

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 61328

Deuxième édition
Second edition
2003-03

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 61328:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC**

TR 61328

Deuxième édition
Second edition
2003-03

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

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

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XB

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Compréhension du danger – Théorie de base	42
4.1 Induction de champ électrique provenant de circuits voisins	42
4.1.1 Tension induite	42
4.1.2 Courant induit	44
4.2 Induction de champ magnétique provenant de circuits voisins	44
4.2.1 Courant induit	44
4.2.2 Tension induite	46
5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur	46
5.1 Méthode de déroulage détendu	46
5.2 Méthode de déroulage sous tension mécanique	48
5.3 Equipement de déroulage	50
5.3.1 Freineuses	50
5.3.2 Treuils	52
5.3.3 Enrouleuses	56
5.3.4 Porte-tourets de déroulage	58
5.3.5 Treuil de câble pilote	58
5.3.6 Câble pilote, câble de tirage	58
5.3.7 Poulies de déroulage	60
5.3.8 Terre de poulie de déroulage	64
5.3.9 Terre roulante	64
5.3.10 Chariot	64
5.4 Communications	70
6 Exigences spéciales pour mises à la terre	72
6.1 Systèmes de mise à la terre sur le lieu de travail	74
6.1.1 Utilisation des piquets de terre	74
6.1.2 Mises à la terre de l'équipement	76
6.1.3 Mise à la terre des conducteurs, des câbles de garde, des câbles métalliques et synthétiques	76
6.1.4 Terres pour mailles de terre, conducteurs ou câbles de garde	76
6.1.5 Terres pour l'installation de manchons de jonction en mi-portée, sur conducteurs ou câbles de garde	78
6.1.6 Terres pour mise sur pince des conducteurs ou des câbles de garde	78
6.1.7 Terres pour l'installation de ponts de continuité du conducteur	78
6.1.8 Terres des poulies de déroulage	78
6.1.9 Maille de terre	78
6.2 Procédures générales et utilisation des dispositifs de mise à la terre	80
6.2.1 Procédures générales	80
6.2.2 Installation du câble pilote ou de tirage	82
6.2.3 Déroulage des conducteurs	84
6.2.4 Manchonnage des conducteurs	86
6.2.5 Réglage des conducteurs	88
6.2.6 Mise sur pince des conducteurs	88

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
1 Scope	13
2 Normative references.....	13
3 Terms and definitions	15
4 Understanding the hazard – Basic theory.....	43
4.1 Electric field induction from nearby circuits	43
4.1.1 Induced voltage	43
4.1.2 Induced current.....	45
4.2 Magnetic field induction from nearby circuits.....	45
4.2.1 Induced current.....	45
4.2.2 Induced voltage	47
5 Conductor stringing methods and equipment	47
5.1 Slack stringing method	47
5.2 Tension stringing method.....	49
5.3 Stringing equipment.....	51
5.3.1 Tensioners.....	51
5.3.2 Pullers	53
5.3.3 Reel winders.....	57
5.3.4 Reel stands.....	59
5.3.5 Pilot rope puller	59
5.3.6 Pilot rope, pulling rope	59
5.3.7 Stringing blocks	61
5.3.8 Stringing block earth.....	65
5.3.9 Running earth.....	65
5.3.10 Conductor car.....	65
5.4 Communications.....	71
6 Special earthing requirements	73
6.1 Work site earthing systems.....	75
6.1.1 Use of earth rods	75
6.1.2 Equipment earths.....	77
6.1.3 Earths for conductor, earthwire, metallic and synthetic rope.....	77
6.1.4 Earths for earth mat, conductors or earthwires.....	77
6.1.5 Earths for mid-span joining of conductors or earthwires	79
6.1.6 Earths for clipping in the conductors or earthwires	79
6.1.7 Earths for installation of jumper loops for the conductor	79
6.1.8 Stringing block earths	79
6.1.9 Earth mat.....	79
6.2 General procedures and use of earthing systems	81
6.2.1 General procedures	81
6.2.2 Installation of the pilot or pulling rope	83
6.2.3 Stringing of conductors	85
6.2.4 Splicing of conductors.....	87
6.2.5 Sagging of conductors	89
6.2.6 Clipping-in conductors	89

6.2.7	Ancrage et installation des ponts de continuité	90
6.2.8	Pose d'entretoises.....	92
6.2.9	Travail spécial sur les conducteurs.....	92
6.2.10	Alimentation en carburant.....	94
7	Essai de l'équipement	94
7.1	Nombre d'essais de type	94
7.2	Installation pour l'essai de type	96
7.3	Critère d'acceptation de l'essai de type.....	96

Annexe A (normative)	Choix de la section des terres, des câbles de terre et des mises au potentiel	130
----------------------	---	-----

Figure 1a	– Vue schématique	98
Figure 1b	– Diagramme	98
Figure 1	– Tension induite par un champ électrique sur un conducteur parallèle.....	98
Figure 2a	– Vue schématique	100
Figure 2b	– Diagramme	100
Figure 2	– Courant induit par un champ électrique sur un conducteur parallèle.....	100
Figure 3a	– Deux mises à la terre sur un nouveau conducteur permettent la circulation du courant.....	102
Figure 3b	– Courants de circulation avec mises à la terre multiples.....	102
Figure 3	– Courant induit par un champ magnétique sur un conducteur parallèle.....	102
Figure 4a	– Tension de circuit ouvert avec une seule terre.....	104
Figure 4b	– Mises à la terre temporaires à appliquer et déposer successivement	104
Figure 4	– Tension induite par un champ magnétique sur un conducteur parallèle.....	104
Figure 5a	– Méthode de déroulage détendu – Touret stationnaire.....	106
Figure 5b	– Méthode de déroulage détendu – Touret porté.....	108
Figure 5	– Méthode de déroulage détendu	108
Figure 6a	– Installation des câbles pilotes.....	110
Figure 6b	– Installation du câble de garde.....	112
Figure 6c	– Installation du câble de déroulage en première étape	114
Figure 6d	– Installation du conducteur en première étape.....	116
Figure 6	– Méthode de déroulage sous tension mécanique	116
Figure 7a	– Système de mise à la terre pour conducteurs ou équipement – Type A.....	118
Figure 7b	– Système de terre roulante – Type B.....	118
Figure 7c	– Système de mise à la terre pour des manchons comprimés – Type C	120
Figure 7d	– Système de mise à la terre pour la mise sur pinces des conducteurs – Type D (deux conducteurs par phase représentés)	120
Figure 7e	– Système de mise à la terre pour pont conducteur – Type E.....	122
Figure 7f	– Système de mise à la terre pour terres de poulie de déroulage – Type F.....	122
Figure 7g	– Maille de terre typique – Type G.....	124
Figure 7	– Systèmes de mise à la terre	124
Figure 8	– Installation d'essai typique pour terre de poulie de déroulage.....	126
Figure 9	– Installation d'essai typique pour terre roulante	128

6.2.7	Dead-ending and installation of jumper loops.....	91
6.2.8	Spacing	93
6.2.9	Special work on conductors	93
6.2.10	Fuelling.....	95
7	Testing of equipment	95
7.1	Number of type tests.....	95
7.2	Type test set-up.....	97
7.3	Type test acceptance criterion	97
	Annex A (normative) Choosing the size of earths, earth cables and bonds.....	131
	Figure 1a – Pictorial view	99
	Figure 1b – Diagrammatic view	99
	Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor.....	99
	Figure 2a – Pictorial view	101
	Figure 2b – Diagrammatic view	101
	Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor	101
	Figure 3a – Two earths on new conductor allow circulating current to flow	103
	Figure 3b – Circulating currents with multiple earths.....	103
	Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor	103
	Figure 4a – Open circuit voltage with one earth only.....	105
	Figure 4b – Temporary earths to be applied and removed sequentially.....	105
	Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor	105
	Figure 5a – Slack stringing method – Stationary reel.....	107
	Figure 5b – Slack stringing method – Rolling reel.....	109
	Figure 5 – Slack stringing method.....	109
	Figure 6a – Installing the pilot ropes	111
	Figure 6b – Installing the earthwire	113
	Figure 6c – Installing pulling rope in first phase.....	115
	Figure 6d – Installing conductor in first phase	117
	Figure 6 – Tension stringing method	117
	Figure 7a – Equipment or conductor earth system – Type A.....	119
	Figure 7b – Running earth system – Type B.....	119
	Figure 7c – Earthing system for conductor compression joints – Type C	121
	Figure 7d – Earthing system for clipping in conductors – Type D (two conductors per phase shown).....	121
	Figure 7e – Earthing system for conductor jumper loops – Type E	123
	Figure 7f – Earthing system for stringing block earths – Type F.....	123
	Figure 7g – Typical earth mat – Type G.....	125
	Figure 7 – Earthing systems.....	125
	Figure 8 – Typical test set-up for stringing block earth	127
	Figure 9 – Typical test set-up for running earth	129

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

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

La CEI 61328, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1995. Elle incorpore des changements techniques permettant la mise à jour des méthodes et procédures de travail. Elle développe aussi les informations en regard des procédures générales et de l'utilisation des dispositifs de mise à la terre, en insistant sur la vérification de l'équipement et les instructions avant utilisation, ainsi que sur le besoin de personnel qualifié.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
78/433/DTR	78/484/RVC

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
GUIDELINES FOR THE INSTALLATION
OF 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 co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

IEC 61328, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1995. It incorporates some technical changes to update work methods and procedures. It also expands the information on general procedures and use of earthing systems, emphasizing pre-work check of equipment, pre-work instruction and the need for trained operators.

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

Enquiry draft	Report on voting
78/433/DTR	78/484/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:2003

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

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:2003

Withdrawn

INTRODUCTION

Avec la difficulté croissante de mettre hors tension les lignes aériennes existantes, l'installation de conducteurs ou de câbles de garde sur des circuits à proximité crée des risques qui nécessitent des considérations particulières concernant les mises à la terre et les mises au potentiel. De plus, des protections sont nécessaires contre la charge statique induite due aux conditions atmosphériques, les coups de foudre ou les mises sous tension accidentelles.

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

Ce Rapport Technique a été rédigé en conformité avec les exigences de la CEI 61477 lorsque cela s'appliquait.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:2003

INTRODUCTION

With the increased difficulty of de-energizing existing overhead lines, 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 potential electrical hazards demand that certain requirements be observed when choosing equipment and work methods for the protection of personnel or equipment.

This Technical Report has been prepared in accordance with the requirements of IEC 61477 where applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61328:2003

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

1 Domaine d'application

Le présent Rapport Technique fournit des recommandations pour le choix et l'essai, lorsque cela est nécessaire, des matériels de déroulage et des accessoires utilisés pour l'installation des conducteurs et câbles de garde aériens.

Des procédures sont recommandées pour une mise à la terre adéquate afin de protéger l'équipement, les composants et le personnel des courants induits ou des courants de défaut pouvant survenir dans certaines circonstances.

L'équipement concerné par le présent Rapport Technique est utilisé pour des tensions de transport, qui sont généralement considérées comme étant égales ou supérieures à 100 kV, mais qui peuvent être aussi basses que 60 kV. Un grand nombre des exigences et des essais spécifiés s'applique aussi à des équipements utilisés pour des réseaux de distribution de tension inférieure à 100 kV.

2 Références normatives

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

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

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

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

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

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

LIVE WORKING – GUIDELINES FOR THE 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 apply also to equipment used in distribution systems with less than 100 kV.

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

3 Termes et définitions

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

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

3.1

plate-forme aérienne

échelle, plate-forme d'ancrage

dispositif conçu pour être attaché au pylône, à la pointe de la flèche d'une grue, ou d'un monte-charge aérien pour maintenir les ouvriers en position de travail en hauteur. Elle est habituellement utilisée pour la confection des ancrages

3.2

ancrage

corps-mort, crayon

dispositif utilisé comme support fiable pour maintenir fermement un objet en place

NOTE 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'ancrages temporaires. Une jauge, 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.

3.3

site d'ancrage

batterie d'ancrage

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

3.4

cage d'oiseau

gonflement, panier

gonflement des couches extérieures d'un conducteur pour former un renflement sur ce conducteur

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

3.5

poulie

moufle

dispositif conçu avec un ou plusieurs réas, une surface plastifiée ou métallique et un dispositif d'accrochage ou une manille

NOTE Quand une corde est passée à travers deux de ces ensembles, le montage est communément appelé palan.

3.6

mise au potentiel

liaison équipotentielle, connexion

connexion électrique mettant diverses parties exposées conductrices à un même potentiel

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

3 Terms and definitions

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

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

3.1

aerial platform

lineman's platform, dead-end board, dead-end platform, 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

3.2

anchor

anchor log, deadman, sledge, snub
device that serves as a reliable support to hold an object firmly in place

NOTE 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.

