

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1328**

Première édition
First edition
1995-08

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1328: 1995

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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2
TECHNICAL
REPORT – TYPE 2**

**CEI
IEC
1328**

Première édition
First edition
1995-08

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

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

© CEI 1995 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

**CODE PRIX
PRICE CODE XB**

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:1995

Publication 1328 de la CEI
(Première édition - 1995)

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

IEC Publication 1328
(First edition - 1995)

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

CORRIGENDUM 1

*En page 1 de couverture, en page de titre, en
page 6 et en page 12, remplacer le titre existant
de la publication par le nouveau titre amendé
suivant*

Corrections to French text only

**Travaux sous tension –
Installation de conducteurs et câbles
de garde sur les lignes de transport –
Equipement de déroulage
et accessoires**

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	12
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
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 Treuil de câble pilote	52
5.3.6 Câble pilote, câble de tirage	52
5.3.7 Poulies de déroulage	54
5.3.8 La poulie de déroulage	58
5.3.9 Terre roulante	58
5.3.10 Chariot	60
5.4 Communications	64
6 Exigences spéciales pour mises à la terre	66
6.1 Systèmes de mise à la terre sur le lieu de travail	68
6.1.1 Considérations générales	68
6.1.2 Mises à la terre de l'équipement	68
6.1.3 Conducteurs, câbles de garde aériens, câbles métalliques et synthétiques de terre	68
6.1.4 Terres pour mailles de terre, conducteurs ou câbles de garde aériens	70
6.1.5 Terres pour l'installation de manchon de jonction en mi-portée, sur conducteur et câble de garde	70
6.1.6 Terres utilisées pour mise sur pince des conducteurs ou des câbles de garde aériens	70
6.1.7 Terres utilisées pour l'installation de ponts de continuité pour le conducteur	70
6.1.8 Terres des poulies de déroulage	72
6.1.9 Maille de terre	72

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	13
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
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	59
5.3.9 Running earth	59
5.3.10 Conductor car	61
5.4 Communications	65
6 Special earthing requirements	67
6.1 Work site earthing systems	69
6.1.1 General considerations	69
6.1.2 Equipment earths	69
6.1.3 Conductor, earthwire, metallic and synthetic rope earths	69
6.1.4 Earths for earth mat, conductors or earthwire	71
6.1.5 Earths used for mid-span joining of conductors or earthwires	71
6.1.6 Earths used for clipping in the conductors or earthwires	71
6.1.7 Earths used for installation of jumper loops for the conductor	71
6.1.8 Stringing block earths	73
6.1.9 Earth mat	73

Articles	Pages
6.2 Utilisation des dispositifs de mise à la terre	72
6.2.1 Installation du câble pilote ou de tirage	74
6.2.2 Déroulage des conducteurs	74
6.2.3 Manchonnage des conducteurs	76
6.2.4 Réglage des conducteurs	78
6.2.5 Mise sur pince des conducteurs	80
6.2.6 Ancrage et installation des ponts de continuité	80
6.2.7 Pose d'entretoises	82
6.2.8 Travail spécial sur le conducteur	84
6.2.9 Alimentation en carburant	86
7 Essai de l'équipement	86
7.1 Nombre d'essais type	86
7.2 Installation d'essai type	86
7.3 Critère d'acceptation de l'essai type	86
Figures	90
Annexe A – Choix de la taille des terres, des câbles de terre et des mises au potentiel	122

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328-1:1995

Clause	Page
6.2 Use of earthing systems	73
6.2.1 Installing the pilot or pulling rope	75
6.2.2 Stringing of conductors	75
6.2.3 Splicing of conductors	77
6.2.4 Sagging of conductors	79
6.2.5 Clipping-in conductors	81
6.2.6 Dead-ending and installation of jumper loops	81
6.2.7 Spacing	83
6.2.8 Special work on conductors	85
6.2.9 Fuelling	87
7 Testing of equipment	87
7.1 Number of type tests	87
7.2 Type test set-up	87
7.3 Type test acceptance criterion	87
Figures	91
Annex A – Choosing the size of earths, earth cables and bonds	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – INSTALLATION DE CONDUCTEURS ET CÂBLES DE GARDE – ÉQUIPEMENT DE DÉROULAGE ET ACCESSOIRES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

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 types 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.

La CEI 1328, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Outils pour travaux sous tension.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING – INSTALLATION OF TRANSMISSION LINE
CONDUCTORS AND EARTHWIRES –
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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

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.

IEC 1328, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 78: Tools for live working.

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

Projet de comité	Rapport de vote
78(SEC)148	78(SEC)170

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.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'installation de conducteurs et câbles de garde – 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 œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquies 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.

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

Committee draft	Report on voting
78(SEC)148	78(SEC)170

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.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of installation of transmission line conductors and earth wires - Live working - 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

Avec la difficulté croissante de mettre hors énergie les circuits électriques existants, installer des conducteurs et des câbles de garde sur des circuits à proximité implique des risques qui nécessitent des considérations particulières concernant les mises à la terre et mises au potentiel. De plus, des protections sont nécessaires contre la charge de courant statique induit dû aux conditions atmosphériques, éclairs ou mises sous tension accidentelles.

Ces risques électriques imposent que certaines exigences soient observées au moment du choix de l'équipement et des méthodes de travail.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:1995

Withd 2020

INTRODUCTION

With the increased difficulty of de-energizing existing electrical circuits, installing conductors or earthwire in circuits nearby creates hazards requiring special considerations particularly with regard to earthing and bonding. Also, protection must be provided against induced static charge due to atmosphere conditions, lightning strikes, or accidental energization.

These electrical hazards impose that certain requirements be observed when choosing equipment and work methods.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:1995

TRAVAUX SOUS TENSION – INSTALLATION DE CONDUCTEURS ET CÂBLES DE GARDE – ÉQUIPEMENT DE DÉROULAGE ET ACCESSOIRES

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique fournit des recommandations pour la sélection et l'essai, où c'est nécessaire, de matériels de déroulage et accessoires utilisés pour l'installation de conducteurs et câbles de garde aériens.

Les procédures sont recommandées pour une mise à la terre adéquate afin de protéger l'équipement, les composants et le personnel des courants produits par induction ou par anomalie pouvant survenir, dans certaines circonstances.

L'équipement concerné est utilisé pour des tensions de transport, qui sont généralement considérées comme étant égales à 100 kV et plus, mais qui peuvent être aussi basses que 60 kV. Un grand nombre des exigences et des tests spécifiés s'applique aussi à des équipements utilisés pour des systèmes de distribution avec moins de 100 kV. Les recommandations spécifiques pour les tensions de distribution sont à l'étude.

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 le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(466): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 466: Lignes électriques*

CEI 479-1: 1994, *Effets du courant passant par le corps humain – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 743: 1983, *Terminologie pour l'outillage et le matériel à utiliser dans les travaux sous tension*

CEI 1230: 1993, *Travaux sous tension – Dispositifs portables de mise à la terre ou de mise à la terre et en court-circuit*

3 Définitions

La terminologie pour l'équipement et les procédures relatifs à l'installation de conducteurs aériens et de câbles de garde aériens varie largement chez les distributeurs d'électricité. Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 plate-forme aérienne: Appareil conçu pour être attaché au pylône, à la pointe de la flèche d'une grue, ou monte-charge aérien pour maintenir les ouvriers en position de travail élevée. Elle est habituellement utilisée pour la confection des ancrages en l'air. Synonymes: échelle, plate-forme d'ancrage.

LIVE WORKING – INSTALLATION OF TRANSMISSION LINE CONDUCTORS AND EARTHWIRES – 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 overhead conductors and overhead earthwires.

Procedures are recommended for proper earthing in order to protect equipment, components and personnel from the induced or fault currents which can result in some circumstances.

The equipment under consideration in this technical report is used for transmission voltages, which are usually considered to be 100 kV and above, but may be as low as 60 kV. Many of the requirements and tests stated will apply also to equipment used in distribution systems with less than 100 kV. The specific recommendations for distribution voltages is presently under consideration.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(466): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 466: Overhead lines*

IEC 479-1: 1994, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 743: 1983, *Terminology for tools and equipment to be used in live working*

IEC 1230: 1993, *Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

3 Definitions

Terminology for equipment and procedures associated with the installation of overhead conductors and earthwires varies widely throughout the utility industry. See also IEC 50(466), and IEC 743. For the purpose of this technical report, the following definitions apply:

3.1 aerial platform: Device designed to be attached to the tower, boom tip of a crane, or aerial lift to support workmen in an elevated working position. It is normally used for dead-ending work. Synonyms: lineman's platform, dead-end board, dead-end platform, platform.

3.2 ancrage: Appareil utilisé comme support fiable pour maintenir fermement un objet en place. Le terme d'ancrage est normalement associé à coin, plaque, vis ou ancrage en béton, mais les termes corps-mort et bille d'ancrage sont habituellement assimilés à des crayons d'ancrage ou des billes de bois fichées ou enterrées dans le sol, afin de servir d'accrochages temporaires. Une luge, soutenant des blocs de béton, installée sur le sol et d'un poids suffisant pour supporter la charge, a aussi servi d'ancrage temporaire. Ces ancrages temporaires sont souvent utilisés sur les sites de tirage et de freinage. Synonymes: corps mort, crayon.

3.3 site d'ancrage: Emplacement le long de la ligne électrique où les ancrages sont placés pour tenir provisoirement les conducteurs afin de faciliter le travail de manchonnage, de tirage et de freinage. Synonyme: batterie d'ancrage.

3.4 cage d'oiseau: Gonflement des couches extérieures d'un conducteur pour former 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. La cage d'oiseau peut être contrôlée en augmentant la tension dans le conducteur au sortir du porte-touret. Synonymes: gonflement, panier.

3.5 poulie: Appareil conçu avec un ou plusieurs réas, une surface plastifiée ou métallique et un dispositif d'accrochage ou une manille. Quand une corde est passée à travers deux de ces ensembles, le montage est communément appelé palan. Synonyme: moufle.

3.6 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 479-1, chapitre 1.

3.7 mise au potentiel: Connexion électrique qui met diverses parties exposées conductrices à un potentiel substantiellement équivalent. La mise au potentiel est utilisée pour amener tout le personnel et les objets dans la zone de travail à un même potentiel. Synonyme: connexion équipotentielle.

3.8 nacelle: Appareil conçu pour être attaché à la flèche supérieure d'un camion de ligne, d'une grue ou d'un monte-charge aérien pour porter les ouvriers dans une position de travail élevée. Elle est normalement faite en fibre de verre pour réduire son poids, maintenir sa robustesse et obtenir de bonnes caractéristiques diélectriques. Synonyme: panier.

3.9 cabestan: Roue incorporée comme partie intégrale 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 a 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. Synonyme: réa.

3.10 faisceau; multi-conducteur: Phase de circuit formée de plus d'un conducteur. Chaque conducteur de la phase est désigné par le terme sous-conducteur. Par exemple, un faisceau de deux conducteurs a deux sous-conducteurs par phase. Ceux-ci peuvent être disposés dans une configuration verticale, horizontale ou diagonale.

3.11 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 phases pour les lignes à courant continu.

3.2 anchor: Device that serves as a reliable support to hold an object firmly in place. The term anchor is normally associated with cone, plate, screw or concrete anchors, but the terms snub, deadman and anchor log are usually associated with pole stubs or logs set or buried in the ground, to serve as temporary anchors. A sledge with blocks of concrete sitting on top of the ground and of sufficient weight to hold the load has also served as a temporary anchor. These temporary anchors are often used at pull and tension sites. Synonyms: anchor log, deadman, sledge, snub.

3.3 anchor site: Location along the transmission line where anchors are placed to temporarily hold the conductors in order to facilitate splicing, pulling or tensioning work.

3.4 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. Birdcaging may be controlled by increasing the tension in the conductor as it leaves the reel stand.

3.5 block: Device designed with one or more sheaves, a synthetic plastic or metal shell, and an attachment hook or shackle. When a rope is reeved through two of these devices, the assembly is commonly referred to as a block and tackle. Synonym: tackle.

3.6 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 479-1, chapter 1.

3.7 bonded: Electrical connection putting various exposed conductive parts at an equal potential. Bonding is used to bring all personnel and objects in the work area to the same potential. Synonyms: equipotential connection, connection, earthed.

3.8 bucket: 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. It is normally constructed of fibreglass to reduce its physical weight, maintain strength and obtain good dielectric characteristics. Synonym: basket.

3.9 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.

3.10 bundle; multiconductor: Circuit phase consisting of more than one conductor. Each conductor of the phase is referred to as a subconductor. For example, a two conductor bundle has two subconductors per phase. These may be arranged in a vertical, horizontal, or diagonal configuration.

3.11 circuit: Arrangement of devices or media through which electric current can flow. A 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.

3.12 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. Synonyme: distance à la masse.

3.13 mise sur pince: Transfert des conducteurs réglés depuis la poulie de déroulage jusqu'à leur position définitive et l'installation des pinces de suspension définitives.

3.14 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.

3.15 manchon comprimé: 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.

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

3.17 chariot: Appareil étudié pour transporter les ouvriers et rouler sur des conducteurs réglés simples ou en faisceau, ceci leur permettant de contrôler les conducteurs endommagés ou d'installer des entretoises, amortisseurs ou autres dispositifs, là où c'est nécessaire. Ces appareils peuvent être manuels ou motorisés. Synonymes: bicyclette, échelle à roulettes.

3.18 tendeur parallèle: Appareil conçu pour permettre le tirage ou la retenue temporaire du conducteur sans manchonner sur l'armement, 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 côté ouvert avec des mâchoires opposées mobiles 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. Un autre serre-câble usuel (spécial pour des gros conducteurs et des tensions mécaniques élevées) est le tendeur parallèle avec un coin accroché au corps d'une pince qui enserre complètement et enveloppe le conducteur. Des écrous sont ensuite utilisés pour fermer la pince et obtenir le serrage. Synonymes: grenouille, main d'ancrage.

3.19 main de levage: Crochet, généralement recouvert de matière synthétique, pour protéger le conducteur. Il est conçu pour permettre le levage des conducteurs en se trouvant au-dessus d'eux. Il est normalement utilisé durant les opérations de mise sur pince. Des pinces de suspension sont quelquefois adaptées dans ce but.

3.20 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.

3.21 coupe-aluminium: Outil utilisé pour couper les fils d'aluminium autour du centre des conducteurs ACSR en préparation du processus de manchonnage. Synonyme: dénudeur.

3.12 clearance: Minimum separation between two conductors operating at different voltages; between conductors and supports or other objects; or between conductors and the earth.

3.13 clipping-in: Transferring of sagged conductors from the stringing blocks to their permanent suspension positions and the installing of the permanent suspension clamps. Synonyms: clamping-in, clipping.

3.14 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.

3.15 compression joint: Tubular compression fitting designed and fabricated from aluminum, copper or steel to join or terminate conductors or overhead ground wires. It is usually applied through the use of hydraulic or mechanical presses. However, in some cases explosive type joints are utilized. Synonyms: conductor splice, sleeve, splice.

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

3.17 conductor car: Device designed to carry workmen and ride on sagged single or bundle conductors, thus enabling them to inspect the conductors for damage or install spacers, dampers or other attachments, where required. These devices may be manual or powered. Synonyms: cable buggy, cable car, conductor trolley, line car, spacer buggy, spacing bicycle, spacer cart.

3.18 conductor grip: 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. Another popular grip (especially for large conductors, and high holding tensions) is the come-along grip which incorporates a bail attached to the body of a clamp which folds to completely surround and envelop the conductor. Bolts are then used to close the clamp and obtain a grip. Synonyms: Chicago grip, conductor clamp, come-along, come-along clamp, Klein, pocketbook grip.

3.19 conductor lifting hook: Hook, normally lined with synthetic material, to protect the conductor. It is designed to permit the lifting of conductors from a position above them. Normally used during clipping-in operations. Suspension clamps are sometimes used for this purpose. Synonyms: conductor hook, lifting shoe, conductor lip.

3.20 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.

3.21 conductor trimmer: Tool used to trim the aluminum wires from around the core of ACSR conductors in preparation for the splicing process.

3.22 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 vrillera pas et palliera à des forces de torsion.

3.23 protection: 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. Synonyme: échafaudage.

3.24 ancrer: Opération qui conduit à la confection des manchons d'ancrage des conducteurs à une structure d'ancrage.

3.25 hors tension: Affranchi de toute liaison électrique à une source génératrice de différence de potentiel, et d'une 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 sont quelquefois électriquement alimentées. 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 celles qui sont isolées et celles qui sont mises à la terre. Synonyme: coupure.

3.26 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.

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

3.28 câble de garde aérien; protection parafoudre: Un ou plusieurs câbles de terre placés au-dessus des conducteurs de phase sur la structure de pylône dans le but d'intercepter les coups de foudre directs.

3.29 câble de terre: Conducteur flexible habituellement de fils de cuivre avec un gainage protecteur transparent 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. Synonyme: mise à la terre.

3.30 pince de mise à la terre: Pince attachée à un câble de mise à la terre qui court-circuite les câbles, soit directement, soit au travers de maillons. 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.

3.31 maille de terre: Système de conducteurs nus interconnectés organisés en maille sur une zone spécifique ou enseveli sous la surface du sol. Normalement connecté à des piquets de terres 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.

3.22 connector link: 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 relieve torsional forces. Synonyms: pulling rope connector, link, peanut.

3.23 crossing structure: Structure built of poles, tubes, or other specialized 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 railroads 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. Synonyms: guard structure, H-frame, rider pole structure, scaffolding, temporary structure.

3.24 dead-ending: Procedure which results in the termination of conductors at an anchor structure.

3.25 de-energized: Free from any electric connection to a source of potential difference, 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. Synonym: dead.

3.26 dynamometer: Device designed to measure loads or tension on conductors. Various models of these devices are used to tension guys or sag conductors. Synonym: load cell.

3.27 earth: Conducting connection by which an electric circuit or equipment is connected to the earth, or to some conduction body of relatively large extent that serves in place of the earth. Synonym: ground.

3.28 earthwire (lightning protection): Earthed wire or wires placed above phase conductors on the tower structure for the purpose of intercepting direct lightning strokes. Synonyms: groundwire, shield wire, skywire, static wire.

3.29 earth cable: Flexible conductor usually of stranded copper with a transparent cable protective sheath, and attached at both ends to clamps, designed to connect conductors or equipment to earth or to an earth grid. Synonym: ground cable.

3.30 earth 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. Synonym: ground clamp.

3.31 earth 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 grid 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 grids are employed at pull, tension and midspan splice sites. Synonyms: counterpoise, earth grid, ground gradient mat, ground mat.

3.32 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 plein 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.

