



IEC 60255-24

Edition 2.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

IEEE Std C37.111™

NORME INTERNATIONALE



**Measuring relays and protection equipment –
Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power
systems**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires (COMTRADE)
dans les réseaux électriques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2013 IEEE

All rights reserved. IEEE is a registered trademark in the U.S. Patent & Trademark Office, owned by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Unless otherwise specified, 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 IEC Central Office.

Any questions about IEEE copyright should be addressed to the IEEE. Enquiries about obtaining additional rights to this publication and other information requests should be addressed to the IEC or your local IEC member National Committee.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997
United States of America
stds.info@ieee.org
www.ieee.org

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.



IEEE

IEC 60255-24

Edition 2.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

IEEE Std C37.111™

NORME INTERNATIONALE



**Measuring relays and protection equipment –
Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power
systems**

**Relais de mesure et dispositifs de protection –
Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires (COMTRADE)
dans les réseaux électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 29.120.70

ISBN 978-2-83220-766-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 File and data storage.....	9
4.1 Categories of files	9
4.1.1 General	9
4.1.2 Executable files	10
4.1.3 Text files	10
4.1.4 Data files	10
4.2 Critical/non-critical data.....	10
4.3 Data representation.....	11
4.3.1 General	11
4.3.2 Binary data	11
4.3.3 ASCII data.....	11
4.4 Data field delimiters and lengths.....	11
4.4.1 General	11
4.4.2 Carriage return/line feed delimiter <CR/LF>.....	11
4.4.3 Comma delimiter	12
4.4.4 Field lengths.....	12
4.5 Floating point notation for ASCII data.....	12
4.6 Methods of accessing data in files.....	13
4.6.1 General	13
4.6.2 Random access files.....	13
4.6.3 Sequential files.....	13
4.7 Primary to secondary ratios.....	14
5 COMTRADE files.....	14
5.1 General	14
5.2 Header file (.HDR).....	14
5.3 Configuration file (.CFG)	15
5.4 Data file (.DAT)	15
5.5 Information file (.INF)	15
6 Header file.....	15
6.1 General	15
6.2 Content	16
6.3 Filenames	16
6.4 Format	16
7 Configuration file	16
7.1 General	16
7.2 Content	16
7.3 Filenames	17
7.4 Format	17
7.4.1 General	17

7.4.2	Station name, identification and revision year	17
7.4.3	Number and type of channels	18
7.4.4	Analog channel information	18
7.4.5	Status (digital) channel information.....	20
7.4.6	Line frequency.....	20
7.4.7	Sampling rate information	20
7.4.8	Date/time stamps.....	21
7.4.9	Data file type	22
7.4.10	Time stamp multiplication factor	22
7.4.11	Time information and relationship between local time and UTC	22
7.4.12	Time quality of samples	23
7.5	Missing data in configuration files	24
7.6	Configuration file layout.....	24
8	Data file.....	24
8.1	General	24
8.2	Content	24
8.3	Data filenames	24
8.4	ASCII data file format	25
8.5	Example ASCII data sample	26
8.6	Binary data files	26
8.7	Example of binary data sample.....	28
9	Information file	28
9.1	General	28
9.2	Content	28
9.3	Information file filenames	28
9.4	Information file structure.....	28
9.4.1	General	28
9.4.2	Public sections	29
9.4.3	Private sections.....	29
9.5	File characteristics	29
9.6	Section headings.....	30
9.6.1	Public and private section header name formatting rules	30
9.6.2	Public section header naming examples	30
9.6.3	Private section header naming examples.....	30
9.7	Entry line.....	30
9.7.1	General	30
9.7.2	Comment lines.....	31
9.7.3	Value string	32
9.8	Adding, modifying, and deleting information	32
9.8.1	General	32
9.8.2	Deleting information	32
9.8.3	Adding information.....	32
9.9	Public section header and entry line definitions	32
9.10	Public record information section.....	32
9.10.1	General	32
9.10.2	Section header definition	33
9.10.3	Public record information entry line definition.....	33
9.11	Public event information definition	34

9.11.1	General	34
9.11.2	Section heading definition: [Public Event_Information_#n] <CR/LF>	34
9.11.3	Public event information entry line definition	34
9.12	Public file description section	35
9.12.1	General	35
9.12.2	Section heading definition: [Public File_Description] <CR/LF>	35
9.12.3	Public file description entry line definition	35
9.13	Public analog channel section	36
9.13.1	General	36
9.13.2	Section heading definition: [Public Analog_Channel_#n]	36
9.13.3	Public analog channel entry line definition	36
9.14	Public status channel section	36
9.14.1	General	36
9.14.2	Section heading definition: [Public Status_Channel_#n]	36
9.14.3	Public status channel entry line definition	36
9.15	Sample .INF file	37
10	Single File Format COMTRADE (with CFF extension)	38
Annex A (informative)	Sources and exchange media for time sequence data	40
Annex B (informative)	Data exchange sampling rates	43
Annex C (informative)	Sample file	47
Annex D (informative)	Sample program for sampling frequency conversion	53
Annex E (informative)	Example application of conversion factors	56
Annex F (informative)	Sample COMTRADE file with CFF extension (with ASCII data)	58
Annex G (informative)	Sample COMTRADE file with CFF extension (with binary data)	60
Annex H (informative)	Schema for phasor data using the COMTRADE file standard	61
Bibliography		69
Figure 1	– Example of data sample in ASCII format	26
Figure 2	– Example of data sample in binary format	28
Figure B.1	– Typical signal processing	43
Figure B.2	– DSP solution	44
Figure B.3	– Example of sample rate conversion	44
Table B.1	– Frequencies corresponding to ($f_{LCM} = 384 \times f_{base}$) samples/cycle	45
Table B.2	– Frequencies corresponding to ($f_{LCM} = 3200 \times f_{base}$) samples/cycle	45

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –

Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE) for power systems

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> for more information).

IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations. This Dual Logo International Standard was originally an IEEE standard that was adopted by the IEC and has been jointly revised by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions of 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 IEC National Committees. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC or IEEE cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or IEEE or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC/IEEE Publication or any other IEC or IEEE Publications.
- 8) Attention is drawn to the normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that implementation of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC 60255-24/IEEE Std C37.111 has been jointly revised by the Power System Relaying Committee of the IEEE Power and Energy Society¹ in cooperation with IEC Technical Committee 95: Measuring relays and protection equipment, under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001 and constitutes a technical revision. The main changes with respect to the previous edition are as follows:

- a) The new edition allows single file format (with extension .CFF) in lieu of four separate files.
- b) The single file with .CFF extension contains four sections of information corresponding to .CFG, .INF, .HDR, and .DAT. The DAT section is either in ASCII or Binary.
- c) The following additional data file types are also supported: binary32 (using 4 bytes to represent integer numbers) and float32 (using 4 bytes to represent real numbers).
- d) The configuration (.CFG) file/section has been modified. Four new fields have been added at the end of the .CFG file/section in two separate lines. Two fields represent the time information and the time difference between local and UTC time, and these two fields comprise one line. Another two fields represent the time quality of samples and comprise the last line of the file/section.
- e) Some of the fields in the Configuration (.CFG) file/section have been designated critical instead of non-critical.
- f) The use of Unicode UTF-8 characters has been added. However and because of the extensive use of the terms ASCII and Text throughout this document, any occurrence of these terms also inherently implies Unicode UTF-8.

The text of this standard is based on the following IEC documents:

FDIS	Report on voting
95/308/FDIS	95/311/RVD

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

International standards are drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The IEC Technical Committee and IEEE Technical Committee have decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

¹ A list of IEEE participants can be found at the following URL:
http://standards.ieee.org/downloads/C37/C37.111-2013/C37.111-2013_wg-participants.pdf

INTRODUCTION

The increasing use of digital technology in devices such as protection, oscillograph, measurement, and control apparatus in electric power substations has created the potential for accumulating large numbers of digital records of power system transient events. In addition to these sources of digital data, analog and digital power-system simulators may be used to generate digital records. The users of these records are faced with the problem of having to cope with different formats used by each system to generate, store, and transmit records.

MEASURING RELAYS AND PROTECTION EQUIPMENT –**Part 24: Common format for transient data exchange (COMTRADE)
for power systems****1 Scope**

This International Standard defines a format for files containing transient waveform and event data collected from power systems or power system models. The format is intended to provide an easily interpretable form for use in exchanging data. The standard is for files stored on currently used physical media such as portable external hard drives, USB drives, flash drives, CD, and DVD. It is not a standard for transferring data files over communication networks.

This standard defines a common format for the data files and exchange medium needed for the interchange of various types of fault, test, and simulation data. The rapid evolution and implementation of digital devices for fault and transient data recording and testing in the electric utility industry have generated the need for a standard format for the exchange of time sequence data. These data are being used with various devices to enhance and automate the analysis, testing, evaluation, and simulation of power systems and related protection schemes during fault and disturbance conditions. Since each source of data may use a different proprietary format, a common data format is necessary to facilitate the exchange of such data between applications. This will facilitate the use of proprietary data in diverse applications and allow users of one proprietary system to use digital data from other systems.

2 Normative references

IEEE Std C37.118TM -2005, *IEEE Standard for Synchrophasors for Power Systems*

IEEE Std C37.232TM -2007, *IEEE Recommended Practice for Naming Time Sequence Data Files*

IEEE Std 260.1TM -1993, *IEEE Standard Letter Symbols For Units of Measurement (SI Units, Customary Inch-Pound Units)*

IEEE Std 280TM -1985 (R1996), *IEEE Standard Letter Symbols for Quantities Used in Electrical Science and Electrical Engineering (DOD)*

IEEE Std 754TM -2008, *IEEE Standard for Floating Point Arithmetic*

ISO 80000-1, *Quantities and units – Part 1: General*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document the following terms and definitions apply:

3.1**critical data**

any data that are necessary for reproduction of the sample data

3.2

non-critical data

any data in the COMTRADE configuration file which are not absolutely necessary for reproduction of the sample data, and some variables provided in the configuration file that may not be relevant to a particular application

3.3

COMTRADE

Common Format for Transient Data Exchange

format of time sequence data generated by various sources for exchange purpose

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.4

electro-magnetic transient program

EMTP

programs that produce time sequence data by analyzing mathematical models of the power system, unlike the devices that record actual power system events

Note 1 to entry: Electromagnetic transient simulation programs can provide many different test cases for a relay, because of the use of the case with which the input conditions of the study can be changed.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.5

skew

time difference between sampling of channels within the sample period of a record for an analog-to-digital converter

EXAMPLE: In an eight-channel device with one analog-to-digital (A/D) converter without synchronized sample and held running at a 1 ms sample rate, the first sample will be at the time represented by the **timestamp**; the sample times for successive channels within each sample period could be up to 125 μ s behind each other. In such cases the skew for successive channels will be 0; 125; 250; 375 μ s...; etc.

3.6

time sequence data

TSD

type of electronic data file where each data item in the file corresponds to an instant of time that is identified by an explicit or implicit time tag, such as transient data records, event sequences, and periodic data logs

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

4 File and data storage

4.1 Categories of files

4.1.1 General

Files stored on digital devices and media consist of bytes representing a combination of alphabetic, numeric, symbol, punctuation, and other formatting characters. Depending on the format, a byte, part of a byte, or more than one byte, may be represented by a letter, number, or symbol (e.g., "A," "3," or "+"). There are three general classes of files used on computer systems: executable files, text files, and data files. The use of the file determines the category.

4.1.2 Executable files

Executable files contain a sequence of instructions suitable for processing by a computer. Computer programs are stored as executable files (.EXE). COMTRADE does not define executable files.

4.1.3 Text files

Text files imply data in human-readable form. A text file may be used for control of a computer program if the format is rigidly specified. COMTRADE text files use the character representation specified in ANSI X3.4-1986 [B1]². This is often called “ASCII format” or “text (.TXT) format” by word processor programs. Characters from the Unicode UTF-8 Standard are also allowed. Any occurrence of the terms ASCII or text in this document also inherently implies Unicode UTF-8.

COMTRADE defines one freeform ASCII text file intended for strictly human interpretation, the header file. COMTRADE also defines three files in which the format is rigidly controlled and which are both human- and computer-readable—the configuration file, the information file, and the ASCII form of the data file.

Most word processors can save text files in two or more formats. The text format contains only the characters actually typed, including punctuation and standard formatting characters such as carriage return/line feed. Other formats contain special characters, specific to the particular word processor being used. The text format shall be used for the text files in a COMTRADE record to eliminate word processor-specific characters or codes. Programs intended to read COMTRADE files only require use of the typed characters that most word processor programs can read or print.

If no command exists in the word processor to save the file in this format, an alternative method is to use the print functions to print the text to disk to create the file.

4.1.4 Data files

Data files may contain numeric data, text data, or both. The data may be stored in either binary or ASCII format. Fields within ASCII format data files use defined text separated by commas, or some other common delimiter. As such, they are both human- and machine-readable. Most word processors cannot format, read, or write data files in binary form. However, many spreadsheet and data processing programs can read binary data files, if the format is known. Binary numbers must be processed by application-specific software to be easily interpreted by humans. COMTRADE defines one binary file, the binary form of the data file. Binary data are generally used when large amounts of data are to be stored because this uses less storage space (e.g., three bytes of binary data can represent numbers from 0 to 16 777 215 whereas three bytes of ASCII data can only represent numbers from 0 to 999). ASCII numbers have the advantage of being interpreted by humans and by standard computer hardware and software.

4.2 Critical/non-critical data

Some of the data in the configuration file are not absolutely necessary for reproduction of the sample data, and some variables provided in the configuration file may not be relevant to a particular application. Such data is described as non-critical and may be omitted. However, the position normally occupied by such variables shall be maintained in order to maintain the integrity of the file. If data are described as non-critical in any clause of this standard, the position may be left empty and the corresponding data separator retained following the

² This is a reference to the Bibliography.

preceding data separator with no intervening characters or spaces. Any data that are necessary for reproduction of the sample data are termed critical. If such data are missing, the file may be unusable.

4.3 Data representation

4.3.1 General

Data are stored in files as series of binary digits or bits. Each bit can be either a 1 or a 0. The bits are organized in groups of eight bits called bytes. When a computer reads the data in a file, it reads the data as a series of bytes.

4.3.2 Binary data

The eight bits in a byte can be organized in 256 different combinations. They can be used, therefore, to represent the numbers from 0 to 255. If larger numbers are needed, several bytes can be used to represent a single number. For example, 2 bytes (16 bits) can represent the numbers from 0 to 65 535. When the bytes are interpreted in this fashion, they are known as binary data. Several different formats are in common use for storage of numeric data in binary form. This standard supports three of these formats. The supported formats are 16 and 32 bit integer numbers defined according to the two's complement system (hereinafter, referred to as “binary” and “binary32” data respectively), and 32 bit real numbers defined according to the IEEE Std 754™-2008 (hereinafter, referred to as float32 data). The float32 data type format is intentionally listed in this binary data subclause for convenience even though the format is not a straight binary count.

4.3.3 ASCII data

As an alternative to a byte representing the numbers 0 to 255, a byte can be used to represent 256 different symbols. ASCII is a standard code of symbols that match 128 of the combinations of eight binary bits. For example, the byte 01000001 represents an uppercase “A” while 01100001 represents a lowercase “a.” With 128 different combinations, it is possible to represent all of the keys on the keyboard plus many other special symbols. The remainder of the 256 combinations available from an eight-bit format are used for drawing and other special characters. To represent a number in ASCII format requires one byte for each digit of the number. For example, 4 bytes are needed to represent the number 9 999 in ASCII format. When the bytes are interpreted in this fashion, they are known as ASCII data.

4.4 Data field delimiters and lengths

4.4.1 General

Data fields within a file or within a subset of data in a file shall be separated from the other data fields so that they may be extracted for reading or manipulation. For instance, written text uses a space as a word delimiter. Computer files use a variety of delimiters. In the binary form of COMTRADE data files, the only delimiter is a strict definition of the length and position of each data variable, and a byte count of the position within the file is necessary to determine the limit of any data entry. On the other hand, the ASCII files defined by COMTRADE use the comma and the carriage return/line feed as data separators. This permits the use of variable field lengths, but means that these characters cannot be used within any data entry. Leading spaces or zeroes are allowed in ASCII numeric fields provided the permitted maximum character count is not exceeded.

4.4.2 Carriage return/line feed delimiter <CR/LF>

COMTRADE uses the symbol <CR/LF> to represent a data separator terminating a set of data. The delimiter is the combination of two ASCII formatting characters:

CR = carriage return takes the cursor or insertion point back to the beginning of the current line and is identified by the hexadecimal value 0D.

LF = line feed moves the cursor or insertion point to a new line below the current line and is identified by the hexadecimal value 0A.

The symbols “<” and “>” surrounding the CR/LF are used to delineate the delimiter from the neighbouring text within this standard and are not part of the delimiter.

Historically, operating systems use LF to indicate a new line but not all of them do. Others may use a variety of other characters for indicating new lines. It is important to note that in COMTRADE <CR/LF> is defined as a separator and not as a new line indicator because the main intent is to exchange transient data between users and across operating systems.

4.4.3 Comma delimiter

The comma is used as a delimiter for data entries within the COMTRADE configuration (.CFG), information (.INF), ASCII format data (.DAT), and combined format data (.CFF) files.

4.4.4 Field lengths

Field lengths are specified for many alphabetic or numeric variables in the COMTRADE standard. These limitations were specified to simplify reading lines of data containing many variables. For integer numeric variables, the maximum field length is one character longer than required to hold the maximum value for that field. This extra character space is allowed for a leading minus for signed numbers and to allow the application of simple programming techniques that automatically print the leading space, even for unsigned numbers.

4.5 Floating point notation for ASCII data

Real numbers may be stored in several ways. Numbers of limited range can be entered as a numeric string of ASCII characters with a decimal point. For larger or smaller numbers, any reasonable limit on string length leads to a loss of resolution. In such cases, it is desirable to store the number in a format allowing use of a representation of the significant digits (mantissa) and a multiplier (exponent) format. Spreadsheets and other mathematical programs often use floating point notation to represent such numbers. COMTRADE allows the use of floating point notation (Kreyszig [B6]) to represent real numbers in the .CFG and .DAT files. The terms exponential notation or scientific notation are sometimes used for this form and interpretations of the form vary. Since programs designed to read COMTRADE files must be able to recognize and interpret numbers represented in this format, one single format is defined here. The numbers shall be interpreted and displayed as follows.

A signed floating point value consists of an optional sign (+ or –) and a series of decimal digits containing an optional decimal point, followed by an optional exponent field that contains the character “e” or “E” followed by an optionally signed (+ or –) integer exponent. The exponent is a factor of base 10, so 3E2 means 3 multiplied by 100 (10²) or 300. Correct interpretation of negative numbers and negative exponents requires the inclusion of the negative sign. For positive numbers or exponents the sign is optional and is assumed positive if absent.

The format shall be written as:

[±]d[d][.][d][d][d][E[±]d[d][d]]

where

- Square brackets surround any optional item.

- “d” represents any numeral between 0 and 9.
- At least one numeral must appear in the field.
- If the decimal point appears, at least one numeral shall appear to the left and right.
- The character “e” or “E” represents “exponential” with base 10.
 - If the exponential sign appears, it must be followed by at least one numeral
 - The intervening plus/ minus sign is optional if positive, but must be “+” or “–” not “±.”
- The numeric value following “E” must be an integer.

Examples:

Acceptable

1E2 (= 100)

1.23E4 (= 12 300)

0.12345E-5 (= 0.0000012345)

–1.2345E2 (= –123.45)

Unacceptable

.123 (one numeral must precede decimal)

123E (at least one numeral must follow “E”)

±0.123E±4 (plus/minus signs make the value indeterminate)

0.123 E4 (space before “E” not allowed)

4.6 Methods of accessing data in files

4.6.1 General

The two different methods used to access text and data files are sequential or random access. In general, text files are sequential access and data files are either sequential or random access.

4.6.2 Random access files

Data within random access files can be retrieved or stored in any random sequence. The access time for each record is independent of the location of the data. Each data field has a specific address that can be used for reading or writing. COMTRADE does not recommend the use of random access files.

4.6.3 Sequential files

Sequential files are accessed by reading or writing each data field in sequence. Individual data fields have no specific address and their position in the file is relative to the other variables. The exact byte-count position in the file is dependent on the length of the preceding variables. COMTRADE uses sequential files.

4.7 Primary to secondary ratios

The devices used to measure and record events on a high voltage system are not capable of accepting the high voltage and high currents of the power system directly. These devices are built to accept inputs in more manageable and less dangerous levels, termed secondary quantities. Voltage transformers and current transformers [B5] are used to reduce the voltage and current signals on the power system to these lower values. The transformer ratios are chosen so that when the power system is running at the rated or nominal primary value, the secondary value is at the nominal secondary value. The ratio is specified in primary-secondary order, the convention being that the primary is closest to the source of power. Primary ratings are available for all common voltages and load values on the power system. Thus, for a current transformer applied to a feeder and rated at 800:5, the secondary current will be at the nominal 5 A value only when the primary load current is 800 A. Lower values of load result in correspondingly lower values of secondary current.

For three-phase applications, voltage transformers are normally rated in phase-to-phase voltage values rather than phase-to-ground. The output of a voltage transformer rated at 345 kV:120 V will be 120 V phase-to-phase (70 V phase-to-ground) only when the primary system phase-to-phase voltage is 345 kV. The term line-to-line is used interchangeably with phase-to-phase, and similarly line-to-ground instead of phase-to-ground.

5 COMTRADE files

5.1 General

Each COMTRADE record has a set of up to four files associated with it (see Clause 4.). Each of the four files carries a different class of information. The four files are as follows:

- a) header;
- b) configuration;
- c) data; and
- d) information.

