

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

61911

Première édition
First edition
1998-12

**Travaux sous tension –
Installation de conducteurs de distribution –
Equipement de déroulage et accessoires**

**Live working –
Installation of distribution line conductors –
Stringing equipment and accessory items**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61911/TR:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2**

**TECHNICAL
REPORT – TYPE 2**

**CEI
IEC**

61911

Première édition
First edition
1998-12

**Travaux sous tension –
Installation de conducteurs de distribution –
Équipement de déroulage et accessoires**

**Live working –
Installation of distribution line conductors –
Stringing equipment and accessory items**

© IEC 1998 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
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions.....	14
4 Compréhension du danger – Théorie de base.....	34
4.1 Induction de circuits à proximité	34
4.1.1 Induction d'un champ électrique – Tension	36
4.1.2 Induction d'un champ électrique – Courant	36
4.1.3 Induction d'un champ magnétique – Courant.....	36
4.1.4 Induction d'un champ magnétique – Tension	38
4.2 Charge électrostatique	38
4.3 Création de tension – Boucle de terre.....	38
5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur.....	38
5.1 Méthode de déroulage détendu.....	40
5.2 Déroulage sous tension.....	40
5.3 Equipement de déroulage.....	42
5.3.1 Freineuses.....	42
5.3.2 Treuils.....	46
5.3.3 Enrouleuses.....	50
5.3.4 Porte-tourets de déroulage.....	52
5.3.5 Treuils de câble pilote	52
5.3.6 Câbles pilotes, câbles de tirage	52
5.3.7 Poulies de déroulage.....	54
5.3.8 Terre de poulie de déroulage.....	56
5.3.9 Terre roulante.....	58
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
6.1.1 Considérations générales	60
6.1.2 Mises à la terre de l'équipement	64
6.1.3 Conducteurs de terre.....	64
6.1.4 Terres pour mailles de terre et conducteurs.....	64
6.1.5 Terres pour l'installation de manchons de jonction en mi-portée sur conducteur	64
6.1.6 Terres utilisées pour la mise sur pinces des conducteurs.....	64
6.1.7 Terres utilisées pour l'installation de ponts de continuité pour le conducteur	64
6.1.8 Terres des poulies de déroulage.....	66
6.1.9 Maille de terre	66

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 Understanding the hazard – Basic theory	35
4.1 Induction from nearby circuits	35
4.1.1 Electric field induction – Voltage	37
4.1.2 Electric field induction – Current	37
4.1.3 Magnetic field induction – Current	37
4.1.4 Magnetic field induction – Voltage	39
4.2 Electrostatic charging	39
4.3 Voltage build-up – Earth loop	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
5.3.1 Tensioners	43
5.3.2 Pullers	47
5.3.3 Reel winders	51
5.3.4 Let off stands	53
5.3.5 Pilot rope puller	53
5.3.6 Pilot rope, pulling rope	53
5.3.7 Stringing blocks	55
5.3.8 Stringing block earth	57
5.3.9 Running earth	59
5.4 Communications	59
6 Special earthing requirements	59
6.1 Work site earthing systems	61
6.1.1 General considerations	61
6.1.2 Equipment earths	65
6.1.3 Conductor earths	65
6.1.4 Earths for earth mat and conductors	65
6.1.5 Earths for mid-span joining of conductors	65
6.1.6 Earths used for clipping in the conductors	65
6.1.7 Earths used for installation of jumper loops for the conductor	65
6.1.8 Stringing block earths	67
6.1.9 Earth mat	67

Articles	Pages
6.2 Utilisation des dispositifs de mise à la terre	66
6.2.1 Procédures générales	68
6.2.2 Installation du câble pilote ou de tirage	70
6.2.3 Déroulage des conducteurs	72
6.2.4 Manchonnage des conducteurs	74
6.2.5 Réglage des conducteurs	74
6.2.6 Mise sur pince des conducteurs.....	74
6.2.7 Ancrage et installation des ponts de continuité et autre travail aux structures	76
6.2.8 Alimentation en carburant.....	76
7 Essai de l'équipement	78
7.1 Nombre d'essais de type	78
7.2 Installation pour les essais de type	78
7.3 Critère d'acceptation de l'essai de type.....	78
Annexe A (normative) Choix de la taille des terres, des câbles de terre et des mises au potentiel	112
Figure 1 – Tension induite par un champ électrique sur un conducteur parallèle	80
Figure 2 – Courant induit par un champ électrique sur un conducteur parallèle	82
Figure 3 – Courant induit par un champ magnétique sur un conducteur parallèle	84
Figure 4 – Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle	86
Figure 5 – Méthode de déroulage détendu	90
Figure 6 – Méthode type de déroulage sous tension.....	98
Figure 7 – Systèmes de mise à la terre	106
Figure 8 – Installation d'essai classique pour terre de poulie de déroulage	108
Figure 9 – Installation d'essai classique pour terre roulante	110

Clause	Page
6.2 Use of earthing systems	67
6.2.1 General procedure	69
6.2.2 Installing the pilot or pulling rope	71
6.2.3 Stringing of conductors	73
6.2.4 Splicing of conductors	75
6.2.5 Sagging of conductors	75
6.2.6 Clipping-in conductors	75
6.2.7 Dead-ending and installation of jumper loops or other work at structures....	77
6.2.8 Fuelling	77
7 Testing of equipment	77
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	113
Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor	81
Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor	83
Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor	85
Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor	87
Figure 5 – Slack stringing method	91
Figure 6 – Typical tension stringing method	99
Figure 7 – Earthing systems	107
Figure 8 – Typical test set-up for stringing block earth	109
Figure 9 – Typical test set-up for running earth	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – INSTALLATION DE CONDUCTEURS 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, rapports techniques, spécifications 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 du présent rapport 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 d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études 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.

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
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 reports, technical specifications 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 report 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. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 61911, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

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

Projet de comité	Rapport de vote
78/229/CDV	78/247/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.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'installation des conducteurs aériens – Travaux sous tension – car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

L'annexe A fait partie intégrante de ce rapport technique.

IEC 61911, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

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

Committee draft	Report on voting
78/229/CDV	78/247/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 document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of installation of live overhead conductors because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annex A forms an integral part of this technical report.

INTRODUCTION

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

Ces risques électriques 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 61911:1998

Withd2W

INTRODUCTION

With the increased difficulty of de-energizing existing distribution electrical circuits, installing or removing conductors nearby, or crossing these existing circuits, pose 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 certain requirements be observed when choosing equipment and work methods for the protection of personnel or equipment.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 61911:1998

Withd 2020

TRAVAUX SOUS TENSION – INSTALLATION DE CONDUCTEURS 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 c'est nécessaire, de matériels de déroulage et accessoires utilisés pour l'installation de conducteurs nus et isolés de ligne aérienne de distribution.

Les 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 de transport sous tension adjacentes, coups de foudre, erreurs de manœuvre ou d'une charge électrostatique.

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

Cependant, pour des tensions de 50 kV et au-dessus, l'emploi du rapport technique CEI 61328 peut être mieux approprié. Le choix entre la CEI 61328 et le présent rapport 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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60479-1:1994, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60743:1983, *Terminologie pour l'outillage et le matériel à utiliser dans les travaux sous tension*

CEI 61230:1993, *Travaux sous tension – Dispositifs portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

CEI/TR2 61328:1995, *Travaux sous tension – Installation de conducteurs et câbles de garde – Equipement de déroulage et accessoires*

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

1 Scope

This 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 transmission lines, lightning strikes, switching errors, or electrostatic charging.

The equipment under consideration in this technical report is used for distribution voltages, which are usually considered to be below 50 kV.

However, for voltages of 50 kV and above, use of the IEC 61328 technical report may be more appropriate. The choice of whether IEC 61328 or this 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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 60479-1:1994, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60743:1983, *Terminology for tools and equipment to be used in live working*

IEC 61230:1993, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC/TR2 61328:1995, *Live working – Installation of transmission line conductors and earthwires – Stringing equipment and accessory items*

3 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions données dans la CEI 60050(466) et dans la CEI 60743, de même que les définitions suivantes, s'appliquent:

NOTE – La terminologie pour l'équipement et les procédures relatifs à l'installation de conducteurs aériens varie largement chez les distributeurs d'électricité.

3.1

site d'ancrage

emplacement situé le long de la ligne électrique de transport où les ancrages sont placés pour tenir provisoirement les conducteurs afin de faciliter le travail de manchonnage, de tirage et de freinage

3.2

cage d'oiseau

gonflement des couches extérieures d'un conducteur qui forme un renflement sur ce conducteur. Cela arrive habituellement avec des conducteurs de diamètre important à multiples couches au moment où ils passent dans les roues de la freineuse

3.3

résistance du corps

résistance du corps humain déterminée à partir du rapport entre une tension appliquée et un courant circulant dans le corps humain, en négligeant les effets inductifs et capacitifs. Se référer à la CEI 60479-1

3.4

nacelle; panier

appareil conçu pour être fixé à la flèche supérieure d'un camion de ligne, d'une grue ou d'un monte-charge aérien, destinée à porter les ouvriers dans une position de travail élevée

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 grâce à la friction. Un treuil ou freineuse à cabestan comporte généralement un ou plusieurs cabestans incorporés dans sa conception. La taille physique du cabestan 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 néoprène ou d'uréthane. Les treuils de tirage possèdent généralement des gorges en acier trempé

3.6

circuit

arrangement de dispositifs ou moyens à travers lesquels le courant peut passer; chemin fermé pour le courant électrique. 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 pôles pour les lignes à courant continu

3.7

garde

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

3.8

mise sur pince

transfert des conducteurs non tendus depuis la poulie de déroulage jusqu'à leur position définitive et l'installation des pinces de suspension définitives

3 Definitions

For the purpose of this technical report, the definitions given in IEC 60050(466) and IEC 60743, as well as the following definitions apply:

NOTE – Terminology for equipment and procedures associated with the installation of overhead conductors varies widely throughout the utility industry.

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. This usually occurs with multilayer large diameter conductors as they are passed through the tensioner bullwheels

3.3

body resistance

resistance of the human body determined from the ratio of voltage applied to current flowing in a human body, neglecting capacitive and inductive effects. See IEC 60479-1

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

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. 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 neoprene or urethane. Puller bullwheels usually have hardened steel grooves

3.6

circuit

arrangement of devices or media through which electric current can flow; closed path for electric current. 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

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

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 sera placé

NOTE – Lors du déroulage en terrain accidenté, le déport de chaînes peut être rendu obligatoire afin d'équilibrer les forces horizontales sur chaque pylône de suspension.

3.10

manchon à compression

tube comprimé conçu et fabriqué en aluminium, cuivre ou acier pour joindre ou terminer des conducteurs ou des câbles de garde aériens. 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 conducteur peut être nu ou isolé

3.12

capuchon de conducteur

capuchon fait en matériau isolant et utilisé pour envelopper le conducteur. Il peut être souple ou rigide, selon le matériau utilisé

3.13

tendeur parallèle; grenouille; main d'ancrage

appareil conçu pour permettre le tirage ou la retenue temporaire du conducteur sans manchonner sur l'armement, les oeillets, etc. Il permet l'accrochage du tendeur sur le conducteur là où le boulonnage n'est pas possible. L'aspect de ces appareils varie considérablement. La plupart de ces serre-câbles sont ceux qui ont un corps rigide à côtés ouverts avec des mâchoires opposées et un loquet tournant. En plus du déroulage et des accrochages temporaires des conducteurs, cet appareil est communément utilisé pour des haubans d'ancrage et, dans certains cas, pour tirer ou retenir temporairement des câbles

3.14

thermomètre conducteur

thermomètre précis incorporé de façon permanente à un court échantillon de câble 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

outil utilisé pour couper les fils d'aluminium autour du centre des conducteurs ACSR (conducteur d'aluminium renforcé avec acier) en préparation du processus de manchonnage

3.16

maillon

lien rigide conçu pour rabouter les câbles de tirage. Il est généralement conçu pour passer à travers les gorges des réas du treuil sous faible charge. Il ne vrille pas et soulage les efforts de torsion

3.17

protection; échafaudage

structure faite de poteaux, tubes ou autre équipement spécial tel qu'une grue, utilisant quelquefois des filets de cordes. Elle est utilisée 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 est normalement construite 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, etc.

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

3.11

conductor; cable; wire

component intended to carry electric current. A conductor may be bare, or insulated

3.12

conductor cover; line hose; line guard

cover made of insulating material and used to shroud the conductor. It may be flexible or rigid, according to the material used

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. It permits the attachment of the grip 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 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

connector link; pulling rope connector; link; peanut

rigid link designed to connect pulling ropes. It is usually designed to pass through the grooves of bullwheels on the puller when under load. It will not spin and relieves torsional forces

3.17

crossing structure; guard structure; H-frame; rider pole structure; scaffolding; temporary structure

structure built of poles, tubes, or other specialised equipment such as a crane, sometimes using rope nets. It is used whenever conductors are being strung over roads, power lines, communications circuits, highways or railways and normally constructed in such a way that it will 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

ancrage

méthode qui conduit à la confection des manchons d'ancrage des conducteurs à une structure d'ancrage

3.19

hors tension

affranchi de toute liaison électrique à une source de tension, et de toute charge électrique. N'ayant pas un potentiel différent de celui du sol. Le terme est seulement utilisé en référence aux parties qui transportent le courant et qui peuvent être sous tension. Affirmer qu'un circuit a été mis hors tension électrique signifie que le circuit a été déconnecté de toutes les sources électriques possibles, c'est-à-dire à la fois déconnecté et mis à la terre

3.20

dynamomètre

appareil conçu pour mesurer les charges et les tensions mécaniques sur les conducteurs. Différents modèles sont utilisés pour mettre sous tension 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

3.22

câble de terre; câble de mise à la terre

conducteur flexible habituellement constitué de fils de cuivre recouverts d'une gaine protectrice transparente, et attaché aux deux extrémités à des pinces, conçu pour mettre en contact les conducteurs ou équipements à la terre ou à la maille de terre

3.23

pince de mise à la terre

pince attachée à un câble de mise à la terre qui court-circuite les câbles, soit directement, soit par des éléments de liaison. Elle est utilisée pour établir la connexion aux systèmes de mise à la terre, soit directement, soit à travers un point de connexion fixe. Utilisée pour établir une connexion entre les conducteurs, l'équipement de déroulage, les câbles de tirage/pilotes et le sol

3.24

maille de terre

système de conducteurs nus interconnectés selon un schéma de maillage sur une zone spécifique ou enseveli sous la surface du sol. Normalement connecté 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 appareils de mise à la terre. Le but premier de cette maille de terre est d'assurer la sécurité des travailleurs, en limitant les différences de potentiels dans son périmètre à un niveau de sécurité suffisant dans le cas de courants élevés qui pourraient circuler si le circuit ou le conducteur sur lequel les hommes sont en train d'intervenir était mis sous tension pour quelque raison que ce soit. Des mailles à surface métallique ou des grillages sont quelquefois utilisés dans ce but. Lors de leur utilisation, ils sont employés sur des sites de tirage, de freinage et de manchonnage en ligne

3.25

piquet de terre

piquet qui est enfoncé dans le sol dans le but de servir de mise à la terre, tel un piquet d'acier recouvert de cuivre, un piquet massif en cuivre, ou un piquet en acier galvanisé. Des piquets en acier cuivré sont communément utilisés durant les opérations de déroulage des conducteurs afin d'obtenir une terre électrique en utilisant des appareils de mise à la terre portatifs

3.18**dead-ending**

method which results in the installation of conductors at an anchor structure

3.19**de-energized; dead**

free from any electric connection to a voltage source, and from electric charge. Not having a potential different from that of the ground. The term is used only with reference to current-carrying parts that are sometimes alive (energized). To state that a circuit has been de-energized means that the circuit has been disconnected from all intended electrical sources, that is, both isolated and grounded

3.20**dynamometer; load cell**

device designed to measure loads or tension on conductors. Various models of these devices 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

3.22**earth cable; ground cable**

flexible conductor usually of stranded copper with a transparent sheath for mechanical protection, and attached at both ends to clamps, designed to connect conductors or equipment to earth or to an earth grid

3.23**earth clamp; ground clamp**

clamp which is attached to an earthing cable, short-circuiting cables either directly or through connecting links, and is used for connecting to the earthing system, either directly or through a fixed connection point. Used in making earthing connections between the conductors, stringing equipment, pulling/pilot ropes, and the earth

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. Normally, it 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 earth mat is to provide safety for workmen by limiting potential differences within its perimeter to safe levels in case of high currents which could 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 that is driven into the earth to serve as an earthing terminal, such as a copper-clad steel rod, solid copper rod, or galvanized steel rod. 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

perche de mise à la terre

élément isolant comprenant une perche isolante équipée de raccords permanents ou amovibles pour pince de ligne, barre de court-circuit ou élément prolongateur conducteur. Elle est d'une longueur suffisante pour permettre l'accrochage et l'installation des pinces de mise à la terre en toute sécurité

3.27

système de terre

système composé de toutes les connexions de mise à la terre interconnectées dans une zone spécifique, telle que la section de déroulage

3.28

induction de champ électromagnétique; couple électromagnétique

phénomène qui produit à la fois une tension et des courants induits

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

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; couple capacitif, induction électrostatique

processus 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 (électrique), en charge

électriquement connecté à une source de tension, ou électriquement chargé afin d'obtenir un potentiel différent de celui du sol

3.31

équipotentiel

terme qui s'applique à un 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 câbles, des masses, des piquets de mise à la terre et/ou des mailles destinées à fournir une tension acceptable entre toutes les parties de la zone dans les pires conditions de mise sous tension

3.33

coefficient de sécurité, mécanique

rapport entre la force de rupture ou de fléchissement et l'effort ou la charge maximale autorisée appliquée

3.34

défaut

tout changement indésirable qui entrave l'opération normale. Condition physique qui empêche un appareil, un composant ou un élément de fonctionner de la façon souhaitée. 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. Un courant de défaut circulant à la masse peut être appelé courant de défaut de masse

3.26**earthing pole; earthing stick; ground stick**

insulating element comprising an insulating pole equipped with permanent or detachable coupling for line clamp, short-circuiting bar, or conductive extension component. It 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