3.33 perche de mise à la terre: Élément isolant comprenant une perche isolante équipée de raccords permanents ou amovibles pour une pince de ligne, une barre de court-circuit ou un composant d'extension conducteur. Cette perche est fabriquée en fibre de verre, en plastique renforcé ou en matière similaire, avec une connexion spéciale très résistante, et un dispositif de manutention. Elle est d'une longueur suffisante pour permettre la prise et l'installation des pinces de mise à la terre en toute sécurité.

3.34 système de terre: Système composé de toutes les connexions de mises à la terre interconnectées dans une zone spécifique, telle que la section de déroulage.

3.35 induction de champ électromagnétique: Phénomène qui produit à la fois une tension et du courant 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. Synonyme: couple électromagnétique.

3.36 induction de champ électrique. 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. Synonymes: couple capacitif, induction électrostatique.

3.37 sous tension (électrique): Électriquement connecté à une source de tension, ou électriquement chargé afin d'obtenir un potentiel différent de celui de sol. Synonyme: en charge.

3.38 équipotentiel. Terme qui s'applique à un ensemble de points ayant tous le même potentiel.

3.39 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 qui fourniront une tension acceptable entre toutes les parties de la zone dans les pires conditions de mise sous tension.

3.40 coefficient de sécurité, mécanique: Rapport entre la force de rupture ou de fléchissement et l'effort ou la charge maximale autorisée appliquée.

3.41 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.

3.42 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.

3.32 earth rod: 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. Synonym: earth electrode, ground electrode.

3.33 earthing pole: Insulating element comprising an insulating pole equipped with permanent or detachable coupling for line clamp, short-circuiting bar, or conductive extension component. It is made of fibreglass, reinforced plastic or similar, with a particular, highly resistant connection and is of sufficient length to allow safe gripping and installation of earth clamps. Synonym: earthing stick, ground stick.

3.34 earthing system: System consisting of all interconnected earthing connections in a specific area, such as a pull section. Synonym: ground system.

3.35 electromagnetic field induction: 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. Synonym: electromagnetic coupling.

3.36 electric field induction: Process of generating voltages and/or currents in a conductive object or electrical circuit by means of time-varying electric fields. Synonyms: capacitive coupling, electrostatic induction.

3.37 energized: Electrically connected to a voltage source, or electrically charged so as to have a potential different from that of the earth. Synonyms: alive, current-carrying, hot, live.

3.38 equipotential: Applies to a set of points all of which have the same potential.

3.39 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.

3.40 factor of safety, mechanical: Ratio of breaking strength or yield strength to the maximum allowable applied force or load.

3.41 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.

3.42 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.

3.43 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 le besoin d'ouvriers sur la structure. Ces cordes ne sont pas nécessaires si les câbles pilotes sont installés lorsque les poulies sont suspendues.

3.44 palan à chaîne; câble: 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 le réglage de haubans. Synonymes: pullift, tirlor.

3.45 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 le câble pilote, le câble de tirage ou le conducteur soulevé par les tensions de déroulage, ou sur le site de manchonnage pour contrôler le conducteur lorsqu'il est relâché en fin d'opération.

3.46 isoler: Déconnecter entièrement un appareil ou un circuit des autres appareils ou circuits. Séparer physiquement, électriquement et mécaniquement, de toutes les sources d'énergie électrique. Une telle séparation n'élimine pas les effets de l'induction électrique.

3.47 protecteur de manchon: Ensemble de deux demi-coquilles qui se fixe sur un manchon de conducteur à compression ou une épissure, et qui est utilisé pour protéger le manchon d'une déformation ou d'un dommage s'il passe à travers la poulie de déroulage. Il a généralement des demi-colliers ou cônes de caoutchouc disposés à chaque extrémité pour protéger le conducteur de dommages à sa sortie à l'extrémité de la coquille.

3.48 pont: 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 dérivatif afin de préserver les ouvriers d'accidents de mise en série entre les conducteurs. Synonyme: bretelle.

3.49 lève-isolateur: Appareil conçu pour permettre de lever les isolateurs sur une chaîne jusqu'à leur position définitive sur la structure et de maintenir la chaîne pendant l'installation de la fixation permanente à la structure. Synonyme: main de levage.

3.50 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.

3.51 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 une mise à la terre électrique. 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 les opérations de maintenance. Il convient qu'un câble de mise à la terre soit calibré et conçu pour supporter un courant de défaut dans le système sur lequel on travaille.

3.43 finger rope: 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. Synonym: finger line.

3.44 hoist, chain or cable: 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. Synonyms: coffer hoist, ratchet hoist, pull lift, tirlor.

3.45 hold down block: Device designed with one or more single groove sheaves to be placed on the conductor and used as a means of holding it down. 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. Synonyms: hold down roller, splice release block.

3.46 Isolate: To disconnect completely a device or circuit from other devices or circuits. Physically separate electrically and mechanically, from all sources of electrical energy. Such separation will not eliminate the effects of electrical induction.

3.47 joint protector: Split sleeve which fits over a conductor compression joint or splice, and is used to protect the compression joint from bending or damage if the joint passes through stringing blocks. It usually has split rubber collars or cones at each end to protect the conductor from damage where it exits at the end of the sleeve. Synonyms: compression joint protector, joint stiffener, sleeve protector, splice protector.

3.48 jumper: a) Conductor that connects the conductors on opposite sides of a dead-end structure. Synonym: dead-end loop.

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 in series between the two conductors.

3.49 insulator lifter: 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. Synonym: insulator seat.

3.50 magnetic field induction: Process of generating voltages and/or currents in an electrical circuit by means of time varying magnetic fields. Synonym: inductive coupling.

3.51 master earth: Portable device designed to short-circuit and connect (bond) a de-energized circuit or piece of equipment, or both, to an electrical 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. Synonyms: ground set, master ground, primary earth.

3.52 coupure: Condition dans laquelle un circuit est mis hors tension pour permettre la réalisation d'un travail qui ne peut généralement être réalisé sur le circuit en fonctionnement. Synonyme: consignation.

3.53 terre personnelle: 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 principale 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.

3.54 câble pilote: Câble léger, soit métallique soit en fibres synthétiques, 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 prépilote. Synonyme: câblette pilote.

3.55 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, ou une machine du type multi-tambours. Il est habituellement positionné sur le site de freinage.

3.56 plombage: Marque faite sur le conducteur et placée à la verticale du point d'accrochage des isolateurs. Cette marque est utilisée comme référence pour positionner le centre de la pince de suspension.

3.57 choc primaire: Choc électrique de telle ampleur qu'il peut produire un dommage physiologique direct. La conséquence du choc primaire est la fibrillation, la tétanie respiratoire et la contraction musculaire.

3.58 câble de tirage: 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. Dans ces cas, un examen soigneux pour détecter des dégâts sur l'ancien conducteur sera fait avant les opérations de tirage. Il est à noter que dans certains pays ce câble est appelé câble pilote. Synonymes: câble de déroulage, câble de traction.

3.59 tir de déroulage: Section de ligne sur laquelle le conducteur est installé par le treuil et la freineuse. Généralement une longueur approximative de 5 km, ou deux longueurs de touret de conducteurs.

3.60 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.

3.61 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.

3.62 treuil 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. Les treuils à multiples tambours sont normalement utilisés pour le travail sur les lignes de distribution de moindre tension électrique.

3.52 outage: Condition where a circuit has been de-energized to enable work to be performed which usually cannot be performed with the circuit live.

3.53 personal earth: 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 utilized 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. Synonyms: drain earth, earthing device, ground stick, personal ground, working ground.

3.54 pilot rope: Lightweight rope, either wire rope or 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. Synonyms: lead line/rope, leader, P-line/rope, straw line/rope.

3.55 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 takeup winder as an integral part of the machine, or a multiple drum type machine. It is usually located at the tensioner site.

3.56 plumb mark: Mark placed on the conductor located vertically below the insulator point of support. It is used as a reference to locate the centre of the suspension clamp.

3.57 primary shock: Electrical shock of such magnitude that it may produce direct physiological harm. Result of primary shock is fibrillation, respiratory tetanus and muscle contraction.

3.58 pulling rope: High strength rope, normally synthetic fiber 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. In such cases, the old conductor will be closely examined for any damage prior to the pulling operations. Note that in some countries this rope is called a pilot rope. Synonyms: bull line/rope, hard line/rope, sock line/rope.

3.59 pull 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. Synonyms: pull setting, stringing section.

3.60 pull site: 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. Synonyms: puller set-up, tugger set-up.

3.61 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 takeup winder after passing through the puller bullwheels. The takeup winder may be incorporated as part of the bullwheel puller or may be a separate machine.

3.62 puller/drum: 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. Multiple drum pullers are normally used for work on lower voltage transmission lines. Synonyms: hoist, tugger.

3.63 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 utilisées 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.

3.64 engin de déroulage: N'importe quelle partie de l'équipement de sol mobile 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.

3.65 porte-touret: Appareil conçu pour supporter un ou plusieurs tourets et pouvant être soit sur châssis, soit chargé sur une remorque ou un camion. Généralement placés derrière la freineuse, ces appareils laissent dérouler le conducteur ou touret sous basse 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 déroulage est stoppé. Ils sont utilisés soit pour la méthode de déroulage sous tension, soit pour la méthode de déroulage détendu.

3.66 enrouleuse: 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 châssis, soit chargée sur une remorque ou un camion. Synonyme: récupérateur.

3.67 angle d'enroulement: Somme des deux angles entre une ligne horizontale et le conducteur ou le câble entrant et sortant de la poulie de déroulage. Les résultantes de ces angles seront prises en considération lorsque le déroulage passe à travers les angles de ligne.

3.68 portée équivalente: Longueur calculée de portée d'ancrage à ancrage qui aura les mêmes changements dans la tension du conducteur du fait des variations de température et de charge sur les conducteurs que ceux qui seront trouvés dans une suite de portées de longueurs variables entre ancrages.

3.69 palonnier de déroulage: Appareil de tirage conçu pour permettre le déroulage de plusieurs conducteurs simultanément à l'aide d'un câble de tirage simple. 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 déroulage. Les conducteurs et les câbles de déroulage sont généralement reliés au palonnier de déroulage par des émerillons afin d'empêcher de transférer les charges de vrillage vers le palonnier de déroulage.

3.70 terre roulante: Appareil portatif conçu pour relier un conducteur en mouvement ou un câble de tirage/pilote à une mise à la terre électrique. 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.

3.63 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.

3.64 pulling vehicle: 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. Synonym: pulling tractor.

3.65 reel stand: Device designed to support one or more reels and having the possibility of being skid, trailer or truck mounted. Usually located behind the tensioner, these devices 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 can 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. Synonyms: reel elevator, reel trailer, reel truck.

3.66 reel 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. Synonyms: takeup reel winder, takeup stand, takeup winder.

3.67 roll over angle: Sum of the two angles between a horizontal line and the conductor or rope entering and leaving a stringing block. Resultants of these angles will be considered when stringing through line angles. Synonyms: angle of wrap, break over angle.

3.68 ruling 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. Synonym: equivalent span.

3.69 running board: 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. The conductors and pulling rope are normally connected to the running board with swivels to prevent twisting loads being transferred to the running board. Synonym: headboard.

3.70 running earth: Portable device designed to connect a moving conductor or pulling/pilot rope to an electrical earth. 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. Synonyms: ground roller, moving ground, rolling ground, travelling ground, running ground.

3.71 corde de sécurité: Appareil de sécurité normalement constitué d'une corde en fibre synthétique et conçu pour relier un objet fixe et la ceinture/harnais d'un travailleur intervenant en altitude lorsque celui-ci ne peut utiliser sa ceinture de sécurité habituelle. Synonyme: stop chute.

3.72 réglage: Processus qui consiste à tirer les conducteurs jusqu'à leur tension finale ou réglage.

3.73 section de réglage: Section de ligne entre ancrage au sol et pylône d'ancrage. Il peut être exigé plus d'une portée de réglage sur un tir afin de régler correctement la longueur réelle du conducteur venant d'être déroulé.

3.74 portée de réglage: Portée choisie sur la section de réglage et utilisée comme portée de contrôle pour déterminer le réglage adéquat du conducteur, établissant ainsi la hauteur et la tension convenables du conducteur. Un minimum de deux, mais 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.

3.75 marque de réglage: 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. Synonymes: nivelette, marque.

3.76 choc secondaire: Choc électrique d'une telle ampleur qu'il ne produit pas de dommage physiologique direct, mais qui est gênant et peut causer une réaction musculaire involontaire (voir CEI 479-1). Le résultat du choc secondaire est la gêne, l'alarme et le dégoût.

3.77 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 entraîné 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 d'une corde de service.

3.78 poulie de service: Appareil normalement conçu avec un réa, une protection synthétique ou en métal et un crochet. Un côté de la chape s'ouvre pour le passage du câble pour éviter de devoir nouer la corde. Communément utilisé pour soulever des charges sur un simple câble ou comme appareil pour contrôler la position ou la direction, ou les deux, d'un câble suspendu ou d'un câble tiré.

3.79 pose d'entretoises: Processus qui consiste en l'installation d'entretoises entre les sous-conducteurs de chaque phase. Cela se fait généralement à l'aide d'une nacelle.

3.80 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.

3.81 chariot de manchonnage: Unité équipée d'un compresseur hydraulique (presse) et tout autre équipement nécessaire pour exécuter les opérations de manchonnage sur le conducteur.

3.71 safety life rope: Safety device normally constructed from synthetic fibre rope and designed to be connected between a fixed object and the safety belt/harness of a workman working in an elevated position when his regular safety strap cannot be utilized. Synonyms: fall arrest rope, life line/rope, safety line/rope, scare rope.

3.72 sagging: Process of pulling conductors up to their final tension or sag.

3.73 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.

3.74 sag 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. Synonym: control span.

3.75 sag 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. Synonyms: sag board, target.

3.76 secondary shock: Electrical shock of such a magnitude that it will not produce direct physiological harm, but is annoying and can cause involuntary muscle reaction. The result of secondary shock is annoyance, alarm and aversion (see IEC 479-1).

3.77 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.

3.78 snatch block: Device normally designed with a single sheave, synthetic or metal shell and hook. One side of the shell usually opens to eliminate the need for threading of the rope. Commonly used for lifting loads on a single rope, or as a device to control the position or direction, or both, of a fall rope or pulling rope. Synonyms: construction block.

3.79 spacing: Process of installing the spacers between the subconductors in each phase. This is usually done from a conductor car. Synonym: spacing.

3.80 splicing: Process of joining the ends of conductor lengths to form a continuous mechanical and electrical connection. This is usually done by pressing aluminum or aluminium and steel sleeves over the ends of both conductors. Synonym: jointing.

3.81 splicing cart: Unit which is equipped with a hydraulic compressor (press) and all other necessary equipment for performing splicing operations on the conductor. Synonyms: jointing trailer, sleeving trailer, splicing trailer, splicing truck.

3.82 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 amortisseurs de vibrations.

3.83 poulie de déroulage: Un ou des réas complétés par un châssis, utilisés séparément ou groupés et suspendus aux supports pour permettre le déroulage des conducteurs. 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 enrayés, les réas des conducteurs sont souvent recouverts de néoprène non conducteur ou semi-conducteur, ou d'uréthane.

3.84 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.

3.85 élingue de suspension: Elingue métallique, quelquefois utilisée à la place des isolateurs, pour suspendre la poulie durant les opérations de déroulage. Normalement, elle est utilisée lorsque les isolateurs ne sont pas disponibles ou lorsque des conditions défavorables de déroulage peuvent imposer des variations de charges mécaniques importantes et causer des dommages ou une destruction complète des isolateurs.

3.86 terre basique de structure: 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. Synonyme: mise à la terre.

3.87 sous-conducteur: Des conducteurs d'une phase de conducteurs en configuration faisceau.

3.88 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.

3.89 émerillon: Appareil conçu pour connecter les extrémités des conducteurs ou 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 au delà d'une charge significative. L'appareil tourne et aide à supporter les forces de tension qui se produisent sur le câble ou le conducteur durant le processus de déroulage.

3.90 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.

3.91 tension de déroulage: Utilisation des treuils et des freineuses qui donne au conducteur une tension suffisante et un contrôle dynamique durant l'opération de déroulage, et le maintient à distance du sol et d'autres obstacles qui pourraient endommager la surface du conducteur.

3.82 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.

3.83 stringing block: Sheave or sheaves complete with frame used separately or in groups and suspended from structures to permit the stringing of conductors. 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 semiconductive neoprene or urethane. Synonyms: block, conductor running block, dolly, running out block, sheave, stringing sheave, stringing traveller, traveller.

3.84 stringing block earth: 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. Synonyms: block ground, conductor running block earth, sheave ground, stringing block ground, traveller ground.

3.85 stringing block sling: Sling of wire rope, sometimes utilized in place of insulators, to support the stringing block during stringing operations. Normally, it is used when insulators are not readily available or when adverse stringing conditions might impose severe down-strains and cause damage or complete failure of the insulators. Synonym: choker.

3.86 structure base earth: 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. Synonyms: butt ground, ground chain, portable earthing device, structure base ground, tower ground.

3.87 subconductor: One of the conductors of a phase bundle conductor configuration.

3.88 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.

3.89 swivel: 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. Synonyms: bullet, swivel joint.

3.90 tension site: 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. Synonyms: conductor payout station, payout site, reel setup, tensioner setup.

3.91 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.

3.92 freineuse cabestan: Equipement 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. Des freineuses sont disponibles pour le déroulage de conducteurs seuls ou de faisceaux multiples.

3.93 corde de passage: Corde légère flexible, généralement en fibre naturelle ou en fibre synthétique, utilisée pour guider le conducteur à travers les réas d'une freineuse ou le câble de déroulage à travers les réas d'un treuil. Synonyme: corde de service.

3.94 tension de pas: Différence de potentiel entre une structure métallique à la terre et un point sur la surface du sol séparés par une distance égale à la portée horizontale maximale (distance maximale que l'on peut atteindre), approximativement 1 m. Cette différence de potentiel pourrait être dangereuse et pourrait résulter d'induction ou de conditions de défaut, ou des deux.

3.95 échelle de monteur: Echelle complétée par des crochets et des chaînes de sécurité attachés à une extrémité des montants. Ces équipements sont généralement fabriqués en fibre de verre, bois ou métal. L'échelle est suspendue à la console ou à la poutre de la structure afin de permettre aux ouvriers de travailler à hauteur du conducteur, d'accrocher les poulies de déroulage ou d'effectuer des opérations de mise sur pinces, etc. Quelquefois, ces échelles sont également utilisées comme plate-forme pour les travailleurs. Synonyme: plate-forme.

