

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 61911

Deuxième édition
Second edition
2003-02

**Travaux sous tension –
Lignes directrices pour l'installation des
conducteurs des lignes de distribution –
Équipement de déroulage et accessoires**

**Live working –
Guidelines for the installation of distribution
line conductors –
Stringing equipment and accessory items**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 61911:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC**

TR 61911

Deuxième édition
Second edition
2003-02

**Travaux sous tension –
Lignes directrices pour l'installation des
conducteurs des lignes de distribution –
Équipement de déroulage et accessoires**

**Live working –
Guidelines for the installation of distribution
line conductors –
Stringing equipment and accessory items**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Compréhension du danger – Théorie de base.....	32
4.1 Induction de champ électrique provenant de circuits voisins	34
4.2 Induction de champ magnétique provenant de circuits voisins	36
4.3 Charge électrostatique.....	38
4.4 Réalimentation	38
5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur.....	38
5.1 Méthode de déroulage détendu.....	40
5.2 Méthode de déroulage sous tension mécanique.....	40
5.3 Equipement de déroulage	42
5.4 Communications	58
6 Exigences spéciales pour mises à la terre	58
6.1 Systèmes de mise à la terre sur le lieu de travail	60
6.2 Procédures générales et utilisation des dispositifs de mise à la terre	68
7 Essai de l'équipement.....	78
7.1 Nombre d'essais de type.....	78
7.2 Installation pour l'essai de type.....	78
7.3 Critère d'acceptation de l'essai de type.....	78
Annexe A (normative) Choix de la section des terres, des câbles de terre et des mises au potentiel.....	114
Figure 1 – Tension induite par un champ électrique sur un conducteur parallèle	82
Figure 2 – Courant induit par un champ électrique sur un conducteur parallèle	84
Figure 3 – Courant induit par un champ magnétique sur un conducteur parallèle	86
Figure 4 – Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle	88
Figure 5 – Méthode de déroulage détendu	92
Figure 6 – Méthode type de déroulage sous tension mécanique.....	100
Figure 7 – Systèmes de mise à la terre	108
Figure 8 – Installation d'essai typique pour terre de poulie de déroulage.....	110
Figure 9 – Installation d'essai typique pour terre roulante.....	112

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
4 Understanding the hazard – Basic theory	33
4.1 Electric field induction from nearby circuits	35
4.2 Magnetic field induction from nearby circuits	37
4.3 Electrostatic charging	39
4.4 Re-energization	39
5 Conductor stringing methods and equipment	39
5.1 Slack stringing method	41
5.2 Tension stringing method	41
5.3 Stringing equipment	43
5.4 Communications	59
6 Special earthing requirements	59
6.1 Work site earthing systems	61
6.2 General procedures and use of earthing systems	69
7 Testing of equipment	79
7.1 Number of type tests	79
7.2 Type test set-up	79
7.3 Type test acceptance criterion	79
Annex A (normative) Choosing the size of earths, earth cables and bonds	115
Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor	83
Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor	85
Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor	87
Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor	89
Figure 5 – Slack stringing method	93
Figure 6 – Typical tension stringing method	101
Figure 7 – Earthing systems	109
Figure 8 – Typical test set-up for stringing block earth	111
Figure 9 – Typical test set-up for running earth	113

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – LIGNES DIRECTRICES POUR L'INSTALLATION DES CONDUCTEURS DES LIGNES DE DISTRIBUTION – ÉQUIPEMENT DE DÉROULAGE ET ACCESSOIRES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 61911, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1998. Elle incorpore des changements techniques permettant la mise à jour des méthodes et procédures de travail. Elle développe aussi les informations en regard de l'utilisation des piquets de terre. Elle fait des remarques en regard de l'utilisation de mises à la terre de conducteurs lorsqu'un câble de tirage synthétique est utilisé.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
78/440/DTS	78/485/RVC

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
GUIDELINES FOR THE INSTALLATION
OF DISTRIBUTION LINE CONDUCTORS –
STRINGING EQUIPMENT AND ACCESSORY ITEMS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 61911, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998. It incorporates some technical changes to update work methods and procedures. It also expands the information on the use of earth rods. It comments on the use of conductor earths when a synthetic pulling rope is used.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
78/440/DTS	78/485/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010.
A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911:2003

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard;
- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911:2003

INTRODUCTION

Compte tenu de la difficulté croissante de mettre hors tension les lignes aériennes existantes, installer ou retirer des conducteurs situés à proximité de ces circuits ou croisant ceux-ci crée des risques qui nécessitent des considérations particulières concernant les mises à la terre et mises au potentiel. Des conditions de travail dangereuses peuvent aussi provenir de l'induction, de coups de foudre et de charges électrostatiques.

Ces risques électriques potentiels imposent que certaines exigences soient observées au moment du choix de l'équipement et des méthodes de travail pour la protection du personnel ou de l'équipement.

Ce rapport technique a été établi en conformité avec les exigences de la CEI 61477 lorsque cela s'appliquait.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911:2003

INTRODUCTION

With the increased difficulty of de-energizing existing overhead lines, installing or removing conductors nearby, or crossing these existing circuits, creates hazards requiring special considerations, particularly with regard to earthing and bonding. Hazardous work conditions can also arise from induction, lightning strikes or electrostatic charging.

These potential electrical hazards demand that certain requirements be observed when choosing equipment and work methods for the protection of personnel or equipment.

This technical report has been prepared in accordance with the requirements of IEC 61477, where applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911:2003

TRAVAUX SOUS TENSION – LIGNES DIRECTRICES POUR L'INSTALLATION DES CONDUCTEURS DES LIGNES DE DISTRIBUTION – ÉQUIPEMENT DE DÉROULAGE ET ACCESSOIRES

1 Domaine d'application

Le présent Rapport Technique fournit des recommandations pour le choix et l'essai, lorsque cela est nécessaire, de matériels de déroulage et accessoires utilisés pour l'installation de conducteurs nus et isolés de lignes aériennes de distribution.

Des procédures sont recommandées pour une mise à la terre adéquate afin de protéger l'équipement, les composants et le personnel des courants pouvant résulter de contacts accidentels avec des conducteurs sous tension voisins, ou d'une tension induite par des lignes sous tension adjacentes, de coups de foudre, d'erreurs de manœuvre ou d'une charge électrostatique.

L'équipement à l'étude dans ce Rapport Technique est utilisé pour des tensions de distribution, généralement considérées comme étant inférieures à 50 kV.

Cependant, pour des tensions supérieures ou égales à 50 kV, l'emploi de la CEI 61328 peut être plus approprié. Le choix entre la CEI 61328 et le présent Rapport Technique pour les travaux considérés dépendra généralement de la taille physique des conducteurs, de la taille des structures et de la distance moyenne entre les supports.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(466):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 466: Lignes aériennes*

CEI 60050(651):1999, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 651: Travaux sous tension*

CEI 60743:2001, *Travaux sous tension – Terminologie pour l'outillage, le matériel et les dispositifs*

CEI 61230, *Travaux sous tension – Dispositifs portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

CEI 61328, *Travaux sous tension – Lignes directrices pour l'installation des conducteurs et câbles de garde des lignes de transport – Equipement de déroulage et accessoires*

CEI 61477:2001, *Travaux sous tension – Exigences minimales pour l'utilisation des outils, dispositifs et équipements*

LIVE WORKING – GUIDELINES FOR THE INSTALLATION OF DISTRIBUTION LINE CONDUCTORS – STRINGING EQUIPMENT AND ACCESSORY ITEMS

1 Scope

The present Technical Report provides recommendations for the selection and testing, where necessary, of conductor stringing equipment and accessory items used for the installation of bare and insulated overhead distribution conductors.

Procedures are recommended for proper earthing in order to protect equipment, components and personnel from currents which can result from accidental contact with nearby energized conductors, or induced voltage from adjacent energized lines, lightning strikes, switching errors or electrostatic charging.

The equipment under consideration in this Technical Report is used for distribution voltages, usually considered to be below 50 kV.

However, for voltages of 50 kV and above, use of IEC 61328 may be more appropriate. The choice of whether IEC 61328 or this Technical Report applies to the work being considered will usually depend on the physical size of the conductors, the size of the structures and the average span between supports.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(466):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 466: Overhead lines*

IEC 60050(651):1999, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 651: Live working*

IEC 60743:2001, *Live working – Terminology for tools, equipment and devices*

IEC 61230, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC 61328, *Live working – Guidelines for the installation of transmission line conductors and earthwires – Stringing equipment and accessory items*

IEC 61477:2001, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

3 Termes et définitions

La terminologie pour l'équipement et les procédures relatifs à l'installation des conducteurs aériens varie largement chez les distributeurs d'électricité. Voir aussi la CEI 60050(466), la CEI 60050(651) et la CEI 60743 pour des définitions supplémentaires.

Pour les besoins du présent Rapport Technique, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

site d'ancrage

emplacement le long de la ligne de distribution où les ancrages sont placés pour tenir provisoirement les conducteurs afin de faciliter le travail de manchonnage, de tirage ou de freinage

3.2

cage d'oiseau

gonflement des couches extérieures d'un conducteur pour y former un renflement

NOTE Cela arrive habituellement avec des conducteurs de diamètre important à couches multiples au moment où ils passent dans les roues de la freineuse. La cage d'oiseau peut être contrôlée en augmentant la tension dans le conducteur en sortie du porte-touret.

3.3

mise au potentiel

liaison équipotentielle, connexion

connexion électrique mettant diverses parties exposées conductrices à un même potentiel

NOTE La mise au potentiel est utilisée pour porter à un même potentiel tout le personnel et les objets dans la zone de travail.

3.4

nacelle

panier

dispositif conçu pour être attaché à l'extrémité du bras d'un camion de ligne, d'une grue ou d'un monte-charge aérien pour porter les ouvriers dans une position de travail en hauteur

NOTE La nacelle est normalement faite en fibre de verre pour réduire son poids, maintenir sa robustesse et obtenir de bonnes caractéristiques diélectriques.

3.5

cabestan

roue incorporée comme partie intégrante d'un treuil ou d'une freineuse pour produire un tirage ou un freinage sur les conducteurs ou les câbles de tirage par effet de frottement

NOTE Un treuil ou une freineuse a généralement un ou plusieurs cabestans incorporés par conception. La taille physique des cabestans varie en fonction du diamètre du conducteur ou du câble utilisé. Les cabestans sont à puissance motrice ou freineuse. Les cabestans de freinage sont généralement recouverts de polychloroprène ou de polyuréthane. Les cabestans de tirage possèdent généralement des gorges en acier trempé.

3.6

circuit (d'une ligne aérienne)

conducteur ou système de conducteurs dans lequel peut circuler un courant électrique

[VEI 466-01-07]

NOTE Dans les lignes de transport et de distribution, un circuit est généralement formé de trois phases pour les lignes à courant alternatif, et de deux phases pour les lignes à courant continu.

3.7

dégagement minimal

distance de garde, distance à la masse

séparation minimale entre deux conducteurs fonctionnant sous des tensions différentes, entre les conducteurs et les supports ou d'autres objets, ou entre les conducteurs et le sol

3 Terms and definitions

Terminology for equipment and procedures associated with the installation of overhead conductors varies widely throughout the utility industry. See also IEC 60050(466), IEC 60050(651), and IEC 60743 for supplementary definitions.

For the purposes of this Technical Report, the following definitions apply.

3.1

anchor site

location along the distribution line where anchors are placed to temporarily hold the conductors in order to facilitate splicing, pulling or tensioning work

3.2

birdcaging

opening up of the outer layers of a conductor to form a bulge in the conductor

NOTE This usually occurs with multilayer large diameter conductors as they are passed through the tensioner bullwheels. Birdcaging may be controlled by increasing the tension in the conductor as it leaves the reel stand.

3.3

bond

equipotential connection, connection

electrical connection putting various exposed conductive parts at an equal potential

NOTE Bonding is used to bring all personnel and objects in the work area to the same potential.

3.4

bucket

basket

device designed to be attached to the boom tip of a line truck, crane or aerial lift to support workmen in an elevated working position

NOTE It is normally constructed of fibreglass to reduce its physical weight, maintain strength and obtain good dielectric characteristics.

3.5

bullwheel

wheel incorporated as an integral part of a puller or tensioner to generate pulling or braking tension on conductors or pulling ropes, through friction

NOTE A puller or tensioner normally has one or more bullwheels incorporated in its design. The physical size of the bullwheels will vary depending on the diameter of conductor or rope to be used. The wheels are power driven or retarded. Tensioner bullwheels are usually lined with polychloroprene or polyurethane. Puller bullwheels usually have hardened steel grooves.

3.6

circuit (of an overhead line)

conductor or system of conductors through which an electric current is intended to flow

[IEV 466-01-07]

NOTE In transmission and distribution lines, a circuit usually consists of three phases for a.c. lines, and two phases for d.c. lines.

3.7

clearance

minimum separation between two conductors operating at different voltages, between conductors and supports or other objects, or between conductors and the earth

3.8

mise sur pince

transfert des conducteurs réglés depuis les poulies de déroulage jusqu'à leurs positions définitives et l'installation des pinces de suspension définitives

3.9

déport de chaînes

distance calculée, mesurée le long du conducteur à partir d'un point à la verticale jusqu'à un point sur le conducteur sur lequel le centre de la pince de suspension doit être placé

NOTE Lors d'un déroulage en terrain accidenté, les déports de chaînes peuvent être rendus obligatoires afin d'équilibrer les forces horizontales sur chaque pylône de suspension.

3.10

manchon comprimé

manchon de compression

tube comprimé conçu et fabriqué en aluminium, en cuivre ou en acier pour raccorder entre eux ou terminer des conducteurs

NOTE Il est généralement installé à l'aide de presses hydrauliques ou mécaniques. Cependant, dans certains cas, on utilise des manchons du type explosif.

3.11

conducteur

câble

élément conçu pour transporter un courant électrique. Un câble, généralement nu, ou un ensemble de câbles non isolés les uns des autres, convenant pour le passage du courant électrique. Un conducteur peut être nu ou isolé

3.12

protecteur de conducteur

protecteur utilisé pour recouvrir un conducteur

NOTE Il peut être souple ou rigide, selon le matériau isolant utilisé.

[Définition 5.1.3 de la CEI 60743, note modifiée]

3.13

pince de reprise d'effort

grenouille, main d'ancrage

dispositif conçu pour permettre le tirage ou la retenue temporaire du conducteur sans manchonner sur l'armement, les œillets, etc.

NOTE La pince de reprise d'effort permet l'accrochage sur un conducteur lorsque le boulonnage n'est pas possible. La conception de ces dispositifs varie considérablement. Les pinces les plus usuelles sont celles qui ont un corps rigide à côté ouvert avec des mâchoires opposées mobiles et un loquet tournant. En plus du déroulage ou de l'accrochage temporaire des conducteurs, ce dispositif est communément utilisé pour tendre des haubans et, dans certains cas, pour tirer ou retenir temporairement des câbles.

3.14

thermomètre de conducteur

thermomètre précis incorporé de façon permanente à un court échantillon de conducteur et utilisé pour déterminer la température ambiante afin d'ajuster la flèche du tableau de pose aux conditions réelles durant l'opération de réglage

3.15

coupe-aluminium

dénudeur

outil utilisé pour couper les fils d'aluminium autour du centre des conducteurs ACSR (conducteur d'aluminium renforcé avec acier) afin de préparer l'opération de manchonnage

3.8**clipping-in**

clamping-in, clipping

transferring of sagged conductors from the stringing blocks to their permanent suspension positions and the installing of the permanent suspension clamps

3.9**clipping offset**

calculated distance, measured along the conductor from the plumb mark to a point on the conductor at which the centre of the suspension clamp is to be placed

NOTE When stringing in rough terrain, clipping offsets may be required to balance the horizontal forces on each suspension structure.

3.10**compression joint**

conductor splice, sleeve, splice

tubular compression fitting designed and fabricated from aluminium, copper or steel to join or terminate conductors

NOTE It is usually applied through the use of hydraulic or mechanical presses. However, in some cases explosive type joints are utilized.

3.11**conductor**

cable, wire

component intended to carry electric current. A wire, usually bare, or combination of wires not insulated from one another, suitable for carrying an electric current. A conductor may be bare or insulated

3.12**conductor cover**

line hose, line guard

protective cover used to shroud the conductor

NOTE It may be flexible or rigid, according to the insulating material used.

[Definition 5.1.3 of IEC 60743, note modified]

3.13**conductor grip**

Chicago grip, conductor clamp, come-along, come-along clamp, Klein

device designed to permit the pulling or temporary holding of the conductor without splicing on fittings, eyes, etc.

NOTE The conductor grip permits attachment to a continuous conductor where threading is not possible. The design of these grips varies considerably. Most common grips are those which utilize an open sided rigid body with opposing mobile jaws and a swing latch. In addition to pulling or temporary holding of conductors, this type is commonly used to tension guys and, in some cases, pull or temporarily hold wire rope.

3.14**conductor thermometer**

accurate thermometer permanently attached to a short sample of conductor and used to determine ambient temperature for correcting sag charts to actual conditions during the sagging operation

3.15**conductor trimmer**

tool used to trim the aluminium wires from around the core of ACSR (aluminium conductor steel reinforced) conductors in preparation for the splicing process

3.16

maillon

lien rigide conçu pour rabouter les câbles de tirage et généralement conçu pour passer à travers les gorges des réas du treuil sous charge

NOTE Il ne vrillera pas pour pallier aux forces de torsion.

3.17

portique de protection

protection

structure faite de poteaux, de tubes ou d'autre équipement spécialisé tel qu'une grue, utilisant quelquefois des filets de cordes

NOTE Des portiques de protection sont utilisés chaque fois que des conducteurs sont déroulés au-dessus des routes, des lignes électriques, des circuits de communication, des autoroutes ou des voies ferrées et sont normalement construits pour empêcher le conducteur de tomber sur ou dans ces infrastructures en cas de défaillance de l'équipement, de rupture des câbles de tirage, de baisse de tension mécanique, etc.

3.18

ancrage

opération qui conduit à raccorder des conducteurs à une structure d'ancrage

3.19

hors tension

à un potentiel égal ou peu différent de celui de la terre du lieu de travail

[VEI 651-01-15]

3.20

dynamomètre

dispositif conçu pour mesurer les charges ou les tensions mécaniques sur les conducteurs

NOTE Différents modèles sont utilisés pour tendre des haubans ou régler des conducteurs.

3.21

terre

connexion conductrice grâce à laquelle un circuit ou un équipement électrique est connecté à la terre, ou à un corps conducteur d'une dimension suffisamment grande pour servir de masse

3.22

câble de terre

mise à la terre

conducteur souple habituellement en fils de cuivre avec un gainage de protection transparent et attaché aux deux extrémités à des pinces, conçu pour raccorder à la terre ou à la maille de terre les conducteurs ou équipements

[Définition 15.1 de la CEI 60743, modifiée]

3.23

étau de terre

composant permettant de connecter un câble de terre ou les câbles de court-circuit ou le bloc de jonction au conducteur de terre ou à une prise de terre

[VEI 651-14-07 et définition 15.6 de la CEI 60743]

NOTE L'étau de terre est utilisé pour établir une connexion entre les conducteurs, l'équipement de déroulage, les câbles de tirage/pilotes et le sol.

3.16**connector link**

pulling rope connector, link, peanut

rigid link designed to connect pulling ropes and usually designed to pass through the grooves of bullwheels on the puller when under load

NOTE It will not spin to relieve torsional forces.

3.17**crossing structure**

guard structure, H-frame, rider pole structure, scaffolding, temporary structure

structure built of poles, tubes, or other specialized equipment such as a crane, sometimes using rope nets

NOTE Crossing structures are used whenever conductors are strung over roads, power lines, communications circuits, highways or railroads and normally constructed in such a way as to prevent the conductor from falling onto or into any of these facilities in the event of equipment failure, broken pulling ropes, loss of tension, etc.

3.18**dead-ending**

procedure which results in the termination of conductors at an anchor structure

3.19**de-energized**

dead

at a potential equal to or not significantly different from that of the earth at the worksite

[IEV 651-01-15, modified]

3.20**dynamometer**

load cell

device designed to measure mechanical loads or tension on conductors

NOTE Various models are used to tension guys or sag conductors.

3.21**earth**

ground

conducting connection by which an electric circuit or equipment is connected to the earth, or to some conduction body of relatively large extent that serves in place of the earth

3.22**earth cable**

ground cable

flexible conductor usually of stranded copper with a transparent cable protective sheath, and attached at both ends to clamps, designed to connect conductors or equipment to earth or to an earth mat

[Definition 15.1 of IEC 60743, modified]

3.23**earth clamp**

ground clamp

component for connecting an earthing cable, short-circuiting cable or connecting cluster to an earthing conductor or an earth electrode

[IEV 651-14-07 and definition 15.6 of IEC 60743]

NOTE The earth clamp is used for making connections between the conductors, stringing equipment, pulling/pilot ropes and the earth.

3.24

maille de terre

système de conducteurs nus interconnectés, disposés en maille sur une zone spécifique ou ensevelis sous la surface du sol

NOTE La maille de terre est normalement connectée à des piquets de terre enfoncés autour et à l'intérieur de son périmètre afin d'augmenter ses capacités de mise à la terre et de fournir des points de connexion pratiques pour les dispositifs de mise à la terre. Le but premier de cette maille est d'assurer la sécurité des travailleurs en limitant les différences de potentiels à l'intérieur de son périmètre à des niveaux de sécurité suffisants en cas de courants élevés qui pourraient circuler si le circuit ou le conducteur sur lequel un travail est en cours était mis sous tension électrique pour quelque raison que ce soit. Des mailles à surface métallique ou des grillages sont quelquefois utilisés dans ce même but. Lors de leur utilisation, ces mailles sont employées sur des sites de tirage, de freinage et de manchonnage en ligne.

3.25

piquet de terre

piquet enfoncé dans le sol dans le but de servir de mise à la terre, tel un piquet d'acier recouvert de cuivre, un piquet plein en cuivre, ou un piquet en acier galvanisé

NOTE Des piquets en acier cuivré sont communément utilisés durant les opérations de déroulage des conducteurs afin d'obtenir une terre électrique en utilisant des dispositifs de mise à la terre portables.

3.26

perche de mise à la terre

dispositif comprenant une perche isolante munie d'un embout permanent ou détachable, destinée à installer les pinces de conducteurs, les barres de court-circuit ou les rallonges conductrices

[VEI 651-14-10 et définition 15.8 de la CEI 60743]

NOTE Cette perche est fabriquée en fibre de verre, en plastique renforcé ou en matière similaire, avec une connexion spéciale très résistante. Elle est d'une longueur suffisante pour permettre la prise et l'installation d'étaux de terre en toute sécurité.

3.27

système de mise à la terre

système composé de toutes les connexions de mises à la terre interconnectées dans une zone spécifique, telle que le canton de tirage

3.28

induction de champ électromagnétique

couplage électromagnétique

phénomène qui produit à la fois une tension et un courant induits

NOTE 1 Quand l'effet prédominant est dû à la tension, le phénomène est connu sous le nom d'**induction de champ électrique**.

NOTE 2 Quand l'effet prédominant est dû au courant, il est connu sous le nom d'**induction de champ magnétique**.

3.29

induction de champ électrique

couplage capacitif

phénomène qui consiste à générer des tensions et/ou des courants dans un objet conducteur ou dans un circuit électrique par des variations dans le temps de champs électriques

3.30

sous tension

en charge

à un potentiel significativement différent de celui de la terre du lieu de travail et présentant un danger électrique

NOTE Une partie est sous tension lorsqu'elle est raccordée électriquement à une source d'énergie électrique. Elle peut aussi être sous tension lorsqu'elle est chargée électriquement, en particulier sous l'influence d'un champ électrique ou magnétique.

[VEI 651-01-14]

3.24**earth mat**

counterpoise, earth grid, ground gradient mat, ground mat
system of interconnected bare conductors arranged in a pattern over a specified area on, or buried below, the surface of the earth

NOTE Normally, an earth mat is bonded to earth rods driven around and within its perimeter to increase its earthing capabilities and provide convenient connection points for earthing devices. The primary purpose of the mat is to provide safety for workmen by limiting potential differences within its perimeter to safe levels in case of high currents which may flow if the circuit or conductor being worked became energized for any reason. Metallic surface mats and gratings are sometimes utilized for this same purpose. When used, these mats are employed at pull, tension and midspan splice sites.

3.25**earth rod**

earth electrode, ground electrode
rod driven into the earth to serve as an earthing terminal, such as a copper-clad steel rod, solid copper rod or galvanized steel rod

NOTE Copper-clad steel rods are commonly used during conductor stringing operations to provide a means of obtaining an electrical earth using portable earthing devices.

3.26**earthing stick**

earthing pole, ground stick
device comprising an insulating stick equipped with a permanent or detachable coupling for installing line clamps, short-circuiting bars, or conductive extension components

[IEV 651-14-10 and definition 15.8 of IEC 60743]

NOTE The earthing stick is made of fibreglass, reinforced plastic or similar, with a particular, highly resistant connection and is of sufficient length to allow safe gripping and installation of earth clamps.

3.27**earthing system**

ground system
system consisting of all interconnected earthing connections in a specific area, such as a pull section

3.28**electromagnetic field induction**

electromagnetic coupling
phenomenon that produces both an induced voltage and current

NOTE 1 When the predominant effect is due to voltage, this is known as **electric field induction**.

NOTE 2 When the predominant effect is due to current, this is known as **magnetic field induction**.

3.29**electric field induction**

capacitive coupling
process of generating voltages and/or currents in a conductive object or electrical circuit by means of time-varying electric fields

3.30**energized**

alive, current-carrying, hot, live
at a potential significantly different from that of the earth at the worksite and which presents an electrical hazard

NOTE A part is energized when it is electrically connected to a source of electric energy. It can also be energized when it is electrically charged under the influence of an electric or magnetic field.

[IEV 651-01-14]

3.31

équipotentiel

ensemble de points ayant tous le même potentiel

3.32

zone de travail équipotentielle

zone de travail où tout l'équipement est interconnecté ou mis au potentiel par des ponts, des masses, des piquets de terre et/ou des mailles qui minimiseront les différences de tension entre toutes les parties de la zone dans les conditions de mise sous tension les plus défavorables

3.33

coefficient de sécurité, mécanique

rapport entre la force de rupture ou de fléchissement et la charge ou l'effort maximal autorisé appliqué

3.34

défaut

tout changement indésirable qui entrave l'exploitation normale. Condition physique qui empêche un appareil, un composant ou un élément de fonctionner de la façon souhaitée

NOTE Par exemple un court-circuit, une rupture de câble, une connexion intermittente.

3.35

courant de défaut

courant circulant en un point donné du réseau, résultant d'un défaut en un autre point de ce réseau

NOTE Un courant de défaut circulant à la terre peut-être appelé courant de défaut de terre.