When the predominant effect is due to voltage, this is known as electric field induction

When the predominant effect is due to current, this is known as magnetic field induction

3.29**electric field induction; capacitive coupling; electrostatic induction**

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**

electrically connected to a voltage source, or electrically charged so as to have a potential different from that of the earth

3.31**equipotential**

applies to a 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 grids that will provide acceptable voltage 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. For example a short circuit, a broken wire, 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. A fault current flowing to earth may be called an earth fault current

3.36

corde de service

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

3.37

palan à chaîne; câble; pullift; tirfor

appareils normalement conçus à partir d'enrouleurs, de chaînes à maillons ou de câbles métalliques. Ils utilisent le principe de la démultiplication afin de permettre à de lourdes charges d'être soulevées ou tirées. Ils sont souvent utilisés 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

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

3.39

isolé

séparé physiquement, électriquement et mécaniquement de toutes les sources d'énergie électrique. Une telle séparation n'élimine pas les effets de l'induction électrique

3.40

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 de déroulage qui sont en processus de manchonnage. Son but alors est d'agir comme un shunt ou court-circuit afin d'éviter aux ouvriers de s'insérer accidentellement entre les deux conducteurs

3.41

lève-isolateur; main de levage

appareil conçu pour permettre de lever les isolateurs en chaîne jusqu'à leur position définitive sur la structure et de maintenir la chaîne pendant l'installation de la fixation permanente à la structure

3.42

induction de champ magnétique

processus de génération de tensions et/ou de courants sur un circuit électrique par des variations dans le temps de champs magnétiques

3.43

câble de mise à la terre

appareil portatif conçu pour mettre en court-circuit et connecter un circuit hors tension ou une partie d'équipement, ou les deux, à la terre générale. Normalement situé loin, et de part et d'autre du site de travail immédiat. Principalement utilisé pour mettre en sécurité le personnel lors de la construction, de la reconstruction et des opérations de maintenance. Il convient qu'un câble de mise à la terre soit calibré et conçu pour supporter le courant de défaut du système sur lequel on travaille

3.36**finger rope; finger line; hand line**

lightweight rope, normally natural fibre or synthetic fibre rope, which is placed over the stringing block when it is hung. It 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 or cable; coffing hoist; ratchet hoist; pull lift; Tirefor**

devices normally designed using roller or link chain or wire rope. They have built-in leverage to enable heavy loads to be lifted or pulled. They are often used to dead-end a conductor during sagging and clipping-in operations and when tensioning guys

3.38**hold down block; coffing hoist; ratchet hoist; pull lift; Tirefor**

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

physically separate electrically and mechanically, from all sources of electrical energy. Such separation will not eliminate the effects of electrical 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. Its purpose then is to act as a shunt to prevent workmen from accidentally placing themselves between the two conductors

3.41**insulator lifter; insulator seat**

device designed to permit insulators to be lifted in a string to their intended position on a structure and hold the string while the permanent attachment to the structure is being made

3.42**magnetic field induction; inductive coupling**

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

3.43**master earth; ground set; master ground; primary earth**

portable device designed to short-circuit and connect (bond) a de-energized circuit or piece of equipment, or both, to the *general mass* of earth. Normally located remote from, and on both sides of, the immediate work site. Primarily used to provide safety for personnel during construction, reconstruction or maintenance operations. A master earth should be sized and designed to carry a fault current in the system being worked on

3.44

coupure; consignation

condition dans laquelle un circuit est mis hors tension pour permettre la réalisation d'un travail qui ne peut généralement être réalisé lorsque le circuit est sous tension

3.45

terre individuelle

appareil portatif conçu pour connecter un conducteur hors tension ou une partie de l'équipement, ou les deux, à la terre. Il se distingue du câble de mise à la terre principal en ce sens qu'il est utilisé sur le site immédiat lors de l'accomplissement d'un travail sur un conducteur ou une partie de l'équipement qui est ou peut être mis sous tension par induction

3.46

câble pilote; câblette pilote

câble léger, normalement une fibre synthétique, utilisé pour tirer des câbles de traction plus lourds qui sont à leur tour utilisés pour tirer le conducteur. Les câbles pilotes peuvent être installés à l'aide des cordes de service ou par hélicoptère lorsque les isolateurs et les poulies sont suspendus. Il est à noter que dans certains pays ce câble est appelé câble pré-pilote

3.47

treuil pilote

appareil conçu pour dérouler et rembobiner des câbles pilotes durant les opérations de déroulage. Il peut être soit du type treuil tambour, généralement avec un enrouleur monté comme partie intégrante de la machine, soit du type multi-tambours. Il est habituellement positionné sur le site de freinage

3.48

câble de tirage; câble de déroulage, câble de traction

câble de haute résistance, généralement une corde en fibre synthétique ou un câble métallique, utilisé pour tirer le conducteur. Cependant, 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. Il est à noter que dans certains pays, ce câble est appelé câble pilote

3.49

tir de déroulage

section de ligne sur laquelle le conducteur est installé à l'aide du treuil et de la freineuse. Généralement une longueur approximative de 5 km, ou deux longueurs de touret de conducteurs

3.50

site de tirage

emplacement dans un tir de déroulage où le treuil, l'enrouleuse et les ancrages sont localisés. Ce site peut également servir de site de tirage pour le tir suivant

3.51

treuil-cabestan

machine conçue pour tirer les câbles de déroulage et les conducteurs durant les opérations de déroulage. Le câble de tirage est enroulé directement sous faible tension sur un touret installé sur une enrouleuse après son passage dans le treuil. L'enrouleuse peut être une partie incorporée au treuil ou une machine séparée

3.44**outage**

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

3.45**personal earth; drain earth; earthing device; ground stick; personal ground; working ground**

portable device designed to connect (bond) a de-energized conductor or piece of equipment, or both, to the earth. Distinguished from a master earth in that it is utilised at the immediate site when work is to be performed on a conductor or piece of equipment which is or could become energized by induction

3.46**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. Pilot ropes may be installed with the aid of finger ropes or by helicopter when the insulators and stringing blocks are hung. Note that in some countries this rope is called a pre-pilot rope

3.47**pilot rope puller**

device designed to payout and rewind pilot ropes during stringing operations. It can be either of the 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

3.48**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. However, on reconstruction jobs where a conductor is being replaced, the old conductor often serves as the pulling rope for the new conductor. Note that in some countries this rope is called a pilot rope

3.49**pull section; pull setting; stringing section**

section of line where the conductor is being pulled into place by the puller and tensioner. Usually a length of approximately 5 km, or two conductor reel lengths

3.50**pull site; puller set-up; tugger set-up**

location in a pull section where the puller, reel winder and anchors (snubs) are located. This site may also serve as the pull site for the next pull section

3.51**puller/bullwheel**

machine designed to pull pulling ropes and conductor(s) during stringing operations. The pulling rope is wound up under low tension on the drum in a take-up winder after passing through the puller bullwheels. The take-up winder may be incorporated as part of the bullwheel puller or may be a separate machine

3.52

treuil à tambour

machine conçue pour tirer les câbles de déroulage et les conducteurs durant les opérations de déroulage. Le câble de tirage est enroulé directement sur le tambour du treuil sous haute tension. Il peut y avoir plus d'un tambour, un pour chaque phase

NOTE – Les treuils à tambours multiples sont normalement utilisés pour les travaux sur les lignes de transport à plus basse tension.

3.53

treuil-freineuse

machine qui peut être utilisée soit en tant que treuil, soit en tant que freineuse. Le treuil-freineuse est généralement conçu pour un seul conducteur, mais certaines machines ont été construites pour le tirage ou le freinage de faisceaux de conducteurs

Ces machines sont plus particulièrement recommandées pour les changements de vieux conducteurs ou lorsque le travail nécessite une flexibilité importante. Elles peuvent être du type à cabestan ou à tambour, ce dernier type étant plus particulièrement utilisé en lignes de distribution

3.54

engin de tirage

n'importe quelle partie de l'équipement mobile au sol susceptible de tirer les câbles pilotes, les câbles de tirage ou les conducteurs. Cependant, les hélicoptères peuvent être considérés comme des engins de déroulage quand ils sont utilisés dans ce but

3.55

porte-touret

appareil conçu pour supporter un ou plusieurs tourets et pouvant être soit sur traîneau, soit chargé sur une remorque ou un camion. Généralement placés derrière la freineuse, ces appareils laissent 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. Ces appareils peuvent recevoir des tourets de câbles ou de conducteurs de différentes tailles et sont généralement équipés de freins afin d'empêcher les tourets de tourner lorsque le tirage est arrêté. Ils sont utilisés soit pour la méthode de déroulage sous tension, soit pour la méthode de déroulage détendu

3.56

enrouleuse; récupérateur

machine conçue pour fonctionner en tandem avec un treuil-cabestan et qui sert comme unité de récupération pour le câble de tirage. Elle est généralement mue hydrauliquement depuis le treuil mais, quelquefois elle est équipée de son propre moteur. Elle peut être soit sur traîneau, soit chargée sur une remorque ou un camion

3.57

portée équivalente

longueur calculée de portée d'ancrage à ancrage, qui aura les mêmes variations de tension du conducteur du fait des variations de température et des variations de charge sur les conducteurs identiques à celles que présente une suite de portées de longueurs variables entre ancrages

3.58

palonnier de déroulage

appareil de tirage conçu pour permettre le déroulage de plusieurs conducteurs simultanément à l'aide d'un seul câble de tirage. Il est dimensionné pour passer facilement à travers la poulie de déroulage pendant le processus de déroulage. Le palonnier de déroulage a généralement un balancier flexible suspendu à l'arrière afin d'empêcher les conducteurs de vriller les uns dans les autres durant l'opération de tirage

NOTE – Les conducteurs et les câbles de déroulage sont généralement reliés au palonnier de déroulage par des émerillons afin d'empêcher de transférer les efforts de vrillage vers le palonnier de déroulage.

3.52**puller/drum; hoist; tugger**

machine 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 tension. It may have more than one drum – one for each phase

NOTE – Multiple drum pullers are normally used for work on lower voltage transmission lines.

3.53**puller tensioner**

machine which can be used either as a puller or tensioner. The puller/tensioner is usually designed for a single conductor only, but machines have been constructed for performing either the pulling or tensioning functions on bundle conductors

These machines are desirable particularly for reconductoring work or where work flexibility is important. They can be of the bullwheel or drum type, with the drum type used mainly for distribution work

3.54**pulling vehicle; pulling tractor**

any piece of mobile ground equipment capable of pulling pilot ropes, pulling ropes or conductors. However, helicopters may be considered as a pulling vehicle when utilized for the same purpose

3.55**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. Usually located behind the tensioner, they pay 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. These devices may accommodate rope or conductor reels of varying sizes and are usually equipped with reel brakes to prevent the reels from turning when pulling is stopped. They are used for either the slack or tension stringing method

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

3.57**ruling span; equivalent span**

calculated dead-end span length which will have the same changes in conductor tension due to changes of temperature and conductor loading as will be found in a series of spans of varying lengths between dead-ends

3.58**running board; headboard**

pulling device designed to allow stringing more than one conductor simultaneously with a single pulling rope. It 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 – The conductors and pulling rope are normally connected to the running board with swivels to prevent twisting loads being transferred to the running board.

3.59

terre roulante

appareil portatif conçu pour relier un conducteur en mouvement ou un câble de tirage/pilote au système de mise à la terre

NOTE – Ces appareils sont généralement placés sur le conducteur ou le câble de tirage/pilote adjacents à l'équipement de tirage ou de freinage localisé à l'une ou l'autre extrémité de la section de tirage. Ils sont principalement utilisés pour la sécurité du personnel durant les opérations de construction ou de reconstruction.

3.60

réglage

processus qui consiste à tirer les conducteurs jusqu'à leur tension finale ou réglage

3.61

section de réglage

section de ligne entre ancrage au sol et pylône d'ancrage. Plus d'une portée de réglage par tir peut être nécessaire afin de régler correctement la longueur réelle du conducteur venant d'être déroulé

3.62

portée de réglage

portée choisie sur la section de réglage et utilisée comme portée de contrôle pour déterminer le réglage adéquat du conducteur, définissant ainsi la hauteur et la tension convenables du conducteur. Un minimum de deux, voire plus généralement trois portées est nécessaire sur une section 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 une section de réglage

3.63

marque de réglage; nivelette; marque

appareil utilisé comme point de référence pour régler les conducteurs. Il est placé sur un pylône de la portée de réglage. Le régleur, sur l'autre pylône de la portée de réglage, peut l'utiliser comme référence pour déterminer le réglage adéquat du conducteur

3.64

déroulage détendu

méthode de déroulage du ou des conducteurs excluant l'utilisation d'une freineuse, mais un freinage minimal peut être appliqué au touret du conducteur. Cela signifie généralement que le conducteur touche le sol entre les structures de support. Le conducteur est tiré du touret par un véhicule de tirage et entraîne 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

3.65

manchonnage

processus qui consiste à joindre les extrémités des longueurs des conducteurs de façon à assurer une connexion mécanique et électrique continue. Cela est généralement fait en pressant des manchons aluminium ou aluminium-acier sur les extrémités des conducteurs

3.66

déroulage

tirage des câbles pilotes, des câbles de tirage et des conducteurs sur les poulies de déroulage accrochées aux supports des lignes aériennes de transport et de distribution. 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 mise sur pince des conducteurs et après installation des entretoises ou entretoises amortisseuses de vibrations

3.59**running earth; ground roller; moving ground; rolling ground; travelling ground; running ground**

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

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.

3.60**sagging**

process of pulling conductors up to their final tension or sag

3.61**sag section**

section of line between snub or dead-end structures. 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

3.62**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. 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 could be required within a sag section

3.63**sag target; sag board; target**

device used as a reference point to sag conductors. It is placed on one structure of the sag span. The person, on the other structure of the sag span, can use it as a reference to determine the proper conductor sag

3.64**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. 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

3.65**splicing; jointing**

process of joining the ends of conductor lengths to form a continuous mechanical and electrical connection. This is usually done by pressing aluminium or aluminium and steel sleeves over the ends of both conductors

3.66**stringing**

pulling of pilot ropes, pulling ropes and conductors over stringing blocks supported on structures of overhead transmission lines or distribution lines. Quite often, the entire job of stringing conductors is referred to as stringing operations, 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

3.67

poulie de déroulage

un ou des réas complets sur un châssis, utilisés séparément ou groupés et suspendus aux supports pour permettre le déroulage des conducteurs

NOTE – Ces appareils sont quelquefois groupés avec un réa central pour le câble de déroulage et deux ou plusieurs réas pour les conducteurs, et utilisés pour dérouler plusieurs câbles simultanément. Pour la protection des conducteurs qui ne devraient être ni entaillés ni rayés, les réas des conducteurs sont souvent recouverts de néoprène non conducteur ou semi-conducteur, ou d'uréthane.

3.68

terre de poulie de déroulage

appareil portable fixé à la poulie de déroulage et étudié pour connecter à une terre électrique un conducteur ou câble de tirage/pilote en mouvement. Principalement utilisé pour la sécurité du personnel durant les opérations de construction ou de reconstruction. Cet appareil est installé sur la poulie à un endroit stratégique où une terre électrique est nécessaire

3.69

support

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

3.70

mise à la terre du support; mise à la terre

appareil portatif conçu pour connecter une structure métallique à une terre électrique. Principalement utilisé pour des raisons de sécurité durant les opérations de construction, reconstruction ou maintenance

3.71

surtension de manoeuvre

surtension transitoire dans un circuit électrique causée par une manoeuvre d'appareil. Quand cela arrive, une impulsion de tension momentanée peut être induite dans un circuit adjacent et parallèle au circuit sur lequel est effectuée la manoeuvre, impulsion venant s'ajouter à la tension induite normalement pendant le régime établi

3.72

émerillon

appareil conçu pour connecter les extrémités des conducteurs ou pour connecter un câble de tirage à un conducteur ou les conducteurs à un palonnier. Il n'est pas conçu pour passer à travers les poulies du treuil ou de la freineuse sans aucune charge significative. L'appareil tourne et aide à supporter les efforts de torsion qui se produisent sur le câble ou le conducteur durant le processus de déroulage

3.73

station de freinage

emplacement sur une section de tir où se trouvent la freineuse, les porte-tourets, les tourets de conducteurs et les ancrages au sol. Le site peut également servir de station pour la section de tir suivante

3.74

tension de déroulage

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

3.67

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

sheave or sheaves complete with 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 nicked or scratched, the conductor sheaves are often lined with non-conductive or semi-conductive neoprene or urethane.

3.68

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. 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

3.69

structure; pole; tower

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

3.70

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. Primarily used to provide safety for personnel during construction, reconstruction or maintenance operations

3.71

switching surge

transient overvoltage in an electrical circuit caused by a switching operation. When this occurs, a momentary voltage surge could be induced in a circuit adjacent and parallel to the switched circuit in excess of the voltage induced normally during steady-state conditions

3.72

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. It is not designed to pass through the bullwheels of a puller or a tensioner under any significant load. The device will spin and help relieve the torsional forces which build up in the rope or conductor during the stringing process

3.73

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

3.74

tension stringing

use of 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

3.75

freineuse-cabestan

équipement conçu pour freiner un câble de tirage ou un ou des conducteurs durant les opérations de déroulage. Normalement, il est constitué d'une ou plusieurs paires de réas recouverts d'uréthane ou de néoprène, munis de gorges simples ou multiples. La tension est maintenue grâce aux frottements du conducteur sur les gorges des réas mobiles

NOTE – Des freineuses sont disponibles pour le déroulage de conducteurs seuls ou de faisceaux multiples.