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

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

3.5

block

tackle

device designed with one or more sheaves, a synthetic plastic or metal shell, and an attachment hook or shackle

NOTE When a rope is reeved through two of these devices, the assembly is commonly referred to as a block and tackle.

3.6

bond

equipotential connection, connection

electrical connection putting various exposed conductive parts at an equal potential

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

3.7

nacelle

panier

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

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

3.8

cabestan

réa

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

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

3.9

circuit (d'une ligne aérienne)

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

[VEI 466-01-07]

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

3.10

dégagement minimal

distance de garde, distance à la masse

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

3.11

mise sur pince

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

3.12

déport de chaînes

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

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

3.13

manchon comprimé

manchon de compression

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

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

3.14

conducteur

câble

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

3.7**bucket**

basket

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

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

3.8**bullwheel**

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

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

3.9**circuit (of an overhead line)**

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

[IEV 466-01-07]

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

3.10**clearance**

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

3.11**clipping-in**

clamping-in, clipping

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

3.12**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.

3.13**compression joint**

conductor splice, sleeve, splice

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

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

3.14**conductor**

cable, wire

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

3.15

faisceau de conducteurs

ensemble de conducteurs individuels connectés en parallèle, disposés selon une configuration géométrique uniforme ou non uniforme, qui constitue une phase ou un pôle d'une ligne

[VEI 466-10-20, modifiée]

NOTE 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. Les sous-conducteurs peuvent être disposés dans une configuration verticale, horizontale, carrée, ronde ou toute autre configuration appropriée.

3.16

chariot

bicyclette, échelle à roulettes

dispositif conçu pour transporter les ouvriers et rouler sur des conducteurs réglés simples ou en faisceau, leur permettant ainsi de contrôler les conducteurs endommagés ou d'installer des entretoises, des amortisseurs ou d'autres accessoires, lorsque cela est nécessaire

NOTE Ces dispositifs peuvent être manuels ou motorisés.

3.17

pince de reprise d'effort

grenouille, main d'ancrage

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

NOTE La pince de reprise d'effort permet l'accrochage sur un conducteur lorsque le boulonnage n'est pas possible. La conception de ces dispositifs varie considérablement. Les pinces les plus usuelles sont celles qui ont un corps rigide à côté ouvert avec des mâchoires opposées mobiles et un loquet tournant. En plus du déroulage ou de l'accrochage temporaire des conducteurs, ce dispositif est communément utilisé pour tendre des haubans et, dans certains cas, pour tirer ou retenir temporairement des câbles. Un autre tendeur usuel (en particulier pour des gros conducteurs et des tensions mécaniques élevées) est le tendeur parallèle avec un coin accroché au corps d'une pince qui enserme complètement et enveloppe le conducteur. Des écrous sont ensuite utilisés pour fermer la pince et obtenir le serrage.

3.18

main de levage

crochet, généralement recouvert de matière synthétique, pour protéger le conducteur, et conçu pour permettre le levage des conducteurs en se trouvant au-dessus d'eux, normalement utilisé durant les opérations de mise sur pince

NOTE Des pinces de suspension sont quelquefois utilisées à cette fin.

3.19

thermomètre de conducteur

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

3.20

coupe-aluminium

dénudeur

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

3.21

maillon

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

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

3.15**conductor bundle**

set of individual conductors connected in parallel and disposed in a uniform or non uniform geometrical configuration, that constitutes one phase or pole of a line

[IEV 466-10-20, modified]

NOTE Each conductor of the phase is referred to as a subconductor. For example, a two conductor bundle has two subconductors per phase. The subconductors may be arranged in a vertical, horizontal, square, round, or other suitable configuration.

3.16**conductor car**

cable buggy, cable car, conductor trolley, line car, spacer buggy, spacing bicycle, spacer cart 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

NOTE These devices may be manual or powered.

3.17**conductor grip**

Chicago grip, conductor clamp, come-along, come-along clamp, Klein, pocketbook grip device designed to permit the pulling or temporary holding of the conductor without splicing on fittings, eyes, etc.

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

3.18**conductor lifting hook**

conductor hook, lifting shoe, conductor lip hook, normally lined with synthetic material, to protect the conductor, and designed to permit the lifting of conductors from a position above them, normally during clipping-in operations

NOTE Suspension clamps are sometimes used for this purpose.

3.19**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

3.20**conductor trimmer**

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

3.21**connector link**

pulling rope connector, link, peanut

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

NOTE It will not spin to relieve torsional forces.

3.22

portique de protection

protection

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

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

3.23

ancrage

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

3.24

hors tension

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

[VEI 651-01-15]

3.25

dynamomètre

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

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

3.26

terre

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

3.27

câble de terre

mise à la terre

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

[Définition 15.1 de la CEI 60743, modifiée]

3.28

étau de terre

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

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

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

3.22**crossing structure**

guard structure, H-frame, rider pole structure, scaffolding, temporary structure
structure built of poles, tubes, or other specialized equipment such as a crane, sometimes using rope nets

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

3.23**dead-ending**

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

3.24**de-energized**

dead

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

[IEV 651-01-15, modified]

3.25**dynamometer**

load cell

device designed to measure mechanical loads or tension on conductors

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

3.26**earth**

ground

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

3.27**earth cable**

ground cable

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

[Definition 15.1 of IEC 60743, modified]

3.28**earth clamp**

ground clamp

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

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

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

3.29

maille de terre

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

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

3.30

piquet de terre

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

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

3.31

câble de garde

conducteur mis à la terre à certains ou à tous les supports, disposé généralement mais non nécessairement au-dessus des conducteurs de phase pour assurer une certaine protection contre les coups de foudre

[VEI 466-10-25]

3.32

perche de mise à la terre

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

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

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

3.33

système de mise à la terre

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

3.34

induction de champ électromagnétique

couplage électromagnétique

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

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

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

3.35

induction de champ électrique

couplage capacitif

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

3.29**earth mat**

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

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

3.30**earth rod**

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

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

3.31**earthwire**

groundwire, shield wire, skywire, static wire
conductor connected to earth at some or all supports, which is suspended usually but not necessarily above the line conductors to provide a degree of protection against lightning strokes

[IEV 466-10-25]

3.32**earthing stick**

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

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

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

3.33**earthing system**

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

3.34**electromagnetic field induction**

electromagnetic coupling
phenomenon that produces both an induced voltage and current

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

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

3.35**electric field induction**

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

3.36

sous tension

en charge

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

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

[VEI 651-01-14]

3.37

équipotentiel

terme qui s'applique à un ensemble de points ayant tous le même potentiel

3.38

zone de travail équipotentielle

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

3.39

coefficient de sécurité, mécanique

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

3.40

défaut

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

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

3.41

courant de défaut

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

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

3.42

corde de service

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

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

3.43

palan à chaîne

câble, pullift, tirfor

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

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

**3.36
energized**

alive, current-carrying, hot, live

at a potential significantly different from that of the earth at the worksite and which presents an electrical hazard

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

[IEV 651-01-14]

**3.37
equipotential**

set of points all of which have the same potential

**3.38
equipotential work zone area/site**

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

**3.39
factor of safety, mechanical**

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

**3.40
fault**

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

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

**3.41
fault current**

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

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

**3.42
finger rope**

finger line

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

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

**3.43
hoist**

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

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

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

3.44

poulie de retenue

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

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

3.45

lève-isolateur

berceau, main de levage

dispositif 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

3.46

isoler

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

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

3.47

protecteur de manchon

ensemble de deux demi-coquilles se fixant sur un manchon comprimé ou une épissure, et utilisé pour protéger le manchon comprimé d'une déformation ou d'un dommage s'il passe à travers la poulie de déroulage

NOTE 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

bretelle

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

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

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

3.49

induction de champ magnétique

couplage inductif

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

3.50

coupure

consignation

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

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

3.44**hold down block**

hold down roller, splice release block

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

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

3.45**insulator lifter**

insulator seat

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

3.46**isolate**

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

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

3.47**joint protector**

compression joint protector, joint stiffener, sleeve protector, splice protector

split sleeve which fits over a compression joint or splice, and is used to protect the compression joint from bending or damage if the joint passes through stringing blocks

NOTE 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.

3.48**Jumper**

dead end loop

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

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

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

3.49**magnetic field induction**

inductive coupling

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

3.50**outage**

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

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

3.51

câble pilote

câblette pilote

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

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

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

3.52

treuil pilote

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

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

3.53

plombage

marque faite sur le conducteur, placée à la verticale du point d'accrochage des isolateurs et utilisée comme référence pour positionner le centre de la pince de suspension

3.54

pince à coupure d'arc

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

3.55

câble de tirage

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

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

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

3.56

canton de tirage

tir de déroulage

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

NOTE Il s'agit généralement d'une longueur approximative de 5 km, ou de deux longueurs de touret de conducteurs.

3.57

site de tirage

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

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

3.58

treuil à réas

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

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

[Définition 14.5 de la CEI 60743]

3.51**pilot rope**

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

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

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

3.52**pilot rope puller**

device designed to payout and rewind pilot ropes during stringing operations

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

3.53**plumb mark**

mark placed on the conductor located vertically below the insulator point of support and used as a reference to locate the centre of the suspension clamp

3.54**portable earth interrupter tool**

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

3.55**pulling rope**

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

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

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

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

3.56**pull section**

pull setting, stringing section

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

NOTE It is usually a length of approximately 5 km, or two conductor reel lengths.

3.57**pull site**

puller set-up, tugger set-up

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

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

3.58**puller/bullwheel**

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

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

[Definition 14.5 of IEC 60743]

3.59

treuil enrouleur

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

NOTE Il peut y avoir plus d'un tambour, un pour chaque phase. Les treuils à multiples tambours sont normalement utilisés pour les travaux sur les lignes de transport à plus basse tension.

[Définition 14.6 de la CEI 60743, note modifiée]

3.60

treuil-freineuse

équipement pouvant être utilisé soit comme treuil soit comme freineuse

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

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

3.61

véhicule de déroulage

engin de déroulage

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

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

3.62

porte-touret

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

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

3.63

enrouleuse

récupérateur

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

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

3.64

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

NOTE Il convient que les résultantes de ces angles soient prises en compte lors du déroulage à travers les angles de ligne.

3.59**puller/drum**

hoist, tugger

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

NOTE It may have more than one drum, one for each phase. Multiple drum pullers are normally used for work on lower voltage transmission lines.

[Definition 14.6 of IEC 60743]

3.60**puller tensioner**

equipment which can be used either as a puller or tensioner

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

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

3.61**pulling vehicle**

pulling tractor

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

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

3.62**reel stand**

reel elevator, reel trailer, reel truck

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

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

3.63**reel winder**

takeup reel winder, takeup stand, takeup winder

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

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

3.64**roll over angle**

angle of wrap, break over angle

sum of the two angles between a horizontal line and the conductor or rope entering and leaving a stringing block

NOTE Resultants of these angles should be considered when stringing through line angles.

3.65

portée équivalente

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

NOTE La valeur approchée a_c de la portée équivalente est:

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

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

[VEI 466-03-12]

3.66

palonnier de déroulage

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

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

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

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

3.67

mise à la terre roulante

terre roulante

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

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

[Définition 14.2 de la CEI 60743, modifiée]

3.68

corde de sécurité

stop chute

dispositif de sécurité normalement constitué d'une corde en fibres synthétiques et conçu pour relier un objet fixe et la ceinture/harnais de sécurité d'un travailleur intervenant en hauteur lorsque celui-ci ne peut utiliser sa ceinture de sécurité habituelle

3.69

réglage

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

3.70

canton de réglage

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

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

3.65**ruling span**

equivalent span

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

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

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

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

[IEV 466-03-12]

3.66**running board**

headboard

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

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

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

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

3.67**running earth**

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

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

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

[Definition 14.2 of IEC 60743]

3.68**safety life rope**

fall arrest rope, life line/rope, safety line/rope, scare 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

3.69**sagging**

process of pulling conductors up to their final tension or sag

3.70**sag section**

section of line between snub or dead-end structures

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

3.71

portée de réglage

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

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

3.72

marque de réglage

nivelette, marque

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

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

3.73

déroutage détendu

déroutage sans freineuse, déroulage classique

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

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

3.74

poulie de service

dispositif normalement conçu avec un réa, une protection synthétique ou en métal et un crochet. Un côté de la chape s'ouvre généralement pour éviter de devoir enfiler le câble

NOTE Communément utilisé pour soulever des charges sur un câble simple ou comme dispositif pour contrôler la position ou la direction, ou les deux, d'un câble de levage ou d'un câble de tirage.

3.75

pose d'entretoises

opération consistant à installer des entretoises entre les sous-conducteurs de chaque phase

NOTE Cela se fait généralement à l'aide d'un chariot.