3.36

corde de service

corde légère, normalement en fibres naturelles ou synthétiques, placée dans la poulie quand celle-ci est suspendue

NOTE Elle est généralement tendue à partir du sol, passe à travers la poulie et revient au sol. Elle est utilisée pour enfiler l'extrémité du câble pilote ou du câble de tirage sur la poulie et rend inutile la présence d'ouvriers sur la structure. Ces cordes ne sont pas nécessaires si les câbles pilotes sont installés lorsque les poulies sont suspendues.

3.37

palan à chaîne

câble, pullift, tirfor

dispositif normalement conçu à partir d'enrouleurs, de chaînes à maillons ou de câbles métalliques et utilisant le principe de la démultiplication afin de permettre à de lourdes charges d'être soulevées ou tirées

NOTE Il est souvent utilisé pour ancrer un conducteur durant les opérations de réglage et de mise sur pince ainsi que lors du réglage de haubans.

3.38

poulie de retenue

dispositif conçu avec un ou plusieurs réas pour être placé sur le conducteur dans le but de le maintenir en place en le tirant vers le bas

NOTE Le dispositif fonctionne comme une poulie de déroulage installée à l'envers. Il est généralement utilisé en milieu de portée pour contrôler le câble pilote, le câble de tirage ou le conducteur soulevé par les tensions de déroulage, ou sur le site de manchonnage pour contrôler le conducteur lorsqu'il est relâché en fin d'opération.

3.31**equipotential**

set of points all of which have the same potential

3.32**equipotential work zone area/site**

work zone where all equipment is interconnected or bonded by jumpers, earths, earth rods and/or mats that will minimize voltage differences between all parts of the zone under worst case conditions of energization

3.33**factor of safety, mechanical**

ratio of breaking strength or yield strength to the maximum allowable applied force or load

3.34**fault**

any undesired change that impairs normal operation. A physical condition that causes a device, a component, or an element to fail to perform in a required manner

NOTE An example of a fault might be a short circuit, a broken wire or an intermittent connection.

3.35**fault current**

current flowing at a given point of a network resulting from a fault at another point of this network

NOTE A fault current flowing to earth may be called an earth fault current.

3.36**finger rope**

finger line

lightweight rope, normally natural fibre or synthetic fibre rope, placed over the stringing block when it is hung

NOTE The finger rope usually extends from the ground, passes through the stringing block and back to the ground. It is used to thread the end of the pilot rope or pulling rope over the stringing block and eliminates the need for workmen on the structure. These ropes are not required if pilot ropes are installed when the stringing blocks are hung.

3.37**hoist**

chain, cable, coffering hoist, ratchet hoist, pull lift, tirfor

device normally designed using roller or link chain or wire rope and having built-in leverage to enable heavy loads to be lifted or pulled

NOTE The hoist is often used to dead-end a conductor during sagging and clipping-in operations and when tensioning guys.

3.38**hold down block**

hold down roller, splice release block

device designed with one or more single groove sheaves to be placed on the conductor and used as a means of holding it down

NOTE The hold down block functions essentially as a stringing block used in an inverted position. It is normally used in midspan to control pilot rope, pulling rope or conductor uplift caused by stringing tensions, or at splicing locations to control the conductor as it is allowed to rise after splicing is completed.

3.39

isoler

déconnecter entièrement un dispositif ou un circuit des autres dispositifs ou circuits en le séparant physiquement, électriquement et mécaniquement de toutes les sources d'énergie électrique

NOTE Une telle séparation peut ne pas éliminer tous les effets de l'induction électromagnétique.

3.40

pont

bretelle

a) conducteur qui connecte les conducteurs de part et d'autre d'une structure d'ancrage

b) conducteur installé dans l'espace libre entre les extrémités de deux conducteurs ou câbles métalliques de déroulage devant être manchonnés

NOTE Son but est d'agir comme dérivatif afin d'empêcher les ouvriers de se placer accidentellement en série entre les deux conducteurs.

3.41

induction de champ magnétique

couplage inductif

phénomène qui consiste à générer des tensions et/ou des courants dans un circuit électrique par des variations dans le temps de champs magnétiques

3.42

coupure

consignation

condition dans laquelle un circuit est isolé pour permettre la réalisation de travaux qui ne peuvent généralement pas être réalisés sous tension

NOTE Une telle isolation peut ne pas éliminer tous les effets de l'induction électromagnétique.

3.43

câble pilote

câblette pilote

câble léger, normalement en fibres synthétiques, utilisé pour tirer des câbles de tirage plus lourds, qui sont à leur tour utilisés pour tirer le conducteur

NOTE 1 Les câbles pilotes peuvent être installés à l'aide des cordes de service ou par hélicoptère lorsque les isolateurs et les poulies sont suspendus.

NOTE 2 Dans certains pays, ce câble est appelé câble prépilote.

3.44

treuil pilote

dispositif conçu pour dérouler et rembobiner des câbles pilotes pendant les opérations de déroulage

NOTE Il peut être soit du type cabestan, généralement avec un enrouleur monté comme partie intégrante de la machine, soit une machine du type multi-tambours. Il est habituellement positionné sur le site de freinage.

3.45

pince à coupure d'arc

dispositif de coupure portable conçu pour interrompre des courants de circulation élevés et empêchant l'apparition d'un arc important incontrôlable lors de la dépose (du retrait) de la dernière terre dans un système de mise à la terre

3.39**isolate**

to disconnect completely a device or circuit from other devices or circuits, separating it physically, electrically and mechanically from all sources of electrical energy

NOTE Such separation may not eliminate all effects of electromagnetic induction.

3.40**Jumper**

dead-end loop

a) conductor that connects the conductors on opposite sides of a dead-end structure

b) conductor placed across the clear space between the ends of two conductors or metal pulling ropes which are being spliced together

NOTE Its purpose is to act as a shunt to prevent workmen from accidentally placing themselves in series between the two conductors.

3.41**magnetic field induction**

inductive coupling

process of generating voltages and/or currents in an electrical circuit by means of time-varying magnetic fields

3.42**outage**

condition where a circuit has been isolated to enable work to be performed which usually cannot be performed with the circuit energized

NOTE Such isolation may not eliminate all effects of electromagnetic induction.

3.43**pilot rope**

lead line/rope, leader, P-line/rope, straw line/rope

lightweight rope, normally a synthetic fibre rope, used to pull heavier pulling ropes which in turn are used to pull the conductor

NOTE 1 Pilot ropes may be installed with the aid of finger ropes or by helicopter when the insulators and stringing blocks are hung.

NOTE 2 In some countries this rope is called a pre-pilot rope.

3.44**pilot rope puller**

device designed to payout and rewind pilot ropes during stringing operations

NOTE A pilot rope puller can be either a bullwheel type design, usually with the take-up winder as an integral part of the machine, or a multiple drum type machine. It is usually located at the tensioner site.

3.45**portable earth interrupter tool**

portable switching device designed to break high circulating currents, and which prevents an unmanageable large arc from occurring in the removal of the last earth in an earthing system

3.46

câble de tirage

câblette de tirage, câblette de déroulage, câble de déroulage, câble de traction
câble de haute résistance, généralement une corde en fibres synthétiques ou un câble métallique, utilisé pour tirer le conducteur

NOTE 1 Lors des travaux de réhabilitation au cours desquels un conducteur est remplacé, l'ancien conducteur sert souvent de câble de tirage pour le nouveau conducteur. Dans ce cas, il convient d'effectuer un examen minutieux de l'ancien conducteur pour détecter toute détérioration avant les opérations de tirage.

NOTE 2 Dans certains pays, ce câble est appelé câble pilote.

3.47

canton de tirage

tir de déroulage

section de ligne sur laquelle le conducteur est installé par le treuil et la freineuse

3.48

site de tirage

emplacement dans un canton de tirage où le treuil, l'enrouleuse et les ancrages sont situés

NOTE Ce site peut également servir de site de tirage pour le canton de tirage suivant.

3.49

treuil à réas

équipement conçu pour tirer les câbles de tirage et les conducteurs durant les opérations de déroulage. Le câble de tirage est enroulé sous faible tension mécanique sur un touret après son passage dans le treuil

NOTE L'enrouleuse peut être une partie incorporée au treuil ou un équipement séparé.

[Définition 14.5 de la CEI 60743]

3.50

treuil enrouleur

équipement conçu pour tirer les câbles de tirage et les conducteurs durant les opérations de déroulage. Le câble de tirage est enroulé directement, sous haute tension mécanique, sur le tambour du treuil

NOTE Il peut y avoir plus d'un tambour, un pour chaque phase.

[Définition 14.6 de la CEI 60743, note modifiée]

3.51

treuil-freineuse

équipement pouvant être utilisé soit comme treuil, soit comme freineuse

NOTE 1 Le treuil-freineuse est généralement conçu pour un seul conducteur, mais il existe des équipements qui exécutent le tirage ou le freinage de faisceaux de conducteurs.

NOTE 2 Cet équipement est plus particulièrement utilisé pour le remplacement de conducteurs ou lorsque le travail nécessite une flexibilité importante. Il peut être du type à réas ou à enrouleur, ce dernier type étant plus particulièrement utilisé en lignes de distribution.

3.52

véhicule de déroulage

engin de déroulage

toute partie d'un équipement mobile au sol capable de tirer des câbles pilotes, des câbles de tirage ou des conducteurs

NOTE Les hélicoptères peuvent être considérés comme des véhicules de déroulage quand ils sont utilisés dans ce but.

3.46**pulling rope**

bull line/rope, hard line/rope, sock line/rope

high strength rope, normally synthetic fibre rope or wire rope, used to pull the conductor

NOTE 1 On reconstruction jobs where a conductor is being replaced, the old conductor often serves as the pulling rope for the new conductor. In such cases, the old conductor should be closely examined for any damage prior to the pulling operations.

NOTE 2 In some countries this rope is called a pilot rope.

3.47**pull section**

pull setting, stringing section

section of line where the conductor is pulled into place by the puller and tensioner

3.48**pull site**

puller set-up, tugger set-up

location in a pull section where the puller, reel winder and anchors (snubs) are located

NOTE This site may also serve as the pull site for the next pull section.

3.49**puller/bullwheel**

equipment designed to pull pulling ropes and conductor(s) during stringing operations. The pulling rope is wound up under low mechanical tension on the drum in a take-up winder after passing through the puller bullwheels

NOTE The take-up winder may be incorporated as part of the bullwheel puller or may be a separate equipment.

[Definition 14.5 of IEC 60743]

3.50**puller/drum**

hoist, tugger

equipment designed to pull pulling ropes and conductor(s) during stringing operations. The pulling rope is wound directly on the drum of the puller at high mechanical tension

NOTE It may have more than one drum, one for each phase.

[Definition 14.6 of IEC 60743, note modified]

3.51**puller tensioner**

equipment which can be used either as a puller or tensioner

NOTE 1 The puller tensioner is usually designed for a single conductor only, but equipment exists that performs either the pulling or tensioning functions on bundle conductors.

NOTE 2 This equipment is desirable particularly for reconductoring work or where work flexibility is important. It may be of either the bullwheel or drum type, with the drum type used mainly for distribution work.

3.52**pulling vehicle**

pulling tractor

any piece of mobile ground equipment capable of pulling pilot ropes, pulling ropes or conductors

NOTE Helicopters may be considered as a pulling vehicle when utilized for the same purpose.

3.53

porte-touret

dispositif conçu pour supporter un ou plusieurs tourets et pouvant être soit sur châssis, soit chargé sur une remorque ou un camion

NOTE Généralement placé derrière la freineuse, ce dispositif laisse dérouler le conducteur du touret sous faible tension vers les réas de la freineuse lors de travaux sur les lignes de transport, ou directement vers les poulies de déroulage lors de travaux sur les lignes de distribution. Ce dispositif peut recevoir des tourets de câbles ou de conducteurs de différentes tailles et est généralement équipé de freins afin d'empêcher les tourets de tourner lorsque le déroulage est interrompu. Il est utilisé soit pour la méthode de déroulage sous tension mécanique, soit pour la méthode de déroulage détendu.

3.54

enrouleuse

récupérateur

machine conçue pour fonctionner en tandem avec un treuil à réas et servant d'unité de récupération pour le câble de tirage

NOTE L'enrouleuse est généralement mue hydrauliquement depuis le treuil, mais elle est parfois pourvue d'un moteur propre. Elle peut être soit sur châssis soit chargée sur une remorque ou un camion.

3.55

portée équivalente

portée fictive dans laquelle les variations de la tension mécanique, dues aux variations de la charge et de la température, sont sensiblement égales à celles des portées réelles du canton

NOTE La valeur approchée a_c de la portée équivalente est:

$$a_c \cong \frac{\sqrt{\sum a_i^3}}{\sqrt{\sum a_i}}$$

où a_i est la longueur de la "i"ème portée du canton.

[VEI 466-03-12]

3.56

palonnier de déroulage

dispositif permettant dans une opération de déroulage de tirer plusieurs conducteurs à la fois avec une seule câblette de tirage

NOTE 1 Le dispositif est réalisé pour passer facilement dans la poulie de déroulage en cours d'opération. Le palonnier de déroulage possède normalement une queue pendulaire souple suspendue à l'arrière pour éviter que les conducteurs ne s'enroulent entre eux pendant l'opération de tirage.

NOTE 2 Les conducteurs et la câblette de tirage sont normalement reliés au palonnier de déroulage par des émerillons empêchant les forces de torsion de se transmettre à ce palonnier.

[VEI 651-13-04, note modifiée et définition 14.4 de la CEI 60743, modifiée]

3.57

mise à la terre roulante

terre roulante

dispositif portable permettant de connecter un conducteur en cours de déplacement ou un câble de tirage/pilote à une terre électrique

NOTE Ce dispositif est normalement placé sur le conducteur ou sur le câble de tirage/pilote à côté de l'équipement de tirage ou de freinage localisé à l'une ou l'autre extrémité du canton de tirage. Il est principalement utilisé pour protéger les personnes pendant les opérations de construction ou de reconstruction.

[Définition 14.2 de la CEI 60743, modifiée]

3.58

réglage

opération consistant à tirer les conducteurs jusqu'à leur tension ou flèche finale

3.53**reel stand**

reel elevator, reel trailer, reel truck

device designed to support one or more reels and having the possibility of being skid, trailer or truck mounted

NOTE Usually located behind the tensioner, this device pays out the conductor from the reel under low tension to the bullwheels of a tensioner for transmission line work, or directly to the stringing blocks for distribution line work. This device can accommodate rope or conductor reels of varying sizes and is usually equipped with reel brakes to prevent the reels from turning when pulling is stopped. It is used for either the slack or tension stringing method.

3.54**reel winder**

take-up reel winder, take-up stand, take-up winder

machine designed to work in conjunction with a bullwheel puller and serve as a recovery unit for a pulling rope

NOTE It is normally powered hydraulically from the puller, but is sometimes equipped with its own engine. It can be skid, trailer or truck mounted.

3.55**ruling span**

equivalent span

fictitious single span in which tension variations due to load or temperature changes are nearly the same as in the actual spans in a section

NOTE The approximate value a_c of the equivalent span is calculated from :

$$a_c \equiv \frac{\sqrt{\sum a_i^3}}{\sqrt{\sum a_i}}$$

where a_i is the length of the span i in the section.

[IEV 466-03-12]

3.56**running board**

headboard

pulling device designed to permit stringing several conductors simultaneously with a single pulling rope

NOTE 1 The device is shaped to pass smoothly through the stringing block during the stringing process. The running board usually has a flexible pendulum tail suspended from the rear to prevent the conductors from twisting together during the pulling process.

NOTE 2 The conductors and pulling rope are normally connected to the running board with swivels to prevent twisting loads being transferred to the running board.

[IEV 651-13-04 and definition 14.4 of IEC 60743]

3.57**running earth**

ground roller, moving ground, rolling ground, travelling ground, running ground

portable device designed to connect a moving conductor or a pulling/pilot rope to an electrical earth

NOTE These devices are normally placed on the conductor or pulling/pilot rope adjacent to the pulling and tensioning equipment located at either end of a pull section. They are primarily used to provide safety for personnel during construction or reconstruction operations.

[Definition 14.2 of IEC 60743]

3.58**sagging**

process of pulling conductors up to their final tension or sag

3.59

canton de réglage

section de ligne entre ancrages au sol ou pylônes d'ancrage

NOTE Sur un canton de tirage, plus d'un canton de réglage peut être nécessaire afin de régler correctement la longueur réelle du conducteur venant d'être déroulé.

3.60

portée de réglage

portée choisie sur le canton de réglage et utilisée comme portée de contrôle pour déterminer le réglage adéquat du conducteur, établissant ainsi la hauteur et la tension convenables du conducteur

NOTE Au moins deux, mais généralement trois, portées sont nécessaires sur un canton de réglage afin de régler correctement. Dans les régions montagneuses ou lorsque les longueurs des portées varient énormément, plus de trois portées de réglage peuvent être nécessaires sur un canton de réglage.

3.61

marque de réglage

nivelette, marque

dispositif utilisé comme point de référence pour régler les conducteurs et placé sur un pylône de la portée de réglage

NOTE Le régleur, sur l'autre support de la portée de réglage, peut l'utiliser comme référence pour déterminer le réglage adéquat du conducteur.

3.62

déroulage détendu

déroulage sans freineuse, déroulage classique
méthode de déroulage du ou des conducteurs excluant l'utilisation d'une freineuse, mais un freinage minimal peut être appliqué au touret du conducteur

NOTE Cela signifie généralement que le conducteur touche le sol entre les supports. Le conducteur est tiré du touret par un véhicule de tirage et traîné sur le sol, ou le touret est transporté le long de la ligne sur un véhicule et le conducteur est déposé sur le sol. Lorsque le conducteur est tiré vers chaque support ou au-delà du support, il est installé sur des poulies de déroulage, normalement à l'aide de cordes de service.

3.63

manchonnage

opération consistant à joindre les extrémités des longueurs des conducteurs de façon à assurer une connexion mécanique et électrique continue

NOTE Cela est généralement fait en pressant des manchons aluminium ou aluminium-acier sur les extrémités des deux conducteurs.

3.64

déroulage

opération consistant à tirer des câbles pilotes, des câbles de tirage et des conducteurs sur les poulies de déroulage accrochées aux supports des lignes aériennes

NOTE Assez souvent, la totalité du travail de déroulage des conducteurs est appelée opération de déroulage, commençant avec l'installation des isolateurs et des poulies de déroulage sur les supports montés, et se terminant après la mise sur pinces des conducteurs et après la pose des entretoises ou entretoises amortisseurs de vibrations.

3.65

poulie de déroulage

poulie comportant un ou plusieurs réas, utilisée séparément ou comme partie d'un groupe, suspendue aux supports pour permettre de dérouler des conducteurs

NOTE Ces dispositifs sont quelquefois en faisceau avec un réa central recevant la câblette de déroulage et deux ou plusieurs réas de conducteur, et utilisés pour dérouler plusieurs conducteurs simultanément. Pour protéger les conducteurs qu'il convient de ne pas endommager mécaniquement, les réas de conducteur sont souvent recouverts d'une protection non conductrice ou semi-conductrice en polychloroprène ou en polyuréthane.

[Définition 14.3 de la CEI 60743, note modifiée]

3.59**sag section**

section of line between snub or dead-end structures

NOTE More than one sag section in a pull section may be required in order to sag properly the actual length of conductor which has been strung.

3.60**sag span**

control span

span selected within a sag section and used as a control to determine the proper sag of the conductor, thus establishing the proper conductor level and tension

NOTE A minimum of two, but normally three, sag spans are required within a sag section in order to sag properly. In mountainous terrain or where span lengths vary radically, more than three sag spans may be required within a sag section.

3.61**sag target**

sag board, target

device used as a reference point to sag conductors and placed on one structure of the sag span

NOTE The person, on the other structure of the sag span, can use it as a reference to determine the proper conductor sag.

3.62**slack stringing**

method of stringing conductor(s) slack without the use of a tensioner, but some minimal braking may be applied to the conductor reel

NOTE This usually means the conductor touches the ground between support structures. The conductor is pulled off the reel by a pulling vehicle and dragged along the ground, or the reel is carried along the line on a vehicle and the conductor deposited on the ground. As the conductor is dragged to, or past, each supporting structure, the conductor is placed in the stringing blocks, normally with the aid of finger ropes.

3.63**splicing**

jointing

process of joining the ends of conductor lengths to form a continuous mechanical and electrical connection

NOTE This is usually done by pressing aluminium or aluminium and steel sleeves over the ends of both conductors.

3.64**stringing**

process of pulling pilot ropes, pulling ropes and conductors over stringing blocks supported on structures of overhead lines

NOTE Quite often, the entire job of stringing conductors is referred to as a stringing operation, beginning with the installation of insulators and stringing blocks on the erected structures, and terminating after the conductors have been put in the suspension clamps and spacers or spacer dampers installed.

3.65**stringing block**

block, conductor running block, dolly, running out block, sheave, stringing sheave, stringing traveller, traveller

sheave, or sheaves, complete with a frame used separately or in groups and suspended from structures to permit the stringing of conductors

NOTE These devices are sometimes bundled with a centre sheave for the pulling rope and two or more conductor sheaves, and used to string more than one conductor simultaneously. For protection of conductors that should not be mechanically damaged, the conductor sheaves are often lined with non-conductive or semiconductive polychloroprene or polyurethane.

[Definition 14.3 of IEC 60743,]

3.66

terre de poulie de déroulage

dispositif portable fixé à la poulie de déroulage et conçu pour connecter à une terre électrique un conducteur ou un câble de tirage/pilote en mouvement

NOTE Une terre de poulie de déroulage est principalement utilisée pour la sécurité du personnel pendant les opérations de construction ou de reconstruction. Ce dispositif est installé sur la poulie de déroulage à un endroit stratégique où une terre électrique est nécessaire.

3.67

support

pylône ou poteau en bois, en métal, en matériau synthétique ou en béton qui supporte les conducteurs sur les isolateurs

3.68

terre de la base de la structure

mise à la terre

dispositif portable conçu pour connecter une structure métallique à une terre électrique et principalement utilisé pour la sécurité du personnel pendant les opérations de construction, de reconstruction ou d'entretien

3.69

surtension de manœuvre

surtension transitoire dans un circuit électrique causée par une manœuvre d'ouverture ou de fermeture

NOTE Quand cela arrive, une surtension temporaire peut être induite dans un circuit adjacent et parallèle au circuit sur lequel est effectuée la manœuvre, venant s'ajouter à la tension induite normalement pendant le régime établi.

3.70

émerillon

dispositif conçu pour connecter les extrémités des conducteurs ou connecter un câble de tirage à un conducteur ou les conducteurs à un palonnier

NOTE 1 Il n'est pas conçu pour passer à travers les cabestans du treuil ou de la freineuse sous une tension mécanique significative.

NOTE 2 Le dispositif tourne et aide à supporter les forces de torsion qui se produisent sur le câble ou le conducteur pendant l'opération de déroulage.

3.71

site de freinage

emplacement sur un canton de tirage où se trouvent la freineuse, les porte-tourets, les tourets de conducteurs et les ancrages

NOTE Le site peut également servir de site de freinage pour le canton de tirage suivant.

3.72

déroulage sous tension mécanique

DSTM

opération consistant à utiliser des treuils et des freineuses pour donner au conducteur une tension mécanique suffisante et un contrôle dynamique durant l'opération de déroulage, et pour le maintenir à distance du sol et d'autres obstacles qui pourraient endommager sa surface

3.73

freineuse

équipement destiné, dans une opération de déroulage, à maintenir la tension mécanique du câble de tirage ou des conducteurs

NOTE Normalement, il consiste en une ou plusieurs paires de réas dont les gorges, simples ou multiples, sont recouvertes de polyuréthane ou de polychloroprène. La tension est obtenue par le frottement du conducteur passant dans les gorges des cabestans. Les freineuses existent pour le déroulage de conducteurs simples ou pour le déroulage de conducteurs multiples en faisceaux.

[Définition 14.1 de la CEI 60743, modifiée]

3.66**stringing block earth**

block ground, conductor running block earth, sheave ground, stringing block ground, traveller ground
portable device attached to a stringing block and designed to connect a moving conductor or pulling/pilot rope to an electrical earth

NOTE A stringing block earth is primarily used to provide safety for personnel during construction or reconstruction operations. This device is placed on the stringing block at a strategic location where an electrical earth is required.

3.67**structure**

pole, tower

wood, metal, synthetic, or concrete tower or pole which supports the conductors on insulators

3.68**structure base earth**

butt ground, ground chain, portable earthing device, structure base ground, tower ground
portable device designed to connect (bond) a metal structure to an electrical earth and primarily used to provide safety for personnel during construction, reconstruction or maintenance operations

3.69**switching surge**

transient overvoltage in an electrical circuit caused by a switching operation

NOTE When this occurs, a momentary voltage surge may be induced in a circuit adjacent and parallel to the switched circuit in excess of the voltage induced normally during steady-state conditions.

3.70**swivel**

bullet, swivel joint

device designed to connect the conductors' ends or connect one pulling rope to a conductor or conductors to a running board

NOTE 1 It is not designed to pass through the bullwheels of a puller or a tensioner under any significant load.

NOTE 2 The device will spin and help relieve the torsional forces which build up in the rope or conductor during the stringing process.

3.71**tension site**

conductor payout station, payout site, reel set-up, tensioner set-up

location on a pull section where the tensioner, reel stands, conductor reels and anchors (snubs) are located

NOTE The site may also serve as the tension site for the next pull section.

3.72**tension stringing**

process of using pullers and tensioners to give the conductor sufficient tension and positive control during the stringing operation, to keep it clear of the ground surface and other obstacles which could cause damage to the surface of the conductor

3.73**tensioner, bullwheel**

brake, retarder

equipment designed to hold tension against a pulling rope or conductor(s) during the stringing operation

NOTE Normally, it consists of one or more pairs of polyurethane or polychloroprene lined bullwheels with single or multiple grooves. Tension is accomplished by friction generated against the conductor which is reeved around the groove(s) of the bullwheel(s). Tensioners are available for single conductor stringing or multiconductor bundle stringing.

[Definition 14.1 of IEC 60743]

3.74

corde de passage

corde de service

corde souple légère, généralement en fibre naturelle ou en fibre synthétique, utilisée pour guider un conducteur à travers les réas d'une freineuse ou le câble de tirage à travers les réas d'un treuil

3.75

tension de contact

tension de toucher, tension de pas

différence de potentiel entre une structure métallique à la terre et un point sur la surface du sol séparés par une distance égale à la portée horizontale maximale (distance maximale que l'on peut atteindre), approximativement 1 m

NOTE Cette différence de potentiel peut être dangereuse et peut résulter d'induction ou de conditions de défaut, ou des deux.