3.76

corde de passage; corde de service

corde légère flexible, généralement en fibres naturelles ou en fibres synthétiques, utilisée pour guider le conducteur à travers les réas d'une freineuse ou le câble de déroulage à travers les réas d'un treuil

3.77

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 foulée horizontale maximale (distance maximale que l'on peut atteindre), approximativement 1 m. Cette différence de potentiel pourrait être dangereuse et pourrait résulter d'induction ou de possibilités de défaut, ou des deux

3.78

charge de rupture

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

3.79

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 déroulage ou le câble pilote dans sa gorge lorsqu'il se soulève du fait des tensions de déroulage

3.80

charge limite de travail

charge limite qui peut être appliquée en toute sécurité à une membrure ou un assemblage. 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

3.81

chaussette

appareil conçu pour permettre la jonction ou le tirage temporaire des conducteurs sans avoir recours aux oeilletons, maillons ou pinces spéciaux

3.82

limite élastique

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 membrane ou partie d'assemblage l'impossibilité de fonctionner

3.75**tensioner, bullwheel; brake; retarder; tensioner**

device designed to hold tension against a pulling rope or conductor(s) during the stringing operation. Normally, it consists of one or more pairs of urethane or neoprene 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)

NOTE – Tensioners are available for single conductor stringing or multiconductor bundle stringing.

3.76**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

3.77**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. This potential difference could be dangerous and could result from induction or fault conditions, or both

3.78**ultimate strength, mechanical**

the 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

3.79**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

3.80**working load limit; allowable load; maximum load; safe working load**

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

3.81**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

3.82**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 Compréhension du danger – Théorie de base

La protection du personnel contre les blessures durant le processus d'installation 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 dangers qui peuvent résulter d'une mise sous tension accidentelle de la ligne, de l'induction ou d'une charge électrostatique. La protection du personnel peut être obtenue en plaçant correctement des systèmes adéquats de mise à la terre sur le lieu de travail, en utilisant des méthodes de travail correctes, par une formation adéquate et en utilisant un équipement comportant des dispositifs protégeant contre ces types de risques.

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

- a) contact accidentel du nouveau conducteur situé sur le lieu de travail, avec des conducteurs adjacents sous tension. 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 électrique entraînant la mise sous tension accidentelle du conducteur en cours d'installation;
- c) tension et courant induits dans le conducteur en cours d'installation en raison de la présence d'une ligne voisine de transport sous tension;
- d) coup de foudre sur le conducteur en cours d'installation ou sur un autre équipement et d'autres composants concernés par le processus de déroulage;
- e) chargement électrostatique des conducteurs ou des câbles dû à des conditions atmosphériques ou couplage capacitif.

Les risques dus au contact accidentel avec une ligne sous tension, aux coups de foudre, aux charges électrostatiques et aux erreurs de manœuvre sont généralement bien compris. Cependant, les risques dus aux tensions et courants induits sont probablement moins faciles à comprendre et seront 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 de transmission en provenance de la source est sous tension, tandis que le coup de foudre ou le défaut électrique sont instantanés ou éphémères.

NOTE – Dans les exemples suivants, l'induction est montrée comme se produisant sur un conducteur; cependant, on notera les mêmes résultats et les mêmes risques existeront pour d'autres composants utilisés lors du processus de déroulage, tels que les câbles de tirage ou pilotes conducteurs (métalliques), ou les câbles de garde aériens.

4.1 Induction de circuits à proximité

Il existe deux types courants de problèmes d'induction provoqués par la proximité de lignes de transmission à courant alternatif sous tension: le champ électrique et le champ magnétique, chacun ayant à la fois des implications de tension et de courant.

Si la ligne sous tension à proximité est une ligne de transmission à courant continu, la charge induite sera la conséquence d'un transfert d'ions, et pourra avoir pour résultat des tensions encore plus élevées que si la ligne à proximité était une ligne à courant alternatif. L'induction magnétique est dans ce cas uniquement liée à l'effet d'ondulation, et est donc bien moins importante que lorsque la ligne de proximité est une ligne à courant alternatif.

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 from the hazards which can result from accidental line energization, induction or electrostatic charging. Personnel protection can be achieved by properly applying adequate 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.

Electrical charges 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) induced voltage and current in the conductor being installed due to an adjacent energized transmission line;
- d) 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 of the conductors or ropes by atmospheric conditions or capacitive coupling.

The hazards caused by lightning strikes, accidental contact with a live conductor, lightning strikes, electrostatic charging, and switching errors, are generally understood. However, the hazards caused by induced voltages and currents are probably less understood and will therefore be 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 transmission line is energized, rather than instantaneous or transient in the case of lightning or a fault current.

NOTE – In the following examples, the 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 Induction from nearby circuits

There are two common types of induction problems caused by nearby energized a.c. transmission 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 charge will be the result of ion drift, and it 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 generally much less than would be the case if the nearby line was an a.c. line.

4.1.1 Induction d'un champ électrique – Tension

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

La tension produite par cette charge dépend de l'importance de la tension de la source et de la géométrie du système.

Si le circuit n'est pas mis à la terre, la tension induite peut aller jusqu'à 30 % de la tension de la ligne sous tension. Cette tension induite peut être calculée, mais généralement il n'est 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 zéro et la tension disparaît en ce point.

4.1.2 Induction d'un champ électrique – Courant

Lorsqu'il s'agit d'un système à courant alternatif, les lignes sous tension et le conducteur en cours d'installation mis à la terre agissent comme des plaques d'un condensateur ou d'une capacité; un courant de charge apparaîtra et circulera à travers la distance dans l'air se trouvant entre eux (voir figure 2).

Il convient de prendre en considération ces deux points:

- a) un courant circule à travers la mise à la terre temporaire depuis le conducteur jusqu'au sol. Il est proportionnel à la longueur en 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 retirée, la tension capacitive est immédiatement rétablie. Par conséquent, si un ouvrier se trouve en contact relativement étroit avec le système et que la terre unique devient défectueuse, l'ouvrier peut alors être exposé à un courant dangereux. Si l'ouvrier essaie de se mettre en contact avec le conducteur ou les parties connectées, il recevra un courant dangereux suivi d'un courant établi. C'est pourquoi l'ouvrier doit éviter de venir à proximité du conducteur ou des parties sous tension étant donné que le courant induit peut être suffisamment important pour provoquer un amorçage. De plus, il convient de noter que le courant capacitif établi se produisant après le contact peut atteindre un niveau dangereux.

4.1.3 Induction d'un champ magnétique – Courant

En plus du champ électrique provoqué par la tension de la ligne sous tension à proximité, 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 bobinages primaires et secondaires d'un transformateur à noyau d'air.

Si le nouveau conducteur est mis à la terre en deux endroits, il agira en tant que partie secondaire d'un transformateur à noyau d'air, court-circuitée à travers le sol. Un courant circulera le long du nouveau conducteur, à travers une connexion à la terre, reviendra à travers le sol et ira sur l'autre terre pour achever de 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 mise en place, une série de boucles fermées est recréée, chacune transportant du courant (voir figure 3b).

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

4.1.1 Electric field induction – Voltage

The electric field around an energized conductor will produce a charge on an isolated and unearthed conducting object nearby (see figure 1).

The voltage produced by this charge depends on the source voltage magnitude and the geometry.

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 zero and the voltage disappears at this point.

4.1.2 Electric field induction – 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 will appear to flow across the air gap between them (see figure 2).

Two points should be considered:

- a) a current will flow 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 current. If the worker attempts to contact the conductor or connected parts, he will receive a dangerous 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.

4.1.3 Magnetic field induction – 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.

S'il existe une grande différence dans l'impédance des terres des 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 circulant.

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 circulants élevés dans la mise à la terre individuelle.

Lorsque le travail est en cours de réalisation dans le voisinage d'une ligne sous tension à forte charge ou qu'un défaut se produit sur la ligne sous tension à proximité, le courant induit sur le nouveau conducteur en cours d'installation peut être très important et peut avoir une influence sur le choix des dispositifs de mise à la terre.

4.1.4 Induction d'un champ magnétique – Tension

En poursuivant l'analogie avec un 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 de l'avant-dernière terre temporaire, une tension secondaire entre le circuit ouvert et la terre apparaîtra sur la ligne. Cette tension sera essentiellement de zéro à l'emplacement de la terre restante et augmentera proportionnellement à la longueur en parallèle (voir figure 4a).

Lors du retrait de l'avant-dernière terre, le courant électromagnétique circulant se rompt et une tension apparaît à la séparation. Cette tension peut devenir dangereusement élevée, en cas de parallélisme important entre la ligne sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation. Elle devra peut-être être limitée par une technique de mise à la terre séquentielle, dans laquelle le nouveau conducteur est mis à la terre par tronçons intermédiaires. Les sections sont alors assez courtes pour limiter la tension du circuit ouvert puisque les terres sont enlevées de façon séquentielle (voir figure 4b).

4.2 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.

4.3 Création de tension – Boucle de terre

Par suite d'induction ou d'un contact accidentel avec un conducteur sous tension, un courant peut circuler dans la boucle de terre du conducteur sur lequel on travaille. 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 doivent être appliqués sur chaque côté de la zone de travail et il n'est pas suffisant de faire confiance aux terres utilisées lorsque la ligne est 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'électricité de puissance 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 du moment. Les méthodes dépendent aussi quelque peu du type et de la taille de la ligne de distribution à construire, du terrain sur lequel la ligne sera construite et de la densité de la zone dans laquelle la ligne est à construire, zone urbaine dense ou zone rurale relativement peu dense.

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 personal earth.

When work is being done 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.

4.1.4 Magnetic field induction – 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 will appear on the line. This voltage will be essentially zero at the location of the remaining earth, and will increase in proportion to the length of the parallel (figure 4a).

At the moment of removing the last but one earth, the circulating electromagnetic current is being 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 (figure 4b).

4.2 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 charged.

4.3 Voltage build-up – Earth loop

Due to induction, or due to accidental contact with an energized conductor, a circulating current may flow in the earth loop of the conductor being worked on. 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, earth systems shall be applied on each side of the work site, and it is not sufficient to rely on 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.

L'installation des conducteurs de distribution est généralement faite un conducteur à la fois. Cependant, certains distributeurs préfèrent installer les trois phases plus 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.

Quelques caractéristiques mécaniques et électriques importantes dans le choix de l'équipement de déroulage seront détaillées dans cet article.

5.1 Méthode de déroulage détendu

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

Il existe deux méthodes habituelles de déroulage détendu.

La première consiste en la localisation des tourets de conducteur à une extrémité de la section de tirage – méthode du touret stationnaire. Le conducteur est tiré le long du tracé de la ligne par un engin de remorquage (voir figure 5a).

Une autre variante de la méthode de déroulage détendu 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 – méthode du touret roulant (voir figure 5b).

Les tourets de conducteur sont posés sur des porte-tourets, soit placés sur le sol soit chargés sur des remorques (transporteurs du touret). Ces supports sont conçus pour supporter le touret sur un axe, lui permettant de tourner au fur et à mesure du déroulage du conducteur. Généralement, un appareil de freinage est utilisé pour prévenir le déroulage intempestif du touret lorsque le tirage est arrêté.

Les tourets de conducteurs sont amenés au-delà de chaque support ou pylône, l'engin 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 par un engin de remorquage. Cette méthode n'est pas utilisable dans des sites urbains denses où il y a des dangers dus au trafic routier ou ferroviaire et où il existe un danger de contact avec des circuits sous tension. Elle n'est pas non plus praticable dans des régions montagneuses où le véhicule de remorquage ne peut pas suivre le tracé.

5.2 Déroulage sous tension

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 durant le processus de déroulage afin d'éviter tout contact entre les circuits électriques sous tension qui peuvent être situés sur la même structure ou qui peuvent passer au-dessus ou au-dessous du conducteur à installer. Le conducteur installé est également maintenu en hauteur afin de permettre le trafic normal sur voie ferrée ou sur route.

Dans la méthode typique de déroulage sous tension 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 engin de remorquage (voir figure 6a).

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 will be detailed in this clause.

5.1 Slack stringing method

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

There are two usual methods of slack stringing.

The first is when the conductor reels are located at one end of the pull section – stationary reel method. The conductor is dragged along the ground of the right-of-way by means of a towing vehicle (see figure 5a).

Another variation of the slack stringing method is where 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 – rolling reel method (see figure 5b).

The conductor reels are held in reel stands either placed 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).

Le câble pilote est utilisé pour tirer un câble acier de déroulage plus résistant (voir figure 6b). Le câble de déroulage 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 déroulage peut être assez petit, le câble de déroulage peut être installé directement avec un véhicule de remorquage, ce qui élimine complètement l'utilisation d'un câble pilote.

Lorsqu'une ligne de distribution doit recevoir un nouveau conducteur, l'ancien conducteur est souvent utilisé comme câble de déroulage pour tirer le nouveau conducteur. Cette procédure peut requérir des précautions supplémentaires car la résistance mécanique de l'ancien conducteur, et en particulier du manchon de compression, peut être douteuse. Passer des manchons de compression usagés sur les réas du treuil, dans lesquels ils sont pliés puis redressés au passage du manchon de gorge en gorge dans les réas, peut provoquer une rupture soudaine du manchon de compression 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 soit enroulé dans la bobine de récupération.

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, 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 à l'équipement qui est utilisé avec la méthode de déroulage détendu.

5.3.1 Freineuses

Pour les conducteurs de distribution où une tension utilisée pour dérouler le conducteur est normalement inférieure à 5 kN, une freineuse de type tambour ou freineuse-dérouleuse 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 au déroulage supérieure à 5 kN afin d'obtenir la distance de garde nécessaire, une freineuse de type cabestan et un touret sont normalement utilisés.

Il existe deux types de freineuses à réa:

- a) les freineuses à gorges multiples avec deux réas, dont chacune a quatre gorges ou plus;
- b) les freineuses à gorge en V avec un réa ayant une seule gorge en V. Des machines à gorge en V ont été équipées de deux réas ou plus, chacun ayant une seule gorge en V.

La prudence est requise lors de l'utilisation d'une freineuse à gorge en V, particulièrement pour les conducteurs à multicouches. Le gonflement des couches supérieures du conducteur a plus de chances de se produire car la charge sur le conducteur due au processus de tension est appliquée à celui-ci sur une longueur plus courte que dans le cas de réas à gorges multiples.

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.

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 joint, 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 joint 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 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 multi-layer 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 multi-groove bullwheels.

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 côté du conducteur 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, les freineuses entièrement hydrauliques sont recommandées. Il convient que le système de freinage donne un bon contrôle de la tension dans le conducteur à toutes les vitesses de déroulage et maintienne cette tension même lorsque la traction est arrêtée.
- b) Le freinage mécanique de la freineuse a été utilisé dans les espaces ruraux où il n'est pas possible d'entrer en contact avec les conducteurs existants sous tension. Généralement, le freinage mécanique donne un contrôle moins régulier de la tension que le freinage entièrement hydraulique.

5.3.1.2 Choisir la capacité correcte de la freineuse

Les freineuses à réa sont généralement classées en fonction de la tension maximale qui peut être développée pour chaque conducteur. Les freineuses à treuil tambour ou les freineuses sont classées 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 distance suffisante par rapport au circuit sous tension en construction et par rapport aux croisements des routes et voies ferrées.

5.3.1.3 Autres critères pour le choix des freineuses

Lorsqu'une freineuse à réa ou un treuil-freineuse est utilisé, il convient de prendre en considération les autres 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) diamètre minimal du réa, en fond de gorge = 35 fois le diamètre du conducteur;
- c) diamètre minimal de la gorge du réa = 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 tourne 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 pylône du côté droit. Cela tendra à resserrer la couche extérieure qui normalement tourne vers la 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 ou 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 hydraulique, avec un ressort, pour maintenir le conducteur à la tension de déroulage en cas de rupture d'un composant de la chaîne cinématique ou de défaillance de l'hydraulique. L'opérateur doit 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 cadrans indiquant la tension de chaque conducteur mis en place;

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) 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 other 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. That is, 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 either bullwheel, or 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) 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 conducteur et du processus de déroulage. Cela va assurer que l'opérateur sera au même potentiel que la machine freineuse dans le cas d'un contact accidentel électrique ou lorsqu'apparaît une induction;
- i) il convient que le châssis de la freineuse comprenne des points d'ancrage correctement dimensionnés pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Puisque 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 plaque ou une barre de mise à la terre sans peinture ni autre protection, cela spécialement pour fixer une pince de terre;
- 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 adapté permettant de communiquer clairement avec l'opérateur du treuil et d'autres personnes participant au processus 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 tambour, qui sont généralement utilisés pour le travail sur les lignes de distribution, soit du type réa. Ces machines peuvent intervenir comme treuil pour enrouler le câble de tirage. La même machine intervenant à l'autre extrémité du tir 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 vitesse soient réguliers;
- b) le treuil doit avoir une puissance de traction suffisante pour démarrer le conducteur à pleine tension de déroulage après un arrêt.

5.3.2.2 Choix de la capacité correcte du treuil

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

- 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 contaminants, specifically for the purpose of attaching an earth clamp;
- 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 and other persons participating in the stringing process shall be provided.

5.3.2 Pullers

Conductor pullers are constructed in four basic types:

- 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 primarily act as pullers only for the pilot rope or pulling rope.

Puller-tensioners can be either of the drum type, which are normally used for work on distribution lines, or of the bullwheel type. 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 filled with the rope.

La taille choisie du treuil pour tout projet particulier doit prendre en compte la tension de déroulage par conducteur, le nombre de conducteurs par phase devant être tirés en même temps, et la longueur de la section 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-cabestan est choisi, il convient que les réas aient des gorges en acier trempé pour obtenir des caractéristiques de résistance maximales.
- 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 est utilisé pour dérouler le conducteur ancien qui est utilisé comme câble de déroulage pour le nouveau conducteur, il convient que le diamètre des réas du treuil ou du tambour soit au minimum de 30 fois le diamètre du conducteur. Pour les cabestans et les treuils du type 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 hydraulique, de type à ressort, de manière à maintenir le conducteur 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, une jauge de tir 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 sur la section de tirage.
- e) Il est recommandé 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 déroulage.
- 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 touret conducteur et du processus de déroulage. Cela assurera que l'opérateur sera au même potentiel que la machine freineuse dans le cas d'un contact accidentel électrique ou lorsqu'apparaît une induction.
- g) Il est recommandé que le câble de déroulage soit guidé dans la gorge correcte du réa (pour les treuils-cabestans), depuis la structure grâce à des guides ou des rouleaux placés sous et de chaque côté de celui-ci. Il est également préférable que des rouleaux-guides similaires soient utilisés pour guider le câble de traction depuis les réas jusqu'à l'enrouleuse.