All files in the set shall have the same name, differing only by the extensions that indicate the type of files.

Filenames are in the form “name.extension” [B3]. The “name” portion is the title used to identify the record (e.g., FAULT1 or TEST_2). The “extension” portion of the filename is used to identify the type of file and is known as the extension: .HDR for the header file, .CFG for the configuration file, .DAT for data file(s), and .INF for the information file. The filenames should follow IEEE Std C37.232TM-2007. However, users and manufacturers should take appropriate care to restrict the filename length so that the files can be copied using available operating systems and CD/DVD writing technologies.

It is also possible to have all of the four files as separate sections in a single COMTRADE file with extension .CFF. This single file format is described in Clause 10. It must be possible to get the four files mentioned above from the single file or vice-versa by using a conversion program.

5.2 Header file (.HDR)

The header file is an optional ASCII text file created by the originator of the COMTRADE data, typically through the use of a word processor program. The data is intended to be printed and read by the user. The creator of the header file can include any information in any order desired. Examples of information to include are given in 6.2. The header file format is ASCII.

5.3 Configuration file (.CFG)

The configuration file is an ASCII text file intended to be read by a computer program and, therefore, must be saved in a specific format. The configuration file contains information needed by a computer program in order to properly interpret the data (.DAT) file. This information includes items such as sample rates, number of channels, line frequency, channel information, etc.

One field in the first line of the configuration file identifies the year of the COMTRADE standard revision with which the file complies (e.g., 1991, 1999, 2013, etc.). If this field is not present or it is empty, then the file is assumed to comply with the original issue of the standard (1991). The configuration file also contains a field that identifies whether the companion data file is stored in ASCII or binary format. Details of the exact content and format of the configuration file are given in Clause 7.

The configuration file can be created with a word processing program or by a computer program that creates the configuration file from the data that is the source of the transient record. The program that creates the configuration file must save the data in ASCII text file format.

5.4 Data file (.DAT)

The data file contains the value for each input channel for each sample in the record. The number stored for a sample is a scaled version of the value presented to the device that sampled the input waveform. The stored data may be zero-based, or it may have a zero offset. Zero-based data spans from a negative number to a positive number (e.g., –2000 to 2000). Zero-offset numbers are all positive with a positive number chosen to represent zero (e.g., 0 to 4000, with 2000 representing zero). Conversion factors specified in the configuration file defines how to convert the data values to engineering units. The data file also contains a sequence number and time stamp for each set of samples.

In addition to data representing analog inputs, inputs that represent on/off signals are also frequently recorded. These are often referred to as digital inputs, digital channels, digital sub-channels, event inputs, logic inputs, binary inputs, contact inputs, or status inputs. In this standard, this type of input is referred to as a status input. The state of a status input is represented by a number “1” or “0” in the data file.

The data files may be in ASCII, binary, binary32, or float32 format—a field in the configuration files indicates which format is used. A detailed description of the data file format is given in Clause 8.

5.5 Information file (.INF)

The information file is an optional file containing extra information that, in addition to the information required for minimum application of the data set, file originators may wish to make available to users. The format provides for public information that any user can read and use, and private information that may be accessible only to users of a particular class or manufacturer. The information file is described in detail in Clause 9.

6 Header file

6.1 General

The header file is an ASCII text file for the storage of supplementary narrative information, provided for the user to better understand the conditions of the transient record. The header file is not intended to be manipulated by an applications program.

6.2 Content

Examples of information that may be included in the header file are as follows:

- a) description of the power system prior to disturbance;
- b) name of the station;
- c) identification of the line, transformer, reactor, capacitor, or circuit breaker that experienced the transient;
- d) length of the faulted line;
- e) positive and zero-sequence resistance, reactance, and capacitance;
- f) mutual coupling between parallel lines;
- g) locations and ratings of shunt reactors and series capacitors;
- h) nominal voltage ratings of transformer windings, especially the potential and current transformers;
- i) transformer power ratings and winding connections;
- j) parameters of the system behind the nodes where the data was recorded (equivalent positive- and zero-sequence impedance of the sources);
- k) description of how the data was obtained, whether it was obtained at a utility substation or by simulating a system condition on a computer program such as an electro-magnetic transient program (EMTP);
- l) description of the anti-aliasing filters used;
- m) description of analog mimic circuitry; and
- n) the phase sequencing of the inputs.

6.3 Filenames

Header filenames shall have the .HDR extension to distinguish them from the configuration, data, and information files in the same set and to serve as a convention that is easy to remember and identify.

6.4 Format

The header file shall be a freeform ASCII text file of any length.

7 Configuration file

7.1 General

The configuration file is an ASCII text file that provides the information necessary for a human or a computer program to read and interpret the data values in the associated data files. The configuration file is in a predefined, standardized format so that a computer program does not have to be customized for each configuration file.

7.2 Content

The configuration file shall have the following information:

- a) station name, identification of the recording device, and COMTRADE standard revision year;
- b) number and type of channels;
- c) channel names, units, and conversion factors;
- d) line frequency;

- e) sample rate(s) and number of samples at each rate;
- f) date and time of first data point;
- g) date and time of trigger point;
- h) data file type;
- i) time stamp multiplication factor;
- j) time code and local code; and
- k) time quality of the samples.

7.3 Filenames

Configuration filenames shall have the .CFG extension to distinguish them from header, data, and information files in the same set and to serve as a convention that is easy to remember and identify.

7.4 Format

7.4.1 General

The configuration file is an ASCII text file in a standardized format. It must be included with every file set to define the format of the data file.

The file is divided into lines. Each line shall be terminated by a carriage return and line feed. Commas are used to separate fields within a line. The data separator comma is required even if no data is entered into a field. Since commas, carriage returns, and line feeds are used as data separators, they are not legal characters within any field. For example, a channel name such as “Pacific West, Line number two” shall be interpreted as two separate fields. The use of data separators allows the field length to be variable so that leading or padding zeroes or spaces are not required. However, because some programming languages reserve a leading character position for a minus sign, programs intended to read COMTRADE files shall be written to tolerate at least one leading space in fields. The information in each line of the file must be listed in the exact order shown in 7.4.2 to 7.4.12. The lines must appear in the exact order shown in 7.6. Deviations from this format will invalidate the file set.

7.4.2 Station name, identification and revision year

The first line of the configuration file shall contain the station name, the recording device identification, and the COMTRADE standard revision year.

station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>

where

- | | |
|---------------------|---|
| station_name | is the name of the substation or the location of the substation or the place where the files have been recorded. Critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters. |
| rec_dev_id | is the identification number or name of the recording device. Critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters. |
| rev_year | is the year of the standard revision, e.g. 2013, that identifies the COMTRADE file version. Critical, numeric, minimum length = 4 characters, maximum length = 4 characters. rev_year can only adopt three particular values: 1991, 1999 and 2013, corresponding to the years of revision of the COMTRADE standard. This field shall identify that the file structure differs from the file structure requirement in the IEEE Std C37.111 TM -1999 and IEEE Std C37.111 TM -1991 COMTRADE standard. Absence of the field or an empty field is interpreted to mean that the file complies with the 1991 |

version of the standard.

7.4.3 Number and type of channels

This statement contains the number and type of channels as they occur in each data record in the data file:

TT,##A,##D<CR/LF>

where

- TT** is the total number of channels. Critical, numeric, integer, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999. TT must equal the sum of ##A and ##D below.
- ##A** is the number of analog channels followed by identifier A. Critical, alphanumeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 7 characters, minimum value = 0A, maximum value = 999999A.
- ##D** is the number of status channels followed by identifier D. Critical, alphanumeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 7 characters, minimum value = 0D, maximum value = 999999D.

7.4.4 Analog channel information

This group of lines contains analog channel information. There is one line for each analog channel, the total number of analog channel lines shall equal ##A (see 7.4.3). If the analog channel count = 0, then there are no analog channel information lines. The following format shall be used:

An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>

where

- An** is the analog channel index number. Critical, numeric, integer, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999. Leading zeroes or spaces are not required. Sequential counter from 1 to total number of analog channels (##A) without regard to recording device channel number.
- ch_id** is the channel identifier. Critical, alphanumeric, minimum length = 1 character, maximum length = 128 characters.
- ph** is the channel phase identification. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 2 characters.
- ccbm** is the circuit component being monitored. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 character maximum length = 64 characters.
- uu** are the channel units (e.g., kV, V, kA, A, A RMS, A Peak). Critical, alphabetic, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Units of physical quantities shall use the standard nomenclature or abbreviations specified in IEEE Std 260.1TM–1993 or IEEE Std 280TM–1985 (R1996) or ISO 80000-1. Numeric multipliers shall not be included. Standard multiples such as k (thousands), m (one thousandth), M (millions), etc. may be used. The word “NONE” is to be used for unit-less values.
- a** is the channel multiplier. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used (Kreyszig [B6]).
- b** is the channel offset adder. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used

(Kreyszig [B6]).

The channel conversion factor is $ax+b$. The stored data value of x , in the data (.DAT) file, corresponds to a sampled value of $(ax+b)$ in units (uu) specified above. The rules of mathematical parsing are followed such that the data sample “ x ” is multiplied by the gain factor “ a ” and then the offset factor “ b ” is added. Manipulation of the data value by the conversion factor restores the original sampled values. See Annex E for an example.

- skew** is the channel time skew (in μs) from start of sample period. Critical, real number, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used (Kreyszig [B6]).
- The field provides information on time differences between sampling of channels within the sample period of a record. For example, in an eight-channel device with one A/D converter without synchronized sample and held running at a 1 ms sample rate, the first sample will be at the time represented by the **timestamp**; the sample times for successive channels within each sample period could be up to 125 μs behind each other. In such cases the skew for successive channels will be 0; 125; 250; 375...; etc.
- min** is the range minimum data value (lower limit of possible data value range) for data values of this channel. Critical, numeric (integer or real), minimum length = 1 character, maximum length = 13 characters, minimum value = $-3.4028235\text{E}38$, maximum value = $3.4028235\text{E}38$.
- max** is the range maximum data value (upper limit of possible data value range) for data values of this channel. Critical, numeric (integer or real), minimum length = 1 character, maximum length = 13 characters, minimum value = $-3.4028235\text{E}38$, maximum value = $3.4028235\text{E}38$. Note: $\text{max} \geq \text{min}$ always.
- primary** is the channel voltage or current transformer ratio primary factor. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters.
- secondary** is the channel voltage or current transformer ratio secondary factor. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters.
- P or S** is the primary or secondary data scaling identifier. The character specifies whether the value received from the channel conversion factor equation $ax+b$ will represent a primary (P) or secondary (S) value. Critical, alphabetic, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character. The only valid characters are: p,P,s,S.

The data in the data file, the channel conversion factors, and the channel units can refer to either primary or secondary units. So, a 345 kV to 120 V transformer for a channel in which the units are kV will have the primary factor of 345 and a secondary factor of 0.12 (345, 0.12). The primary or secondary variable (PS) is provided as a means to calculate the equivalent primary or secondary values in applications where the primary or secondary value is desired and the alternate value is provided. If the data originate in an environment that has no primary/secondary relationship such as an analog power system simulator, the primary-secondary ratio shall be set to 1:1. With the determination of the primary (P) or secondary (S) values from the $ax+b$ equation, the user can then determine the values required for analysis or playback.

Value required	Setting of variable PS	
	P (provides primary values)	S (provides secondary values)
Primary	Use value	Multiply by primary value and divide by secondary value
Secondary	Divide by primary value and multiply by secondary value	Use value

7.4.5 Status (digital) channel information

This group of lines contains the status channel information. There is one line for each status channel. The total number of status channel lines shall equal ##D (see 7.4.3). If the status channel count = 0, then there are no status channel information lines. The following format shall be used:

Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>

where

- Dn** is the status channel index number. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999. Leading zeroes or spaces are not required. Sequential counter ranging from 1 to total number of status channels (##D) without regard to recording device channel number.
- ch_id** is the channel name. Critical, alphanumeric, minimum length = 1 character, maximum length = 128 characters.
- ph** is the channel phase identification. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 2 characters.
- ccbm** is the circuit component being monitored. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters.
- y** is the normal state of status channel (applies to status channels only), that is, the state of the input when the primary apparatus is in the steady state condition. The normal state of status channel does not carry information regarding the physical representation of the status signal, whether there is a clean contact (open or closed) or a voltage (live or dead). The purpose is to define whether a 1 represents the normal or abnormal state. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character, the only valid values are 0 or 1.

7.4.6 Line frequency

The line frequency shall be listed on a separate line in the file:

If<CR/LF>

where

- If** is the nominal frequency in Hz (for example, 50, 60, or 16.7 for train applications) of the network or sub-network from which samples have been obtained. Critical, real, numeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used (Kreyszig [B6]).

7.4.7 Sampling rate information

This subclause contains information on the sample rates and the number of data samples at a given rate.

For files with one or multiple predetermined sample rates, the information comprises one line with the total number of sampling rates followed by a line for each sample rate including the number of the last sample at this sample rate. There shall be one line of sample rate and end sample number information for each sampling rate within the data file. For files with continuously variable sample periods, such as event-triggered files, the sample rate information comprises two lines: one line with a zero signifying that there are no fixed sample periods or rates, and a second line including a zero signifying that the sample period is not fixed, and the number of the last sample in the data file.

nrates<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>

where

- nrates** is the number of sampling rates in the data file. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 3 characters, minimum value = 0, maximum value = 999.
- samp** is the sample rate in Hertz (Hz). Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used (Kreyszig [B6]).
- endsamp** is the last sample number at the sample rate. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 10 characters, minimum value = 1, maximum value = 9999999999.

Note that, if **nrates** and **samp** are zero, the **timestamp** in the data file becomes critical and **endsamp** must be set to the number of the last sample in the file. When both the **nrates** and **samp** variable information and the **timestamp** information is available, use of **nrates** and **samp** variables is preferred for precise timing.

7.4.8 Date/time stamps

There are two date/time stamps in the configuration file. The first one is for the time of the first data value in the data file. The second one is for the time of the trigger point. They shall be displayed in the following format:

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>

where

- dd** is the day of month. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 2 characters, minimum value = 01, maximum value = 31.
- mm** is the month. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 2 characters, minimum value = 01, maximum value = 12.
- yyyy** is the year. Critical, integer, numeric, minimum length = 4 characters, maximum length = 4 characters, minimum value = 1900, maximum value = 9999. All 4 characters of the year shall be included.
The variables dd, mm, and yyyy are grouped together as one field, the numbers being separated by the “slash” character with no intervening spaces.
- hh** is the hour. Critical, integer, numeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 2 characters, minimum value = 00, maximum value = 23. All times are to be shown in 24 h format.
- mm** are the minutes. Critical, integer, numeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 2 characters, minimum value = 00, maximum value = 59.
- ss.ssssss** are the seconds. Critical, decimal, numeric, resolution = down to 1 ns resolution, minimum length = 9 characters (microseconds), maximum length = 12 characters (nanoseconds), minimum value = 00.000000, maximum value = 59.999999999.

All values for the date and time are to be preceded and padded by zeros, as required. If any data for the time and date stamp is missing, field separator commas/<CR/LF> may follow each other without intervening characters, or the correctly formatted field may be filled with numeric values replaced by zeros.

7.4.9 Data file type

The data file type shall be identified as an ASCII, binary, binary32, or float32 file by the file type identifier in the following format:

ft<CR/LF>

where

ft is the file type. Critical, alphabetic, non-case sensitive, minimum length = 5 characters, maximum length = 8 characters.

7.4.10 Time stamp multiplication factor

This field shall be used as a multiplication factor for the time stamp (**timestamp**) field in the data file(s) to allow for long duration recordings to be stored in COMTRADE format. The time stamp has a base unit of microseconds or nanoseconds depending on the definition of the date/time stamp in the CFG file. The elapsed time from the first data sample in a data file to the sample marked by any time stamp field in that data file is the product of the time stamp for that data sample and the time multiplier in the configuration file (**timestamp*timemult**).

timemult<CR/LF>

where

timemult is the multiplication factor for the time differential (timestamp) field in the data file. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used (Kreyszig [B6]).

7.4.11 Time information and relationship between local time and UTC

This line contains time zone information for the date/time stamps in 7.4.8 and the location of the recorder. The line is composed of two fields: the time code field and the local code field.

The time code is the same as the time code defined in IEEE Std C37.232™ -2007. The field is used to specify the time difference between local time and UTC (Coordinated Universal Time scale without offset, that is, with neither local time zone or daylight saving offset). The field is restricted to a maximum of six (6) formatted characters. The first character is a sign character and is followed by up to five (5) characters for indicating the time difference (up to two (2) digits for the hours followed by the letter “h” followed by two (2) digits for the minutes). The last three (3) characters are required only when fractional hours are in use. Examples are shown below:

- “-4” means the time difference is minus 4 h (minus means time is behind UTC),
- “+10h30” means the time difference is plus 10 h and 30 min (half hour time zone),
- “-7h15” means the time difference is minus 7 h and 15 min, and
- “0” means the time difference is 0 (local time is UTC).

The time difference reflects whether standard time or daylight savings time was in effect at the time of the recording.

The local code is defined as the time difference between the local time zone of the recording location and UTC. If the recording device is not set to UTC, time code and local code will be the same. However, if the recording device is set to UTC, the fields will be different: local code will provide the local time zone information and the time code will be zero (“0”) irrespective of the location of the recording device. Local code will be zero (“0”) only when the local time zone is UTC.

In addition, there is a special situation in which a COMTRADE file is created by using data from different stations in different time zones, and it is imperative that in such situation the time code be set to UTC and the local code be set to “x”, which means that the local code field is not applicable.

time_code, local_code<CR/LF>

where

time_code is the same as the time code defined in IEEE Std C37.232-2007. Critical, alphanumeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters.

local_code is the time difference between the local time zone of the recording location and UTC and is in the same format as **time_code**. Critical, alphanumeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters.

7.4.12 Time quality of samples

The time quality of the samples shall be identified by the time quality identifier in the following format:

tmq_code, leapsec<CR/LF>

where

tmq_code is the time quality indicator code of the recording device's clock. It is an indication of synchronization relative to a source and is similar to the time quality indicator code as defined in IEEE Std C37.118TM. Critical, hexadecimal, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character. The time quality value used shall be the quality at the time of time stamp.

4-bit time quality indicator code

BINARY	HEX	VALUE (worst case accuracy)
1111	F	Fault--clock failure, time not reliable
1011	B	Clock unlocked, time within 10 s
1010	A	Clock unlocked, time within 1 s
1001	9	Clock unlocked, time within 10 ⁻¹ s
1000	8	Clock unlocked, time within 10 ⁻² s
0111	7	Clock unlocked, time within 10 ⁻³ s
0110	6	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁴ s
0101	5	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁵ s
0100	4	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁶ s
0011	3	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁷ s
0010	2	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁸ s
0001	1	Clock unlocked, time within 10 ⁻⁹ s
0000	0	Normal operation, clock locked

leapsec is the leap second indicator. It indicates that a leap second may have been added or deleted during the recording resulting in either two pieces of data having the same Second of Century time stamp or a missing second. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character. The only valid values are:

- 3 = time source does not have the capability to address leap second,
- 2 = leap second subtracted in the record,

- 1 = leap second added in the record, and
- 0 = no leap second in the record.

7.5 Missing data in configuration files

The configuration file format provides for the fact that some data may be unavailable. However, it is understood that lack of some critical data can make the file set unusable. Some data are therefore specified as noncritical and some as critical. A lack of critical data in the configuration file renders the file set invalid and as not conforming to the standard. A lack of non-critical data in the configuration file does not render the file non-conforming and does not make the file set unusable. When data are missing, the data separators follow each other with no intervening characters unless otherwise specified elsewhere in this clause. Programs intended to read COMTRADE files shall be written to tolerate data separators immediately following each other with no intervening spaces (null fields).

7.6 Configuration file layout

```
station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>
TT,##A,##D<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
lf<CR/LF>
nrates<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
ft<CR/LF>
timemult<CR/LF>
time_code, local_code<CR/LF>
tmq_code, leapsec<CR/LF>
```

8 Data file

8.1 General

The data file contains the data values that are scaled representations of the sampled event. The data must conform exactly to the format defined in the configuration file so that the data can be read by a computer program. The data file type (**ft**) field defined in the configuration file specifies the file type. For binary data files **ft** is set to binary, binary32, or float32. For ASCII data files **ft** is set to ASCII.

8.2 Content

The data file contains the sample number, time stamp, and data values of each channel for each sample in the file. In ASCII data files, the data for each channel within a sample are separated from the succeeding channel data by a comma. This is commonly called “comma delimited format.” Sequential samples are separated by a <CR/LF> between the last channel data value in a sample and the sample number of the succeeding sample. In binary, binary32, or float32 files, there are no separators between the data for each channel within a sample or between sequential sample periods. No other information is contained in the data file.

8.3 Data filenames

Data filenames shall have the .DAT extension to distinguish them from header, configuration, and information files in the same set and to serve as a convention that is easy to remember

and identify. The filename itself shall be the same for header, configuration, data, and information files to associate all of the files.

Appropriate medium for storage and exchange of data files should be used depending on the file size. It is strongly recommended to use the binary, binary32, or float32 formats for large data files.

8.4 ASCII data file format

The ASCII data file shall be divided into rows and columns. The number of data rows varies with the length of the recording and thus affects the length of the file. Each row shall be divided into TT+2 columns where TT is the total number of channels, analog and status, in the recording; the other two columns are for the sample number and time stamp. The number of columns is dependent upon the recording system and also affects the file length. Field lengths specified for ASCII data files are maximum values and are not fixed lengths. All numeric characters, including sign notation, shall fit within the field length limits.