3.76

charge de rupture, mécanique

charge d'une membrure ou d'une partie d'un assemblage pour laquelle la rupture de cette membrure ou de cette partie de l'assemblage se produit. Il lui est par conséquent impossible de supporter une charge plus longtemps ou de remplir la fonction requise

3.77

rouleau guide

petite poulie à réa unique conçue pour s'adapter au-dessus de la gorge de la poulie de déroulage afin de maintenir le câble de tirage ou le câble pilote dans sa gorge lorsqu'il se soulève du fait des tensions de déroulage

3.78

charge limite de travail

charge ultime de travail

limite de la charge qui peut être appliquée en sécurité à une membrure ou un assemblage

NOTE Elle est généralement calculée en divisant soit la limite élastique soit la charge de rupture de la membrure ou de l'assemblage par le coefficient de sécurité admis. Dans le cas de cordes, la charge de travail est généralement calculée en divisant la charge ultime ou de rupture par le coefficient de sécurité admis.

3.79

chaussette

dispositif conçu pour permettre la jonction ou le tirage temporaire des conducteurs sans avoir recours à des œillets, maillons ou pinces spéciaux

3.80

limite élastique, mécanique

résistance d'une membrure ou d'une partie d'un assemblage, pour laquelle la déformation permanente de cette membrure ou d'une partie de cet assemblage se produit, entraînant pour cette membrure ou partie d'assemblage l'impossibilité de remplir la fonction requise

4 Compréhension du danger – Théorie de base

La protection du personnel contre les blessures pendant les opérations de pose des conducteurs des lignes de distribution est très importante. Sur le lieu de travail, le personnel installant ces nouveaux conducteurs doit être protégé contre les tensions et les courants induits produits par les lignes voisines sous tension. Le personnel doit également être protégé contre les dangers qui peuvent résulter d'une mise sous tension accidentelle. La protection du personnel peut être obtenue en plaçant des dispositifs de mise à la terre adéquats sur le lieu de travail, en utilisant des méthodes de travail appropriées et une formation spécialisée, et en utilisant un équipement comportant des dispositifs protégeant contre ces types de risques.

3.74**threading rope**

reeving rope, thread line

lightweight flexible rope, normally natural fibre or synthetic fibre rope, used to lead a conductor through the bullwheels of a tensioner or pulling rope through the bullwheels of a puller

3.75**touch voltage**

touch potential

potential difference between an earthed metallic structure and a point on the earth's surface separated by a distance equal to the normal maximum horizontal reach, approximately 1 m

NOTE This potential difference may be dangerous and may result from induction or fault conditions, or both.

3.76**ultimate strength, mechanical**

strength of a member, or part of an assembly at which failure of that member or part of the assembly occurs, and as a result it can no longer support a load or perform its intended function

3.77**uplift roller**

small single-grooved wheel designed to fit above the throat of the stringing block to keep the pulling rope or pilot rope in its sheave groove when uplift occurs due to stringing tensions

3.78**working load limit**

allowable load, maximum load, safe working load

limit of load that can be imposed safely on a member or assembly

NOTE This is usually calculated by dividing either the yield strength or the ultimate strength of the member or assembly by the accepted factor of safety. In the case of ropes, the working load is usually calculated by dividing the ultimate or breaking strength by the accepted factor of safety.

3.79**woven wire grip**

Kellem, mesh sock, sock, stocking, wire mesh grip

device designed to allow the temporary joining or pulling of conductors without the need of special eyes, links or grips

3.80**yield strength, mechanical**

strength of a member or part of an assembly at which permanent deformation of that member or part of the assembly occurs, and as a result it can no longer perform its intended function

4 Understanding the hazard – Basic theory

The protection of personnel from injury during the process of installing conductors on distribution lines is most important. The personnel at the work site installing these new conductors shall be protected against induced voltages and currents caused by energized adjacent lines. The personnel shall also be protected from the hazards which can result from accidental line energization. Personnel protection can be achieved by properly applying adequate protective earthing systems at the work area, by the use of correct work methods and specialized training, and by the use of equipment, which incorporates devices to protect against these types of hazards.

Des charges électriques ou des tensions peuvent apparaître sur un conducteur en cours d'installation, ou sur un autre équipement et d'autres composants utilisés pour le déroulage des conducteurs, du fait d'un ou de plusieurs des facteurs suivants:

- a) contact accidentel du nouveau conducteur avec des conducteurs sous tension adjacents au lieu de travail. C'est le cas le plus fréquent de danger électrique, en particulier lorsque de nouveaux conducteurs de distribution sont installés dans des zones urbaines denses où les circuits existants ne peuvent pas être coupés;
- b) erreur de manœuvre entraînant la mise sous tension accidentelle du conducteur en cours d'installation;
- c) induction électromagnétique (c'est-à-dire couplage capacitif et/ou inductif) en raison de la présence d'une ligne voisine sous tension;
- d) coups de foudre dans le voisinage ou coup de foudre sur le conducteur en cours d'installation ou sur un autre équipement et d'autres composants tels que les câbles utilisés pour l'opération de déroulage;
- e) chargement électrostatique (c'est-à-dire couplage conducteur) des conducteurs ou des câbles dû à des conditions atmosphériques ou à une ligne de transport à haute tension en courant continu (HTCC) voisine.

Les risques dus aux coups de foudre, au contact accidentel avec une ligne sous tension, aux charges électrostatiques et aux erreurs de manœuvre sont généralement compris. Cependant, les risques dus aux tensions et courants induits sont probablement moins faciles à comprendre et sont donc expliqués ici en détail. Il est important de noter que la différence fondamentale entre le risque dû à l'induction et les autres origines citées ci-dessus repose sur le fait que l'induction est continue tant que la ligne qui en est la source est sous tension, tandis que le coup de foudre ou le courant de défaut sont instantanés ou transitoires.

NOTE Dans les exemples suivants, l'induction est présentée comme se produisant sur un conducteur; cependant, le même résultat et le même risque se produiront pour d'autres composants utilisés lors de l'opération de déroulage, tels que les câbles de tirage ou pilotes conducteurs (métalliques).

4.1 Induction de champ électrique provenant de circuits voisins

Il existe deux types communs de problèmes d'induction provoqués par des lignes à courant alternatif sous tension situées à proximité: champ électrique et champ magnétique. Chacun a à la fois des implications de tension et de courant.

Si la ligne en service à proximité est une ligne de transport à courant continu, la tension induite est la conséquence d'un déplacement d'ions, et il peut en résulter des tensions encore plus élevées que si la ligne à proximité était une ligne à courant alternatif. L'induction magnétique serait uniquement liée à l'effet d'ondulation et est donc bien moins importante que si la ligne à proximité était une ligne à courant alternatif.

4.1.1 Tension induite

Le champ électrique autour d'un conducteur sous tension produit une tension sur un objet conducteur proche isolé et non mis à la terre (voir Figure 1).

La tension produite dépend de l'amplitude de la source de tension et de la géométrie du réseau mais non de la longueur de la parallèle entre la ligne sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation.

Si le circuit n'est pas mis à la terre, la tension induite peut être de l'ordre de 30 % de la tension de la ligne en service. Cette tension induite peut être calculée, mais il n'est généralement pas nécessaire de le faire. Si le nouveau conducteur en cours d'installation est mis à la terre en un point quelconque, la charge est réduite à une valeur beaucoup plus faible en régime établi, selon la résistance du circuit de terre.

Electrical charges or voltage may appear on a conductor being installed, or on the other equipment and components involved in the conductor stringing process, due to one or more of the following factors:

- a) accidental contact by the new conductor with existing live conductors adjacent to the work site. This is the most likely cause of electrical hazard, particularly when new distribution conductors are being installed in crowded urban areas where existing circuits cannot be shut down;
- b) switching error, in which the conductor being installed is accidentally energized;
- c) electromagnetic induction (i.e. capacitive and/or inductive coupling) due to an adjacent energized line;
- d) lightning strikes in the vicinity, or a lightning strike to the conductor being installed or to other equipment and components such as the ropes involved in the stringing process;
- e) electrostatic charging (i.e. conductive coupling) of the conductors or ropes by atmospheric conditions or by an adjacent high-voltage direct current (HVDC) transmission line.

The hazards caused by lightning strikes, accidental contact with a live conductor, electrostatic charging, and switching errors, are generally understood. However, the hazards caused by induced voltages and currents are probably less understood and are therefore explained in some detail here. It is important to note that the basic difference between the hazard caused by induction, and the other sources given above, is that the induction is continuous as long as the source line is energized, rather than instantaneous or transient in the case of lightning or a fault current.

NOTE In the following examples, induction is shown as occurring on a conductor; however, the same result and hazard will occur for other components used in the conductor stringing process such as conducting (metallic) pulling or pilot ropes.

4.1 Electric field induction from nearby circuits

There are two common types of induction problems caused by nearby energized a.c. lines: electric field and magnetic field. Each has both voltage and current implications.

If the nearby line is an energized d.c. transmission line, the induced voltage is the result of ion drift, and can result in even higher voltages than if the nearby line was an a.c. line. Magnetic induction would only be related to the ripple effect, and is therefore much less than would be the case if the nearby line was an a.c. line.

4.1.1 Induced voltage

The electric field around an energized conductor produces a voltage on an isolated and unearthed nearby conducting object (see Figure 1).

The voltage produced depends on the source voltage magnitude and the geometry of the system but not on the length of the parallel between the energized line and the new conductor being installed.

If the circuit is unearthed, the induced voltage may be as much as 30 % of the energized line voltage. This induced voltage can be calculated, but it is generally not necessary to do so. If the new conductor being installed is earthed at any point, the charge is reduced to a much lower steady-state value, depending on the resistance to earth of the earth path.

4.1.2 Courant induit

Lorsqu'il s'agit d'un réseau à courant alternatif, les lignes sous tension et le conducteur en cours d'installation mis à la terre agissent comme les plaques d'un condensateur ou d'une capacité, et un courant de charge apparaît et circule à travers l'intervalle compris entre celles-ci (voir Figure 2).

Il convient de considérer les deux aspects qui suivent.

- a) Un courant circule à travers la mise à la terre temporaire depuis le conducteur jusqu'au sol. Il est proportionnel à la longueur de la parallèle entre le conducteur sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation. Ce courant peut atteindre plusieurs ampères.
- b) Si la terre temporaire devient défectueuse, est déplacée ou déposée, la tension capacitive est immédiatement rétablie. Par conséquent, si un ouvrier se trouve en contact ferme avec le système et que la terre unique devient défectueuse, l'ouvrier peut être exposé à une tension et à un courant dangereux. Si l'ouvrier essaie de se mettre en contact avec le conducteur ou les parties connectées, il recevra un courant de décharge dangereux suivi d'un courant permanent. L'ouvrier doit donc éviter de venir à proximité immédiate du conducteur ou des parties connectées car la tension induite peut être suffisamment élevée pour provoquer un amorçage. De plus, il convient de noter que le courant capacitif permanent se produisant après le contact peut atteindre un niveau dangereux.

4.2 Induction de champ magnétique provenant de circuits voisins

4.2.1 Courant induit

En plus du champ électrique provoqué par la tension de la ligne sous tension adjacente, un autre effet est causé par le courant circulant dans la ligne sous tension.

Le conducteur sous tension transportant du courant et le conducteur voisin en cours d'installation peuvent être considérés comme les enroulements primaire et secondaire d'un transformateur à noyau d'air.

Si le nouveau conducteur est mis à la terre en deux endroits, il se comporte comme le secondaire d'un transformateur à noyau d'air, court-circuité par l'intermédiaire du sol. Un courant de circulation s'écoulera dans le nouveau conducteur, à partir de l'une des mises à la terre, circulera dans le sol et reviendra par l'autre mise à la terre pour boucler le circuit (voir Figure 3a). Ce courant électromagnétique est proportionnel au courant de la ligne sous tension et dépend de la géométrie et de l'impédance du système.

Si une série de terres est appliquée, une série de boucles est formée, chacune transportant du courant (voir Figure 3b).

Il apparaît que les courants peuvent s'annuler dans les mises à la terre intermédiaires.

S'il existe une grande différence dans l'impédance des terres dans les boucles adjacentes, par exemple un lac dans le retour à la terre de l'une d'elles et un rocher dans l'autre, la terre intermédiaire peut alors transporter la presque totalité du courant de circulation.

S'il existe des transpositions dans le circuit sous tension, l'angle de phase du courant induit sera différent le long de la ligne et peut également créer des courants de circulation élevés dans le système de mise à la terre.

Lorsque le travail est effectué au voisinage d'une ligne sous tension fortement chargée, ou si un défaut se produit sur la ligne sous tension adjacente, le courant induit sur le nouveau conducteur en cours d'installation peut être très élevé et peut affecter le choix des dispositifs de mise à la terre.

4.1.2 Induced current

With an a.c. system, the energized lines and the earthed conductor being installed act like the plates of a condenser or capacitor, and a charging current flows across the air gap between them (see Figure 2).

The following two aspects should be considered.

- a) A current flows through the temporary earth from the conductor to earth. It is proportional to the length of parallel between the energized conductor and the new conductor being installed. This current may amount to several amperes.
- b) If the temporary earth becomes defective, is dislodged, or removed, the capacitive voltage is immediately re-established. Thus, if a worker is in fairly solid contact with the system and the only earth is dislodged, the worker can be exposed to a dangerous voltage and current. If the worker attempts to contact the conductor or connected parts, he will receive a dangerous discharge current, followed by a steady-state current. Thus, the worker shall avoid coming in close proximity to the conductor or connected parts since the induced voltage may be high enough to cause arc-over. Also, it should be noted that the steady-state capacitive current occurring after the contact may reach a dangerous level.

4.2 Magnetic field induction from nearby circuits

4.2.1 Induced current

In addition to the electric field caused by the voltage of the adjacent energized line, another effect is caused by the current flowing in the energized line.

The energized, current-carrying conductor and the nearby conductor being installed may be looked upon as the primary and secondary windings of an air-core transformer.

If the new conductor is earthed at two places, it acts like the secondary of an air-core transformer, short-circuited through the earth. A circulating current will flow along the new conductor, through one earth connection, back through the earth and up the other earth to complete the loop (see Figure 3a). This electromagnetic current is proportional to the current in the energized line and is dependent on the geometry and impedance of the system.

If a series of earths is applied, a series of loops is formed, each carrying current (see Figure 3b).

It would appear that the currents would cancel in the intermediate earths.

If there is a great difference in impedance of the earths in adjacent loops, for example a lake in the earth return of one, and rock in the other, the intermediate earth can carry almost the full circulating current.

If there are transpositions in the energized circuit, the phase angle of the induced current will be different along the line and can also create large circulating currents in the earthing system.

When work is carried out in the vicinity of a heavily loaded energized line, or a fault occurs on the adjacent energized line, the current induced in the new conductor being installed can be very large and can affect the choice of earthing assemblies.

4.2.2 Tension induite

En poursuivant l'analogie du transformateur à noyau d'air, si le nouveau conducteur en cours d'installation est mis à la terre en un point seulement, par exemple par la dépose (le retrait) de l'avant-dernière terre temporaire, il apparaît une tension secondaire à circuit ouvert par rapport à la terre. Cette tension est essentiellement nulle à l'emplacement de la terre restante et augmente proportionnellement à la longueur de la parallèle (voir Figure 4a).

Au moment de la dépose (du retrait) de l'avant-dernière terre, le courant de circulation électromagnétique est interrompu et une tension apparaît aux bornes de l'intervalle. Cette tension peut devenir dangereusement élevée, dans le cas d'une longue parallèle entre la ligne sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation. Il se peut qu'elle doive être limitée par une technique de mise à la terre séquentielle, par laquelle le nouveau conducteur est subdivisé par des terres intermédiaires. Les sections sont alors suffisamment courtes pour limiter la tension à circuit ouvert puisque les terres sont déposées de façon séquentielle (voir Figure 4b).

4.3 Charge électrostatique

Il convient de noter qu'un danger potentiel existe lorsqu'une ligne de distribution sur laquelle on doit travailler, qui est toujours isolée mais qui a été déconnectée, peut avoir une tension due à une charge électrostatique résultant des conditions atmosphériques, ou d'une charge rémanente provenant d'une ligne voisine qui a été mise hors tension. En conséquence, avant d'entreprendre tout travail sur la ligne de distribution, celle-ci doit être mise à la terre au moins en un point afin de procéder à la décharge électrostatique.

4.4 Réalimentation

Par suite d'un contact accidentel avec un conducteur sous tension, ou une erreur de manœuvre, un courant peut circuler dans la boucle de terre du conducteur sur lequel on travaille. Ce courant pourrait s'ajouter aux courants induits permanents. Lorsque l'on travaille sur de longues sections de la ligne de distribution, une différence de potentiel dangereuse peut apparaître sur le lieu de travail à cause de l'impédance de boucle.

En conséquence, des systèmes de mise à la terre appropriés, tels des systèmes de terre équipotentiels, doivent être appliqués sur chaque lieu de travail, car il n'est pas suffisant de faire confiance aux terres éloignées installées lorsque la ligne a été déconnectée par endroits et mise à la terre.

5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur

Les méthodes de déroulage utilisées pour installer les conducteurs de distribution couramment employées dans l'industrie de l'énergie électrique sont nombreuses et variées. Les méthodes exposées ci-dessous sont celles utilisées actuellement, mais elles sont constamment modifiées pour s'adapter à l'équipement disponible sur le moment. Les méthodes dépendent aussi quelque peu du type et de la section de la ligne de distribution à construire, du terrain sur lequel la ligne sera construite et de la densité de population de la zone dans laquelle la ligne est à construire, zone urbaine dense ou zone rurale relativement peu dense.

L'installation des conducteurs de distribution est généralement faite un conducteur à la fois. Cependant, certains distributeurs préfèrent installer les trois phases et le neutre en même temps avec une freineuse multiconducteur et un palonnier de déroulage. Les conducteurs isolés peuvent se présenter sous la forme de trois ou quatre conducteurs avec un câble de communication torsadés en faisceau. Ce faisceau est généralement mis en place sur les supports de la même manière que pour un seul conducteur.

Il y a quelques caractéristiques mécaniques et électriques qui sont importantes dans le choix de l'équipement de déroulage. Elles sont détaillées dans cet article.

4.2.2 Induced voltage

Continuing the analogy of an air-core transformer, if the new conductor being installed becomes earthed at one point only, for example by the removal of the last but one temporary earth, an open circuit secondary voltage to earth appears on the line. This voltage is essentially zero at the location of the remaining earth, and increases in proportion to the length of the parallel (see Figure 4a).

At the moment of removing the last but one earth, the circulating electromagnetic current is broken and a voltage appears across the gap. This voltage can become dangerously high, in the case of a long parallel between the energized line and the new conductor being installed. It may have to be limited by a technique of sequential earthing, in which the new conductor is subdivided by intermediate earths. The sections are then short enough to limit the open circuit voltage because the earths are sequentially removed (see Figure 4b).

4.3 Electrostatic charging

It should be noted that a potential hazard exists where a distribution line to be worked on, which is still insulated but has been isolated, may have a voltage due to electrostatic charging resulting from atmospheric conditions, or a remaining charge from an adjacent line which has been de-energized. Therefore, before starting any work operation on the distribution line, it shall be earthed at least at one point to discharge the electrostatic charge.

4.4 Re-energization

Due to accidental contact with an energized conductor, or a switching error, a circulating current may flow in the earth loop of the conductor being worked on. This could be in addition to steady-state induction currents. Where long sections of the distribution line are being worked on, a dangerous potential difference can occur in the work site because of the loop impedance.

Therefore, appropriate earth systems, such as equipotential earth systems, shall be applied on each site, as it is not sufficient to rely on remote earths applied when the line was regionally isolated and earthed.

5 Conductor stringing methods and equipment

The stringing methods used to install the distribution conductors currently employed in the electric power industry are many and varied. Outlined below are the basic methods currently in use, but they are invariably modified to accommodate equipment readily available. The methods also depend somewhat on the type and size of the distribution line to be built, the terrain over which the line is to be built, and whether the line is to be built in a congested urban area, or a relatively open rural area.

Installation of distribution conductors is usually made one conductor at a time. However, some utilities prefer to install all three phases plus neutral at one time with a multi-conductor tensioner and a running board. Insulated conductors may be in the form of three or four conductors with a messenger wire twisted together as a bundle. This bundle is usually installed on the structures in the same manner as one conductor.

There are some mechanical and electrical characteristics which are important in the choice of stringing equipment. They are detailed in this clause.

5.1 Méthode de déroulage détendu

La méthode de déroulage détendu est illustrée par les Figures 5a et 5b.

Il existe deux méthodes usuelles de déroulage détendu.

a) Méthode du touret stationnaire

Elle consiste en la localisation des tourets de conducteur à une extrémité du canton de tirage. Le conducteur est tiré le long du tracé de la ligne par un véhicule de remorquage (voir Figure 5a).

b) Méthode du touret roulant

Elle consiste à remorquer les tourets le long du tracé sur une remorque placée à l'arrière d'un véhicule de remorquage ou à l'arrière d'un camion, le conducteur étant déposé le long du tracé de la ligne (voir Figure 5b).

Les tourets de conducteur sont posés sur des porte-tourets, soit placés sur le sol soit chargés sur une remorque. Ces porte-tourets sont conçus pour supporter le touret sur un axe, lui permettant de tourner au fur et à mesure du déroulage du conducteur. Généralement, un dispositif de freinage est utilisé pour prévenir le déroulage intempestif du touret lorsque le tirage est interrompu.

Lorsque le conducteur est amené au-delà de chaque structure de support ou pylône, le véhicule de remorquage est arrêté et le conducteur est placé sur les poulies de déroulage attachées à la structure avant de passer à la structure suivante.

Cette méthode est essentiellement applicable à la construction des lignes rurales de distribution lorsque le tracé de la ligne est facilement accessible à un véhicule de remorquage. La méthode n'est pas pratique pour usage dans des sites urbains encombrés où il y a des dangers dus à la circulation routière ou ferroviaire et où il existe un danger de contact avec des circuits sous tension. Elle n'est pas non plus commode dans des régions montagneuses où le véhicule de remorquage ne peut pas suivre le tracé.

5.2 Méthode de déroulage sous tension mécanique

Un exemple typique de cette méthode est donné dans les Figures 6a, 6b, 6c et 6d.

En utilisant cette méthode, le conducteur est maintenu sous tension mécanique durant l'opération de déroulage afin d'éviter tout contact avec les circuits électriques sous tension existants qui peuvent passer au-dessus ou au-dessous du conducteur à installer. Le conducteur installé est également maintenu en hauteur afin de permettre la circulation normale sur voie ferrée ou sur route.

Dans la méthode typique de déroulage sous tension mécanique décrite, un câble pilote léger synthétique est d'abord tiré dans les poulies de déroulage, une pour chaque phase ainsi que le neutre, s'il est utilisé. Cela est normalement effectué en utilisant la méthode du touret stationnaire avec déroulage détendu soit en tirant manuellement le câble pilote pour le mettre en place sur chaque support soit avec un véhicule de remorquage (voir Figure 6a).

Le câble pilote est utilisé pour tirer un câble de tirage plus lourd (voir Figure 6b). Ce dernier est ensuite utilisé pour tirer le ou les conducteurs (voir Figure 6c).

Pour les installations comportant un seul conducteur par phase dans lesquelles le câble de tirage peut être assez petit, ce dernier peut être installé directement avec un véhicule de remorquage, ce qui élimine complètement l'utilisation d'un câble pilote.

5.1 Slack stringing method

The slack stringing method is illustrated in Figures 5a and 5b.

There are two commonly used methods for slack stringing.

a) Stationary reel method

This method is when the conductor reels are located at one end of the pull section. The conductor is dragged along the ground of the right of way by means of a towing vehicle (see Figure 5a).

b) Rolling reel method

Another variation of the slack stringing method is when the reels are towed along the right of way on a trailer behind a towing vehicle, or on the back of a truck, and the conductor is paid out along the right of way (see Figure 5b).

The conductor reels are held in reel stands, placed either on the ground or mounted on a trailer (reel carrier). These stands are designed to support the reel on a shaft, permitting it to turn as the conductor is pulled out. Usually a braking device is provided to prevent overrunning of the reel when the pulling is stopped.

When the conductor is towed past each supporting structure or tower, the towing vehicle is stopped and the conductor placed in stringing blocks attached to the structure before proceeding to the next structure.

This method is chiefly applicable to the construction of rural distribution lines, where the line right of way is easily accessible to a towing vehicle. The method is not practical to use in congested urban locations, where hazards exist from road or rail traffic, where there is danger of contact with energized circuits. Nor is the slack stringing method practical in mountainous regions where the towing vehicle cannot proceed along the right of way.

5.2 Tension stringing method

A typical example of this method is illustrated in Figures 6a, 6b, 6c and 6d.

Using this method, the conductor is kept under tension during the stringing process to keep the conductor from contacting the existing energized electrical circuits which may cross over or under the conductor to be installed. Also, the conductor being installed is kept high, allowing normal traffic on railway or road crossings.

With the typical tension stringing method shown, a light synthetic pilot rope is pulled into the stringing blocks first – one for each phase plus neutral (if used). This is normally done using the slack stringing stationary reel method, either by pulling the pilot ropes into place on each support structure manually, or with a towing vehicle (see Figure 6a).

The pilot rope is used to pull in a heavier pulling rope (see Figure 6b). The pulling rope is then used to pull in the conductor(s) (see Figure 6c).

For single conductor per phase installations, where the pulling rope can be quite small, the pulling rope may be installed directly with a towing vehicle, eliminating the use of a pilot rope completely.

Lorsqu'une ligne de distribution doit recevoir un nouveau conducteur, l'ancien conducteur est souvent utilisé comme câble de tirage pour tirer le nouveau conducteur. Cette procédure peut requérir des précautions supplémentaires car la résistance mécanique de l'ancien conducteur, et en particulier des manchons comprimés, peut être très douteuse. Passer des manchons comprimés usagés autour des réas du treuil, dans lesquels ils sont pliés puis redressés au passage des manchons de gorge en gorge dans les réas, peut provoquer une rupture soudaine des manchons et le conducteur peut alors tomber sur le sol, causant un contact électrique avec les conducteurs sous tension se situant à proximité, ou endommageant le conducteur à installer.

Une procédure mieux adaptée consiste à enlever le manchon lorsqu'il arrive en face du treuil et à installer une chaussette à chaque extrémité du câble endommagé. Cette chaussette est passée à travers les réas, et peut être enlevée avant que le conducteur ne soit enroulé dans l'enrouleuse.

5.3 Equipement de déroulage

Ce paragraphe traite de l'équipement utilisé lors de l'installation des conducteurs par la méthode de déroulage sous tension mécanique, et donne des critères généraux pour choisir ces machines en tenant compte des mesures de sécurité pour la protection du personnel contre les dangers électriques. Les mêmes critères de base sont également applicables au même équipement utilisé avec la méthode de déroulage détendu.

5.3.1 Freineuses

Pour les conducteurs de ligne de distribution, où la tension mécanique utilisée pour dérouler le conducteur est normalement inférieure à 5 kN, une freineuse de type tambour ou porte-touret est normalement utilisée. Le touret du conducteur lui-même est intégré dans la machine, et le touret est ralenti ou freiné à la tension de déroulage.