Pour les treuils du type 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 plaques d'ancrage de taille adéquate pour amarrer au sol les ancrages qui serviront à maintenir la machine en place sur le lieu 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 comporter une plaque ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre protection, et cela spécialement dans le but d'attacher une pince 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.

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 the following.

- a) If a bullwheel puller is chosen, the puller-bullwheels should have hardened steel grooves for maximum wear characteristics.
- 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 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 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 value to be pulled. 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 an induction.
- g) 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 contaminants, specifically for the purpose of 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) La capacité de l'opérateur à entendre clairement les instructions de travail pendant que le treuil fonctionne est importante. Un système de communication permettant de communiquer clairement avec l'opérateur du treuil et d'autres personnes participant au processus de déroulage doit être fourni.

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 tuyaux 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 la taille et du poids qui conviennent pour le projet.
- c) Il est nécessaire de déconnecter la commande de pilotage de l'enrouleuse durant la partie de l'opération de déroulage qui consiste à dérouler le câble depuis le treuil jusqu'à la freineuse de la section de tir. 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 le châssis de l'enrouleuse comporte des plaques d'ancrage de taille adéquate pour la fixation des ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Des ancrages de fixation sont recommandés dans la mesure où les enrouleuses sont habituellement montées sur des remorques, et bougent donc facilement sur des sols humides ou instables.
- f) Si l'enrouleuse ne fait pas partie intégrante du treuil, le châssis de l'enrouleuse doit comporter une plaque ou une barre de terre, sans peinture ni protection, et ce dans le but spécifique d'attacher une pince de terre.

- 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 and other persons participating in the stringing process shall be provided.

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 will ensure the pulling rope always remains taut between the puller and the reel winder so 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 the following:

- 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 contaminates, specifically for the purpose of attaching an earth clamp.

5.3.4 Porte-tourets de déroulage

Les porte-tourets sont utilisés pour maintenir les tourets du conducteur. Ils peuvent être utilisés pour la tension du 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-cabestan, ils sont généralement 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 chevalets par une grue ou d'autres moyens de levage. Ils sont généralement équipés d'un frein mécanique afin de retarder le touret pendant le déroulage.

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 d'un conducteur au voisinage d'un autre conducteur sous tension.

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

Le porte-touret devra posséder un frein pour maintenir la tension sur le conducteur entre le chevalet et la freineuse. Il convient que ce frein soit de taille suffisante pour maintenir cette tension à des 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 qui conviennent pour le projet.
- b) Si le porte-touret n'est pas une partie intégrante de la freineuse, il convient que le châssis du porte-touret comporte des plaques d'ancrage de taille adéquate pour amarrer les ancrages de terre afin de maintenir la machine en place sur le lieu 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 n'est pas une partie intégrante de la freineuse, le châssis du porte-touret doit comporter un piquet ou une barre de terre, sans peinture ni protection, et cela spécifiquement dans le but de fixer une pince de terre.

5.3.5 Treuils 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-cabestan.

Le système de câble pilote est utilisé pour tirer le câble de tirage depuis l'extrémité du treuil de la section à tirer jusqu'à la fin de la freineuse.

5.3.6 Câbles pilotes, câbles de tirage

Les câbles pilotes et les câbles de tirage pour réseau de ligne de distribution sont généralement des câbles synthétiques de haute résistance construits à cet effet. 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.

5.3.4 Let off stands

Reel stands or reel carriers are used to hold the conductor reels. They can be used to directly tension distribution conductor when such conductors are small – usually 13 mm and smaller, 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 let off stands by crane, or other lifting means. They usually have a mechanical type brake to retard the reel during stringing,

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 on the conductor between the let off 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 let off stands

The criteria for choosing let off stands are the following.

- 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 let off 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 contaminants, specifically for the purpose of 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 a high strength synthetic rope specially constructed for this purpose. It is recommended that each pilot rope be a different colour for each phase plus neutral (if used), so the pilot rope is always put in the same phase stringing block during installation.

Une des caractéristiques les plus importantes d'un câble pilote ou d'un câble de tirage est son aptitude à ne pas se tortiller, en particulier puisque le câble est tendu en usage sur de grandes longueurs. Il convient que le câble ne communique pas une torsion excessive au conducteur ou au palonnier de déroulage.

Lorsque des câbles synthétiques sont utilisés comme câbles de tirage ou câbles pilotes, il convient de ne pas les considérer comme isolants. Ils peuvent au départ présenter une haute résistance électrique, mais l'expérience a montré qu'en cas d'utilisation prolongée, la surface du câble synthétique est suffisamment souillée pour devenir conductrice, particulièrement dans un environnement humide.

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 % à la charge maximale de travail ou à 20 % de la force 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 écrasantes qui résultent de l'énergie élastique.

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

- pour les câbles en acier, la force de rupture du câble ne doit pas être inférieure à trois fois la charge de travail maximale qui sera appliquée;
- pour les câbles synthétiques, il convient que la force de rupture du câble ne soit pas, normalement, inférieure à cinq fois la charge de travail maximale appliquée. Quelques câbles synthétiques de force élevée ont été utilisés avec succès à une force de rupture de quatre fois la charge de travail maximale appliquée. Il convient que le fabricant approuve de façon spécifique la charge maximale de travail sur ces câbles.

NOTE – Les codes de sécurité de certains pays peuvent exiger un rapport entre la charge de travail et la force de rupture plus élevé que les données ci-dessus.

5.3.7 Poulies de déroulage

Les poulies de déroulage sont suspendues à chaque structure, généralement à l'extrémité de chaque isolateur de phase ou près de l'isolateur sur 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 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, méthane 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 ou la résistance de friction de la poulie durant le déroulage. Il convient que les roulements soient bien de type étanche, graissé par le fabricant, bien lubrifiables de nouveau au moyen d'un appareil de graissage.

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, with use the surface of the synthetic rope becomes contaminated enough to become conductive, particularly in wet conditions.

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

NOTE – In some countries, 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 minimise 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.

La valeur de la charge spécifiée par les fabricants pour la poulie de déroulage ne doit pas être dépassée. Un soin particulier doit être apporté aux poulies de déroulage utilisées sur des supports de changement de direction 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 où le diamètre de conducteur est inférieur à 25 mm, et la portée moyenne étant de 80 m ou moins, un diamètre minimal de 115 mm de la gorge de la poulie de déroulage est acceptable pour utilisation sur des structures tangentielles.

Par suite des charges imposées aux poulies de déroulage situées sur les supports de changement de direction avec un angle de plus de 20°, et sur les supports en face des treuils et des cabestans, il convient d'utiliser une poulie de déroulage plus grande. Dans ce cas, un diamètre minimal en fond de 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 de la gorge et le rayon de la gorge soient suffisamment larges pour permettre le passage des émerillons de conducteur et des chaussettes tissées de manière à ce qu'ils ne passent pas trop haut dans la gorge et ne produisent pas une 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 de compression au câble 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 une gorge de réa large.

- 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 jusqu'au sol. Elles peuvent consister en un rouleau séparé qui connecte le conducteur si la poulie de déroulage a un réa avec garniture conductrice. 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 pour conducteur non garni.

Quelques caractéristiques importantes des terres des poulies de déroulage sont les suivantes:

- a) elles doivent être capables de résister à un courant de 20 000 A pendant 0,4 s;
- b) elles doivent avoir un piquet de terre, sans peinture ni autre protection, spécifiquement pour la fixation d'un câble de terre avec une pince de terre comme illustré à la figure 7f;
- c) les manchons de conducteurs, les chaussettes avec émerillons ou les jonctions de câble doivent 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 terre de la poulie de déroulage sont normalement en aluminium.

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 larger sheave diameter.

5.3.7.1 Criteria for choosing stringing blocks

The criteria for choosing stringing blocks are the following.

- 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.

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 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 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 multiconductor 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 the following:

- a) it shall be capable of withstanding a current of 20 000 A for 0,4 s;
- b) it shall have an earthing bar, free of paint or other contaminates, specifically for the attachment of an earth cable with an 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 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 emplacements des treuils et freineuses.

Quelques caractéristiques importantes des terres roulantes sont les suivantes:

- a) elles doivent être capables de résister à un courant de 20 000 A durant 0,4 s;
- b) elles doivent avoir un piquet de terre, libre de toute peinture ou autre protection, spécifiquement pour la fixation d'un câble avec une pince, comme illustré à la figure 7b;
- c) les terres roulantes doivent être d'une conception telle que le manchon à compression 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 poulies sont normalement en aluminium pour les terres roulantes utilisées sur des conducteurs et en acier trempé pour les terres roulantes utilisés sur des câbles de tirage/pilotes.

5.4 Communications

La capacité des opérateurs et du personnel de supervision à communiquer clairement et rapidement entre eux est extrêmement importante au cours de l'installation des conducteurs selon la méthode de déroulage sous tension.

Chacune de ces personnes doit posséder un système de radio avec une fréquence libre de toute interférence extérieure et placé à l'endroit où elles interviennent. Il convient que cette fréquence permette de communiquer avec l'opérateur du treuil, l'opérateur de la freineuse, le ou les superviseurs et, si nécessaire, la personne qui suit le palonnier lors de son déplacement d'une structure à l'autre ainsi qu'avec les personnes travaillant à des points intermédiaires de contrôle.

Un défaut de radio dans le système doit provoquer l'arrêt immédiat des opérations de tirage.

Le système de radio sur le treuil et la freineuse doit être constitué d'un appareil portable avec écouteurs et microphone, mais sans liaison matérielle avec la machine qui pourrait créer une liaison électrique dangereuse vers l'opérateur dans le cas d'un contact électrique pendant le déroulage et si l'opérateur quitte la zone équipotentielle avec sa radio encore fixée sur lui.

6 Exigences spéciales pour mises à la terre

Les systèmes de mise à la terre temporaires recommandés pour chacune des procédures de travail utilisées lors de l'installation des conducteurs de distribution sont détaillés dans cet article.

La plupart des protections par mise à la terre décrites s'appliquent aux conducteurs de distribution nus. Cependant, il est important de réaliser que les conducteurs de ligne aérienne isolés sont soumis aux 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 un manchon avec câble métallique tissé est souvent utilisé.

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

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 are the following:

- a) it shall be capable of withstanding a current of 20 000 A for 0,4 s;
- b) it shall have an earthing bar, free of paint or other contaminates, specifically for the attachment of an earth cable with earth clamp as shown in figure 7b;
- c) it shall be of such a design that conductor 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.

5.4 Communications

The ability of the equipment operators and supervisory personnel 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 system on the puller and tensioner shall be a portable set with earphones and voice microphone, but with no hard 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 leaves the bonded area with his radio still attached to himself.

6 Special earthing requirements

Detailed in this clause are the recommended temporary earthing systems for each of the work procedures used in the installation of distribution conductors.

Most of the earthing protection described below apply to bare distribution conductors. However, it is important to realise 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.

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

Pour l'installation de nouveaux conducteurs de distribution dans une zone où il n'y a pas à proximité d'autres lignes sous tension ou des lignes voisines parallèles et dans une période de faible probabilité d'activité orageuse, des exigences de mise à la terre minimales doivent être appliquées. Ces exigences de mise à la terre minimales englobent la mise même au potentiel et la mise à la terre de tout l'équipement mobilisé sur les sites de traction et de freinage. De plus, il convient d'installer des terres roulantes et sur tous les câbles pilotes ou les câbles de tirage métalliques, et sur le conducteur devant l'équipement de traction et de freinage.

D'autre part, pour un projet dans une zone à haute densité impliquant le croisement des lignes existantes sous tension ou la construction d'un nouveau circuit sur les mêmes structures au-dessus ou en dessous d'un circuit existant sous tension, ou lorsqu'il y a exposition à des lignes parallèles sous tension, ou lorsqu'il y a une grande probabilité d'activité orageuse et de conditions météorologiques sévères, des exigences de mise à la terre maximales doivent être appliquées.

Ces exigences de mise à la terre maximales 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 sites de travail et de terres de poulies de déroulage. Ces terres et ces mailles doivent être calibrées et conçues pour un courant de défaut quand il y a la possibilité d'un contact direct avec une ligne sous tension. Lorsque les risques décrits ci-dessus nécessitant la mise à la terre maximale existent, il n'est pas suffisant d'utiliser seulement les terres roulantes, les terres de poulies de déroulage et de mettre à la terre l'équipement pour protéger les ouvriers sur les sites de traction et déroulage. Une maille de terre doit aussi être utilisée sur ces sites.

Nous ne détaillerons pas ici les dimensions des pinces de terre individuelles, du câble de terre et des piquets de terre, mais quelques recommandations sont données dans l'annexe A.

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

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 pour tout le personnel. La meilleure précaution de sécurité consiste à considérer tout le matériel comme s'il pouvait être alimenté en courant à tout moment. Le niveau de protection fourni pour un projet spécifique doit être une décision du directeur de projet, soumise seulement aux réglementations du pays concerné et basée sur une compréhension claire 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 ans et qui ont prouvé leur efficacité.

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 à l'équipement et aux autres composants utilisés dans le processus de déroulage du câble.

6.1.1 Considérations générales

6.1.1.1 Mise à la terre du 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 a une résistance faible connue de mise à la terre.

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.

For installation of new distribution conductors in an area remote from other energized lines, or parallel adjacent lines, and at a time of low probable thunderstorm activity, minimum earthing requirements 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 or earthwire in front of the pulling and tensioning equipment.

On the other hand, for a project in a congested area involving the crossing of existing energized lines, or building 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.

These 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 earth mats shall be sized and designed for a fault current where direct contact with an energized line is possible. Where the hazards described above exist which require maximum earthing, it is not sufficient to use only running earths, stringing block earths, and to earth the equipment to protect at pull and tension sites. An earth mat must also be used at these sites.

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

Figures 6a, 6b, 6c and 6d 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 of the project supervisor, subject only to any country regulation in that regard, 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.

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, la résistance des piquets de terre doit être vérifiée électriquement, afin de s'assurer que la résistance du piquet de terre est inférieure à 25 Ω .

Lorsque la résistance du piquet de terre ne peut pas être inférieure à 25 Ω , on doit utiliser une maille de terre (ou grille) (voir figure 7g) sur le site de travail.

En plus, s'il y a possibilité d'un contact électrique pendant les travaux et que les piquets de résistance n'aient pas une résistance inférieure à 25 Ω , la sensibilité de l'équipement de protection sur la ligne adjacente sous tension doit être augmentée, et les réglages pilotant les temps de coupure doivent être réduits.

6.1.1.3 Utilisation des perches de terre

Toutes les pinces de terre utilisées doivent être conçues de façon à pouvoir être posées et retirées au moyen d'une perche de terre isolée.

L'emploi de perches de terre en n'ayant pas de terres adjacentes sur le lieu de travail est acceptable lorsque le travail sur le conducteur est fait en l'air à partir d'un dispositif aérien (nacelle de camion) ayant une flèche isolée. Cette technique de travail sous tension suppose que le conducteur est sous tension.

6.1.1.4 Nettoyage des connexions

Puisque la valeur du système de mise à la terre dépend de la faible résistance du circuit, toutes les surfaces sur lesquelles une pince de terre sera installée doivent assurer un contact convenable, ou alors la pince de terre doit être conçue pour pénétrer à travers des surfaces peintes, etc.

6.1.1.5 Pose et dépose des pinces de mise à la terre

Les pinces de terre et les câbles doivent en premier lieu être mis en liaison avec les piquets de terre ou la source de mise à terre, puis avec l'objet à mettre à la terre. Lors du retrait des mises à la terre, la pince de terre doit d'abord être retirée 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 des pinces de terre.

Pour utiliser la pince de mise à la terre avec une perche de terre, la pince doit être maintenue par le conducteur, attrapée rapidement et fermement, puis serrée. Si un arc est provoqué, la pince ne doit pas être retirée, mais maintenue sur le conducteur, mettant ainsi le conducteur à la terre.

En cas de risque maximal par induction, les pinces de terre doivent être installées et retirées successivement comme détaillé en 4.1.4.

6.1.1.6 Mise au potentiel

Lorsqu'un réseau de maille de mise à la terre est utilisé, la mise de l'équipement au potentiel de la maille de mise à la terre doit être effectuée en un point de l'équipement afin d'éviter la circulation de courants dangereux en particulier pendant les conditions de défaut résultant d'un contact électrique.

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 the resistance of the earth rod is less than 25 Ω .

If an earth rod resistance of less than 25 Ω cannot be obtained, an earth mat (see figure 7g) at the work site shall be used.

In addition, if there is the possibility of an electrical contact during the work process, and the earth rods do not have a resistance less than 25 Ω , then the sensitivity of the protective equipment on the adjacent energized line shall be increased, and the settings governing operating time to shut down shall be reduced.

6.1.1.3 Use of earthing poles

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

The use of earthing poles without having adjacent earths at the work site is acceptable where work on the conductor is being done aloft from an aerial device (bucket truck) which has an insulated boom. This hot work technique assumes the conductor is energized.

6.1.1.4 Cleaning of connections

Since the value of the earthing system depends on a low resistance path, all surfaces to which an earth clamp is to be applied shall ensure proper contact, or the earth clamp shall be designed to penetrate painted surfaces, etc.

6.1.1.5 Apply or remove earth clamps

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

To apply the earth clamp with an earthing pole, the clamp shall be poised by 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 4.1.4.

6.1.1.6 Bonding

When an earth mat system is used, the bonding of the equipment to the earth mat shall be made at only one point on the equipment to avoid dangerous circulating currents, particularly during fault conditions arising from an electrical contact.

6.1.2 Mises à la terre de l'équipement

Il convient que tout équipement utilisé dans le processus de déroulage des conducteurs ait au moins un point de fixation de 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 la pince de terre.

Une pince de mise à la terre, un câble et un piquet de terre typiques de l'équipement sur les sites de tirage et de tension, ou sur d'autres emplacements de travail, sont représentés à la figure 7a. Il convient que cette pince de terre soit également mise en liaison via un câble de terre avec le réseau de terre et les terres roulantes où elles sont utilisés, de préférence au neutre du réseau ou aux piquets de terre.