3.76

manchonnage

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

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

3.77

chariot de manchonnage

unité équipée d'un compresseur hydraulique (presse) et de tout autre équipement nécessaire pour exécuter les opérations de manchonnage sur le conducteur

3.71**sag span**

control span

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

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

3.72**sag target**

sag board, target

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

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

3.73**slack stringing**

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

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

3.74**snatch block**

construction 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

NOTE Commonly used for lifting loads on a single rope, or as a device to control the position or direction, or both, of a lifting rope or pulling rope.

3.75**spacing**

spacing

process of installing the spacers between the subconductors in each phase

NOTE This is usually done from a conductor car.

3.76**splicing**

jointing

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

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

3.77**splicing cart**

jointing trailer, sleeving trailer, splicing trailer, splicing truck

unit which is equipped with a hydraulic compressor (press) and all other necessary equipment for performing splicing operations on the conductor

3.78

déroutage

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

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

3.79

poulie de déroulage

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

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

[Définition 14.3 de la CEI 60743, note modifiée]

3.80

terre de poulie de déroulage

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

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

3.81

élingue de suspension

élingue métallique, quelquefois utilisée à la place des isolateurs, pour suspendre la poulie pendant les opérations de déroulage et normalement utilisée lorsque les isolateurs ne sont pas disponibles immédiatement ou lorsque des conditions défavorables de déroulage peuvent imposer des charges mécaniques importantes et causer des dommages ou une destruction complète des isolateurs

3.82

terre de la base de la structure

mise à la terre

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

3.83

sous-conducteur (d'un faisceau)

chacun des conducteurs individuels d'un faisceau de conducteurs

[VEI 466-10-21]

3.84

surtension de manœuvre

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

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

3.78**stringing**

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

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

3.79**stringing block**

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

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

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

[Definition 14.3 of IEC 60743]

3.80**stringing block earth**

block ground, conductor running block earth, sheave ground, stringing block ground, traveller ground

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

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

3.81**stringing block sling**

choker

sling of wire rope, sometimes utilized in place of insulators, to support the stringing block during stringing operations, and normally used when insulators are not readily available or when adverse stringing conditions might impose severe downstrains and cause damage or complete failure of the insulators

3.82**structure base earth**

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

3.83**subconductor (of a bundle)**

any one of the individual conductors in a conductor bundle

[IEV 466-10-21]

3.84**switching surge**

transient overvoltage in an electrical circuit caused by a switching operation

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

3.85

émerillon

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

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

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

3.86

site de freinage

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

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

3.87

déroutage sous tension mécanique

DSTM

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

3.88

freineuse

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

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

[Définition 14.1 de la CEI 60743, modifiée]

3.89

corde de passage

corde de service

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

3.90

tension de contact

tension de toucher, tension de pas

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

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

3.91

échelle en pont

plate-forme

échelle complétée par des crochets et des chaînes de sécurité attachés à une extrémité des montants

NOTE Ces équipements sont généralement fabriqués en fibre de verre, en bois ou en 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, d'effectuer des opérations de mise sur pinces, etc. Quelquefois, une échelle est également utilisée comme plate-forme pour les travailleurs.

3.85**swivel**

bullet, swivel joint

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

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

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

3.86**tension site**

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

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

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

3.87**tension stringing**

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

3.88**tensioner, bullwheel**

brake, retarder

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

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

[Definition 14.1 of IEC 60743]

3.89**threading rope**

reeving rope, thread line

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

3.90**touch voltage**

touch potential

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

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

3.91**tower ladder**

clipping ladder, clamping in ladder, hook ladder

ladder complete with hooks and safety chains attached to one end of the side rails

NOTE 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, the ladder is also used as linemen's platform.

3.92

tracteur à chenilles

chenillard

engin à chenilles employé pour tirer les câbles de tirage/pilotes, régler les conducteurs, niveler ou nettoyer les emplacements de tirage et de freinage et divers autres travaux

NOTE Il est également utilisé fréquemment comme ancrage temporaire. Des treuils de réglage sont quelquefois incorporés dans cet engin.

3.93

tracteur sur roues

tracteur de déroulage

engin sur roues employé pour tirer les câbles de tirage/pilotes, régler les conducteurs, et faire d'autres travaux divers

NOTE Des treuils de réglage sont quelquefois incorporés dans cet engin.

3.94

lunette de réglage

théodolite

instrument principalement utilisé pendant la construction d'une ligne 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 de freinage, et pour régler les conducteurs

3.95

charge de rupture, mécanique

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

3.96

rouleau guide

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

3.97

charge limite de travail

charge ultime de travail

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

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

3.98

chaussette

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

3.99

limite élastique, mécanique

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

3.92**tractor, crawler**

cat, crawler, sag tractor

tracked unit employed to pull pulling/pilot ropes, sag conductors, level or clear pull and tension sites, and miscellaneous other work

NOTE It is also frequently used as a temporary anchor. Sagging winches are sometimes incorporated on this unit.

3.93**tractor, wheeled**

sag tractor, skidder

wheeled unit employed to pull pulling/pilot ropes, sag conductors, and miscellaneous other work

NOTE Sagging winches are sometimes incorporated on this unit.

3.94**transit**

level, scope, site marker

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

3.95**ultimate strength, mechanical**

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

3.96**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

3.97**working load limit**

allowable load, maximum load, safe working load

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

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

3.98**woven wire grip**

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

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

3.99**yield strength, mechanical**

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

4 Compréhension du danger – Théorie de base

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

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

- a) induction électromagnétique (c'est-à-dire couplage capacitif et/ou inductif) provenant de lignes voisines 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 voisine existante sous tension;
- c) chargement électrostatique (c'est-à-dire couplage conducteur) des conducteurs ou des câbles dû à des conditions atmosphériques ou à une ligne de transport à haute tension en courant continu (HTCC) voisine;
- d) erreur de manœuvre entraînant la mise sous tension accidentelle du conducteur en cours d'installation;
- e) coups de foudre dans le voisinage ou un coup de foudre sur le conducteur en cours d'installation ou sur un autre équipement et d'autres composants tels que les câbles utilisés pour l'opération de déroulage.

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

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

4.1 Induction de champ électrique provenant de circuits voisins

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

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

4.1.1 Tension induite

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

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 properly applying adequate protective earthing systems at the work area, by the use of correct work methods and specialized training, and by the use of equipment, which incorporates devices to protect against these types of hazards.

Electrical charges or voltage 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 (i.e., capacitive and/or inductive coupling) 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 (i.e. conductive coupling) 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 strikes in the vicinity, or a 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 are therefore explained in some detail here. It is important to note that the basic difference between the hazard caused by induction, and the other sources given above is that the induction is continuous as long as the source line is energized, rather than instantaneous or transient in the case of lightning or a fault current.

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

4.1 Electric field induction from nearby circuits

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

If the nearby line is an energized d.c. transmission line, the induced voltage is the result of ion drift, and can result in even higher voltages than if the nearby line were 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 were an a.c. line.

4.1.1 Induced voltage

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

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

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

4.1.2 Courant induit

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

Il convient de considérer les deux aspects qui suivent.

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

4.2 Induction de champ magnétique provenant de circuits voisins

4.2.1 Courant induit

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.2 Induced current

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

The two following aspects should be considered.

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

4.2 Magnetic field induction from nearby circuits

4.2.1 Induced current

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2.2 Tension induite

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

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

5 Méthodes et équipements de déroulage du conducteur

Les méthodes de déroulage utilisées pour installer le conducteur (y compris le câble de garde), couramment employées dans l'industrie de l'énergie électrique sont nombreuses et variées. Les méthodes exposées ci-dessous sont celles utilisées actuellement, mais elles sont constamment modifiées pour s'adapter à l'équipement disponible sur le moment. Les méthodes dépendent aussi quelque peu du type et de la section de la ligne de transport à construire, et du terrain sur lequel la ligne doit être construite.

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

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 **n'est pas** recommandée pour les lignes de transport qui seront mises sous des tensions égales ou supérieures à 220 kV. Le dommage superficiel sur le conducteur, lorsque ce procédé d'installation est utilisé, peut être assez élevé, provoquant des pertes par effet couronne, et une interférence excessive des ondes radio, TV et de communication. Beaucoup de transporteurs d'électricité n'acceptent pas la méthode de déroulage détendu pour quelque tension de transport que ce soit.

Il existe deux méthodes usuelles de déroulage détendu.

a) Méthode du touret stationnaire

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

b) Méthode du touret roulant

Elle consiste à remorquer les tourets le long du tracé sur une remorque placée à l'arrière d'un véhicule de remorquage et le conducteur est alors déposé sur le sol (voir Figure 5b).

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

When work is 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.

4.2.2 Induced voltage

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

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

5.1 Slack stringing method

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

NOTE The slack stringing method 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 and excessive radio, TV and communication interference. Many electric utilities will not allow the slack stringing method for any transmission voltages.

There are two commonly used methods for slack stringing.

a) Stationary reel method

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

b) Rolling reel method

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

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

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

Cette méthode est essentiellement applicable à la construction des lignes de tension plus faible comme indiqué plus haut, lorsque l'état de surface du conducteur n'est pas critique et lorsque le tracé de la ligne est facilement accessible par un véhicule de remorquage. La méthode n'est pas pratique pour usage dans des sites urbains encombrés où il y a des dangers dus à la circulation et où il existe un danger de contact avec des circuits sous tension. Elle n'est pas non plus commode dans des régions montagneuses où le véhicule de remorquage ne peut pas suivre le tracé.

5.2 Méthode de déroulage sous tension mécanique

Cette méthode est illustrée par les Figures 6a, 6b, 6c et 6d.

En utilisant cette méthode, le conducteur est maintenu sous tension mécanique pendant l'opération 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 mécanique dans le conducteur lui permet aussi de passer au-dessus d'autres circuits sous tension électrique, lignes de chemin de fer, routes importantes, etc., sans entrer en contact avec ceux-ci.

Pour des lignes à plusieurs conducteurs par phase, la méthode de déroulage sous tension mécanique nécessite l'installation d'un câble pilote léger, synthétique ou métallique, dans les poulies de déroulage. Cela se fait généralement en utilisant la méthode de déroulage détendu avec touret fixe, soit par un véhicule de remorquage, soit par un hélicoptère.

Le câble pilote est utilisé pour tirer un câble de tirage plus lourd. Ce dernier est alors utilisé pour tirer les conducteurs à partir des porte-tourets en utilisant des freineuses et des treuils.

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

Lorsqu'une ligne de transport doit recevoir un nouveau conducteur, l'ancien conducteur est souvent utilisé comme câble de tirage pour tirer le nouveau conducteur. Cette procédure peut nécessiter des précautions supplémentaires car la résistance mécanique de l'ancien conducteur, et en particulier des manchons comprimés, peut être très douteuse. Passer des manchons usagés autour des réas du treuil, dans lesquels ils sont pliés puis redressés au passage des manchons de gorge en gorge dans les réas, peut provoquer une rupture soudaine des manchons et le conducteur peut alors tomber sur le sol, 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 ne soit enroulé dans l'enrouleuse.

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

This method is chiefly applicable to the construction of 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 practical to use in congested 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.

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 reconductored, 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 joints, 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 joints pass from groove to groove on the bullwheels, can cause sudden failure of the joints 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 to fit a woven wire grip on both ends of the severed conductor. This grip is passed through the bullwheels, and can be removed before the conductor is wound on the reel winder.

5.3 Équipement de déroulage

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

5.3.1 Freineuses

Pour les conducteurs utilisés sur les lignes de transport, les freineuses sont généralement du type à cabestan. Pour les conducteurs de lignes de distribution, où la tension mécanique utilisée pour dérouler le conducteur est normalement inférieure à 5 kN, une freineuse de type tambour ou un porte-touret est normalement utilisé. 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 ayant une seule gorge en V. Des machines à gorge en V ont été réalisées avec deux réas ou plus, chacun ayant une simple gorge en V.

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

5.3.1.1 Généralités

Les caractéristiques générales et souhaitables relatives aux 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. Il convient que le système de freinage procure une tension mécanique constante au conducteur à toutes les vitesses de déroulage et maintienne cette tension même lorsque le déroulage est arrêté.

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

- b) Pour les installations de plusieurs conducteurs par phase (faisceau), il est souhaitable que tous les sous-conducteurs soient installés sous la même tension mécanique. Il convient que le dispositif de mise sous tension mécanique ait cette possibilité. Il convient également que les sous-conducteurs du faisceau proviennent de préférence du même lot de fabrication.

5.3.1.2 Choisir la capacité correcte de la freineuse

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

Il convient que la freineuse choisie pour chaque projet soit capable de tendre le conducteur en maintenant une garde suffisante au sol entre les pylônes et les autres obstacles à traverser.

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 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 Autres critères pour le choix des freineuses

Pour un projet particulier, il convient de prendre en compte les critères suivants pour le choix correct de la freineuse à utiliser.