Pour les conducteurs de distribution nécessitant une tension mécanique de déroulage supérieure à 5 kN afin d'obtenir la distance de garde nécessaire, une freineuse de type à cabestan et un porte-touret sont normalement utilisés.

Il existe deux types de freineuses à réas:

- a) les freineuses à gorges multiples avec deux réas qui ont quatre gorges ou plus par réa;
- b) les freineuse à gorge en V avec un réa ayant une seule gorge en V. Des machines à gorge en V ont été réalisées avec deux réas ou plus, chacun ayant une simple gorge en V.

Il est recommandé d'être prudent lors de l'utilisation d'une freineuse à gorge en V, particulièrement pour les conducteurs à couches multiples. Le gonflement du conducteur a plus de chances de se produire, car la contrainte sur le conducteur due à la mise sous tension mécanique est appliquée à celui-ci sur une longueur plus courte que dans le cas de réas à gorges multiples.

5.3.1.1 Généralités

Les caractéristiques générales et souhaitables relatives aux machines utilisées comme freineuses sont les suivantes.

- a) Il est important, en particulier lors du travail à proximité ou à côté de conducteurs sous tension, que le nouveau conducteur soit installé délicatement sans secousse ni rebondissement qui pourraient causer un contact électrique avec les conducteurs voisins sous tension. En conséquence, des freineuses à freins entièrement hydrauliques sont recommandées. Il convient que le système de freinage donne un bon contrôle de la tension mécanique dans le conducteur à toutes les vitesses de déroulage et maintienne cette tension même lorsque le déroulage est arrêté.

Where a distribution line is to be reconducted, often the old conductor is used as a pulling rope to pull in the new conductor. Since the mechanical strength of the old conductor, and particularly the existing joints, may be very questionable, this procedure may require extra caution. Passing old joints around the bullwheels of the puller, where the joints are bent and then straightened, can cause sudden failure of the joints and the conductor may drop, causing electrical contact with adjacent energized conductors, or damage to the conductor being installed.

A preferred procedure is to cut out the joint when it arrives in front of the puller, and to fit a woven wire grip on both ends of the severed conductor. This grip is passed through the bullwheels, and can be removed before the conductor is wound on the reel winder.

5.3 Stringing equipment

This subclause deals with the equipment used in the tension stringing method of installing conductors, and gives some general criteria for choosing these machines, including safety measures for protection of personnel from electrical hazards. The same basic criteria will also apply to this equipment used with the slack stringing method.

5.3.1 Tensioners

For distribution conductors, where the tension used to string conductors is usually less than 5 kN, a drum type tensioner or reel stand is normally used. The conductor reel itself is inserted in the machine and the reel is retarded or braked to the stringing tension.

For distribution conductors where the tension needed to string the conductor is more than 5 kN to give the desired clearance, a bullwheel type tensioner and reel stand are normally used.

There are two types of bullwheel tensioners:

- a) multigroove tensioners with two bullwheels having four or more grooves per bullwheel;
- b) V-groove tensioners with one bullwheel having a single V-groove. Machines have been made with two or more bullwheels each having a single V-groove.

Caution is recommended when using a V-groove tensioner particularly for multilayer conductors. Birdcaging of the conductor has a greater possibility of occurring because the stress on the conductor due to the tensioning process is imparted to the conductor over a shorter length than is the case with multigroove bullwheels.

5.3.1.1 General criteria

General and desirable characteristics that apply to machines used as tensioners are the following:

- a) It is important, particularly when working near or adjacent to energized conductors, that the new conductor be installed smoothly without jerking or bouncing, which may cause contact with adjacent energized conductors. Therefore, fully hydraulic braked tensioners are recommended. The braking system should provide for a good control of the tension in the conductor at all stringing speeds and should hold this tension even when the pull is stopped.

- b) Le freinage mécanique de la freineuse a été utilisé dans les régions rurales où il n'est pas possible d'entrer en contact avec des conducteurs existants sous tension. Généralement, le freinage mécanique donne un contrôle moins régulier de la tension mécanique que le freinage entièrement hydraulique.

5.3.1.2 Choisir la capacité correcte de la freineuse

Les freineuses à réas sont généralement classées en fonction de la tension mécanique maximale qui peut être développée pour chaque conducteur. Les freineuses ou treuils-freineuses à tambour sont classés en fonction du couple maximal retardant qui peut être appliqué au touret du conducteur.

Il est important que la freineuse choisie pour chaque projet puisse tendre le conducteur de façon continue avec une garde suffisante au circuit sous tension érigé en dessous, et permette le dégagement aux croisements des routes et voies ferrées.

5.3.1.3 Autres critères pour le choix des freineuses

Lorsqu'une freineuse à réas ou un treuil-freineuse est utilisé, il convient de prendre en considération les critères spécifiques suivants.

- a) Il convient que les gorges des réas soient recouvertes d'un matériau qui protégera la surface du conducteur contre des dommages.
- b) Le diamètre minimal du réa, en fond de gorge est 35 fois le diamètre du conducteur.
- c) Le diamètre minimal de la gorge du réa est 1,1 fois le diamètre du conducteur.
- d) Il convient que les réas et revêtements de la freineuse permettent, de préférence, le passage et le déroulage du conducteur dont la couche extérieure est câblée normalement à droite. Cela signifie que, en se tenant derrière la freineuse face à la structure dans le sens du déroulage, le conducteur entrera dans les réas de la freineuse sur la gauche, sera enroulé sur la paire de réas de la gauche vers la droite, et sortira vers le structure du côté droit. Cela tendra à resserrer la couche extérieure câblée à droite lors du passage du conducteur à travers les réas.
- e) Il est recommandé de guider le conducteur dans la gorge correcte des revêtements du réa depuis le touret de conducteur, par des guides ou des rouleaux placés dessous et de chaque côté du conducteur.

Pour tout cabestan, freineuse à tambour ou treuil-freineuse à tambour, il convient de prendre en considération les critères supplémentaires suivants.

- f) Il doit y avoir un frein de retenue incorporé dans la chaîne cinématique, qui est en général de type à déclenchement hydraulique, avec un ressort pour maintenir le conducteur à la tension mécanique de déroulage en cas de rupture d'un composant de la chaîne cinématique ou d'une défaillance de l'hydraulique. L'opérateur doit également pouvoir mettre en service et desserrer le frein de retenue à partir du poste de contrôle.
- g) Il convient que le poste de contrôle de la freineuse ait un ou des dynamomètres indiquant la tension mécanique de chaque conducteur mis en place.
- h) Il convient que le poste de contrôle soit placé de telle façon que l'opérateur soit sur le châssis et ait une bonne visibilité du touret du conducteur et de l'opération de déroulage. Cela assurera aussi que l'opérateur sera au même potentiel que la machine freineuse dans le cas d'un contact électrique accidentel ou lorsque l'induction est présente.
- i) Il convient que le châssis de la freineuse comprenne des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Comme les freineuses sont généralement montées sur des remorques et peuvent facilement bouger sur un sol humide ou instable, des ancrages de retenue sont recommandés lorsque l'unité n'est pas maintenue accrochée au véhicule de remorquage.
- j) Le châssis de la freineuse doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.

- b) Mechanical braking of the tensioner has been used in rural areas where there is no possibility of contact with existing energized conductors. Generally, mechanical braking gives a less smooth control of the tension than does full hydraulic braking.

5.3.1.2 Choosing the correct capacity of the tensioner

Bullwheel tensioners are usually rated by the maximum tension that can be accomplished for each conductor. Drum puller/tensioners or tensioners are rated by the maximum retarding torque that can be applied to the conductor reel.

It is important that the tensioner chosen for each project should have the capacity to tension the conductor continuously, with sufficient clearance from energized circuit underbuild, and to clear traffic on road or rail crossings.

5.3.1.3 Other criteria for the selection of tensioners

If a bullwheel tensioner or puller/tensioner is used, the following specific criteria should be considered.

- a) The bullwheel grooves should be lined with a material which will prevent damage to the surface of the conductor.
- b) The minimum bullwheel diameter at bottom of groove = 35 times the conductor diameter.
- c) The minimum bullwheel groove diameter = 1.1 times the conductor diameter.
- d) The tensioner bullwheels and linings should preferably provide for reeving and stringing the normal right-hand outer lay conductor. This means that, standing behind the tensioner looking towards the tower in the direction of stringing, the conductor should enter the tensioner bullwheels on the left, be wound on the bullwheel pair from left to right, and exit to the tower on the right. This will tend to tighten the outer layer of normal right-hand lay conductor as the conductor passes through the bullwheels.
- e) It is recommended that the conductor be guided into the correct groove of the bullwheel linings from the conductor reel with fairlead sheaves or rollers placed below and on each side of the conductor.

For bullwheel, drum-tensioners or drum puller-tensioners, the following additional criteria should be considered.

- f) There shall be a holding brake incorporated in the drive train, which is usually a hydraulic off spring applied type so as to hold the conductor at stringing tension in case of a drive train or hydraulic component failure. The operator shall also be able to apply and release the holding brake from the control console.
- g) The tensioner control console should have a tension indicating gauge or gauges showing the tension in each conductor being installed.
- h) The tensioner control console should be located so that the operator is up on the frame, and has good visibility of the conductor reel and the stringing process. This will also ensure that the operator will be at the same voltage potential as the tensioner machine in case of an accidental electrical contact, or where induction is occurring.
- i) The tensioner frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of ground anchors to hold the machine in place on the job site. Since tensioners are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable ground, holding anchors are recommended where the unit is not left attached to the towing vehicle.
- j) The tensioner frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection specifically when attaching an earth clamp.

- k) Si la freineuse possède une cabine d'opérateur, un moteur ou autre composant avec des montages sur caoutchouc pour isoler du bruit et des vibrations, alors une tresse de mise à la terre doit être installée depuis la partie isolée jusqu'au châssis.
- l) La capacité de l'opérateur à entendre distinctement les instructions de travail pendant que la freineuse fonctionne est importante. Un système de communication approprié permettant de communiquer clairement avec l'opérateur du treuil et d'autres personnes participant à l'opération de déroulage doit être fourni.

5.3.2 Treuils

Les treuils sont construits suivant quatre types de base:

- a) les treuils à tambour pourvus soit d'un tambour unique, soit d'un tambour pour chaque conducteur à tirer;
- b) les treuils à réas à enrouleuse séparée;
- c) les treuils à réas à enrouleuse intégrée;
- d) les treuils-freineuses.

Les trois premiers types sont conçus pour agir principalement comme treuils seulement pour le câble pilote ou le câble de tirage.

Les treuils-freineuses peuvent être soit du type à tambour, et sont généralement utilisés pour le travail sur les lignes de distribution, soit du type à réas pour le travail sur les lignes de transport. Ces machines peuvent intervenir comme treuils pour enrouler le câble de tirage. La même machine, intervenant à l'autre extrémité du canton de tirage, peut être également utilisée comme freineuse du conducteur. Si la machine a un dévidoir et est utilisée comme une freineuse, il convient que le dévidoir soit placé sur un côté et non utilisé pour passer le conducteur, puisque les gorges ou les rouleaux du guide sont généralement trop petits en diamètre.

5.3.2.1 Généralités

Les caractéristiques courantes et souhaitables s'appliquant aux treuils sont les suivantes.

- a) Il est important que le conducteur soit tiré régulièrement, sans secousse ni rebond. Pour cette raison, il convient que les changements de vitesses du treuil soient réguliers.
- b) Le treuil doit avoir une puissance de traction suffisante pour démarrer le conducteur à pleine tension mécanique de déroulage après un arrêt.

5.3.2.2 Choix de la capacité correcte du treuil

Les treuils à réas sont généralement dimensionnés par le tir maximal qui peut être effectué à vitesse lente. Les treuils à tambour sont généralement dimensionnés par le couple de sortie. Il convient que la valeur du couple de sortie soit convertie en force maximale de traction correspondant au diamètre du câble de tirage sur le tambour lorsque le tambour est plein.

Pour tout projet particulier, la taille choisie du treuil doit prendre en compte la tension de tirage par conducteur, le nombre de conducteurs par phase devant être tirés simultanément et la longueur du canton de tirage.

5.3.2.3 Autres critères pour le choix des treuils

D'autres critères pour le choix des treuils sont les suivants.

- a) Lorsqu'un treuil à réas est choisi, il convient que les réas aient des gorges en acier trempé pour obtenir des caractéristiques de résistance maximales.

- k) If the tensioner has an operator's cab, engine or other component with rubber mounts to isolate noise or vibration, then an earthing strap shall be installed from the isolated component to the frame.
- l) The operator's ability to clearly hear work instructions while the tensioner is operating is important. A suitable communication system with ability to communicate clearly with the puller operator and other persons participating in the stringing process shall be provided.

5.3.2 Pullers

Four basic types of conductor pullers exist:

- a) drum pullers with either single drum, or one for each conductor to be pulled;
- b) bullwheel pullers with separate reel winder;
- c) bullwheel pullers with integral reel winder;
- d) puller tensioners.

The first three types are designed to act primarily as pullers for the pilot rope or pulling rope only.

Puller tensioners can be either of the drum type, which are normally used for work on distribution lines, or of the bullwheel type for work on transmission lines. These machines can act as pullers to wind in the pulling rope. The same machine, acting at the other end of the pull section, can be used to tension out the conductor. If the machine has a level winder, and it is used as a tensioner, the level winder should be moved to one side and not used to pass the conductor, since the levelwind sheaves or rollers are typically too small in diameter.

5.3.2.1 General criteria

General and desirable characteristics that apply to pullers are the following.

- a) It is important that the conductor be pulled smoothly, without jerking or bouncing. Therefore, puller speed changes should be smooth.
- b) The puller shall have sufficient pulling power to start the conductor moving at full stringing tension after a stop.

5.3.2.2 Choosing the correct capacity of puller

Bullwheel pullers are usually rated according to the maximum linepull that can be accomplished at low speed. Drum pullers are usually rated by output torque. This output torque rating should be converted to maximum linepull at the diameter of the pulling rope on the drum when the drum is fully wound with the rope.

The puller size chosen for any particular project shall take into account the stringing tension per conductor, the number of conductors to be pulled at one time and the length of the pull section.

5.3.2.3 Other criteria for the selection of pullers

Other criteria for the selection of pullers are as follows.

- a) If a bullwheel puller is chosen, the puller-bullwheels should have hardened steel grooves for maximum wear characteristics.

- b) Le diamètre des réas du treuil n'est pas aussi important que celui de la freineuse. Cependant, il n'est généralement pas recommandé d'utiliser un treuil avec un diamètre de réas inférieur à 20 fois le diamètre du câble.

Si le treuil doit être utilisé pour dérouler le conducteur ancien qui lui est utilisé comme câble de tirage pour le nouveau conducteur, il convient que le diamètre des réas du treuil soit au minimum **30 fois le diamètre du conducteur**.

Pour les treuils à réas et les treuils à tambour, il convient de considérer les critères supplémentaires précisés ci-dessous.

- c) Il doit y avoir un frein de retenue incorporé dans la chaîne cinématique du treuil. Celui-ci peut être de type à déclenchement hydraulique, avec un ressort pour maintenir le câble de tirage à la tension de déroulage en cas de rupture de la chaîne cinématique ou durant un arrêt normal. L'opérateur doit également pouvoir mettre en service ou libérer le frein de retenue à partir du poste de contrôle.
- d) Il convient que le poste de contrôle du treuil ait, de préférence, un dynamomètre de tirage incluant un dispositif de surcharge qui peut être réglé à l'avance par l'opérateur à la valeur maximale pouvant être tirée. Les treuils équipés avec ce dispositif doivent s'arrêter automatiquement lorsque ce niveau de charge est atteint. Cela empêchera le treuil de poursuivre le tirage vers des niveaux dangereux si le conducteur, le câble ou le palonnier de déroulage sont accrochés et maintenus en un point quelconque du canton de tirage.
- e) Il convient que les contrôles de l'enrouleuse (si elle est utilisée avec un treuil) soient incorporés dans le poste de contrôle du treuil pour les treuils de type à réa. Cela permettra à l'opérateur du treuil de contrôler entièrement l'opération d'enroulage du câble de tirage.
- f) Il convient que le poste de contrôle soit placé de telle façon que l'opérateur soit sur châssis et ait une bonne visibilité du câble de tirage et de l'opération de déroulage. Cela assurera que l'opérateur sera au même potentiel que le châssis du treuil dans le cas d'un contact accidentel électrique ou lorsque l'induction est présente.
- g) Il convient que le câble de tirage soit guidé dans la gorge correcte du réa (pour les treuils à réas), depuis la structure grâce à des guides ou des rouleaux placés sous le câble de tirage et de chaque côté de celui-ci. Il est également préférable que des rouleaux-guides similaires soient utilisés pour guider le câble de tirage depuis les réas jusqu'à l'enrouleuse.

Pour les treuils à tambour, un dévidoir est recommandé afin de s'assurer que le câble de tirage est guidé depuis la structure jusqu'au tambour du câble de tirage et enroulé régulièrement sur la largeur du tambour. Cela permet de procéder par une traction régulière et élimine les emmêlements avec le câble sur le tambour.

- h) Il convient que le châssis du treuil incorpore des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Comme les treuils sont généralement montés sur des remorques et bougent donc facilement sur un sol humide ou instable, des ancrages de maintien sont recommandés si le treuil n'est pas accroché de façon permanente au véhicule de remorquage.
- i) Le châssis du treuil doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.
- j) Si le treuil possède une cabine d'opérateur, un moteur ou un autre composant avec des montages sur caoutchouc pour isoler du bruit et des vibrations, alors une tresse de mise à la terre doit être installée depuis l'élément isolé jusqu'au châssis.
- k) La capacité de l'opérateur à entendre clairement les instructions de travail pendant que le treuil fonctionne est importante. Un système de communication approprié permettant de communiquer clairement avec l'opérateur de la freineuse et d'autres personnes participant à l'opération de déroulage doit être fourni.

- b) The diameter of the puller-bullwheels is not as important as that of the tensioner. However, it is usually not recommended to use a puller with bullwheel diameter of less than 20 times the rope diameter.

If the puller is to be used to pull out the old conductor, and this old conductor is used as the pulling rope to pull in the new conductor, then the puller bullwheel diameter should be a minimum of **30 times the conductor diameter**.

For both bullwheel and drum type pullers, the following additional criteria should be considered.

- c) There shall be a holding brake incorporated in the puller drive train. This can be a hydraulic off spring applied type so as to hold the pulling rope at stringing tension in case of a drive train failure, or during a normal stop sequence. The operator shall also be able to apply and release the holding brake from the control console.
- d) The puller control console should preferably have a linepull indicating gauge, including an overload device, which can be preset by the operator to a maximum pulling value. Pullers fitted with an overload device shall automatically stop when this level of linepull is reached. This will prevent the puller from continuing to pull up to dangerous levels if the conductor, rope or running board become snagged and held somewhere along the pull section.
- e) The controls for the reel winder (if used with a puller) should be incorporated in the control console of the puller for bullwheel type pullers. This will give the puller operator full control of the pulling rope winding operation.
- f) The puller control console should be located so that the operator is up on the frame, and has good visibility of the pulling rope and the stringing process. This will ensure that the operator and the puller frame will be at the same voltage potential in case of an accidental electrical contact or when induction is present.
- g) The pulling rope should be guided into the correct groove of the bullwheel (for bullwheel pullers) from the structure with fairlead sheaves or rollers placed below and on each side of the pulling rope. It is also preferable that similar fairlead rollers be used to guide the pulling rope from the bullwheels to the reel winder.

For drum type pullers, a level winder is recommended to ensure that the pulling rope is guided from the structure to the pulling rope drum, and evenly wound across the width of the drum. This makes for smooth pulling and eliminates tangles with the rope on the drum.

- h) The puller frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of earth anchors to hold the machine in place on the job site. Since pullers are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable earth, holding anchors are recommended if the puller is not left attached to the towing vehicle.
- i) The puller frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection, specifically when attaching an earth clamp.
- j) If the puller has an operator's cab, engine or other component with rubber mounts to isolate noise or vibration, then an earthing strap shall be installed from the isolated component to the frame.
- k) The operator's ability to clearly hear work instructions while the puller is operating is important. A suitable communication system with ability to communicate clearly with the tensioner operator and other persons participating in the stringing process shall be provided.

5.3.3 Enrouleuses

Les enrouleuses sont utilisées pour enrouler le câble de tirage derrière les treuils à réas. Elles ne sont pas nécessaires lors de l'utilisation de treuils à tambour.

Les enrouleuses sont quelquefois incorporées dans le même châssis que les treuils à réas, mais lorsqu'il s'agit de treuils plus importants, l'enrouleuse est généralement une machine complètement séparée afin de réduire le poids d'ensemble de chaque composant.

Les enrouleuses peuvent posséder leur propre source d'énergie pour entraîner le touret de câble, ou elles peuvent être pilotées hydrauliquement depuis le treuil par l'intermédiaire de conduits flexibles hydrauliques.

Dans tous les cas, elles sont toujours pilotées de façon à enrouler le câble de tirage plus vite que le treuil ne peut fournir de câble à l'enrouleuse. Cela assure la tension permanente du câble de tirage entre le treuil et l'enrouleuse afin que le câble ne se détende pas sur les réas.

5.3.3.1 Critères pour le choix des enrouleuses

Les critères pour le choix des enrouleuses sont les suivants.

- a) Les enrouleuses possèdent quelquefois un système de guide-câble d'enroulage qui aide à enrouler régulièrement le câble de tirage autour du touret et empêche un enroulage irrégulier qui pourrait occasionner un enchevêtrement du câble sur le touret.
- b) Il convient que l'enrouleuse puisse recevoir un touret de câble de tirage de la taille et du poids conformes au projet.
- c) Il est nécessaire de déconnecter la commande de pilotage de l'enrouleuse pendant la partie de l'opération de déroulage qui consiste à dérouler le câble de tirage depuis le treuil jusqu'à la freineuse du canton de tirage. Dans ce cas, l'enrouleuse a généralement un frein qui prévient l'emballement afin d'empêcher le tambour de continuer à tourner quand l'opération de tirage du câble est arrêtée.
- d) Il doit y avoir un frein de retenue ou un frein par rotation inversée incorporé dans la chaîne cinématique de l'enrouleuse afin de maintenir le câble de tirage à une tension normale entre l'enrouleuse et les réas du treuil en cas de rupture de la chaîne cinématique ou durant un arrêt normal.
- e) Si l'enrouleuse ne fait pas partie intégrante du treuil, il convient que son châssis comporte des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Des ancrages de fixation sont recommandés puisque les enrouleuses sont habituellement montées sur des remorques, et bougent facilement sur des sols humides ou instables.
- f) Si l'enrouleuse ne fait pas partie intégrante du treuil, son châssis doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.

5.3.4 Porte-tourets de déroulage

Les porte-tourets sont utilisés pour maintenir les tourets du conducteur. Ils peuvent être utilisés pour tendre le conducteur de distribution lorsque de tels conducteurs sont petits, généralement 13 mm et moins, et quand il n'y a pas possibilité de contact entre le nouveau conducteur à installer et les conducteurs sous tension existants. Quand il sont utilisés avec une freineuse à réas, ils sont positionnés à l'arrière de la freineuse et utilisés pour dérouler le conducteur du touret alors qu'il alimente la freineuse. Ils peuvent être autonomes mais, généralement, les tourets sont chargés sur les porte-tourets par une grue ou autres moyens de levage. Ils sont généralement équipés d'un frein mécanique afin de retarder le touret pendant le déroulage.

5.3.3 Reel winders

Reel winders are used to wind up a pulling rope behind bullwheel pullers. They are not required for drum pullers.

Reel winders are sometimes incorporated on the same frame as the bullwheel pullers, but usually for larger pullers, the reel winder is a completely separate machine to reduce overall weight of each component.

They can have their own power source for driving the rope drum, or they may be powered from a hydraulic drive on the puller by means of hydraulic hose connections.

In any case, they are always driven so that they tend to wind up the pulling rope faster than the puller is able to feed the rope to the reel winder. This ensures that the pulling rope always remains taut between the puller and the reel winder so that the rope does not loosen on the puller bullwheels.

5.3.3.1 Criteria for choosing reel winders

The criteria for choosing reel winders are as follows.

- a) Reel winders sometimes have a levelwind system to help wind the pulling rope evenly across the rope drum and prevent uneven build-up that could cause snarling of the rope on the drum.
- b) The reel winder should be able to accommodate the size and weight of the pulling rope drum to be used on the project.
- c) It is necessary to disconnect the take-up drive on the reel winder for the part of the stringing process when the pulling rope is being installed from the puller end to the tensioner end of the pull section. In this case, the reel winder usually has an overspin brake to prevent the rope drum from continuing to turn when the rope pulling operation has stopped.
- d) There shall be a holding brake or reverse motion brake incorporated in the reel winder drive train so as to hold the pulling rope at normal tension between the reel winder and the puller bullwheels in case of a drive train failure, or during a normal stop sequence.
- e) If the reel winder is not an integral part of the puller, the reel winder frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of anchors to hold the machine in place on the job site. Since separate reel winders are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable earth, holding anchors are recommended.
- f) If the reel winder is not an integral part of the puller, the reel winder frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection specifically when attaching an earth clamp.

5.3.4 Reel stands

Reel stands or reel carriers are used to hold the conductor reels. They can be used to directly tension the distribution conductor when such conductors are small, usually 13 mm or less, and where there is no possibility of contact between the new conductor being installed and existing energized conductors. When used with a bullwheel tensioner, they are positioned behind the tensioner, and used to wind off the conductor from the reel as it is fed to the tensioner. They can be self-loading, but usually the reels are loaded into the reel stands by crane, or other lifting means. They usually have a mechanical type brake to retard the reel during stringing.

Il est recommandé d'utiliser une freineuse à tambour à commande hydraulique pour les projets de déroulage avec des conducteurs plus gros, ou lors de l'installation de conducteurs au voisinage d'autres conducteurs sous tension.

Les porte-tourets sont quelquefois incorporés dans le même châssis que la freineuse, mais en général seulement pour des freineuses mono-conducteur.

Le porte-touret possédera un frein pour maintenir la tension mécanique sur le conducteur entre le porte-touret et la freineuse. Il convient que ce frein soit de taille suffisante pour maintenir cette tension aux vitesses normales de déroulage jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de câble sur le touret.

5.3.4.1 Critères pour le choix des porte-tourets de déroulage

Les critères pour le choix des porte-tourets de déroulage sont les suivants.

- a) Le porte-touret doit pouvoir recevoir un touret de la taille et du poids correspondant au projet.
- b) Si le porte-touret ne fait pas partie intégrante de la freineuse, il convient que le châssis du porte-touret comporte des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Cela est spécialement nécessaire lorsque les porte-tourets sont chargés sur des remorques, car ils bougent facilement sur un sol humide ou instable. Des ancrages de maintien sont alors recommandés.
- c) Si le porte-touret ne fait pas partie intégrante de la freineuse, le châssis du porte-touret doit comporter une bride ou une barre de terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.

