angle d'inclinaison (α) est lu sur l'échelle.

Le coefficient de frottement statique est calculé comme suit:

$$\mu_s = \tan \alpha$$

B.2.2 Appareil d'essai

La figure B.1 donne un croquis de l'appareil d'essai.

L'appareil comprend un plan (1) qui peut être incliné d'un angle (α) par rotation autour de l'axe (8). Le support (9) porte l'échelle (7) qui indique l'angle d'inclinaison (α) ou le coefficient de frottement ($\tan \alpha$).

Le plan comporte les moyens de fixation de l'éprouvette de fil (3), par exemple les deux guides (5) et les deux attaches (6). Les parties de fil parallèles doivent être séparées de 110 mm. Elles forment une piste de glissement allant de l'extrémité de l'échelle jusqu'à l'axe du plan.

Add, at the end of annex A, the following new annex

Annex B (informative)

Friction test methods

B.1 General

This annex provides recommendations to the purchaser and supplier of winding wires with respect to friction test methods to be used for winding wires.

B.2 Test A: Static coefficient of friction test method

B.2.1 Method of test (applicable to enamelled round wires with a nominal conductor diameter from 0,050 mm up to and including 1,600 mm)

The static coefficient of friction (μ_s) is determined by measuring the inclining angle (α) of a plane at the moment when a block begins to slip on the track made from the wire specimen. The wire test specimen shall be removed from the delivery spools by dereeling over the end flange. The top layers of the spool shall be removed before testing when the wire surface is contaminated by dirt or dust. One part of the wire specimen is straightened and then fixed on the inclining plane by means of the two posts and the two clamps constituting the sliding track. The other part of the wire specimen is mounted in a similar way on the sliding block.

The sliding block with the wire specimen is then placed on the track of the plane to be inclined in such a way that the wire on the block and the wire on the plane are crossed at right angles at the point of contact.

The plane is then slowly inclined (approximately 1 degree per second) until the block starts to slide down the track. At that moment, the angle of inclination (α) is read from the scale.

The static coefficient of friction is calculated as follows:

$$\mu_s = \tan \alpha$$

B.2.2 Test apparatus

The general arrangement of the test apparatus is shown in figure B.1.

The apparatus consists of a plane (1) which can be inclined to an angle (α) by turning the plane around the axis (8). The support (9) carries a scale (7) marked with the inclination angle (α) or the coefficient of friction ($\tan \alpha$).

The plane has means for fixing the wire specimen (3), for example the two posts (5) and the two clamps (6). The parallel parts of the wire shall be 110 mm apart. They form a sliding track running from the scale end to the axis on the plane.

Le bloc (2) est pourvu de guides et d'attaches pour fixer l'autre partie du fil (4). Les parties parallèles de l'éprouvette doivent être séparées de 60 mm. La dimension du bloc doit être telle que les guides et attaches soient loin du plan (1) pour éviter tout frottement additionnel. Le bloc doit avoir:

- une masse d'environ 50 g pour un fil de diamètre nominal du conducteur jusqu'à 0,150 mm inclus;
- une masse d'environ 500 g pour un fil de diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,150 mm.

La masse n'est pas critique étant de toute façon modifiée par la masse de l'autre partie du fil.

L'angle d'inclinaison est commandé par un équipement motorisé et doit varier lentement.

B.3 Essai B: Première méthode d'essai dynamique du coefficient de frottement

B.3.1 Principe

Le coefficient de frottement μ_d est déterminé en mesurant la force de frottement C exercée sur le fil en cours de défilement sous l'action d'une masse connue E . Il est donné par la formule:

$$\mu_d = \frac{C}{9,81 \times E}$$

B.3.2 Méthode d'essai

La figure B.2 donne un croquis de l'appareil d'essai.

Le fil émaillé passe par une poulie de guidage et dans un frein (D) puis sur une plaque métallique (B). Au moyen d'une autre poulie de guidage, le fil revient au-dessous de la plaque (B) puis à nouveau au-dessus de la plaque parallèlement au premier passage (voir figure B.2). Le fil est tiré à l'aide du cabestan (A) à la vitesse de 0,25 m/s. Une masse (E), reliée à un indicateur de force (C), est placée sur le fil en cours de défilement à l'aplomb de la plaque (B).

L'indicateur de force peut être relié à un enregistreur graphique (gamme de mesure 1 – 250 mV). Cet enregistreur montre les variations du poli et le niveau du glissement sur une grande longueur.

B.4 Essai C: Deuxième méthode d'essai dynamique du coefficient de frottement

B.4.1 Méthode d'essai (applicable aux fils émaillés de section circulaire d'un diamètre nominal du conducteur à partir de 0,050 mm jusqu'à 1,600 mm inclus)

L'éprouvette de fil est tirée sous une charge d'essai. La force créée entre la surface du fil et la surface de contact de la charge d'essai est transférée sur un appareil de mesure approprié. Le coefficient de frottement dynamique (μ_d) est égal à la lecture en N divisée par la charge en N.