- 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) Il convient que les réas et revêtements de la freineuse permettent, de préférence, le passage et le déroulage du conducteur dont la couche extérieure est normalement câblée à droite. 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 câblée à droite lors du passage du conducteur à travers les réas.
- e) Il est recommandé de guider le conducteur dans la gorge correcte des revêtements du réa depuis le touret de conducteur, par des guides ou des rouleaux placés dessous et de chaque côté du conducteur.
- 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 à déclenchement hydraulique, avec un ressort pour maintenir le conducteur à la tension mécanique de déroulage en cas de rupture d'un composant de la chaîne cinématique ou d'une défaillance de l'hydraulique. L'opérateur doit également pouvoir mettre en service et desserrer le frein de retenue à partir du poste de contrôle.
- g) Il convient que le poste de contrôle de la freineuse ait de préférence un ou des dynamomètres indiquant la tension mécanique de chaque conducteur ou sous-conducteur.
- h) Il convient que le châssis de la freineuse comprenne des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Comme les freineuses sont généralement montées sur des remorques et peuvent facilement bouger sur un sol humide ou instable, des ancrages de retenue sont recommandés.
- i) Le châssis de la freineuse doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.
- 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 approprié permettant de communiquer clairement avec l'opérateur du treuil et d'autres personnes participant à l'opération de déroulage doit être fourni.

5.3.2 Treuils

Les treuils sont construits suivant quatre types de base:

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

5.3.1.3 Other criteria for the selection of tensioners

The following 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. This means that, 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) 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 job site. 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 coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection, specifically when 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 operator and other persons participating in the stringing process shall be provided.

5.3.2 Pullers

Four basic types of conductor pullers exist:

- a) drum pullers;
- 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.

Les treuils-freineuses peuvent être soit du type à tambour, qui sont généralement utilisés pour le travail sur les lignes de distribution soit du type à réa pour le travail sur les lignes de transport. Ces machines peuvent intervenir comme treuils pour un câble de tirage. La même machine, intervenant à l'autre extrémité du canton de tirage, peut être également utilisée comme freineuse du conducteur.

Généralement, le diamètre des réas pour un treuil-freineuse est plus grand que celui d'un simple treuil, et les réas pour une treuil-freineuse auront des gorges garnies d'un matériau qui protégera la surface du conducteur des dommages, 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, il convient que les changements de vitesses du treuil soient réguliers.
- b) Le treuil doit avoir une puissance de traction suffisante pour démarrer le conducteur à pleine tension mécanique de déroulage après un arrêt.

5.3.2.2 Choix de la capacité correcte du treuil

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

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

5.3.2.3 Autres critères pour le choix des treuils

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

- a) Il convient que les réas du treuil aient des gorges en acier trempé pour des caractéristiques de résistance maximale si le treuil est destiné à être utilisé avec un câble de tirage 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 du centre du tambour, inférieur à 20 fois le diamètre du câble, en particulier si on utilise un câble de tirage en acier. Avec certains types de câbles de tirage en acier, un rapport supérieur du diamètre du câble au diamètre du réa peut être souhaitable, et il convient de consulter le fabricant du câble.

Si le treuil doit être utilisé pour dérouler le conducteur ancien qui est utilisé comme câble de tirage pour le nouveau conducteur, le diamètre des réas du treuil ou du centre du tambour doit être au moins 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 à déclenchement hydraulique, avec un ressort pour maintenir le câble de tirage à la tension de déroulage en cas de rupture de la chaîne cinématique ou durant un arrêt normal. L'opérateur doit également pouvoir mettre en service ou libérer le frein de retenue à partir du poste de contrôle.
- d) Il convient que le poste de contrôle du treuil ait, de préférence, un dynamomètre de tirage incluant un dispositif de surcharge qui peut être réglé à l'avance par l'opérateur à la valeur maximale pouvant être tirée. Les treuils équipés avec ce dispositif de surcharge 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 le canton de tirage.

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 the 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 Choosing the correct capacity of puller

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

The puller size chosen for any particular project shall take into account the stringing tension per conductor, the number of conductors 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

Other criteria for the selection of pullers are as follows.

- 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 also be able to apply and release the holding brake from the control console.
- d) The puller control console should preferably have a linepull indicating gauge including an overload device, which can be preset by the operator to a maximum pulling value. Pullers fitted with an overload device shall automatically stop when this level of linepull is reached. This will prevent the puller from continuing to pull up to dangerous levels if the conductor, rope or running board become snagged and held somewhere along the pull section.

- e) Il convient 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 tirage.
- f) Il convient que le câble de tirage soit guidé dans la gorge correcte du réa depuis le pylône grâce à des guides ou des rouleaux placés sous le câble de tirage et de chaque côté de celui-ci. Il est également préférable que des rouleaux-guides similaires soient utilisés pour guider le câble de tirage depuis les réas jusqu'à l'enrouleuse.
- g) Il convient que le châssis du treuil incorpore des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Comme les treuils sont généralement montés sur des remorques et bougent donc facilement sur un sol humide ou instable, des ancrages de maintien sont recommandés.
- h) Le châssis du treuil doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.
- i) 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.
- j) La capacité de l'opérateur à entendre clairement les instructions de travail pendant que le treuil fonctionne est importante. Un système de communication approprié, permettant de communiquer clairement avec l'opérateur de la freineuse et d'autres personnes participant à l'opération de déroulage doit être fourni.

5.3.3 Enrouleuses

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

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

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

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

5.3.3.1 Critères pour le choix des enrouleuses

Les critères pour le choix des enrouleuses sont les suivants.

- a) Les enrouleuses possèdent quelquefois un système de guide-câble d'enroulage qui aide à enrouler régulièrement le câble de tirage autour du touret et empêche un enroulage irrégulier qui pourrait occasionner un enchevêtrement du câble sur le touret.
- b) Il convient que l'enrouleuse puisse recevoir un touret de câble de tirage de la taille et du poids conformes au projet.
- c) Il est nécessaire de déconnecter la commande de pilotage de l'enrouleuse pendant la partie de l'opération de déroulage qui consiste à dérouler le câble de tirage depuis le treuil jusqu'à la freineuse du canton de tirage. Dans ce cas, l'enrouleuse a généralement un frein qui prévient l'emballement afin d'empêcher le tambour de continuer à tourner quand l'opération de tirage du câble est arrêtée.
- d) Il doit y avoir un frein de retenue ou un frein par rotation inversée incorporé dans la chaîne cinématique de l'enrouleuse afin de maintenir le câble de tirage à une tension normale entre l'enrouleuse et les réas du treuil en cas de rupture de la chaîne cinématique ou durant un arrêt normal.

- e) 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 job site. Since pullers are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable earth, holding anchors are recommended.
- h) The puller frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination which would prevent a good electrical connection, specifically when attaching an earth clamp.
- i) 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.
- j) The operator's ability to clearly hear work instructions while the puller is operating is important. A suitable communication system with ability to communicate clearly with the tensioner operator and other persons participating in the stringing process shall be provided.

5.3.3 Reel winders

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

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

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

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

5.3.3.1 Criteria for choosing reel winders

The criteria for choosing reel winders are as follows:

- a) Reel winders sometimes have a levelwind system to help wind the pulling rope evenly across the rope drum and prevent uneven build-up that could cause snarling of the rope on the drum.
- b) The reel winder should be able to accommodate the size and weight of the pulling rope drum to be used on the project.
- c) It is necessary to disconnect the 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 shall be a holding brake or reverse motion brake incorporated in the reel winder drive train so as to hold the pulling rope at normal tension between the reel winder and the puller bullwheels in case of a drive train failure, or during a normal stop sequence.

- e) Si l'enrouleuse ne fait pas partie intégrante du treuil, il convient que son châssis comporte des brides d'ancrage correctement dimensionnées pour fixer les ancrages au sol afin de maintenir la machine en place sur le site de travail. Des ancrages de fixation sont recommandés puisque les enrouleuses sont habituellement montées sur des remorques, et bougent facilement sur des sols humides ou instables.
- f) Si l'enrouleuse ne fait pas partie intégrante du treuil, son châssis doit comprendre une bride ou une barre de mise à la terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un étau de terre.

5.3.4 Porte-tourets de déroulage

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

5.3.4.1 Critères pour le choix des porte-tourets de déroulage

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

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

5.3.5 Treuil de câble pilote

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

Les treuils de câble pilote sont fréquemment utilisés pour tirer le câble de garde.

5.3.6 Câble pilote, câble de tirage

Un câble de tirage utilisé sur un chantier de ligne de transport est généralement un câble métallique en acier de haute résistance spécialement fabriqué pour cet usage. Des câbles synthétiques de haute résistance ont été utilisés dans ce but, mais généralement seulement pour tirer un seul conducteur par phase.

- e) If the reel winder is not an integral part of the puller, the reel winder frame should incorporate adequately sized anchor lugs for attachment of anchors to hold the machine in place on the job site. Since separate reel winders are typically trailer mounted, and will move easily on wet or unstable earth, holding anchors are recommended.
- f) If the reel winder is not an integral part of the puller, the reel winder frame shall incorporate an earthing lug or bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection specifically when attaching an earth clamp.

5.3.4 Reel stands

Reel stands 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 reel stands by crane, or other lifting means.

One reel stand is required for each subconductor of the phase.

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

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

5.3.4.1 Criteria for choosing reel stands

Criteria for choosing reel stands are as follows:

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

5.3.5 Pilot rope puller

Pilot rope pullers 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.

Un 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 son aptitude à ne pas vriller, particulièrement puisque le câble est tendu sur de longues distances. Il convient que le câble ne transmette pas de vrillage ou de tournoiement excessifs au conducteur ou au palonnier de déroulage.

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

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

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

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

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

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

5.3.7 Poulies de déroulage

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

Sur les gros pylônes d'angle, la poulie de déroulage peut être suspendue directement à la poutre ou à la console du pylône. 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 gros pylônes d'angle, il convient que les poulies de déroulage soient 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 transport 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 en des réas de conducteur protégés – un pour chaque sous-conducteur.

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.

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 and with use, the surface of the synthetic rope becomes sufficiently contaminated to be 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 as follows:

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

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

5.3.7 Stringing blocks

Stringing blocks are 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 garnitures 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, polychloroprène, polyuréthane ou autre élastomère.

Le polyuréthane est quelquefois utilisé quand 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 conducteur unique ou pour un réa de câble de tirage sur des poulies de déroulage de sous-conducteurs en nombre impair par phase (par exemple trois sous-conducteurs par phase).

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

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

La charge de la poulie de déroulage spécifiée par le fabricant ne doit pas être dépassée. Un soin particulier doit être apporté aux poulies de déroulage utilisées sur des pylônes d'angle afin de s'assurer qu'elles ne sont pas en surcharge durant l'opération de réglage. Dans certains cas, on utilise plus qu'une poulie de déroulage sur les pylônes d'angle afin de répartir la charge.

5.3.7.1 Critères pour le choix des poulies de déroulage

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

- a) En vue de meilleurs résultats durant les opérations de déroulage et de réglage, il convient que le diamètre minimal du fond de chaque gorge du réa du conducteur (appelé quelquefois diamètre radial) soit de:

$$D_s = 20D_c - 10$$

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

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

- b) Il convient que la profondeur minimale de la gorge du réa soit de:

$$D_g = 1,25D_c$$

- c) Il convient que le rayon minimal de la gorge au fond de la gorge soit de:

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

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

- d) Il convient 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 comprimés 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, polychloroprene, polyurethane or other elastomer.

Polyurethane 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 Criteria for choosing stringing blocks

Criteria for choosing stringing blocks are as follows.

- 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:

$$D_s = 20D_c - 10$$

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

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

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

$$D_g = 1,25D_c$$

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

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

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) Il convient que le châssis de la poulie de déroulage permette une ouverture supérieure ou latérale pour l'enlèvement facile des conducteurs durant l'opération de mise sur pinces.
- f) Il convient que la gorge de la poulie de déroulage, ou l'emplacement à travers lequel passe le conducteur, soit conçue pour permettre le passage sans secousse d'un palonnier de déroulage dans le cas d'un faisceau, ou de manchons comprimés du conducteur, d'émerillons, de boucles du câble de tirage, etc. Il convient que ces objets n'entrent pas en contact avec le châssis de la poulie.

5.3.8 Terre de 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 à la terre.

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

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

Quelques caractéristiques importantes d'une terre roulante sont:

- a) elle doit être capable de résister à un courant symétrique de 20 000 A pendant 20 périodes;
- b) elle doit avoir un piquet de terre, sans peinture ni autre revêtement ou contamination de surface qui nuirait à la connexion électrique, spécialement lorsqu'on fixe un câble de terre avec un étau de terre tel qu'illustré à la Figure 7b;
- c) la terre roulante doit être d'une conception telle que le manchon comprimé du conducteur, les chaussettes avec émerillons ou les jonctions de câble passeront à travers la terre roulante sans avoir à être démontés du conducteur ou du câble. La terre roulante doit être attachée fermement au câble ou au conducteur;
- d) les réas sont normalement en aluminium pour les terres roulantes utilisées sur des conducteurs et en acier trempé pour les terres roulantes utilisés sur des câbles de tirage/pilotes;
- e) la terre roulante doit avoir un point de fixation pour une corde d'ancrage qui maintienne la terre immobile pendant que le conducteur ou le câble la traverse. Le câble de terre ne doit jamais être utilisé comme ancrage.