5.3.5 Treuil de câble pilote

Les treuils de câble pilote utilisés pour construire des lignes de distribution sont généralement du type à tambour rétractable et sont actionnés à partir d'un arbre de commande sur le treuil ou le treuil-freineuse.

Le système de câble pilote est utilisé pour tirer le câble de tirage de l'extrémité du canton de tirage où est le treuil à l'extrémité où se trouve la freineuse.

5.3.6 Câble pilote, câble de tirage

Les câbles pilotes et les câbles de tirage utilisés sur un chantier de ligne de distribution sont généralement des câbles synthétiques de haute résistance spécialement fabriqués pour cet usage. Il est recommandé que chaque câble pilote ait une couleur différente pour chaque phase plus, le cas échéant, le neutre, de telle façon que le câble pilote soit toujours placé dans la même poulie de déroulage de phase pendant l'installation.

Une des caractéristiques les plus importantes du câble pilote ou du câble de tirage est son aptitude à ne pas vriller, particulièrement puisque le câble est tendu sur de longues distances. Il convient que le câble ne transmette pas de vrillage ou de tournoiement excessifs au conducteur ou au palonnier de déroulage.

Lorsque des câbles synthétiques sont utilisés comme câbles de tirage ou comme câbles pilotes, il convient de ne pas les considérer comme isolants. Ils peuvent, à l'origine, présenter une résistance électrique élevée, mais l'expérience a montré qu'en cas d'utilisation prolongée, la surface du câble synthétique devient suffisamment souillée pour devenir conductrice, particulièrement dans des conditions humides.

It is recommended that a hydraulic drive drum tensioner be used for stringing projects with larger conductors, or when installing conductors in the vicinity of other energized conductors.

Reel stands are sometimes incorporated on the same frame as the tensioner, but usually only for single conductor tensioners.

The reel stand will require a brake to hold a tension in the conductor between the reel stand and the tensioner. This brake should be of sufficient size to hold this tension at normal stringing speeds until the reel has been emptied of conductor.

5.3.4.1 Criteria for choosing reel stands

Criteria for choosing reel stands are as follows.

- a) The reel stand shall be able to accommodate the size and weight of the conductor reel to be used on the project.
- b) If the reel stand is not an integral part of the tensioner, the reel stand frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of earth anchors to hold the machine in place on the job site. This is especially required if the reel stands are trailer mounted, and will move easily on wet or unstable earth. Holding anchors are recommended.
- c) If the reel stand is not an integral part of the tensioner, the reel stand frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection, specifically when attaching an earth clamp.

5.3.5 Pilot rope puller

Pilot rope pullers used to construct distribution lines are usually the removable drum type and are powered from a drive shaft on the tensioner or puller/tensioner.

The pilot rope system is used to pull the pulling rope from the puller of the pull section to the tensioner end.

5.3.6 Pilot rope, pulling rope

Pilot ropes and pulling ropes for distribution line work are usually high strength synthetic ropes, specially constructed for this purpose. It is recommended that each pilot rope be a different colour for each phase plus neutral (if used), so that the pilot rope is always put in the same phase stringing block during installation.

One of the most important characteristics of a pilot or pulling rope is its non-twisting capability, especially since the rope is stretched over long distances when used. The rope should not impart excessive twist or spin to the conductor or the running board.

Where synthetic ropes are used as pulling or pilot ropes, they should not be considered as insulating. They may initially present a high resistance electrical path, but experience has shown that over time and with use, the surface of the synthetic rope becomes sufficiently contaminated to be conductive, particularly in wet conditions.

Il est recommandé que les câbles synthétiques utilisés comme câbles de tirage ou câbles pilotes soient choisis pour avoir une élongation ou un étirement ne dépassant pas 3 % de la charge maximale de travail ou 20 % de la charge de rupture du câble. Un allongement excessif signifie que le câble emmagasine une énergie élastique considérable qui peut être dangereuse en cas de rupture du câble et nécessite de lourds tourets de stockage pour résister aux forces de compression qui résultent de cette énergie élastique.

Le facteur de sécurité recommandé pour les câbles de tirage et les câbles pilotes est:

- câbles en acier: la charge de rupture du câble ne doit pas être inférieure à trois fois la charge de travail maximale attendue;
- câbles synthétiques: la charge de rupture du câble ne doit pas être inférieure à cinq fois la charge de travail maximale attendue. Certains câbles synthétiques de haute résistance ont été utilisés avec succès à une charge de rupture de quatre fois la charge de travail maximale attendue. Il convient que le fabricant approuve de façon spécifique la charge maximale de travail sur ces câbles.

NOTE Sous certaines autorités judiciaires, les codes de sécurité peuvent exiger un rapport entre la charge de travail et la charge de rupture plus élevé que ceux indiqués ci-dessus.

5.3.7 Poulies de déroulage

Les poulies de déroulage sont installées sur chaque structure, généralement à l'extrémité de chaque isolateur de phase ou près de l'isolateur sur une traverse ou un support d'isolateur. Elles sont utilisées pour positionner et faire passer le conducteur en cours du déroulage.

Les poulies de déroulage pour conducteur de distribution ont habituellement un réa non garni avec une surface de gorge lisse afin d'assurer une protection contre tout dommage au conducteur. Des poulies avec une garniture en élastomère sont également utilisées.

Les garnitures de réa peuvent être en caoutchouc, néoprène, uréthane ou autre élastomère.

Il convient que le matériau de garniture du réa ne soit pas considéré comme conducteur, même s'il contient un élément conducteur. L'expérience a montré que des garnitures prétendues conductrices deviennent essentiellement non conductrices après une période d'utilisation.

Il est recommandé que les réas de la poulie de déroulage soient montés sur un axe ou des roulements à bille de très bonne qualité afin de minimiser le roulement et la résistance de frottement de la poulie durant le déroulage. Il convient que les roulements soient de type étanche, graissé par le fabricant, ou lubrifiables de nouveau au moyen d'un accessoire de graissage.

La charge de la poulie de déroulage spécifiée par le fabricant ne doit pas être dépassée. Un soin particulier doit être apporté aux poulies de déroulage utilisées sur des supports d'angle ou sur des supports en face du treuil et de la freineuse afin de s'assurer qu'elles ne sont pas en surcharge durant l'opération de déroulage. Ces poulies sont généralement choisies avec des valeurs de charge et des diamètres de réa supérieurs.

5.3.7.1 Critères de choix pour les poulies de déroulage

Les critères de choix pour les poulies de déroulage sont les suivants.

- a) Pour les lignes de distribution pour lesquelles le diamètre de conducteur est inférieur à 25 mm et la portée moyenne est de 80 m ou moins, un diamètre minimal de 115 mm du fond de la gorge de la poulie de déroulage est acceptable pour utilisation sur des structures tangentielles.

It is recommended that synthetic ropes used as pulling or pilot ropes should be chosen to have a stretch or elongation not exceeding 3 % at the maximum working load or at 20 % of the rope breaking strength. Excessive stretch means the rope stores considerable elastic energy which can be dangerous in case of rope breakage, and which requires heavy storage reels to resist the crushing forces resulting from this elastic energy.

The recommended factor of safety for pulling and pilot ropes is:

- steel ropes: the rope breaking strength shall be not less than three times the expected maximum working load;
- synthetic ropes: the rope breaking strength shall not be less than five times the expected maximum working load. Some high strength synthetic ropes have been used successfully at a breaking strength of four times the expected maximum working load. The manufacturer should specifically approve the maximum working load on these ropes.

NOTE In some jurisdictions, safety codes may require a working load to breaking strength ratio higher than the above values.

5.3.7 Stringing blocks

Stringing blocks are installed on each structure, usually at the end of each phase insulator or near the insulator on a crossarm or insulator bracket. They are used to position and pass the conductor as it is being strung.

Stringing blocks for distribution conductor usually have an unlined sheave with a smooth groove surface to protect against damage to the conductor. Blocks with an elastomer lining are also used.

Sheave linings may be of rubber, neoprene, urethane or other elastomer.

The sheave lining material should not be considered as conductive, even if it contains a conductive element. Experience has shown that so-called “conductive linings” become essentially non conductive after a period of use.

It is recommended that the stringing block sheaves be provided with high quality roller or ball bearings to minimize the rolling and frictional resistance of the block during stringing. The bearings should be either of the sealed type, greased by the manufacturer or lubricated by means of a grease fitting.

The load rating specified by the manufacturer for the stringing block shall not be exceeded. Special care shall be taken with the stringing blocks used on angle structures or on the structure in front of the tensioner and puller to ensure that they are not overloaded during the stringing process. These blocks are usually chosen with a larger load rating and a larger sheave diameter.

5.3.7.1 Criteria for choosing stringing blocks

Criteria for choosing stringing blocks are as follows.

- a) For distribution lines where the conductor diameter is less than 25 mm, and the average span length is 80 m or less, a minimum stringing block root diameter of 115 mm is acceptable for use on tangent structures.

Par suite des charges imposées aux poulies de déroulage situées sur les supports d'angle avec un angle de plus de 20°, et sur les supports en face des treuils et des freineuses, il convient d'utiliser une poulie de déroulage plus grande. Dans ce cas, un diamètre minimal en fond de la gorge de 200 mm avec une caractéristique de charge plus élevée est requis.

Lorsque le conducteur utilisé est supérieur à 25 mm ou que la longueur de la portée moyenne est supérieure à 80 m, il est recommandé d'utiliser les critères pour les poulies de déroulage spécifiés dans la CEI 61328.

Il convient que le profil et le rayon de la gorge soient suffisamment larges pour permettre le passage des émerillons de conducteur et des chaussettes sans que ceux-ci passent trop haut dans la gorge et ne produisent de surcharge soudaine au réa. Il est également important de prendre en considération la forme de la gorge du réa si l'on désire faire des manchons comprimés à l'avant de la freineuse et les faire passer à travers les poulies de déroulage. Dans ce cas, il convient de prendre en considération un réa avec gorge élargie.

- b) Il convient que le châssis de la poulie de déroulage permette une ouverture supérieure ou latérale pour le déplacement facile des conducteurs durant l'opération de mise sur pinces;
- c) Il convient que la gorge de la poulie de déroulage multiconducteur, ou l'emplacement à travers lequel passe le conducteur, soit conçue pour permettre le passage sans secousse d'un palonnier de déroulage.

5.3.8 Terre de poulie de déroulage

Les terres des poulies de déroulage sont attachées aux poulies de déroulage. Elles sont utilisées pour réaliser une liaison électrique à la terre. Elles peuvent consister en un rouleau séparé qui fait contact avec le conducteur si la poulie de déroulage a un réa avec garniture. Cependant, il est acceptable de fixer la pince de terre directement à la poulie de déroulage sur un point spécial de mise à la terre du châssis si la poulie a un réa non garni.

Quelques caractéristiques importantes d'une terre de poulie de déroulage sont:

- a) elle doit être capable de résister à un courant symétrique de 20 000 A pendant 20 périodes;
- b) elle doit avoir un piquet de terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un câble de terre avec un étau de terre tel qu'illustré à la Figure 7f;
- c) la terre de la poulie de déroulage doit être d'une conception telle que les manchons comprimés du conducteur, les chaussettes avec émerillons ou les jonctions de câble puissent passer facilement à travers ou sur la terre de la poulie de déroulage. La terre de la poulie de déroulage doit être maintenue fermement sur le câble ou le conducteur;
- d) les réas de la terre de la poulie de déroulage sont normalement en aluminium.

5.3.9 Terre roulante

Les terres roulantes sont placées sur les conducteurs en mouvement ou sur les câbles métalliques de tirage/pilotes et utilisées pour fournir une liaison électrique à la terre. Elles sont normalement utilisées aux sites de tirage et de freinage.

Quelques caractéristiques importantes d'une terre roulante:

- a) elle doit être capable de résister à un courant symétrique de 20 000 A pendant 20 périodes;
- b) elle doit avoir un piquet de terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un câble de terre avec un étau de terre tel qu'illustré à la Figure 7b;

Due to the loads imposed on stringing blocks located on angle structures with more than a 20° breakover angle, and on the structures in front of the puller and tensioner, a larger stringing block should be used. In this case, a minimum root diameter of 200 mm with larger load rating is required.

Where the conductor used is larger than 25 mm, or the average span length is more than 80 m, it is recommended that the criteria for stringing blocks as specified in IEC 61328 be used.

The groove profile and the groove radius should be wide enough to allow the passage of conductor swivels and woven wire grips without these riding high in the groove and imparting a shock load to the sheave. It is important also to consider the shape of the sheave groove if it is desired to make conductor compression joints in front of the tensioner and pass these through the stringing blocks. In this case, a wide sheave groove should be considered.

- b) The stringing block frame should allow for opening of the top or side for easy removal of the conductors during the clipping-in operation.
- c) The throat of a multi-conductor stringing block, or the area where the conductor passes through, should be designed to allow for the smooth passage of a running board.

5.3.8 Stringing block earth

Stringing block earths are attached to the stringing block. They are used to provide an electrical path to earth. They can consist of a separate roller which contacts the conductor if the stringing block has a lined conductor sheave. However, it is acceptable to attach the earth clamp directly to the stringing block via a special frame earthing attachment point if the block has an unlined conductor sheave.

Some important characteristics of a stringing block earth are:

- a) it shall be capable of withstanding a current of 20 000 A symmetrical for 20 cycles;
- b) it shall have an earthing bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection, specifically when attaching an earth cable with earth clamp as shown in Figure 7f;
- c) compression joints, woven wire mesh joints with swivels, or rope joints shall pass through or over the stringing block earth easily. The stringing block earth shall be held tightly on the rope or conductor;
- d) the stringing block earth sheaves are normally of aluminium.

5.3.9 Running earth

Running earths are placed on moving conductors or metallic pulling/pilot ropes and used to provide an electrical path to earth. They are normally used at the pull and tension sites.

Some important characteristics of a running earth include:

- a) it shall be capable of withstanding a current of 20 000 A symmetrical for 20 cycles;
- b) it shall have an earthing bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection, specifically when attaching an earth cable with earth clamp as shown in Figure 7b;

- c) la terre roulante doit être d'une conception telle que le manchon comprimé du conducteur, les chaussettes avec émerillons ou les jonctions de câble passeront à travers la terre roulante sans avoir à être démontés du conducteur ou du câble. La terre roulante doit être attachée fermement au câble ou au conducteur;
- d) les réas sont normalement en aluminium pour les terres roulantes utilisées sur des conducteurs et en acier trempé pour les terres roulantes utilisées sur des câbles de tirage/pilotes;
- e) la terre roulante doit avoir un point de fixation pour une corde d'ancrage qui maintienne la terre immobile pendant que le conducteur ou le câble la traverse. Le câble de terre ne doit jamais être utilisé comme ancrage.

5.4 Communications

La capacité des opérateurs, du personnel de surveillance et des observateurs aux points critiques du canton de tirage (tels que le croisement avec d'autres lignes sous tension) à communiquer clairement et rapidement entre eux est extrêmement importante lorsqu'on installe des conducteurs selon la méthode de déroulage sous tension mécanique.

Ces personnes doivent posséder chacune un système de radio avec une fréquence libre de toute interférence extérieure et placé à l'endroit d'intervention. Il convient que cette fréquence de communication soit utilisée par l'opérateur du treuil, l'opérateur de la freineuse, le ou les surveillants et, si nécessaire, par la personne qui suit le palonnier lors de son déplacement d'une structure à l'autre, et par les personnes situées aux points de vérification intermédiaires.

Le défaillance de l'une quelconque des radios du système doit provoquer l'arrêt immédiat du tirage.

Le système de radio ou de télécommunication utilisé par les opérateurs du treuil et de la freineuse doit consister en un appareil portable avec écouteurs et microphone, mais sans liaison conductrice à la machine, qui pourrait constituer un circuit électrique dangereux à l'opérateur en cas de contact électrique pendant le déroulage et si l'opérateur quittait la zone équipotentielle avec son équipement radio sur lui.

6 Exigences spéciales pour mises à la terre

Cet article présente les systèmes de mise à la terre temporaires recommandés pour chacune des procédures de travail utilisées pour l'installation des conducteurs de distribution.

La plupart des protections par mise à la terre décrites ci-après s'appliquent aux conducteurs de distribution nus. Cependant, il est important de réaliser que les conducteurs de ligne aérienne isolés ou recouverts sont soumis à plusieurs des mêmes dangers pendant l'installation.

Il est généralement admis qu'il ne faut pas compter sur l'isolement de ces conducteurs pour la protection de l'équipement et du personnel s'il se produit un contact direct avec un conducteur sous tension. Par ailleurs, pendant le processus de déroulage, l'âme du conducteur isolé est exposée à l'extrémité soumise à la traction, où une chaussette métallique est souvent utilisée.

Lorsque des techniques spéciales sont requises pour les conducteurs aériens isolés, elles seront mentionnées ci-après.

Le degré de protection par mise à la terre exigé pour un projet donné d'installation de conducteur dépend de l'exposition aux risques électriques qui existent dans la zone particulière de travail sur le projet.

- c) it shall be of such a design that conductor compression joints, woven wire mesh joints with swivels, or rope joints will pass through the running earth without having to be removed from the conductor or rope. The running earth shall be held tightly on the rope or conductor;
- d) the sheaves are normally of aluminium for running earths used on conductors, and of hardened steel for running earths used on steel pulling/pilot rope;
- e) the running earth shall have an attachment point for an anchor rope which will hold the earth stationary while the conductor or rope moves through it. The earthing cable shall never be used as an anchor.

5.4 Communications

The ability of the equipment operators, supervisory personnel, and observers at critical points in the pull section (such as at energized line crossings), to communicate clearly and quickly with one another is extremely important when using the tension stringing method of installing conductors.

These personnel shall each have a radio system with a channel that is free from outside interference, and is located at their operating position. Included in this communication channel should be the puller operator, the tensioner operator, the supervisor(s) and, if applicable, the person following the running board as it moves from structure to structure, and persons at intermediate check points.

Failure of any radio in the system shall be cause for immediate stoppage of the pulling operation.

The radio or telecommunication system used by the puller operator and the tensioner operator shall be a portable set with earphones and microphone, but with no conductive wire connection to the machine, which could become a dangerous electrical path to the operator in case of electrical contact during stringing and if the operator were to leave the bonded area with his radio still attached to his person.

6 Special earthing requirements

This clause provides recommended temporary earthing systems for each of the work procedures used in the installation of distribution conductors.

Most of the earthing protection described below applies to bare distribution conductors. However, it is important to realize that an insulated or covered overhead conductor is subject to many of the same hazards during installation.

It is generally recognized that the insulation on these conductors should not be relied on for protection of equipment and personnel if a direct contact with an energized conductor occurs. Also, during the stringing process, the core of an insulated conductor is exposed at the pulling end where a metallic woven wire grip is often used.

Where special techniques are required for insulated overhead conductors, they will be mentioned herein.

The degree of earthing protection required for a given conductor installation project depends upon the exposure to electrical hazards which exist within the particular work area on the project.

Lors de l'installation de nouveaux conducteurs de distribution dans une zone éloignée d'autres lignes sous tension ou de lignes voisines parallèles et dans une période sans activité orageuse, des exigences **minimales** de mise à la terre doivent être appliquées. Celles-ci englobent la mise au potentiel et la mise à la terre de tout l'équipement mobilisé sur les sites de tirage et de freinage. De plus, il convient d'installer des terres roulantes sur tous les câbles pilotes ou de tirage métalliques, et sur le conducteur à l'avant de l'équipement de tirage et de freinage. Lorsque des exigences **minimales** de mise à la terre sont utilisées, il convient de noter qu'il n'y a aucune protection des travailleurs vis-à-vis des tensions de pas et de contact.

Par contre, pour un projet dans une zone à haute densité impliquant le croisement de lignes existantes sous tension ou la construction d'un nouveau circuit sur les mêmes structures au-dessus ou en dessous d'une ligne existante parallèle sous tension, ou lorsqu'il y a une probabilité élevée d'activité orageuse et de conditions météorologiques défavorables, des exigences **maximales** de mise à la terre doivent être appliquées.

Celles-ci englobent la mise au potentiel et la mise à la terre de l'équipement, l'utilisation de terres roulantes, de mailles de terre sur les lieux de travail et de terres de poulies de déroulage. Ces terres et ces mailles doivent être dimensionnées et conçues pour un courant de défaut quand il y a possibilité d'un contact direct avec une ligne sous tension.

Les dimensions des étaux de terre, du câble de terre ou des piquets de terre ne sont pas présentées en détail, mais des lignes directrices sont données dans l'Annexe A.

Les Figures 6a, 6b et 6c mettent en évidence les procédures de mise à la terre recommandées pour une séquence de travail de déroulage de conducteur, où les risques électriques dus à l'une quelconque des possibilités décrites dans l'Article 4 sont sévères et nécessitent des exigences **maximales** de mise à la terre.

En plus de s'assurer que les sectionneurs sur la nouvelle ligne en construction sont ouverts, des mises à la terre et d'autres mesures de protection doivent être employées afin d'assurer une protection raisonnable et adaptée à tout le personnel. La meilleure précaution de sécurité consiste à considérer tout le matériel comme s'il pouvait être mis sous tension à tout instant. Le niveau de protection fourni pour un projet spécifique doit être une décision du directeur de projet, soumise seulement aux réglementations applicables à ce sujet et reposant sur une bonne compréhension des risques potentiels. Cependant, le présent Rapport Technique donne des recommandations sur les systèmes de mise à la terre qui ont été développés au cours des années et qui ont prouvé leur efficacité.

Lorsque les travaux ont lieu dans des zones habitées où le public peut accéder par inadvertance au lieu de travail, il est nécessaire de prendre des mesures supplémentaires pour isoler le chantier, comme la présence de surveillants de sécurité et de balises. Les chantiers doivent être entourés de grillages et de dispositifs avertisseurs placés de façon visible pour informer le public du danger.

6.1 Systèmes de mise à la terre sur le lieu de travail

Les paragraphes suivants donnent des recommandations de mise à la terre spécifiques pour l'équipement et pour les autres composants utilisés durant les opérations de déroulage du conducteur.

6.1.1 Considérations générales

6.1.1.1 Mise à la terre au neutre du réseau

Si un conducteur de neutre du réseau qui est déjà mis à la terre est disponible sur un circuit adjacent, il est préférable de connecter la maille de terre, les conducteurs et les terres de l'équipement à ce neutre du réseau, car le neutre fournit une résistance faible connue de mise à la terre.

When new distribution conductors are installed in an area remote from other energized lines, or parallel adjacent lines, and with no thunderstorm activity present, the **minimum** earthing requirements, at least, shall be used. These minimum requirements include bonding and earthing of all equipment involved at pull and tension sites. In addition, running earths should be installed on all metallic pulling or pilot ropes, and on the conductor in front of the pulling and tensioning equipment. When **minimum** earthing requirements are used, it should be noted that protection of workers from step and touch potential does not exist.

In contrast to the above, for a project located in a congested area involving the crossing of existing energized lines, or the building of a new circuit on the same structure over or under an existing energized parallel line, or where there is a high probability of thunderstorm activity and adverse weather conditions, **maximum** earthing requirements shall be used.

Such maximum earthing requirements include bonding and earthing of equipment, the use of running earths, earth mats at work sites, and stringing block earths. These earths and mats shall be sized and designed for a fault current where direct contact with an energized line is possible.

Sizing of the individual earth clamps, earth cable, or earth rods are not detailed here, but some general guidelines can be found in Annex A.

Figures 6a, 6b and 6c show the recommended earthing procedures for the conductor stringing sequence of the work, where the electrical hazards due to any of the possibilities described in Clause 4 are severe and require **maximum** earthing requirements.

In addition to making sure switches on the new line under construction are open, earthing and other protective measures shall be employed to ensure reasonable and adequate protection to all personnel. The best safety precaution is to consider all equipment as if it could become energized at any time. The degree of protection provided for a specific project shall be a decision made by the project supervisor, subject only to the applicable regulations in force for that situation, and based on a clear understanding of the potential hazards. However, this Technical Report gives recommendations on earthing systems that have been developed over a number of years and have proved effective.

When working in populated areas where onlookers could inadvertently wander into work site areas, additional measures for isolating the work site, such as safety observers and warning signs, are required. Work sites shall be surrounded with fence and warning signs prominently posted to alert onlookers to the danger.

6.1 Work site earthing systems

The following subclauses give specific earthing system recommendations for the equipment and other components used in the conductor stringing process.

6.1.1 General considerations

6.1.1.1 Earth to system neutral

Where a system neutral conductor which is already earthed is available on an adjacent circuit, it is preferable to interconnect the earth mat, the conductors and the equipment earths to this existing system neutral, since the neutral provides a known low resistance path to earth.

6.1.1.2 Utilisation des piquets de terre

Lorsque des piquets de terre sont utilisés à la place de la mise à la terre au neutre du réseau, leur résistance électrique doit être mesurée, afin de s'assurer que la résistance du piquet de terre est inférieure à 25 Ω .

NOTE Il est important de vérifier que la protection de toute ligne sous tension, susceptible d'entrer en contact avec le conducteur à installer, est conçue pour couper le courant de défaut si l'impédance du piquet de terre atteint 25 Ω .

Si on ne peut obtenir une résistance du piquet de terre inférieure à 25 Ω , on doit utiliser une maille de terre (voir Figure 7g) sur le lieu de travail si ce dernier est au niveau du sol, ou un système de terre équipotentiel s'il s'agit de travaux en hauteur.

En outre, s'il y a risque de contact électrique pendant les travaux, toute ligne sous tension susceptible d'entrer en contact avec la ligne sur laquelle les travaux sont effectués doit avoir son dispositif de réenclenchement neutralisé.

Afin de s'assurer que les différents piquets de terre sur chaque lieu de travail sont au même potentiel, ils doivent être interconnectés à l'aide d'étaux et de câbles de terre pleinement dimensionnés.

Lors de l'installation des piquets de terre, il convient de faire attention à éviter tous les réseaux souterrains de service public, tels les circuits électriques sous tension, les conduites de gaz, les égouts et les conduites d'eau potable, les câbles de communication, etc. Une vérification auprès des services utilisateurs du sous-sol du voisinage peut s'avérer nécessaire avant la pose des piquets de terre.

6.1.1.3 Utilisation des perches de terre

Tous les étaux de terre utilisés doivent être conçus de façon à pouvoir être posés et déposés (retirés) au moyen d'une perche de terre isolée.

6.1.1.4 Nettoyage des connexions

Puisque la valeur du système de mise à la terre dépend de la faible résistance du circuit, on doit s'assurer du bon contact électrique entre l'étau de terre et la surface sur laquelle ce dernier doit être raccordé.