3.96 tracteur à chenilles: Engin à chenilles employé pour tirer les câbles de tirage/pilotes, régler les conducteurs, niveler ou nettoyer les emplacements de tirage et freinage et divers autres travaux. Il est également utilisé fréquemment comme ancrage temporaire. Des treuils de réglage sont quelquefois incorporés dans cette unité. Synonyme: chenillard.

3.97 tracteur sur roues: Engin sur roues employé pour tirer les câbles de tirage/pilotes, régler les conducteurs, et faire d'autres travaux divers. Les treuils de réglage sont quelquefois incorporés dans cette unité. Synonyme: tracteur de déroulage.

3.98 lunette de réglage: Instrument principalement utilisé durant la construction pour faire un relevé topographique du tracé, installer les piquets et axes de supports, régler la verticalité des structures, déterminer l'angle d'attaque du support pour l'emplacement des ancrages sur les sites de tirage et freinage, et pour régler les conducteurs. Synonyme: théodolite.

3.99 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.

3.100 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.

3.101 charge limite de travail: Charge limite qui peut être appliquée en 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.

3.92 tensioner, bullwheel: 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). Tensioners are available for single conductor stringing or multiconductor bundle stringing. Synonyms: brake, retarder, tensioner.

3.93 threading rope: 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. Synonym: reeving rope, thread line.

3.94 touch voltage: 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. Synonym: touch potential.

3.95 tower ladder: Ladder complete with hooks and safety chains attached to one end of the side rails. These units are normally fabricated from fibreglass, wood or metal. The ladder is suspended from the arm or bridge of a structure to enable workmen to work at the conductor level, to hang stringing blocks, perform clipping-in operations, etc. In some cases, these ladders are also used as linemen's platforms. Synonyms: clipping ladder, clamping in ladder, hook ladder.

3.96 tractor, crawler: Tracked unit employed to pull pulling/pilot ropes, sag conductors, level or clear pull and tension sites, and miscellaneous other work. It is also frequently used as a temporary anchor. Sagging winches are sometimes incorporated on this unit. Synonyms: cat, crawler, sag tractor.

3.97 tractor, wheeled: Wheeled unit employed to pull pulling/pilot ropes, sag conductors, and miscellaneous other work. Sagging winches are sometimes incorporated on this unit. Synonyms: sag tractor, skidder.

3.98 transit: Instrument primarily used during construction of a line to survey the route, set hubs and POT locations, plumb structures, determine downstrain angles for locations of anchors at the pull and tension sites, and to sag conductors. Synonyms: level, scope, site marker.

3.99 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.

3.100 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.

3.101 working load limit: 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. Synonyms: allowable load, maximum load, safe working load.

3.102 chaussette: Appareil conçu pour permettre la jonction ou le tirage temporaire des conducteurs sans avoir recours aux oeillets, maillons ou pinces spéciaux.

3.103 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.

4 Compréhension du danger – Théorie de base

La protection du personnel contre les blessures durant le processus d'installation des conducteurs des lignes de transmission est très importante. Sur le lieu de travail, le personnel installant ces nouveaux conducteurs doit être protégé contre les tensions et les courants d'induction produits par les lignes adjacentes sous tension. Le personnel doit également être protégé contre les dangers qui peuvent résulter d'une mise sous tension accidentelle. La protection du personnel peut être obtenue en plaçant des systèmes protecteurs adéquats de mise à la terre sur le lieu de travail, en utilisant des méthodes de travail correctes, et en utilisant un équipement comportant des appareils 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) induction électromagnétique provenant de lignes adjacentes sous tension, ou lors de croisements avec des lignes sous tension;
- b) contact accidentel du conducteur ou des câbles en cours d'installation, avec une ligne adjacente existante sous tension;
- c) chargement électrostatique des conducteurs ou des câbles dû à des conditions atmosphériques ou à une ligne de transmission à haute tension en courant continu (HVDC) adjacente;
- d) erreur de commande électrique entraînant la mise sous tension accidentelle du conducteur;
- e) coup de foudre sur le conducteur en cours d'installation ou sur un autre équipement et d'autres composants tels que des câbles utilisés pour le processus de déroulage.

Les risques dus aux coups de foudre, contact accidentel avec une ligne sous tension et erreurs de branchement, sont généralement 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 à la source est sous tension, tandis que le coup de foudre ou le défaut de courant sont instantanés ou éphémères.

NOTE – Dans les exemples suivants, l'induction est montrée comme se produisant sur un conducteur; cependant, le même résultat et risque se produiront 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 communs de problèmes d'induction provoqués par des lignes de transmission à courant alternatif sous tension, à proximité: champ électrique et champ magnétique, chacun ayant à la fois des implications de tension et de courant.

3.102 woven wire grip: Device designed to allow the temporary joining or pulling of conductors without the need of special eyes, links or grips. Synonyms: Kellem, mesh sock, sock, stocking, wire mesh grip.

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

4 Understanding the hazard – Basic theory

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

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

- a) electromagnetic induction from adjacent energized lines, or when crossing over energized lines;
- b) accidental contact of the conductor or ropes being installed, with an existing adjacent energized line;
- c) electrostatic charging of the conductors or ropes by atmospheric conditions or by an adjacent high voltage direct current (HVDC) transmission line;
- d) switching error in which the conductor being installed is accidentally energized;
- e) lightning strike to the conductor being installed or other equipment and components such as the ropes involved in the stringing process.

The hazards caused by lightning strikes, accidental contact with a live line 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, or earthwires.

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.

Si la ligne à proximité sous tension est une ligne de transmission à courant continu, la charge induite sera la conséquence d'une dérive 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 serait 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.

4.1.1 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 la magnitude de tension de la source et de la géométrie du système mais non de la longueur de la parallèle entre la ligne sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation.

Si le circuit n'est pas mis à la terre, la tension induite peut être de l'ordre de 30 % de la tension de la ligne 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 le trou d'air se trouvant dans l'espace entre eux (voir figure 2).

Deux points seront pris en considération:

- a) un courant circule à travers la mise à la terre temporaire depuis le conducteur jusqu'au sol. Il est proportionnel à la longueur de la parallèle entre le conducteur sous tension et le nouveau conducteur en cours d'installation. Ce courant peut atteindre plusieurs ampères;
- b) si la terre temporaire devient défectueuse, est déplacée ou retirée, la tension capacitive est immédiatement rétablie. Par conséquent, si un ouvrier se trouve en contact fermé 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 constant. 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 est à noter que le courant capacitif constant 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 adjacente, un autre effet est causé par le courant circulant dans la ligne sous tension.

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

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 therefore much less than would be the case if the nearby line was an a.c. line.

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 of the system but not on the length of the parallel between the energized line and the new conductor being installed.

If the circuit is unearthed, the induced voltage may be as much as 30% of the energized line voltage. This induced voltage can be calculated, but it is generally not necessary to do so. If the new conductor being installed is earthed at any point, the charge is reduced to 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.

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 circulant suivra le nouveau conducteur, à travers une connexion à la terre, reviendra à travers le sol et ira sur l'autre terre pour achever le circuit bouclé (voir figure 3a). Ce courant électromagnétique est proportionnel au courant de la ligne sous tension et dépend de la géométrie et de l'impédance du système.

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

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

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

Lorsque le travail est en voie de réalisation dans le voisinage d'une ligne sous tension lourdement chargée, ou qu'un défaut se produit sur la ligne sous tension adjacente, le courant induit sur le nouveau conducteur en cours d'installation peut être très important et peut affecter le choix des montages de mise à la terre.

4.1.4 Induction d'un champ magnétique - Tension

En poursuivant l'analogie à 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, un circuit ouvert de tension secondaire à la terre apparaîtra sur la ligne. Cette tension sera essentiellement de zéro à l'emplacement de la terre restante et augmentera en proportion de la longueur de la parallèle (voir figure 4a).

Au moment de retirer l'avant-dernière terre, le courant électromagnétique circulant se rompt et une tension apparaît à travers l'espace. Cette tension peut devenir dangereusement élevée, en cas de longue parallèle 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, par laquelle le nouveau conducteur est subdivisé par des terres intermédiaires. Les sections sont alors assez courtes pour limiter la tension du circuit ouvert puisque les terres sont supprimées de façon séquentielle (voir figure 4b).

5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur

Les méthodes de déroulage utilisées pour installer le conducteur (câble de garde aérien inclus), couramment employées dans l'industrie de production électrique sont nombreuses et variées. Les méthodes exposées ci-dessous sont les méthodes utilisées actuellement, mais elles sont constamment modifiées pour s'adapter à l'équipement disponible sur le moment. Les méthodes dépendent aussi quelque peu du type et de la taille de la ligne de transmission à construire, et du terrain sur lequel la ligne sera construite.

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

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

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

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

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

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

5 Conductor stringing methods and equipment

The stringing methods used to install the conductor (including earthwire) 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 transmission line to be built, and the terrain over which the line is to be built.

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 Méthode de déroulage détendu

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

NOTE – La méthode de déroulage détendu des conducteurs à installer n'est pas recommandée pour les lignes de transmission qui seront mises sous des tensions de 220 kV ou plus. Le dommage superficiel sur le conducteur, lorsque ce processus d'installation est utilisé, peut être assez élevé, provoquant des pertes par effet de couronne, et interférence excessive de radio, TV et communications. Beaucoup de distributeurs d'électricité n'acceptent pas la méthode de déroulage détendu pour quelque tension de transmission que ce soit.

Il existe deux méthodes usuelles de déroulage détendu.

La première consiste en la localisation des tourets de conducteur à une extrémité de la section de tirage. 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 et le conducteur est alors déposé sur le sol (voir figure 5b).

Les tourets de conducteur sont posés sur des porte-tourets, soit placés sur le sol soit chargés sur des remorques. 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.

Lorsque le conducteur est amené à passer à travers chaque structure de 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 de basse tension comme nous l'avons mentionné plus haut, lorsque le maintien de la condition de surface du conducteur n'est pas critique et lorsque le tracé de la ligne est facilement accessible par un engin de remorquage. Cette méthode n'est pas utilisable dans des sites urbains où il y a des dangers dus au trafic 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

Cette méthode est illustrée par 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 le conducteur et la surface du sol ou d'autres obstacles entre les pylônes car cela causerait des dommages sur la surface du conducteur. La tension dans le conducteur lui permet de passer au-dessus d'autres circuits sous tension électrique, lignes de chemin de fer, routes importantes, etc., sans entrer en contact.

Pour des lignes à multi-conducteurs par phase, la méthode de déroulage sous tension nécessite l'installation d'un câble pilote léger, synthétique ou métallique, dans les poulies de déroulage. Cela se fait généralement sous faible freinage des tourets de câbles tirés par un véhicule de remorquage ou un hélicoptère.

5.1 *Slack stringing method*

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

NOTE – The slack stringing method of installing conductors is **not** recommended where the transmission line will be energized at voltages of 220 kV and above. Surface damage to the conductor using this installation process can be quite high causing corona losses, excessive radio, TV and communication interference. Many electric utilities will not allow the slack stringing method for any transmission voltages.

There are two usual methods of slack stringing.

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

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, and the conductor is deposited on the ground (see figure 5b).

The conductor reels are held in reel stands either placed on the ground or mounted on a trailer. 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 dragged 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 lower voltage lines as stated above, where the conductor surface condition is not critical, and where the line right-of-way is easily accessible to a towing vehicle. The method is not usually reasonable to use in urban locations where hazards exist from traffic or where there is danger of contact with energized circuits. Nor is it practical in mountainous regions where the towing vehicle cannot proceed along the right-of-way.

5.2 *Tension stringing method*

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 earth surface or other obstacles between towers since this will cause conductor surface damage. The tension in the conductor also allows it to pass over energized circuits, railway or major road crossings, etc. without contacting them.

For multiconductor per phase lines, the tension stringing method requires the installation of a light synthetic or metallic pilot rope into the stringing blocks. This is normally done using the slack stringing stationary reel method by either a towing vehicle or a helicopter.

Le câble pilote est utilisé pour tirer un câble acier de déroulage plus résistant. Le câble de déroulage est alors utilisé pour tirer les conducteurs sur des porte-tourets en utilisant des freineuses et des treuils.

Pour des installations à simple conducteur par phase, où le câble de tirage peut être de petite taille, le câble peut être installé directement avec un véhicule de remorquage éliminant complètement l'utilisation d'un câble pilote.

Lorsqu'une ligne de transmission 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 comprimé, est très douteuse. Passer des manchons usagers autour des réas du treuil, dans lesquels ils ont pliés puis redressés au passage du manchon, de gorge en gorge dans les réas, peut provoquer une rupture soudaine du manchon et le conducteur peut alors tomber sur le sol, endommageant le conducteur ou les structures de la ligne.

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 Équipement 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 seront également applicables à cet équipement est utilisé avec la méthode de déroulage détendu.

5.3.1 Freineuses

Pour les conducteurs utilisés sur les lignes de transmission, les freineuses sont généralement du type à cabestan. Pour les conducteurs de lignes de distribution, où la tension utilisée pour laisser dérouler le conducteur est normalement inférieure à 5 kN, une freineuse de type tambour ou porte-touret est normalement utilisée. Le touret du conducteur lui-même est intégré dans la machine, et le touret est ralenti ou freiné à la tension de déroulage.

Il existe deux types de freineuses à réa:

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

De 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. The pulling rope is then used to pull in the conductors from the reel stands using tensioners and pullers.

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 transmission 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 compression joint, may be very questionable, this procedure may require extra caution. Passing old joints around the bullwheels of the puller, where they are bent and then straightened as the joint passes from groove to groove on the bullwheels, can cause sudden failure of the joint and the conductor may drop causing damage to the conductor or the line structures.

A preferred procedure is to cut out the compression 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 conductors used on transmission lines, tensioners are usually the bullwheel type. For distribution conductors, where the tension used to string the conductor 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.

There are two types of bullwheel tensioners:

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

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

5.3.1.1 Généralités

Les caractéristiques générales et souhaitables relatives aux freineuses à réa sont les suivantes:

a) Il est important que le conducteur soit installé délicatement sans secousse ni rebondissement. En conséquence, des freineuses à freins entièrement hydrauliques sont recommandées. Le système de freinage devrait procurer une tension constante au conducteur à toutes les vitesses de déroulage et devrait maintenir cette tension même lorsque le déroulage est arrêté.

Le freinage mécanique des réas des freineuses a été utilisé lors de l'installation d'un conducteur simple par phase. Généralement, le freinage mécanique donne un contrôle moins régulier de la tension que le freinage entièrement hydraulique.

b) En ce qui concerne les installations de plusieurs conducteurs par phase (faisceau), il est souhaitable que tous les sous-conducteurs soient installés sous la même tension. Le système de mise sous tension incorporera le moyen permettant de réaliser cela. Les sous-conducteurs en faisceau seront de préférence pris dans les mêmes lots de fabrication.

5.3.1.2 Choisir la capacité correcte de la freineuse

Les freineuses sont généralement classées en fonction de la tension maximale qui peut être développée pour chaque conducteur ou sous-conducteur dans le cas d'une freineuse à plusieurs conducteurs.

La freineuse choisie pour chaque projet devra pouvoir tendre le conducteur en maintenant une garde suffisante au sol entre les pylônes et les autres obstacles à traverser.

5.3.1.3 Autres critères pour le choix des freineuses

Les autres critères à prendre en considération pour le choix correct d'une freineuse qui sera utilisée pour un projet particulier sont les suivants:

- a) il est recommandé 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) les réas et revêtements de la freineuse permettront, de préférence, le passage et le déroulage du conducteur dont la couche extérieure tourne à droite normalement. Cela signifie que, en se tenant derrière la freineuse face au pylône 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;
- f) il doit y avoir un frein de retenue incorporé dans la chaîne cinématique de chaque paire de réas, qui est en général de type hydraulique, avec un ressort, pour maintenir le conducteur à la tension de déroulage dans le cas de rupture d'un composant de la chaîne cinématique ou une défaillance de l'hydraulique. L'opérateur doit également pouvoir mettre en service et desserrer le frein de retenue à partir du poste de contrôle;

5.3.1.1 General criteria

General and desirable characteristics that apply to bullwheel tensioners are the following:

- a) It is important that the conductor be installed smoothly without jerking or bouncing. Therefore fully hydraulic braked tensioners are recommended. The braking system should provide for a constant tension in the conductor at all stringing speeds and should hold this tension even when the pull is stopped.

Mechanical braking of the tensioner bullwheels has been used when a single conductor per phase is installed. Generally, mechanical braking gives a less smooth control of the tension than does full hydraulic braking.

- b) For multiconductor per phase (bundle) installations, it is desirable that all subconductors are installed at the same tension. The tensioning system should incorporate the ability to do this. The subconductors in a bundle being installed together should preferably all be taken from the same manufacturer's production run or lot.

5.3.1.2 Choosing the correct capacity of the tensioner

Tensioners are usually rated by the maximum tension that can be accomplished for each conductor or subconductor in the case of a multiconductor tensioner.

The tensioner chosen for each project should have the capacity to tension the conductor with sufficient clearance from the earth between towers or other obstacles to be crossed.

5.3.1.3 Other criteria for the selection of tensioners

The following other specific criteria should be considered in the correct choice of a tensioner to be used for a particular project:

- a) it is recommended that the bullwheel grooves 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 toward 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;
- f) there shall be a holding brake incorporated in the drive train for each bullwheel pair, 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) le poste de contrôle de la freineuse aura de préférence un ou des cadrans indiquant la tension de chaque conducteur ou sous-conducteur;
- h) le châssis de la freineuse comprendra 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 essieux et peuvent facilement bouger sur un sol humide ou instable, des ancrages de retenue sont recommandés;
- i) le châssis de la freineuse doit comprendre une plaque ou une barre de mise à la terre sans peinture ni autre protection, spécialement dans le but d'attacher une pince de terre;
- j) 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;
- k) la capacité de l'opérateur à entendre distinctement les instructions de travail pendant que la freineuse 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.

5.3.2 Treuils

Les treuils sont construits suivant quatre types de base:

- a) les treuils à tambour;
- 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 premièrement comme treuils seulement pour le câble pilote ou le câble de tirage.

Les treuils-freineuses peuvent être soit du type tambour, qui sont généralement utilisées pour le travail sur les lignes de distribution, soit du type réa pour le travail sur les lignes de transmission. Ces machines peuvent intervenir comme treuil pour un câble de traction ou, si elles sont utilisées à l'autre extrémité du tir, peuvent également servir comme freineuse du conducteur.

Généralement, le diamètre des réas pour un treuil-freineuse est plus important que celui d'un simple treuil et les réas pour une treuil-freineuse auront des gorges garnies d'un matériau qui protégera des dégâts la surface du conducteur, puisque cette machine peut également être utilisée pour le freinage du conducteur.

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, les changements de vitesses doivent être réguliers;
- b) le treuil doit avoir une puissance de traction suffisante pour démarrer le conducteur à pleine tension de déroulage après un arrêt.

