RAPPORT TECHNIQUE – TYPE 3

TECHNICAL REPORT – TYPE 3

CEI
IEC
1334-1-1

Première édition
First edition
1995-11

Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs –

Partie 1:
Considérations générales –
Section 1: Architecture des systèmes d'automatisation de la distribution

Distribution automation using distribution line carrier systems –

Part 1:
General considerations –
Section 1: Distribution automation system architecture

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE U

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 8

Articles

1 Domaine d'application 12

2 Documents de référence 12

3 Structure d'un réseau de distribution de l'énergie 12

3.1 Réseau MT 12

3.2 Réseau BT 14

4 Architecture d'un système de distribution automatisé 16

4.1 Structure 16

4.2 Identification des interfaces 18

5 Interaction entre la structure du réseau et le système d'automatisation 18

5.1 Injection des signaux 18

5.2 Acheminement des messages 20

6 Transmission des données 22

6.1 Structure par couches des fonctions de transmission des données 22

Tableaux 24

Figures 28

Annexes

A Exemple d'automatisation de gestion du réseau: détection des pannes et procédures automatiques d'isolement d'une section de ligne 42

B Liste des publications concernant l'automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs 52

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

INTRODUCTION 9

Clause

1 Scope 13

2 Reference documents 13

3 Structure of a distribution power network 13

3.1 MV power network 13

3.2 LV power network 15

4 Distribution automation system architecture 17

4.1 Structure 17

4.2 Identification of interfaces 19

5 Interaction between network structure and automation system 19

5.1 Signal injection 19

5.2 Message routing 21

6 Data communication 23

6.1 Layered structure of communication functions 23

Tables 25

Figures 29

Annexes

A Example of network automation: Fault detection and automatic procedures for sectionalizing the faulty section 43

B List of publications concerning distribution automation using distribution line carrier systems 53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AUTOMATISATION DE LA DISTRIBUTION À L'AIDE DE SYSTÈMES DE COMMUNICATION À COURANTS PORTEURS –

Partie 1: Considérations générales – Section 1: Architecture des systèmes d'automatisation de la distribution

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques 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 recommandation de la CEI et la norme nationale 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 Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints effort, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

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

La CEI 1334-1-1, rapport technique de type 3, a été établie par le comité d'études 57 de la CEI: Conduite des systèmes de puissance et communications associées.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DISTRIBUTION AUTOMATION USING DISTRIBUTION LINE CARRIER SYSTEMS –

Part 1: General considerations – Section 1: Distribution automation system architecture

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.

3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports 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 International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

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

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

IEC 1334-1-1, which is a technical report of type 3, has been prepared by IEC technical committee 57: Power system control and associated communications.

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

Projet de Comité	Rapport de vote
57(SEC)196	57/240/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.

La présente série des CEI 1334 dont la liste figure à l'annexe B, concerne les systèmes d'automatisation de la distribution faisant appel à des canaux de transmission bidirectionnels utilisant comme support physique de transmission des données les lignes des réseaux de distribution moyenne et basse tension.

De tels canaux de communication seront dans ce qui suit dénommés "DLC", pour "Distribution Line Carrier" (courants porteurs sur lignes de distribution).

Les systèmes d'automatisation de la distribution sont prévus pour offrir un grand nombre de possibilités concernant deux applications principales: l'automatisation des réseaux et l'automatisation des services aux abonnés.

Le tableau 1 résume les options les plus importantes concernant les applications mentionnées ci-dessus. Les spécifications concernant ces options sont incluses dans la future CEI 1334-1-2.

Du fait que les réseaux moyenne et basse tension ont été conçus pour l'alimentation en énergie électrique et que, de ce fait, ils ne peuvent offrir qu'un support médiocre aux transmissions de données, des exigences sévères sont nécessaires pour assurer la transmission correcte des données ainsi qu'une bonne disponibilité de communication, pour adapter ces systèmes aux applications envisagées.

Le but de ces publications est de fournir des informations adéquates pour obtenir une conception correcte et un fonctionnement fiable de systèmes d'automatisation de la distribution utilisant les DLC.