L'éprouvette de fil à essayer est retirée de la bobine ou du fût de livraison, par dévidage par le dessus. Les couches supérieures de la bobine doivent être retirées avant l'essai quand la surface du fil est sale ou poussiéreuse.

Selon la figure B.4, mettre à l'horizontale la surface lisse (6) en utilisant les pieds réglables (2) et le niveau à bulle (8).

Ajuster la sensibilité du transducteur électronique de la force (5) (figure B.4) à la gamme appropriée ainsi que l'enregistreur graphique à pleine échelle en utilisant un poids étalon (9) (figure B.3) correspondant à la dimension du fil à essayer. Le poids étalon est retiré après ajustement du transducteur et de l'enregistreur graphique.

On the block (2) clamps and posts are provided to fix the second wire specimen (4). The parallel parts of the specimen shall be 60 mm apart. The size of the block must allow the clamps and posts to stay clear of the plane (1) to avoid additional friction forces. The block shall have:

- a mass of about 50 g for a wire with a nominal conductor diameter up to and including 0,150 mm;
- a mass of about 500 g for a wire with a nominal conductor diameter over 0,150 mm.

The mass is not critical as it is anyway changed by the mass of the second wire specimen.

The angle of inclination shall be changed slowly by means of a motor-operated block and tackle.

B.3 Test B: First dynamic coefficient of friction test method

B.3.1 Principle

The coefficient of friction, μ_d , is determined by measuring the frictional force, C , applied on the wire when moving under the pressure of a known mass, E :

$$\mu_d = \frac{C}{9,81 \times E}$$

B.3.2 Method of test

The general arrangement of the test apparatus is shown in figure B.2.

The enamelled wire runs via a guide wheel and a brake (D) over a metal plate (B). Via another guide wheel, the wire is lead below this plate (B) and runs back, parallel with the first passage, over this plate again (see figure B.2). By means of a capstan (A), the wire is drawn with a speed of 0,25 m/s. A mass (E) is placed on the running wire over the plate (B) which is coupled to a force indication meter (C).

The force indication meter can be coupled to a linear recorder (measuring range 1 – 250 mV). This linear recorder shows the spread of the smoothness and the level of the wire smoothness over a long distance.

B.4 Test C: Second dynamic coefficient of friction test method

B.4.1 Method of test (applicable to enamelled round wires with a nominal conductor diameter from 0,050 mm up to and including 1,600 mm)

The wire specimen is pulled under a test load. The force is developed between the wire surface and the load contact surface and transferred to an appropriate measuring device. The reading in N is divided by the load in N for determination of the dynamic coefficient of friction (μ_d).

The wire test specimen shall be removed from the delivery spools by dereeling over the end flange or from the pail or drum. The top wire specimen layer of the spool shall be removed before testing if the wire specimen has been contaminated by dirt or dust.

Referring to figure B.4, level the smooth surface (6) using the levelling leg screws (2) and float level (8).

Adjust the electronic force transducer (5) (figure B.4) sensitivity to the appropriate range, and set chart recorder to full-scale setting for the wire size being tested using a calibrating weight (9) (figure B.3). The calibrating weight should be removed after the transducer and chart recorder are adjusted.

Si un dynamomètre mécanique (5) est utilisé (figure B.4), choisir la gamme conforme à la dimension du fil à essayer.

- Diamètre nominal du conducteur à partir de 0,050 mm jusqu'à 0,125 mm inclus: 0 – 0,49 N.
- Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,125 mm jusqu'à 1,600 mm inclus: 0 – 1,96 N.

Nettoyer les surfaces de saphir placées sur la charge d'essai (3) (figure B.4) en contact avec le fil au moyen d'un solvant approprié et laisser sécher complètement.

Abaisser la palette (4) (figure B.4) dans l'huile.

- L'immersion est complète pour les dimensions à partir de 0,224 mm jusqu'à 1,600 mm inclus.
- L'immersion est de moitié pour les dimensions à partir de 0,050 mm jusqu'à 0,224 mm inclus.

Faire passer le fil sur les poulies guides appropriées (figures B.3 (4) et B.4 (9)); le fil est ainsi en contact avec les deux saphirs.

Appliquer la charge d'essai appropriée (7) (figure B.4):

- pour les dimensions de 0,050 mm jusqu'à 0,071 mm inclus: 0,98 N;
- pour les dimensions de 0,071 mm jusqu'à 0,125 mm inclus: 1,96 N;
- pour les dimensions de 0,125 mm jusqu'à 0,450 mm inclus: 5,88 N;
- pour les dimensions de 0,450 mm jusqu'à 1,600 mm inclus: 9,87 N.

La charge d'essai (7) (figure B.4) est placée sur la surface de mesure (6) (figure B.4) où le transducteur de force ou bien le dynamomètre ne donnent aucune valeur. Si un dynamomètre mécanique est utilisé, il doit être remis à zéro.