5.3.10 Chariot

Un chariot est une cabine ou un 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 cela est nécessaire.

- 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:

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

- a) it shall be capable of withstanding a current of 20 000 A symmetrical for 20 cycles;
- b) it shall have an earthing bar, free of paint or other coating or surface contamination, which would prevent a good electrical connection specifically when attaching an earth cable with earth clamp as shown in Figure 7b;
- c) it shall be of such a design that conductor compression joints, woven wire mesh joints with swivels, or rope joints will pass through the running earth without having to be removed from the conductor or rope. The running earth shall be held tightly on the rope or conductor;
- d) the sheaves are normally of aluminium for running earths used on conductors, and of hardened steel for running earths used on steel pulling/pilot rope;
- e) the running earth shall have an attachment point for an anchor rope which will hold the earth stationary while the conductor or rope moves through it. The earthing cable shall never be used as an anchor.

5.3.10 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.

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

Les chariots 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 roue, sans moyen de propulsion à moteur. Le chariot est soit tiré le long du conducteur par l'opérateur du chariot soit remorqué à partir du sol au moyen d'un câble synthétique attaché au chariot;
- b) les chariots à énergie manuelle, qui peuvent être construits selon un modèle similaire à une bicyclette. Le chariot est suspendu sous les conducteurs à partir de supports de roue. Ces roues trouvent leur force de propulsion de l'énergie d'un ensemble pédale et chaîne. L'opérateur fait face vers 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 sous le conducteur par des supports de roue, 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.

5.3.10.1 Généralités

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-unes des roues fourniront l'énergie de traction ou de propulsion pour les chariots motorisés;
- 3) de même que les roues libres, elles fournissent l'espacement correct des faisceaux de conducteurs afin que l'entretoise puisse être installée facilement.

Les roues, ou les roues et leurs supports, sont généralement conçues pour se balancer loin du conducteur afin d'aider à placer initialement le chariot sur le conducteur, ou pour permettre au chariot de passer autour des supports d'isolateur.

Pour les chariots motorisés, il convient que les roues motrices soient garnies d'un élastomère qui fournit la friction nécessaire pour propulser le chariot et également protège la surface du conducteur des dommages. Il convient que la garniture de la poulie ne soit pas considérée comme conductrice, puisque généralement l'élastomère présente une résistance élevée au passage du courant.

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

Il convient que la gorge des roues soit telle que le conducteur tende à se maintenir au centre de la roue 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 comprimés du conducteur.

Il convient qu'un chariot motorisé soit 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 carburant pour le moteur. Des moteurs diesel ont été utilisés, mais très rarement à cause de l'inconvénient du poids.

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.

5.3.10.1 General criteria

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, are usually 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.

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.

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

Pour les chariots motorisés, il convient que le levier de commande soit du type «à sécurité positive» revenant au point mort lorsqu'il est relâché.

Il convient que le moteur soit placé de façon telle que l'opérateur ne puisse pas entrer facilement en contact avec les parties chaudes ou les parties tournantes, tout en ayant un accès raisonnable au cordon de démarrage et au réservoir de carburant.

Le pupitre de commande d'un chariot motorisé doit être muni d'un bouton de panique gros et visible, qui permette de couper le moteur.

Il convient que les commandes du moteur (papillon des gaz) et de l'hydraulique soient placés dans un endroit facilement accessible par l'opérateur. Les chariots sont généralement conçus pour travailler selon une seule configuration (nombre de conducteurs par phase) et une seule distance entre conducteurs. L'utilisation d'un chariot dans toute 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 à différents espacements entre conducteurs et nombres 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 nécessaire au travail, il convient que le chariot ne porte pas le conducteur si bas qu'il en résulterait une garde inadéquate avec les lignes sous tension ou les portiques de protection lors d'un croisement sous le conducteur sur lequel on travaille. Cela est aussi vrai pour les traversées de routes, de 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, tout en étant résistant, et qu'il possède une bonne capacité de charge.

Il convient que la conception du chariot prenne en compte le poids de l'opérateur, ou des opérateurs, des outils et du matériel à transporter. De plus, si un câble de remorquage est nécessaire, il convient que la conception prenne 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 fixée au châssis du chariot en un endroit bien visible.

Il convient que tous les chariots aient un frein de retenue manuel qui soit s'agrippera sur le conducteur soit freinera au moins deux des roues supports ou des roues motrices.

Pour un positionnement correct des entretoises ou des entretoises/amortisseurs dans la portée, il est recommandé d'avoir dans le chariot un compteur de distance avec remise à zéro, avec la roue motrice en contact avec le conducteur.

Il convient que les chariots aient des fixations de levage à des points pratiques sur le châssis pour permettre aux câbles ou aux élingues d'être attachés lorsque le chariot doit être soulevé et placé sur le conducteur.

Il convient que le chariot possède au moins un câble de sécurité avec chaque extrémité connectée au châssis du chariot à des 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 ou des conducteurs. Il convient que les chariots motorisés de plus grande taille possèdent deux câbles de sécurité, un à chaque extrémité du chariot.

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 control lever for powered conductor cars should be of the “fail safe” type, returning to the neutral/stop position if released.

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.

The control console of a powered conductor car shall have a large, visible panic button which will shut off the engine.

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 numbers 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.

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.

Il convient que chaque câble de sécurité soit suffisamment solide pour porter le poids de l'opérateur, des outils et du chariot, avec une limite de charge de 1/10 de la charge de rupture du câble.

Il convient que le câble de sécurité ait des crochets de sécurité au moins à une extrémité pour pouvoir être retiré facilement d'un point d'ancrage.

Il convient que l'opérateur du chariot boucle autour du ou des conducteurs sa corde de protection en cas de chute, lorsqu'il se déplace dans le chariot. Il est recommandé que les chariots du type bicyclette possèdent également 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 très résistant 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 et une trousse de premiers secours localisés dans un endroit facilement accessible.

Il convient que les chariots avec des roues garnies aient également une roue pour l'induction qui sera une roue tout en aluminium en contact avec l'un des conducteurs et avec un circuit 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 communication, 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.

Il est recommandé que le chariot ait une corde propre et sèche en matériau isolant, d'une longueur telle qu'elle puisse atteindre le sol, de sorte que le matériel puisse être hissé au chariot et que l'opérateur puisse descendre en rappel au sol en cas d'urgence. Il convient que cette corde soit fixée au chariot au moyen d'une liaison isolée. La corde aura une limite de charge d'utilisation de 1/10 de sa charge de rupture pour pouvoir hisser les charges prévues.

5.3.10.2 Chariots pour travaux sous tension

Les chariots utilisés comme outil d'entretien pour les travaux sous tension méritent une mention particulière. Ces chariots sont généralement conformes aux exigences ci-dessus sauf pour les points suivants.

- a) toutes les pièces du chariot 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 garde inadéquate d'un autre conducteur sous tension ou d'autres objets, ce qui pourrait provoquer un amorçage.

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

Une précaution spéciale doit être prise pour s'assurer que la corde ou la chaîne de remorquage est vraiment isolante. Il convient que cette corde de remorquage soit constamment maintenue propre et sèche.

5.4 Communications

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

Each safety rope should be strong enough to hold the weight of the operator, the tools and the car, with a working load limit of 1/10 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 multi-purpose fire extinguisher and an approved first aid kit 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 radio-communication 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.

It is recommended that the car have a clean and dry rope made of an insulating material, of such length as to reach the ground so that equipment can be lifted to the car and to allow the operator to rappel to ground level from the car in case of emergency. Such rope should be attached to the car with an insulating link. The rope will have a working load limit of 1/10 of the rope's breaking strength to accommodate the lifted loads anticipated.

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

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

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

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

6 Exigences spéciales pour mises à la terre

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

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

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

Par contre, pour un projet dans une zone congestionnée exposée à de nombreuses lignes sous tension en parallèle ou croisées, et/ou avec une probabilité élevée d'activité orageuse et de conditions météorologiques défavorables, des exigences **maximales** de mise à la terre doivent être appliquées.

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

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

Les Figures 6a, 6b, 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 risques électriques dus à l'une quelconque des possibilités décrites à l'Article 4 sont sévères et nécessitent des exigences **maximales** de mise à la terre.

En plus de s'assurer que les sectionneurs sur la nouvelle ligne en construction sont ouverts, des mises à la terre et d'autres mesures de protection doivent être employées afin d'assurer une protection raisonnable et adaptée à tout le personnel. La meilleure précaution de sécurité consiste à considérer tout le matériel comme s'il pouvait être mis sous tension à tout instant. Le niveau de protection fourni pour un projet spécifique doit être une décision du directeur de projet, soumise seulement aux réglementations applicables à ce sujet et 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 années 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, and persons at intermediate check points.

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

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

6 Special earthing requirements

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

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

In contrast to the above, for a project located in a congested area involving exposure to numerous energized parallel lines or the crossing of existing energized lines, and/or where there is a high probability of thunderstorm activity and adverse weather conditions, **maximum** earthing requirements shall be used.

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

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

Figures 6a, 6b, 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 made by the project supervisor, subject only to the applicable regulations in force for that situation, and based on a clear understanding of the potential hazards. However, this Technical Report gives recommendations on earthing systems that have been developed over a number of years, and have proved effective.

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

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

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, sauf indication contraire spécifique.

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

6.1.1 Utilisation des piquets de terre

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

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

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

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

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

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

6.1.1.1 Utilisation des perches de terre

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

6.1.1.2 Nettoyage des connexions

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

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

6.1 Work site earthing systems

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 Use of earth rods

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

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

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

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

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

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

6.1.1.1 Use of earthing sticks

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

6.1.1.2 Cleaning of connections

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

6.1.1.3 Pose/dépose (retrait) des étaux de terre

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

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

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

6.1.2 Mises à la terre de l'équipement

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

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

6.1.3 Mise à la terre des conducteurs, des câbles de garde, des câbles métalliques et synthétiques

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 tirage métallique devant le treuil sur le site de tirage. Il convient que la terre roulante soit également raccordée à la maille de terre et aux terres de l'équipement.

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

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

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

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

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

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

6.1.1.3 Installation/removal of earth clamps

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

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

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

6.1.2 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 Earths for conductor, earthwire, metallic and synthetic rope

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.

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 current. Experience has shown that, if the synthetic rope is stretched from the pull site to the tension site and is allowed to sit for a period of time, localized heating of the surface of the rope will occur at all contact points with an earth. In severe cases, this will cause localized burning of the rope, and may result in 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 earthwires

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 Terres pour l'installation de manchons de jonction en mi-portée, sur conducteurs ou câbles de garde

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

Dans ce procédé, 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 réalise 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 qu'un ouvrier quelconque entre en contact avec quelque conducteur que ce soit. 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 pour mise sur pince des conducteurs ou des câbles de garde

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

6.1.7 Terres pour l'installation de ponts de continuité du conducteur

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

6.1.8 Terres des poulies de déroulage

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

Les terres des poulies de déroulage sont 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, il est alors pratique courante de mettre à la terre le châssis seulement et de ne pas utiliser une terre de poulie de déroulage.

Généralement, la poulie de déroulage est suspendue sous la chaîne d'isolateur, cependant, sur les gros pylônes d'angle, 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. D'autres conceptions de maille de terre, avec des dimensions de maillage et des constitutions différentes peuvent être acceptées à condition qu'elles répondent aux critères suivants.

La maille de terre est un ensemble constitué de conducteurs dénudés interconnectés et d'un filet métallique avec des piquets de terre. La maille de terre est placée sur le sol sous l'équipement aux sites de tirage, de freinage et de manchonnage.

6.1.5 Earths 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 stick, before any workman makes contact with any conductor. If this is not done, the workman could find himself placed in a series connection with the conductor ends and be subject to dangerous levels of voltage and current from induction.

6.1.6 Earths 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 for installation of jumper loops for the conductor

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

6.1.8 Stringing block earths

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

Stringing block earths are 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 a 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. Other earth mat designs with a different mesh size and construction are acceptable provided they meet the following criteria.

The earth mat is a system of interconnected bare conductors, and a metallic mesh with earth rods. The earth mat is placed on the ground under the equipment at pull, tension and compression joint sites.