6.1.3 Conducteurs de terre

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 de déroulage métallique devant le treuil sur le site de tirage. Il convient que la terre roulante soit également mise en liaison avec le réseau de terre et les mises à la terre de l'équipement et de préférence au neutre du réseau ou aux piquets de terre.

Un dispositif typique de terre roulante, de câble et piquet de terre est représenté à la figure 7b.

6.1.4 Terres pour mailles de terre et conducteurs

Une pince de terre, un câble et un piquet de terre typiques pour une mise à la terre d'une maille de terre, ou des conducteurs aux emplacements de tirage et de tension sont représentés à la figure 7a. Il convient que cette pince de terre soit également connectée via le câble de terre à l'équipement et aux terres roulantes.

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

Un système typique de pince de terre, câble et manchons pour la mise à la terre des conducteurs, quand on place des manchons de compression 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 que quelque ouvrier entre en contact avec quelque conducteur. Si cela n'est pas fait, l'ouvrier pourrait se trouver inséré dans une boucle en série avec les extrémités des conducteurs et être soumis à des niveaux dangereux de tension et de courant par induction.

6.1.6 Terres utilisées pour la mise sur pinces des conducteurs

Un système typique de connexion entre la pince de terre, le câble et le système à perche de 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 utilisées pour l'installation de ponts de continuité pour le conducteur

Un système de connexion typique entre une pince de terre, le câble et le système à perche de mise à la terre des conducteurs, lors de la fabrication des ponts sur le conducteur au niveau des ancrages, est représenté à la figure 7e.

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. The running earth should also be bonded to the earth grid, the equipment earths, and preferably to the system neutral or earth rods.

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

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 pole, 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 Earths used 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 used for installation of jumper loops for the conductor

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 Terres des poulies de déroulage

Un système de connexion typique de la pince de terre, du câble et du système à perche de mise à la terre des conducteurs ou des câbles de tirage, via une mise à la 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 une pince de mise à la terre spéciale, seulement si la poulie et la mise à la terre satisfont à l'essai d'acceptation pour les terres des poulies de déroulage, comme détaillé à l'article 7.

6.1.9 Maille de terre

Un dispositif typique de maille de terre avec une double barrière est représenté à la figure 7g.

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

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

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

Tout l'équipement, les câbles, les ancrages de conducteur au niveau du sol et le conducteur doivent être à l'intérieur de la maille et connectés à celle-ci.

Il convient d'avoir une double barrière, comme illustré à la figure 7g, autour de la maille de terre, 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 surface de la maille de terre avec quelqu'un à l'extérieur en cas de mise sous tension du site de travail.

Les mailles de terre doivent être utilisées aux sites de traction et de tension où il y a possibilité de contact avec un conducteur existant sous tension en un point quelconque de la section de tirage.

6.2 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 du processus de déroulage du conducteur, et comment l'appliquer. Pour une revue générale des procédures de mise à la terre, voir les figures 6a, 6b, 6c et 6d.

NOTE – Quand un changement dans le système de mise à la terre est recommandé lorsqu'une étape du processus de déroulage du conducteur est accomplie 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.

6.1.8 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 good earthing path through the sheave to the block frame, then it is acceptable to earth the frame with a special earth clamp connection only as long as 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.

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.

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 contained within the inner barrier, and allow the required work to be accomplished.

All equipment, ropes, conductor anchors at ground level, and conductor, shall be within the mat area and shall be bonded to the mat.

There should be a double barrier, as shown in figure 7g, around the earth mat, with restricted access to the inner earth mat area over an insulated 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 where there is any possibility of contact with an existing energized conductor at any point in the pull section.

6.2 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 6a, 6b, 6c and 6d.

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. Therefore the conductor, ropes or equipment are always earthed, and never left in an unearthed condition.

6.2.1 Procédures générales

Avant le début des travaux, il faut suivre quelques procédures générales pour toutes les opérations afin de protéger le personnel et l'équipement des risques électriques, en particulier lorsque les procédures maximales de mise à la terre sont requises.

6.2.1.1 Choix de l'équipement correct

Il est important de choisir un équipement ayant une capacité suffisante pour effectuer le travail à faire. Voir 5.3. Cela devrait assurer l'existence d'une marge de sécurité supérieure aux exigences réelles du travail.

6.2.1.2 Vérification de l'équipement avant le travail

Il est spécialement important, lors de l'installation de nouveaux conducteurs à proximité de circuits existants sous tension où des contacts électriques peuvent se produire, que l'équipement utilisé tel que les treuils, cabestans et treuils pilotes soit totalement et préalablement vérifié par des personnes compétentes ayant reçu une formation appropriée afin de s'assurer qu'il fonctionne correctement. En particulier, il convient de vérifier les systèmes de freinage afin de s'assurer d'un fonctionnement correct et d'une capacité à supporter la charge maximale.

Il convient d'examiner si les câbles pilotes et les câbles de tirage n'ont pas de dommages pouvant réduire de façon importante leur résistance. Il est recommandé de prendre un échantillon des câbles synthétiques utilisés comme câbles pilotes et câbles de tirage au moins une fois par an et de l'essayer à la résistance maximale. Il convient de remplacer tout câble faible ou endommagé.

Il convient de vérifier les terres roulantes, les câbles de mise à la terre, les pinces de mise à la terre et les terres de poulie de déroulage afin de s'assurer qu'ils fonctionnent correctement et n'ont pas de parties cassées ou endommagées pouvant avoir des conséquences sur la faible valeur de la liaison à la terre.

6.2.1.3 Conférence avant le travail

Il est spécialement important lorsque les conducteurs en installation peuvent être mis sous tension par induction ou lors du travail près de conducteurs existants sous tension que tous les membres de l'équipe comprennent les risques existants. Il convient qu'ils soient clairement informés des procédures de travail et de leur rôle dans le respect de ces procédures juste avant le début du travail. Il convient qu'ils soient informés de la nécessité d'utiliser les systèmes de mise à la terre et de liaison décrits ici et qu'ils sachent comment les installer.

Avant le début des travaux, il convient que le chef de chantier du projet parcourre le site de travail depuis le site de traction jusqu'au site de freinage afin de s'assurer que tous les points de contact potentiel avec l'équipement existant sous tension ou les conducteurs soient correctement protégés face aux contacts avec le conducteur à installer par une distance de garde, des fourreaux isolés ou des protections et des filets.

6.2.1.4 Opérateurs ayant reçu une formation

L'équipement spécialisé utilisé pour le déroulage des conducteurs nécessite que les opérateurs aient spécialement reçu, préalablement, une formation pour son emploi correct et sûr.

Cela est particulièrement important lorsqu'ils vont travailler sur des chantiers où les procédures maximales de mise à la terre sont requises par suite de la possibilité de mise sous tension des conducteurs ou de l'équipement.

6.2.1 General procedure

Before work begins, there are some general procedures to be followed for all operations 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 is allowed above the actual requirements of the work.

6.2.1.2 Pre-work check equipment

It is especially important when installing new conductors near existing energized circuits where electrical contact may occur that the equipment used such as pullers, tensioners, and pilot rope pullers be thoroughly checked before use 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 interfere with a low resistance earth path.

6.2.1.3 Pre-work conference

It is especially important where the possibility of the conductors being installed can become energized through induction, or when working near existing energized conductors, 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 how to install them properly.

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

6.2.1.4 Trained operators

The specialised 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 du câble pilote ou de tirage

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

Minimum

- un sectionneur ouvert sur toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors tension;
- 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, il faut ajouter:

- la mise hors d'état de fonctionner 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 structures de croisement (portiques) au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- un fourreau 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 conducteur nouveau et le conducteur existant, et de l'effet du vent latéral pour choisir la longueur du fourreau de conducteur isolant à utiliser. Les structures de croisement (portiques) avec des filets de garde sur tous les conducteurs sous tension traversés sont une alternative acceptable;
- 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 ou le câble de tirage ou les nouveaux conducteurs;
- tout équipement de déroulage, ainsi que les ancrages temporaires pour l'équipement, le câble où 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 que chaque cinquième structure aient une terre de poulie de déroulage de type F (voir figure 7f).

6.2.2 Installing 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 the installation is dead;
- 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;
- 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 done before installation of pilot rope, or pulling rope or the new conductors begins;
- 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 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).

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 hors tension;
- tout l'équipement de déroulage, ainsi que les ancrages temporaires de l'équipement, du câble ou des conducteurs, aux sites de tirage et de freinage doivent avoir un dispositif 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 dispositif de mise à la terre de type A (voir figure 7a);
- les conducteurs doivent être tirés à une altitude suffisamment élevée avant ancrage afin d'avoir une garde suffisante au-dessus du niveau du sol en tous points, de façon que tout contact accidentel avec des personnes ou des équipements à terre soit évité en n'importe quel emplacement de la ligne.

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner 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 fourreau 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 conducteur nouveau et le conducteur existant, et de l'effet du vent latéral pour choisir la longueur du fourreau de conducteur isolant à utiliser. Les structures de croisement (portiques) avec des filets de garde sur tous les conducteurs sous tension traversés constituent une alternative acceptable;
- 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 ou le câble de tirage ou les nouveaux conducteurs;
- tout équipement de déroulage, ainsi que 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 toutes les poulies de déroulage sur la première structure avant le treuil, et la première structure avant le treuil ainsi que chaque cinquième structure aient une terre de poulie de déroulage de type F (voir figure 7f);
- tous les conducteurs isolés de ligne aérienne doivent avoir l'extrémité du conducteur sur la bobine sur la freineuse à tambour ou sur le touret mis à la terre par un dispositif à anneau glissant et un système de terre de type A (voir figure 7a).

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 the installation is dead;
- 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 running earth type B earth system (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;
- 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 done before installation of pilot rope, or pulling rope, or the new conductors begins;
- all stringing equipment, plus temporary anchors for equipment, rope or conductors, to be located in a type G earth mat area (see figure 7g);
- all stringing blocks on 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);
- all insulated overhead conductors shall have the tail end of the conductor on the reel at the drum tensioner or at the let off stand earthed by means of a slip ring device and type A earth system (see figure 7a).

6.2.4 Manchonnage des conducteurs

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

Minimum

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

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner 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;
- mettre le conducteur à la terre de chaque côté d'un manchonnage à mi-portée en utilisant un système de mise à la terre de type D (voir figure 7d).

6.2.5 Réglage des conducteurs

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

Minimum

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

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner 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 des conducteurs doivent être localisés dans une maille de terre (voir figure 7g).

6.2.6 Mise sur pince des conducteurs

Lorsque le conducteur est transféré des poulies de déroulage aux pinces de suspension à la fin de la chaîne d'isolateur, après que le réglage est achevé, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors tension;
- à la structure 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 dispositif de mise à la terre de type D (voir figure 7d).

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 the installation is dead;
- all conductors shall be earthed with a type C earth system (see figure 7c).

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;
- the conductor to be earthed on each side of a mid-span splicing area using a type D earth system (see figure 7d);

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 the installation is dead;
- when sagging, all conductors shall have either a type A or a type B earth system (see figure 7a or 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 the installation is dead;
- at the tower where clipping in is taking place, all bare conductors shall be earthed before clipping in with a type D earth system (see figure 7d).

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner 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 des 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

En extrémité du conducteur et lors de l'ancrage à la chaîne d'ancrage à une structure une fois le réglage achevé, 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 hors tension;
- lorsque le conducteur est prêt pour 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 (voir figure 7e). Les pinces de terre doivent être placées sur le conducteur de part et d'autre de la zone de travail.

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner 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 sur la structure un appareillage de manoeuvre ou un dispositif semblable qui peut être mis sous tension, la zone de travail doit se trouver à l'intérieur de la 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 d'approvisionnement en carburant sur les sites de tirage et de freinage, ce qui suit est exigé.

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) sur toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors tension;
- la citerne ou le camion de carburant doit être tout d'abord connecté à l'équipement alimenté en carburant avant que le tuyau d'alimentation soit introduit dans le réservoir de carburant de l'équipement concerné par un dispositif de type A (voir figure 7a).

7 Essai de l'équipement

Dans cet article sont détaillés les essais électriques de type recommandés, exigés pour les terres des poulies de déroulage et les terres roulantes. Les essais de type pour les pinces de terre, le câble de terre, etc. sont détaillés dans la CEI 61230.

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 the conductor is terminated and anchored at an anchor structure after sagging is completed, or when the anchor structure jumper loops are installed, or when connecting the conductor to a transformer, or to 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 the installation is dead;
- 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). The earth clamps shall be placed on the conductor outside the work area.

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 the installation is dead;
- the fuel truck or container shall first be bonded with a type A earth system (see figure 7a) to the equipment being refuelled before the fuel nozzle is inserted in the equipment fuel tank.

7 Testing of equipment

Detailed in this clause are 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 Nombre d'essais de type

Chaque nouvelle conception de terre de poulie de déroulage ou de terre roulante doit subir les essais types détaillés dans cet article. Au moins deux tests successifs couronnés de succès doivent être réalisés en séquence pour que leur conception soit considérée comme satisfaisante.

Une fois que l'équipement a passé l'essai de type, il n'est pas considéré comme nécessaire de tester les unités fabriquées par la suite, à moins que la conception ne soit suffisamment modifiée pour affecter les capacités de mise à la terre.

7.2 Installation pour les essais de type

La terre de poulie de déroulage et la terre roulante doivent être essayées essentiellement avec le même type d'installation d'essais, détaillé aux figures 8 et 9.

7.3 Critère d'acceptation de l'essai de type

Le critère d'acceptation de l'essai type pour les terres de poulie de déroulage et les terres roulantes est qu'elles doivent résister à un courant test de 20 000 A durant 0,4 s.

Dans cet essai, le mot «résister» est interprété comme voulant dire que la terre doit continuer à laisser s'écouler le courant pendant le laps de temps spécifié sans interruption. Un dégât physique de la mise à la terre à ce niveau d'ampérage est à prévoir, mais les composantes de la mise à la terre 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 sous tension existantes. Cela peut se produire lorsque de nouveaux conducteurs sont mis en place au-dessus de conducteurs sous tension sur un même support;
- b) des éclairs de foudre;
- c) des tensions et courants induits.

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

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 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

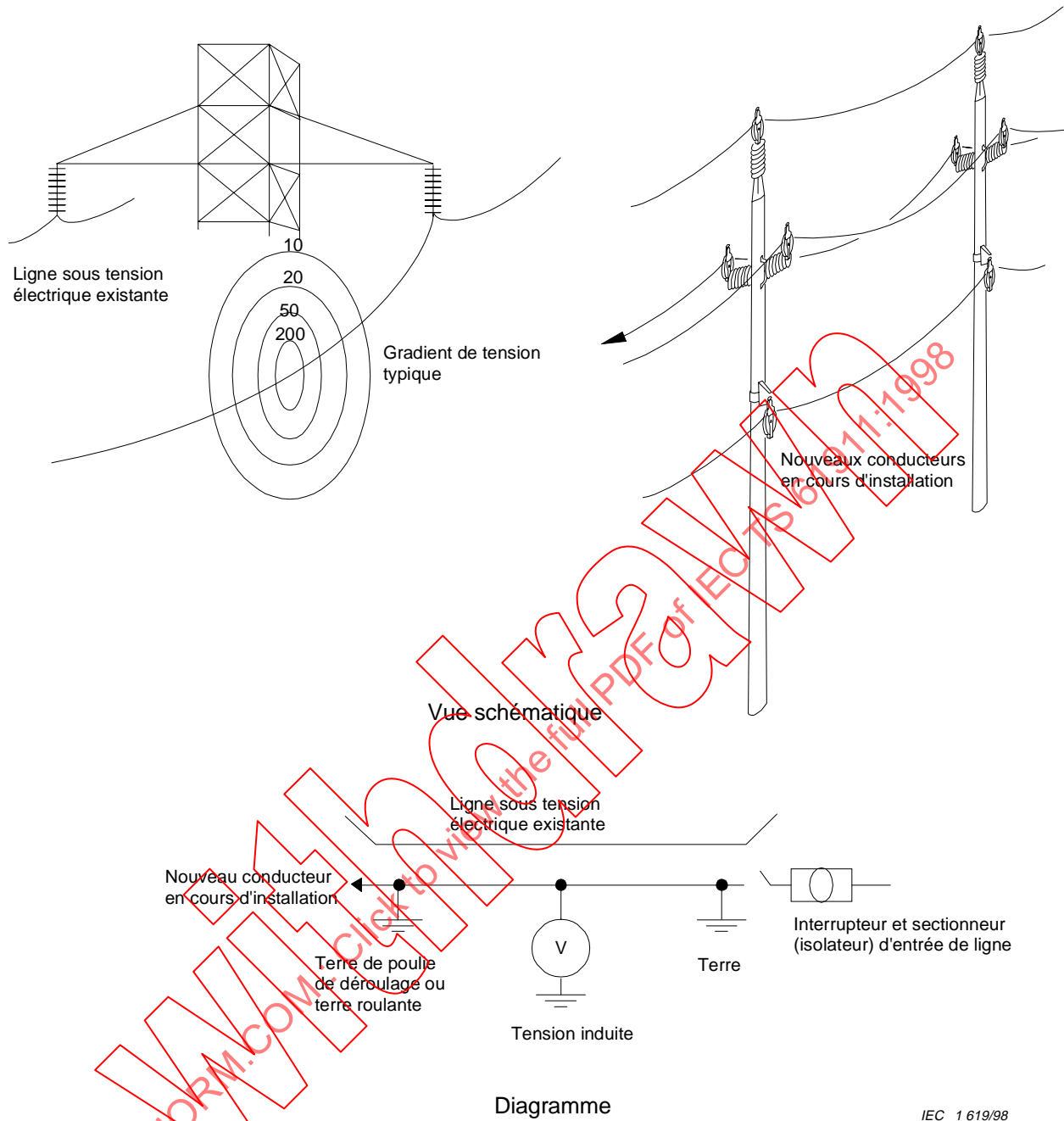
The type test acceptance criterion for stringing block earths and running earths is that they shall withstand a test current of 20 000 A for 0,4 s.