Ajuster le cadran étalonné (1) (figure B.4) pour faire en parallèle l'essai avec la charge et avec la surface de mesure. Mettre en marche l'appareil et faire défiler le fil.

Il convient d'appliquer une légère tension (1) (figure B.3) pour que le fil se déplace régulièrement.

Pour permettre aux variations dues au démarrage de cesser, la lecture moyenne du dynamomètre à un newton près est notée au moins 15 s après le démarrage.

Calculer le coefficient de frottement moyen (μ_d) comme suit:

$$\mu_d = \frac{F}{L}$$

où

F est la force moyenne lue sur le dynamomètre, en newtons;

L est la charge d'essai, en newtons.

B.4.2 Appareil d'essai

Les figures B.3, B.4 et B.5 donnent un croquis de l'appareil d'essai.

Un moteur (3) (figure B.3) entraîne l'éprouvette de fil à 15 m/min sur une surface lisse (10) (figure B.3) vers un enrouleur (6) (figure B.3).

If a mechanical dynamometer (5) (figure B.4) is used, adjust the correct range for the wire size being tested.

- Nominal conductor diameters from 0,050 mm up to and including 0,125 mm: 0 – 0,49 N.
- Nominal conductor diameters over 0,125 mm up to and including 1,600 mm: 0 – 1,96 N.

Clean the sapphire surfaces located on the load block (3) (figure B.4) in contact with the wire with an appropriate cleaning solvent and allow time to dry thoroughly.

Lower the dampening paddle (4) (figure B.4) into the oil.

- Completely immerse for sizes over 0,224 mm up to and including 1,600 mm.
- Immerse one-half paddle for sizes from 0,050 mm up to and including 0,224 mm.

Thread the wire over appropriate guide pulleys (figures B.3 (4) and B.4 (9)) so that the wire is in contact with the two sapphires.

Apply the appropriate test load (7) (figure B.4):

- for sizes over 0,050 mm up to and including 0,071 mm: 0,98 N;
- for sizes over 0,071 mm up to and including 0,125 mm: 1,96 N;
- for sizes over 0,125 mm up to and including 0,450 mm: 5,88 N;
- for sizes over 0,450 mm up to and including 1,600 mm: 9,87 N.

The test load (7) (figure B.4) should be positioned on the test bed (6) (figure B.4) where no reading is indicated on the force transducer or dynamometer. If the mechanical dynamometer is used, it should be zeroed.

Adjust the calibrated dial (1) (figure B.4) to make the test load parallel with the test bed surface. Turn tester on and start the test wire moving.

Slight tension (1) (figure B.3) should be applied to keep the wire travelling smoothly.

To allow time for the start-up variations to cease, the average dynamometer reading to the nearest newton should be recorded at least 15 s after start-up.

Calculate the average coefficient of friction (μ_d) as follows:

$$\mu_d = \frac{F}{L}$$

where

F is the average dynamometer force reading, in newtons

L is the test load, in newtons.

B.4.2 Test apparatus

The general arrangement of the test apparatus is shown in figures B.3, B.4 and B.5.

A motor (3) (figure B.3) shall pull the wire specimen at 15 m/min across a smooth surface (10) (figure B.3) using a motor take-up (6) (figure B.3).

Une série de poids (7) (figure B.4) permet d'obtenir une force comprise entre 0,98 N et 9,81 N. La surface de la charge d'essai est en saphir synthétique dont la rugosité est inférieure à 0,5 μm . Les saphirs sont décrits et montés comme indiqué à la figure B.5.

Des moyens permettent de guider le fil (figure B.3 (4) et figure B.4, (9)) et de maintenir une légère traction (figure B.3 (1) (5)) si nécessaire.

B.4.3 Dispositif de mesure

Le dispositif de mesure comprend:

- Des dispositifs électroniques de mesure de la force ou bien des transducteurs (2) (figure B.3) avec un enregistreur graphique pour mesurer la force due au frottement. Le dispositif électronique de mesure de la force donne un enregistrement graphique qui indique les sommets des variations le long de la surface du fil. Un transducteur de force pour une étendue de 0 à 4,9 N et un enregistreur graphique ayant une étendue de 0 à 5 V avec un temps de réponse de 0,5 s à pleine échelle est satisfaisant.
- La figure B.4 montre l'utilisation d'un dynamomètre mécanique (5) à la place d'un transducteur électronique de la force et d'un enregistreur graphique. Deux gammes de dynamomètres sont satisfaisantes: 0 – 0,49 N et 0 – 1,96 N.
- Un système d'amortissement (4) (figure B.4) comprenant une palette et un récipient rempli sur 5 mm d'huile ayant approximativement une viscosité de 10 200 mPa $\times$ s à 25 °C.
- Un solvant de nettoyage approprié au lubrifiant à contrôler.