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

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

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

Les conducteurs de maille et les piquets de terre doivent être interconnectés. Tout l'équipement, les structures, les ancrages, les câbles de tirage, les câbles pilotes, le conducteur, les câbles de garde à l'intérieur de la maille doivent être connectés à celle-ci. L'équipement doit être raccordé par des terres de type A directement aux piquets de terre, et non par l'intermédiaire du filet de la maille de terre.

Lorsqu'on sait que l'induction est un problème sérieux, il convient de prendre 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 maille avec quelqu'un à l'extérieur de la maille.

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

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

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

6.2.1 Procédures générales

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

6.2.1.1 Choix correct de l'équipement

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

6.2.1.2 Vérification de l'équipement avant utilisation

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

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

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

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

Mat conductors and earth rods shall be interconnected. All equipment, structures, anchors, pulling ropes, pilot ropes, conductor, earthwires within the mat area shall be bonded to it. The equipment shall be connected by type A earths to the earth rods directly, and not via the earth mat mesh.

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 insulating mat. The double barrier prevents contact between a person or object inside the mat area with someone outside the mat area.

6.2 General procedures and use of earthing systems

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

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

6.2.1 General procedures

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

6.2.1.1 Choosing the correct equipment

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

6.2.1.2 Pre-work check of equipment

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

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

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

6.2.1.3 Réunion préalable

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

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

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

6.2.1.4 Personnel qualifié

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

6.2.2 Installation du câble pilote ou de tirage

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

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- sur les sites de freinage et de tirage, tout l'équipement de déroulage du conducteur doit être mis à la terre par un système 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 le touret de câble. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, il convient de ne pas utiliser de terres roulantes (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 par un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a), jusqu'à ce que le câble soit prêt à être attaché au conducteur; les dispositifs de mise à la terre de type B doivent alors être installés sur les sites de freinage et de tirage à chaque extrémité du câble.

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

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

6.2.1.3 Pre-work conference

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

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

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

6.2.1.4 Trained operators

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

6.2.2 Installation of the pilot or pulling rope

When installing the pilot or pulling rope in the stringing blocks on each 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 that the installation is isolated;
- 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

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- il convient que tous les câbles métalliques aient un lien non conducteur, qui peut être un câble non conducteur, 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);
- le premier pylône à l'avant du treuil et le premier pylône à l'avant de la freineuse, ainsi qu'un pylône sur trois doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tels que le remplacement d'un conducteur sur un côté du pylône avec un circuit sous haute tension de l'autre côté de celui-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque pylône, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées (voir 6.1.3).

6.2.3 Déroulage des conducteurs

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

Minimum

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

Maximum

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection 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;
- 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 first structure in front of the puller and 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 unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used (see 6.1.3).

6.2.3 Stringing of conductors

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

Minimum

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

- 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 qu'un pylône sur trois doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tels que le changement d'un conducteur sur un côté du pylône avec un circuit sous haute tension de l'autre côté de celui-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque pylône, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées (voir 6.1.3).

6.2.4 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 (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
 - tout conducteur doit être mis à la terre avant le manchonnage par un système de mise à la terre de type C (voir Figure 7c);
- NOTE S'il est prévu de réaliser un manchon de compression en milieu de portée, il convient de descendre le conducteur au niveau du sol et, une fois le manchon réalisé, le remonter 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).

Maximum

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- tout manchonnage à l'avant de la freineuse ou à mi-portée doit être fait à l'intérieur d'une zone de maille de terre de type G (voir Figure 7g). Tous les ancrages provisoires pour le conducteur doivent être localisés dans la zone de maille de terre;
- le conducteur doit être mis à la terre de chaque côté de la zone de manchonnage en milieu de portée en utilisant un système de mise à la terre de type C (voir Figure 7c). Le piquet de terre doit être raccordé à la maille de terre;
- le premier pylône à l'avant du treuil et le premier pylône à l'avant de la freineuse, ainsi qu'un pylône sur trois doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tels que le changement d'un conducteur sur un côté du pylône avec un circuit sous haute tension de l'autre côté de celui-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque pylône, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, les mises à la terre de poulie de déroulage ne doivent pas être utilisées (voir 6.1.3).

- all conductor stringing equipment shall be located in a type G earth mat area (see Figure 7g);
- the first structure in front of the puller and 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 unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used (see 6.1.3).

6.2.4 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 that the installation is isolated;
- 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 should 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

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 shall be located in the earth mat area;
- the conductor shall be earthed on each side of a mid-span splicing area using a type C earth system (see Figure 7c). The earth rod shall be connected to the earth mat;
- the first structure in front of the puller and 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 unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths shall not be used (see 6.1.3).

6.2.5 Réglage des conducteurs

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

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- lors du réglage, tous les conducteurs doivent avoir un système 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 est mentionné ci-dessus, ajouter:

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- le tracteur de réglage doit être mis à la terre par un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a);
- tous les ancrages provisoires pour les conducteurs doivent être localisés dans une zone de maille de terre (voir Figure 7g);
- le premier pylône à l'avant du treuil et le premier pylône à l'avant de la freineuse ainsi qu'un pylône sur trois doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tels que le changement d'un conducteur sur un côté du pylône avec un circuit sous haute tension de l'autre côté de celui-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque pylône, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, il convient de ne pas utiliser les mises à la terre de poulie de déroulage (voir 6.1.3).

6.2.6 Mise sur pince des conducteurs

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

Minimum

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

Maximum

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

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

6.2.5 Sagging of conductors

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

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection, and verify that the installation is isolated;
- during sagging, all conductors shall have 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 first structure in front of the puller and 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 unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.6 Clipping-in conductors

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

Minimum

- an open switch (isolator) at all ends of the line being worked on. Secure against re-connection, and verify that the installation is isolated;
- at the tower where the clipping-in takes place, all 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 conductors shall be located in an earth mat area (see Figure 7g);

- le premier pylône à l'avant du treuil et le premier pylône à l'avant de la freineuse, ainsi qu'un pylône sur trois doivent avoir une mise à la terre de poulie de déroulage de type F (voir Figure 7f). Dans les cas importants d'induction, tels que le changement d'un conducteur sur un côté du pylône avec un circuit sous haute tension de l'autre côté de celui-ci, il est recommandé d'avoir des terres de poulies de déroulage à chaque pylône, à moins d'utiliser d'autres méthodes de compensation de l'induction. Si les poulies de déroulage possèdent des réas sans garniture, elles peuvent être mises à la terre par leur châssis. Toutefois, il convient de noter que la mise à la terre à travers le châssis peut conduire à une légère augmentation de la résistance du circuit de mise à la terre, par rapport à une mise à la terre directe sur le conducteur. Pour les câbles de tirage ou les câbles pilotes synthétiques, il convient de ne pas utiliser les mises à la terre de poulie de déroulage (voir 6.1.3).

6.2.7 Ancrage et installation des ponts de continuité

Une fois le réglage achevé, lorsque le conducteur est déroulé et ancré à la chaîne d'ancrage d'un pylône ou lorsque les ponts de continuité du pylône d'ancrage sont installés, il est exigé ce qui suit.

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- 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 système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a);
- lorsque le conducteur est attaché au pylône d'ancrage, et/ou lorsque les ponts sont prêts à être installés, tous les conducteurs de la phase de chaque côté du pylône 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 étaux de terre doivent être placés sur le conducteur à l'extérieur de la zone de travail.

Maximum

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées.

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

- le châssis de la grue doit être mis à la terre par un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a). Le châssis de la grue doit également être mis à la terre au pied du pylône par un système de mise à la terre de type A lorsqu'on travaille sur un pylône en acier;
- les ponts et les conducteurs doivent être mis à la terre par un système de mise à la terre de type E (voir Figure 7e) et l'extrémité libre du pont également connectée à la flèche ou au bras de la grue;
- une grille métallique doit être utilisée au fond d'une nacelle non conductrice et être reliée au conducteur et au pont. Les nacelles métalliques doivent être reliées au conducteur et au pont;
- l'opérateur de la grue doit demeurer dans la grue en tout temps lorsque celle-ci est connectée au conducteur de quelque façon que ce soit. On ne doit permettre à personne au sol de toucher la grue lorsqu'elle est reliée au conducteur.

- the first structure in front of the puller and 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 unless other methods of compensating for the induction are used. If the stringing blocks have unlined sheaves, they can be earthed through their frames. However, it should be noted that earthing through the frame may provide a slightly higher resistance path to earth compared to earthing directly on the conductor. Where synthetic pulling or pilot ropes are used, stringing block earths should not be used (see 6.1.3).

6.2.7 Dead-ending and installation of jumper loops

When, after sagging has been completed, the conductor is terminated and anchored to the horizontal insulator string at an anchor structure, 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 that the installation is isolated;
- 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

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 when working on a steel tower;
- the jumper loops and conductor 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 shall be used on the bottom of a non-conductive man bucket, and shall be bonded to the conductor and jumper loop. For metallic man buckets, the bucket shall be bonded to the conductor and jumper loop;
- the crane operator must stay in the crane at all times when it is connected to the conductor in any way. No one at ground level shall be allowed to touch the crane when it is connected to the conductor.

6.2.8 Pose d'entretoises

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

Minimum

- un sectionneur ouvert (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- pour la section de la ligne sur laquelle il est prévu de poser des entretoises, 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 système de mise à la terre de type D (voir Figure 7d);
- en entrant dans le chariot, il convient que l'opérateur s'assure que le chariot est au même potentiel que l'opérateur, avant le contact. Cela peut être réalisé 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 hauteur d'un pylône et descendre le long de celui-ci, il doit tout d'abord mettre à la terre le chariot à la structure du pylône en utilisant un système de mise à la terre de type A (voir Figure 7a).

Maximum

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle quand un contact physique peut se produire suite à un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- le chariot doit avoir, soit des roues métalliques nues en contact avec les conducteurs, soit un galet de contact chevauchant le conducteur en permanence;
- si le chariot doit être hissé par l'opérateur pour contourner l'accrochage de la chaîne d'isolateurs à chaque pylône, le chariot doit être relié électriquement au conducteur avant d'être soulevé, et la pince de liaison 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.

6.2.9 Travail spécial sur les conducteurs

Durant l'installation des conducteurs ou durant les procédures d'entretien hors tension, il est souvent nécessaire de poser des manchons de réparation, d'installer des balises pour les avions ou 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 (isolateur) à toutes les extrémités de la ligne sur laquelle on travaille. S'assurer contre sa fermeture et vérifier que l'installation est isolée;
- 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 à un point de terre au début et à la fin de la section de travail à l'aide d'un système de mise à la terre du type D (voir Figure 7d);
- en entrant dans le chariot, il convient que l'opérateur s'assure que le chariot est au même potentiel que l'opérateur avant le contact. Cela peut se faire en laissant d'abord le chariot entrer en contact avec le câble auquel l'opérateur est connecté, ou en connectant d'abord le chariot à l'aide d'une perche de liaison;

6.2.8 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 that the installation is isolated;
- 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

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.

6.2.9 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 that the installation is isolated;
- 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;

- lorsque l'opérateur désire sortir du chariot à hauteur d'un pylône et descendre le long de celui-ci, il doit d'abord mettre à la terre le chariot à la structure du pylône en utilisant un système de mise à la terre du type A (voir Figure 7a).

Maximum

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

- la neutralisation des réenclencheurs automatiques sur toutes les lignes sous tension traversées ou sur les lignes sous tension en parallèle lorsque des contacts physiques peuvent survenir à la suite d'un accident;
- des portiques de protection au-dessus de toutes les lignes sous tension traversées;
- le chariot doit avoir, soit des roues métalliques nues en contact avec les conducteurs, soit un galet de contact chevauchant le conducteur en permanence;
- si le chariot doit être hissé par l'opérateur pour contourner l'accrochage de la chaîne d'isolateurs à chaque pylône, le chariot doit être relié électriquement au conducteur avant d'être soulevé et la pince de liaison 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.

6.2.10 Alimentation en carburant

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

Minimum

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

Maximum

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

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

7 Essai de l'équipement

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

7.1 Nombre d'essais de type

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

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

- 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;
- 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.

6.2.10 Fuelling

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

Minimum

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

Maximum

In addition to the above add:

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

7 Testing of equipment

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

7.1 Number of type tests

Each new design of stringing block earth or running earth shall undergo the type tests detailed in this clause. At least two successful tests on these earths, effected in sequence, shall be accomplished to 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 Installation pour l'essai de type

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

7.3 Critère d'acceptation de l'essai de type

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

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

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

- a) des courants de défaut produits par un contact accidentel du conducteur en cours d'installation avec des lignes de distribution existantes sous tension. Cela peut se produire quand le nouveau circuit passe au-dessus de la ligne de distribution existante;
- b) les coups de foudre;
- c) les tensions et courants induits.

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

7.2 Type test set-up

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

7.3 Type test acceptance criterion

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

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 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.