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

Committee draft	Report on voting
57(SEC)196	57/240/RVC

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

This series of IEC 1334, listed in annex B, concerns distribution automation systems supported by two-way communication channels using medium- and low-voltage distribution power mains as data transmission media.

Such communication channels will be referred to as "DLC", which stands for distribution line carrier.

Distribution automation systems are intended to provide a large amount of facilities related to two main applications, concerning network automation and customer service automation.

Table 1 summarizes the most important options concerning the above-mentioned applications. Requirements concerning these options will be included in the future IEC 1334-1-2.

As medium-voltage and low-voltage power mains have been designed for electric energy supply and, consequently, can only offer poor performances for data transmission, stringent requirements are necessary in order to ensure data integrity and transmission efficiency suitable to the application needs.

The aim of these publications is to provide adequate information for correct design and reliable operation of distribution automation systems using DLC.

INTRODUCTION

Les réseaux de distribution, bien que constituant un chemin précaire pour la transmission de données, en raison de l'atténuation des signaux, du niveau de bruit et le fait que l'impédance de ligne sur le couplage varie avec le temps d'une manière totalement aléatoire, ont toujours été considérés par les compagnies d'électricité comme le support le plus intéressant pour l'introduction des techniques d'automatisation, le but en étant de réduire les coûts de fonctionnement et les investissements nécessaires.

Comparés aux autres supports de transmission, les réseaux de distribution sont la propriété des compagnies d'électricité. Ceci permet de mettre en place de nouveaux services sans qu'il soit besoin d'investir dans de nouveaux supports de transmission, ni qu'on observe un accroissement significatif des coûts de fonctionnement.

De plus, les compagnies peuvent garder un contrôle direct des équipements de transmission, ce qui leur évite de dépendre d'un partenaire quelconque.

Pour toutes ces raisons, un certain nombre de systèmes de communication, utilisant comme support de transmission les réseaux de distribution, ont déjà été développés au niveau industriel.

Les premiers systèmes, du fait des possibilités réduites de la technologie, ne pouvaient offrir qu'un canal de transmission unidirectionnel allant des centres de contrôle vers les équipements à contrôler à distance.

Cependant, ces systèmes ont permis la mise en oeuvre des techniques d'automatisation de la distribution, adaptées à répondre de manière satisfaisante à un certain nombre de besoins importants, principalement dans le domaine de l'automatisation des services concernant l'abonné, comme par exemple:

- l'introduction de systèmes élaborés de tarification (gestion indirecte des charges);
- la gestion directe de la charge au niveau abonné.

Ces dernières années, du fait des progrès effectués en électronique, on a pu installer des systèmes de communication bidirectionnels, mais n'offrant que de basses vitesses de transmission (n'excédant pas quelques bits/s). Ces systèmes ont été utilisés essentiellement dans le cadre de certaines techniques d'automatisation des réseaux requérant l'envoi d'un accusé de réception pour les télécommandes de disjoncteurs en ligne, comme par exemple:

- l'isolement automatique des sections de lignes en défaut;
- la commutation à distance des condensateurs de compensation.

A présent, le développement industriel de systèmes de communication bidirectionnels peut être envisagé. La caractéristique principale de ces systèmes est de fonctionner à des vitesses de transmission beaucoup plus élevées (quelques dizaines à quelques centaines de bits/s). Ainsi, un seul canal de transmission peut desservir la plupart des applications touchant à l'automatisation de la distribution, amenant une évaluation du rapport bénéfices/coûts très encourageante.

De cette manière, un grand nombre d'applications concernant tant l'automatisation du réseau que celle des services touchant les abonnés semble pouvoir trouver une solution bien adaptée, dans le cadre des systèmes intégrés d'automatisation de la distribution.

INTRODUCTION

Distribution networks, in spite of being difficult channels for data communication because of signal attenuation, noise level and the fact that coupling side impedance can vary unpredictably with time, have always been considered by the electric utilities as the most attractive resource for supporting the introduction of automation techniques aimed at reducing operating cost and capital expenditure.

Compared to other communication media, distribution networks are owned by the electric utilities. This allows the creation of new services without requiring additional communication carrier costs or significant operational increase of costs.