B.5 Essai D: Méthode du fil torsadé pour la mesure de la force de frottement

B.5.1 Fils de section circulaire émaillés de diamètre nominal du conducteur à partir de 0,1 mm jusqu'à 1,500 mm inclus

Une éprouvette torsadée de fil émaillé est réalisée comme celle utilisée pour l'essai 13 (tension de claquage) en 4.3 de la CEI 60851-5. L'extrémité du premier brin de la torsade est fixée dans une mâchoire fixe et une force est appliquée à l'extrémité opposée du deuxième brin qui a la possibilité par traction de glisser mais pas celle de tourner; un dynamomètre peut par exemple être utilisé. La force de glissement est la force nécessaire pour séparer les deux brins.

B.5.2 Méthode d'essai

Une éprouvette d'une longueur d'environ 400 mm est torsadée sur elle-même, sur une distance de 125 mm avec l'appareil indiqué à la figure B.6. La force exercée sur les brins pendant la torsion et le nombre de tours sont donnés au tableau B.1.

La boucle à l'extrémité de la section torsadée est coupée en deux endroits (et non un seul) afin d'obtenir un espacement maximal entre les deux extrémités coupées.

A cette extrémité ou à l'extrémité non torsadée, les fils peuvent être recourbés de manière à assurer un écartement approprié entre ces fils, en évitant toute courbure aiguë et toute détérioration de l'isolant.

L'une des extrémités d'un brin est fixée fortement dans une mâchoire tandis qu'à l'extrémité opposée de l'autre brin est appliquée une force (poids) pour obliger ce brin à glisser sans rotation. Trois éprouvettes sont essayées.

B.6 Document de référence

CEI 60851-5: 1996, *Méthodes d'essai des fils de bobinage – Partie 5: Propriétés électriques.*

Various load weights (7) (figure B.4) should be available which will provide 0,98 – 9,81 N force. The load surface shall be synthetic sapphire and have a surface roughness of not more than 0,5 μm . The sapphires are described and shall be mounted as shown in figure B.5.

There shall be a means to guide the wire (figure B.3 (4) and figure B.4 (9)) and a means to maintain a slight tension (figure B.3, (1) (5)) if needed.

B.4.3 Measuring device

The measuring device consists of:

- Electronic force measuring devices or transducers (2) (figure B.3) incorporated with a chart recorder for measuring the force due to friction. The electronic force measuring device will provide a record indicating the peak variation along the surface of the wire. A force transducer with a range of 0 – 4,9 N, and a chart recorder with a 0 – 5 V range and a 0,5 s full-scale response time are satisfactory.
- Figure B.4 illustrates the use of a mechanical dynamometer (5) in place of an electronic force transducer and chart recorder. Two dynamometer ranges, 0 – 0,49 N and 0 – 1,96 N, are satisfactory.
- A dampening system (4) (figure B.4) consisting of a paddle and a container filled to a depth of 5 mm with oil having a viscosity of approximately 10 200 mPa $\times$ s at 25 °C.
- An appropriate cleaning solvent for the lubricant being tested.

B.5 Test D: Force of friction by the twisted pair method.

B.5.1 Enamelled round wires with a nominal conductor diameter from 0,1 mm up to and including 1,500 mm

From an enamelled wire specimen a twist is made similar to the one used for test 13 (breakdown voltage) in 4.3 of IEC 60851-5. The end of the first twist strand is attached to a fixed jaw, and a force is applied to the opposite end of the second strand that has been kept free to slide by traction and without rotating, using for example a dynamometer. The force to separate the two strands is the sliding force.

B.5.2 Method of test

A specimen approximately of 400 mm in length shall be twisted back on itself for a distance of 125 mm on an apparatus as shown in figure B.6. The force (weight) applied to the wire pair while being twisted and the number of twists are given in table B.1.

At the twisted end, the loop is cut in two separate places to obtain a maximum separation between these cut ends.

Any bending of the wires, at the cut end or at the other untwisted end, to ensure adequate separation between the wires, shall avoid sharp bends or damage to the insulation.

One end of one wire shall be attached firmly to a jaw, while at the opposite end of the other wire a force (weight) is applied to let that wire slide without any rotation. Three specimens shall be tested.

B.6 Reference document

IEC 60851-5: 1996, *Methods of test for winding wires – Part 5: Electrical properties.*

Tableau B.1 – Méthode du fil torsadé

Diamètre nominal du conducteur mm		Force totale appliquée sur les deux fils N	Nombre de tours par 125 mm
De	Jusqu'à et y compris		
0,10	0,25	0,85	17
0,25	0,315	1,40	15
0,315	0,40	2,40	13
0,40	0,50	3,40	12
0,50	0,71	6,00	11
0,71	0,80	8,50	10
0,80	0,90	10,00	9
0,90	1,00	12,50	8
1,00	1,12	15,00	7
1,12	1,25	20,00	6
1,25	1,50	27,00	5