- g) the tensioner control console should preferably have a tension indicating gauge or gauges showing the tension in each conductor or subconductor;
- h) the tensioner frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of ground anchors to hold the machine in place on the jobsite. Since tensioners are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable ground, holding anchors are recommended;
- i) the tensioner frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other contaminants, and specifically for the purpose of attaching an earth clamp;
- j) 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;
- k) 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;
- 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 for work on transmission lines. These machines can act as pullers for a pulling rope. The same machine acting at the other end of the pull section, can be used to tension out the conductor.

Usually the diameter of the bullwheels for a puller tensioner is larger than that of a puller only, and the bullwheels for a puller tensioner will have the grooves lined with a material which will prevent damage to the surface of the conductor, since this machine may also be used for the tensioning of conductor.

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 *Choix de la capacité correcte du treuil*

Les treuils sont généralement dimensionnés par le tir maximal qui peut être effectué à une vitesse basse. Pour les treuils à tambour, cette dimension sera calculée en fonction du diamètre maximal du tambour.

La taille choisie du treuil pour quelque 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*

a) Les réas du treuil devraient avoir des gorges en acier trempé pour des caractéristiques de résistance maximale si le treuil est destiné à être utilisé avec un câble de traction en acier.

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, ou un diamètre des gorges du tambour, inférieur à **20 fois le diamètre du câble**, spécialement si on utilise un câble de traction en acier. Avec certains types de câbles en acier, un rapport supérieur du diamètre du câble au diamètre du réa peut être désirable, et le fabricant du câble sera consulté.

Si le treuil est utilisé pour dérouler le conducteur ancien qui est utilisé comme câble de déroulage pour le nouveau conducteur, le diamètre des réas du treuil ou du tambour doit être au minimum de **30 fois le diamètre du conducteur**.

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) Le poste de contrôle du treuil aura 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 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 est recommandé que le câble de déroulage soit guidé dans la gorge correcte du réa depuis le pylône 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.

g) Le châssis du treuil incorporera des plaques d'ancrage de tailles adéquates 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 essieux et bougent donc facilement sur un sol humide ou instable, des ancrages de maintien sont recommandés.

h) Le châssis du treuil comportera 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.

5.3.2.2 *Choosing the correct capacity of puller*

Pullers are usually rated according to the maximum linepull that can be accomplished at low speed. For drum pullers, this rating should be at the maximum diameter of the drum.

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

5.3.2.3 *Other criteria for the selection of pullers*

a) The puller bullwheels should have hardened steel grooves for maximum wear characteristics if the puller is to be used with steel pulling rope.

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, or a drum core diameter, of less than **20 times the rope diameter**, especially if a steel pulling rope is used. With some types of steel pulling ropes, a larger ratio of rope to bullwheel diameter may be desirable, and the manufacturer of the rope should be consulted.

If the puller is to be used to pull out the old conductor which is used as a pulling rope to pull in the new conductor, then the puller bullwheel diameter or drum core diameter, shall be a minimum of **30 times the conductor diameter**.

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 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 pulling rope should be guided into the correct groove of the bullwheel from the tower 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.

g) The puller frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of earth anchors to hold the machine in place on the jobsite. Since pullers are typically trailer mounted and will move easily on wet or unstable earth, holding anchors are recommended.

h) The puller frame should incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other contaminants, and specifically for the purpose of attaching an earth clamp.

k) 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.

l) La capacité de l'opérateur à entendre clairement les instructions de travail pendant que le treuil fonctionne est importante. Un système de communication avec possibilité 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

- 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 conformes au 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 est recommandé qu'il y ait 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 n'est pas partie intégrante du treuil, le châssis de l'enrouleuse comportera des plaques d'ancrage adéquates 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 puisque les enrouleuses sont habituellement montées sur des essieux, et bougent facilement sur des sols humides ou instables.
- f) Si l'enrouleuse n'est pas partie intégrante du treuil, le châssis de l'enrouleuse devra 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) 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.
- l) 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 such 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

- 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 takeup 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 should 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 jobsite. 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 contaminants, and 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 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.

Un porte-touret est nécessaire pour chaque sous-conducteur de phase.

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

Le porte-touret devra posséder un frein pour maintenir la tension sur le conducteur entre le chevalet et la freineuse. Ce frein sera 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*

- a) Le porte-touret doit pouvoir recevoir un touret de la taille et du poids correspondants au projet.
- b) Si le porte-touret n'est pas une partie intégrante de la freineuse, le châssis du porte-touret devra comporter 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 essieux car ils bougent facilement sur un sol humide ou instable.
- c) Si le porte-touret n'est pas partie intégrante de la freineuse, le porte-touret devra 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 *Treuil de câble pilote*

Les treuils de câble pilote ont essentiellement les mêmes caractéristiques que celles des treuils de conducteur (voir 5.3.2). Ils sont utilisés sur les importants projets de construction de lignes de transmission pour tirer le câble de traction de l'extrémité de la section de tirage où est le treuil à l'extrémité où se trouve la freineuse.

Les treuils de câble pilote sont généralement utilisés pour tirer également le câble de mise à la terre aérien.

5.3.6 *Câble pilote, câble de tirage*

Le câble de tirage utilisé au cours de travail en ligne de transmission est généralement un fil métallique en acier de haute résistance spécialement fabriqué dans ce but. Des câbles synthétiques de haute résistance ont été utilisés dans ce but, mais généralement seulement pour tirer un conducteur simple par phase.

Le câble pilote peut être soit un câble métallique en acier soit un câble synthétique de haute résistance.

Une des plus importantes caractéristiques du câble pilote ou du câble de tirage est sa capacité à ne pas vriller, particulièrement puisque le câble est tendu sur de longues distances. Le câble ne transmettra pas de vrillage ou de tournoiement excessifs au conducteur ou au palonnier de déroulage.

5.3.4 *Let off stands*

Let off stands are used to hold the conductor reels. They are usually 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.

One let off stand is required for each subconductor of the phase.

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

The let off stand will require a brake to hold a tension in 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*

- a) The let off stand shall be able to accommodate the size and weight of the conductor reel to be used on the project.
- b) If the let off stand is not an integral part of the tensioner, the let off stand frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of earth anchors to hold the machine in place on the jobsite. Anchor lugs and anchors are especially required if the let off stands are trailer mounted, since wheeled trailers will move easily on wet or unstable earth.
- c) If the let off stand is not an integral part of the tensioner, the let off stand frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other contaminants, and specifically for the purpose of attaching an earth clamp.

5.3.5 *Pilot rope puller*

Pilot rope pullers will have essentially the same characteristics as those of a conductor puller (see 5.3.2). They are used on the larger transmission line construction projects to pull the pulling rope from the puller end to the tensioner end of the pull section.

Pilot rope pullers are frequently used to pull in the earthwire.

5.3.6 *Pilot rope, pulling rope*

A pulling rope for transmission line work is usually a high strength steel wire rope specially constructed for this purpose. High strength synthetic ropes have been used for this purpose, but usually only for pulling single conductor per phase.

A pilot rope can be either a steel wire rope or a high strength synthetic rope.

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.

Le câble (spécialement les câbles en acier) aura une surface extérieure lisse afin de minimiser la vibration et l'usure lorsqu'il passe autour des réas et sur les poulies de déroulage.

Les câbles de tirage en acier auront une surface extérieure propre et sans graisse qui permettra une meilleure prise sur les réas du treuil.

Lorsque des câbles synthétiques sont utilisés comme câbles de tirage ou câbles pilotes, ils ne doivent pas être considérés 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 des conditions humides.

Il est recommandé que les câbles synthétiques utilisés comme câbles de tirage ou câbles pilote soient choisis pour avoir une elongation et un étirement ne dépassant pas 3 % de la charge maximale de travail ou 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:

- **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;
- **câbles synthétiques:** la force de rupture du câble devrait normalement ne pas être 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. Le fabricant approuvera de façon spécifique la charge maximale de travail sur ce câble.

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 vues ci-dessus.

5.3.7 Poulies de déroulage

Les poulies de déroulage sont suspendues à chaque pylône, généralement à l'extrémité de chaque chaîne de suspension et à l'emplacement du câble de terre aérien. Elles sont utilisées pour positionner et faire passer le conducteur en cours de déroulage.

Sur les pylônes d'angles lourds, la poulie de déroulage peut être suspendue directement à la poutre ou à la console. Dans ce cas, si la poulie de déroulage a une gorge protégée, il est recommandé d'isoler la poulie de la structure du pylône par une chaîne isolante, ou d'utiliser une terre de poulie de déroulage.

Sur les pylônes d'angles lourds, les poulies de déroulage devraient être attachées à la structure du pylône afin qu'elles pendent à l'angle normal de balancement qu'elles conserveront lors du chargement du câble de tirage ou du conducteur.

Pour les lignes de transmission comprenant plus d'un conducteur par phase, les poulies de déroulage consistent généralement en un réa de câble de tirage qui peut être non doublé, et des réas de conducteurs protégés – un pour chaque conducteur.

The rope (particularly for steel ropes) should have a smooth outer surface to minimize vibration and wear as the rope passes around bullwheels and over stringing blocks.

A steel pulling rope should have a clean non-greasy outer surface which will provide better gripping on the bullwheels of the puller.

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 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 - 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 hung on each tower, usually at the end of each phase insulator string and at the earthwire position. They are used to position and pass the conductor as it is being strung.

On heavy angle towers, the stringing block may be hung directly from the tower bridge or crossarm. In this case, if the stringing block has a lined conductor sheave, it is recommended that the stringing block be isolated from the tower structure with an insulating link, or use a stringing block earth.

The stringing blocks on heavy angle towers should be tied up to the tower structure such that they hang at the normal swing angle which they will assume when they come under load from the pulling rope, or the conductor.

For transmission lines with more than one conductor per phase, stringing blocks usually consist of a pulling rope sheave which may be unlined, and lined conductor sheaves - one for each subconductor.

Les protections des réas de conducteur sont utilisées pour protéger la surface du conducteur des éraflures ou autres dommages lors du passage du conducteur dans la poulie de déroulage. Les protections peuvent être en caoutchouc, néoprène, uréthane ou autre élastomère.

L'uréthane est quelquefois utilisé quant à la fois le câble de tirage et le conducteur doivent passer à travers le même réa – par exemple sur des poulies de déroulage à simple conducteur ou pour un réa de câble de tirage sur une poulie de déroulage de sous-conducteurs en nombre impair par phase (par exemple trois sous-conducteurs par phase).

Le matériau de garniture du réa ne sera 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. Les roulements seront soit de type étanche, graissé par le fabricant, soit lubrifiable de nouveau au moyen d'un appareil de graissage.

La spécification de charge des fabricants pour la poulie de déroulage ne doit pas être dépassée. Un soin particulier doit être apporté aux poulies de déroulage utilisées sur des pylônes d'angle afin de s'assurer qu'elles ne sont pas en surcharge durant l'opération de réglage. Dans quelques cas on devra utiliser plus qu'une poulie de déroulage sur les pylônes d'angle afin de répartir la charge.

5.3.7.1 Critères de choix pour les poulies de déroulage

- a) En vue de meilleurs résultats durant les opérations de déroulage et de réglage, le diamètre minimal du fond de chaque gorge du réa du conducteur (appelé quelques fois «diamètre radial»), sera de:

$$D_s(\text{cm}) = (20 D_c - 10)$$

où D_c est le diamètre en centimètres du conducteur à installer.

NOTE – Le rapport ci-dessus peut être dépassé si les normes locales l'exigent.

- b) La profondeur minimale de la gorge du réa sera de:

$$D_g = 1,25 D_c$$

- c) Le rayon minimal de la gorge au fond de la gorge devrait être de:

$$\frac{1,1 D_c}{2}$$

Le profil de la gorge et le rayon de la gorge seront suffisamment larges pour permettre le passage des émerillons de conducteur et des chaussettes tissées sans qu'ils ne se chevauchent trop dans la gorge et ne produisent 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 faudrait prendre en considération une gorge de réa large.

- d) Il est recommandé que les côtés de l'évasement de la gorge se situent entre 15° et 20° de la verticale afin de faciliter le passage des émerillons, des manchons de compression du conducteur, des chaussettes, etc.

Conductor sheave linings are used to protect the surface of the conductor from scratches or other damage as the conductor moves through the stringing block. Linings may be of rubber, neoprene, urethane or other elastomer.

Urethane is sometimes used where both the pulling rope and the conductor must pass through the same sheave – such as on single conductor stringing blocks or for the pulling rope sheave on odd number subconductors per phase stringing blocks (e.g. three subconductors per phase).

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

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

The load rating specified by the manufacturer for the stringing block shall not be exceeded. Special care shall be taken with the stringing blocks used on angle towers to ensure they are not overloaded in the sagging operation. In some cases more than one stringing block is used on angle towers to share the load.

5.3.7.1 Criterion for choosing stringing blocks

- a) For best results during the stringing and sagging operations, the minimum diameter at the bottom of each conductor sheave groove (sometimes called root diameter) should be:

$$D_g \text{ (cm)} = (20 D_c - 10)$$

where D_c is the diameter of the conductor to be installed in centimetres.

NOTE – The above ratio may be exceeded as required by some countries, codes.

- b) The minimum depth of the sheave groove should be:

$$D_g = 1,25 D_c$$

- c) The minimum groove radius at the bottom of the groove should be:

$$\frac{1,1 D_c}{2}$$

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.

- d) The sides of the groove should flare between 15° and 20° from the vertical to facilitate passage of swivels, conductor compression joints, conductor woven wire grips, etc.

- e) Le châssis de la poulie de déroulage devrait permettre l'ouverture au-dessus ou à côté pour le déplacement facile des conducteurs durant l'opération de mise sur pinces.
- f) La gorge de la poulie de déroulage ou l'emplacement à travers lequel passe le conducteur sera conçu pour permettre le passage sans secousse d'un palonnier de déroulage dans le cas d'un faisceau, ou de manchons de compression du conducteur, d'émerillons, de boucles du câble de tirage, etc. Ces objets ne devraient pas entrer en contact avec le châssis de la poulie.

5.3.8 La poulie de déroulage

Les terres des poulies de déroulage sont attachées aux poulies de déroulage et sont placées sur les conducteurs en mouvement ou les câbles de tirage ou pilotes et sont utilisées pour fournir un passage électrique jusqu'au sol.

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, et ceci dans le but spécifique de fixer un câble de terre avec une pince de terre comme illustré à la figure 7f;
- c) la terre de la poulie de déroulage doit être d'une conception telle que des manchons de compression du conducteur, des chaussettes tissées ou des manchons de câble pourront 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 poulies sont normalement en aluminium pour la partie du conducteur en contact avec la terre, et en acier trempé pour la partie de la terre en contact avec le câble de tirage ou câble pilote.

5.3.9 Terre roulante

Les terres roulantes sont placées sur les conducteurs en mouvement ou sur les câbles de tirage/pilotes et utilisées pour fournir un passage électrique à la terre. Elles sont généralement 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 l'illustre 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.

- e) The stringing block frame should allow for opening of the top or side for easy removal of the conductors during the clipping-in operation.
- f) The throat of the stringing block, or the area where the conductor passes through, should be designed to allow for the smooth passage of a running board in the case of bundle blocks, or conductor compression joints, swivels, pulling rope eyes, etc. These items should not make contact with the block frame.

5.3.8 Stringing block earth

Stringing block earths are attached to the stringing block, and are placed on moving conductors or pulling/pilot ropes and used to provide an electrical path to earth.

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, and 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 will pass through or over the stringing block earth easily. The stringing block earth shall be held tightly on the rope or conductor;
- d) the sheaves are normally of aluminium for the part of the earth contacting conductor, and of hardened steel for the part of the earth contacting the steel pulling/pilot rope.

5.3.9 Running earth

Running earths are placed on moving conductors or 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, and specifically for the attachment of an earth cable with earth clamp as shown in figure 7b;
- c) it shall be of a design such that conductor compression joints, woven wire mesh joints with swivels, or rope joints will pass through the running earth without it 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.

5.3.10 Chariot

Un chariot est une cabine ou dispositif spécial, conçu pour transporter un ou plusieurs ouvriers et circuler sur un conducteur simple ou en faisceau pour inspecter ces conducteurs ou, plus usuellement, pour installer des entretoises, des amortisseurs d'entretoises ou autres fixations quand c'est nécessaire.

Les chariots sont également utilisés comme outil d'entretien des lignes sous tension électrique.

Les chariots conducteurs sont construits suivant trois modèles de base comme suit:

- a) les chariots sans énergie, qui consistent en une cabine suspendue sous le conducteur par des supports de poulies, sans moyen de propulsion à moteur. Le chariot est tiré le long du conducteur par l'opérateur du chariot ou remorqué à partir du sol aux moyens d'un câble synthétique attaché au chariot;
- b) les chariots à énergie manuelle, qui peuvent être construits selon le modèle similaire à celui d'une bicyclette. Le chariot est suspendu sous les conducteurs à partir de poulies. Ces poulies trouvent leur force de propulsion de l'énergie procurée par un ensemble pédale et chaîne. L'opérateur est positionné à l'arrière afin de pouvoir installer des entretoises à partir de sa position de pédalage;
- c) les chariots motorisés, qui consistent en une cabine suspendue à des poulies sur le conducteur, avec un moteur pour la propulsion. Certains chariots motorisés sont également conçus pour pouvoir se mouvoir autour de la pince de suspension du conducteur à l'extrémité de l'isolateur ou sur des entretoises sans que l'opérateur ait besoin de sortir du chariot.

Les roues sur les chariots servent à trois choses:

- 1) elles fournissent un support sur le conducteur pour l'opérateur et la cabine suspendue dessous;
- 2) quelques poulies fournissent une énergie de traction ou de propulsion pour les chariots motorisés;
- 3) de même que la poulie libre, elles fournissent l'espacement correct des faisceaux de conducteurs afin que l'entretoise soit installée facilement.

Les poulies, ou les poulies et leurs supports, seront généralement conçus pour se balancer loin du conducteur afin d'aider à placer initialement la cabine sur le conducteur ou pour permettre à la cabine de passer autour des supports d'isolateur.

Pour les chariots motorisés, les poulies motrices seront garnies d'un élastomère qui fournira la friction nécessaire pour propulser le chariot et protégera également la surface du conducteur des dégâts. La garniture de la poulie ne sera pas considérée comme conductrice, puisque généralement l'élastomère résiste fortement à l'électricité.

Les chariots non motorisés et ceux qui sont spécifiquement utilisés pour des travaux sous tension électrique ont généralement des poulies-supports sans garniture.