- a) The first column contains the sample number.
- b) The second column is the time stamp for the data of that sample number.
- c) The third set of columns contains the data values that represent analog information.
- d) The fourth set of columns contains the data for the status channels.
- e) The next row (line) begins with the next sample number followed by the next data set.
- f) An ASCII end of file (EOF) marker ("1A" HEX) shall be placed immediately following the carriage return/line feed (<CR/LF>) of the last data row of the file.

Each data sample record shall consist of integers arranged as follows:

n, timestamp, A₁, A₂,A_k, D₁, D₂,D_m

where

- | | |
|---|--|
| n | is the sample number. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 10 characters, minimum value = 1, maximum value = 9999999999. |
| timestamp | is the time stamp. Non-critical if nrates and samp variables in .CFG file are nonzero, critical if nrates and samp variables in .CFG file are zero. Integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 13 characters. Base unit of time is microseconds or nanoseconds depending on the definition of the date/time stamp in the CFG file. The elapsed time from the first data sample in a data file to the sample marked by any time stamp field is the product of the time stamp and the time multiplier in the configuration file (timestamp * timemult). When both the nrates and samp variable information are available and the timestamp information is available, the use of nrates and samp variables is preferred for precise timing. |
| A₁A_k | are the analog channel data values separated by commas. Non-critical, numeric (integer or real), minimum length = 1 character, maximum length = 13 characters, minimum value = -3.4028235E38, maximum value = 3.4028235E38. Missing analog values must be represented by data separators immediately following each other with no spaces (null fields). |
| D₁D_m | are the status channel data values separated by commas. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character. The only valid values are 0 or 1. No provision is made for tagging missing status data and in such cases the field must be set to 1 or to 0. The last data value in a sample shall be terminated with carriage return/line feed. |

8.5 Example ASCII data sample

Figure 1 shows an example data sample as specified in this standard. It has six analog values and six status values. It is taken from Annex C.

5, 667, -760, 1274, 72, 61, -140, -502,0,0,0,1,1 <CR/LF>
IEC 918/13

Figure 1 – Example of data sample in ASCII format

8.6 Binary data files

The binary, binary32, and float32 data files use the same basic structure as that used for the ASCII data files, with the exception that status channel data are compacted as described below. The format is sample number, time stamp, data value for each analog channel, and grouped status channel data for each sample in the file. No data separators are used; the data within a binary sample record is not separated by commas and the end of a sample record is not marked by carriage return/line feed characters. The data file is a continuous stream of data. Data translation is determined by sequential position within the file. If any data element is missing or corrupt, the sequence of variables will be lost and the file may be unusable. No provision is made for recovery under these circumstances.

Data are stored in binary format, but for convenience the values are shown in hexadecimal here. The data are not stored as ASCII representations of hexadecimal numbers. In the binary case, when storing a two-byte (16 bit) word, the least significant byte (LSB) of the data is stored first, then the most significant byte (MSB). The two-byte data value “1234” will be stored in “3412” format. In the binary32 and float32 cases, when storing a four-byte (32 bit) word, the least significant byte (LSB) of the word is stored first, then the next to least significant byte, then the next to most significant byte, then the most significant byte (MSB). The four-byte data value “12345678” will be stored in “78563412” format. The bits within a byte are numbered zero (least significant) to seven (most significant).

The sequential data in a binary data file represent the following:

- a) Sample number and time stamp data are stored in unsigned binary form of four bytes each.
- b) Analog channel sample data are stored as follows: for binary or binary32 data files the data is stored in two's complement binary format of two or four bytes each. A data value of zero is stored with each one of the bytes set to 00 hexadecimal, and -1 is stored with each one of the bytes set to FF. The maximum positive value is obtained when the most significant bit is set to a 0 and the rest of the bits are each set to a 1, and the maximum negative value is the complement of the maximum positive value. As for the float32 data files, the data is stored according to the IEEE Std 754™ -2008. The maximum negative values of the binary, binary32, and float32 formats are reserved to mark missing data.
- c) Status channel sample data in the binary, binary32, and float32 formats are stored in groups of two bytes for each 16 status channels, with the least significant bit of a word assigned to the smallest input channel number belonging to that group of 16 channels. Thus, bit 0 of status word 1 (S1) is the status of digital input number 1, while bit 1 of status word 2 (S2) is the status of digital input number 18. No provision is made for marking missing status data, but a bit set to 1 or to 0 must be included to maintain the integrity of the word.

The length of the file will vary with the number of channels and the number of samples in the file. The number of bytes required for each scan in the file will be:

$$(A_k \times N) + (2 \times \text{INT}(D_m/16)) + 4 + 4$$

where

- A_k is the number of analog channels,
 N is the number of bytes per sample (two for binary and four for binary32 and float32),
 D_m is the number of status channels,
 $\text{INT}(D_m/16)$ is the number of status channel divided by 16 and rounded up to the next integer, and
 $4 + 4$ represents 4 bytes each for the sample number and the time stamp.

Each data sample record shall consist of numeric values arranged as follows:

n timestamp $A_1 A_2 \dots A_k S_1 S_2 \dots S_m$

where

- n** is the sample number. Critical, integer, numeric, minimum length = 4 bytes, maximum length = 4 bytes, minimum value = 00000001 in hexadecimal, maximum value = FFFFFFFF.
- timestamp** is the time stamp. Non-critical if **nrates** and **samp** variables in .CFG file are nonzero, critical if **nrates** and **samp** variables in .CFG file are zero. Minimum length = 4 bytes, maximum length = 4 bytes, minimum value = 00000000 in hexadecimal, maximum value = FFFFFFFE. Missing time stamp values shall be replaced by placing the value FFFFFFFF in the field to maintain the integrity of the file structure. Base unit of time is microseconds or nanoseconds depending on the definition of the date/time stamp in the CFG file. The elapsed time from the first data sample in a data file to the sample marked by any time stamp field is the product of the time stamp and the time multiplier in the configuration file (**timestamp** * **timemult**). When both the **nrates** and **samp** variable information and the **timestamp** information are available, the use of **nrates** and **samp** variables is preferred for precise timing.
- $A_1 \dots A_k$** are the analog channel data values. Non-critical, numeric (integer or real), length is fixed at 2 bytes for binary data files and 4 bytes for binary32 and float32 data files. Missing analog values must be represented by placing the corresponding maximum negative value in the field.
- $S_1 \dots S_m$** are the status channel data values in 2 bytes (16 bits) for each 16 or part of 16 status channels. Non-critical, integer unsigned binary format, minimum length = 2 bytes, maximum length = 2 bytes, minimum value = 0000 in hexadecimal, maximum value = FFFF. No provision is made for tagging missing status data and in such cases the bit may be set to 1 or to 0.

If the number of status channels is not integrally divisible by 16, the higher channels shall be padded with 0 bits.

Example:

For a set of six status inputs (0,0,0,0,1,1) as shown for the ASCII data file in 8.5:

- write these status inputs as a binary number (110000), recognizing that the channels are listed low bits first in the ASCII data file;
- then pad the number out to a 16 bit number (0000 0000 0011 0000).
- translate this to a hexadecimal value (00 30).
- the data is then stored in LSB/MSB format (30 00).

8.7 Example of binary data sample

Figure 2 shows an example of a data sample as specified in this standard. It has six analog values and six status values. It is the binary equivalent of the ASCII sample shown in 8.5.

05 00 00 00 9B 02 00 00 08 FD FA 04 48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00

IEC 919/13

Figure 2 – Example of data sample in binary format

9 Information file

9.1 General

The information file (.INF) is an optional file. The .INF file provides for the exchange of information regarding the event recorded in the COMTRADE record that may enable enhanced manipulation or analysis of the data. This optional information is stored in a separate file to allow full backwards and forwards compatibility between current and future programs that utilize COMTRADE files. Any program reading data from information files shall be able to recognize any public section header, entry, or other data defined in this standard, and take any action in response to that data. Programs not recognizing certain data shall not alter that data in any way.

The file format is similar to the Windows™ .INI file format. Most programming languages now include functions for writing and reading from these files. Many programmers and users are familiar with the structure of these files.

Some of the sections in the information file duplicate information stored in the .CFG configuration file. The .CFG and .DAT files are the primary COMTRADE files and any data for which a variable is defined in either of these two files must be stored in the appropriate file even if duplicated in the .INF information file.

9.2 Content

The information file is an ASCII text file that is in a computer-readable specified format. The file contains both information readable by the general user and information specific to a given class of users which may be unreadable to the general user. These two types of information are classed as public and private, respectively, and reside in separate sections of the file. Data stored in the information file shall be stored in a public section whenever a suitable section is defined. If a suitable predefined public section is not available, a private section may be used. The entries shall conform exactly to the format defined below so that the data can be read by a computer program.

9.3 Information file filenames

Information filenames shall have the .INF extension to distinguish them from header, configuration, and data files of the same set and to serve as a convention that is easy to remember and identify. The filename itself shall be the same as for the header, configuration, and data files with which it is associated.

9.4 Information file structure

9.4.1 General

The information file is divided into sections. Each section consists of a header line followed by a number of entry lines. There is no limit to the number of sections but there shall be at least one section per file. No data shall reside outside of a section. Each section is identified by a unique section header line. All data belong to the nearest section header above it in the file.

Generically the structure is as follows:

- Public Record Information Section Header (information relating to the whole record)
 - Publicly-Defined Record Information Entry Lines
- Public Event Information Section Header (information relating to a particular channel and sample in the record)
 - Publicly-Defined Event Information Entry Lines
- Public File Description Section Header (information equivalent to .CFG file information relating to the whole record)
 - Publicly-Defined File Description Entry Lines
- Public Analog Channel #1 Section Header (information equivalent to .CFG file information relating to the first analog channel in the record)
 - Publicly-Defined Analog Channel Entry Lines
- Public Analog Channel #n Section Header (information relating to the next analog channel in the record, with a new section for each channel, up to the number of analog channels in the record)
 - Publicly-Defined Analog Channel Entry Lines
- Public Status Channel #1 Section Header (information relating to the first status channel in the record)
 - Publicly-Defined Status Channel Entry Lines
- Public Status Channel #n Section Header (information relating to the next status channel in the record, with a new section for each channel, up to the number of status channels in the record)
 - Publicly-Defined Status Channel Entry Lines
- Private Information Header
 - Privately-Defined Record Information Entry Lines
- Private Information Header
 - Privately-Defined Record Information Entry Lines

9.4.2 Public sections

Public sections contain information in a form that can be used by equipment and/or software made by more than one manufacturer. Specific public section entry lines are defined in this document. Each revision of the standard will update public section variables and include any openly distributed private section entries in use at that time.

9.4.3 Private sections

Private sections contain manufacturer-specific information that is only useful with a specific vendor's software or hardware, or that is in a format unique to that manufacturer. Multiple private sections are allowed per manufacturer, and a single information file may contain private sections from several manufacturers. It is anticipated that manufacturers will generate private sections for specific purposes. If two or more manufacturers use similar private sections, a common form of the private section could be approved for use as public sections in future revisions of this standard.

9.5 File characteristics

Information files shall be in ASCII format as defined in 4.1.3, with the following additional limitations:

- a) leading spaces are not allowed on any line;
- b) file shall not include any user-added end of file (EOF) marker, such as "1A" HEX; and
- c) file length shall not exceed 64K.

9.6 Section headings

9.6.1 Public and private section header name formatting rules

The section name is delimited by square brackets. The section name resides alone on a line. No other data shall reside on the same line as the section name. The line is terminated with a <CR/LF>. The section name shall start with a letter character; a number or a symbol shall not be the first character of a section name. The section name must start with the word “Public” or, for private sections, a word clearly representing the organization to which the section belongs, followed by exactly one space, then followed by any number of words identifying the section. Individual words in proprietary company or organization names or trademarks comprising more than one word shall be concatenated by deleting the space between the words, or, to improve readability, by substituting the underline space character “_” for the space.

Section headings after the first section heading shall be separated from the preceding section header or entry lines by an empty line.

Public section headers shall be meaningful to a power systems engineer with limited computer knowledge.

9.6.2 Public section header naming examples

Examples:

Acceptable:

[Public File_Description] <CR/LF>

Unacceptable:

[Public DataSource]<CR/LF> (Leading space)

[DataSource Public]<CR/LF> (Shall begin with word Public)

9.6.3 Private section header naming examples

Examples:

Acceptable:

[Company1 InputRanges]<CR/LF>

[Company2 IsolatorType] <CR/LF>

Unacceptable:

[Company Name Input Ranges] <CR/LF> (Spaces not allowed in owner identifier)

[12] <CR/LF> (Starts with number)

{Bad Section}<CR/LF> (Wrong bracket style)

[Bad Section<CR/LF> (Missing bracket)

[Bad Section] Extra Data=Not Allowed<CR/LF> (Extra text or entries on line after closing bracket)

9.7 Entry line

9.7.1 General

An entry line must start with one word 3 to 32 characters long followed by an equal (=) sign. The first word is the “Entry Name.” The entry name is a description of the function of the value string that follows. It is analogous to the name of a variable or constant in many programming languages. The entry name shall be meaningful when read in conjunction with the section

name. The entry name need not be fully descriptive. The entry name can contain any printable characters with ASCII values between 33 and 127 decimal. The line shall be terminated with a <CR/LF>.

Examples:

Acceptable:

```
[Public File Description] <CR/LF>
Recording_Device_ID=Unit 123<CR/LF>
```

```
[Company2 Calibration] <CR/LF>
Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>
Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>
Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>
```

Unacceptable:

```
[Company3 Calibration] <CR/LF>
cl33421thv1st=2044.5,-7,1,2046.2,5.3,1,2042.0,-0.4,-1<CR/LF>      (Entry name not meaningful)
Ch 1= 2044.5, -7, 1<CR/LF>                                          (Extra spaces)
[Company3 Device Type] <CR/LF>(No space between new section header and last section)
```

9.7.2 Comment lines

An entry line prefixed with a semicolon is considered a comment line. Such lines are to be skipped by file reading algorithms and are used for comments or to comment out certain entries. The comment lines may be created by users or by a program. Comment lines shall not be used for extensive documentation or explanations, since this increases file size, file read time, and obscures the file structure to human readers.

When section headings are commented out, all entry lines in that section shall also be commented out. Failing to comment out the entry lines in a section where the heading has been commented out would cause any uncommented entry lines in that section to fall under the previous section heading.

Examples:

Acceptable:

```
[Company2 Calibration] <CR/LF>
; Sequence is gain, offset, polarity<CR/LF>

Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>
Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>
;Channel 2 replaced 7/16/95<CR/LF>
Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>
```

Unacceptable:

```
:[Company3 Calibration] <CR/LF>      (Section heading commented out leaving orphan data)
Ch 1 = 2044.5, -7, 1<CR/LF>          (Extra spaces)
;This recorder uses 8 bit data and
has
64 channels, test points on the card
are
high impedance and not galvanically
```

isolated. <CR/LF>

(excessive and wrongly-placed documentation)

9.7.3 Value string

The value string is defined as all characters on an entry line from the equal sign to the end-of-line sequence. Value strings can contain one data item or several data items. Multiple data items are separated by commas. Numeric values shall begin immediately after the equal sign or comma delimiter with no leading space. Text strings that include a space after the equal sign or comma delimiter shall include the space as part of the value. For public sections, this information is specified in this standard. For private sections, the data type, format, and number of items per entry line are defined by the user.

9.8 Adding, modifying, and deleting information

9.8.1 General

Because several programs may write to, modify, and read from the .INF file independently, rules governing the deletion and addition of information are needed to reduce the potential for damage from programs operating without human intervention. Deliberate human intervention via user entry fields can be used to add or delete information from any section. However, this can render the information file unfit for the intended application.

9.8.2 Deleting information

A program cannot delete private sections that it did not create, nor may it modify or delete items from those sections. A program cannot delete public sections or items from those sections. However, items in public sections may be modified or items may be added.

9.8.3 Adding information

Any program may add entries to a public section. A program cannot add entries to a private section that it did not create. The format allows an unlimited number of public and private sections, each with an unlimited number of entries.

9.9 Public section header and entry line definitions

This standard specifies some public section headers and entry lines. If a publicly-defined section header is included, all of the defined entry lines for that section shall be included in the order listed. An entry line in which the equal sign “=” is followed by the line terminating <CR/LF> shall be interpreted as a null string (no characters) or a zero numeric value. If no suitable public format is available, new complementary private section definitions may be created restricting use to the originating manufacturer or user. Future revisions of this standard will document those in commonly accepted use at the time of the revision.

9.10 Public record information section

9.10.1 General

This public data section defines the software that writes the file, describes the COMTRADE event, and indicates the number of public event information sections included in the information file.

```
[Public Record_Information] <CR/LF> (Section heading, shall include brackets)
Source=Value<CR/LF>
Record_Information=Value<CR/LF>
Location=Value<CR/LF>
max_current=Value<CR/LF> (Entry lines)
min_current=Value<CR/LF>
```

max_voltage=Value<CR/LF> (Entry lines)
min_voltage=Value<CR/LF>
EventNoteCount=Value<CR/LF>

9.10.2 Section header definition

The following text string is publicly defined as a section heading for parameters applicable to the whole file:

[Public Record_Information]<CR/LF>

9.10.3 Public record information entry line definition

The following public record information entry lines and entry value variables are publicly defined:

Source=Value<CR/LF>

- An optional entry line providing a place for machine-readable text description of the software that was used to write the record. Value is an alphanumeric string with printable ASCII characters and white space; multiple data items are separated by commas. The string is the name and revision level of the program.

Record_Information=Value1,Value2,Value3,Value4<CR/LF>

- An optional entry line providing a place for machine-readable text description of the event. Value is an alphanumeric string with printable ASCII characters and white space; multiple data items are separated by commas for which the following values are publicly defined:

Value1: Fault, Unknown, Misoperation, Close, Trip, Reclose, Power Swing, Simulation.

Value2: AG, BG, CG, ABCG, AB, BC, CA, ABC, or any similar series of phase identifier such as 12N, RS, etc.

Value3: Any other text string not being a variation of one of the above that helps describe the event.

Value4: Any other text string being an identifier for a unique device or type of device (e.g., transmission line, transformer).

Location=Value1, Value2<CR/LF>

- An optional entry for information regarding the location of the fault on a transmission line, if it is known. The following entries are publicly defined:

Value1: A real number representing distance to fault in terms of the following parameters.

Value2: Miles, kilometers, percent of line, percent of setting, Ohms.

max_current=Value<CR/LF>

min_current=Value<CR/LF>

max_voltage=Value<CR/LF>

min_voltage=Value<CR/LF>

- Optional entry lines for recorded minimum and maximum values of voltage and current for the record as a whole. The values are either primary or secondary values as specified by the PS variable in the channel definition using the unit specified in the .CFG file. They differ from the variables **min** and **max** in the .CFG file, which are the maximum possible range or physically limited values. Value is a real number corresponding to the highest (max_value) or lowest (min_value) value to be found in the data file after conversion by

the appropriate channel scaling factors $ax+b$; (see 7.4.4). For currents, Value is in amperes. For voltages, Value is in volts.

EventNoteCount=Value<CR/LF>

- An entry line for the number of Public Event Information sections in the .INF file. It is required only if Event Information sections are included. Value is an integer value equal to the total public event information in the information file. If this number is zero or if the EventNoteCount entry line does not exist, it is assumed that there are no public event information sections to be read.

9.11 Public event information definition

9.11.1 General

This public data section defines notes that are related to a specific event, sample, or channel within a COMTRADE record. This allows specific parts of the record to have data and descriptive text attached and later retrieved.

9.11.2 Section heading definition: [Public Event_Information_#n] <CR/LF>

The section heading is the string “Public Event_Information_#n” with the information number “n” directly appended (no interposing space character allowed). The information number is a positive integer, starting at one, consecutive, and limited to the value of EventNoteCount in the Public Record Information section.

9.11.3 Public event information entry line definition

Channel_number=Value<CR/LF>
max_value=Value<CR/LF>
min_value=Value<CR/LF>
max_sample_number=Value<CR/LF>
min_sample_number=Value<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>

Data definition:

Where the Sample_number string appears in any of the following entries, Value or Value1 is the COMTRADE record sample number to which the information refers. The Sample_number is the ASCII integer number that will be stored in an ASCII data file; binary files sample numbers shall be converted to ASCII integers before the match is made.

Channel_number

An entry line for the COMTRADE record channel number to which the information refers.

max_value and min_value

- Entry lines for recorded minimum and maximum values of voltage and current for the channel to which the information refers. The values are either primary or secondary values as specified by the PS variable in the channel definition using the unit specified in the .CFG file. They differ from the variables **min** and **max** in the .CFG file, which are the maximum possible range or physically limited values. Value is a real number corresponding to the highest (max_value) or lowest (min_value) value in the channel data after conversion by the appropriate channel scaling factors $ax+b$.

max_sample_number and min_sample_number

- Entry lines for the sample number at which the minimum or maximum recorded value occur. Several instances of this entry are possible.

Sample_number_Text#=Value1,Value2

- Entry lines for text notes on events. # is a sequential count of the number of Text entries, beginning at 1 and limited to 99 (2 characters); Value1 is the sample number as described above; Value2 is any alphanumeric string with printable ASCII characters and white spaces. Hard returns (CR and/or LF) are considered terminating characters and are not allowed within the body of the string.

9.12 Public file description section

9.12.1 General

This public data section defines information that describes the record as a whole and is equivalent to data stored in the .CFG configuration file. The .CFG file is mandatory and the .CFG file containing the appropriate information shall be supplied, even if the configuration information is duplicated in the optional .INF file. This optional duplication of data permits users who use the .INF information file to access the data contained in the .CFG file without opening that file.