Table B.1 – Twisted pair method

Nominal conductor diameter mm		Force applied to wire pairs N	Number of twists per 125 mm
Over	Up to and including		
0,10	0,25	0,85	17
0,25	0,315	1,40	15
0,315	0,40	2,40	13
0,40	0,50	3,40	12
0,50	0,71	6,00	11
0,71	0,80	8,50	10
0,80	0,90	10,00	9
0,90	1,00	12,50	8
1,00	1,12	15,00	7
1,12	1,25	20,00	6
1,25	1,50	27,00	5

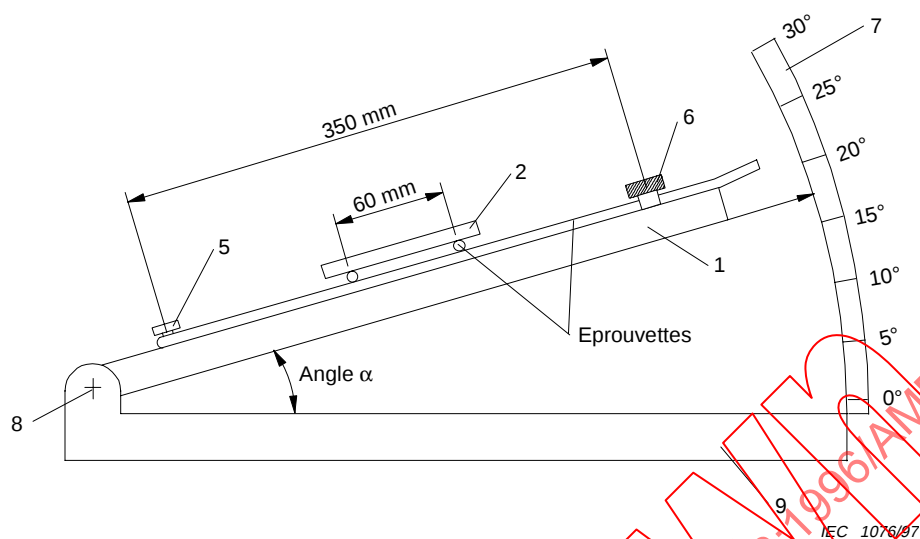


Figure B.1a – Vue de côté

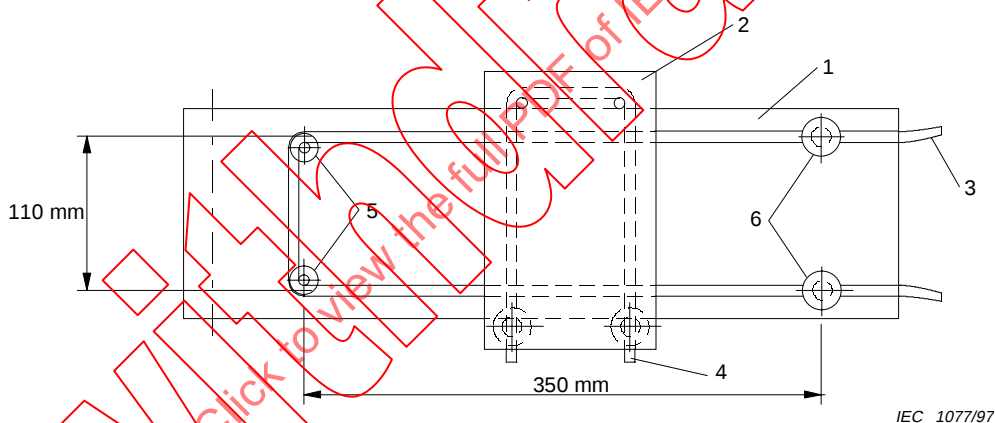


Figure B.1b – Vue de dessus

- | | |
|-------------|--------------|
| 1 = plan | 6 = attaches |
| 2 = bloc | 7 = échelle |
| 3 = épreuve | 8 = axe |
| 4 = fil | 9 = support |
| 5 = guides | |