Il convient que les gorges des poulies soient telles que le conducteur tende à se maintenir au centre de la poulie avec un espace libre adéquat sur les côtés, pour éviter le pincement du conducteur dans la gorge et lui permettre de passer facilement sur les manchons de compression du conducteur.

5.3.10 Conductor car

A conductor car is a special cage or device designed to carry one or more workmen and ride on a single or bundle conductor to inspect these conductors or, more normally, to install spacers, spacer dampers, or other attachments, where required.

Conductor cars are used also as a live line tool for maintenance of conductors.

Conductor cars are constructed in three basic types as follows:

- a) non-powered conductor cars, which consist of a cage hanging from wheel supports on the conductor, with no engine means of propulsion. The conductor car is either pulled along the conductor by the car operator, or towed from the ground by means of a synthetic rope attached to the conductor car;
- b) manual powered conductor cars, which can be constructed in the form similar to a bicycle. The conductor car is suspended below the conductors from wheel supports. These wheels get their propulsive force from a chain and pedal type drive. The operator faces rearward so he can install spacers from his pedalling position;
- c) powered conductor cars, which consist of a cage hanging from wheel supports on the conductor, with an engine as means of propulsion. Some powered conductor cars are also designed to be able to move around the conductor support clamp on the end of the insulator, or over spacers without the operator having to get out of the conductor car.

The wheels on a conductor car serve three purposes:

- 1) they provide support on the conductor for the operator and cage hanging below;
- 2) some of the wheels will provide tractive power or propulsion for powered conductor cars;
- 3) along with idler wheels they will provide the correct spacing of bundle conductors so that the spacer can be installed easily.

The wheels or the wheels and their supports, will usually be designed to swing away from the conductor to assist in placing the car on the conductor initially, or to allow the car to be passed around insulator supports.

For powered conductor cars, drive wheels should be lined with an elastomer which will provide the necessary friction to drive the car and also protect the surface of the conductor from damage. The wheel lining should not be considered as an earthing path, since elastomer will usually have a high resistance to the passage of electricity.

Unpowered conductor cars and those specifically to be used for live working will usually have unlined support wheels.

The groove of the wheels should be such that the conductor will tend to track in the centre of the wheel, with adequate clearance at the sides to prevent pinching of the conductor in the groove, and allow it to pass easily over conductor compression joints.

Un chariot motorisé sera conçu pour grimper des pentes jusqu'à **30°** avec une sécurité additionnelle adéquate contre le glissement en marche arrière sous toutes conditions, conducteur mouillé inclus.

Les chariots motorisés sont généralement mus par un moteur à essence. Par conséquent, un soin extrême doit être pris pour la manipulation du fuel pour le moteur. Des moteurs diesel ont été utilisés, mais très rarement à cause de l'inconvénient du poids.

Il est recommandé que l'énergie du moteur soit transmise à la poulie motrice ou autres mécanismes, par un système hydraulique. Cela élimine les chaînes ouvertes, les pignons ou les bandes dans la chaîne cinématique.

Le moteur sera placé de telle façon que l'opérateur ne puisse pas entrer facilement en contact avec les parties chaudes ou les parties tournantes, tout en ayant un accès raisonnable à la corde de démarrage et au réservoir de fuel.

Les contrôles du moteur (papillon des gaz) et de l'hydraulique seront placés dans un endroit facilement accessible par l'opérateur. Les chariots sont généralement conçus pour travailler sur une configuration (nombre de conducteurs par phase) et seulement une entretoise. L'utilisation de chariot dans une autre configuration que celle pour laquelle il a été conçu n'est pas recommandée sans une autorisation préalable du fabricant. Quelques conceptions de chariots ont la possibilité de s'adapter aux différents espacements des conducteurs et au nombre de conducteurs par phase.

Le poids du chariot est très important, surtout si celui-ci doit être utilisé pour des travaux sous tension. Lorsque le chariot est chargé d'un opérateur et du matériel requis pour le travail, le chariot ne portera pas le conducteur si bas qu'il n'y aurait pas un espacement adéquat avec les lignes sous-tension ou les protections, lors d'un croisement sous le conducteur sur lequel on travaille. La même chose est vraie pour la traversée des routes, des lignes de chemin de fer, etc.

De plus, particulièrement si le chariot doit être passé manuellement autour des chaînes d'isolateurs, la légèreté sera recherchée. Il est donc important que le chariot soit léger, toujours résistant et possède une bonne capacité de charge.

La conception du chariot prendra en considération le poids de l'opérateur, ou des opérateurs, des outils et des matériaux à transporter. De plus, si un câble de remorquage est nécessaire, la conception prendra en compte la composante verticale des forces du câble de remorquage.

Une plaque de capacité de chargement avec l'inscription «ne pas dépasser» doit être attachée sur le châssis du chariot dans un endroit bien visible.

Il convient que tous les chariots aient un frein de retenue manuel qui sera soit fixé directement sur le conducteur, soit qui freinera au moins deux des poulies supports ou des poulies motrices.

Pour positionner correctement dans la portée les entretoises ou les entretoises/amortisseurs, il est recommandé d'avoir dans le chariot un compteur de distance avec remise à zéro, avec la poulie motrice en contact avec le conducteur.

Le chariot aura des fixations de levage à des points pratiques sur le châssis pour permettre aux câbles ou aux cordages d'être attachés lorsque le chariot doit être soulevé et placé sur le conducteur.

A powered conductor car should be designed to climb slopes of up to 30° with adequate additional safety against slipping backward under all conditions, wet conductor included.

Powered conductor cars usually have a gasoline engine for motive power. Therefore extreme care shall be taken in the handling of fuel for the engine. Diesel engines have been used, but only rarely because of their weight disadvantage.

It is recommended that power from the engine be transmitted to the drive wheels or other mechanisms by means of a hydraulic system. This eliminates open chains, gears, or belts in the drive train.

The engine should be located in such a way that the operator cannot easily contact hot engine parts or rotating parts, but still have reasonable access to a pull start rope and the fuel tank.

Hydraulic and engine controls (throttle) should be located in an easily accessible position for the operator. Conductor cars are usually designed to work on one configuration (number of conductors per phase) and conductor spacing only. The use of the conductor car on any other configuration than that for which it has been designed is not recommended without prior authorization from the manufacturer. Some car designs have the ability to adjust to different conductor spacings and number of conductors per phase.

The weight of the conductor car is very important, particularly if the conductor car is to be used for live working. When the car is loaded with operator and material to be used for the work, the car should not pull the conductor so low that inadequate clearance to energized lines or guard structures (rider poles), crossing under the conductor being worked on will result. The same holds true for crossing over roads, rail lines, etc.

In addition, particularly if the conductor car has to be manually lifted around insulator supports, lightness will be desirable. So it is important that the conductor car be light, yet strong, and have good carrying capacity.

The design of the conductor car should take into account the weight of the operator, or operators, tools, and materials to be carried. Also, if a tow rope is to be used the design should take into account the downward component of the tow rope forces.

A load capacity plate with "not to exceed" rating shall be attached to the conductor car frame in a conspicuous location.

All conductor cars should have a manually operated holding brake which will either clamp directly on the conductor, or brake at least two of the support or drive wheels.

For accurate positioning in the span of spacers or spacer/dampers, a resettable distance counter with drive wheel contacting the conductor is recommended.

Conductor cars should have lifting attachments at suitable points on the frame to allow ropes or slings to be attached when the car is to be lifted and placed on the conductor.

Le chariot possédera au moins un câble de sécurité avec chaque extrémité connectée au châssis du chariot aux points d'ancrage adéquats, et assez long pour faire une boucle sur le ou les conducteurs. Le câble maintiendra le chariot suspendu si celui-ci venait à sortir du conducteur. Il est recommandé que les chariots motorisés de plus grande taille possèdent deux câbles de sécurité, un à chaque extrémité du chariot.

Chaque câble de sécurité sera suffisamment solide pour porter le poids de l'opérateur, ses outils et le chariot, avec une limite de charge de 1/5 de la résistance de rupture du câble.

Le câble de sécurité aura des crochets de sécurité au moins à une extrémité pour pouvoir se retirer facilement d'un point d'ancrage.

L'opérateur du chariot bouclera autour du ou des conducteurs sa corde de protection en cas de chute, lorsqu'il se déplace dans le chariot. Les chariots du type bicyclette devraient également posséder un système de ceinture de sécurité attaché au châssis qui maintiendra l'opérateur en position sur le siège.

La cabine des chariots qui ne sont pas du type bicyclette est généralement faite d'un châssis en aluminium avec un fond grillagé et une planche d'arrêt en grillage ou en tôle d'aluminium tout autour de la base ayant au moins une hauteur de 12 cm pour prévenir les pertes d'outils, etc.

Il est recommandé que les chariots motorisés possèdent un petit extincteur localisé dans un endroit facilement accessible.

Les chariots avec des poulies gainées auront également une poulie pour l'induction qui sera une poulie tout en aluminium en contact avec l'un des conducteurs et avec un chemin de faible résistance électrique jusqu'au châssis de la cabine.

Il est recommandé que les opérateurs du chariot soient équipés d'un système de radio télécommunication, particulièrement pour le travail sur des traversées de longue portée au-dessus de l'eau, dans des zones montagneuses, etc., où l'opérateur peut souvent être hors de la vue du personnel au sol.

5.3.10.1 *Chariots pour travaux sous tension*

Les chariots utilisés comme outil de maintenance pour un travail sous-tension méritent une mention particulière. Ces chariots sont généralement conformes aux exigences ci-dessus excepté pour les points suivants:

- a) toutes les pièces de la cabine doivent être construites à partir de matériau conducteur;
- b) un poids léger est extrêmement important pour les chariots utilisés dans ce cas afin d'empêcher que le conducteur ne soit descendu à une distance inadéquate d'un autre conducteur sous tension ou d'autres objets qui pourraient provoquer un amorçage.

Ces chariots sont généralement non motorisés et ont des poulies non garnies.

Une précaution spéciale doit être prise pour s'assurer que la corde ou la chaîne de remorquage est vraiment isolée. Cette corde de remorquage sera constamment maintenue dans des conditions de propreté et de sécheresse.

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.

The conductor car should have at least one safety rope with each end connected to the car frame at adequate anchor points, and long enough to be looped over the conductor(s). The rope will keep the car suspended should it come off the conductor(s). Larger powered conductor cars should have two safety ropes, one at each end of the car.

Each safety rope should be strong enough to hold the weight of the operator, his tools and the car, with a working load limit of 1/5 of the rope breaking strength.

The safety rope should have safety snap hooks at least on one end for easy removal from an anchor point.

The operator of the conductor car should loop his fall protection line over the conductor(s) while riding in the car. Bicycle type conductor cars should also have a safety belt system attached to the frame which will hold the operator in position on the seat.

The cage on non bicycle type conductor cars is usually constructed of an aluminium frame with a heavy duty wire mesh floor, and a wire mesh or solid aluminum sheet kick board all around the base at least 12 cm high to prevent loss of tools, etc.

It is recommended that powered conductor cars have a small fire extinguisher located in an easily accessible position.

Conductor cars with lined wheels should also have an induction bonding wheel which will be an all aluminium wheel contacting one of the conductors and with a low electrical resistance path to the car frame.

It is recommended that conductor car operators be equipped with a radiocommunication system, particularly for work on long span crossings over water, in mountainous areas, etc. where the operator may at times be out of sight of ground personnel.

5.3.10.1 *Conductor cars for live working*

Conductor cars used as a maintenance tool for live working deserve special mention. These conductor cars will generally conform to the above requirements except in the following areas:

- a) all parts of the car shall be manufactured from a conductive material;
- b) light weight is extremely important for conductor cars used in this application to ensure the conductor is not pulled down to inadequate clearance from another live conductor or other objects that could cause a flashover.

These cars are usually unpowered, and with unlined wheels.

Special caution shall be taken to ensure that the tow rope or chain is truly insulating. This tow rope should be kept in a clean and dry condition at all times.

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.

Ce personnel doit posséder chacun un système de radio avec une fréquence libre de toute interférence extérieure et placé à l'endroit d'intervention. Cette fréquence de communication servira à 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'un pylône à l'autre.

6 Exigences spéciales pour mises à la terre

Détaillés dans cet article se trouvent les systèmes de mise à la terre temporaires pour chacune des procédures de travail utilisée pour l'installation des conducteurs.

Le degré de protection par mise à la terre exigée 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 dans une zone éloignée d'autres lignes sous tension, et dans une période d'activité orageuse faible, des exigences de mise à la terre **minimales** doivent être appliquées. Ces exigences de mise à la terre minimales englobent la mise au potentiel et la mise à la terre de tout l'équipement mobilisé sur les sites de traction et de freinage. De plus, des terres roulantes seront installées sur tous les câbles pilotes ou de tirage métalliques, et sur le conducteur ou câble de terre aérien à l'avant de l'équipement de traction et de freinage.

D'autre part, pour un projet dans une zone congestionnée exposée à de nombreuses lignes en parallèle ou croisées, sous tension, et/ou avec une probabilité élevée d'activité orageuse et de conditions météorologiques adverses, 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 poutres 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.

Nous ne détaillerons pas ici les dimensions des pinces de terre individuelles, du câble de terre et des piquets de terre, mais quelques lignes directrices 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 à 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.

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 tower to tower.

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 conductors.

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 conductors in an area remote from other energized 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 with exposure to numerous energized parallel lines or crossing of energized lines, and/or with 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 grids at work sites, and stringing block earths. These earths and grids shall be sized and designed for a fault current where direct contact with an energized line is possible.

Sizing of the individual earth clamps, earth cable, or earth rods 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 this 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 *Systèmes de mise à la terre sur le lieu de travail*

La mise à la terre est exigée sur le lieu de travail pour les conducteurs, les câbles de garde aériens, les câbles de tirage et les câbles pilotes. Ci-après, en vue d'être plus bref, le mot conducteur inclura également les procédures qui s'appliquent aux câbles de garde aériens, aux câbles de tirage et câbles pilotes métalliques, à moins qu'il ne soit formulé spécifiquement de manière différente.

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*

- a) **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.
- b) **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.
- c) **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 en équilibre 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.

6.1.2 *Mises à la terre de l'équipement*

Tout équipement utilisé dans le processus de déroulage des conducteurs aura 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 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. Cette pince de terre sera également mise en liaison via un câble de terre avec le réseau de terre et les terres roulantes où elles sont utilisés.

6.1.3 *Conducteurs, câbles de garde aériens, câbles métalliques et synthétiques 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. La terre roulante sera également mise en liaison avec le réseau de terre et les mises à la terre de l'équipement.

6.1 Work site earthing systems

Earthing is required at the worksite for conductors, overhead earthwires, pulling ropes and pilot ropes. Hereinafter for brevity, the word conductor will also include procedures that apply equally to overhead earthwires, metallic pulling and pilot ropes, unless specifically stated otherwise.

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

- a) **Use of earthing poles:** all earth clamps used shall be designed so they can be applied and removed with an insulated earthing pole.
- b) **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.
- c) **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 from 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.

6.1.2 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.

6.1.3 Conductor, earthwire, metallic and synthetic rope 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 pulling rope in front of the puller at the pull site. The running earth should also be bonded to the earth mat and equipment earths.

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

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

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

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

6.1.4 Terres pour mailles de terre, conducteurs ou câbles de garde aériens

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 ou des câbles de garde aériens aux emplacements de tirage et de tension sont représentés à la figure 7a. Cette pince de terre sera également connectée via le câble de terre à l'équipement et aux terres roulantes.

6.1.5 Terres pour l'installation de manchon de jonction en mi-portée, sur conducteur et câble de garde

Un système typique de pince de terre, câble et manchons pour la mise à la terre des conducteurs, quand on fait des manchons de compression en milieu de portée, est représenté à la figure 7c.

Dans ce processus, le conducteur est descendu au sol en milieu de portée par un câble non conducteur. Les chaussettes temporaires utilisées pour joindre les conducteurs sont retirées et l'on fait un manchon comprimé permanent entre les extrémités des conducteurs.

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 placé 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 mise sur pince des conducteurs ou des câbles de garde aériens

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

6.1.7 Terres 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 pylône pour la 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.

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

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

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

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

6.1.4 *Earths for earth mat, conductors or earthwire*

A typical earth clamp, cable and earth rod for earthing of the earth mat, or conductors or earthwires 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 used for mid-span joining of conductors or earthwires*

A typical earth clamp, cable and earth rod system for earthing of the conductors, when making mid-span compression joints, is shown in figure 7c.

In this process, the conductor is pulled to the earth in mid-span with a non-conductive rope. The temporary mesh socks used to join the conductors are removed, and a permanent compression joint between the conductor ends is made.

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 or earthwires*

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 tower 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 pylône pour la mise à la terre des conducteurs ou des câbles de tirage, via une poulie de déroulage mise à la terre, est représenté à la figure 7f.

Les terres des poulies de déroulage sont quelquefois utilisées sur les poulies avec réa protégé, aux pylônes intermédiaires, afin de drainer vers le sol l'effet 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 pratique courante de mettre à la terre le châssis seulement et de ne pas utiliser la terre de la poulie.

Généralement, la poulie de déroulage est suspendue sous la chaîne d'isolateur, cependant, sur les pylônes d'angles forts, la poulie peut être suspendue directement sous la poutre du pylône. Si la poulie de déroulage a un réa protégé, il est recommandé soit de l'isoler de la structure du pylône par une liaison isolante, soit d'utiliser une terre de poulie de déroulage.

6.1.9 Maille de terre

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

La maille de terre est un ensemble de conducteurs dénudés interconnectés et un filet métallique avec des piquets à la terre. Ils sont placés sur le sol sous l'équipement aux sites de traction, tension et de manchonnage.

La maille sera de taille suffisante pour que tout l'équipement de déroulage des conducteurs puisse être contenu à l'intérieur de la protection interne, et permettre que le travail nécessaire soit accompli.

Lorsque des mailles de terre sont estimées nécessaires, des mesures adéquates doivent être prises pour assurer un contact efficace avec le sol. Les conducteurs de maille et les piquets de terre doivent également être interconnectés. Tout l'équipement, les structures, les ancrages, les câbles de tirage, les câbles pilotes, le conducteur, les câbles de garde aériens à l'intérieur de la maille doivent être connectés à celle-ci.

Lorsqu'on sait que l'induction est un problème sérieux, on prendra en considération l'installation d'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 sur un tapis isolant. La double protection évite le contact entre une personne ou un objet se trouvant à l'intérieur de la zone du réseau avec quelqu'un à l'extérieur de la zone de la maille.

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 – Lorsqu'un changement dans le système de mise à la terre est recommandé lorsqu'une étape du processus de déroulage du conducteur est accompli 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 sometimes used on stringing blocks with a sheave lining, at intermediate towers, to drain to earth the effect of 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 usual practice to earth the frame only and not use a stringing block earth.