9.12.2 Section heading definition: [Public File_Description] <CR/LF>

The section heading is the string “Public File_Description” (no interposing space character allowed). Only one Public File_Description section is allowed per record. The entry lines duplicate the information in the lines of the .CFG file which define the record as a whole. Channel-specific definitions are contained in separate sections. If used, this section must contain an entry line for each variable in the .CFG file, except for variables in the analog and status channel definition lines. The entries for “Value” shall follow the rules for the equivalent data as specified in Clause 7.

9.12.3 Public file description entry line definition

Station_Name=Value
Recording_Device_ID=Value
Revision_Year=Value
Total_Channel_Count=Value
Analog_Channel_Count=Value
Status_Channel_Count=Value
Line_Frequency=Value
Sample_Rate_Count=Value
Sample_Rate_#1=Value

End_Sample_Rate_#1=Value

.
.
.

Sample_Rate_#n=Value
End_Sample_Rate_#n=Value
File_Start_Time=Value
Trigger_Time=Value
File_Type=Value
Time_Multiplier=Value

9.13 Public analog channel section

9.13.1 General

This public section defines entry variables for the analog channels of the record and provides information equivalent to that stored in the .CFG configuration file. The .CFG file is mandatory and a .CFG file containing the appropriate information shall be supplied even if the information is duplicated in the optional .INF file. This optional duplication of data permits users who use the .INF file access to the data contained in the .CFG file without opening that file.

9.13.2 Section heading definition: [Public Analog_Channel_#n]

The section heading is the string “Public Analog_Channel_#n” (no interposing space character allowed), where “n” is a number between 1 and the analog channel count for the record. One public channel description section is required for each analog channel of the record. The entry lines duplicate information in the lines of the .CFG file, which pertain to individual analog channels. If used, this section shall contain an entry line for each variable on the analog channel line in the .CFG file. The entries for “Value” shall follow the rules for the equivalent variables as specified in Clause 7.

9.13.3 Public analog channel entry line definition

Channel_ID=Value
Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Channel_Units=Value
Channel_Multiplier=Value
Channel_Offset=Value
Channel_Skew=Value
Range_Minimum_Limit_Value=Value
Range_Maximum_Limit_Value=Value
Channel_Ratio_Primary=Value
Channel_Ratio_Secondary=Value
Data_Primary_Secondary=Value

9.14 Public status channel section

9.14.1 General

This public section defines entry variables for the status channels of the record and provides information equivalent to that stored in the .CFG configuration file. The .CFG file is mandatory and a .CFG file containing the appropriate information shall be supplied even if the information is duplicated in the optional .INF file. This optional duplication of data permits users who use the .INF file to access the data contained in the .CFG file without opening that file.

9.14.2 Section heading definition: [Public Status_Channel_#n]

The section heading is the string “Public Status_Channel_#n” (no interposing space character allowed), where “n” is a number between 1 and the status channel count for the record. One public channel section is required for each status channel of the record. The entry lines duplicate information in the lines of the .CFG file, which deal with individual status channels. If used, this section shall contain an entry line for each variable on the status channel line in the .CFG file. The entries for “Value” shall follow the rules for the equivalent variables as specified in Clause 7.

9.14.3 Public status channel entry line definition

Channel_ID=Value

Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Normal_State=Value

9.15 Sample .INF file

```
[Public Record_Information]<CR/LF>
Source=COMwriter, V1.1<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG, Trip,Transmission Line<CR/LF>
Location=189.2, miles<CR/LF>
max_current=3405.5<CR/LF>
min_current=-3087.2<CR/LF>
max_voltage=208.6<CR/LF>
min_voltage=-206.4<CR/LF>
EventNoteCount=2<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#1] <CR/LF>
Channel_number=2<CR/LF>
max_value=204.5<CR/LF>
min_value=-205.1<CR/LF>
max_sample_number=168<CR/LF>
min_sample_number=15<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=168,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=15,Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#2] <CR/LF>
Channel_number=1<CR/LF>
max_value=206.5<CR/LF>
min_value=205.1<CR/LF>
max_sample_number=159<CR/LF>
min_sample_number=9<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=159,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=9,Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public File_Description] <CR/LF>
Station_Name=Condie<CR/LF>
Recording_Device_ID=518<CR/LF>
Revision_Year=1999<CR/LF>
Total_Channel_Count=12<CR/LF>
Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
Status_Channel_Count=6<CR/LF>
Line_Frequency=60<CR/LF>
Sample_Rate_Count=1<CR/LF>
Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
File_Start_Time=11/07/95,17:38:26.663700<CR/LF>
Trigger_Time=11/07/95,17:38:26.687500 <CR/LF>
File_Type=ASCII <CR/LF>
Time_Multiplier=1<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
```

10 Single File Format COMTRADE (with CFF extension)

The single file format has many advantages including:

- The format for the single file (which has the same name as the COMTRADE record but with extension CFF) is merely a collection of the four individual files (.CFG, .INF, .HDR and .DAT as described in Clauses 6 through 9) as separate sections. Each section begins with a separator. The separators are merely used to identify the start of each section. The content of the .CFF file is as follows.

-
- Published by IEC under license from IEEE. © 2013 IEEE. All rights reserved.

- 6) The next lines list the entire contents of the header file as per Clause 6. However, there may not be a header section as the header file is optional. In that case, an additional <CR/LF> will be indicated in this section.
e.g. <CR/LF>
- 7) The next line is the fourth and last separator indicting the start of the .DAT file contents section. This last separator also defines the type of the data file along with the number of bytes in case of BINARY type data.
e.g. --- file type: DAT ASCII ---<CR/LF>, or
e.g. --- file type: DAT BINARY: 702 ---<CR/LF
where, the number 702 indicates the number of bytes in the binary data file.
- 8) The next lines list the entire contents of the data file as per Clause 8.
e.g. 1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0
 2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0
 3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0

 40,105000,-169,41,18,-110,1,1,0,1
- 9) The end of the single file information shall be indicated using the end of file marker.
e.g. <EOF>

An example of single format COMTRADE file with CFF file extension is provided in Annex F (with ASCII data) and G (with binary data) respectively. In the case of binary data, actual values are not shown for obvious reasons.

Annex A

(informative)

Sources and exchange media for time sequence data

A.1 General

There are several possible sources of time sequence data that could be converted to the COMTRADE standard for data exchange. Some examples are listed here.

A.2 Digital fault recorders

Digital fault recorders for monitoring power system voltages, currents, and events are supplied by several manufacturers. These devices record analog signals by periodically sampling them and converting the measured signals to digital values. Typical recorders monitor 16 to 128 analog channels and a comparable number of event (contact status) inputs. Sampling rates, analog-to-digital converter resolution, record format, and other parameters have not been standardized.

A.3 Analog tape recorders

Analog tape recorders record analog signals on magnetic tape, usually using frequency modulation techniques. Recorded tapes can be played back to drive oscilloscopes or plotters for visual examination of the recorded waveforms. Typical recorders monitor up to 32 analog signals.

By employing suitable hardware and software, the signals recorded on the analog tapes can be converted to digital records in any desired format. The fidelity of the resultant output is dependent upon the limitations of both the analog recorder and the digital conversion system. The loss in fidelity can be minimized by a proper choice of the sampling system.

A.4 Digital protective relays

New relay designs using microprocessors are currently being developed and marketed. Some of these relays have the ability to capture and store relay input signals in digital form and transmit this data to another device. In performing this function, they are similar to digital fault recorders, except that the nature of the recorded data may be influenced by the needs of the relaying algorithm. As with the digital fault recorders, record format and other parameters have not been standardized.

A.5 Phasor measurement units

Phasor measurement units (PMUs) convert voltage and current waveforms into a phasor equivalent that includes both magnitude and phase angle. These measurements are precisely time synchronized, usually by GPS, for universal comparability. PMUs can also record time synchronized digital status and sampled analog values with the phasor data. Data can be sampled many times in a second; 30 Hz is a typical sampling rate that is used. IEEE Std C37.118™, the Synchrophasor Standard, describes a real-time output format for this data but no format for recording as a file. The IEEE working group report "Schema for Phasor Data using the COMTRADE File Standard" provides a guide for recording synchrophasor data as a file in the COMTRADE file format which is based on IEEE Std C37.111™ -1999. This schema maps data directly from the real-time transmission format to the file format. It can be used for

data from a single PMU or from multiple PMUs through a data concentrator. The following subclauses provide a description of the schema which will be updated in future based on this standard.

A.6 Transient simulation programs

Unlike the above devices that record actual power system events, transient simulation programs produce time sequence data by analyzing mathematical models of the power system. Because this analysis is carried out by a digital computer, the results are inherently in digital form suitable for digital data dissemination. While originally developed for the evaluation of transient overvoltage in power systems, these programs are finding increased usage in other types of studies, including test cases for digital relaying algorithms. Because of the ease with which the input conditions of the study can be changed, transient simulation programs can provide many different test cases for a relay.

A.7 Analog/digital simulators

Analog simulators model power system operations and transient phenomena with scaled values of resistance, inductance, and capacitance while operating at greatly reduced values of voltage and current. The components usually are organized with similar line segments that can be connected to form longer lines. The frequency response of the analog simulator primarily is limited by the equivalent length of the model segment and typically ranges from 1 kHz to 5 kHz. As with the output of analog tape recorders, the analog output of the simulator could be converted to digital records with appropriate filtering and sampling.

Digital simulators model power systems with mathematical equations which are solved either in real-time or in non-real-time to generate transient signals. These transient signals are played to any device connected to the real-time digital simulator in real-time and the data is saved for further analysis. COMTRADE is a preferred format for such storage. In the case of non-real-time digital simulators, transient data are usually saved in COMTRADE format for playing back to devices at a later time. Frequency response of both types of digital simulators can be significantly higher depending on the mathematical model used. In case of real-time digital simulators, frequency response also depends on the available hardware and size of the network modeled.

A.8 Data exchange medium

A.8.1 General

Electric power utilities record fault data for post-fault analysis to determine the nature and location of the fault and to store a record for future use. The data are generally stored as oscillograms on magnetic tapes or paper or in computer data files. An oscillogram contains voltage and current waveforms that can be examined and analyzed. Digital computers cannot record voltage and current waveforms directly. The waveforms are quantified for storage in computer files. More recently, personal computers have been used to record fault data on diskettes and cassettes.

It is not convenient to transport magnetic tapes that are used with mainframe computers in the form of reel-to-reel or cassettes between utilities and individual users. This is especially true if the users are separated by long distances or are located in different countries. Also, the recipient of a magnetic tape must have a computer system compatible with the system on which the tape was prepared. It is more convenient to transport cassettes than to transport magnetic tapes. However, transferring data to and from cassettes is a slow process.

A.8.2 Recommended medium

The most commonly used computer systems today are personal computers equipped with CD, DVD, and USB drives. One of these mediums can be effectively used for exchanging data. However, some other devices may be available in the future which may be more advanced both in terms of amount of data storage capability and the size of the device. Users should adopt the latest available technology that is popular without waiting for the next revision of the standard.

Annex B (informative)

Data exchange sampling rates

B.1 General

This annex is concerned with issues of sampling rates, filters, and sample rate conversions for time sequence data being exchanged. Of special concern is the case in which data are captured at a high sample rate but a lower sample rate is required by the device or software using the data. The simple expedient of dropping every n^{th} sample is **not** the correct way of making the conversion. This section discusses the correct way to perform this common function, as well as other related topics.

Since it is difficult to anticipate all future uses of such standard test cases (e.g., future algorithms, architectures, microprocessors), it seems clear that high accuracy and high sampling rates are desirable in the test cases. Although many existing digital relays use 12 bit accuracy, 16 bit or higher resolution A/D converters may be used in the near future.

The sampling rate issue is similar. Samples obtained at a sampling frequency of 240 Hz, for example, must be obtained using a filter with a cutoff frequency of 120 Hz to avoid aliasing. It is straightforward to convert these samples to samples at higher sampling frequencies, but the effect of the anti-aliasing filter cannot be removed. It is possible to obtain samples at 960 Hz equivalent to the output of the 120 Hz anti-aliasing filter, but it is not possible to obtain samples at 960 Hz of the original (unfiltered) signal.

B.2 Sampling process structure

It is recommended that the original samples be obtained (after a proper anti-aliasing filter is used, if necessary) at as high an accuracy and as high a sampling rate as possible in a given installation. However, specific choices of sampling rates (see sampling rates in Tables B.1 and B.2) could make further use of the data much easier. Consider data obtained at a sampling rate of f_s Hz. It would be most convenient if there were a standard technique to convert from the data at f_s Hz to data that would have been obtained by the user's proposed system shown in Figure B.1.

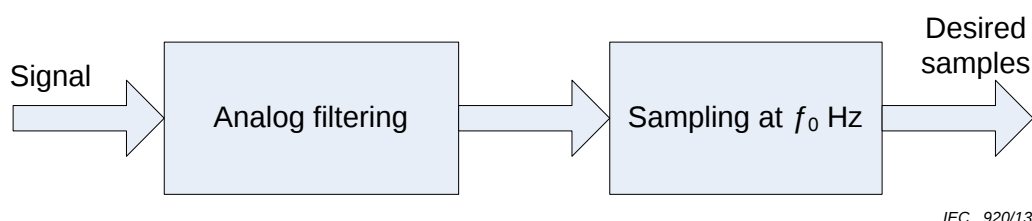


Figure B.1 – Typical signal processing

Developments in digital signal processing present an efficient solution to the problem if there are integers L and M such that

$$Lf_s = Mf_0 = f_{\text{LCM}} \quad (\text{B.1})$$

where

f_{LCM} is the least common multiple. The solution is shown in Figure B.2.

The box labeled FIR in Figure B.2 is a finite impulse response equivalent of the analog filter shown in Figure B.1 at a sampling rate of $L f_s$ Hz. Equation (B.1) is the key to the solution, and it limits sampling rates to some extent.

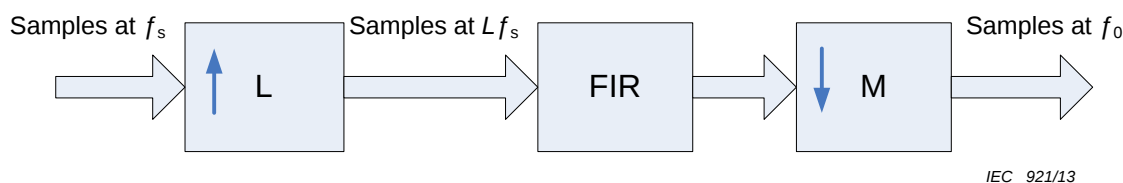


Figure B.2 – DSP solution

The process of converting from samples at frequency f_s to samples at frequency f_0 is to determine the frequency f_{LCM} such that Equation (B.1) is satisfied, provide an FIR description of the desired analog filter, and implement Figure B.2. The FIR description of the analog filter is a table of numbers corresponding to a digital filter description at the sampling frequency f_{LCM} . A standard technique for the FIR design might be to use an impulse equivalent filter where the n^{th} entry in the table was the impulse response of the analog filter at the n^{th} sample time. Other FIR filter design programs are available (Programs for Digital Signal Processing [B7]) and Annex D contains a program that implements Figure B.2.

The transient response of the FIR filter at the beginning of the data must also be considered. If the FIR duration is one period of the nominal power system frequency, then a total of two periods of prefault data shall be included in the standard cases. Artificial prefault data can be supplied if it is not present. The FORTRAN program CONVERT (see Annex D) is an implementation of Figure B.2 that is an alternative to the program in Programs for Digital Signal Processing [B7]. The program is an illustration of the impulse invariant FIR filter for a second-order low-pass filter. Figure B.3 shows the output samples at 720 Hz with an input sampled at 4 320 Hz.

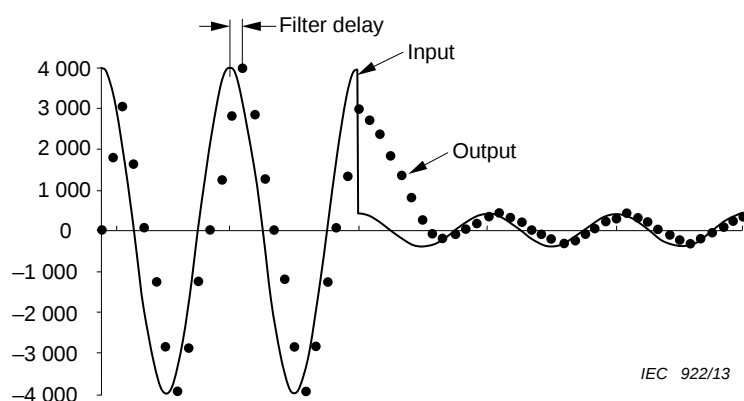


Figure B.3 – Example of sample rate conversion

Table B.1 – Frequencies corresponding to ($f_{\text{LCM}} = 384 \times f_{\text{base}}$) samples/cycle

Samples/cycle	f for 60 Hz	f for 50 Hz
384	23 040	19 200
192	11 520	9 600
128	7 680	6 400
96	5 760	4 800
64	3 840	3 200
48	2 880	2 400
32	1 920	1 600
24	1 440	1 200
16	960	800
12	720	600
8	480	400
6	360	300
4	240	200

Table B.2 – Frequencies corresponding to ($f_{\text{LCM}} = 3200 \times f_{\text{base}}$) samples/cycle

Samples/cycle	f for 60 Hz	f for 50 Hz
3 200	192 000	160 000
1 600	96 000	80 000
800	48 000	40 000
640	38 400	32 000
400	24 000	20 000
320	19 200	16 000
200	12 000	10 000
160	9 600	8 000
128	7 680	6 400
100	6 000	5 000
80	4 800	4 000
64	3 840	3 200
50	3 000	2 500
40	2 400	2 000
32	1 920	1 600
20	1 200	1 000
16	960	800
10	600	500
8	480	400
4	240	200

NOTE The higher sampling frequencies in Tables B.1 and B.2 are artifacts of the technique of sampling rate conversion and data sharing. It is not intended that the high sampling rates be used to capture traveling wave phenomena. It is expected that the lower frequencies in Tables B.1 and B.2 will be the norm.

A further simplification would result if a single f_{LCM} were specified. The simplification would be that the user would have to specify a single FIR representation of the desired analog filtering at the specified f_{LCM} . Unfortunately, a single f_{LCM} that would satisfy all known sampling rates would be so large as to make the description of an FIR filter unwieldy. The solution is to use two different common multiple frequencies f_{LCM}^1 and f_{LCM}^2 . Each frequency would produce a short list of sampling frequencies corresponding to an integer number of samples per cycle at the nominal power system frequency. Conversions between frequencies in a single list would be particularly simple. Conversions between frequencies that are not in a single list would require that the user determine the appropriate f_{LCM} for the application and then follow the same procedure. The two lists of recommended sampling frequencies are shown in Tables B.1 and B.2 for both 50 Hz and 60 Hz fundamental frequencies. It is assumed that the sampling frequencies are independent of the actual power system frequency and that the columns “samples per cycle” in Tables B.1 and B.2 are interpreted as the number of samples per cycle at the nominal power system frequency of 50 Hz or 60 Hz.

B.3 Interpolation

The preceding subclause is based on the assumption that the original data consists of the samples taken directly after a properly designed anti-aliasing filter. The possibility that the data to be shared has been processed digitally must also be considered. If the digital processing can be represented as a linear shift-invariant operation that preserves the original sampling rate of f_s Hz, then it is straightforward to invert the digital processing.

As an example, let the original samples be the sequence $x(n)$ and assume that the average over the first four samples is used to produce the sequence $y(n)$,

$$y(n) = 1/4 [x(n) + x(n-1) + x(n-2) + x(n-3)] \quad (\text{B.2})$$

Given the sequence $y(n)$, it is possible to recover $x(n)$ with

$$x(n) = 4y(n) - x(n-1) - x(n-2) - x(n-3) \quad (\text{B.3})$$

A more serious problem is encountered if decimation is involved in the digital processing, i.e., samples are eliminated and data is produced at a lower sampling rate. In the previous example, this might correspond to sharing only every fourth sample of $y(n)$ to form

$$z(n) = y(4n) \quad (\text{B.4})$$

Programs for Digital Signal Processing [B7] shows a program for least-squares interpolation, i.e., to recover the missing samples from the sequence $y(n)$. It assumes, however, that the sequence $y(n)$ is band-limited to a bandwidth consistent with the lower sampling rate. If the digital filtering has effectively reduced the bandwidth, then the interpolation should be successful. The digital filtering (averaging) provided by Equation (B.2) might be acceptable; and, in time-critical applications, might be the only practical technique that can be used. In the absence of appropriate digital filtering, however, decimation introduces aliasing. In the previous example, if every fourth sample of the original sequence $x(n)$ is retained, this corresponds to sampling the original signal at $f_s/4$ Hz, but with an anti-aliasing filter with too large a bandwidth. The non-fundamental frequencies present in the waveforms will be distorted by aliasing. It is recommended that decimation be avoided, if possible, and that it only be used after appropriate analog or digital filtering.

Annex C (informative)

Sample file

C.1 General

This annex includes copies of the files associated with a COMTRADE event such as might be recorded at a utility substation: the header, the configuration, and the data file in both ASCII and binary forms, and the information file. The header (SAMPLE.HDR), the configuration (SAMPLE.CFG), and the information (SAMPLE.INF) files are alphanumeric. The data file (SAMPLE.DAT) contains numeric information. Although both ASCII and binary forms of the data file are shown here, in practice only one data file can be associated with any given configuration file. The configuration file shown here specifies that the associated data file is in ASCII. If the binary file format were specified, the line of the configuration file which, in the example, reads “ASCII” would read “binary.”

C.2 SAMPLE.HDR

Currents, voltages, and digital outputs in this file were sampled from the Condie terminal of the 230 kV transmission line number 907, from Condie to PopularRiver. The 230 kV transmission line branches into a tee at the Condie end. On each side of the branch is a circuit breaker. The currents in the two branches are sampled and the sum of the currents in the two branches (i.e., current in the line) is also sampled.