Figure B.1 – Appareil pour l'essai statique du coefficient de frottement

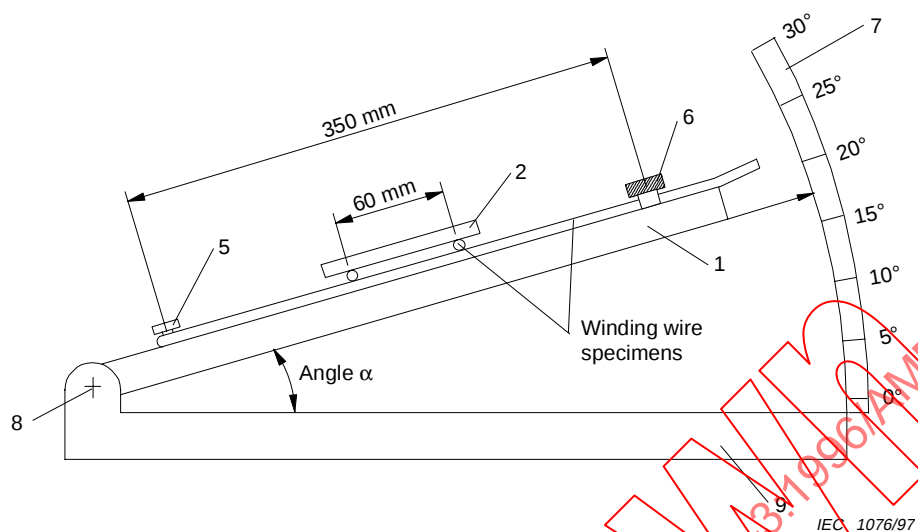


Figure B.1a - Side view

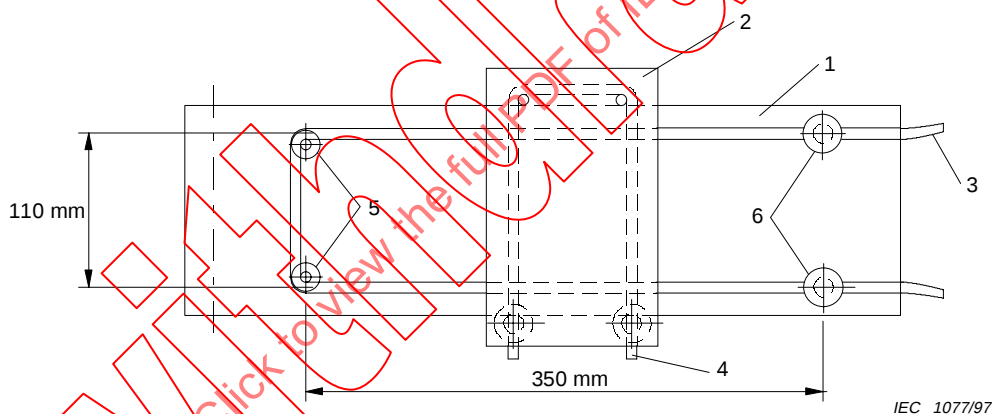


Figure B.1b - Top view

- | | |
|-------------------|-------------|
| 1 = plane | 6 = clamps |
| 2 = block | 7 = scale |
| 3 = wire specimen | 8 = axis |
| 4 = wire | 9 = support |
| 5 = posts | |