Usually, the stringing block is suspended from the insulator string, however, on heavy angle towers, the stringing block may be hung directly from the tower bridge. If the stringing block has a lined conductor sheave, it is recommended that the stringing block be isolated from the tower structure with an insulating link, or use a stringing block earth.

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 earth rods. They are placed on the ground under the equipment at pull, tension and compression joint sites.

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

Where earth mats are deemed necessary, adequate measures shall be used to ensure effective contact with the earth. Also mat conductors and earth rods shall be interconnected. All equipment, structures, anchors, pulling ropes, pilot ropes, conductor, earthwires within the mat area shall be bonded to the mat.

Where it is known that induction is a serious problem, consideration should be given to the erection of 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 grid area with someone outside the mat area.

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 recommended 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 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 recommandé:

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 service;
- sur les sites de freinage et de tirage, tout l'équipement de déroulage du conducteur doit être mis à la terre par un dispositif de mise à la terre de type A (voir figure 7a);
- tous les câbles métalliques doivent avoir un système de mise à la terre de type B (voir figure 7b) placé devant les tourêts de câble. Pour les câbles synthétiques de tirage et pilotes, les terres roulantes ne seront pas utilisées (voir 6.1.3);
- lorsque le câble a été installé depuis le site de freinage jusqu'au site de tirage, l'extrémité avant du câble doit être mise à la terre selon le système de type A (voir figure 7a), jusqu'à ce que le câble soit attaché au conducteur; les systèmes de mise à la terre de type B devront alors être installés sur le site de freinage et de tirage à chaque extrémité du câble.

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 protections sur toutes les lignes sous tension traversées;
- tous les câbles métalliques auront un lien non conducteur, qui peut être une corde non conductrice, pour les attacher au véhicule de remorquage;
- tout l'équipement de déroulage, plus les ancrages temporaires pour l'équipement, le câble ou les conducteurs, doivent être installés dans une zone de maille de terre de type G (voir figure 7g);
- sur chaque pylône les poulies de déroulage doivent avoir une terre de poulie de déroulage, à moins qu'elles ne possèdent des réas sans garniture et ne soient mises à la terre par leur châssis. Pour les câbles synthétiques de tirage ou pilotes, les mises à la terre de poulie de déroulage ne seront pas utilisées (voir 6.1.3).

6.2.2 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 service;
- tout l'équipement de déroulage, plus 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);

6.2.1 *Installing the pilot or pulling rope*

When installing the pilot or pulling rope in the stringing blocks on each tower 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 pull and tension sites shall be earthed with a type A earth system (see figure 7a);
- all metallic ropes shall have a type B earth system (see figure 7b) located in front of the rope reel. For synthetic pulling or pilot ropes, running earths should not be used (see 6.1.3);
- when the rope has been installed from the tension site to the pull site, the lead end of the rope shall be earthed using a type A earth system (see figure 7a), until the rope is to be attached to the conductor, at which time type B earths are to be installed at both the pull and tension site on both ends of the rope.

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;
- all metallic ropes should have a non-conductive link, which can be a non-conductive rope, to attach them to the towing vehicle;
- all stringing equipment, plus temporary anchors for equipment, rope or conductors, shall be located in a type G earth mat area (see figure 7g);
- the stringing blocks on every tower shall have a stringing block earth unless they have unlined sheaves and are earthed through their frame. For synthetic pulling or pilot ropes, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.2 *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);

- pendant le déroulage, tous les câbles doivent avoir un dispositif de mise à la terre de type B (voir figure 7b), localisé devant le treuil;
- pendant le déroulage, tous les conducteurs doivent avoir un dispositif de mise à la terre de type B (voir figure 7b) localisé à l'avant de la freineuse;
- 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 devront être tirés à une altitude suffisamment élevée avant ancrage afin qu'ils soient dégagés au-dessus du niveau du sol en tous points, de façon que tout contact accidentel 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;
- des protections sur toutes les lignes sous tension traversées;
- tout l'équipement de déroulage du conducteur doit être placé dans une zone de maille de terre de type G (voir figure 7g);
- le premier pylône à l'avant du treuil et le premier pylône à l'avant de la freineuse, ainsi que chaque troisième pylône doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tel que le changement d'un conducteur sur un côté de la structure avec un circuit fonctionnant sous haute tension de l'autre côté de celle-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque structure.

6.2.3 Manchonnage des conducteurs

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

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 service;
- 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);

NOTE – Si le manchon de compression est fait en milieu de portée, le conducteur sera descendu au niveau du sol et, une fois le manchon réalisé, lâché grâce à une corde synthétique non conductrice ou si on utilise un câble métallique, l'équipement de traction est mis à la terre en utilisant un système de mise à la terre de type A (voir figure 7a).

- lorsque le conducteur atteint le niveau du sol, il doit alors être mis à la terre de chaque côté du site de travail avant manchonnage par un système de mise à la terre de type C (voir figure 7c).

- while stringing, all ropes shall have a type B earth system (see figure 7b) located in front of the puller;
- while stringing, all conductors shall have a type B earth system (see figure 7b) located in front of the tensioner;
- 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 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;
- crossing structures (rider poles) over all energized lines being crossed;
- all conductor stringing equipment shall be located in a type G earth mat area (see figure 7g);
- the first tower in front of the puller and the first tower in front of the tensioner, as well as every third tower shall have a type F stringing block earth system (see figure 7f). In severe cases of induction – such as reconductoring a circuit on one side of a structure with a live high voltage circuit on the other side of the structure, it is recommended to have stringing block earths at every structure.

6.2.3 Splicing of conductors

When the conductor compression 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 before splicing with a type C earth system (see figure 7c);

NOTE – If the compression joint is to be made in mid-span, the conductor is to be pulled to the ground level and let up after the joint is made with a non-conductive synthetic rope or, if a metallic rope is used, the winching equipment is earthed using a type A earth system (see figure 7a).

- when the conductor reaches ground level it shall be earthed on each side of the work site before splicing with a type C earth system (see 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;
- des protections sur toutes les lignes sous tension traversées;
- tout manchonnage à l'avant de la freineuse ou à mi-portée doit être fait à l'intérieur d'une zone de maille de terre de type G (voir figure 7g). Tous les ancrages provisoires pour le conducteur doivent être localisés dans la zone de maille de terre;
- le conducteur doit être mis à la terre aux pylônes de chaque côté de la zone de manchonnage en milieu de portée en utilisant un système de mise à la terre de type D (voir figure 7d);
- les poulies de déroulage sur chaque pylône doivent avoir une terre de poulie de déroulage, à moins qu'elles ne possèdent des réas non protégés et qu'elles ne soient mises à la terre par leur châssis. Pour les câbles synthétiques de tirage ou pilotes, les terre de poulies de déroulage ne seront pas utilisées (voir 6.1.3).

6.2.4 Réglage des conducteurs

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

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors service;
- lors du réglage, tous les conducteurs doivent avoir un dispositif de mise à la terre de type B (voir figure 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;
- des protections sur toutes les lignes sous tension traversées;
- le tracteur de réglage doit être mis à la terre par un dispositif de mise à la terre de type A (voir figure 7a);
- tous les ancrages provisoires pour le conducteur doivent être localisés dans une maille de terre (voir figure 7g);
- les poulies de déroulage sur chaque pylône doivent avoir une terre de poulie de déroulage, à moins qu'elles ne possèdent des réas non protégés et qu'elles ne soient mises à la terre par leur châssis. Pour les cordes synthétiques de tirage ou pilotes, des mises à la terre de poulies de déroulage ne seront pas utilisées (voir 6.1.3).

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;
- all splicing in front of the tensioner, or in mid-span shall be done within a type G earth mat area (see figure 7g). All temporary anchors for conductors to be located in the earth mat area;
- the conductor shall be earthed to the towers on each side of a mid-span splicing area using a type D earth system (see figure 7d);
- the stringing blocks on every tower shall have a stringing block earth unless they have unlined sheaves and are earthed through their frame. For synthetic pulling or pilot ropes, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.4 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 a type B earth system (see figure 7b), located in front of the sag tractor.

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;
- the sag tractor shall be earthed with a type A earth system (see figure 7a);
- all temporary anchors for conductors shall be located in an earth mat area (see figure 7g);
- the stringing blocks on every tower shall have a stringing block earth unless they have unlined sheaves and are earthed through their frame. For synthetic pulling or pilot ropes, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.5 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 à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors service;
- au pylône où l'on effectue la mise sur pince, tous les conducteurs de la phase doivent être mis à la terre, avant la mise sur pince en s'accrochant après une cornière ou à un point de mise à la terre par un dispositif de type D (voir 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;
- des protections sur toutes les lignes sous tension traversées;
- tous les ancrages provisoires du conducteur doivent être localisés dans une zone de maille de terre (voir figure 7g);
- les poulies de déroulage sur chaque pylône doivent avoir une terre de poulie de déroulage à moins qu'elles ne possèdent des réas non protégés et qu'elles ne soient mises à la terre par leur châssis. Pour les câbles de tirage ou pilotes synthétiques, les mises à la terre des poulies de déroulage ne seront pas utilisées (voir 6.1.3).

6.2.6 Ancrage et installation des ponts de continuité

Lorsque le conducteur est déroulé et ancré 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, 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 service;
- lors de l'utilisation des tracteurs et des équipements pour tirer la chaîne horizontale et le conducteur sur le bras de la structure d'ancrage afin de les accrocher, le tracteur doit être mis à la terre par un dispositif de type A (voir figure 7a);
- lorsque le conducteur est attaché à la structure d'ancrage, et/ou les ponts sont prêts à être installés, tous les conducteurs de la phase de chaque côté de la structure d'ancrage doivent être mis à la terre à une cornière ou à un point de 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 à l'extérieur de la zone de travail.

6.2.5 *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 conductors in the phase shall be earthed before clipping in to a tower angle or earth point with a type D earth system (see figure 7d).

Maximum

In addition to 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;
- all temporary anchors for conductor shall be located in an earth mat area (see figure 7g);
- the stringing blocks on every tower shall have a stringing block earth unless they have unlined sheaves and are earthed through their frame. For synthetic pulling or pilot ropes, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.6 *Dead-ending and installation of jumper loops*

When the conductor is terminated and anchored to the horizontal insulator string at an anchor structure after sagging is complete, or when the anchor structure jumper loops are installed, 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 tractors and rigging are used to pull the horizontal string and conductor up to the anchor structure arm for pinning, the tractor shall be earthed using a type A earth system (see figure 7a);
- when the conductor is attached to the anchor structure, and/or the jumper loops are ready to be installed, all conductors in the phase on each side of the anchor structure shall be earthed to a tower angle or earth point with a type E earth system (see figure 7e). The earth clamps shall be placed on the conductor outside the work area.

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;
- des protections sur toutes les lignes sous tension traversées;

En sus de ce qui a été mentionné ci-dessus, lorsque les ponts sont installés à partir de la nacelle d'une grue, ajouter:

- le châssis de la grue doit être mis à la terre par un dispositif de type A (voir figure 7a). Le châssis de la grue doit également être mis à la terre au pied du pylône par un dispositif de type A;
- le bras ou la flèche de la grue doit être mis à la terre au conducteur ou au pylône par un dispositif de type A (voir figure 7a);
- les ponts doivent être mis à la terre par un dispositif de type E (voir figure 7e) et l'extrémité libre du conducteur de pont également connecté à la flèche ou au bras de la grue;
- un réseau métallique au fond de la nacelle doit être mis à la terre à la flèche par un dispositif de type A (voir figure 7a).

6.2.7 Pose d'entretoises

Pour l'installation d'entretoises, d'entretoises/amortisseurs, de balises pour les avions et les oiseaux, de manchons de réparation ou autres travaux sur la portée à partir du chariot, ce qui suit est exigé:

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors service;
- pour la section de la ligne sur laquelle des entretoises sont en cours de pose, tous les conducteurs de la phase doivent être mis à la terre à une cornière ou à un point de terre au début et à la fin de la section par un dispositif de type D (voir figure 7d);
- en entrant dans le chariot, l'opérateur s'assurera que le chariot est au même potentiel que l'opérateur, avant le contact. Cela peut se faire en laissant le chariot toucher en premier le conducteur auquel l'opérateur est connecté, ou en attachant en premier le chariot par une perche de liaison;
- lorsque l'opérateur du chariot souhaite sortir du chariot à la hauteur d'un pylône, et descendre sur le pylône il doit tout d'abord mettre à la terre le chariot à la structure du pylône en utilisant un dispositif de type A (voir figure 7a).

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.

In addition to the above, when the jumper loops are being installed from the bucket of a crane, add:

- the crane frame shall be earthed with a type A earth system (see figure 7a). The crane frame shall also be earthed to the tower leg with a type A earth system;
- the crane boom or jib shall be earthed to the conductor or tower with a type A earth system (see figure 7a);
- the jumper loops shall be earthed with a type E earth system (see figure 7e) and the free end of the jumper loop conductor also bonded to the crane boom or jib;
- a metallic grid in the bottom of the man bucket shall be earthed to the boom with a type A earth system (see figure 7a).

6.2.7 Spacing

For the installation of spacers, spacers/dampers, aircraft or bird warning devices, repair sleeves or other work in the span from a conductor car, 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;
- for the section of line being spaced, all conductors in the phase shall be earthed to a tower angle or an earth point at the beginning and end of the section with a type D earth system (see figure 7d);
- when entering a conductor car, the operator should make sure the car is at the same potential as the operator before contact. This can be done by allowing the car to first contact the conductor to which the operator is bonded, or by attaching to the car first with a bonding wand;
- when the conductor car operator wishes to exit from the car at a tower and climb down the tower, he shall first earth the car to the tower structure using a type A earth system (see figure 7a).

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;
- des protections au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- le chariot doit avoir soit des poulies métalliques nues en contact avec les conducteurs, ou un galet de contact en contact avec le conducteur à tout moment;
- si le chariot doit être hissé par l'opérateur pour contourner la pince de suspension accrochée à chaque pylône, le chariot doit être relié au conducteur avant d'être soulevé et la pince de liaison sera retirée seulement après que le chariot a été placé de nouveau sur le conducteur, et le galet de mise au potentiel remis en contact avec le conducteur.

6.2.8 Travail spécial sur le conducteur

Durant l'installation des conducteurs ou durant les procédures de maintenance hors tension, il est souvent nécessaire de poser des manchons de réparation, d'installer des balises pour les avions et les oiseaux dans une portée particulière. Ce travail est généralement effectué à partir d'un chariot mais, dans certaines circonstances difficiles, il est fait à partir d'une nacelle ou d'une plate-forme suspendue à un hélicoptère. Ce qui suit est alors exigé:

Minimum

- un sectionneur ouvert à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors service;
- pour la section de ligne sur laquelle on travaille, tous les conducteurs de la phase doivent être mis à la terre à une cornière du pylône ou des points de terre au début et à la fin de la section de travail à l'aide d'un système de terre du type D (voir figure 7d);
- en entrant dans le chariot, l'opérateur s'assurera que le chariot est au même potentiel que l'opérateur avant le contact. Cela peut se faire en laissant le chariot entrer en contact en premier avec le câble auquel l'opérateur est connecté, ou en connectant en premier le chariot à l'aide d'une perche de liaison;
- lorsque l'opérateur désire sortir du chariot à hauteur d'un pylône et descendre sur le pylône, il doit en premier mettre à la terre le chariot à la structure du pylône en utilisant un système de terre du type A (voir figure 7a).

Maximum

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

- la mise hors d'état de fonctionner des réenclencheurs automatisés sur toutes les lignes sous-tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle lorsque des contacts physiques peuvent survenir à la suite d'un accident;
- des protections au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;

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;
- the conductor car shall either have unlined metallic wheels riding on the conductor, or a bonding wheel riding on the conductor at all times;
- if the conductor car is to be lifted around the insulator string support clamp at each tower by the operator, the conductor car shall be bonded to the conductor before lifting from the conductor, and the bond clamp removed only after the conductor car has been placed on the conductor again, and the bonding wheel put in contact with the conductor.

6.2.8 Special work on conductors

During installation of conductors or during de-energized maintenance procedures, it is often necessary to do a repair sleeve, install aircraft or bird warning devices in a particular span. This work is usually done from a conductor car but, under some difficult circumstances, it is done from a work basket or platform hung from a helicopter. 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;
- for the section of line being worked on, all conductors in the phase shall be earthed to a tower angle or earth point at the beginning and end of the working section with a type D earth system (see figure 7d);
- when entering a conductor car, the operator should make sure the car is at the same potential as the operator before contact. This can be done by allowing the car to first contact the conductor to which the operator is bonded, or by attaching to the car first with a bonding wand;
- when the conductor car operator wishes to exit from the car at a tower, and climb down the tower, he shall first earth the car to the tower structure using a type A earth system (see figure 7a).

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;

- le chariot doit ou bien avoir des roues métalliques nues en contact avec les conducteurs, ou un galet de contact roulant à tout moment sur le conducteur;
- si le chariot doit être hissé par l'opérateur pour contourner la pince de suspension accrochée à chaque pylône, le chariot doit être relié au conducteur avant d'être soulevé et la pince de liaison sera retirée seulement après que le chariot a été de nouveau mis en contact avec le conducteur, et le galet de mise au potentiel remis en contact avec le conducteur.

6.2.9 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 sur toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est hors service;
- 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 types recommandés, exigés pour les terres des poulies de déroulage et les terres roulantes. Les essais types pour les pinces de terre, le câble de terre, etc., sont détaillés dans la CEI 1230.

7.1 Nombre d'essais 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 cette conception de terre soit considérée comme satisfaisante.

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

7.2 Installation d'essai type

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

7.3 Critère d'acceptation de l'essai 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.

- the conductor car shall either have unlined metallic wheels riding on the conductor, or a bonding wheel riding on the conductor at all times;
- if the conductor car is to be lifted around the insulator string support clamp at each tower by the operator, the conductor car shall be bonded to the conductor before lifting from the conductor, and the bond clamp removed only after the conductor car has been placed on the conductor again, and the bonding wheel put in contact with the conductor.

6.2.9 *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 to the equipment being refuelled before the fuel nozzle is inserted in the equipment fuel tank with a type A earth system (see figure 7a).

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 1230.

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 consider 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.

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 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 existantes sous tension. Cela peut se produire quand le nouveau circuit passe au-dessus de la ligne de distribution existante;
- b) éclairs de foudre;
- c) tensions et courants induits.

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328-1995

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 its 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 circuit crosses over the existing distribution line;
- b) lightning strikes;
- c) induced voltages and currents;

WARNING: There may be cases where accidental contact could occur with an existing live high voltage transmission 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.