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:

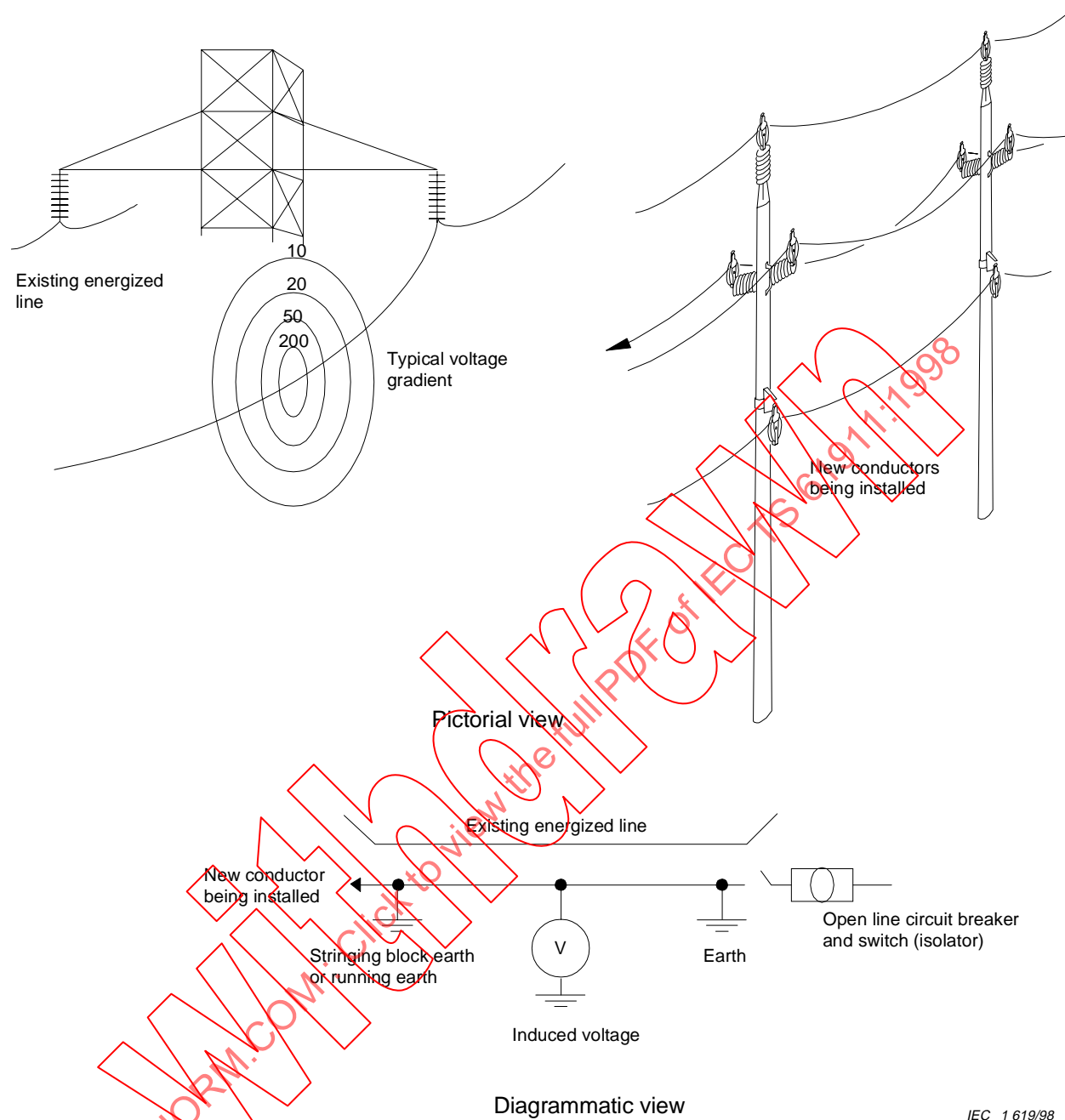
- a) fault currents caused by accidental contact of the conductor being installed with existing live distribution lines. This may occur when the new conductors are being installed above energized conductors on the same pole;
- b) lightning strikes;
- c) induced voltages and currents discharge currents.

WARNING: There may be cases where accidental contact could occur with an existing live distribution or distribution 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.



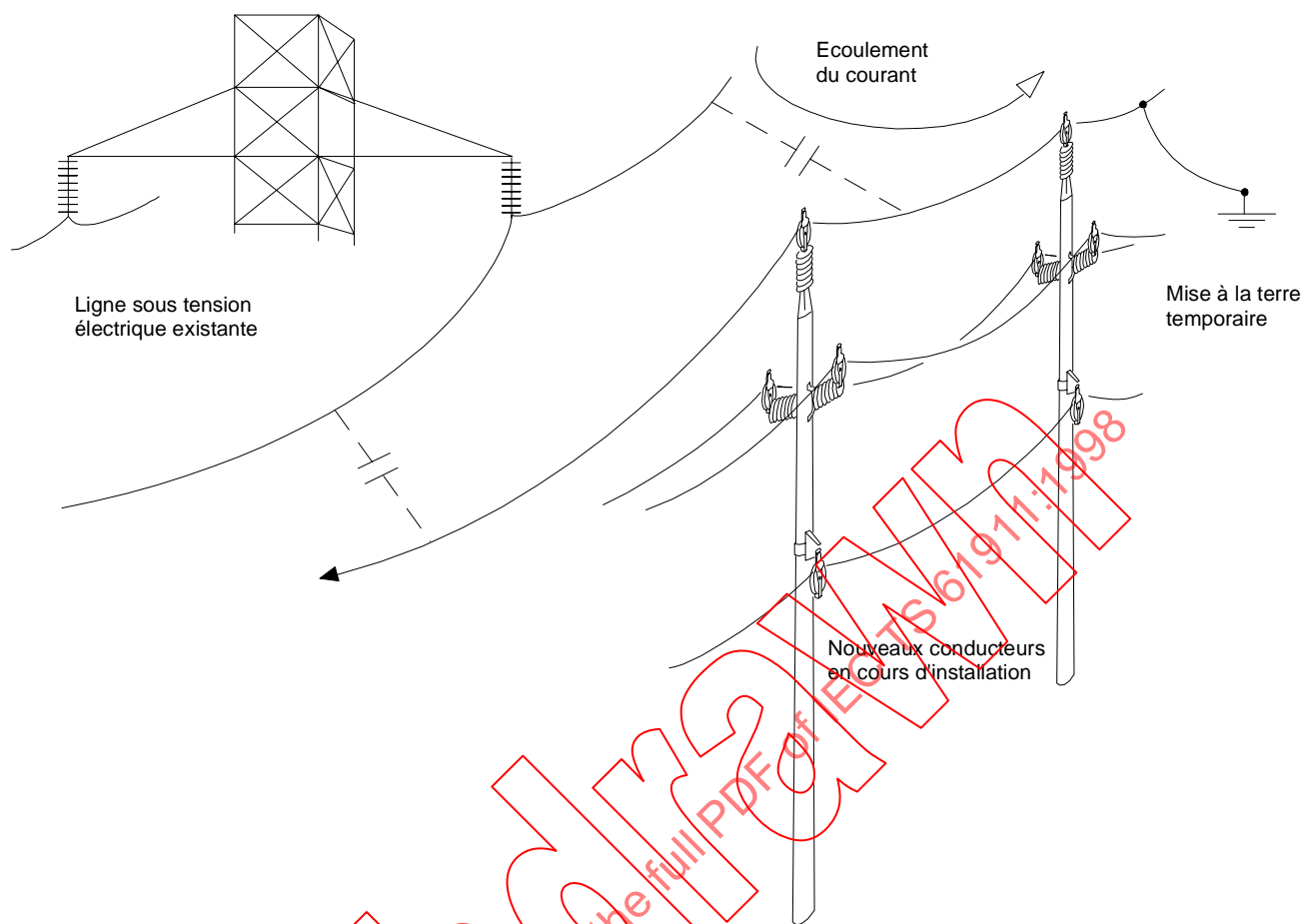
IEC 1619/98

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

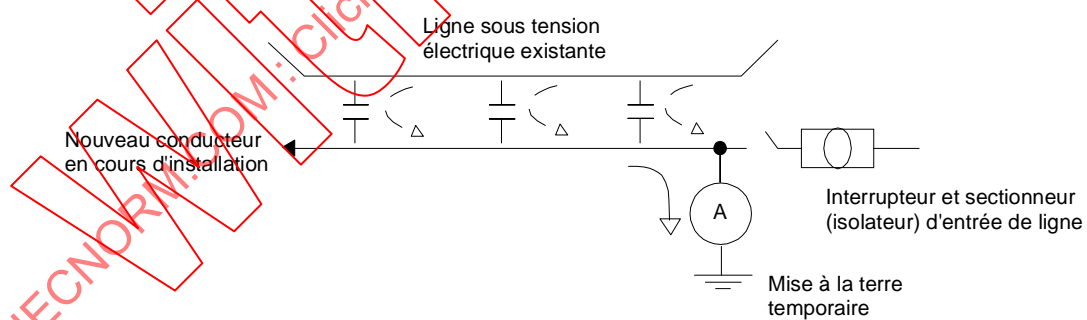


IEC 1619/98

Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor



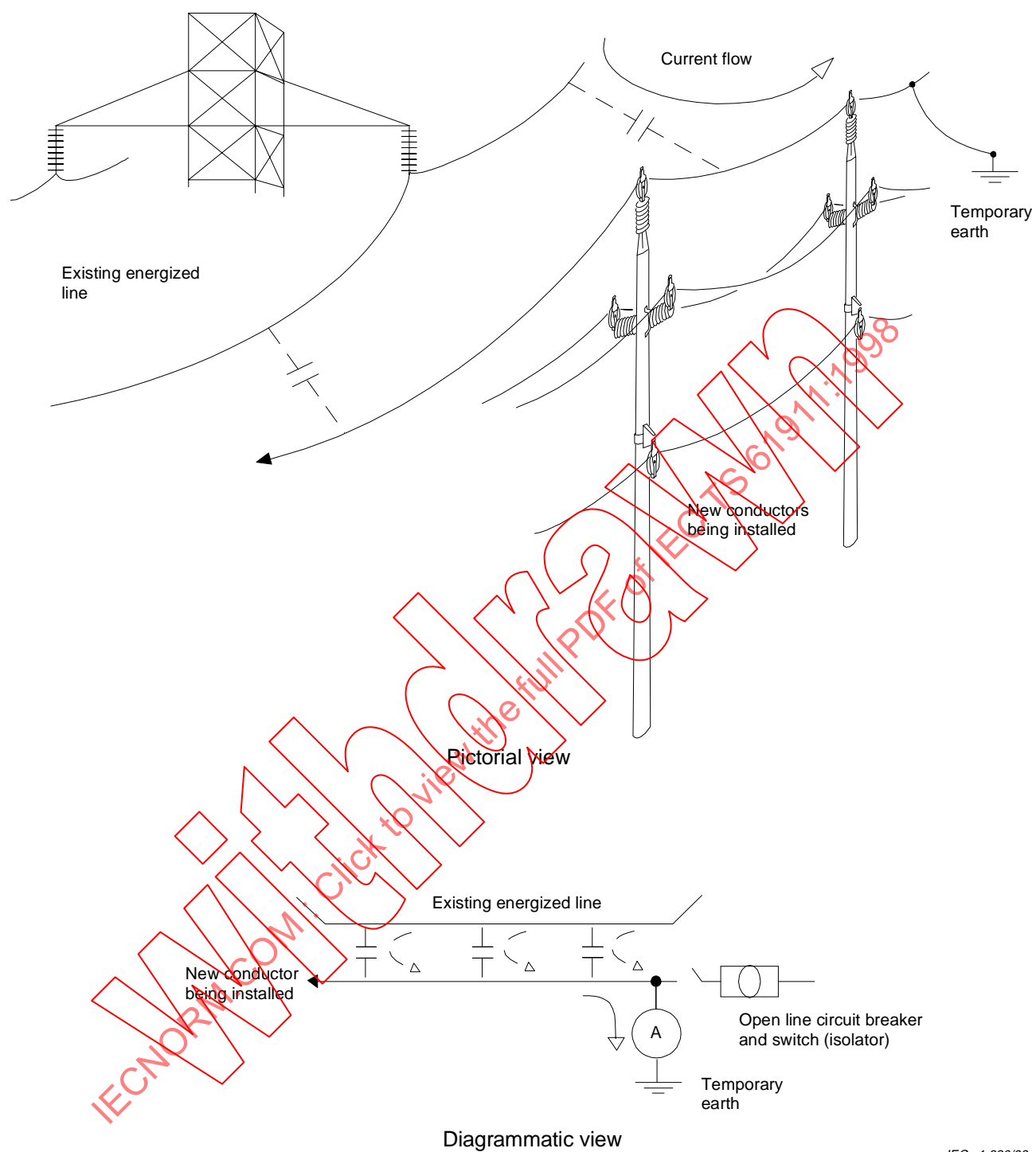
Vue schématique



Diagramme

IEC 1 620/98

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



IEC 1 620/98

Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor

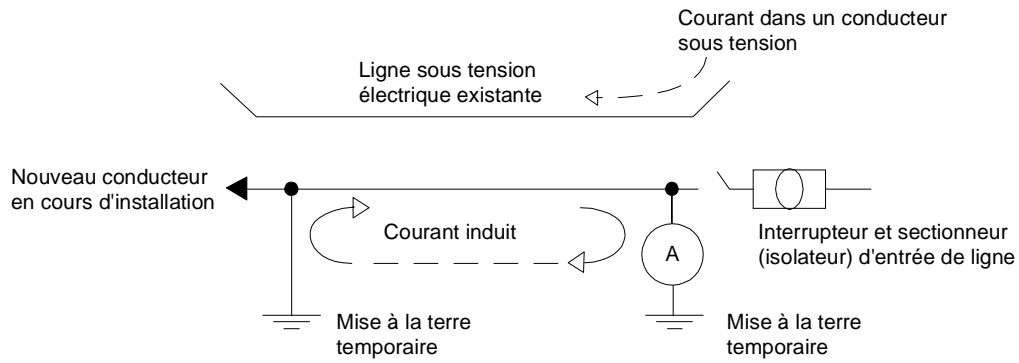


Figure 3a – Deux mises à la terre sur un nouveau conducteur permettent la circulation du courant

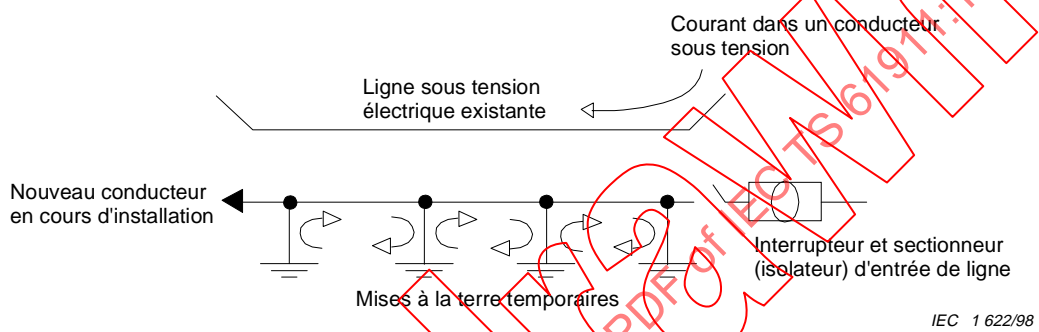
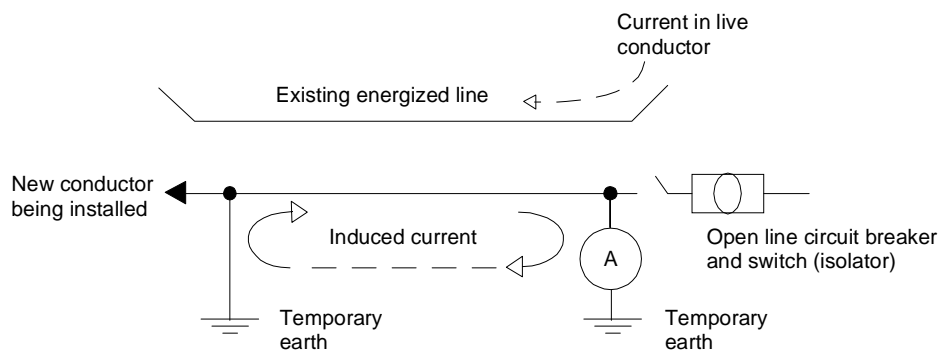


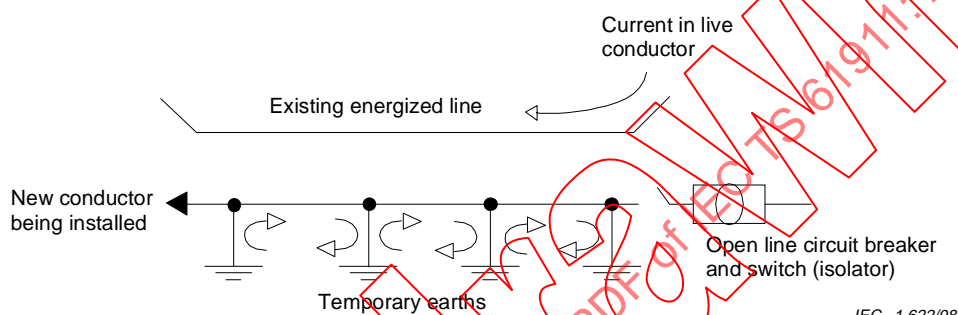
Figure 3b – Courant circulant avec plusieurs mises à la terre