Figure B.1 - Static coefficient of friction test apparatus

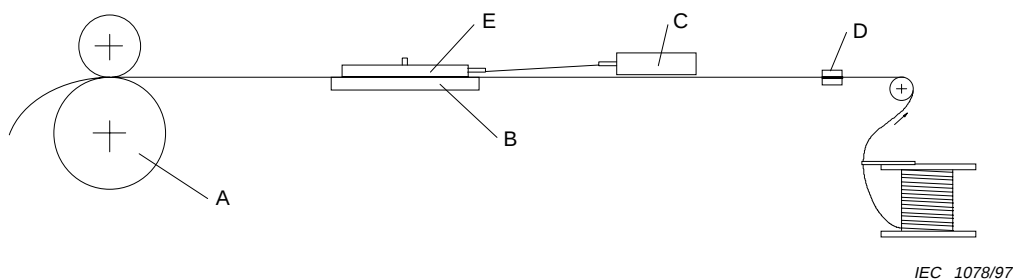


Figure B.2a – Vue de côté

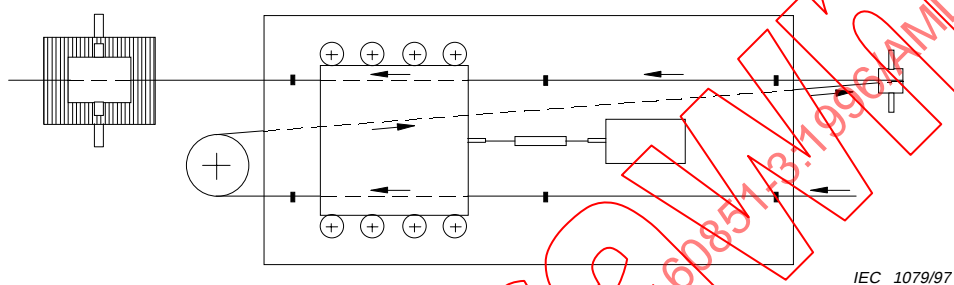


Figure B.2b – Vue de dessus

A = cabestan
B = plaque
C = indicateur de force
D = frein
E = masse

Figure B.2 – Appareil pour l'essai dynamique du coefficient de frottement

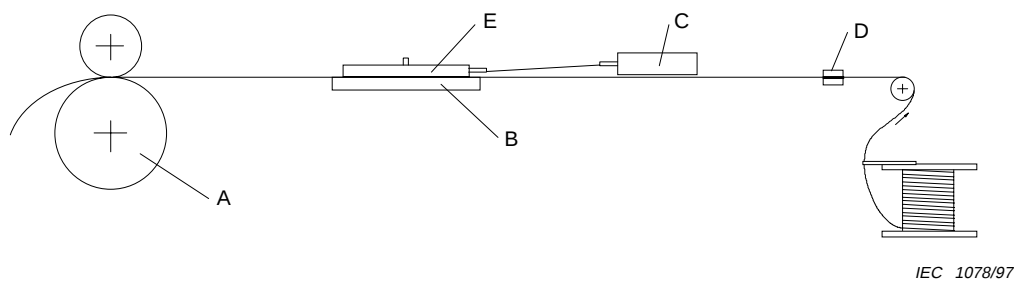


Figure B.2a - Side view

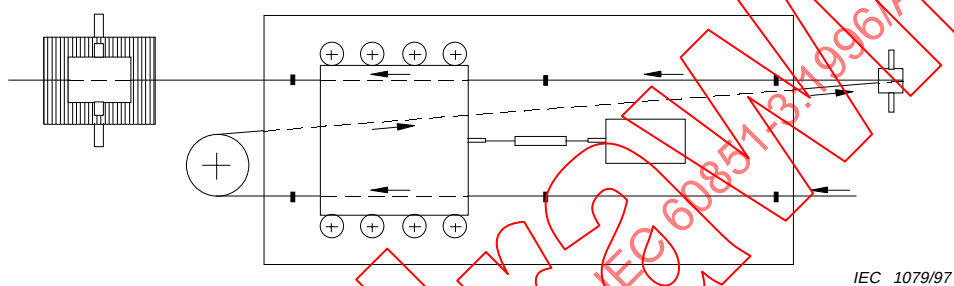


Figure B.2b - Top view

A = capstan
 B = plate
 C = force indication meter
 D = brake
 E = mass

Figure B.2 - Dynamic coefficient of friction test apparatus

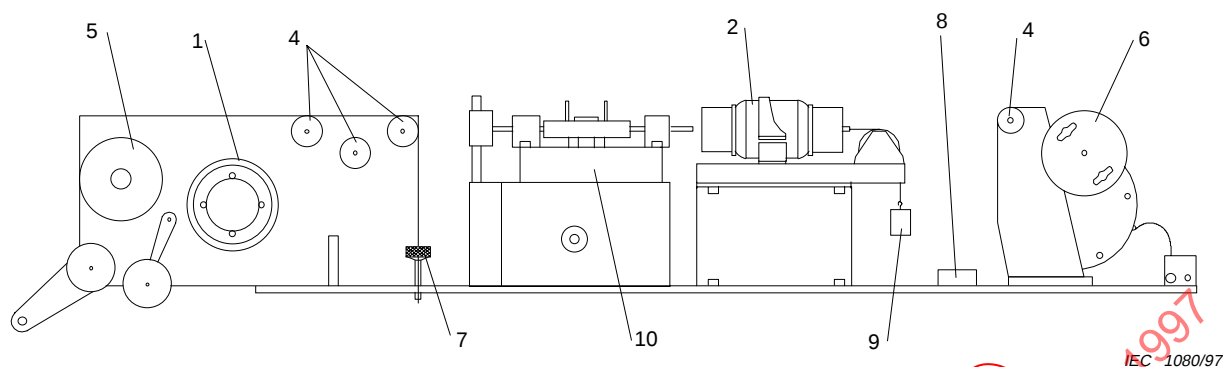


Figure B.3a – Vue de côté

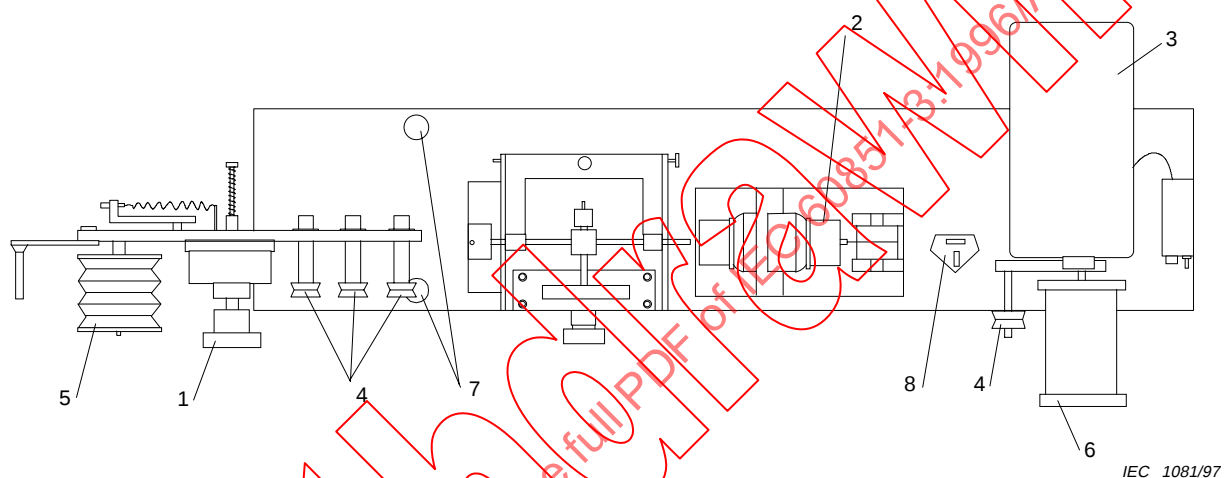


Figure B.3b – Vue de dessus

- 1 = cabestan de tension
- 2 = transducteur
- 3 = moteur
- 4 = poulies guide-fils
- 5 = poulie de dévidage
- 6 = bobinage du fil