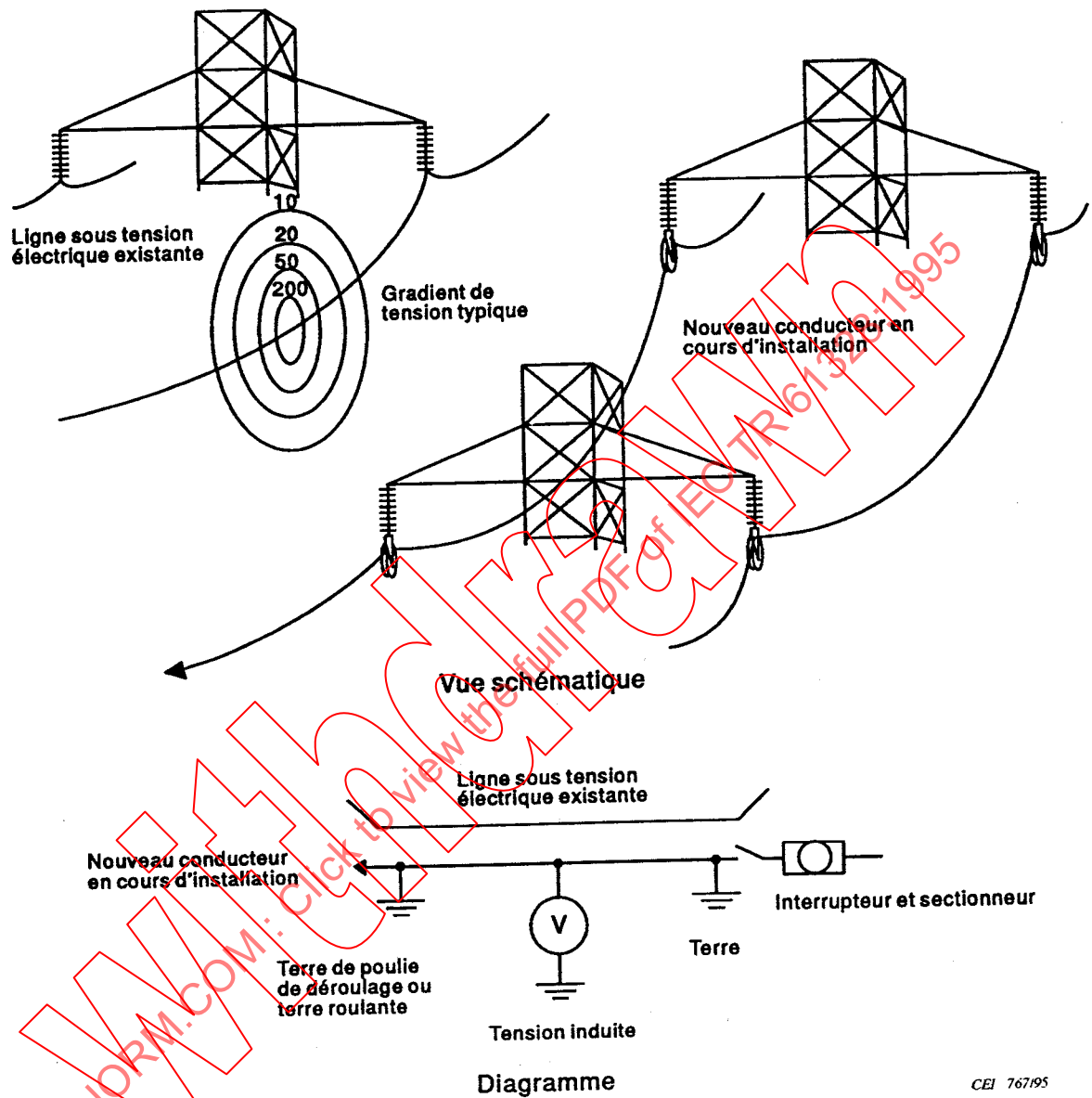


Figure 1 – Tension induite par un champ électrique sur un conducteur parallèle

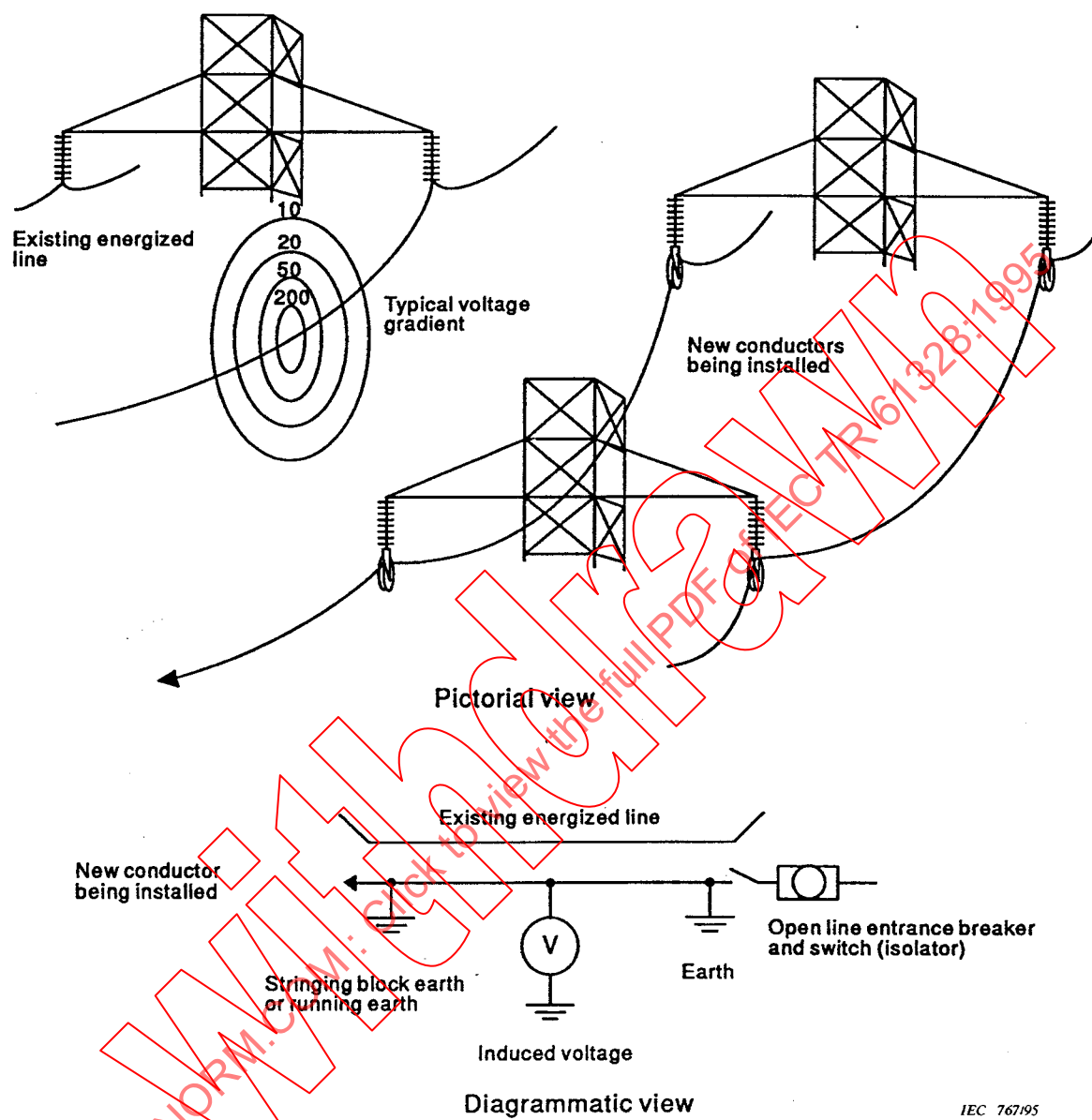


Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor

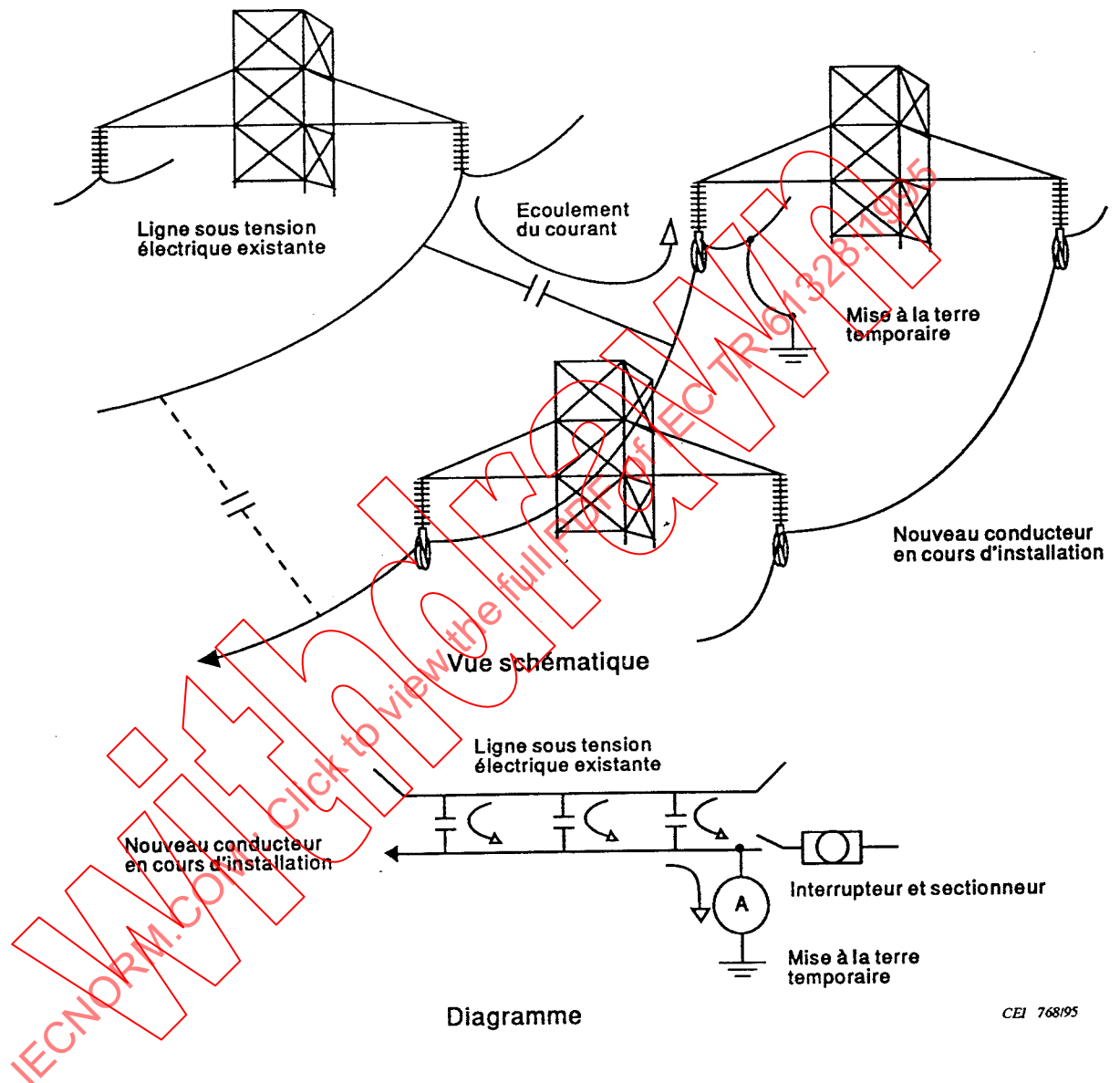


Figure 2 – Courant induit par un champ électrique sur un conducteur parallèle

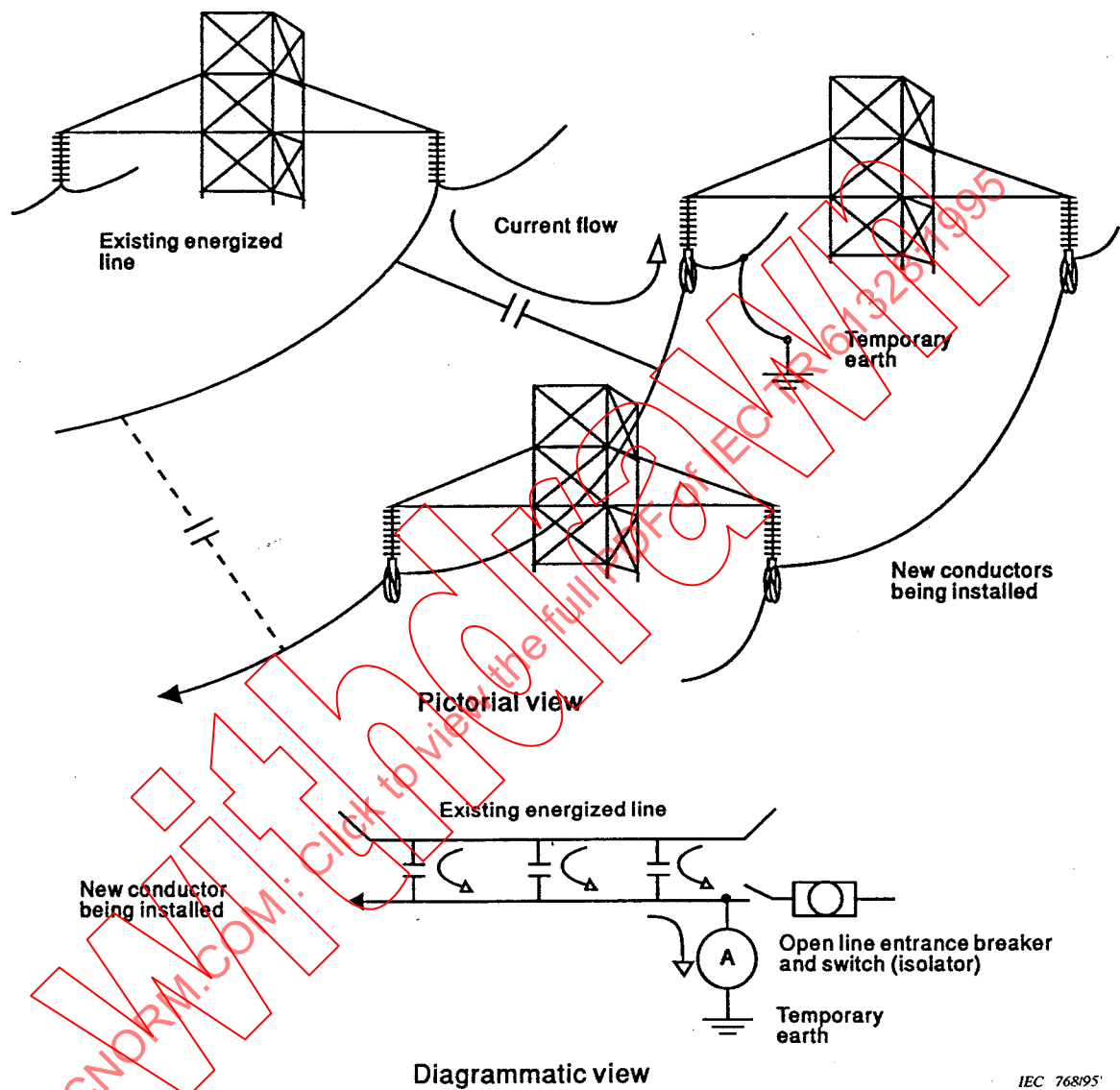


Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor

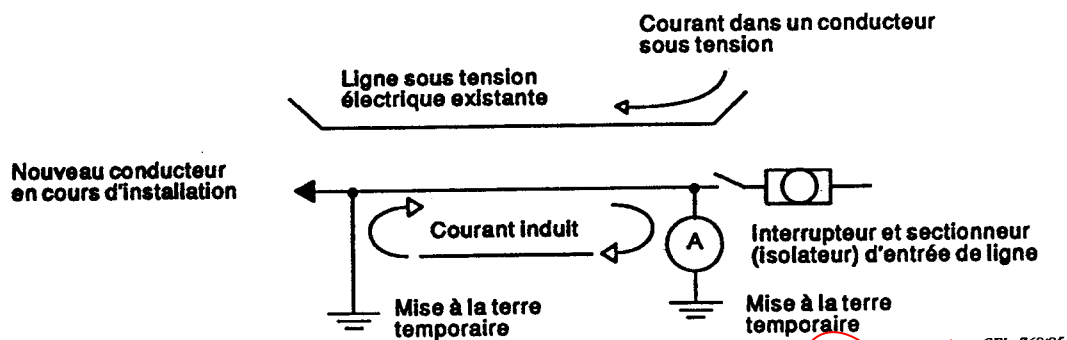


Figure 3a - Deux mises à la terre sur un nouveau conducteur permettent la circulation du courant