The fault type and location are not known. The parameters of the system element on which the fault was experienced and the source impedances, therefore, are not known.

The operating conditions that existed immediately prior to the occurrence of the disturbance were not recorded. However, six cycles of pre-disturbance data are recorded in this file and the operating conditions can be calculated from that data.

The disturbance occurred on 11 July 1995 at 17:38:26.687500 hours.

Six cycles of pre-transient data and eight cycles of post-transient data are on the file. In total, there are fourteen cycles of data recorded on the file.

Data samples have been obtained at 6 000 Hz. Anti-aliasing filters used for recording this data were second-order Butterworth filters that have a cutoff frequency of 2 000 Hz.

The time skew of recording within each data set is zero. The nature of data in each column and the scaling factor for each operating parameter are as defined in the configuration file.

C.3 SAMPLE.CFG

```
Condie,518,2013<CR/LF>
12,6A,6D <CR/LF>
1,Popular Va-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
2,Popular Vc-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
3,Popular Vb-g,,,KV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
4,Popular Ia,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
5,Popular Ib,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
6,Popular Ic,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
1,Va over,,,0 <CR/LF>
```

```
2,Vb over,,,0 <CR/LF>
3,Vc over,,,0 <CR/LF>
4,Ia over,,,0 <CR/LF>
5,Ib over,,,0 <CR/LF>
6,Ic over,,,0 <CR/LF>
60 <CR/LF>
1 <CR/LF>
6000.000,885 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.663700 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.687500 <CR/LF>
ASCII <CR/LF>
1<CR/LF>
0, -5h30<CR/LF>
B,3
```

C.4 ASCII SAMPLE.DAT

```
1, 0, -994, 1205, 100, 29, -135, -197,0,0,0,0,0 <CR/LF>
2, 167, -943, 1231, 94, 37, -137, -275,0,0,0,0,0 <CR/LF>
3, 333, -886, 1251, 87, 45, -139, -351,0,0,0,0,1 <CR/LF>
4, 500, -826, 1265, 80, 52, -140, -426,0,0,0,0,1,0 <CR/LF>
5, 667, -760, 1274, 72, 61, -140, -502,0,0,0,0,1,1 <CR/LF>
6, 833, -689, 1279, 64, 68, -140, -577,0,0,0,0,0 <CR/LF>
7, 1000, -613, 1279, 56, 76, -139, -651,0,0,0,0,0 <CR/LF>
8, 1167, -537, 1275, 48, 83, -139, -723,0,0,0,0,0 <CR/LF>
...
...
883, 147000, 394, -446, -1, 0, -1, -345,0,0,0,0,0 <CR/LF>
884, 147167, 378, -417, -2, 0, -1, -366,0,0,0,0,0 <CR/LF>
885, 147333, 360, -387, -2, 0, -1, -385,0,0,0,0,0 <CR/LF>
<1A><CR/LF>
```

C.5 Binary SAMPLE.DAT

NOTE The sample file is shown in HEX DUMP format, as it will be shown if viewed by a typical binary file viewer. The spaces between the bytes and the number of characters on a line are a function of the program used. The four byte sample numbers have been put in **BOLD** font manually, to aid in reading the file fragment.

```
01 00 00 00 00 00 00 00 1E FC B5 04 64 00 1D 00 79 FF 3B FF
00 00 02 00 00 00 A7 00 00 00 51 FC CF 04 5E 00 25 00 77 FF
ED FE 00 00 03 00 00 00 4E 01 00 00 8A FC E3 04 57 00 2D 00
75 FF A1 FE 20 00 04 00 00 00 F5 01 00 00 C6 FC F1 04 50 00
34 00 74 FF 56 FE 10 00 05 00 00 00 9C 02 00 00 08 FD FA 04
48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00 06 00 00 00 43 03 00 00 4F FD
FF 04 40 00 44 00 74 FF BF FD 00 00 07 00 00 00 EA 03 00 00
9B FD FF 04 38 00 4C 00 75 FF 75 FD 00 00 08 00 00 00 91 04
00 00 E7 FD FB 04 30 00 53 00 75 FF 2D FD 00 00 ...
```

... **73 0C 00 00** 38 3E 00 00 8A 01 42 FE FF FF 00 00 FF FF
A7 FE 00 00 **74 03 00 00** DF 3E 00 00 7A 01 5F FE FE FF 00 00
FF FF 92 FE 00 00 **75 03 00 00** 85 3F 00 00 68 01 7D FE FE FF
00 00 FF FF 7F FE 00 00

C.6 SAMPLE.INF

```
[Public Record_Information ] <CR/LF>
Source=COMwriter, v1.0<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG, Trip, Transmission Line<CR/LF>
Location=189.2, miles<CR/LF>
max_current=3405.5<CR/LF>
min_current=-3087.2<CR/LF>
max_voltage=208.6<CR/LF>
min_voltage=-206.4<CR/LF>
EventNoteCount=2<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#1] <CR/LF>
Channel_number=4<CR/LF>
max_value=504.5<CR/LF>
min_value=405.1<CR/LF>
max_sample_number=168<CR/LF>
min_sample_number=15<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=168,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=15,maximum on normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#2] <CR/LF>
Channel_number=5<CR/LF>
max_value=406.5<CR/LF>
min_value=405.1<CR/LF>
max_sample_number=159<CR/LF>
min_sample_number=9<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=159,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=9,maximum on normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public File_Description] <CR/LF>
Station_Name=Condie<CR/LF>
Recording_Device_ID=518<CR/LF>
Revision_Year=1999<CR/LF>
Total_Channel_Count=12<CR/LF>
Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
Status_Channel_Count=6<CR/LF>
Line_Frequency=60<CR/LF>
Sample_Rate_Count=1<CR/LF>
Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
File_Start_Time=11/07/95,17:38:26.663700 <CR/LF>
Trigger_Time=11/07/95,17:38:26.687500 <CR/LF>
File_Type=ASCII <CR/LF>
Time_Multiplier=1<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
```

```

Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#2] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Vc-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#3] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Vb-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#4] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ia<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=A<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#5] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ib<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=A<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>

```

Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#6] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ic<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Va over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#2] <CR/LF>
Channel_ID=Vb over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#3] <CR/LF>
Channel_ID=Vc over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#4] <CR/LF>
Channel_ID=Ia over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#5] <CR/LF>
Channel_ID=Ib over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#6] <CR/LF>
Channel_ID=Ic over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Company1 event_rec] <CR/LF>

```
recorder_type=1<CR/LF>  
trig_set=0,0,0,0,6048,6272,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0<CR/LF>  
ch_type=1,1,1,1,1,1,1,0,0<CR/LF>  
<CR/LF>  
[Company1 analog_rec_1] <CR/LF>  
op_limit=15<CR/LF>  
trg_over_val=f<CR/LF>  
trg_under_val=f<CR/LF>  
trg_roc=f<CR/LF>  
inverted=0<CR/LF>
```

Annex D (informative)

Sample program for sampling frequency conversion

```

C      PROGRAM CONVERT
C      CONVERTS SAMPLES TAKEN AT ONE RATE TO A SECOND
C      RATE
C      USER SUPPLIED FILTER IS IN FOR020.DAT
C      DATA IS IN FOR021.DAT
C      OUTPUT IS IN FOR025.DAT
C
C      NFMAX = THE MAXIMUM LENGTH OF THE FILTER
C
C      PARAMETER NFMAX = 3600
C      3600 CORRESPONDS TO ONE CYCLE
C
C      LFAC = THE NUMBER OF TENTHS OF A DEGREE BETWEEN
C      SAMPLES IN INPUT
C      PARAMETER LFAC=50
C      FSAMP = THE INPUT SAMPLING FREQUENCY
C      PARAMETER FSAMP = 4320
C      NSIZE = THE MAXIMUM LENGTH OF THE INPUT DATA
C      STRING
C      PARAMETER NSIZE = 720
C      INTEGER*2 DBUF(NSIZE)
C      DIMENSION HFIL(NFMAX),ZTD1(NFMAX)
C      DATA N0/0/
C
C      GET FILTER RESPONSE
C      READ(20,*) NA,NB
C      IF(NB.LE.NFMAX) GO TO 6
C      WRITE(6,5)
5      FORMAT(3X,'DECIMATION FILTER IS TOO LONG')
C      STOP
C
C      NBF=NB/LFAC
C      IF(NB.EQ.NBF*LFAC) GO TO 10
C      WRITE(6,*) 'FILTER LENGTH INDIVISIBLE BY LFAC'
C      STOP
C
10     READ(20,*) (HFIL(JJ),JJ=1,NB)
C
C      *****
C
C
C      WRITE(6,18)
18     FORMAT(1H$, 'ENTER TOTAL NUMBER OF SAMPLES TO BE PROCESSED')
C      READ(6,*)ITIME
C
C      READ(21,*) (DBUF(JJ),JJ=1,ITIME)
C      IPTR=1
C
C      WRITE(6,35)
30     WRITE(6,35)
35     FORMAT(1H$, 'ENTER THE DESIRED PROCESSING RATE')
C      READ(6,*)DRATE
C      MFAC=IFIX(FSAMP*LFAC/DRATE)

```

```

        IF(MFAC*DRATE.EQ.FSAMP*LFAC) GO TO 40
C
        WRITE(6,*)'RATE IS UNACHIEVABLE - TRY AGAIN'
        GO TO 30
C
        WRITE(6,*)'INTERPOLATION FACTOR =',LFAC
        WRITE(6,*)'DECIMATION FACTOR =',MFAC
C*****
        DO 500 I=1,ITIME
        DT=(I-10/4320)
        X=FLOAT(DBUF(IPTR))
        WRITE(26,*) DT,X
C
        DO 120 J=1,NBF-1
        INDX=NBF+1-J
120      ZTD1(INDX)=ZTD1(INDX-1)
        ZTD1(1)=X
C
C
        N0=N0+LFAC
        IF(N0.LT.MFAC) GO TO 500
C
        N0=N0-MFAC
C
        ZOUT=0.
        DO 130 J=1,NBF
        INDX=J*LFAC-N0
130      ZOUT=ZOUT+HFIL(INDX)*ZTD1(J)
        ZOUT=ZOUT/FSAMP
        WRITE(25,*) DT,ZOUT
C
500      CONTINUE
        STOP
        END
C*****
        PROGRAM FIR
C*****
C      IMPULSE INVARIANT DESIGN FOR SECOND ORDER
C      LOW PASS FILTER WITH REAL POLES AT -S1 AND -S2
C
C      TRANSFER FUNCTION =  $A*S1*S2/(S+S1)(S+S2)$ 
C
C      SAMPLING RATE OF 216000 AT 60 HZ
C      180000 AT 50 HZ
C
C      ONE CYCLE DURATION FINITE IMPULSE RESPONSE FILTER
C      OBTAINED BY WRITING THE PARTIAL FRACTION
C      EXPANSION OF THE TRANSFER FUNCTION AND FORMING
C      THE IMPULSE RESPONSE IN THE FORM
C       $H(T)=\sum\{CI*EXP(-SI*T)\}$ 
C*****
C
        DIMENSION H(3600)
        S1=394.
        S2=2620.
C      MAKE GAIN AT 60 HZ = 1
C      G60=INVERSE OF THE 60 HZ GAIN
C

```

```
      G60=(SQRT((S1**2+(377)**2)*(S2**2+(377)**2)))/(S1*S2)
      C1=G60*S1*S2/(-S1+S2)
      C2=G60*S1*S2/(S1-S2)
      WRITE(20,*)1,3600
C
      DO 100 I=1,3600
      DT=(I-1)/216000
      H(I)=C1*EXP(-DT*S1)+C2*EXP(-DT*S2)
      WRITE(20,*)H(I)
100  CONTINUE
      STOP
      END
```

Annex E (informative)

Example application of conversion factors

This example includes consideration of channel conversion factors ($ax + b$), primary and secondary ratio factors, and primary/secondary data factor (PS).

Assumptions about the source and form of data follow.

- a) Assume a series of sample values representing the values on the primary side of a voltage transformer with a nominal range of ± 40 kV peak supplied through a potential transformer ratio of 400:1.
- b) Assume the data to be stored represents the primary values.
- c) Assume a sampling system resolution of 12 bits; then, in order to preserve accuracy, it is necessary to select a maximum/minimum range greater than the 4 096 ($\pm 2 048$) range of the sampling system.
- d) Assume, for simplicity, the decision to simply read the numbers from the device and build all conversion factors in the .CFG file conversion factors " $ax + b$," but the data from the recording device represents the value zero as the number 3 000, meaning that the data will have a maximum possible value of 5 048 and a minimum value of 952.
- e) Assume full scale for the sampling device is 120 V secondary.
- f) The legal data range for ASCII files as defined in 8.4 is $-99\,999$ to $99\,999$, a range of approximately 200 000. For binary data files the range is $-32\,767$ to $32\,767$, a range of approximately 65 000.

The data are to be stored in primary units, therefore:

- the "PS" variable in the .CFG file should be set to "P";
- the "primary" variable in the .CFG file should be set to 400; and
- the "secondary" variable in the .CFG file should be set to 1.

The conversion factor "a" is found from the following procedure:

- data maximum is $x = 5\,048$; data minimum is $x = 952$;
- data range maximum/minimum for sampling device is 4 096;
- data maximum/minimum occur at ± 120 V secondary, or $\pm 120 \times 400$ (ratio) primary = $\pm 48\,000$;
- primary voltage sample range is $\pm 48\,000 = 96\,000$;
- conversion factor "a" is primary voltage sample range/data range:

$$"a" = 96\,000 / 4\,096 = 23.4375 \quad (\text{E.1})$$

The conversion factor "b" is found from the following procedure:

- 1) conversion factor "b" is the value that must be added to intermediate value " $a \times \text{data}(x)$ " to get back to original sample value;
- 2) data (x) representing primary voltage of 0 = 3 000;
- 3) conversion factor "a" = 23.4375 from (E.1);
- 4) intermediate value "ax" of data value 3000 = $3\,000 \times 23.4375 = 70\,312.5$.

$$\text{"ax"} = 70\,312.5, \text{ and } \text{"ax + b"} = 0, \text{ therefore } \text{"b"} = (0 - 70\,312.5) = -70\,312.5 \quad (\text{E.2})$$

Check conversion:

- i) sample maximum = 48 000 V
- ii) data maximum (x) = 5 048
- iii) "a" and "b" are from (E.1) and (E.2)
- iv) sample = "ax + b" = $(23.4375 * 5\,048) + (-70\,312.5) = (118\,312.5) + (-70\,312.5) = 48\,000$

Annex F (informative)

Sample COMTRADE file with CFF extension (with ASCII data)

--- file type: CFG ---

SMARTSTATION,IED123,2013

8,4A,4D

1,IA,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

2,IB,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

3,IC,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

4,3IO,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s

1,51A,,Line123,0

2,51B,,Line123,0

3,51C,,Line123,0

4,51N,,Line123,0

60

1

1200,40

12/01/2011,05:55:30.75011

12/01/2011,05:55:30.78261

ASCII

1

-5h30,-5h30

B,3

--- file type: INF ---

--- file type: HDR ---

--- file type: DAT ASCII ---

1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0

2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0

3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0

4,75000,122,-96,-2,24,0,0,0,0

5,75833,182,-119,-7,56,0,0,0,0

6,76667,228,-121,-11,95,0,0,0,0

7,77500,260,-104,-14,142,0,0,0,0

8,78333,271,-68,-17,186,0,0,0,0

9,79167,260,-19,-18,223,0,0,0,0

10,80000,228,39,-19,248,0,0,0,0

11,80833,178,100,-19,260,0,0,0,1

12,81667,113,158,-16,255,0,0,0,1

13,82500,43,206,-12,236,0,0,0,1

14,83333,-30,236,-5,202,1,1,0,1

15,84167,-95,249,2,156,1,1,0,1

16,85000,-150,243,6,98,1,1,0,1

17,85833,-187,218,11,42,1,1,0,1

18,86667,-202,176,16,-10,1,1,0,1

19,87500,-195,123,18,-54,1,1,0,1

20,88333,-165,61,19,-85,1,1,0,1

21,89167,-118,-2,17,-103,1,1,0,1

22,90000,-57,-61,13,-106,1,1,0,1

23,90833,10,-110,9,-91,1,1,0,1

24,91667,78,-144,4,-62,1,1,0,1

25,92500,138,-159,-2,-23,1,1,0,1

26,93333,187,-159,-7,21,1,1,0,1

27,94167,219,-139,-11,69,1,1,0,1
28,95000,230,-105,-14,111,1,1,0,1
29,95833,221,-56,-16,149,1,1,0,1
30,96667,191,2,-17,176,1,1,0,1
31,97500,143,61,-15,189,1,1,0,1
32,98333,83,118,-13,188,1,1,0,1
33,99167,17,165,-9,172,1,1,0,1
34,100000,-50,197,-4,144,1,1,0,1
35,100833,-111,212,2,103,1,1,0,1
36,101667,-161,209,6,53,1,1,0,1
37,102500,-195,187,11,4,1,1,0,1
38,103333,-208,149,15,-44,1,1,0,1
39,104167,-199,99,17,-83,1,1,0,1
40,105000,-169,41,18,-110,1,1,0,1

Annex G (informative)

Sample COMTRADE file with CFF extension (with binary data)

```
--- file type: CFG ---  
SMARTSTATION,IED123,2013  
8,4A,4D  
1,IA,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s  
2,IB,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s  
3,IC,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s  
4,3IO,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s  
1,51A,,Line123,0  
2,51B,,Line123,0  
3,51C,,Line123,0  
4,51N,,Line123,0  
60  
1  
1200,40  
12/01/2011,05:55:30.75011  
12/01/2011,05:55:30.78261  
BINARY  
1  
-5h30,-5h30  
B,3  
  
--- file type: INF ---  
  
--- file type: HDR ---  
  
--- file type: DAT BINARY: 702 ---  
Binary data not shown
```

Annex H (informative)

Schema for phasor data using the COMTRADE file standard

H.1 General

H.1.1 Introductory remark

Synchrophasor data is used both in real-time from direct transmission and after the fact as recorded data. The synchrophasor standard, IEEE Std C37.118™, describes a real-time data transmission format but does not define a format for recorded data exchange. Several formats have been used for synchrophasor data, most notably the PhasorFile (also known as 'dst') data format pioneered in the WECC and supported by Bonneville Power Administration users. While a number of users have created recording and reading software for this format, it is not supported as a recognized standard by a standards organization. It is preferable that data be recorded in a recognized standard format so that tools, methods, and data can be exchanged world wide.

The IEEE COMTRADE standard is a file format designed for time series data that is established world wide and is supported by standards making bodies. It has a significant number of recording parameters that can be adapted for phasor data. This document presents a schema for using the COMTRADE format for recorded phasor data by making synchrophasor specific assignments to the standard COMTRADE parameters. The parameters are used in the standard, prescribed manner, but with specific uses which allow some automatic (machine) processing. This recommendation is for use with COMTRADE starting with the 1999 version. This schema can be readily adapted to the new COMTRADE version currently near completion.

The focus is on the configuration file portion which defines the data. Nothing in this recommendation is outside of the COMTRADE format, so all present and future methods are applicable, including ASCII and binary data file types.

In the following descriptions, the terms phasor value, analog value, and digital value refer to phasor, analog, and digital values that are referenced in the synchrophasor standard. Frequency and rate of change of frequency are as defined in IEEE Std C37.118™. PHUNIT and ANUNIT are scale factors provided by the IEEE Std C37.118™ configuration for phasor and analog data respectively. DIGUNIT are digital masks also provided by IEEE Std C37.118™. Frequency and rate of change of frequency have fixed scaling also as described in IEEE Std C37.118™.

H.1.2 COMTRADE configuration file

The COMTRADE standard configuration file is given below for reference and introduction.

```
station_name,rec_dev_id,rev_year<CR/LF>
TT,##A,##D<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
...
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>
...
lf<CR/LF>
```

```

nrates<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
samp,endsamp<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>
ft<CR/LF>
timemult<CR/LF>
time_code,local_code<CR/LF>
tmq_code,leapsec<CR/LF>

```

The first line is the station name, recording device ID, and version of the standard. For synchrophasor use, the station name will usually be the recording location. The device ID identifies the recording device and this is left to the user. The version year of the standard is critical. The earliest version useable for synchrophasor data is 1999.

H.1.3 Channel type count

The second line of the configuration file is the count of channels by type.

```
TT,##A,##D<CR/LF>
```

TT = sum of total channels = ##A + ##D

##A = number of analog channels. There will be 2 channels for each phasor value and 1 channel for each analog value. The 2 channels representing phasor values will be explicitly identified as described under channel information below.

##D = number of status or digital channels. In synchrophasor data, digital values come in blocks of 16 channels; the same data is represented in COMTRADE in binary format. The channel name and type information may be read from the synchrophasor configuration and parsed into the COMTRADE configuration file as described below. Synchrophasor data also includes time and data quality information that is not normally included in COMTRADE type data. This information needs to be included in the recorded file, and the method is also described below.

H.2 Analog channel information overview

H.2.1 General

The next block of configuration file entries is the analog channel descriptions. Analog channel information includes both phasor data and analog data, frequency, and rate of change of frequency as defined in the synchrophasor standard, IEEE Std C37.118™. Phasors are always represented as a complex number either using rectangular components with a real and imaginary value, or polar components with a magnitude and angle value. These two values will be recorded as successive analog channels (channel pairs) with rectangular values ordered real first, imaginary second and polar values ordered magnitude first, angle second. The first channel of the pair may be an even or odd numbered channel depending on what channels have preceded it. The overall order of analog channels in the file can be set by the user, though it is suggested following the same general order used by the synchrophasor standard for data transmission. Details are provided in IEEE Std C37.118™ for data transmission. Analog data, frequency, and rate of change of frequency are real quantities and should be recorded using standard COMTRADE conventions; however, naming and scaling details are included in the descriptions below.