- 7 = pieds réglables
- 8 = niveau à bulle
- 9 = poids étalon
- 10 = surface d'appui (se composant de 2 positions pour l'alignement en fonction du diamètre du fil)

Figure B.3 – Appareil pour l'essai dynamique du coefficient de frottement

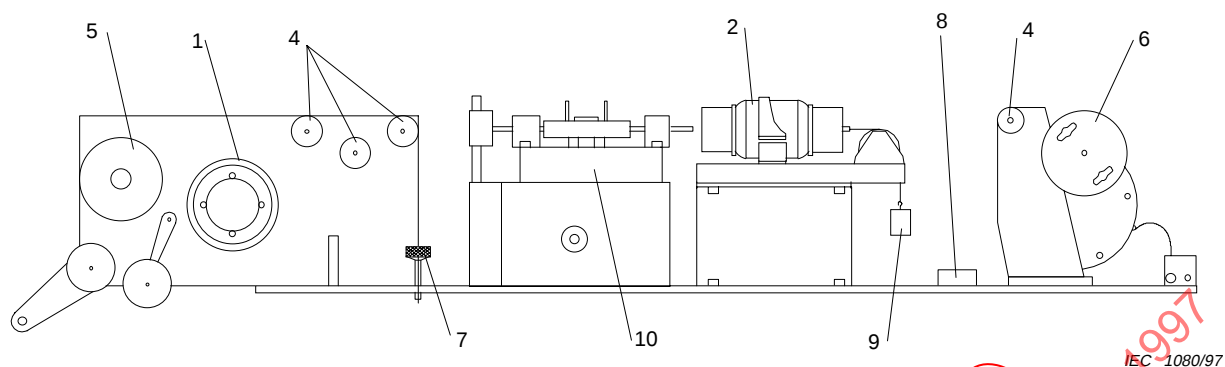


Figure B.3a - Side view

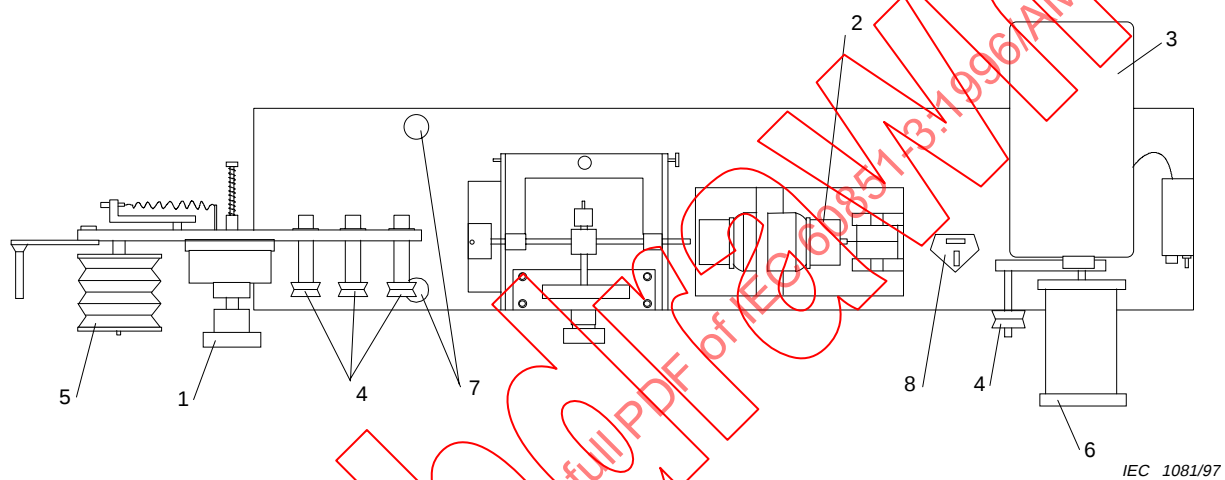


Figure B.3b - Top view

1 = tension capstan
2 = transducer
3 = motor
4 = wire guide pulley
5 = pay-off pulley

6 = wire take-up
7 = leg levellers
8 = float level
9 = calibration weight
10 = test bed (consisting of 2 positions
depending on wire diameter)

Figure B.3 - Dynamic coefficient of friction test apparatus