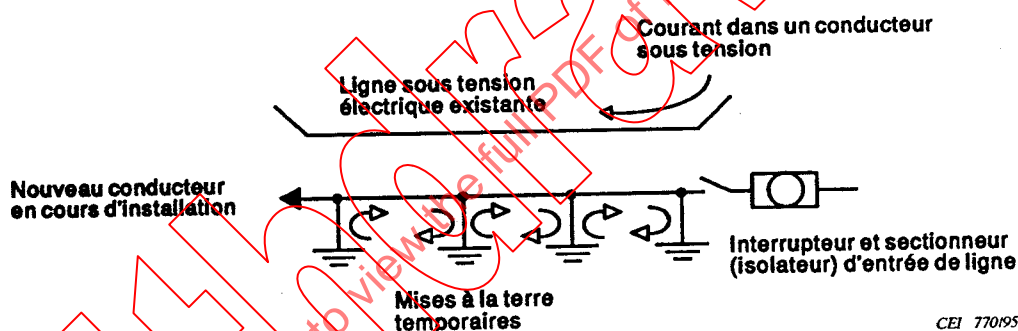


Figure 3b - Courant circulant avec plusieurs mises à la terre

Figure 3 - Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle

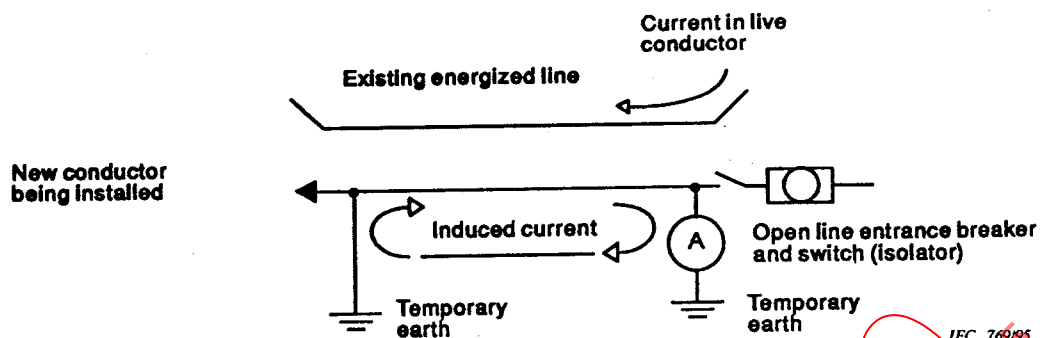


Figure 3a - Two earths on new conductor allow circulating current to flow

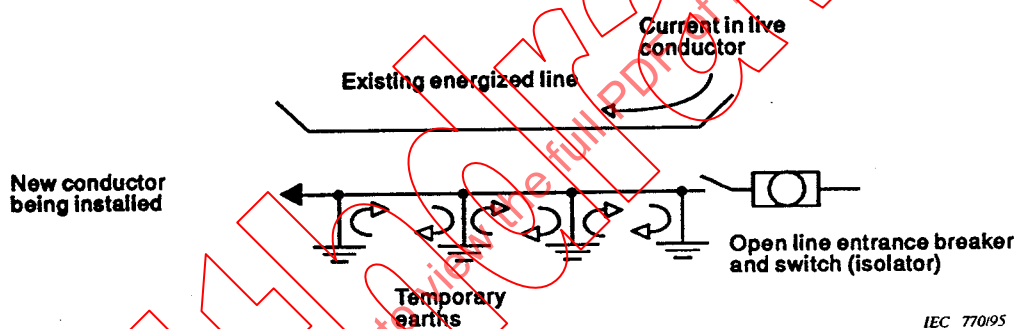


Figure 3b - Circulating currents with multiple earths

Figure 3 - Magnetic field induced current on a parallel conductor

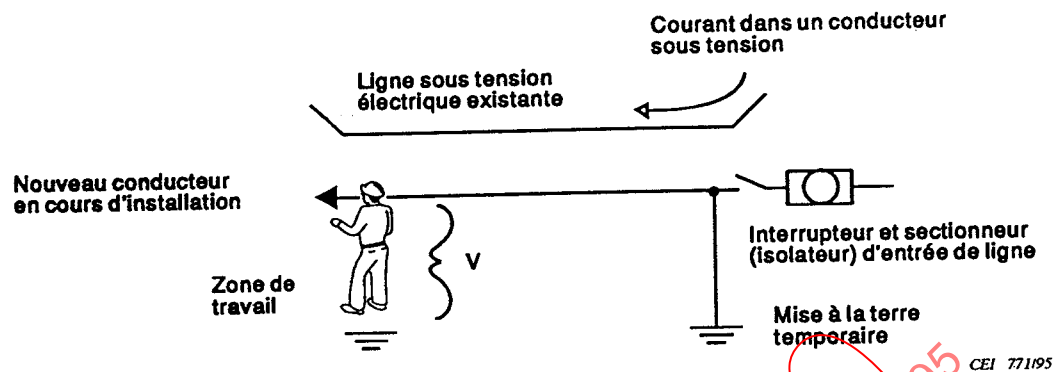


Figure 4a – Tension de circuit ouvert avec une terre seulement

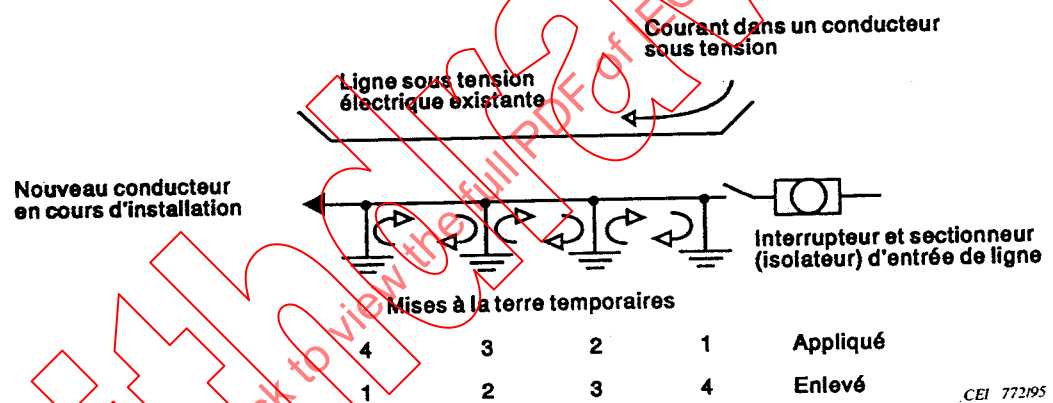


Figure 4b – Mises à la terre temporaires appliquées et enlevées successivement

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

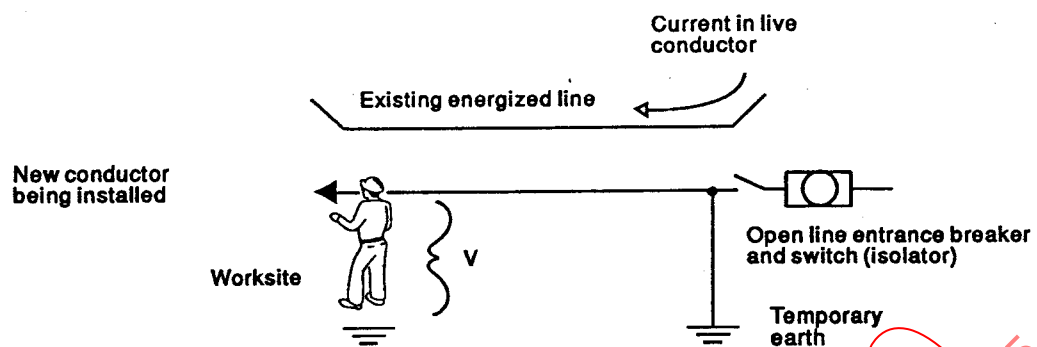


Figure 4a – Open circuit voltage with one earth only

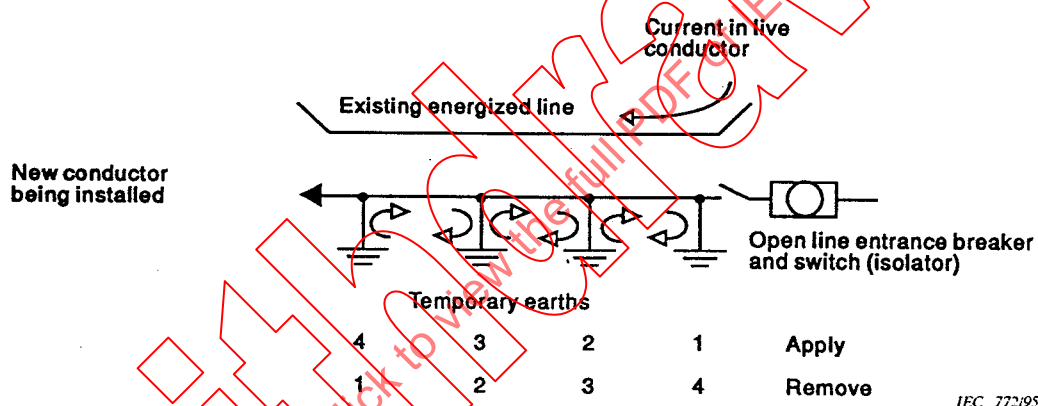


Figure 4b – Temporary earths to be applied and removed sequentially

Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor

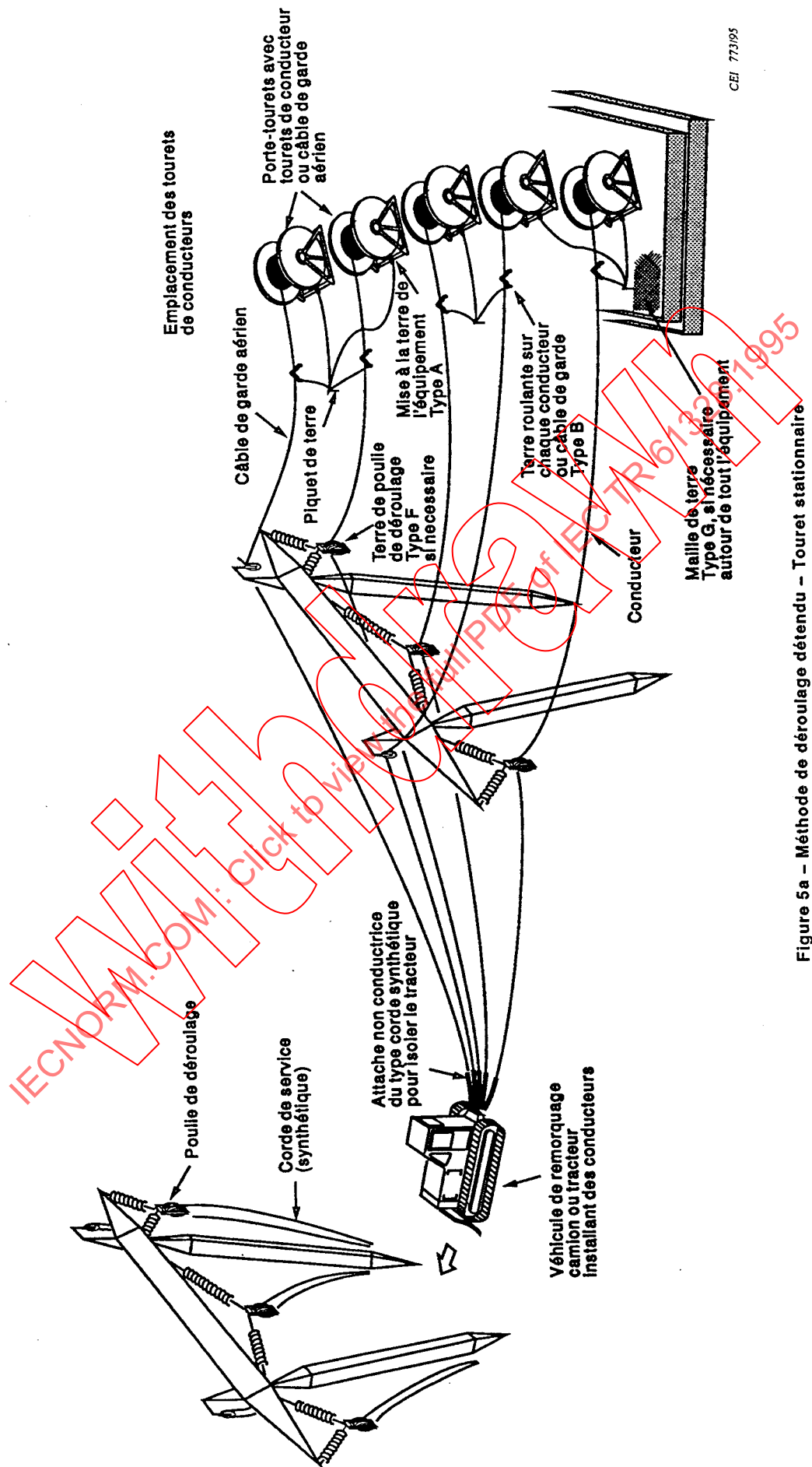


Figure 5a – Méthode de déroulage détendu – Touret stationnaire

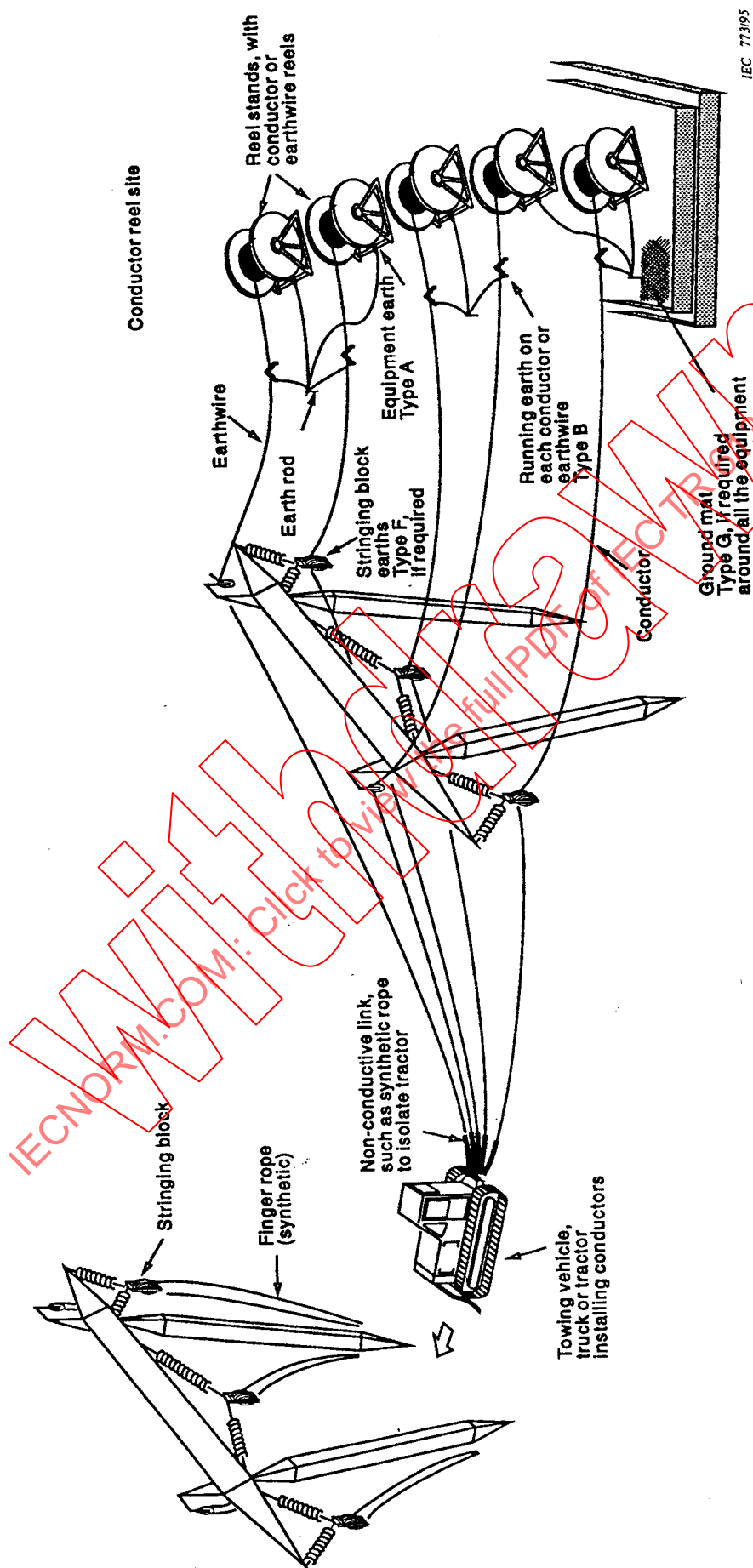


Figure 5a - Slack stringing method - Stationary reel

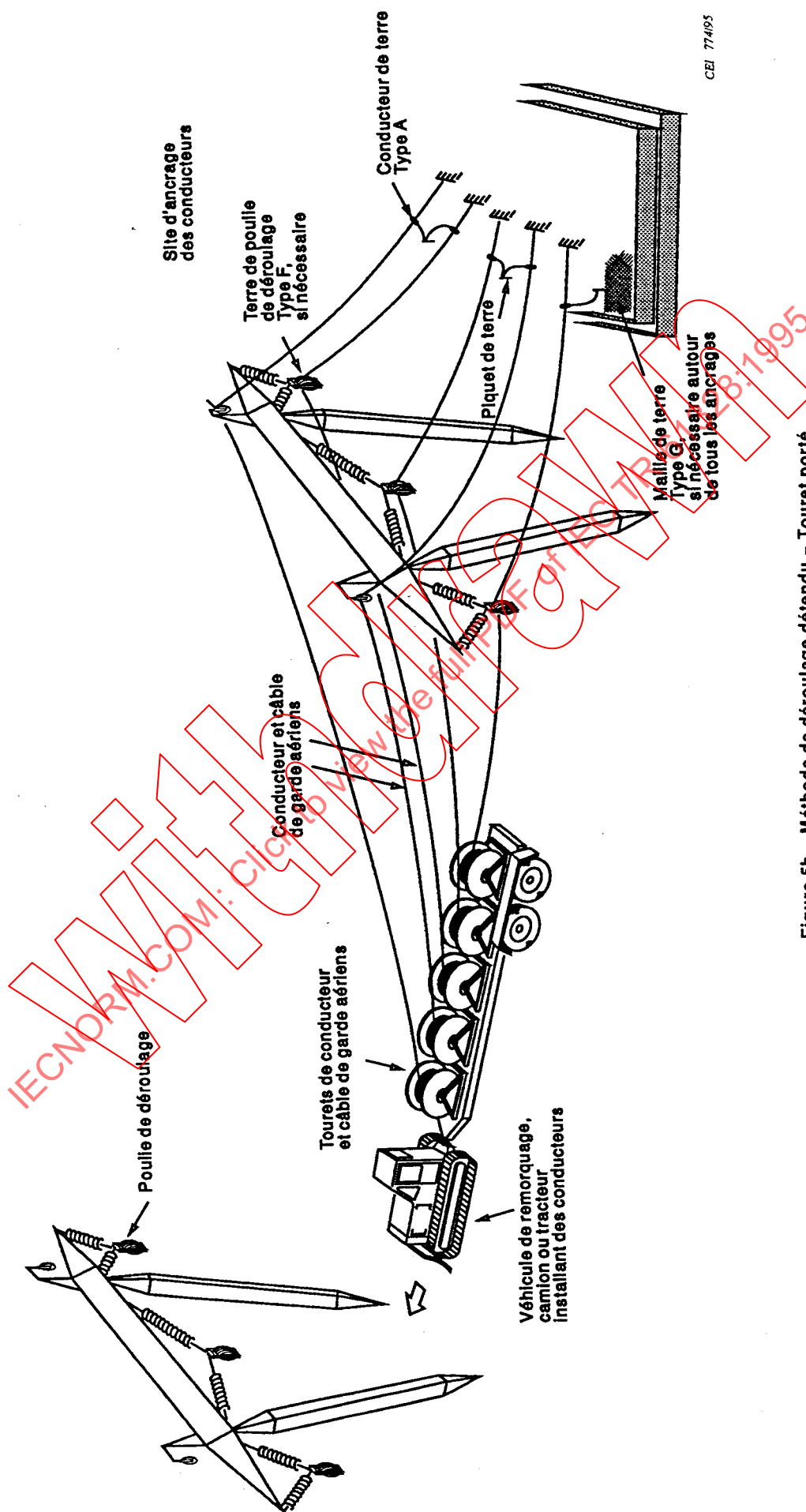


Figure 5b - Méthode de déroulage détendu - Touret porté

Figure 5 - Méthode de déroulage détendu