6.1.1.5 Pose/dépose (retrait) des étaux de terre

Les étaux de terre et les câbles doivent en premier lieu être raccordés aux piquets de terre ou à la source de mise à terre, puis à l'objet à mettre à la terre. Lors de la dépose (du retrait) des mises à la terre, l'étau de terre doit d'abord être retiré de l'objet mis à la terre, puis de la source de terre ou du piquet de terre. L'objet mis à la terre ne doit pas être endommagé par l'utilisation de l'étau de terre.

Pour raccorder l'étau de terre à l'aide d'une perche de terre, l'étau doit être positionné à proximité du conducteur, puis attaché rapidement et fermement, puis serré. Si un arc est provoqué, l'étau ne doit pas être retiré, mais maintenu sur le conducteur, mettant ainsi le conducteur à la terre.

En cas de risque **maximal** par induction, les étaux de terre doivent être posés et déposés (retirés) successivement comme spécifié en 4.2.2.

6.1.1.2 Use of earth rods

Where earth rods are used instead of earthing to a system neutral, the resistance of the earth rods shall be electrically tested (meggered) to ensure that the resistance of the earth rod is less than 25 Ω .

NOTE It is important to check that protection on any energized line which could contact the conductor being installed, is designed to clear the fault current if the impedance of the earth rod is as high as 25 Ω .

If an earth rod resistance of less than 25 Ω cannot be obtained, an earth mat (see Figure 7g) shall be used at the work site when the work site is at ground level, or an equipotential earthing system shall be used for elevated work sites.

In addition, if there is the possibility of an electrical contact during the work process, then any energized line which has the possibility of contact with the line being worked on shall have its reclosing device locked out.

In order to ensure that the different ground rods at each work site have the same potential, they shall be bonded together with full sized earth clamps and earth cables.

When installing earth rods, caution should be taken to avoid all underground utilities such as existing energized underground electric lines, gas, sewer, and water pipes, communications cables, etc. A check of underground utility services in the area may be needed before earth rods are installed.

6.1.1.3 Use of earthing sticks

All earth clamps used shall be designed so they can be applied and removed with an insulated earthing pole.

6.1.1.4 Cleaning of connections

Since the value of the earthing system depends on a low resistance path, a good electrical contact shall be ensured between the earth clamp and the surface to which it is to be applied.

6.1.1.5 Installation/removal of earth clamps

Earth clamps and cables shall first be connected to the earth rod or earthing source, and then to the object to be earthed. When removing earths, the earth clamp shall first be removed from the earthed object and then from the earthing source or earth rod. The object being earthed shall not be damaged from using the earth clamp.

When applying the earth clamp with an earthing stick, the clamp shall be held in position near the conductor, then snapped on quickly and firmly, and tightened. If an arc is drawn, the clamp shall not be withdrawn, but kept on the conductor, thus earthing the conductor.

In cases of **maximum** hazard from induction, earth clamps shall be installed and removed sequentially as detailed in 4.2.2.

6.1.2 Mises à la terre de l'équipement

Il convient que tout équipement utilisé lors de l'opération de déroulage des conducteurs ait au moins un point de mise à la terre, généralement à un endroit adéquat du châssis. Il est recommandé qu'une barre spéciale de mise à la terre soit soudée au châssis de tout équipement de déroulage de conducteur durant sa fabrication afin d'y fixer l'étau de terre.

Un étau de terre, un câble et un piquet de terre typiques de l'équipement sur les sites de tirage et de freinage, ou sur d'autres lieux de travail, sont représentés à la Figure 7a. Il convient que cet étau soit également raccordé à la maille de terre et aux terres roulantes où elles sont utilisées, par l'intermédiaire d'un câble de terre, et de préférence au neutre du réseau ou aux piquets de terre.

6.1.3 Mise à la terre des conducteurs

Il est recommandé qu'une terre roulante soit utilisée sur chaque conducteur en cours d'installation. Cette terre roulante est placée sur le conducteur juste devant la freineuse sur le site de freinage et sur le câble métallique devant le treuil (si un câble de déroulage métallique est utilisé). Il convient que la terre roulante soit également mise en liaison avec la maille de terre, les mises à la terre de l'équipement et de préférence avec le neutre du réseau ou les piquets de terre.

Une disposition typique de terre roulante, de câble et de piquet de terre ou de conducteur de neutre est représentée à la Figure 7b.

NOTE Lorsqu'un câble synthétique est utilisé comme câble de tirage ou comme câble pilote, l'utilisation de terres roulantes ou de terres de poulies de déroulage n'est pas recommandée là où il est reconnu qu'il y aura induction par des lignes sous tension adjacentes. Au fil du temps, on a trouvé que les câbles synthétiques étaient devenus des conducteurs de résistance élevée. De plus, la surface du câble peut être mouillée par la pluie durant l'utilisation.

Si des terres roulantes ou des terres de poulies de déroulage sont utilisées avec des câbles synthétiques, elles seront le foyer pour le drainage à la terre de la tension induite du champ électrique. L'expérience a montré que si un câble synthétique est tendu entre le site de tirage et le site de freinage et est amené à s'arrêter pendant un laps de temps, des échauffements ponctuels de la surface du câble se produiront à tous les points de contact avec une terre. Dans les cas les plus sévères, cela provoquera une brûlure localisée du câble et pourra entraîner une rupture du câble tendu.

Aussi, si un câble synthétique est utilisé pour tirer un câble métallique ou un conducteur qui est mis à la terre par une terre roulante, il convient d'utiliser une connexion isolante pour mettre les deux en liaison. Sinon, il se produira un échauffement et une brûlure ponctuels de l'œillet du câble synthétique dus à l'induction.

6.1.4 Terres pour mailles de terre et conducteurs

Un étau de terre, un câble et un piquet de terre typiques pour une mise à la terre d'une maille de terre, ou des conducteurs sur les sites de tirage et de freinage sont représentés à la Figure 7a. Il convient que cet étau de terre soit également raccordé à l'équipement et aux terres roulantes par l'intermédiaire d'un câble de terre.

6.1.5 Terres pour l'installation de manchons de jonction en mi-portée sur des conducteurs

Un système typique d'étau de terre, de câble et de piquet de terre pour la mise à la terre des conducteurs, quand on réalise des manchons comprimés en milieu de portée, soit au sol, soit à l'aide d'un dispositif aérien, est représenté à la Figure 7c.

Les terres sont toujours placées sur chaque conducteur grâce à une perche de mise à la terre, avant qu'un ouvrier quelconque n'entre en contact avec un conducteur quelconque. Si cela n'est pas fait, l'ouvrier pourrait se trouver placé en série avec les extrémités des conducteurs et être soumis à des niveaux dangereux de tension et de courant par induction.

6.1.2 Equipment earths

All equipment used in the process of stringing conductors should have at least one earth attachment point, usually at some convenient point on the frame. It is recommended that a special earthing bar be welded to the frame of all conductor stringing equipment during manufacture for attachment of the earth clamp.

A typical earth clamp, cable and earth rod for earthing of equipment at the pull and tension sites, or other work locations, are shown in Figure 7a. This earth clamp should also be bonded via an earth cable to the earth mat and running earths where used, and preferably to the system neutral conductor or to earth rods.

6.1.3 Conductor earths

It is recommended that a running earth be used on each conductor being installed. This running earth is placed on the conductor immediately in front of the tensioner at the tension site and on the metallic rope in front of the puller (if a metallic pulling rope is used). The running earth should also be bonded to the earth mat, the equipment earths, and preferably to the system neutral, or to earth rods.

A typical running earth, cable, and earth rod arrangement or neutral conductor arrangement is shown in Figure 7b.

NOTE Where a synthetic rope is used as a pulling rope or as a pilot rope, the use of running earths or stringing block earths is not recommended where it is known there will be induction from adjacent energized lines. Over time, it has been found that synthetic ropes have become high resistance conductors. Also, the surface of the rope may become wet from rain during use.

If running earths or stringing block earths are used on synthetic ropes, they will be the focal point for draining to earth of the electric field induced current. Experience has shown that, if the synthetic rope is stretched from the pull site to the tension site and is allowed to sit for a period of time, localized heating of the surface of the rope will occur at all contact points with an earth. In severe cases, this will cause localized burning of the rope, and may result in the rupture of the rope while under tension.

Also, if a synthetic rope is used to pull a metallic rope or a conductor which is earthed with a running earth, an insulating link should be used to connect the two. Otherwise, localized heating and burning of the synthetic rope eye due to induction will occur.

6.1.4 Earths for earth mat and conductors

A typical earth clamp, cable and earth rod for earthing of the earth mat, or conductors at the puller and tension sites, are shown in Figure 7a. This earth clamp should also be bonded via the earth cable to the equipment and running earths.

6.1.5 Earths for mid-span joining of conductors

A typical earth clamp, cable and earth rod system for earthing of the conductors, when making mid-span joints either on the ground or from an aerial device, is shown in Figure 7c.

The earths are always placed on each conductor with an earthing stick, before any workman makes contact with any conductor. If this is not done, the workman could find himself placed in a series connection with the conductor ends and be subject to dangerous levels of voltage and current from induction.

6.1.6 Terres pour mise sur pince des conducteurs

Un système typique de connexion entre l'étau de terre, le câble et le pylône pour la mise à la terre des conducteurs, lors du retrait du conducteur des poulies de déroulage et sa pose dans des pinces de chaînes d'isolateurs, est représenté à la figure 7d.

6.1.7 Terres pour l'installation de ponts de continuité des conducteurs

Lors de la réalisation de ponts sur le conducteur au niveau des ancrages, un système de connexion typique entre l'étau de terre, le câble et le pylône pour la mise à la terre des conducteurs est représenté à la Figure 7e.

6.1.8 Terres des poulies de déroulage

Un système de connexion typique de l'étau de terre, du câble et du pylône pour la mise à la terre des conducteurs ou du câble de tirage, via une terre de poulie de déroulage, est représenté à la Figure 7f.

Les terres des poulies de déroulage sont utilisées sur les poulies avec réa protégé, aux supports intermédiaires, afin de drainer vers le sol l'effet d'un contact électrique ou d'une induction excessive provenant des circuits adjacents sous tension.

Si la poulie de déroulage a des réas métalliques non protégés, avec une bonne évacuation à travers le réa jusqu'au châssis de la poulie, alors il est acceptable de mettre à la terre le châssis avec un étau de terre spécial, seulement si la poulie et la mise à la terre satisfont à l'essai d'acceptation pour les terres des poulies de déroulage, comme présenté en détail à l'Article 7.

6.1.9 Maille de terre

Un dispositif typique de maille de terre avec une double protection est représenté à la Figure 7g. D'autres conceptions de maille de terre, avec des dimensions de maillage et des constitutions différentes, peuvent être acceptées à condition qu'elles répondent aux critères suivants.

La maille de terre est un ensemble constitué de conducteurs dénudés interconnectés et d'un filet métallique avec connexion au conducteur de neutre du réseau, si possible, ou avec des piquets de terre. La maille de terre est placée sur le sol sous l'équipement aux sites de tirage et de freinage.

La maille de terre a pour objectif de procurer une protection équipotentielle pour les travailleurs, et la maille elle-même ne doit jamais être installée de façon telle qu'elle puisse être parcourue par un courant de défaut.

Quatre piquets de terre doivent être utilisés, c'est-à-dire un à chaque coin de la maille de terre.

Il convient que la maille soit de taille suffisante pour que tout l'équipement de déroulage des conducteurs puisse être situé entièrement sur la maille et être contenu à l'intérieur de la barrière interne, et qu'elle permette que le travail nécessaire soit accompli.

Le matériau de la maille et des conducteurs de terre doit être de taille et de durabilité suffisantes pour satisfaire à la fois aux exigences physiques du déplacement et au poids de l'équipement.

Les conducteurs de maille et les piquets de terre ou le conducteur de neutre doivent être interconnectés. Tout l'équipement, les câbles, les ancrages de conducteur au niveau du sol ainsi que le conducteur doivent être à l'intérieur de la maille et connectés à celle-ci. L'équipement doit être raccordé par des terres de type A directement aux piquets de terre ou au conducteur de neutre, et non par l'intermédiaire du filet de la maille de terre.

6.1.6 Earths for clipping in the conductors

A typical earth clamp, cable and tower connection system for earthing of the conductors, when removing the conductor from the stringing blocks and placing it in the insulator clamps, is shown in Figure 7d.

6.1.7 Earths for installation of jumper loops for the conductors

A typical earth clamp, cable and structure connection system for earthing of the conductors, when making jumper loops in the conductor at dead-end structures, is shown in Figure 7e.

6.1.8 Stringing block earths

A typical earth clamp, cable and tower connection system for earthing of the conductors or pulling rope via a stringing block earth is shown in Figure 7f.

Stringing block earths are used on stringing blocks with a sheave lining, at intermediate poles, to drain to earth the effect of electrical contact or excessive induction from adjacent energized circuits.

If the stringing block has unlined metallic sheaves, with a good earthing path through the sheave to the block frame, then it is acceptable to earth the frame with a special earth clamp connection, provided the block and earth attachment passes the acceptance test for stringing block earths as detailed in Clause 7.

6.1.9 Earth mat

A typical earth mat system with double barrier is shown in Figure 7g. Other earth mat designs with a different mesh size and construction are acceptable provided they meet the following criteria.

The earth mat is a system of interconnected bare conductors and a metallic mesh with connection to the system neutral conductor, if possible, or with earth rods. The earth mat is placed on the ground under the equipment at pull and tension sites.

The purpose of the earth mat is to provide equipotential protection for personnel, and the mat itself shall never be installed in such a way that it could carry fault current.

Four earth rods shall be used, i.e. one at each corner of the earth mat.

The mat should be of sufficient size so that all conductor stringing equipment can be situated entirely on the mat, and is contained within the inner barrier, and allow the required work to be accomplished.

The matting material and earth cables shall be of sufficient size and durability to withstand both the physical requirements of the movement, and the support of the equipment.

Mat conductors and earth rods or the neutral conductor shall be interconnected. All equipment, ropes, conductor anchors at ground level as well as the conductor shall be within the mat area and bonded to it. The equipment shall be connected by type A earths to the earth rods or the neutral conductor directly, and not via the earth mat mesh.

Autour de la maille de terre, il doit y avoir une double barrière, comme illustré à la Figure 7g, avec un accès restreint à la zone interne de la maille de terre par un tapis isolant. La double barrière évite le contact entre une personne ou un objet se trouvant à l'intérieur de la maille avec quelqu'un à l'extérieur de la maille en cas de mise sous tension du site de travail.

Des mailles de terre doivent être utilisées aux sites de tirage et de freinage, à tout endroit dans le canton de tirage lorsqu'un travail au sol est effectué, là où il y a possibilité de contact avec un conducteur existant sous tension en un point quelconque du canton de tirage, lorsqu'il y a possibilité d'une erreur de manœuvre ou en présence d'induction.

6.2 Procédures générales et utilisation des dispositifs de mise à la terre

Ce paragraphe détaille le système de mise à la terre qu'il convient d'utiliser pour chacun des sites de travail distincts de déroulage du conducteur, et comment l'appliquer. Pour une revue générale des procédures de mise à la terre, voir les Figures 5a, 5b, 6a, 6b et 6c.

NOTE Lorsqu'un changement dans le système de mise à la terre est exigé lorsqu'une étape de l'opération de déroulage du conducteur est terminée et qu'une autre débute, le nouveau système de mise à la terre spécifié est installé **avant** que le premier système de mise à la terre soit retiré. De ce fait, le conducteur, les câbles ou l'équipement sont toujours mis à la terre et jamais laissés dans une condition de non mise à la terre.

6.2.1 Procédures générales

Avant le début des travaux, il existe un certain nombre de procédures générales détaillées ci-après qu'il y a lieu de suivre pour toutes les opérations afin de protéger le personnel et l'équipement des risques électriques, en particulier lorsque des procédures maximales de mise à la terre sont nécessaires.

6.2.1.1 Choix correct de l'équipement

Il est important de choisir un équipement de performances adéquates pour entreprendre les travaux à réaliser (voir 5.3). Il convient que cela procure une marge de sécurité supérieure aux exigences réelles des travaux.

6.2.1.2 Vérification de l'équipement avant utilisation

Lorsque de nouveaux conducteurs doivent être installés au voisinage de circuits sous tension existants où un risque de contact électrique existe, il est particulièrement important que l'équipement utilisé, comme les treuils, les freineuses et les treuils pilotes soit vérifié scrupuleusement au préalable par un personnel compétent et formé, pour s'assurer de son fonctionnement correct. En particulier, il convient de vérifier les dispositifs de freinage afin de s'assurer de leur fonctionnement correct et de leur aptitude à supporter la charge maximale.

Il convient de vérifier que les câbles de tirage et les câbles pilotes ne présentent pas de dégradations qui pourraient réduire notablement leur tenue. Il est recommandé d'essayer un échantillon de câbles synthétiques utilisés comme câbles de tirage ou comme câbles pilotes afin de vérifier leur charge de rupture, au moins une fois par an. Il convient de remplacer les câbles affaiblis ou endommagés.

Il convient de vérifier les terres roulantes, câbles de terre, étaux de terre et les terres de poulie de déroulage, pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement et ne présentent pas de parties rompues ou endommagées susceptibles d'affecter négativement la faible résistance recherchée pour un circuit de terre.

There shall be a double barrier, as shown in Figure 7g, around the earth mat, with restricted access to the inner earth mat area over an insulating mat. The double barrier prevents contact between a person or object inside the mat area with someone outside the mat area. should the work site become energized.

Earth mats shall be used at pull and tension sites and at any point in the pull section where ground level work is being carried out, where there is any possibility of contact with an existing energized conductor at any point in the pull section, where there is any possibility of a switching error, or where induction is present.

6.2 General procedures and use of earthing systems

This subclause details which earthing system should be used for each of the separate work sites of the conductor stringing process, and how it should be applied. For an overall review of earthing procedures, see Figures 5a, 5b, 6a, 6b and 6c.

NOTE Where a change in earthing system is required when one step of the conductor stringing process is completed and another begins, the new earth system specified is installed **before** the original earth system is removed. In this way, conductor, ropes or equipment are always earthed and never left in an unearthed condition.

6.2.1 General procedures

Before work begins, there are some general procedures, detailed below, which are to be followed for all operations in order to protect personnel and equipment from electrical hazards, particularly when maximum earthing procedures are required.

6.2.1.1 Choosing the correct equipment

It is important to choose equipment with sufficient capacity to perform the work to be done (see 5.3). This should ensure a margin of safety beyond the actual requirements of the work.

6.2.1.2 Pre-work check of equipment

When installing new conductors near existing energized circuits where electrical contact may occur, it is especially important that the equipment used such as pullers, tensioners, and pilot rope pullers be thoroughly checked beforehand by competent trained persons to ensure they are functioning properly. In particular, braking systems should be checked to ensure correct operation and maximum load holding capability.

Pulling and pilot ropes should be examined for possible damage that may severely reduce their strength. It is recommended that a sample of synthetic ropes used as pulling or pilot ropes be taken at least once each year and tested for ultimate strength. Weak or damaged ropes should be replaced.

Running earths, earth cables, earth clamps, and stringing block earths should be checked to ensure they are operating correctly and have no broken or damaged parts that would negatively affect the desired low resistance earth path.

6.2.1.3 Réunion préalable

Lorsque les conducteurs à installer sont susceptibles de se trouver sous tension par induction, ou lorsque les travaux se déroulent à proximité de conducteurs sous tension, il est particulièrement important que tous les membres de l'équipe de travail soient informés des risques potentiels. Immédiatement avant le début des travaux, il convient que les procédures de travail et leurs tâches leur soient clairement expliquées. Il convient qu'ils soient informés de la nécessité d'utiliser les systèmes de mise à la terre et les liaisons équipotentielles décrits dans le présent Rapport Technique, et de la façon de les installer correctement.

Si des modifications interviennent dans la nature des travaux ou dans le personnel des équipes, les procédures de travail et les tâches doivent de nouveau être expliquées à l'ensemble du personnel concerné.

Avant le début des travaux, il convient que le responsable du projet visite l'ensemble du chantier, depuis le site de tirage jusqu'au site de freinage. Cela doit permettre de s'assurer que tous les points de contact potentiels avec des équipements ou des conducteurs sous tension sont protégés de façon adéquate vis-à-vis du conducteur à installer par une garde suffisante, des protecteurs isolants, ou des portiques de protection et des filets.

6.2.1.4 Personnel qualifié

Une utilisation sûre et correcte des équipements spéciaux utilisés pour le déroulage des conducteurs implique que le personnel soit spécialement formé au préalable. Cela est particulièrement important lorsque le personnel travaille sur des projets où les prescriptions maximales de mise à la terre sont nécessaires du fait de la possibilité que les conducteurs ou l'équipement soient mis sous tension.

6.2.2 Installation du câble pilote ou de tirage

Lors de l'installation du câble pilote ou de tirage dans les poulies de déroulage sur chaque structure depuis le site de freinage jusqu'au site de tirage, ce qui suit est exigé.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- tout l'équipement de déroulage au niveau du sol, ainsi que les ancrages temporaires pour l'équipement, les câbles métalliques ou les conducteurs sur les sites de freinage et de tirage doivent être mis à la terre par un dispositif de mise à la terre de type A (voir Figure 7a);
- il convient que les terres roulantes soient utilisées sur tous les câbles métalliques et les conducteurs (voir Figure 7b).

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- un protecteur de conducteur isolant doit être installé sur tous les conducteurs sous tension traversés pour une distance minimale horizontale de 1,0 m de chaque côté de la position où les nouveaux conducteurs sont à installer. Il convient de tenir compte de la hauteur relative entre le nouveau conducteur et le conducteur existant, et de l'effet du vent latéral pour choisir la longueur du protecteur de conducteur isolant à utiliser. Les portiques de protection avec des filets de garde sur tous les conducteurs sous tension traversés sont une alternative acceptable;

6.2.1.3 Pre-work conference

Where the possibility of conductors being installed becoming energized through induction, or when working near existing energized conductors, it is especially important that all members of the work crew understand the hazards involved. They should have the work procedures and their duties clearly explained immediately before work begins. They should be aware of the necessity of using the earthing and bonding systems described herein, and they should know how to install them properly.

If the scope of the job changes, or if job personnel changes, work procedures and duties shall be explained once again to all personnel affected.

Before work begins, the project supervisor should travel the work site from puller site to tensioner site. This is done to ensure that all potential contact points with existing energized equipment or conductors are adequately protected from contact with the conductor being installed by clearance, by insulating covers, or rider poles and nets.

6.2.1.4 Trained operators

The specialized equipment used in the stringing of conductors requires that operators be given special training beforehand in its safe and proper use. This is particularly important when they will be working on projects where maximum earthing procedures are required, due to the possibility of the conductors or equipment becoming energized.

6.2.2 Installation of the pilot or pulling rope

When installing the pilot or pulling rope in the stringing blocks on each structure from the tension site to the pull site, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection, and verify that the installation is isolated.
- all conductor stringing equipment at ground level, plus temporary anchors for equipment, metallic rope or conductors at pull and tension sites shall be earthed with a type A earth system (see Figure 7a);
- running earths should be used on all metallic ropes and conductors (see Figure 7b).

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- crossing structures (rider poles) over all energized lines being crossed;
- an insulating conductor cover shall be installed on all energized conductors being crossed for a minimum horizontal distance of 1,0 m on each side of the position where the new conductors are to be installed. The relative height distance between the new and existing conductors and the effect of side wind should be taken into account when deciding on the length of insulating conductor cover to be used. Crossing structures (rider poles) with guard nets over all energized conductors being crossed are an acceptable alternative;

- lorsqu'un circuit existant sous tension est situé en dessous ou au-dessus des nouveaux conducteurs à installer et sur le même support, il convient que chaque conducteur sous tension soit temporairement décalé avec des perches de mise à la terre avec une distance minimale horizontale de 1,0 m par rapport à la position à laquelle le nouveau conducteur est à installer. Cette opération est à faire avant de commencer à installer le câble pilote, le câble de tirage ou les nouveaux conducteurs (voir Figure 6d);
- tout l'équipement de déroulage, plus les ancrages temporaires pour l'équipement, le câble ou les conducteurs doivent être installés dans une zone de maille de terre de type G (voir Figure 7g);
- il convient que les poulies de déroulage sur la première structure devant le treuil et la première structure devant la freineuse ainsi qu'une structure sur cinq aient une terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque structure, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées.

6.2.3 Déroulage des conducteurs

Lorsque le conducteur est déroulé depuis le site de freinage jusqu'au site de tirage, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- tout l'équipement de déroulage, plus les ancrages provisoires de l'équipement, du câble ou des conducteurs aux sites de tirage et de freinage doivent avoir un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a);
- pendant le déroulage, tous les conducteurs nus doivent avoir une terre roulante de type B (voir Figure 7b), placée devant la freineuse. Tous les câbles de tirage métalliques doivent avoir une terre roulante de type B (voir Figure 7b) située devant le treuil;
- lorsque le déroulage est achevé et les conducteurs ancrés dans l'attente de réglage, tous les conducteurs doivent avoir un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a);
- les conducteurs doivent être tirés à une hauteur suffisante avant ancrage afin qu'ils soient dégagés au-dessus du niveau du sol en tous points, de façon que tout contact accidentel avec des personnes ou l'équipement au sol soit évité en n'importe quel emplacement de la ligne.

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- un protecteur de conducteur isolant doit être installé sur tous les conducteurs sous tension traversés pour une distance minimale horizontale de 1,0 m de chaque côté de la position où les nouveaux conducteurs sont à installer. Il convient de tenir compte de la hauteur relative entre le nouveau conducteur et le conducteur existant et de l'effet du vent latéral pour choisir la longueur du protecteur de conducteur isolant à utiliser. Les portiques de protection avec des filets de garde sur tous les conducteurs sous tension traversés sont une alternative acceptable;

- where an existing energized circuit is below or above the new conductors being installed, and on the same pole, each energized conductor should be temporarily offset, with earthing poles a minimum horizontal distance of 1,0 m from the position where the new conductor is to be installed. This operation is to be carried out before the installation of pilot rope, pulling rope or the new conductors (see Figure 6d);
- all stringing equipment, plus temporary anchors for equipment, rope or conductors, shall be located in a type G earth mat area (see Figure 7g);
- all stringing blocks on the first structure in front of the puller, and the first structure in front of the tensioner, as well as every fifth structure, should have a type F stringing block earth (see Figure 7f). In severe cases of induction, it is recommended to have stringing block earths at every structure, unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used.

6.2.3 Stringing of conductors

When the conductor is being pulled into place from the tension site to the pull site, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection, and verify that the installation is isolated;
- all conductor stringing equipment, plus temporary anchors for equipment, rope or conductors at pull and tension sites shall be earthed with a type A earth system (see Figure 7a);
- while stringing, all bare conductors shall have a running earth type B earth system (see Figure 7b), located in front of the tensioner. All metallic pulling ropes shall have a running earth type B earth system (see Figure 7b), located in front of the puller;
- when stringing is completed, and the conductors tied down waiting for sagging, all conductors shall have a type A earth system (see Figure 7a);
- the conductors shall be pulled high enough before anchoring that they clear the ground level at all points so accidental contact by persons or equipment on the ground is prevented at any place along the line.