H.2.2 Analog channel information

```
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS<CR/LF>
```

An Analog channel index number 1 to 999 999, sequential from 1.

ch_id Alphanumeric channel name 1 to 128 char. This should be a combination of the

station name and the channel names as given in IEEE Std C37.118™. Those names are restricted to 16 bytes, so they will occupy 33 bytes (with colon) in the 128 byte field. They will be written as station name followed by channel name connected with a colon. That is, station_name:channel_name. Note that the same name will be applied to two channels since each phasor has two number values that are recorded in different analog channels. The channel phase identification field (ph) is used to designate which component is represented in each channel. Channel names must be unique as they are used to link the two components of the phasor together. If other information is to be added to this name, it must be added after the channel name delimited by an underscore or other character. Since the colon delimits the station to channel name, it cannot be used in any channel name and should not be used in any other name. With this convention, phasor data names (ch_id) will always start with the station_name:channel_name.

Frequency and rate-of-change-of-frequency are not named in the IEEE Std C37.118™ configuration file. They should be named Frequency and df/dt. With this convention, the names are station_name:Frequency and station_name: df/dt.

ph

Channel phase identification, 0 to 2 char. Each phasor is represented in two analog channels. The phasor channels are identified by the 2 characters XY as follows:

X = Phase where

A => A phase, single phase
B => B phase, single phase
C => C phase, single phase
R => R phase, single phase
S => S phase, single phase
T => T phase, single phase
1 => 1 phase, single phase
2 => 2 phase, single phase
3 => 3 phase, single phase
P or + => positive sequence
N or - => negative sequence
Z or 0 => zero sequence

Y = Phasor component where

r => real for rectangular components
i => imaginary for rectangular components
m => magnitude for polar components
a => angle for polar components

There is no specific phase assignment for analog data channels in this schema. The user should designate phase as appropriate for the data.

For Frequency, phase assignment is F or blank.

For rate-of-change-of-frequency (df/dt), phase assignment is df or blank.

ccbm

Circuit component being monitored, 0 to 64 char. This is a freeform field that will be left to the user except that keyword quantities may be included. The key words defined below are used for machine identification of the defined parameters and should not be used in this field for any other purpose. The key word quantities should be separated from other words by spaces and should be used as shown below (case sensitive). These key word values can easily be identified and recorded by machine methods. A key word is a 4 character mnemonic followed by the equals (=) sign followed by the identified parameter.

There are to be no spaces between characters; that is, no spaces before or after the = sign. Inclusion of key words is not required. Note that a machine parser should scan the entire field for key words since they may be located anywhere in the text, in any order, and more than one may be included. Key words and their usage:

Vref This is used for a current phasor to designate the voltage channel, An, that is required for computing power, $P = EI^*$. Since voltage and current phasors occupy two channels, this key word shall be included with the real or magnitude channel of the current phasor pair and refer to the real or magnitude channel of the voltage phasor pair. Phasors are represented as real and imaginary components in a rectangular coordinate system and as magnitude and phase in a polar coordinate system. For example,

Vref=1123 indicates that the channel 1 123 is the real or magnitude component of a voltage phasor that voltage will be used with the given current to compute power.

Vnom This is used for a voltage phasor to indicate that the phasor represents a voltage and the nominal voltage in kV. This key word must accompany the first channel of the voltage phasor pair. For example,

Vnom=345 indicates that the nominal voltage is 345 kV.

Inom This is used for a current phasor to indicate that the phasor represents a current and the nominal current in amperes. This key word must accompany the first channel of the current phasor pair. For example,

Inom=3000 indicates that the nominal current is 3 000 A.

Add other key words as required, taking care that the field is limited to 64 characters which could rarely be more than 3 key words per quantity.

uu Alphanumeric channel units, 1 to 32 char. Use as described in the COMTRADE standard.

a Channel multiplier, 1 to 32 char. As implemented in this schema, the contents of the “.dat” file are in integer counts. For real, imaginary, and magnitude component channels, this field is the integer PHUNIT value with the 10E-05 scaling applied. That is, this refers to PHUNIT x 10E-5 as described in IEEE Std C37.118. For angle component channels this number should be calculated at the user's discretion.

For analog data, this is the ANUNIT 24-bit analog scale value. For Frequency, a = .001. For rate-of-change-of-frequency, a = .01.

b Channel offset, 1 to 32 char. The offset is normally used to define the zero level for channels that are single ended or have floating references. For angle component channels this number can be used to adjust angle offsets, such as Y-Delta connections and inter-area differences.

For analog data, this is not specified and can be user defined. For Frequency, b = the nominal frequency (50 or 60). For rate-of-change-of-frequency, b = 0.

Scaling and offset are applied to $ax + b$ where x is the integer value stored in the .DAT file and b must be in the same units as ax.

skew Time skew between channels, 1 to 32 char. Phasor data is by definition synchronized within microseconds and theoretically to within less than one microsecond, so this value should be set accordingly as described in the COMTRADE standard.

min	Data range minimum value, 1 to 13 char. Use as described in COMTRADE standard.
max	Data range maximum value, 1 to 13 char. Use as described in COMTRADE standard.
primary	PT/CT primary ratio factor, 1 to 32 char. Use as described in COMTRADE standard.
secondary	PT/CT secondary ratio factor, 1 to 32 char. Use as described in COMTRADE standard.
P/S	Primary or secondary PT/CT scaling identifier, 1 char. Enter P or S and use as described in COMTRADE standard.

H.3 Status (digital) channel information overview

H.3.1 General

Following analog channel definitions, next block of configuration file entries are the digital channel descriptions. In the COMTRADE standard, Boolean channels represented by a single bit set to 1 or 0 are called status channels. In IEEE Std C37.118™ they are called digital channels. In this latter standard, digital channels are always grouped in blocks of 16 channels while in COMTRADE they are represented singly in the ASCII file type but as 16 channel blocks in binary files. These often contain unused channels. When synchrophasor data is stored as ASCII files it is permissible to drop the unused channels provided the recording device has provided a means to sort those used from those unused. With binary file types the recording will be the same for both types. It is permissible to only list the channels that are being used in the COMTRADE configuration file. Viewing devices or programs that convert file data back to the synchrophasor data stream format should provide default information for the unrepresented digital channels. A sample is given below for this purpose.

H.3.2 Status (digital) channel information

Dn,ch_id,ph,ccbm,y<CR/LF>

Dn	Digital channel index number 1 to 999 999, sequential from 1.
ch_id	Alphanumeric channel name 1 to 128 char. This should be a combination of the station name and the channel names as given in IEEE Std C37.118™. Those names are restricted to 16 bytes, so they will easily fit in this up to 64 byte field. They will be written as station name followed by channel name connected with a colon. That is, station_name:channel_name. The low order mask of DIGUNIT defines which bits represent active inputs. If bit = 1, then it represents a valid indication. If bit = 0, then the last 8 characters of ch_id should be "(UNUSED)".
ph	Channel phase identification, 0 to 2 char. Use as defined in the COMTRADE standard.
ccbm	Circuit component being monitored, 0 to 64 char. Use as defined in the COMTRADE standard.
Y	Normal state of the channel, 1 character. Always either 1 or 0 as defined in the COMTRADE standard. Y should be set to the corresponding bit of the high order mask of DIGUNIT.

The first 8 digital channels are reserved for bits of the time quality byte included in the fractional time (FRACSEC) long word contained in the IEEE Std C37.118 time stamp. The next 8 digital channels are reserved for future use, and for the purpose of keeping the individual PMU station status indications on even 16-bit words. The next 16 digital channels are reserved for bits of the status word for the first station represented in the data sample. If there is more than 1 station included in the frame of data that is represented, the status of

each station is to be represented as 16 channel groups in the same order as they appear in the data frame. The binary form of COMTRADE data files allocates digital status information into 16-bit (or larger) blocks; the status for each station can be written directly into a binary formatted file since digital status is allocated to 16-bit words. Each status bit is to be named by the station name with an extension identifying the bit. This is the same station name used in identifying the signals, so the status of each signal is identifiable.

Any digital status data included in the synchrophasor data should follow after the time quality and PMU status indications.

The exact mode of representation is shown below:

D1, TQ_CNT0, T0,,0 first 8 bits are the Time Quality from the FRACSEC word
D2, TQ_CNT1, T1,,0
D3, TQ_CNT2, T2,,0
D4, TQ_CNT3, T3,,0
D5, TQ_LSPND, T4,,0
D6, TQ_LSOCC, T5,,0
D7, TQ_LSDIR, T6,,0
D8, TQ_RSV, T7,,0
D9, RESV1, T8,,0 These 8 bits are reserved to preserve 16-bit word structure for station status
D10, RESV2, T9,,0
D11, RESV3, T10,,0
D12, RESV4, T11,,0
D13, RESV5, T12,,0
D14, RESV6, T13,,0
D15, RESV7, T14,,0
D16, RESV8, T15,,0
D17, <station1>_TRG1, S0,,0 next 16-bits are the status for the first station in the data message
D18, <station1>_TRG2, S1,,0
D19, <station1>_TRG3, S2,,0
D20, <station1>_TRG4, S3,,0
D21, <station1>_UNLK1, S4,,0
D22, <station1>_UNLK2, S5,,0
D23, <station1>_SEC1, S6,,0
D24, <station1>_SEC2, S7,,0
D25, <station1>_SEC3, S8,,0
D26, <station1>_SEC4, S9,,0
D27, <station1>_CFGCH, SA,,0
D28, <station1>_PMUTR, SB,,0
D29, <station1>_SORT, SC,,0
D30, <station1>_SYNC, SD,,0
D31, <station1>_PMUERR, SE,,0
D32, <station1>_DTVLD, SF,,0
D33, <station2>_TRG1, S0,,0 next 16-bits are the status for the second station in the data message
D34, <station2>_TRG2, S1,,0
...
D(16(n+1)), <stationn>_DTVLD, SF,,0 end of last status of last station in message with n stations
D(16(n+1)+1), name, etc.,0 <stationi>:digital_name,{valid_bit},,<normal_mask> start of all digital status indications contained in data

H.4 Fixed parameter overview

There are 12 additional parameters that are specified in the COMTRADE configuration. These are used in their standard manner, but for completeness they are reviewed here in relation to synchrophasor data.

If <CR/LF>

If Line frequency in Hz, 0 to 32 char. This should always be 50 or 60 to indicate the system frequency.

nrates<CR/LF>

nrates Number of sampling rates in the file, 1 to 3 char. A file of phasor data will normally be made using a single sampling rate, so this will usually be 1. It can be > 1 in accordance with COMTRADE variable rate recording.

samp,endsamp<CR/LF>

samp Sample rate in samples per second (Hz), 1 to 32 char (can be a value < 1). This is the sample or frame rate of phasor data and there will normally be only one rate. However, in accordance with COMTRADE variable rate recording, there can be more than one entry with several rates in the file.

endsamp Number of the last sample recorded using the given **samp** rate, 1 to 10 char. With a single sample rate, this number is the last sample in the file. With multiple rates in the file, several **samp**, **endsamp** pairs will indicate the relevant blocks.

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss<CR/LF>

Timestamps Two timestamps are given (identical in format). The first one is the time of the first data item in the file. The second is the point at which the file was triggered (first trigger point). Details of the required characters are available in the standard. For these purposes, these times and times in the data should be expressed in UTC.

ft<CR/LF>

ft File type, 5 to 8 char. This parameter can be ascii or ASCII for a data file using the ascii format, binary or BINARY for a data file using the binary format, binary32, or float32.

Timemult<CR/LF>

timemult Is a time multiplication factor, 1 to 32 char. This factor is used to multiply all the time stamps given in the data file to achieve a different time scale. Time stamps in the data file may be given in microseconds in a 10 character field which limits the time span of the file to 9 999 999 999 µs or about 10 000 s (2.8 h). Multiplying these time stamps by a scale factor allows storing a much longer time record. Since the data interval between samples for phasor data is usually 16 667 µs or larger, **timemult** can be increased to allow exchange of longer data records. For example, if **timemult** = 1 000 then data for a time period of 10 000 000 s (over 115 days) can be represented in a single record.

time_code, local_code<CR/LF>

time_code Time code defined in IEEE Std C37.232TM -2007. Use as described in COMTRADE standard.

local_code Is the time difference between local time and UTC time and is in the same format as **time_code**. Use as described in COMTRADE standard.

tmq_code, leapsec<CR/LF>

tmq_code Time quality indicator code of the recording device's clock. Use as described in COMTRADE standard.

leapsec Leap second indicator. Use as described in COMTRADE standard.

H.5 Data file information

Data files follow the exact description provided in the COMTRADE standard, so they are not detailed here. Using the binary format is recommended, due to the size of these files. However any file format can be used.

Bibliography

- [B1] ANSI X3.4-1986 (R1997), Information Systems Coded Character Set—7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-bit ASCII)
- [B2] “Digital Protection Techniques and Substation Function,” Final report, CIGRÉ Working Group 34.01, A.G. Phadke (Convener), 1989, CIGRÉ Ref38
- [B3] Duncan, R., *Advanced MS DOS*, Microsoft Press, 1986
- [B4] *The IEEE Standards Dictionary Online*.³
- [B5] IEEE Std C57.13TM-1993, IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
- [B6] Kreyszig, E., *Advanced Engineering Mathematics*, 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1988
- [B7] “Programs for Digital Signal Processing,” Edited by DSP Committee of the IEEE ASSP Society, 0-87942-128-2, IEEE Press, 1979
- [B8] “Summary of the Proposed Revisions to IEEE Std C37.111TM -1999,” 36th Annual Western Protective Relay Conference, Spokane Washington, October 2009

³ IEEE Standards Dictionary Online subscription is available at:
http://www.ieee.org/portal/innovate/products/standard/standards_dictionary.html.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
INTRODUCTION	77
1 Domaine d'application	78
2 Références normatives	78
3 Termes et définitions	79
4 Stockage des fichiers et des données.....	80
4.1 Catégories de fichiers.....	80
4.1.1 Généralités.....	80
4.1.2 Fichiers exécutables	80
4.1.3 Fichiers texte.....	80
4.1.4 Fichiers de données	80
4.2 Données critiques/non critiques.....	81
4.3 Représentation des données	81
4.3.1 Généralités.....	81
4.3.2 Données binaires.....	81
4.3.3 Données ASCII.....	81
4.4 Délimiteurs et longueurs de champs de données.....	82
4.4.1 Généralités.....	82
4.4.2 Délimiteur retour chariot/saut de ligne <CR/LF>	82
4.4.3 Délimiteur virgule	82
4.4.4 Longueurs de champs	82
4.5 Notation en virgule flottante pour les données ASCII	83
4.6 Méthodes d'accès aux données des fichiers	84
4.6.1 Généralités.....	84
4.6.2 Fichiers à accès direct.....	84
4.6.3 Fichiers à accès séquentiel	84
4.7 Rapports primaire/secondaire.....	84
5 Fichiers COMTRADE.....	85
5.1 Généralités.....	85
5.2 Fichier d'en-tête (.HDR)	85
5.3 Fichier de configuration (.CFG)	86
5.4 Fichier de données (.DAT).....	86
5.5 Fichier d'informations (.INF)	86
6 Fichier d'en-tête	87
6.1 Généralités.....	87
6.2 Contenu	87
6.3 Noms de fichiers	87
6.4 Format	87
7 Fichier de configuration	87
7.1 Généralités.....	87
7.2 Contenu	88
7.3 Noms de fichiers	88
7.4 Format	88
7.4.1 Généralités.....	88

7.4.2	Nom du poste, identification et année de révision	88
7.4.3	Nombre et type de voies	89
7.4.4	Informations sur les voies analogiques	89
7.4.5	Informations sur les voies (numériques) d'état	91
7.4.6	Fréquence de ligne	92
7.4.7	Informations sur la fréquence d'échantillonnage	92
7.4.8	Horodotation	93
7.4.9	Type de fichier de données	93
7.4.10	Facteur de multiplication d'horodatage	93
7.4.11	Informations temporelles et relation entre l'heure locale et l'heure UTC	94
7.4.12	Qualité temporelle des échantillons	95
7.5	Omission de données dans les fichiers de configuration	96
7.6	Présentation du fichier de configuration	96
8	Fichier de données	96
8.1	Généralités	96
8.2	Contenu	96
8.3	Noms des fichiers de données	97
8.4	Format de fichiers de données ASCII	97
8.5	Exemple d'un échantillon de données ASCII	98
8.6	Fichiers de données binaires	98
8.7	Exemple d'un échantillon de données binaires	100
9	Fichier d'informations	100
9.1	Généralités	100
9.2	Contenu	101
9.3	Noms des fichiers d'informations	101
9.4	Structure de fichiers d'informations	101
9.4.1	Généralités	101
9.4.2	Sections publiques	102
9.4.3	Sections privées	102
9.5	Caractéristiques des fichiers	102
9.6	En-têtes de sections	102
9.6.1	Règles de formatage concernant les noms d'en-têtes des sections publiques et privées	102
9.6.2	Exemples concernant les noms d'en-têtes des sections publiques	103
9.6.3	Exemples concernant les noms d'en-têtes des sections privées	103
9.7	Lignes d'entrée	103
9.7.1	Généralités	103
9.7.2	Lignes de commentaires	104
9.7.3	Chaîne de valeur	104
9.8	Ajout, modification et suppression d'informations	105
9.8.1	Généralités	105
9.8.2	Suppression des informations	105
9.8.3	Ajout d'informations	105
9.9	Définitions des en-têtes de sections publiques et des lignes d'entrée	105
9.10	Section publique d'enregistrement d'informations	105
9.10.1	Généralités	105
9.10.2	Définition de l'en-tête de section	106

9.10.3	Définition des lignes d'entrée de la section publique d'informations	106
9.11	Définition de la section publique d'informations d'événement.....	107
9.11.1	Généralités.....	107
9.11.2	Définition de l'en-tête de section: [Public Event_Information_#n] <CR/LF>.....	107
9.11.3	Définition des lignes d'entrée de la section publique d'informations d'événement.....	107
9.12	Section publique de description du fichier.....	108
9.12.1	Généralités.....	108
9.12.2	Définition de l'en-tête de section: [Public File_Description] <CR/LF>	108
9.12.3	Définition des lignes d'entrée de la section publique de description du fichier	108
9.13	Section publique relative aux voies analogiques.....	109
9.13.1	Généralités.....	109
9.13.2	Définition de l'en-tête de section: [Public Analog_Channel_#n].....	109
9.13.3	Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies analogiques.....	109
9.14	Section publique relative aux voies d'état.....	109
9.14.1	Généralités.....	109
9.14.2	Définition de l'en-tête de section: [Public Status_Channel_#n].....	109
9.14.3	Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies d'état.....	110
9.15	Exemple pour un fichier .INF	110
10	COMTRADE à Format de Fichier unique (avec extension .CFF)	111
Annexe A (informative)	Sources et support d'échange pour les données de séries temporelles.....	113
Annexe B (informative)	Fréquence d'échantillonnage d'échange de données.....	116
Annexe C (informative)	Fichier d'échantillons	121
Annexe D (informative)	Exemple de programme pour la conversion de la fréquence d'échantillonnage.....	127
Annexe E (informative)	Exemple pour l'application des facteurs de conversion	130
Annexe F (informative)	Exemple de fichier COMTRADE avec extension CFF (avec données ASCII)	132
Annexe G (informative)	Exemple de fichier COMTRADE avec extension CFF (avec données binaires)	134
Annexe H (informative)	Schéma pour données du vecteur de phase utilisant la norme des fichiers COMTRADE.....	135
Bibliographie.....		144
Figure 1 – Exemple d'un échantillon de données en format ASCII.....		98
Figure 2 – Exemple d'un échantillon de données en format binaire		100
Figure B.1 – Traitement typique du signal		116
Figure B.2 – Solution DSP		117
Figure B.3 – Exemple de conversion de fréquence d'échantillonnage		118

Tableau B.1 – Fréquences où ($f_{\text{LCM}} = 384 \times f_{\text{base}}$) échantillons/cycle	118
Tableau B.2 – Fréquences où ($f_{\text{LCM}} = 3200 \times f_{\text{base}}$) échantillons/cycle	118

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –

Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires (COMTRADE) dans les réseaux électriques

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. À cet effet, la CEI - entre autres activités - publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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.

Les normes IEEE sont développées par les Sociétés IEEE et les Comités de Coordination des Normes du Bureau des Normes de l'Association (IEEE-SA) des Normes de l'IEEE. L'IEEE développe ses normes à travers un processus de développement avec consensus, approuvé par l'American National Standards Institute (Institut de Normalisation National Américain) qui rassemble des bénévoles aux points de vue et aux intérêts différents pour aboutir au produit final. Les bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et siègent sans rémunération. Tandis que l'IEEE administre le processus et établit les règles pour promouvoir l'équité du processus de développement avec consensus, elle n'évalue pas, ne soumet pas à l'essai ou ne vérifie pas individuellement l'exactitude des informations contenues dans ses normes. L'utilisation des Normes IEEE est entièrement soumise au choix de chacun. L'utilisation des documents de l'IEEE est mise à disposition selon des avis importants et des avis de non-responsabilité légale (pour de plus amples informations, voir <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html>).

La CEI collabore étroitement avec IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. La présente Norme Internationale Double Logo était à l'origine une norme IEEE adoptée par la CEI et a été conjointement révisée par la CEI et l'IEEE selon les termes de cet accord.