Figure 3 – Courant induit par un champ magnétique sur un conducteur parallèle



IEC 1 621/98

Figure 3a – Circulating current with two earths on new conductor



IEC 1 622/98

Figure 3b – Circulating currents with multiple earths

Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor

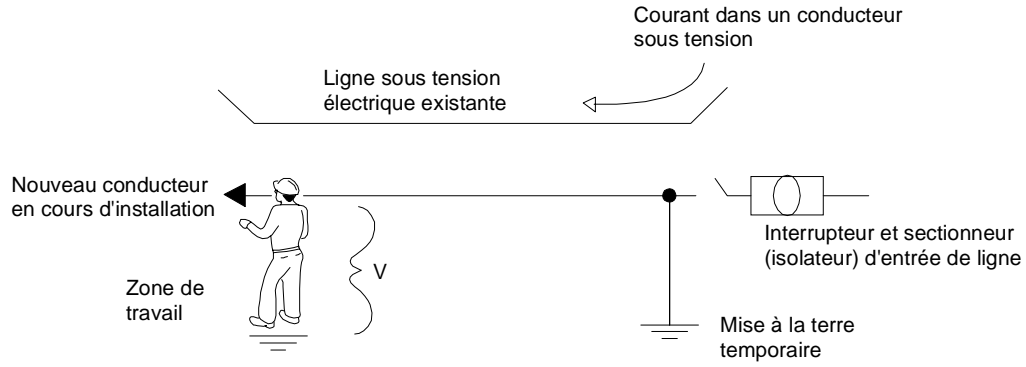


Figure 4a – Tension de circuit ouvert avec une terre seulement

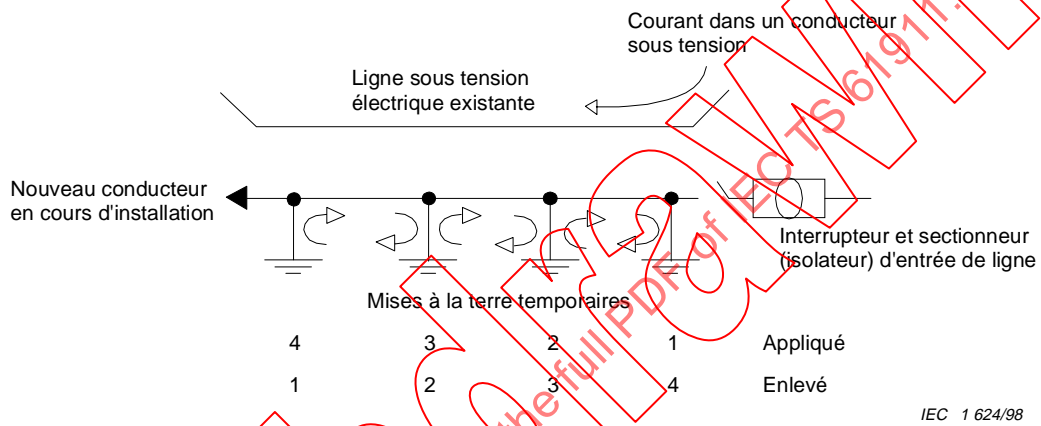


Figure 4b – Mises à la terre temporaires appliquées et enlevées successivement

Figure 4 – Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle

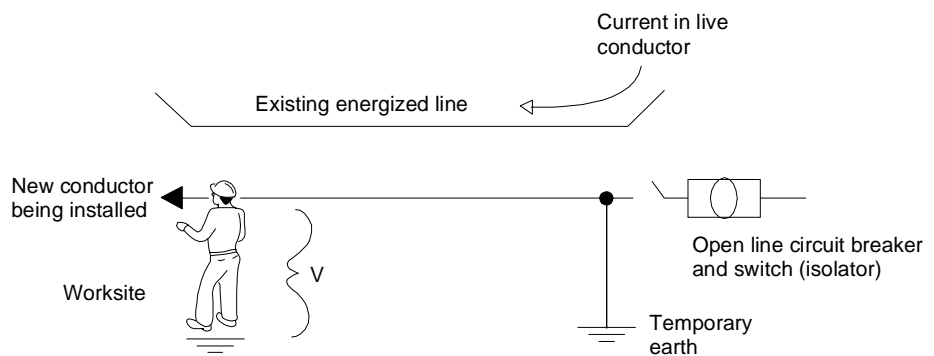


Figure 4a – Open circuit voltage with one earth only

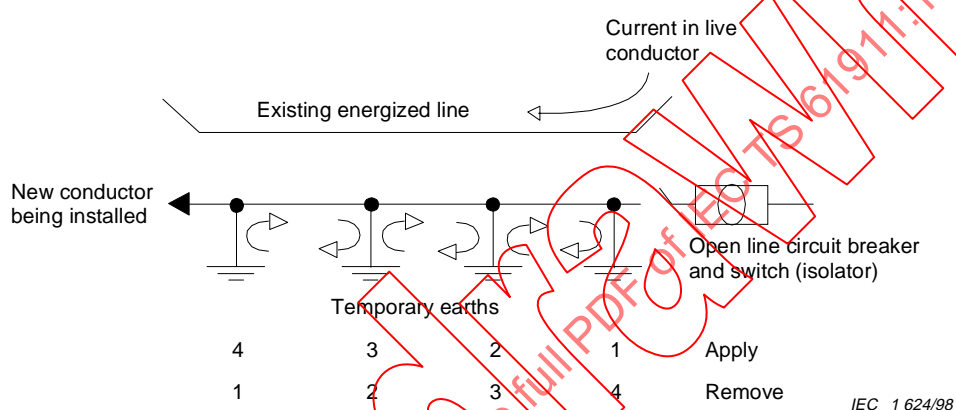


Figure 4b – Temporary earths to be applied and removed sequentially

Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor

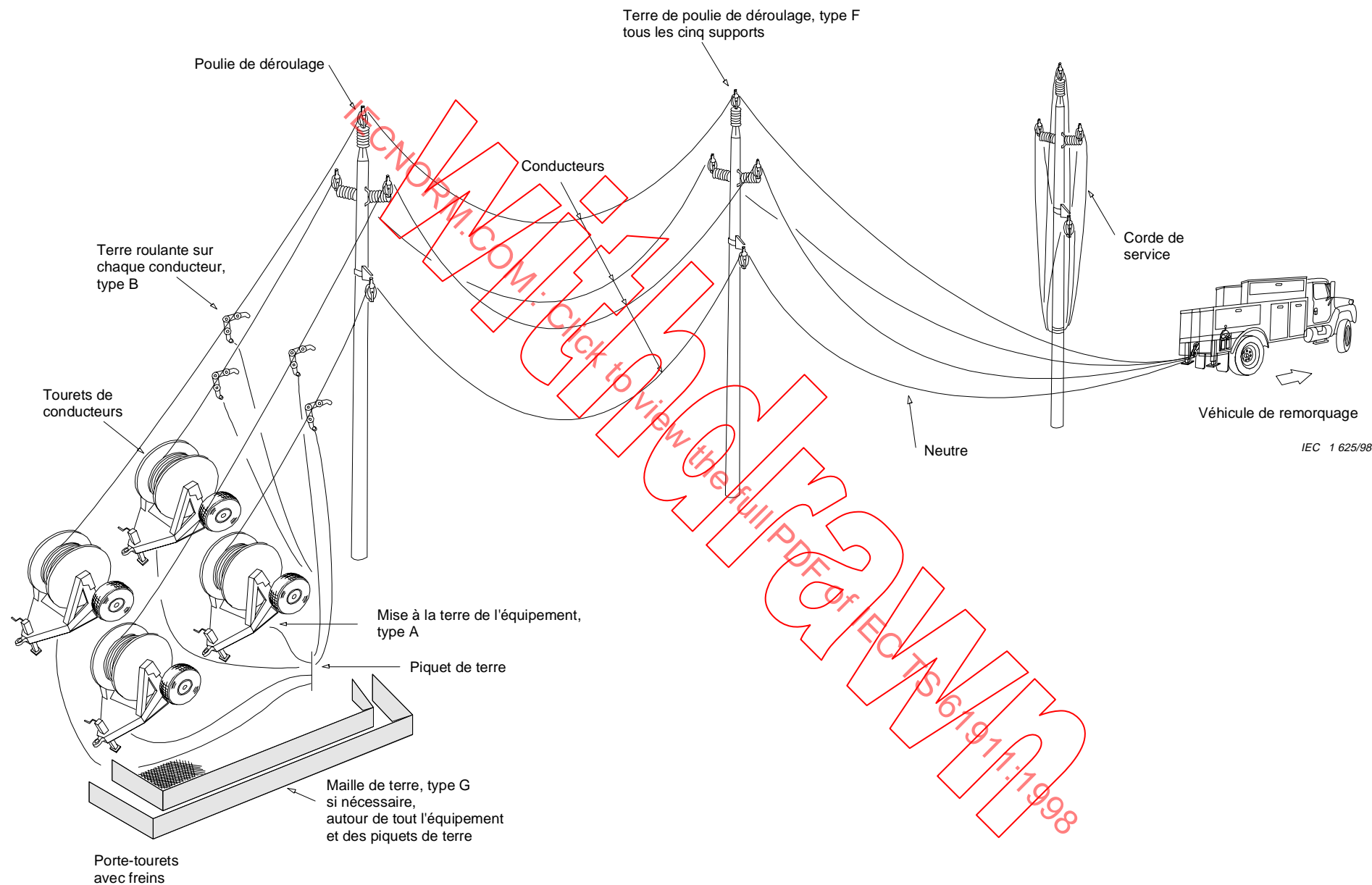


Figure 5a – Installation de conducteurs – Touret stationnaire

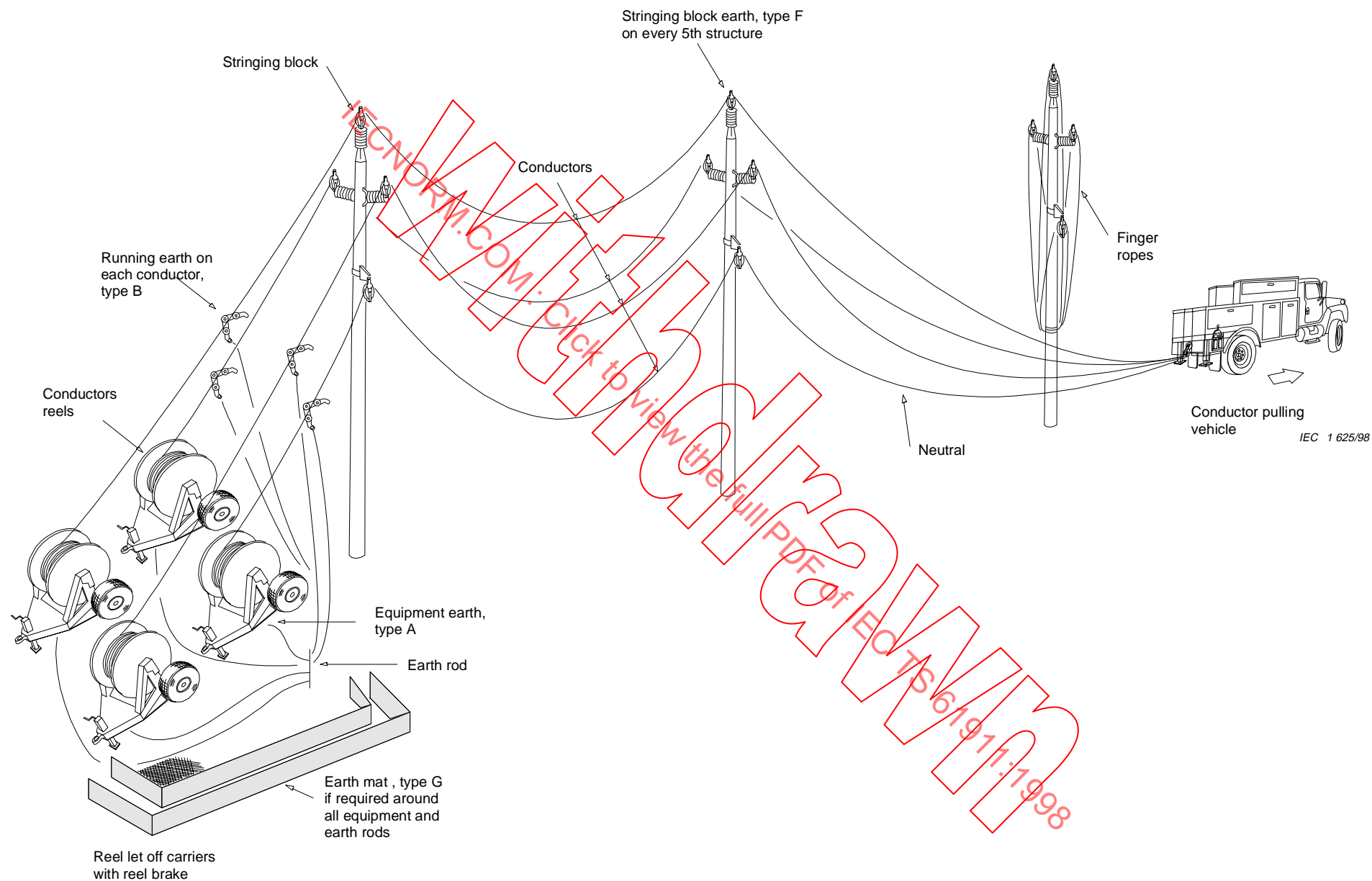