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- an insulating conductor cover shall be installed on all energized conductors being crossed for a minimum horizontal distance of 1,0 m on each side of the position where the new conductors are to be installed. The relative height distance between the new and existing conductors and the effect of side wind should be taken into account when deciding on the length of insulating conductor cover to be used. Crossing structures (rider poles) with guard nets over all energized conductors being crossed are an acceptable alternative;

- lorsqu'un circuit existant sous tension est situé en dessous ou au-dessus des nouveaux conducteurs à installer et sur le même support, il convient que chaque conducteur sous tension soit temporairement décalé avec des perches de mise à la terre avec une distance minimale horizontale de 1,0 m par rapport à la position à laquelle le nouveau conducteur est à installer. Cette opération est à faire avant de commencer à installer le câble pilote, le câble de tirage ou les nouveaux conducteurs (voir Figure 6d);
- tout l'équipement de déroulage, plus les ancrages temporaires pour l'équipement, le câble ou les conducteurs doivent être installés dans une zone de maille de terre de type G (voir Figure 7g);
- il convient que les poulies de déroulage sur la première structure devant le treuil et la première structure devant la freineuse ainsi qu'une structure sur cinq aient une terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque structure, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées;
- tous les conducteurs isolés de ligne aérienne doivent avoir l'extrémité du conducteur sur le touret de la freineuse à tambour ou sur le porte-touret mis à la terre par un dispositif à anneau glissant et un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a).

6.2.4 Manchonnage des conducteurs

Quand un manchon de compression du conducteur ou une jonction est fait sur les sites de tirage ou de freinage, ou en milieu de portée, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- tout conducteur doit être mis à la terre avant le manchonnage par un système de mise à la terre de type C (voir Figure 7c) ou un système similaire;

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- tout manchonnage à l'avant de la freineuse ou à mi-portée doit être fait à l'intérieur d'une zone de maille de terre de type G (voir Figure 7g). Tous les ancrages provisoires pour le conducteur doivent être localisés dans la zone de maille de terre;
- le conducteur doit être mis à la terre de chaque côté de la zone de manchonnage en milieu de portée en utilisant un système de mise à la terre de type C (voir Figure 7c). Le piquet de terre doit être raccordé à la maille de terre;
- il convient que les poulies de déroulage sur la première structure devant le treuil et la première structure devant la freineuse ainsi qu'une structure sur cinq aient une terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque structure, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées.

- where an existing energized circuit is below or above the new conductors being installed, and on the same pole, each energized conductor should be temporarily offset, with earthing sticks a minimum horizontal distance of 1,0 m from the position where the new conductor is to be installed. This operation is to be carried out before the installation of pilot rope, pulling rope or the new conductors (see Figure 6d);
- all stringing equipment, plus temporary anchors for equipment, rope or conductors, shall be located in a type G earth mat area (see Figure 7g);
- all stringing blocks on the first structure in front of the puller, and the first structure in front of the tensioner, as well as every fifth structure, should have a type F stringing block earth (see Figure 7f). In severe cases of induction, it is recommended to have stringing block earths at every structure, unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used;
- all insulated overhead conductors shall have the tail end of the conductor on the reel at the drum tensioner or at the reel stand earthed by means of a slip ring device and type A earth system (see Figure 7a).

6.2.4 Splicing of conductors

When the conductor joint or splice is made at the pull or tension sites, or in mid-span locations, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection, and verify that the installation is isolated;
- all conductors shall be earthed before splicing with a type C earth system (see Figure 7c) or similar.

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- all splicing in front of the tensioner, or in mid-span, shall be done within a type G earth mat (see Figure 7g). All temporary anchors for conductors shall be located in the earth mat area;
- the conductor shall be earthed on each side of a mid-span splicing area using a type C earth system (see Figure 7c). The earth rod shall be connected to the earth mat;
- all stringing blocks on the first structure in front of the puller, and the first structure in front of the tensioner, as well as every fifth structure, should have a type F stringing block earth (see Figure 7f). In severe cases of induction, it is recommended to have stringing block earths at every structure, unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used.

6.2.5 Réglage des conducteurs

Quand le conducteur est au stade du réglage final, ce qui suit est exigé.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- lors du réglage, tous les conducteurs doivent avoir un système de mise à la terre de type A ou B (voir Figures 7a ou 7b) localisé à l'avant de la position de réglage.

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- tous les ancrages provisoires pour les conducteurs doivent être localisés dans une zone de maille de terre (voir Figure 7g).

6.2.6 Mise sur pince des conducteurs

Lorsque le réglage est achevé et que le conducteur est transféré des poulies de déroulage aux pinces de suspension à l'extrémité de la chaîne d'isolateurs, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- au pylône où l'on effectue la mise sur pince, tous les conducteurs nus doivent être mis à la terre avant la mise sur pince par un système de mise à la terre de type D (voir Figure 7d).

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- tous les ancrages provisoires pour les conducteurs doivent être localisés dans une zone de maille de terre (voir Figure 7g).

6.2.7 Ancrage et installation des ponts de continuité et autre travail aux structures

Une fois le réglage achevé, lorsque le conducteur est déroulé et ancré à une structure, ou lorsque les ponts de continuité de la structure d'ancrage sont installés, ou lorsque l'on raccorde le conducteur à un transformateur ou à des câbles souterrains, ou lors de toute autre opération similaire, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- lorsque le conducteur est prêt à être attaché à la structure d'ancrage et/ou que les ponts sont prêts à être installés, tous les conducteurs nus de chaque côté de la structure d'ancrage doivent être mis à la terre par un système de mise à la terre de type E ou semblable (voir Figure 7e). Les pinces de terre doivent être placées sur le conducteur de part et d'autre de la zone de travail.

6.2.5 Sagging of conductors

When the conductor is to be pulled up to the final sag, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection and verify that the installation is isolated;
- during sagging, all conductors shall have either a type A or a type B earth system (see Figures 7a and 7b), located in front of the sagging position.

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- all temporary anchors for conductors shall be located in an earth mat area (see Figure 7g).

6.2.6 Clipping-in conductors

When the conductor is transferred from the stringing blocks to the conductor clamp at the end of the insulator string after sagging is complete, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection and verify that the installation is isolated;
- at the tower where the clipping-in takes place, all bare conductors shall be earthed before clipping-in with a type D earth system (see Figure 7d).

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- all temporary anchors for conductors shall be located in an earth mat area (see Figure 7g).

6.2.7 Dead-ending and installation of jumper loops or other work at structures

When, after sagging has been completed, the conductor is terminated and anchored at an anchor structure, or when the anchor structure jumper loops are installed, or when connecting the conductor to a transformer or underground cables or similar work, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection and verify that the installation is isolated;
- when the conductor is ready to be attached to the anchor structure, and/or the jumper loops are ready to be installed, all bare conductors on each side of the anchor structure shall be earthed with a type E earth system (see Figure 7e) or similar. The earth clamps shall be placed on the conductor outside the work area.

Maximum

En plus de ce qui est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- si du personnel travaille à la base de la structure et installe un appareillage de manœuvre ou un dispositif semblable sur la structure qui pourrait être mise sous tension, la zone de travail doit se trouver à l'intérieur d'une grille de terre (voir Figure 7g).

6.2.8 Alimentation en carburant

Lors de l'alimentation en carburant de l'équipement à partir de camions citernes sur les sites de tirage et de freinage, ce qui suit est exigé.

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- avant que le tuyau d'alimentation ne soit introduit dans le réservoir de carburant de l'équipement concerné, le camion ou la citerne doit être d'abord connecté au moyen d'un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a) au piquet de terre auquel l'équipement dont on fait le plein est raccordé.

Maximum

- tout l'équipement doit être à l'intérieur d'une maille de terre de type G (voir Figure 7g).

7 Essai de l'équipement

Cet article présente en détail les essais de type électriques recommandés, exigés pour les terres des poulies de déroulage et les terres roulantes. Les essais de type des étaux de terre, du câble de terre, etc. sont détaillés dans la CEI 61230.

7.1 Nombre d'essais de type

Chaque nouvelle conception de terre de poulie de déroulage ou de terre roulante doit subir les essais de type détaillés dans cet article. Au moins deux essais, effectués dans l'ordre, doivent être réalisés avec succès pour que cette conception soit considérée comme satisfaisante.

Une fois que l'équipement a satisfait à l'essai de type, on considère qu'il n'est pas nécessaire de répéter l'essai sur les unités produites ultérieurement, à moins que la conception ne soit modifiée de façon importante telle qu'elle puisse affecter les capacités de mise à la terre.

7.2 Installation pour l'essai de type

La terre de poulie de déroulage et la terre roulante doivent être essayées dans principalement le même type d'installation d'essais, comme représenté en détail aux Figures 8 et 9.

7.3 Critère d'acceptation de l'essai de type

Le critère d'acceptation de l'essai de type pour les terres de poulie de déroulage et les terres roulantes est qu'elles doivent résister à un courant d'essai symétrique de 20 000 A pendant 20 périodes.

Maximum

In addition to the above, add:

- the automatic recloser disabled on all energized lines being crossed or on energized lines in parallel where physical contact may occur as a result of an accident;
- if personnel are working at the base of the structure, installing apparatus or similar devices on the structure which may become energized, the work area shall be within an earth mat (see Figure 7 g).

6.2.8 Fuelling

When fuelling equipment from fuel trucks at pull and tension sites, the following is required.

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection and verify that the installation is isolated;
- before the fuel nozzle is inserted in the equipment fuel tank, the fuel truck or container shall first be bonded with a type A earth system (see Figure 7a) to the earth rod to which the equipment being refuelled is bonded.

Maximum

- all equipment is to be within a type G earth mat system (see Figure 7g).

7 Testing of equipment

This clause details the recommended electrical type tests required for stringing block earths and running earths. Type tests for earth clamps, earth cable, etc. are detailed in IEC 61230.

7.1 Number of type tests

Each new design of stringing block earth or running earth shall undergo the type tests detailed in this clause. At least two successful tests on these earths, effected in sequence, shall be accomplished to ensure their design is satisfactory.

Once the equipment has passed the type test, it is not considered necessary to test additional production units, unless the design is altered in a substantial way that would affect the earthing capabilities.

7.2 Type test set-up

The stringing block earth and the running earth shall be tested in essentially the same test set-up, as detailed in Figures 8 and 9.

7.3 Type test acceptance criterion

The type test acceptance criterion for stringing block earths and running earths is that they shall withstand a test current of 20 000 A symmetrical for 20 cycles.

Dans cet essai, le mot «résister» signifie que la terre doit continuer à écouler le courant pendant la durée spécifiée sans interruption. On peut s'attendre à une dégradation de la mise à la terre à ce niveau d'intensité, mais ses composantes doivent résister assez longtemps pour assurer l'évacuation de l'énergie.

NOTE Les terres de poulies de déroulage et les terres roulantes acceptées selon ce critère conviendront pour ce qui suit:

- a) des courants de défaut produits par un contact accidentel du conducteur en cours d'installation avec des lignes de distribution existantes sous tension. Cela peut se produire quand les nouveaux conducteurs passent au-dessus de conducteurs sous tension sur la même structure;
- b) les coups de foudre;
- c) les tensions et courants induits.

AVERTISSEMENT: Il peut y avoir des cas où un contact accidentel peut survenir avec une ligne de transport sous tension existante. Il faut porter une attention particulière au choix des terres de poulies de déroulage et des terres roulantes qui devront évacuer le courant de défaut potentiel, si de telles terres sont exigées pour ce type de contact. Le critère d'acceptation décrit ci-dessus peut ne pas être suffisant pour ces cas spéciaux.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911-2:2003

In this test, the word “withstand” is interpreted to mean that the earth shall continue to pass current for the time period specified without interruption. Physical damage to the earth at this level of amperage is to be expected, but the earth parts shall survive long enough to hold their current path.

NOTE The stringing block earths and running earths accepted by this criterion will be suitable for the following:

- a) fault currents caused by accidental contact of the conductor being installed with existing live distribution lines. This may occur when the new conductors are being installed above energized conductors on the same pole;
- b) lightning strikes;
- c) induced voltages and currents.

WARNING: There may be cases where accidental contact could occur with an existing live transmission line. Special care must be taken to choose stringing block earths and running earths which will carry the potential fault current, if such earths are required for this type of contact. The acceptance criterion described above may not be sufficient for these special cases.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61911:2003

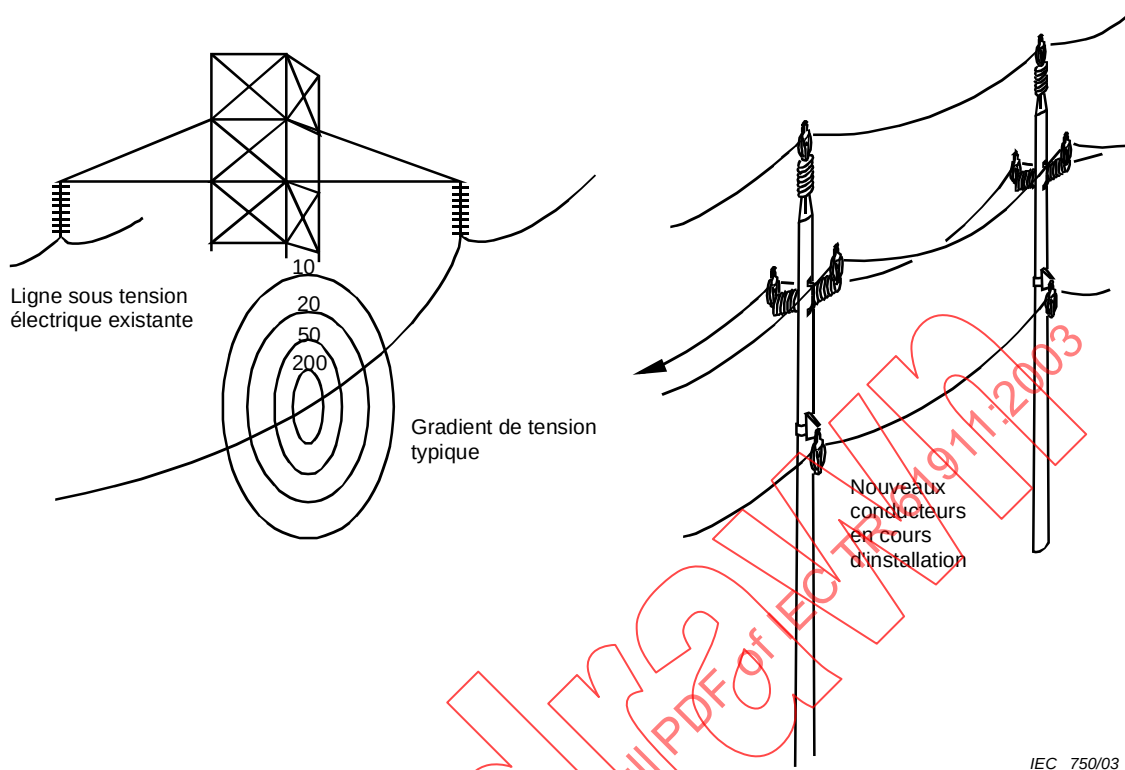


Figure 1a – Vue schématique

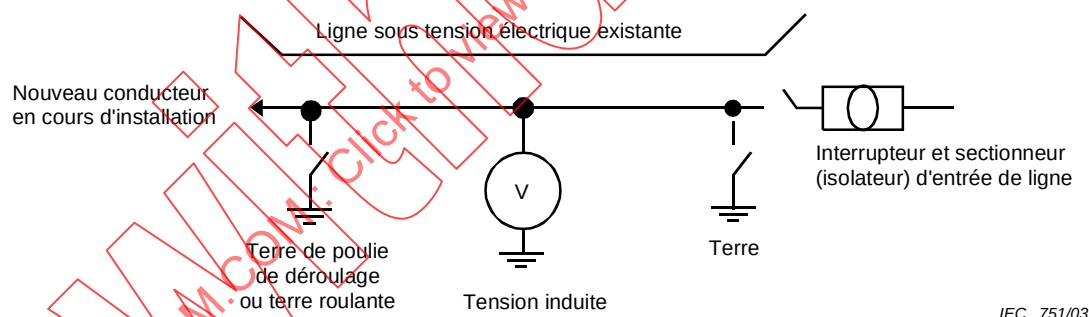


Figure 1b – Diagramme

NOTE Cette figure est simplifiée. Les trois phases de la ligne sous tension électrique existante participent à l'induction.

Figure 1 – Tension induite par un champ électrique sur un conducteur parallèle

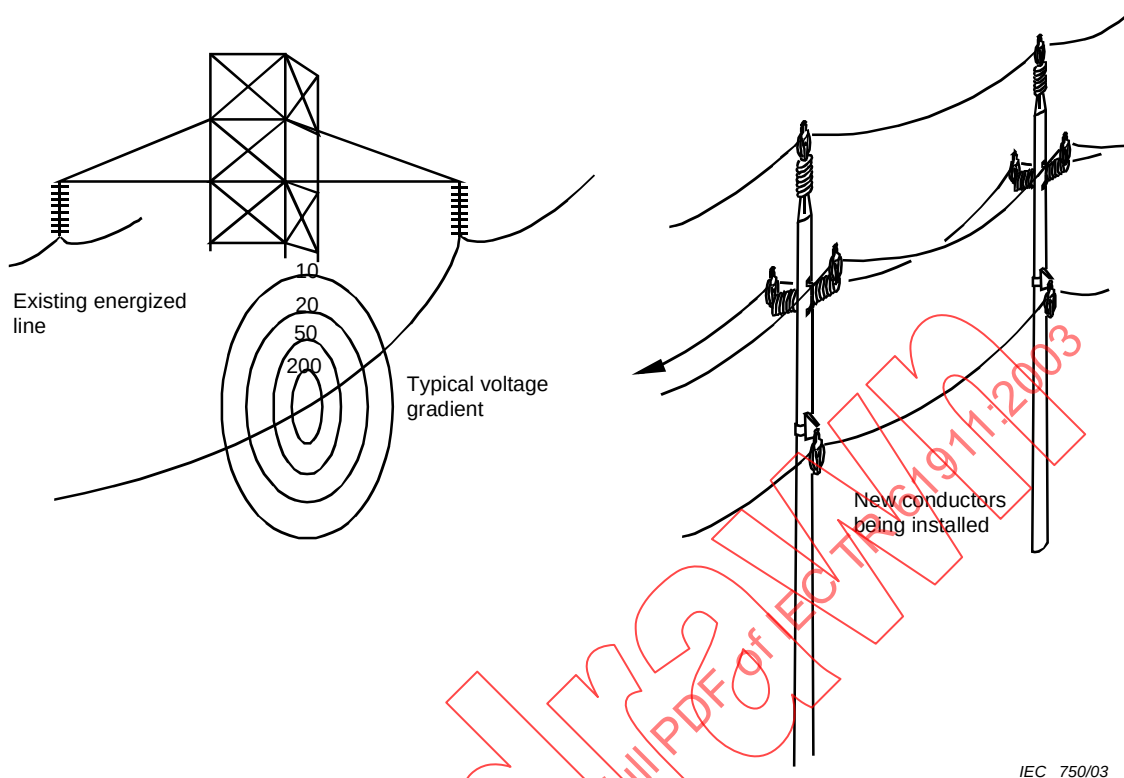


Figure 1a – Pictorial view

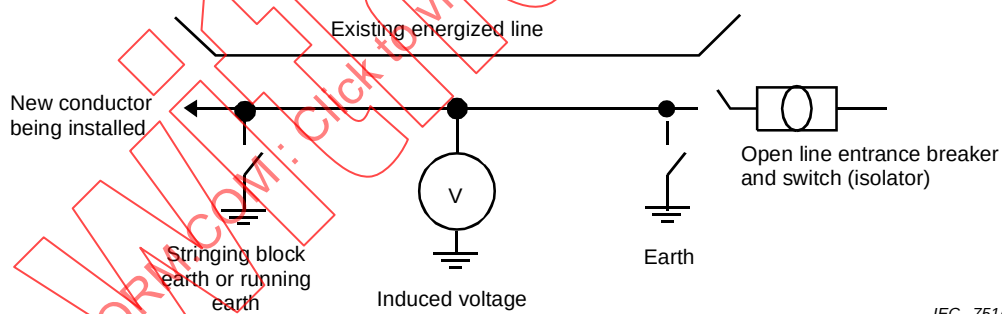
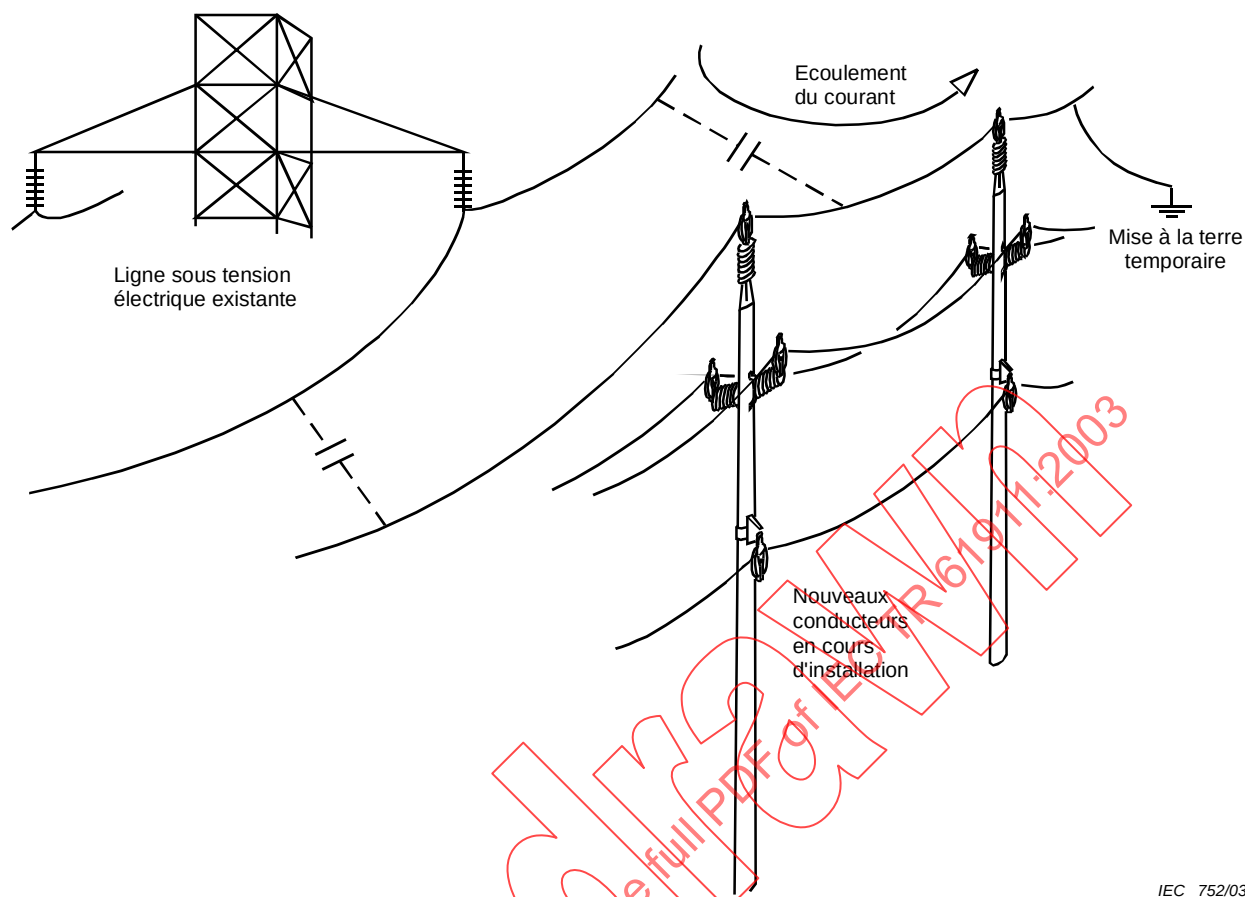


Figure 1b – Diagrammatic view

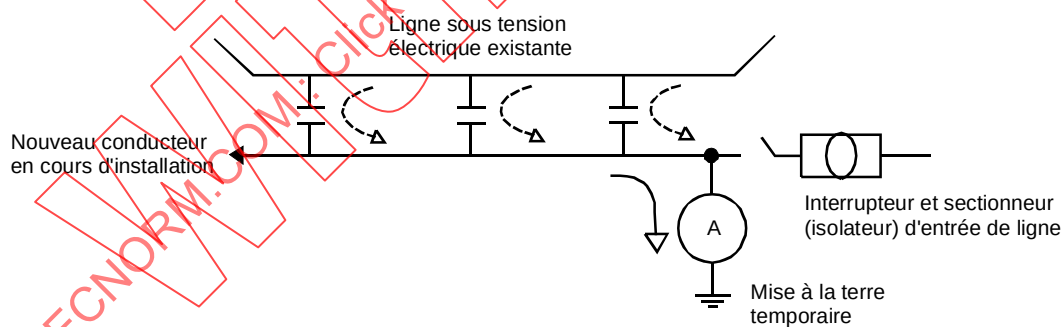
NOTE This figure is simplified. The three phases of the existing energized line are involved in the induction.

Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor



IEC 752/03

Figure 2a – Vue schématique

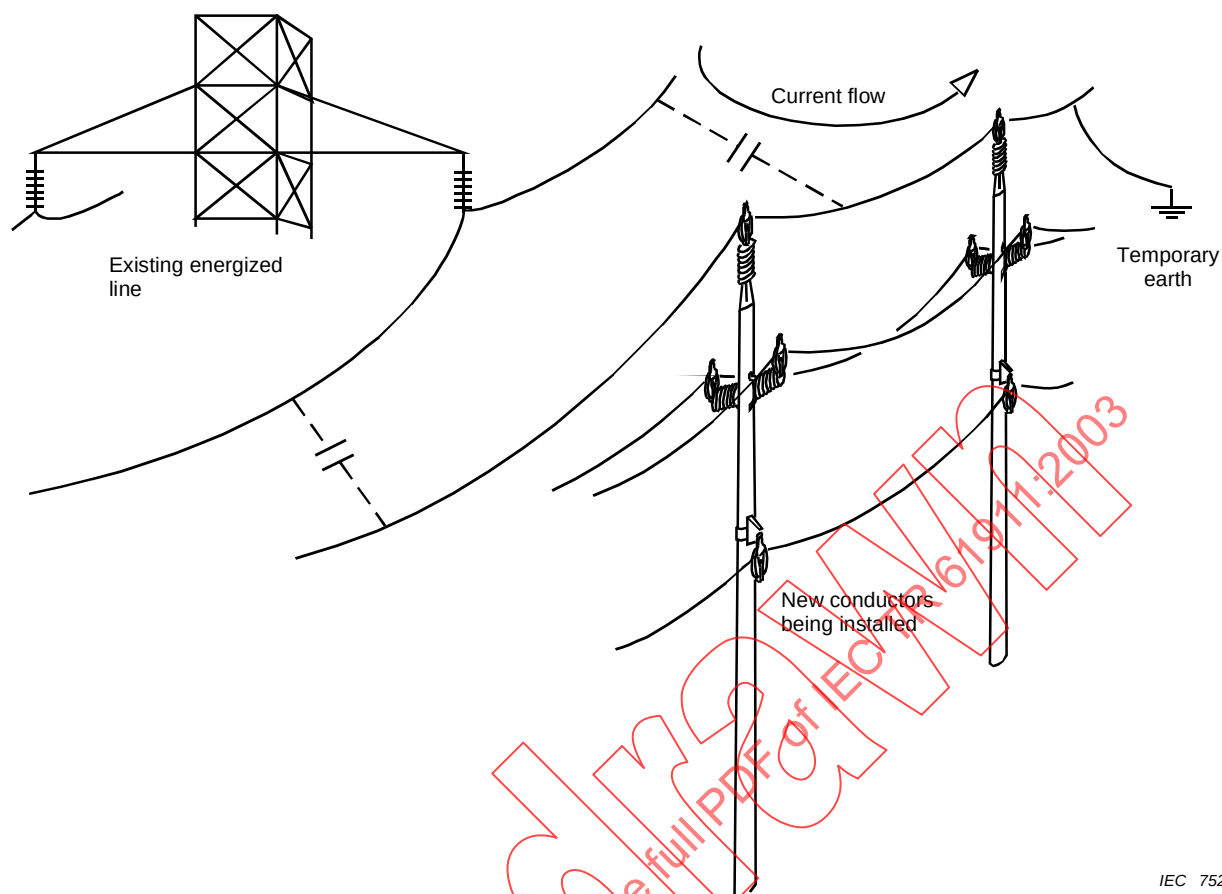


IEC 753/03

Figure 2b – Diagramme

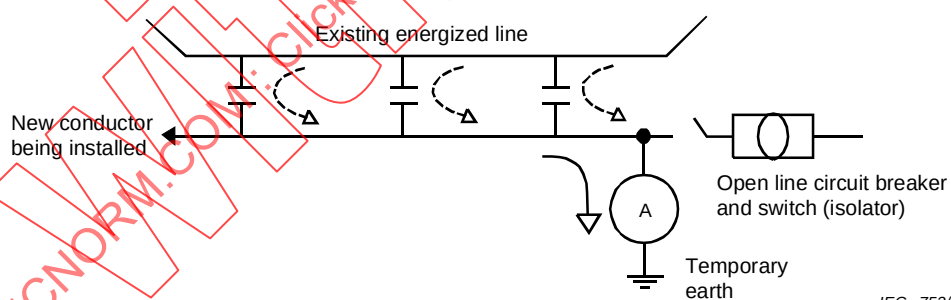
NOTE Cette figure est simplifiée. Les trois phases de la ligne sous tension électrique existante participent à l'induction.

Figure 2 – Courant induit par un champ électrique sur un conducteur parallèle



IEC 752/03

Figure 2a - Pictorial view



IEC 753/03

Figure 2b - Diagrammatic view

NOTE This figure is simplified. The three phases of the existing energized line are involved in the induction.

Figure 2 - Electric field induced current on a parallel conductor

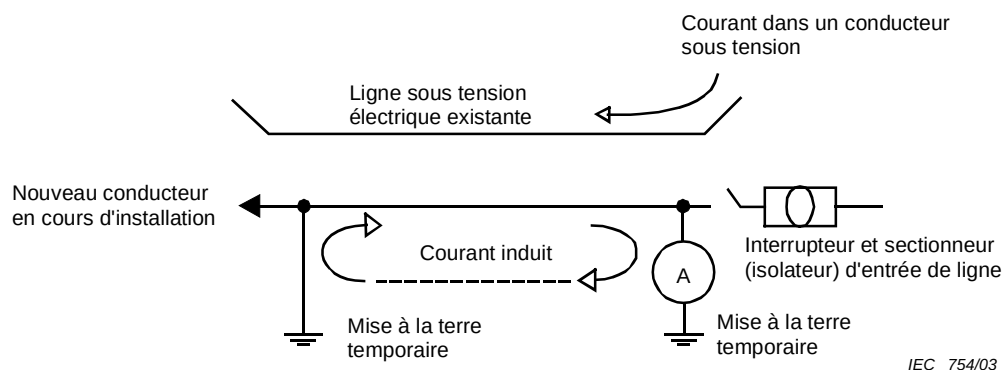


Figure 3a – Courant de circulation avec deux mises à la terre sur le nouveau conducteur

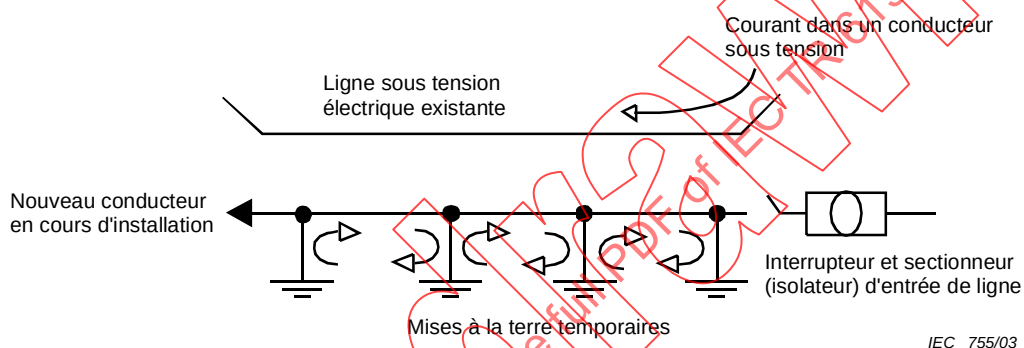


Figure 3b – Courants de circulation avec mises à la terre multiples

NOTE Cette figure est simplifiée. Les trois phases de la ligne sous tension électrique existante participent à l'induction.

Figure 3 – Courant induit par un champ magnétique sur un conducteur parallèle

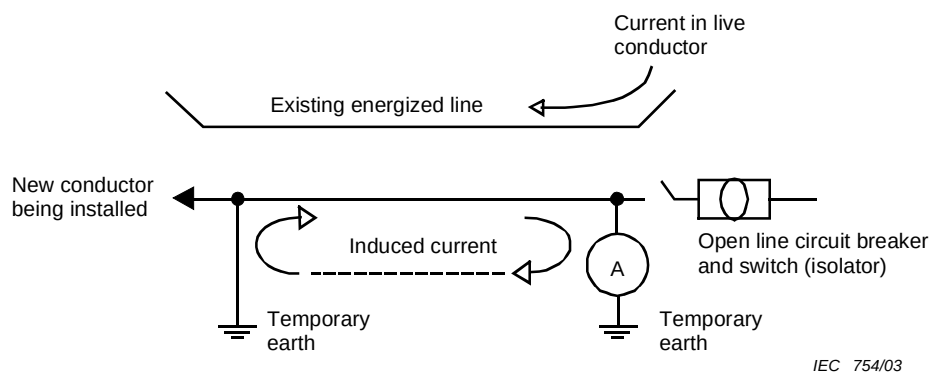


Figure 3a – Circulating current with two earths on new conductor

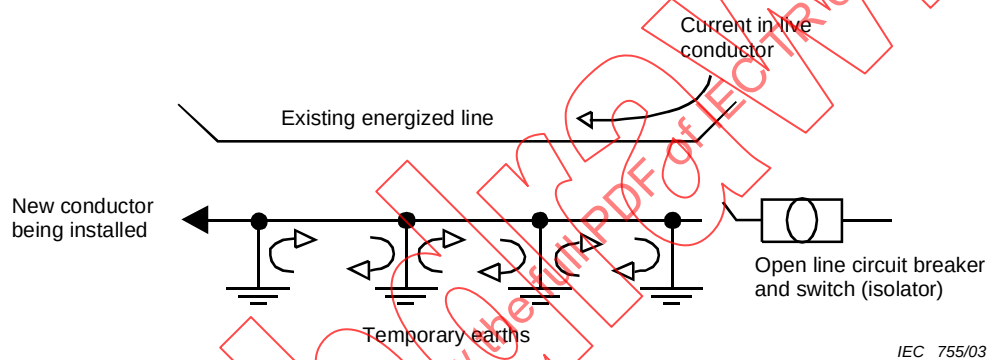
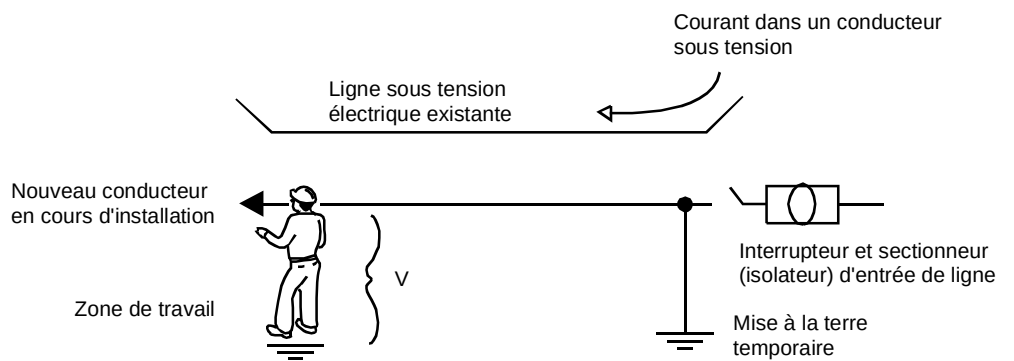


Figure 3b – Circulating currents with multiple earths

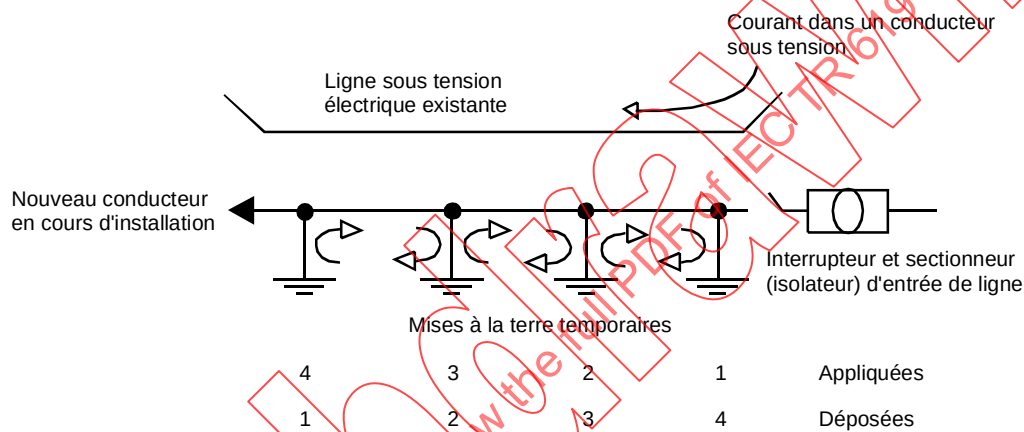
NOTE This figure is simplified. The three phases of the existing energized line are involved in the induction.

Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor



IEC 756/03

Figure 4a – Tension de circuit ouvert avec une seule terre

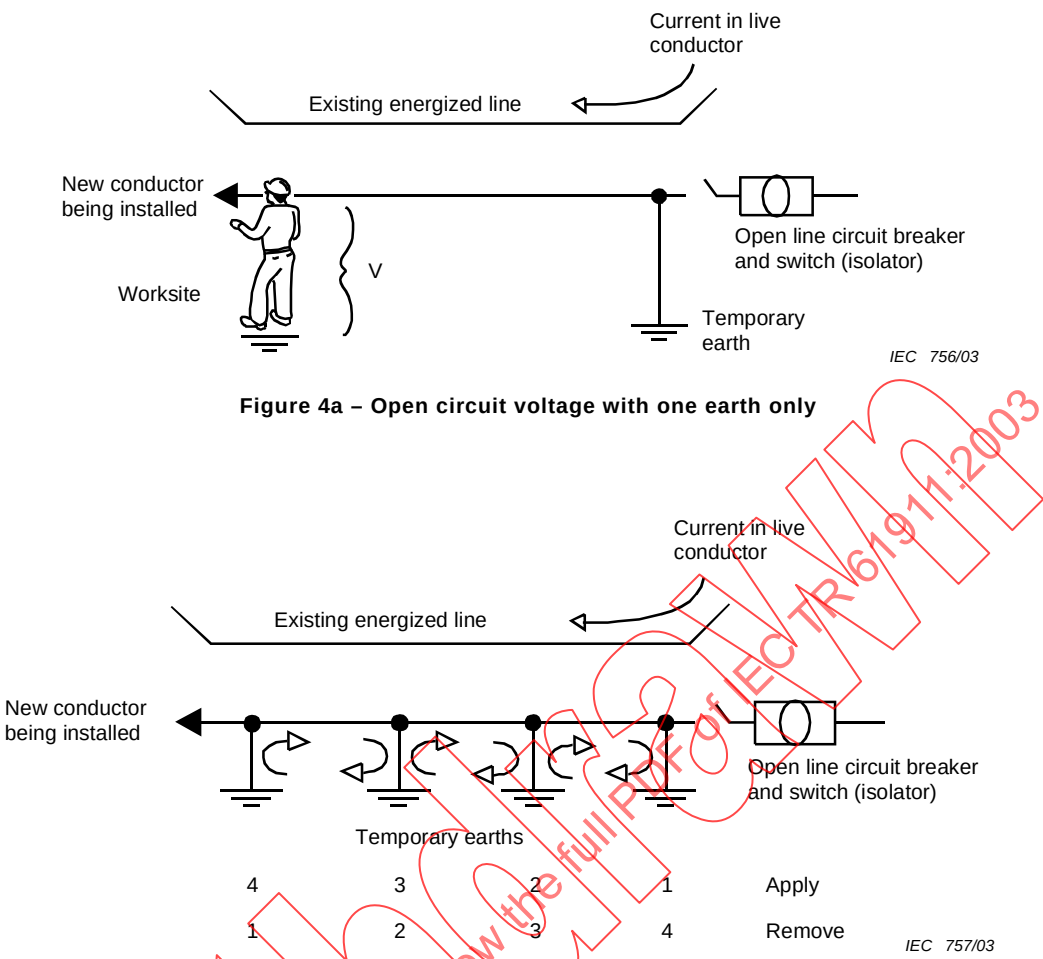


IEC 757/03

NOTE Dans les zones de forte induction, il convient que la dernière terre déposée le soit à l'aide d'une pince à coupure d'arc.

Figure 4b – Mises à la terre temporaires à appliquer et déposer successivement

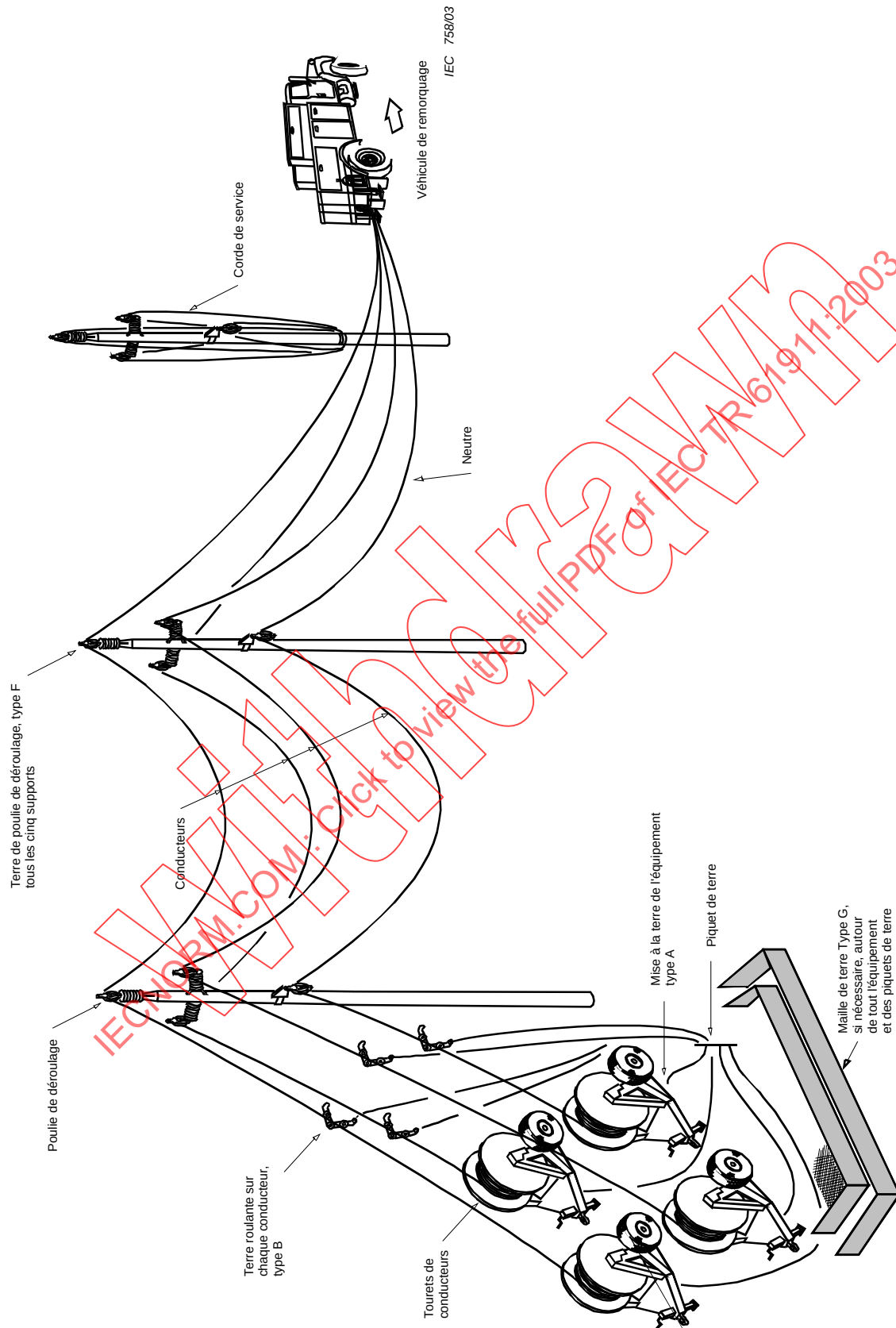
Figure 4 – Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle



NOTE In areas of high induction, the last earth removed should be done so with a portable earth interrupter tool.

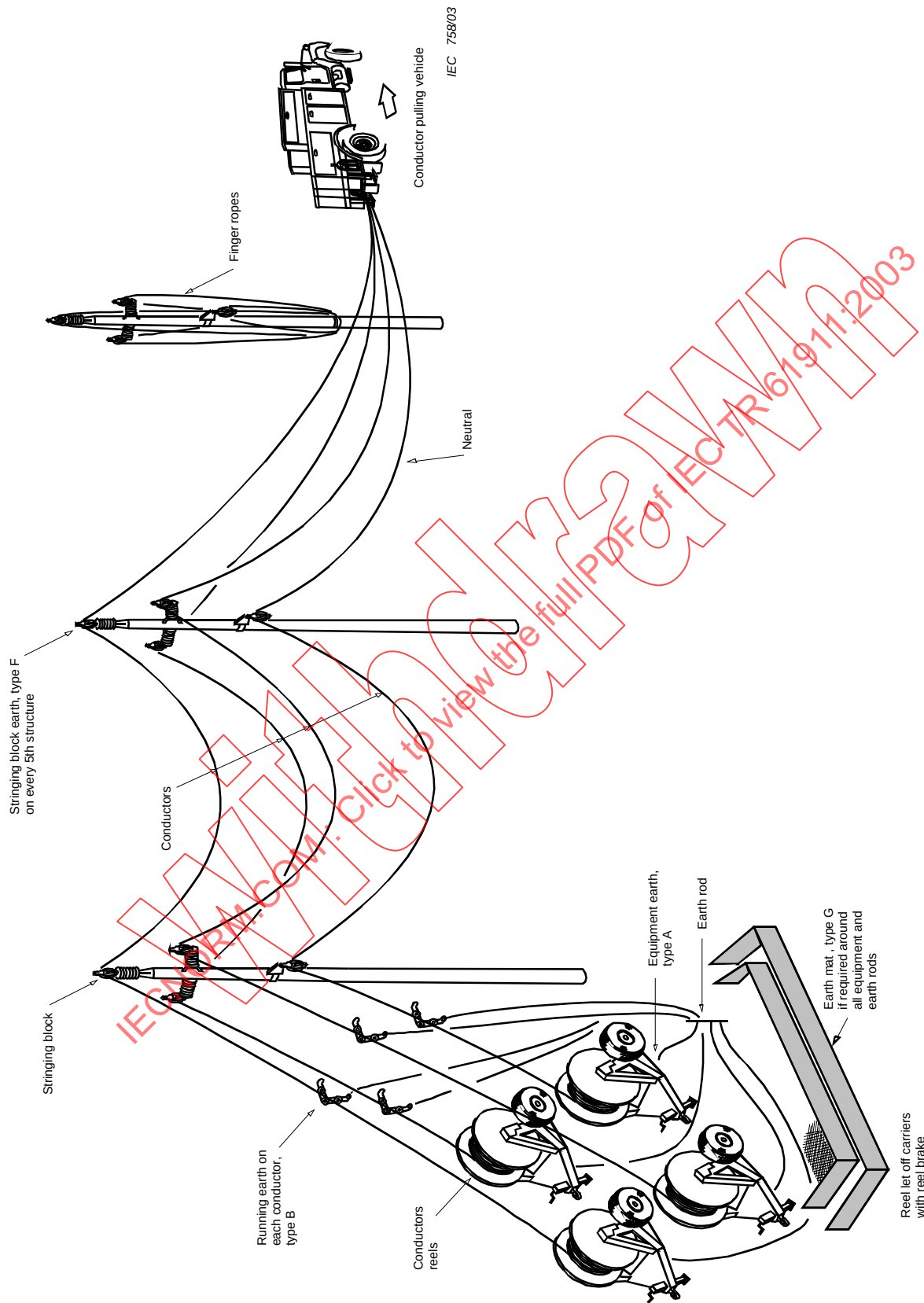
Figure 4b – Temporary earths to be applied and removed sequentially

Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor



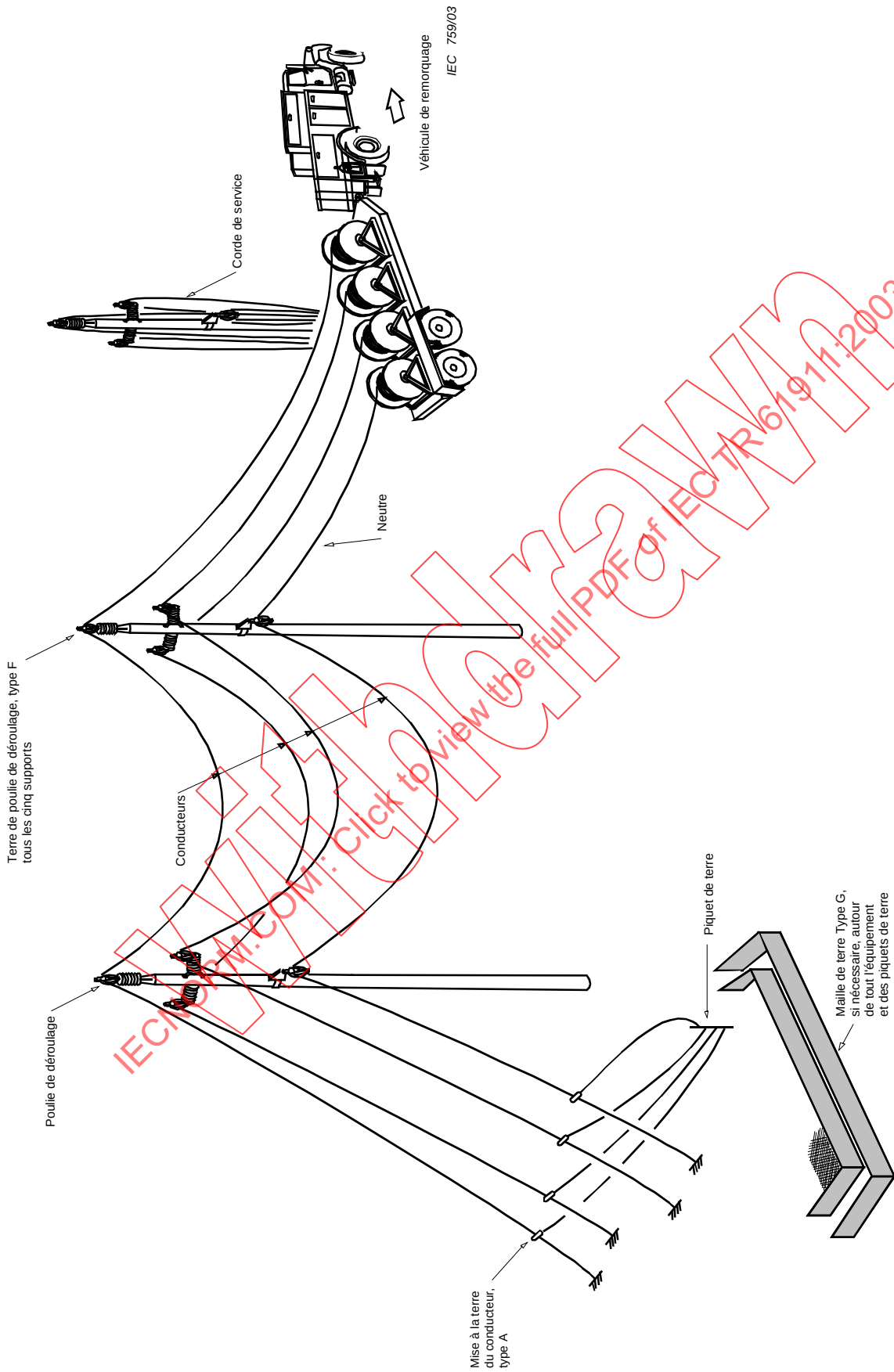
NOTE Ces méthodes ne sont pas recommandées dans les zones où une forte induction est possible.

Figure 5a – Installation de conducteurs – Tourret stationnaire



NOTE This method is not recommended in areas where high induction is possible.

Figure 5a – Installing conductor – Stationary reel



NOTE Ces méthodes ne sont pas recommandées dans les zones où une forte induction est possible.

Figure 5b – Installation de conducteurs – Touret roulant

Figure 5 – Méthode de déroulage détendu