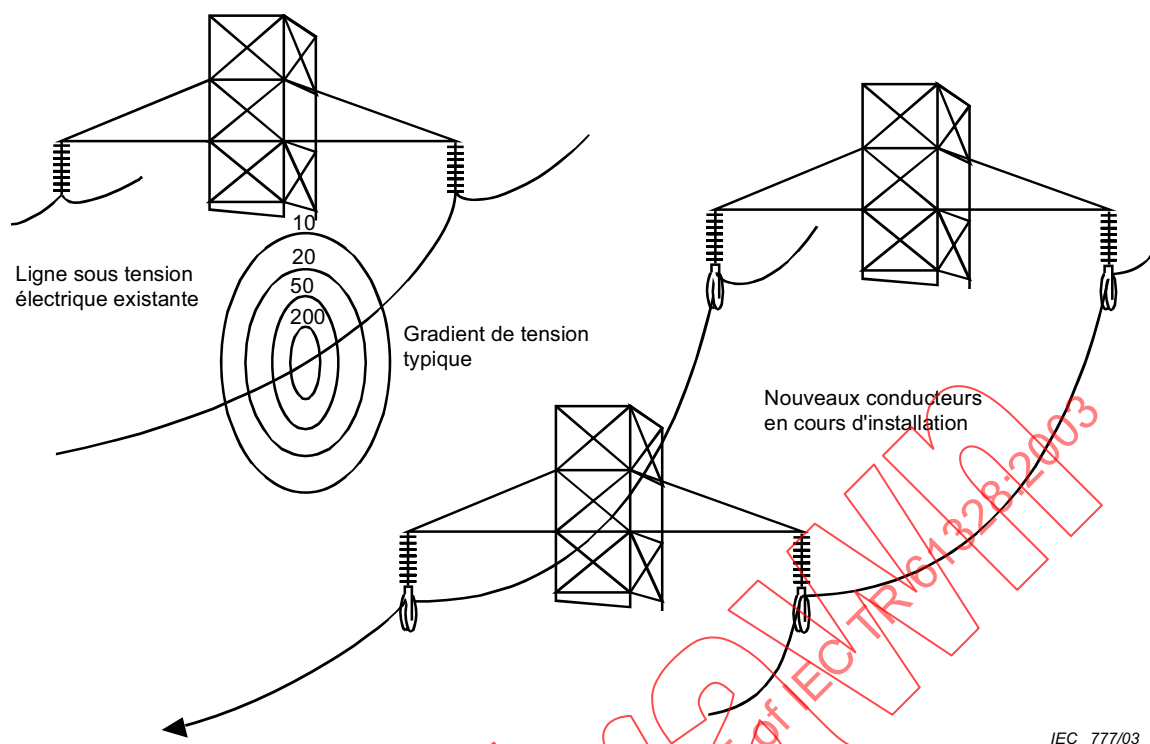


Figure 1a – Vue schématique

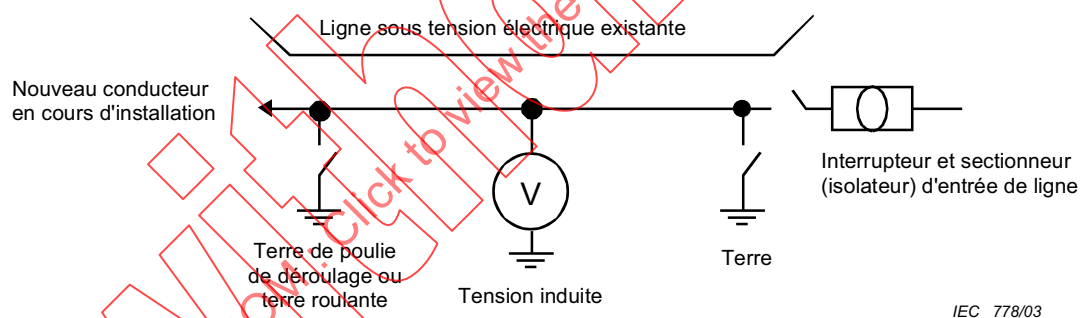


Figure 1b – Diagramme

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

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

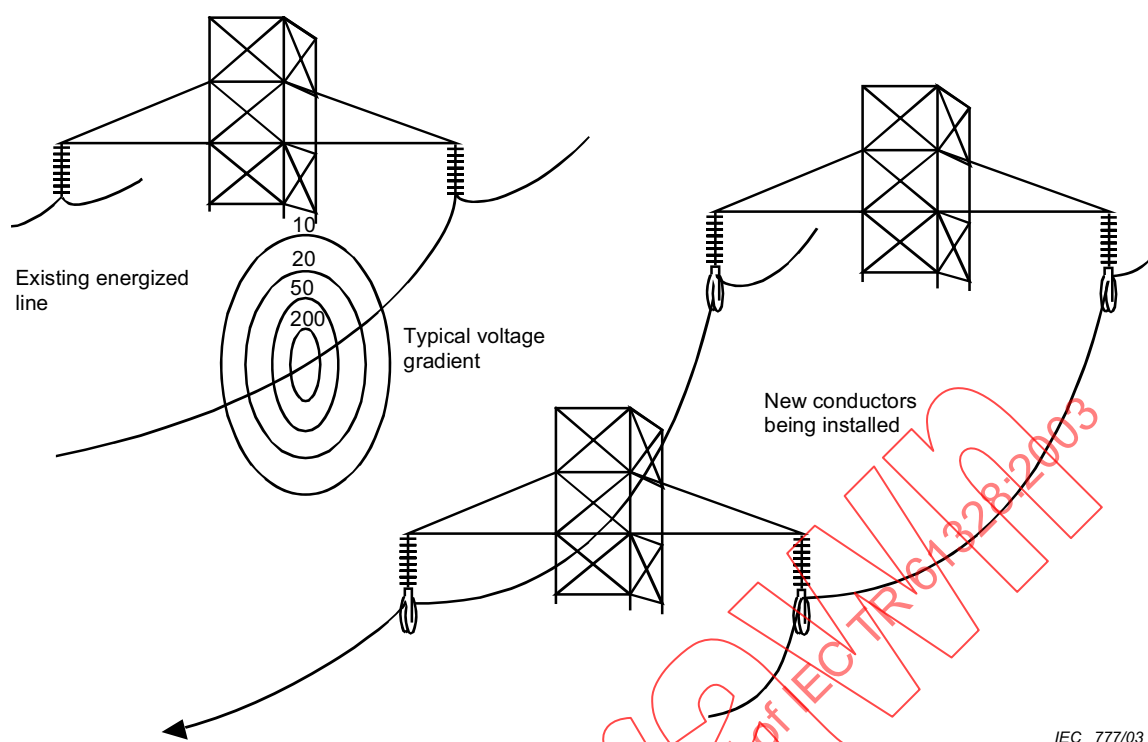


Figure 1a – Pictorial view

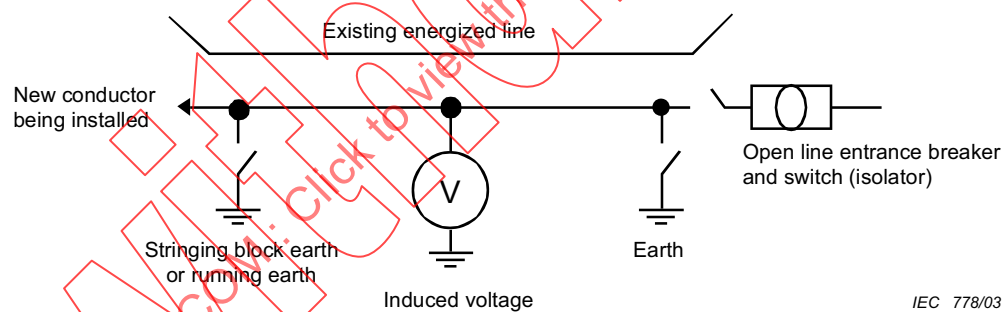


Figure 1b – Diagrammatic view

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

Figure 1 – Electric field induced voltage on a parallel conductor

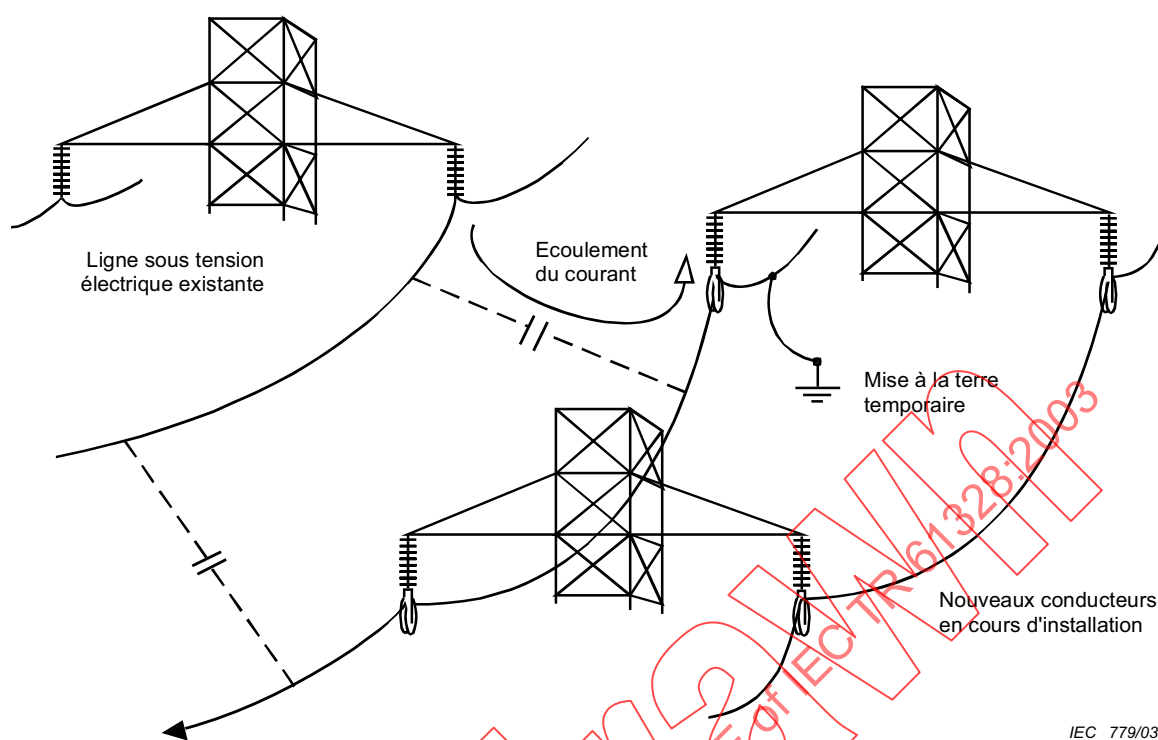


Figure 2a – Vue schématique

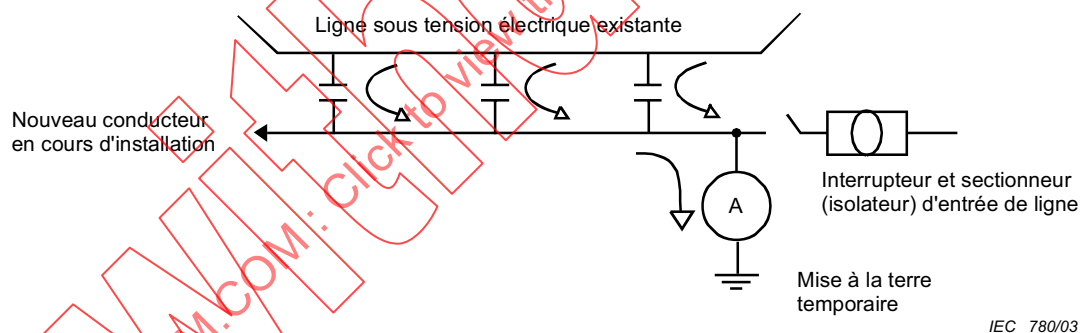


Figure 2b – Diagramme

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

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

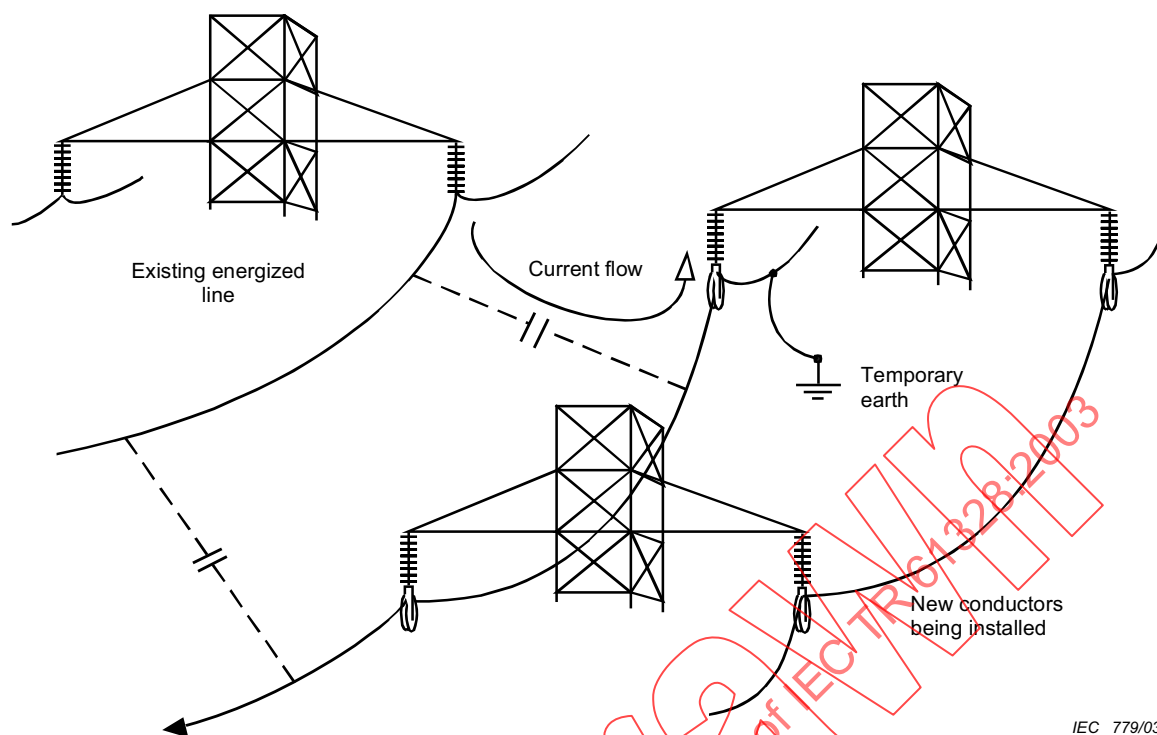


Figure 2a – Pictorial view

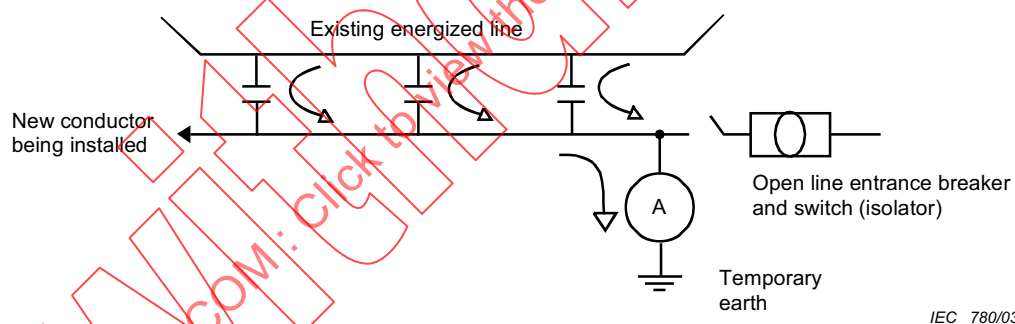


Figure 2b – Diagrammatic view

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

Figure 2 – Electric field induced current on a parallel conductor

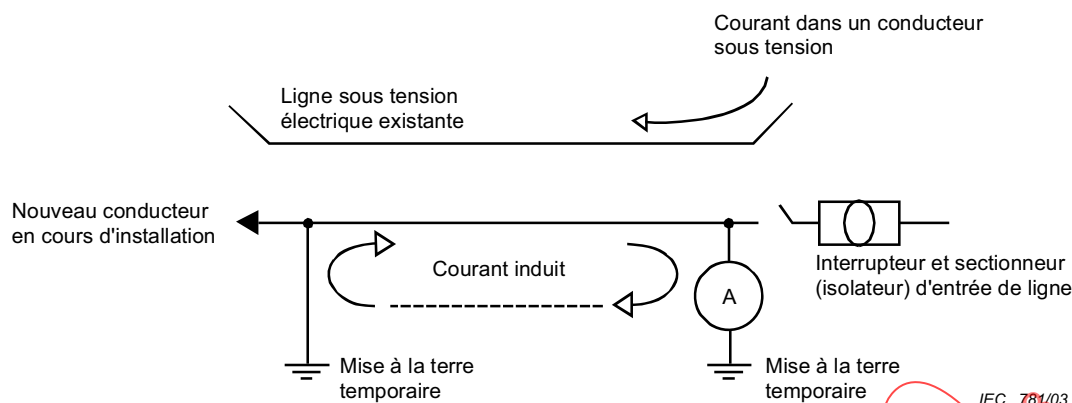


Figure 3a – Deux mises à la terre sur un nouveau conducteur permettent la circulation du courant

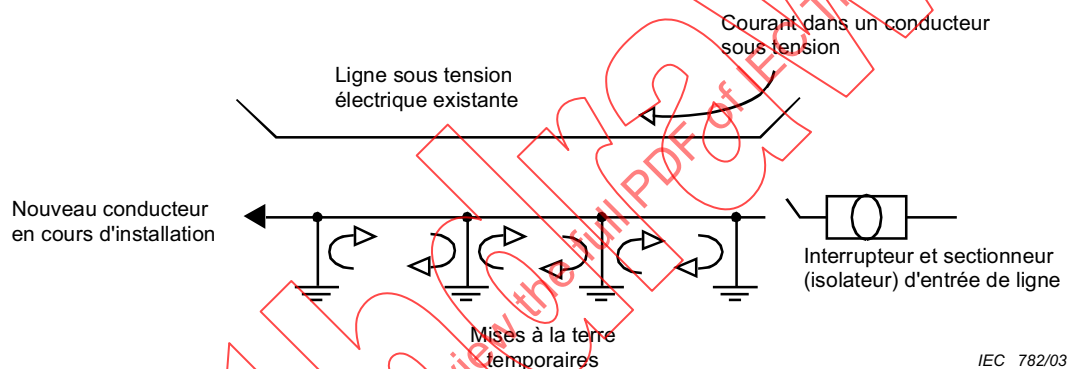


Figure 3b – Courants de circulation avec mises à la terre multiples

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

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

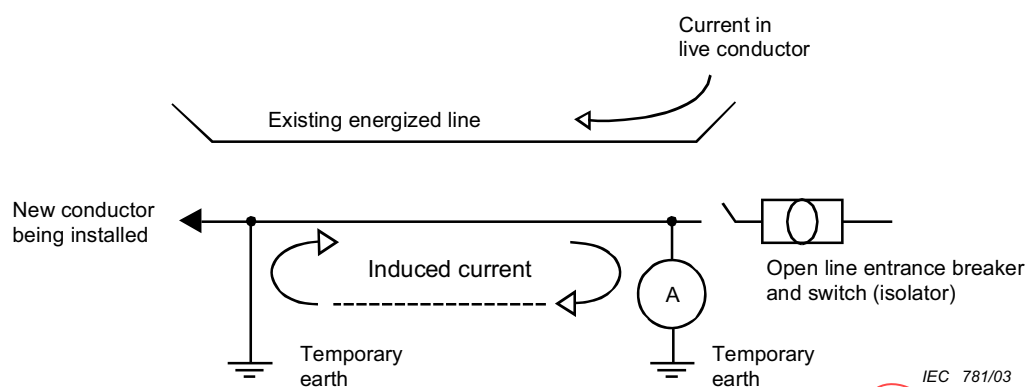


Figure 3a – Two earths on new conductor allow circulating current to flow

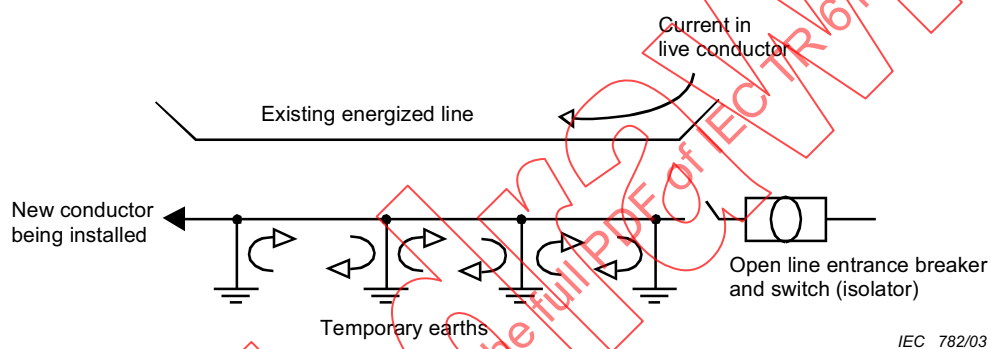


Figure 3b – Circulating currents with multiple earths

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

Figure 3 – Magnetic field induced current on a parallel conductor



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