Figure 5a – Installing conductor – Stationary reel

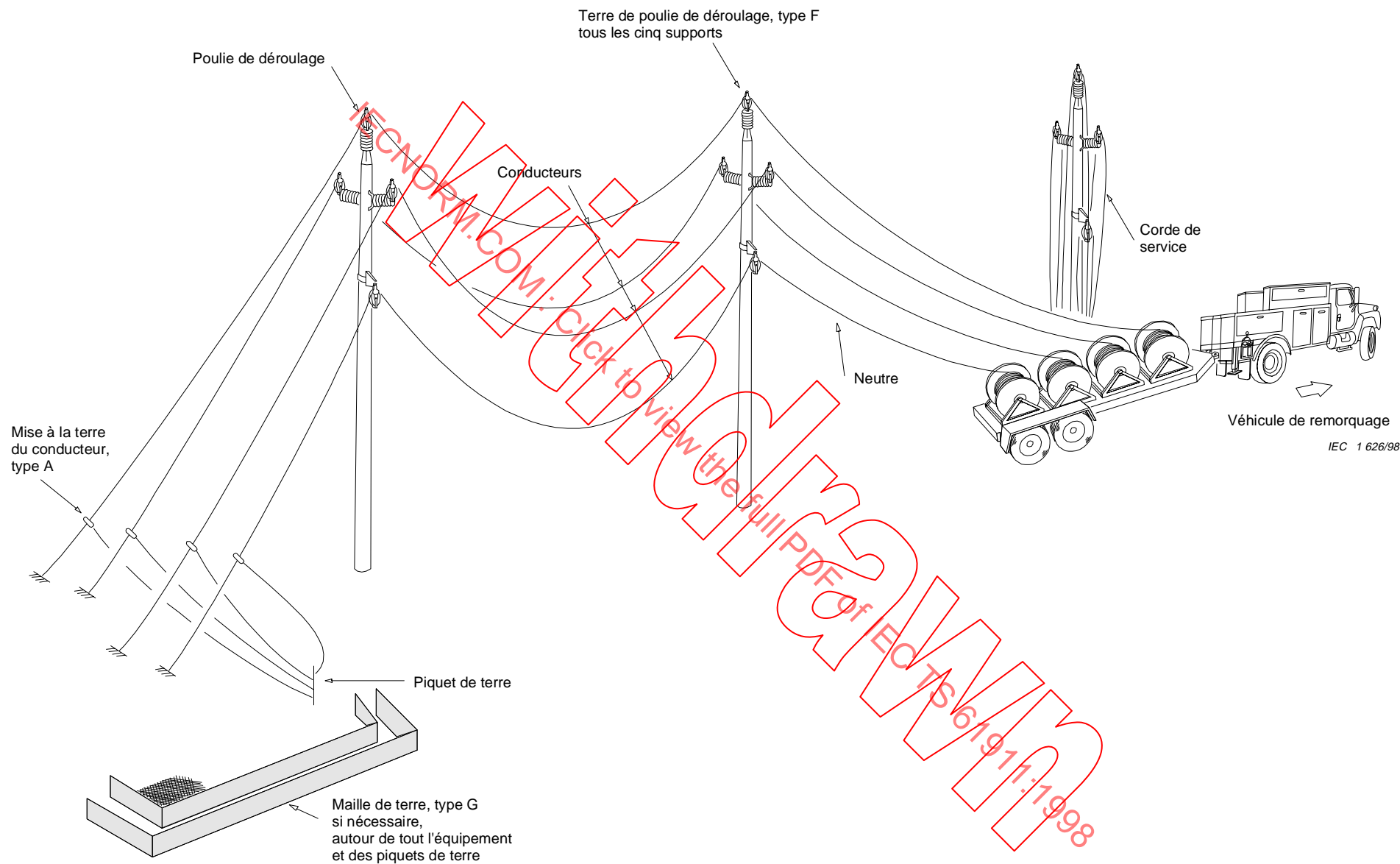


Figure 5b – Méthode de déroulage – Touret roulant

Figure 5 – Méthode de déroulage détendu

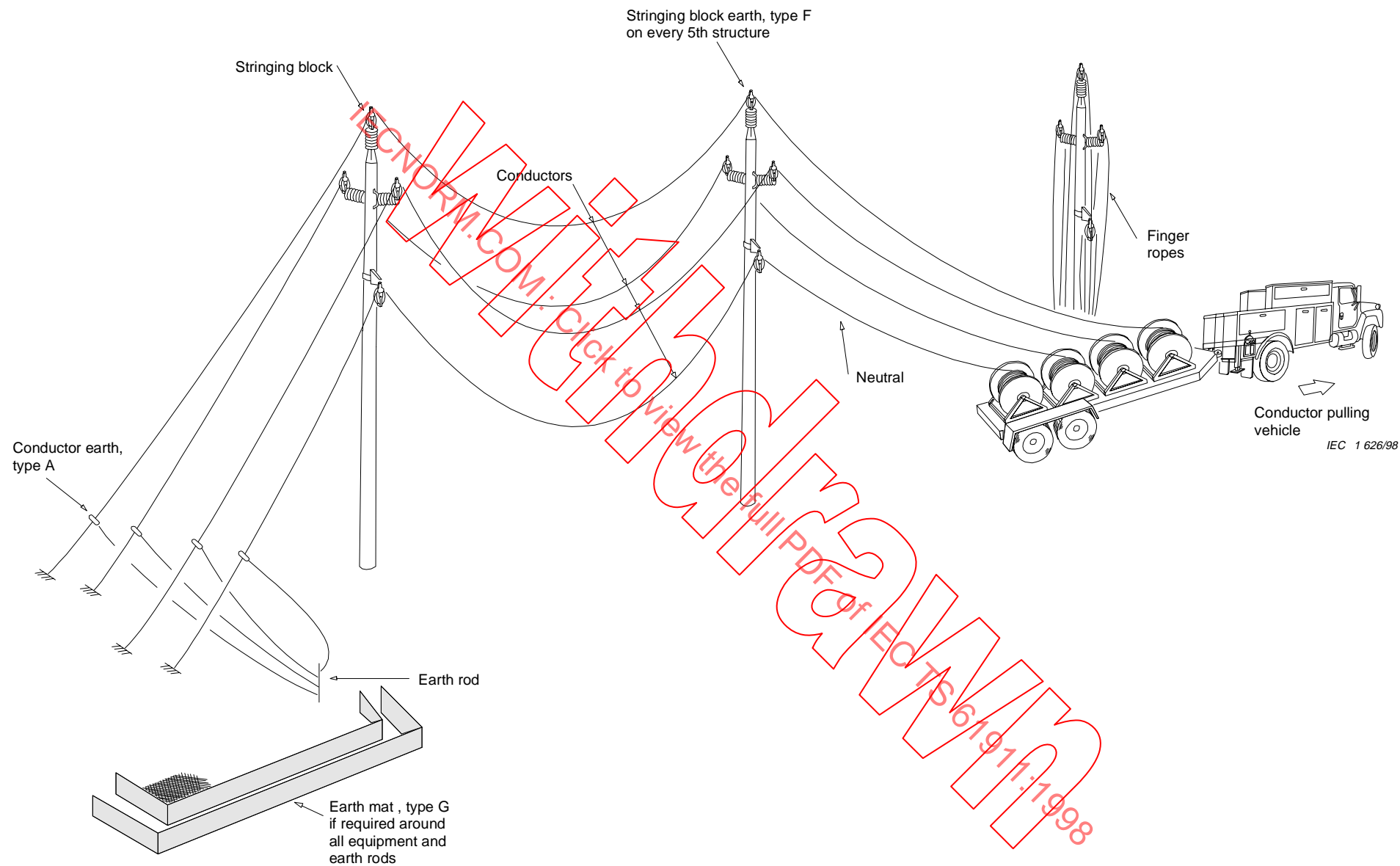
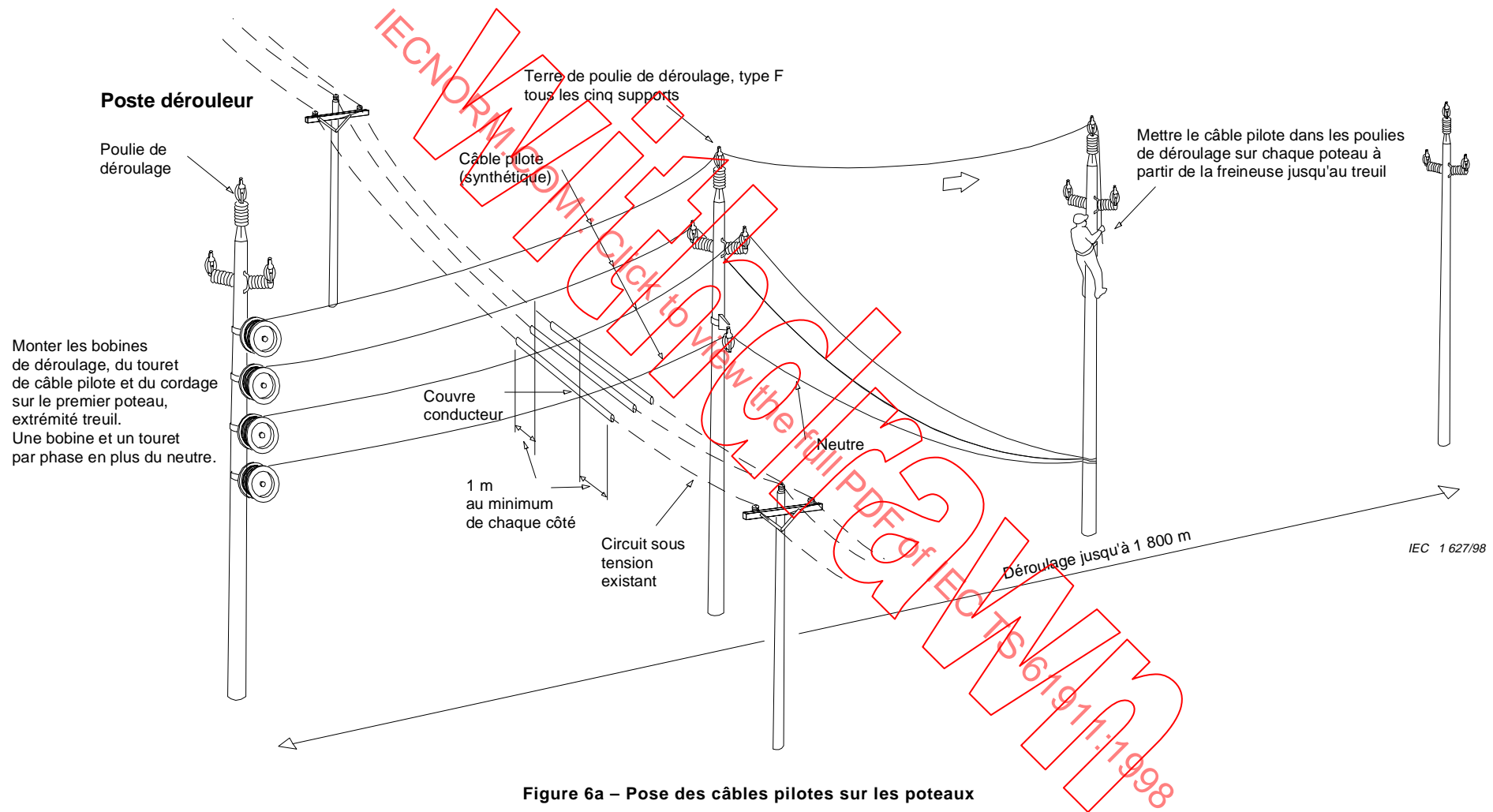


Figure 5b – Installing conductor – Rolling reel

Figure 5 – Slack stringing method



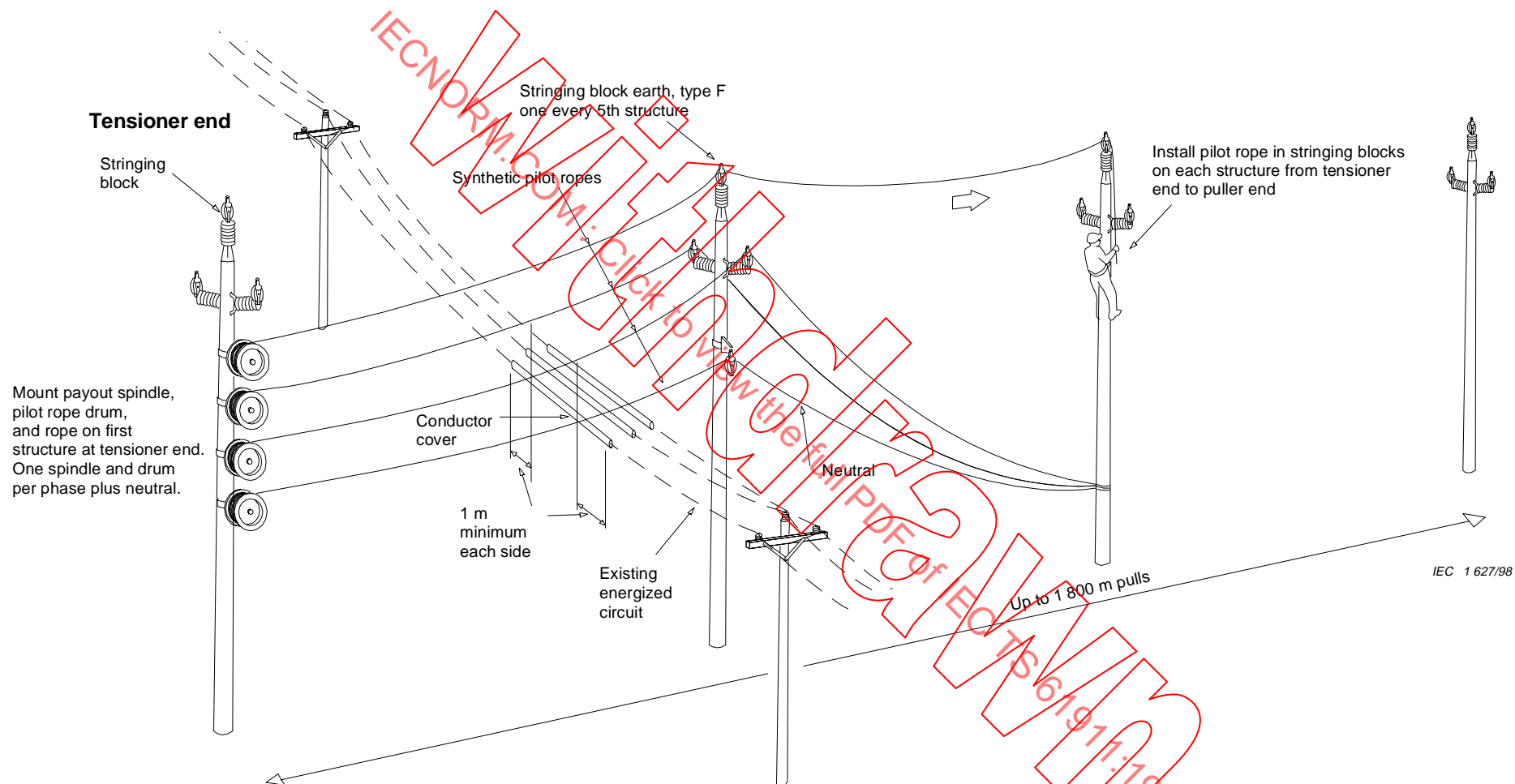
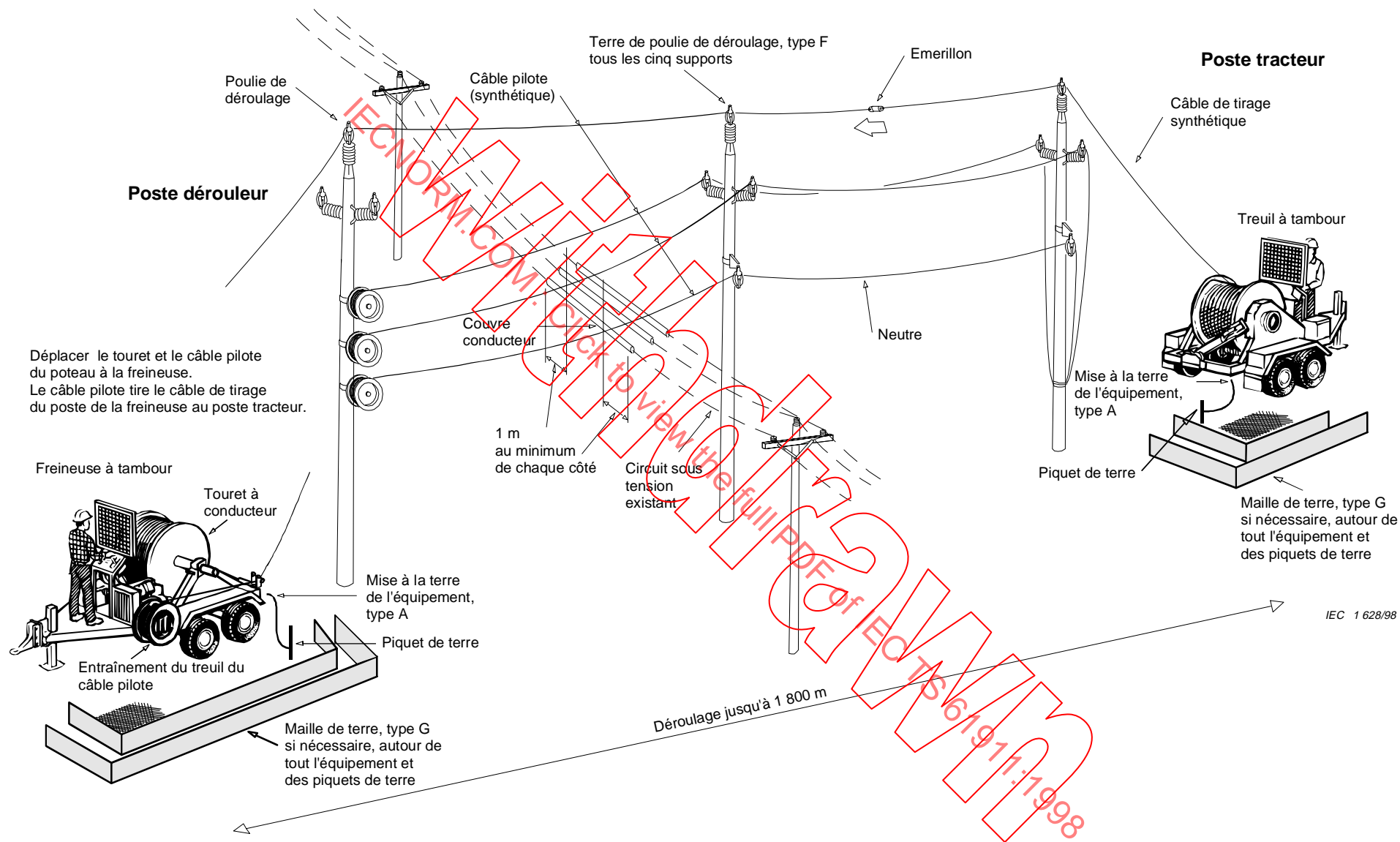
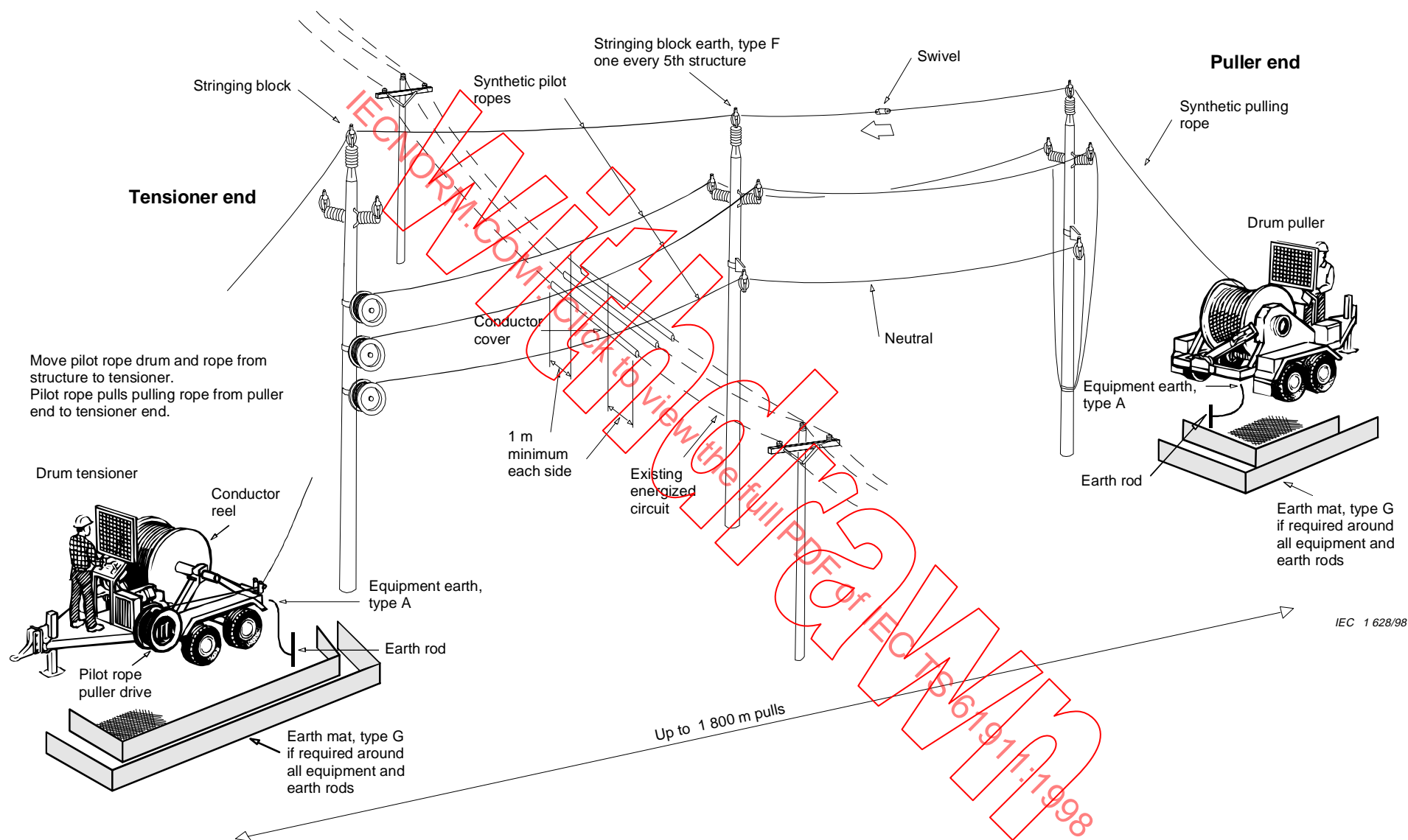


Figure 6a – Installing pilot rope on structures



NOTE – Le treuil et la freineuse doivent être à une distance minimale de trois fois la hauteur de la poulie de déroulage au-dessus des engins du premier et du dernier support.

Figure 6b – Installation du câble de tirage



NOTE – The puller and tensioner shall be located a minimum distance from the first and last structure of three times the height of the stringing block above the machines.

Figure 6b – Installing the pulling rope