Moreover, electric utilities can keep direct control over the transmission equipment, thus avoiding reliance on a third party.

For these reasons, a number of communication systems using distribution networks as a transmission medium have been already developed at industrial levels.

The first systems, due to the limited possibilities offered by technology, could only offer a one-way link from control centres towards the remote equipment to be controlled.

However, they opened the way to the implementation of distribution automation techniques suitable to satisfactorily respond to certain important needs, mainly related to the field of customer service automation, as for example:

- introduction of advanced tariff system (indirect load management);
- direct management of customer load.

In more recent years, due to the progress of electronics, two-way communication systems providing low data transmission speed (not more than a few bits/s) have been installed. They have been utilized to support network automation techniques requiring the acknowledgement of commands sent towards line switches, as for example:

- automatic sectionalizing of feeders affected by fault;
- remote operation of capacitor banks.

At present industrial development of very effective two-way communication systems can be envisaged. Their main feature is the ability to provide higher data transmission speed (from tens to hundreds of bits/s), so that a single channel can support most applications of distribution automation, thus allowing favourable cost/benefits evaluation.

In this way, a large number of facilities related to both network and customer service automation seems to be able to find a very comprehensive solution within the framework of integrated distribution automation systems.

On notera que, bien que les techniques de transmission de signaux de communication sur le réseau de distribution soient assez semblables à celles déjà parfaitement opérationnelles pour les lignes à haute tension, l'impératif prioritaire est de trouver des solutions réellement économiques à ces questions.

L'expérience acquise avec les systèmes de lignes de distribution à haute tension peut n'être pas totalement applicable aux systèmes des réseaux de lignes de distribution à cause de facteurs incluant des considérations de coût. Vu sous cet angle, le cas des systèmes de communication à courants porteurs sur ligne de distribution sera considéré comme un nouveau domaine d'application par rapport à ce qui est déjà connu pour les lignes à haute tension.

It should be noticed that, even though the technique for transmitting communication signals on a distribution network is quite similar to that already well developed for high-voltage lines, stringent constraint for identifying cost-effective solutions is to be considered as a mandatory requirement.

Experience with high-voltage line carrier systems may not be directly applicable to distribution network line-carrier systems due to factors including cost considerations. Therefore, line carrier communication systems on distribution networks should be treated as a completely new application area in relation to what is already known for high-voltage networks.

AUTOMATISATION DE LA DISTRIBUTION À L'AIDE DE SYSTÈMES DE COMMUNICATION À COURANTS PORTEURS –

Partie 1: Considérations générales – Section 1: Architecture des systèmes d'automatisation de la distribution

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique de type 3, après une courte description de la structure des réseaux de distribution à moyenne et basse tension, présente l'architecture d'un système d'automatisation de la distribution (DAS) basé sur l'utilisation des courants porteurs sur lignes de distribution.

Il décrit et définit l'interaction entre la structure du réseau de distribution et la configuration du système d'automatisation de la distribution.

Il fournit une vue générale des éléments fonctionnels constituant la structure de base, et il traite des options principales relatives aux méthodes de couplage permettant l'injection des signaux à transmettre.

Il identifie les couches ISO-OSI impliquées dans l'architecture fonctionnelle des systèmes d'automatisation de la distribution.

2 Documents de référence

CEI 38: 1983, *Tensions normales de la CEI*

ISO 7498: 1984, *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Modèle de référence de base*

DISTRIBUTION AUTOMATION USING DISTRIBUTION LINE CARRIER SYSTEMS –

Part 1: General considerations – Section 1: Distribution automation system architecture

1 Scope

This technical report of type 3, after a short description of the structure of distribution networks for both medium- and low-voltage levels, presents the architecture of a distribution automation system (DAS) using distribution line carrier systems.

It outlines and discusses the interaction between the distribution network structure and the configuration of the distribution automation system.

It provides an overview of the functional elements which constitute the basic structure and it deals with the main options concerning the coupling methods for the transmission signal injection.

It also identifies the ISO-OSI levels involved in the functional architecture of distribution automation systems.

2 Reference documents

IEC 38: 1983, *IEC standard voltages*

ISO 7498: 1984, *Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic reference model*