- 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. Les décisions officielles de l'IEEE concernant les questions techniques, une fois que les Sociétés de l'IEEE et les Comités de Coordination des Normes sont parvenus à un consensus, sont déterminées par un vote équilibré des parties concernées qui sont intéressées par la révision de la norme proposée. L'approbation finale des Normes IEEE est donnée par le Bureau des Normes de l'Association des Normes de l'IEEE (IEEE-SA) (IEEE Standards (IEEE-SA) Standards Board).
- 3) Les Publications de la CEI/de l'IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI/les Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI/l'IEEE s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ou l'IEEE ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 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 (y compris les Publications CEI/IEEE) dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI/IEEE et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI ou l'IEEE ne fournit pas d'attestation de conformité. Les organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de la conformité, et, dans certains domaines, accèdent aux marquages de conformité de la CEI. La CEI et l'IEEE ne sont pas tenus responsables des services entrepris par des organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI ou à l'IEEE, à leurs administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris leurs experts particuliers et les membres des comités d'études et des Comités nationaux de la CEI ou des bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de Coordination des Normes de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standard Board, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication CEI/IEEE ou de toute autre Publication de la CEI ou de l'IEEE, ou au crédit qui lui est accordé

- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI/IEEE peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La publication de la présente norme ne sous-entend aucune prise de position concernant l'existence ou la validité de droits de propriétés industrielles à cet égard. La CEI ou l'IEEE ne saurait être tenue pour responsable pour avoir identifié des Revendications de Brevet Essentielles pour lesquelles une licence peut être requise, pour avoir mené des enquêtes dans le cadre légal ou le domaine d'application des Revendications de Brevet ou pour avoir déterminé si les termes ou les conditions de la licence fournis liés à la présentation d'une Attestation d'Assurance, le cas échéant, ou dans des contrats de licence sont raisonnables ou non-discriminatoires. Les utilisateurs de la présente norme sont expressément informés que la détermination de la validité des droits de propriété intellectuelle, et que les risques encourus en cas d'infraction de ces droits, sont entièrement à leur charge.

La Norme internationale CEI 60255-24/IEEE Std C37.111 a été révisée par le comité d'études 95: Relais de mesure et dispositifs de protection, de la CEI en coopération avec le Power System Relaying Committee de l'IEEE Power and Energy Society de l'IEEE¹ selon l'accord double logo CEI/IEEE.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001 et constitue une révision technique. Les principales différences par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- a) La nouvelle édition autorise un seul format de fichier (avec extension .CFF) à la place de quatre fichiers séparés.
- b) L'unique fichier avec extension .CFF contient quatre sections d'information correspondant à .CFG, .INF, .HDR, et .DAT. La section DAT est en codage ASCII ou Binaire.
- c) Les types de fichiers de données complémentaires suivants sont également pris en charge: binary32 (utilisant 4 octets pour représenter les nombres entiers) et float32 (utilisant 4 octets pour représenter les nombres réels).
- d) Le fichier/la section de configuration (.CFG) a été modifié(e). Quatre nouveaux champs ont été ajoutés à la fin du fichier/de la section .CFG dans deux lignes séparées. Deux champs représentent les informations temporelles et la différence temporelle entre l'heure locale et l'heure UTC, et ces deux champs forment une ligne. Les deux autres champs représentent la qualité temporelle des échantillons et forment la dernière ligne du fichier/de la section.
- e) Certains champs du fichier/de la section de Configuration (.CFG) ont été désignés comme critiques et non le contraire.
- f) L'utilisation de caractères Unicode UTF-8 a été ajoutée. Cependant, et en raison de l'utilisation étendue des termes ASCII et Texte dans ce document, toute apparition de ces termes implique également de manière intrinsèque des caractères Unicode UTF-8.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de la CEI:

FDIS	Rapport de vote
95/308/FDIS	95/311/RVD

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

Les normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

¹ Une liste des participants IEEE est disponible à l'adresse suivante:
http://standards.ieee.org/downloads/C37/C37.111-2013/C37.111-2013_wg-participants.pdf

Les comités d'études de la CEI et de l'IEEE ont décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'utilisation croissante de la technologie numérique dans des dispositifs tels que les appareils de protection, les oscillographes, les appareils de mesure et de commande dans les postes électriques a créé le moyen d'accumuler de nombreux enregistrements numériques d'événements transitoires au sein du réseau électrique. En plus de ces sources de données numériques, les simulateurs de réseau électrique analogiques et numériques peuvent être utilisés pour générer des enregistrements numériques. Les utilisateurs de ces enregistrements sont confrontés au problème de devoir gérer différents formats utilisés par chaque système pour générer, stocker, et transmettre des enregistrements.

RELAIS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE PROTECTION –**Partie 24: Format commun pour l'échange de données transitoires
(COMTRADE) dans les réseaux électriques****1 Domaine d'application**

La présente Norme internationale établit un format pour les fichiers contenant des données sur les événements et les formes d'ondes des transitoires obtenus à partir des réseaux électriques ou de leur modélisation. Le format est destiné à fournir une forme facilement interprétable pour une utilisation dans l'échange de données. La norme est destinée aux fichiers stockés sur des supports physiques actuellement utilisés tels que des disques durs externes portables, des clés USB, des disques à mémoire flash, des CD et des DVD. Cette norme ne concerne pas le transfert de fichiers de données sur des réseaux de communication.

La présente norme établit un format commun pour les fichiers de données et le support d'échange nécessaire pour échanger des données de différents types sur les défauts, les essais et la simulation. L'évolution rapide et la mise en œuvre de dispositifs numériques pour les essais et l'enregistrement des données sur les transitoires et les défauts dans l'industrie de production d'électricité ont engendré le besoin d'un format normalisé pour l'échange de données de séries temporelles. Ces données sont utilisées par des dispositifs divers de façon à améliorer et automatiser l'analyse, la vérification, l'évaluation et la simulation de réseaux électriques et les dispositifs de protection associés dans des conditions de défaut et de perturbation. Comme chaque source de données peut utiliser un format propriétaire différent, un format de données commun est nécessaire pour faciliter l'échange de telles données entre les applications. Cela facilitera l'utilisation de données propriétaires dans des applications diverses et rendra possible l'utilisation de données numériques provenant d'autres systèmes dispositifs par les utilisateurs d'un système propriétaire.

2 Références normatives

IEEE Std C37.118TM -2005, *IEEE Standard for Synchrophasors for Power Systems* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std C37.232TM -2007, *IEEE Recommended Practice for Naming Time Sequence Data Files* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 260.1TM -1993, *IEEE Standard Letter Symbols For Units of Measurement (SI Units, Customary Inch-Pound Units)* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 280TM -1985 (R1996), *IEEE Standard Letter Symbols for Quantities Used in Electrical Science and Electrical Engineering (DOD)* (disponible en anglais seulement)

IEEE Std 754TM -2008, *IEEE Standard for Floating Point Arithmetic* (disponible en anglais seulement)

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités – Partie 1:Généralités*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent:

3.1

données critiques

toutes données qui sont nécessaires pour la reproduction des données échantillonnées

3.2

données non critiques

certaines données dans le fichier de configuration COMTRADE qui ne sont pas absolument nécessaires pour la reproduction des données échantillonnées, et certaines variables fournies dans le fichier de configuration qui peuvent ne pas être pertinentes pour une application particulière

3.3

COMTRADE

Format Commun pour l'Échange de Données Transitoires

format de données de séries temporelles généré par plusieurs sources dans le cadre d'un échange

Note 1 à l'article: COMTRADE signifie Common Format for Transient Data Exchange en anglais.

3.4

programme des transitoires électromagnétiques

EMTP

programmes qui produisent des données de séries temporelles par l'analyse de modèles mathématiques du réseau, à la différence des dispositifs qui enregistrent des événements réels sur le réseau électrique

Note 1 à l'article: Étant donné la facilité avec laquelle il est possible de modifier les entrées pour les besoins de l'étude, des programmes de simulation de transitoires électromagnétiques peuvent fournir un grand nombre de cas de vérification pour un relais.

Note 2 à l'article: EMTP signifie electromagnetic transient program en anglais.

3.5

décalage de temps

différence temporelle entre l'échantillonnage des voies au sein de la période d'échantillonnage d'un enregistrement pour un convertisseur analogique numérique

EXEMPLE Dans un dispositif à 8 voies comportant un convertisseur analogique numérique (A/N) sans échantillon synchronisé et maintenu à une fréquence d'échantillonnage de 1 ms, le premier échantillon sera à l'instant représenté par le **timestamp** (horodatage); les instants d'échantillonnage pour les voies successives dans chaque période d'échantillonnage peuvent être décalés jusqu'à 125 μ s l'un par rapport à l'autre. Dans ces cas, le décalage de temps de voies successives sera 0; 125; 250; 375 μ s....; etc.

3.6

données de séries temporelles

TSD

type de fichier de données électroniques dans lequel chaque élément de donnée correspond à un instant identifié par un marqueur temporel explicite ou implicite, tel que les enregistrements de données transitoires, les séquences d'événements et les journaux de données périodiques

Note 1 à l'article: TSD signifie time sequence data en anglais.

4 Stockage des fichiers et des données

4.1 Catégories de fichiers

4.1.1 Généralités

Les fichiers stockés sur des supports et dispositifs numériques sont composés d'octets représentant une combinaison de caractères alphabétiques et numériques, de symboles, de caractères de ponctuation et d'autres caractères de formatage. En fonction du format, un octet, la partie d'un octet, ou plus d'un octet, peuvent être représentés par une lettre, un nombre ou un symbole (par exemple, "A", "3" ou "+"). Il existe trois classes fondamentales de fichiers utilisés dans les systèmes informatiques: les fichiers exécutables, les fichiers texte, et les fichiers de données. L'utilisation du fichier détermine la catégorie.

4.1.2 Fichiers exécutables

Les fichiers exécutables contiennent une séquence d'instructions convenant au traitement par ordinateur. Les programmes informatiques sont stockés sous la forme de fichiers exécutables (.EXE). COMTRADE ne définit pas les fichiers exécutables.

4.1.3 Fichiers texte

Les fichiers texte impliquent des données dans une forme lisible par l'homme. Un fichier texte peut être employé pour le contrôle d'un programme informatique si le format est parfaitement précisé. Les fichiers texte COMTRADE utilisent la représentation des caractères spécifiée dans ANSI X3.4-1986 [B1]². Elle est souvent appelée "format ASCII" ou "format texte (.TXT)" par des logiciels de traitement de texte. Les caractères des Normes Unicode UTF-8 sont également autorisés. Toute apparition des termes ASCII ou texte dans le présent document implique également de manière intrinsèque les caractères Unicode UTF-8.

COMTRADE définit un fichier texte, ASCII de forme libre, destiné uniquement à être interprété par l'homme, le fichier d'en-tête. COMTRADE définit également trois fichiers dans lesquels le format est strictement contrôlé et qui sont à la fois lisibles par l'homme et par l'ordinateur - le fichier de Configuration, le fichier d'Informations, et la forme ASCII du fichier de Données.

La plupart des programmes de traitement de texte peuvent sauvegarder les fichiers texte dans au moins deux formats. Le format texte contient seulement les caractères réellement tapés, y compris la ponctuation et les caractères standards de mise en page tel que retour chariot/saut de ligne. D'autres formats contiennent des caractères spéciaux, spécifiques au programme de traitement de texte particulier employé. Le format texte doit être employé pour les fichiers texte dans un enregistrement COMTRADE afin d'exclure des codes ou caractères spécifiques à un traitement de texte. Les programmes destinés à lire des fichiers COMTRADE ont seulement besoin de pouvoir utiliser les caractères tapés que la plupart des programmes de traitement de texte peuvent lire ou imprimer.

S'il n'existe aucune commande dans le programme de traitement de texte pour sauvegarder le fichier dans ce format, une méthode alternative consiste à utiliser les fonctions d'impression pour imprimer le texte sur un disque en vue de créer le fichier.

4.1.4 Fichiers de données

Les fichiers de données peuvent contenir des données numériques, des données textuelles ou les deux types de données. Les données peuvent être stockées au format binaire ou ASCII. Les champs au sein des fichiers de données au format ASCII utilisent un texte défini, séparé par des virgules, ou d'autres délimiteurs courants. Ainsi, ils sont à la fois lisibles par

² Ceci fait référence à la Bibliographie.

l'homme et par une machine. La plupart des programmes de traitement de texte ne peuvent pas mettre en forme, lire ou écrire des fichiers de données dans la forme binaire. Cependant, beaucoup de tableurs et d'autres logiciels de traitement de données peuvent lire des fichiers de données binaires, si le format est connu. Les nombres binaires doivent être traités par un logiciel spécifique à l'application afin d'être facilement interprétés par l'homme. COMTRADE définit un fichier binaire, la forme binaire du fichier de données. Les données binaires sont généralement utilisées lorsque la quantité de données à stocker est importante car elles sont plus compactes (par exemple, trois octets de données binaires peuvent représenter des nombres entre 0 et 16 777 215, tandis que trois octets de données ASCII peuvent seulement représenter les nombres entre 0 et 999). Les nombres ASCII ont l'avantage d'être directement lisibles par des personnes et par tous les matériels et logiciels informatiques standards.

4.2 Données critiques/non critiques

Certaines données dans le fichier de configuration ne sont pas absolument nécessaires pour la reproduction des données échantillonnées, et certaines variables fournies dans le fichier de configuration peuvent ne pas être pertinentes pour une application particulière. Ces données sont décrites comme non critiques et peuvent être omises. Cependant, la position normalement occupée par ces variables doit être maintenue afin de préserver l'intégrité du fichier. Si les données sont décrites comme non critiques dans un article quelconque de la présente norme, la position peut être laissée vide et le séparateur de données correspondant retenu suit le séparateur de données précédent sans espaces ou caractères supplémentaires. Toute donnée nécessaire pour la reproduction des données échantillonnées est considérée comme critique. Si de telles données manquent, le fichier peut être inutilisable.

4.3 Représentation des données

4.3.1 Généralités

Les données sont stockées dans des fichiers sous forme de séries de chiffres binaires ou bits. Chaque bit peut avoir une valeur de 1 ou de 0. Les bits sont disposés en groupes de huit, appelés des octets. Lorsqu'un ordinateur lit les données d'un fichier, il le fait sous la forme d'une série d'octets.

4.3.2 Données binaires

Les huit bits d'un octet peuvent offrir 256 combinaisons possibles. Ils peuvent donc être utilisés pour représenter des nombres entre 0 et 255. Pour des nombres plus grands, plusieurs octets peuvent être utilisés pour représenter un seul nombre. Par exemple, 2 octets (16 bits) peuvent représenter les nombres de 0 à 65 535. Lorsque les octets sont interprétés de cette manière, ils constituent les données binaires. Plusieurs formats différents sont communément utilisés pour le stockage des données numériques sous forme binaire. La présente norme prend en charge trois de ces formats. Les formats pris en charge sont des nombres entiers de 16 et 32 bits définis selon le système complémentaire des deux (ci-après respectivement dénommés données "binary" et "binary32"), et des nombres réels de 32 bits selon la norme IEEE Std 754TM-2008 (ci-après dénommés données float32). Le format de type de données float32 est délibérément énuméré dans ce paragraphe relatif aux données binaires par souci de commodité, même si le format n'est pas un compte binaire net.

4.3.3 Données ASCII

Plutôt que d'utiliser un octet pour représenter les nombres entre 0 et 255, on peut l'utiliser pour représenter 256 symboles différents. ASCII est un code normalisé de symboles qui correspondent à 128 combinaisons de 8 bits binaires. Par exemple, l'octet 01000001 représente une majuscule "A" tandis que 01100001 représente une minuscule "a". Avec 128 combinaisons différentes, il est possible de représenter toutes les touches du clavier ainsi que beaucoup d'autres caractères spéciaux. Le reste des 256 combinaisons disponibles d'un format 8 bits est utilisé pour des dessins et d'autres caractères spéciaux. La représentation d'un nombre en format ASCII nécessite un octet pour chaque chiffre du nombre. Par exemple,

4 octets sont nécessaires pour représenter le nombre 9 999 au format ASCII. Lorsque les octets sont interprétés de cette manière, ils constituent des données ASCII.

4.4 Délimiteurs et longueurs de champs de données

4.4.1 Généralités

Les champs de données au sein d'un fichier ou d'un sous-ensemble de données dans un fichier doivent être séparés des autres champs de données afin de pouvoir être extraits pour des besoins de lecture ou de manipulation. Par exemple, du texte écrit emploie un espace comme délimiteur de mots. Les fichiers d'ordinateur emploient une variété de délimiteurs. Dans la forme binaire de fichiers de données COMTRADE, le seul délimiteur est une définition stricte de la longueur et de la position de chaque variable de données, et un compte d'octets de la position dans le fichier est nécessaire pour déterminer les limites de toute entrée de données. D'un autre côté, les fichiers ASCII définis par COMTRADE utilisent la virgule et le retour chariot/saut de ligne comme séparateurs de données. Cela permet l'emploi de champs à longueur variable, mais cela signifie que ces caractères ne peuvent pas être employés dans les données renseignées. Les espaces et les zéros avant sont permis dans les champs numériques en ASCII tant que le nombre maximal de caractères autorisé n'est pas dépassé.

4.4.2 Délimiteur retour chariot/saut de ligne <CR/LF>

COMTRADE utilise le symbole <CR/LF> pour représenter un séparateur de données mettant fin à un ensemble de données. Le délimiteur est la combinaison de deux caractères de mise en page ASCII:

CR³ = retour chariot ramène le curseur ou le point d'insertion au début de la ligne actuelle et est identifié par la valeur hexadécimale 0D.

LF⁴ = saut de ligne déplace le curseur ou le point d'insertion à une nouvelle ligne en dessous de la ligne actuelle et est identifié par la valeur hexadécimale 0A.

Les symboles "<" et ">" entourant le CR/LF sont employés pour séparer le délimiteur du texte avoisinant dans la présente norme et ne font pas partie de celui-ci.

Historiquement, les systèmes d'exploitation utilisent LF pour indiquer une nouvelle ligne, mais ils ne le font pas tous. D'autres peuvent utiliser une diversité d'autres caractères pour indiquer de nouvelles lignes. Il est important de noter que dans COMTRADE, <CR/LF> est défini comme un séparateur et non comme un indicateur de nouvelle ligne, car le but principal est d'échanger des données transitoires entre les utilisateurs et à travers des systèmes d'exploitation.

4.4.3 Délimiteur virgule

La virgule est employée comme un délimiteur pour les entrées de données dans les fichiers COMTRADE de configuration (.CFG), d'information (.INF), et de données de format ASCII (.DAT) et de données de format combinées (.CFF).

4.4.4 Longueurs de champs

Les longueurs de champs sont précisées pour beaucoup de variables alphabétiques ou numériques dans la norme COMTRADE. Ces limitations étaient spécifiées afin de simplifier la

³ Carriage return *en anglais*.

⁴ Line feed *en anglais*

lecture des lignes de données contenant beaucoup de variables. Pour des variables numériques entières, la longueur maximale du champ est un caractère plus long que nécessaire pour tenir la valeur maximale pour ce champ. Cet espace supplémentaire de caractères permet d'insérer un premier signe "moins" pour des nombres signés, et permet l'application de techniques simples de programmation qui impriment automatiquement l'espace initial même pour des nombres non signés.

4.5 Notation en virgule flottante pour les données ASCII

Les nombres réels peuvent être enregistrés de plusieurs manières. Les nombres de valeur limitée peuvent être entrés comme une chaîne numérique de caractères ASCII avec un point décimal. Pour des nombres plus grands ou plus petits, toute limite raisonnable de la longueur de cette chaîne mène à une perte de résolution. Dans ces cas, il est souhaitable d'enregistrer le nombre dans un format permettant l'emploi d'une représentation des chiffres significatifs (mantisse) et d'un format multiplicateur (exposant). Les tableurs et d'autres programmes mathématiques emploient souvent la notation en virgule flottante pour représenter de tels nombres. COMTRADE permet l'emploi de la notation en virgule flottante (Kreyszig [B6]) pour représenter des nombres réels dans les fichiers .CFG et .DAT. Les termes "notation exponentielle" ou "notation scientifique" sont parfois utilisés pour cette forme, et les interprétations de la forme varient. Comme les programmes conçus pour lire des fichiers COMTRADE doivent être capables de reconnaître et interpréter des nombres représentés dans ce format, un seul format est défini ici. Les nombres doivent être interprétés et exposés comme suit.

Une valeur signée en virgule flottante est constituée d'un signe facultatif (+ ou –), d'une série de chiffres décimaux contenant une virgule décimale facultative, suivie d'un champ facultatif d'exposant contenant le caractère "e" ou "E", suivi d'un exposant entier signé facultativement (+ ou –). L'exposant est un facteur de base 10, ainsi 3E2 signifie 3 multiplié par 100 (10²), ou 300. L'interprétation correcte de nombres négatifs et exposants négatifs nécessite l'inclusion du signe moins. Pour des nombres positifs ou des exposants, le signe est facultatif et est supposé positif par défaut.

Le format doit être écrit comme suit:

[±]d[d][.]d[d][d][d][E[±]d[d][d]]

où

- les crochets [] entourent tout élément facultatif.
- "d" représente tout chiffre entre 0 et 9.
- Il faut qu'au moins un chiffre apparaisse dans le champ.
- Si le point décimal apparaît, il faut qu'au moins un chiffre apparaisse à sa gauche et à sa droite.
- Le caractère "e" ou "E" représente "exponentielle" en base 10.
 - Si le signe exponentiel apparaît, il faut qu'il soit suivi d'au moins un chiffre
 - Le signe plus/moins est facultatif s'il est positif, mais il faut qu'il soit "+" ou "–" et non "±".
- Il faut que la valeur numérique qui suit "E" soit un entier.