The diagram shows a horizontal line representing an existing electrical line, labeled 'Ligne sous tension électrique existante'. Below it, a new conductor is shown, labeled 'Nouveau conducteur en cours d'installation'. The new conductor has four points where it is grounded to the existing line, labeled 'Mises à la terre existantes'. These points are numbered 1, 2, 3, and 4 from right to left. At the far right, there is a switch and a circuit breaker, labeled 'Interrupteur et sectionneur (isolateur) d'entrée de ligne'. An arrow labeled 'Courant dans un conducteur sous tension' points to the existing line. The diagram illustrates the open circuit voltage with a single ground.

Figure 4b – Mises à la terre temporaires à appliquer et déposer successivement

The diagram shows a horizontal line representing a conductor. Below it, four points are marked where temporary grounding is applied and removed. These points are numbered 1, 2, 3, and 4 from right to left. The diagram illustrates the sequence of temporary grounding applications and removals.

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

NOTE Dans les zones de forte induction, il convient que la dernière terre déposée le soit à l'aide d'une pince à coupe d'arc.

Figure 4b – Mises à la terre temporaires à appliquer et déposer successivement

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

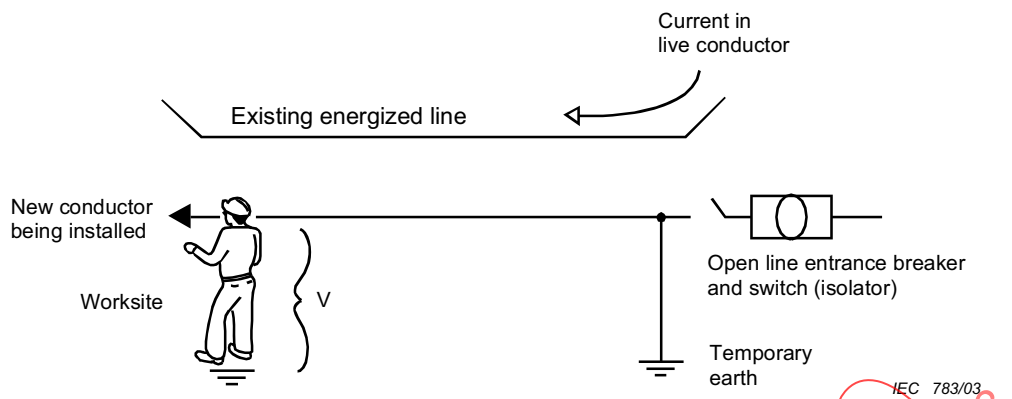
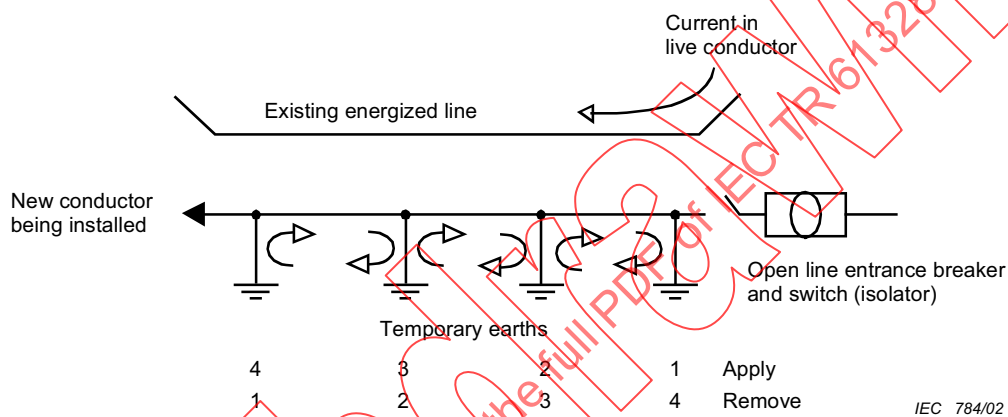


Figure 4a – Open circuit voltage with one earth only



NOTE In area of high induction, the last earth removed should be done so with a portable earth interrupter tool.

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

Figure 4 – Magnetic field induced voltage on a parallel conductor