Exemples:

Acceptable

1E2 (= 100)

1.23E4 (= 12 300)

0.12345E-5 (= 0.0000012345)

–1.2345E2 (= –123.45)

Inacceptable

.123 (il faut qu'un chiffre précède le point décimal)

123E (il faut qu'au moins un chiffre suive "E")

±0.123E±4 (le signe plus/moins rend la valeur indéterminée)

0.123 E4 (espace avant "E" non autorisé)

4.6 Méthodes d'accès aux données des fichiers

4.6.1 Généralités

Les deux méthodes différentes utilisées pour accéder aux fichiers texte et de données sont basées soit sur l'accès séquentiel, soit sur l'accès direct. En général, les fichiers texte sont basés sur un accès séquentiel et les fichiers de données sont, quant à eux, basés sur un accès séquentiel ou direct.

4.6.2 Fichiers à accès direct

Les fichiers à accès direct sont des fichiers dans lesquels les données peuvent être restituées ou stockées dans une séquence aléatoire. Le temps d'accès pour chaque enregistrement est indépendant du lieu où se trouvent les données. Chaque champ de données possède une adresse spécifique pouvant être utilisée pour lire ou écrire. COMTRADE ne recommande pas l'utilisation des fichiers à accès direct.

4.6.3 Fichiers à accès séquentiel

Dans les fichiers séquentiels, l'accès se fait par la lecture ou l'écriture de chaque champ de données en séquence. Des champs de données individuels ne possèdent pas d'adresse spécifique, et leur position dans le fichier est relative à celle des autres variables. La position exacte en nombre d'octets dans le fichier dépend de la longueur des variables précédentes. COMTRADE utilise des fichiers à accès séquentiel.

4.7 Rapports primaire/secondaire

Les dispositifs employés pour mesurer et enregistrer des événements sur un réseau de haute tension ne sont pas capables d'accepter directement les tensions et intensités élevés du réseau électrique. Ces dispositifs sont conçus pour accepter des grandeurs d'entrée avec des niveaux plus faciles à manipuler et moins dangereux, désignées grandeurs secondaires. Les transformateurs de tension et de courant [B5] sont employés pour réduire les signaux de tension et d'intensité du réseau à ces valeurs basses. Les rapports de transformation sont choisis de façon à ce que les valeurs au secondaire correspondent aux valeurs nominales si le réseau est exploité à ses valeurs assignées ou nominales au primaire. Le rapport est spécifié dans l'ordre primaire sur secondaire, la convention étant que le primaire est plus proche de la source de puissance. Les valeurs assignées au primaire sont disponibles pour toutes tensions et charges utilisées dans les réseaux électriques. Ainsi, pour un transformateur de courant installé sur un départ avec un rapport 800:5, le courant au

secondaire atteint sa valeur nominale de 5 A seulement quand le courant primaire de charge est de 800 A. Des charges moins élevées mènent en conséquence à des valeurs de courant secondaire plus basses.

Pour des applications triphasées, les transformateurs de tension sont normalement assignés à des valeurs en tension phase-phase plutôt qu'en tension phase-terre. La sortie d'un transformateur de tension avec un rapport de 345 kV:120 V sera 120 V phase-phase (70 V phase-terre) seulement quand la tension phase-phase au primaire du réseau est de 345 kV. En anglais, le terme "line-to-line" est synonyme du terme "phase-to-phase"; de la même façon, "line-to-ground" est synonyme de "phase-to-ground".

5 Fichiers COMTRADE

5.1 Généralités

Chaque enregistrement COMTRADE comporte jusqu'à quatre fichiers (voir Article 4). Chacun des quatre fichiers contient des informations de classe différente. Les quatre types de fichiers sont les suivants:

- a) en-tête⁵;
- b) configuration;
- c) données⁶; et
- d) informations.

Tous les fichiers de l'ensemble doivent avoir le même nom et doivent être différenciés seulement par les extensions indiquant le type de fichiers.

Les noms de fichiers se présentent sous la forme "nom.extension" [B3]. La partie "nom" est le titre utilisé pour identifier l'enregistrement (par exemple, DEFAULT1 ou ESSAI_2). La partie "extension" du nom de fichier est utilisée pour identifier le type de fichier et est appelée l'extension du fichier: .HDR pour le fichier d'en-tête, .CFG pour le fichier de configuration, .DAT pour le ou les fichiers de données, et .INF pour le fichier d'informations. Il convient que les noms de fichier respectent l'IEEE Std C37.232TM-2007. Cependant, il convient que les utilisateurs et les fabricants fassent bien attention afin de limiter la longueur du nom des fichiers afin que les fichiers puissent être copiés avec des systèmes d'exploitation disponibles et des technologies d'écriture sur CD/DVD.

Il est également possible d'avoir les quatre fichiers sous forme de sections séparées dans un seul fichier COMTRADE avec une extension .CFF. Ce format de fichier unique est décrit dans l'Article 10. Il doit être possible d'obtenir les quatre fichiers mentionnés ci-dessus à partir d'un seul fichier ou vice-versa en utilisant un programme de conversion.

5.2 Fichier d'en-tête (.HDR)

Le fichier d'en-tête est un fichier texte facultatif ASCII créé par l'auteur des données COMTRADE, typiquement au moyen d'un programme de traitement de texte. Ces données sont destinées à être imprimées et lues par l'utilisateur. L'auteur du fichier d'en-tête peut y faire figurer toute information désirée, et dans un ordre quelconque. Des exemples d'informations à inclure sont donnés à 6.2. Le fichier d'en-tête est de format ASCII.

⁵ header en anglais

⁶ data en anglais.

5.3 Fichier de configuration (.CFG)

Le fichier de configuration est un fichier texte ASCII destiné à être lu par un programme informatique et doit donc être sauvegardé dans un format spécifique. Le fichier de configuration contient les informations dont un programme informatique a besoin pour interpréter correctement le fichier de données (.DAT). Ces informations comprennent des éléments tels que la fréquence d'échantillonnage, le nombre de voies, la fréquence de ligne, les informations sur la voie, etc.

Un champ dans la première ligne du fichier de configuration identifie l'année de révision de la norme COMTRADE à laquelle le fichier est conforme (par exemple 1991, 1999, 2013, etc.). Si ce champ est absent ou vide, le fichier est réputé conforme à la version originale de la norme (1991). Le fichier de configuration contient également un champ qui indique si le fichier de données d'accompagnement est stocké au format ASCII ou binaire. Les informations complémentaires sur le contenu exact et le format du fichier de configuration sont données à l'Article 7.

Le fichier de configuration peut être créé soit à l'aide d'un programme de traitement de texte, soit avec un programme informatique qui crée le fichier de configuration à partir des données constituant la source de l'enregistrement du transitoire. Le programme qui crée le fichier de configuration doit sauvegarder les données au format du fichier texte ASCII.

5.4 Fichier de données (.DAT)

Le fichier de données contient la valeur de chaque voie d'entrée pour chaque échantillon dans l'enregistrement. Le nombre stocké pour un échantillon est une valeur mise à l'échelle de celle présentée au dispositif qui a échantillonné la forme d'onde de l'entrée. La donnée stockée peut être une valeur référencée à zéro, ou une valeur à zéro décalé. Les données référencées à zéro représentent un intervalle entre un nombre négatif et un nombre positif (par exemple, -2 000 à +2 000). Les nombres à zéro décalé sont tous positifs, avec un nombre positif choisi pour représenter le zéro (par exemple, 0 à 4 000, avec 2 000 qui représente zéro). Les facteurs de conversion qui figurent dans le fichier de configuration définissent la façon de convertir les valeurs des données en unités physiques. Le fichier de données contient aussi un numéro d'ordre et un horodatage pour chaque ensemble d'échantillons.

En plus des données représentant des entrées analogiques, des entrées qui représentent des signaux tout ou rien sont aussi fréquemment enregistrées. Celles-ci sont aussi souvent appelées des entrées numériques, des voies numériques, des sous-voies numériques, des entrées événement, des entrées logiques, des entrées binaires, des entrées contact ou des entrées d'état. Dans la présente norme, ce genre d'entrée est désigné entrée d'état. L'état d'une entrée d'état est représenté soit par "1", soit par "0" dans le fichier de données.

Les fichiers de données peuvent être au format ASCII, au format binaire, au format binary32, ou au format float32 — un champ dans les fichiers de configuration est utilisé pour indiquer le format utilisé. Une description détaillée du format de fichier de données est fourni à l'Article 8.

5.5 Fichier d'informations (.INF)

Le fichier d'informations est un fichier facultatif qui contient des informations complémentaires que les auteurs du fichier peuvent souhaiter communiquer aux utilisateurs en plus du minimum requis pour l'application minimale de l'ensemble des données. Le format fournit des informations publiques que tout utilisateur peut lire et utiliser, et des informations privées qui ne peuvent être accessibles qu'aux utilisateurs d'une classe particulière ou au fabricant. Une description détaillée du fichier d'informations est fournie à l'Article 9.

6 Fichier d'en-tête

6.1 Généralités

Le fichier d'en-tête est un fichier texte ASCII utilisé pour le stockage des informations complémentaires sous la forme d'un commentaire permettant à l'utilisateur de mieux comprendre les conditions de l'enregistrement du transitoire. Le fichier d'en-tête n'est pas destiné à être manipulé au moyen d'un programme d'application.

6.2 Contenu

Exemples d'informations qui peuvent être incluses dans le fichier d'en-tête:

- a) description du réseau électrique avant la perturbation;
- b) nom du poste;
- c) identification de la ligne, du transformateur, de la bobine d'inductance, du condensateur ou du disjoncteur ayant subi le transitoire;
- d) longueur de ligne en défaut;
- e) réactances, résistances et capacités directes et homopolaires;
- f) couplage mutuel entre lignes parallèles;
- g) positions et valeurs des bobines d'inductance shunt et des condensateurs série;
- h) tensions nominales des enroulements de transformateurs, en particulier les transformateurs de tension et de courant;
- i) puissances assignées et couplage des enroulements des transformateurs de puissance;
- j) paramètres du réseau en amont des nœuds où les données ont été enregistrées (les impédances directes et homopolaires équivalentes des sources);
- k) description de l'obtention des données, selon qu'elles ont été relevées dans un poste électrique ou obtenues par la simulation d'un état du réseau avec un programme informatique tel que le programme de transitoires électromagnétiques (EMTP);
- l) description des filtres anti-repliement utilisés;
- m) description des circuits synoptiques analogiques; et
- n) l'ordre des phases des entrées.

6.3 Noms de fichiers

Les noms des fichiers d'en-tête doivent porter l'extension .HDR afin d'être différenciés des fichiers de configuration, des fichiers de données et des fichiers d'informations du même ensemble, et d'établir une convention facile à retenir et à identifier.

6.4 Format

Le fichier d'en-tête doit être un fichier texte ASCII de forme libre et de longueur quelconque.

7 Fichier de configuration

7.1 Généralités

Le fichier de configuration est un fichier texte ASCII destiné à fournir les informations nécessaires pour permettre à une personne ou à un programme informatique de lire et d'interpréter les valeurs des données dans les fichiers de données associés. Le fichier de configuration est d'un format normalisé prédéfini qui permet d'éviter une adaptation des programmes informatiques à chaque fichier de configuration.

7.2 Contenu

Le fichier de configuration doit comprendre les informations suivantes:

- a) nom du poste, identification du dispositif d'enregistrement, année de révision de la norme COMTRADE;
- b) nombre et type de voies;
- c) noms des voies, des unités et des facteurs de conversion;
- d) fréquence de ligne;
- e) fréquence(s) d'échantillonnage du système et nombre d'échantillons à chaque fréquence;
- f) date et heure de la première donnée;
- g) date et heure du déclenchement;
- h) type de fichiers de données;
- i) facteur de multiplication de l'horodatage;
- j) code temporel et code local; et
- k) qualité temporelle des échantillons.

7.3 Noms de fichiers

Les noms des fichiers de configuration doivent porter l'extension .CFG afin d'être différenciés des fichiers d'en-tête, des fichiers de données et des fichiers d'informations du même ensemble, et d'établir une convention facile à retenir et à identifier.

7.4 Format

7.4.1 Généralités

Le fichier de configuration est un fichier texte ASCII au format normalisé. Il doit accompagner chaque ensemble de fichiers pour définir le format du fichier de données.

Le fichier est découpé en lignes. Chaque ligne doit se terminer par un caractère de retour chariot et de saut de ligne. Des virgules sont utilisées pour séparer les champs au sein d'une ligne. Les virgules des séparateurs de données sont nécessaires, et ce, même si aucune donnée n'est entrée dans un champ. Puisque des virgules, des retours chariot et des sauts de ligne sont utilisés comme séparateurs de données, ils ne constituent pas des caractères licites à l'intérieur d'un champ. Par exemple, un nom de voie tel que "Pacific West, Line number two" doit être interprété comme deux champs séparés. L'utilisation de séparateurs de données permet des champs de longueur variable et rend inutile le remplissage d'espaces non utilisés avec des zéros ou des espaces avant ou après les données significatives. Toutefois, puisque certains langages de programmation réservent une position de caractère précédent pour le signe moins, des programmes conçus pour lire des fichiers COMTRADE doivent être écrits de façon à tolérer au moins un espace précédent dans les champs. Les informations dans chaque ligne du fichier doivent être énumérées dans l'ordre exact indiqué dans 7.4.2 à 7.4.12. Les lignes doivent apparaître dans l'ordre exact indiqué en 7.6. Le non-respect de ce format invalidera l'ensemble des fichiers.

7.4.2 Nom du poste, identification et année de révision

La première ligne du fichier de configuration doit contenir le nom du poste, l'identification du dispositif d'enregistrement et l'année de révision de la norme COMTRADE.

station_name,rec_dev_id,rev_year <CR/LF>

où

station_name	nom du poste ou lieu du poste ou emplacement où les fichiers ont été enregistrés. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères.
rec_dev_id	nom ou numéro d'identification du dispositif d'enregistrement. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères.
rev_year	année de révision de la norme, par exemple, 2013, qui identifie la version du fichier COMTRADE. Critique, numérique, longueur minimale = 4 caractères, longueur maximale = 4 caractères. rev_year ne peut prendre que trois valeurs particulières: 1991, 1999 et 2013, qui correspondent aux années de révision de la norme COMTRADE. Ce champ doit permettre de connaître les différences de la structure du fichier par rapport aux exigences relatives à la structure du fichier stipulées dans la norme COMTRADE, IEEE Std C37.111 TM -1999 et IEEE Std C37.111 TM -1991. En cas d'absence ou de non-renseignement de ce champ, le fichier sera réputé conforme à la version 1991 de la norme.

7.4.3 Nombre et type de voies

Cette indication contient le nombre et le type de voies tels qu'ils existent dans chaque enregistrement de données dans le fichier de données:

TT,##A,##D <CR/LF>

où

- TT** désigne le nombre total de voies. Critique, numérique, entier, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 999999. TT doit être égale à la somme de ##A et ##D ci-dessous.
- ##A** désigne le nombre de voies analogiques suivi de l'identifiant A. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 7 caractères, valeur minimale = 0A, valeur maximale = 999999A.
- ##D** désigne le nombre de voies d'état suivi de l'identifiant D. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 7 caractères, valeur minimale = 0D, valeur maximale = 999999D.

7.4.4 Informations sur les voies analogiques

Ce groupe de lignes contient des informations sur les voies analogiques. Il y a une ligne pour chaque voie analogique, le nombre total de lignes de voies analogiques devant être égal à ##A (voir 7.4.3). Si le nombre de voies analogiques = 0, il n'y aura pas de lignes fournissant des informations sur les voies analogiques. Le format suivant doit être utilisé:

An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>

où

- An** désigne le nombre repère de la voie analogique. Critique, numérique, entier, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 999999. Des zéros ou espaces avant ne sont pas nécessaires. Compteur séquentiel de 1 au nombre total de voies analogiques (##A) sans prendre en compte le numéro de la voie du dispositif d'enregistrement.
- ch_id** désigne l'identifiant de voie. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 128 caractères.
- ph** désigne l'identification de la phase de la voie. Non critique, alphanumérique,

- longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 2 caractères.
- ccbm** désigne le composant de circuit contrôlé. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères.
- uu** désignent les unités de la voie (par exemple, kV, V, kA, A, A RMS, A crête). Critique, alphabétique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. Les unités des grandeurs physiques doivent être exprimées en utilisant la nomenclature normalisée, ou les abréviations spécifiées dans les normes IEEE Std 260.1TM–1993 ou IEEE Std 280TM–1985 (R1996) ou ISO 80000-1. Des facteurs multiplicatifs ne doivent pas être inclus. Des multiples normalisés tels que k (milliers), m (millièmes), M (millions), etc. peuvent être utilisés. Le mot “NONE” doit être utilisé pour les valeurs sans unité.
- a** désigne le multiplicateur de voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).
- b** désigne l'additionnel de décalage de voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).

Le facteur de conversion de voie est $ax+b$. La valeur de la donnée stockée de x , dans le fichier de données (.DAT), correspond à une valeur échantillonnée ($ax+b$) dans les unités (uu) définies ci-dessus. Les règles relatives au traitement mathématique sont suivies, donc l'échantillon de données “ x ” est multiplié par le facteur de gain “ a ”, puis le facteur de décalage “ b ” est ajouté. La manipulation de la valeur de la donnée par le facteur de conversion permet d'obtenir à nouveau les valeurs échantillonnées originales. Un exemple est donné dans l'Annexe E.

- skew** désigne le décalage de temps de voie (en μs) à partir du début de la période d'échantillonnage. Critique, nombre réel, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).

Le champ fournit une information sur les différences temporelles entre les échantillonnages des voies dans une période d'échantillonnage d'un enregistrement. Par exemple, dans un dispositif à 8 voies comportant un convertisseur analogique numérique (A/N) sans échantillon synchronisé et maintenu à une fréquence d'échantillonnage de 1 ms, le premier échantillon sera à l'instant représenté par le **timestamp** (horodatage); les instants d'échantillonnage pour les voies successives dans chaque période d'échantillonnage peuvent être décalés jusqu'à 125 μs l'un par rapport à l'autre. Dans ces cas, le décalage de temps de voies successives sera 0; 125; 250; 375; etc.

- min** désigne la valeur minimale (limite inférieure de la plage possible de la valeur des données) pour des valeurs de données de cette voie. Critique, numérique (entier ou réel), longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 13 caractères, valeur minimale = $-3.4028235E38$, valeur maximale = $3.4028235E38$.
- max** désigne la valeur maximale (limite supérieure de la plage possible de la valeur des données) pour des valeurs de données de cette voie. Critique, numérique (entier ou réel), longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 13 caractères, valeur minimale = $-3.4028235E38$, valeur maximale = $3.4028235E38$. Note: $\max \geq \min$ dans tous les cas.
- primary** désigne le facteur associé au primaire dans le rapport des transformateurs de tension ou de courant de la voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères.
- secondary** désigne le facteur associé au secondaire dans le rapport des transformateurs de tension ou de courant de la voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale =

32 caractères.

P ou S désigne l'identificateur de mise à l'échelle des données primaires ou secondaires. Le caractère spécifie si la valeur obtenue par l'équation du facteur de conversion de la voie $ax+b$ se réfère à une valeur primaire (P) ou secondaire (S). Critique, alphabétique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seuls caractères valables sont: p,P,s,S.

Les données dans le fichier de données, les facteurs de conversion des voies et les unités des voies peuvent faire référence soit aux unités côté primaire, soit aux unités côté secondaire. Par conséquent, un transformateur de tension 345 kV à 120 V pour une voie dans laquelle les unités sont en kilovolts aura le facteur primaire de 345 et un facteur secondaire de 0.12 (345; 0.12). La variable primaire ou secondaire (PS) est fournie comme un moyen pour calculer les valeurs équivalentes primaires ou secondaires dans des applications où la valeur primaire ou secondaire est désirée et l'autre valeur est fournie. Si les données proviennent d'un environnement qui n'a pas de rapport primaire/secondaire, tel qu'un simulateur analogique de réseau, le rapport primaire-secondaire doit être mis à 1. Avec la détermination des valeurs au primaire (P) ou au secondaire (S) à partir de l'équation $ax+b$, l'utilisateur peut alors déterminer les valeurs nécessaires pour l'analyse ou la restitution.

Valeur requise	Configuration de la variable PS	
	P (fournit les valeurs primaires)	S (fournit les valeurs secondaires)
Primaire	Utiliser la valeur	Multiplier par la valeur primaire et diviser par la valeur secondaire
Secondaire	Diviser par la valeur primaire et multiplier par la valeur secondaire	Utiliser la valeur

7.4.5 Informations sur les voies (numériques) d'état

Ce groupe de lignes contient des informations sur les voies d'état. Il existe une ligne pour chaque voie d'état. Le nombre total de lignes concernant des voies d'état doit être égal à ##D (voir 7.4.3). Si le nombre de voies d'état = 0, il n'y aura pas de ligne contenant des informations sur les voies d'état. Le format suivant doit être utilisé:

Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>

où

Dn désigne le nombre repère de la voie d'état. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 999999. Des zéros ou espaces avant ne sont pas nécessaires. Compteur séquentiel de 1 au nombre total de voies d'état (##D) sans prendre en compte le numéro de la voie du dispositif d'enregistrement.

ch_id désigne le nom de la voie. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 128 caractères.

ph Identification de la phase de la voie. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 2 caractères.

ccbm désigne le composant de circuit contrôlé. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères.

y désigne l'état normal de la voie d'état (concerne seulement les voies d'état); c'est l'état de l'entrée quand le dispositif primaire est en mode d'opération stable. L'état normal de la voie d'état ne comprend pas d'informations relatives à la représentation physique du signal d'état, qu'il soit de nature "contact" (ouvert/fermé) ou "présence tension" (sous tension/hors tension). Le but est de définir si un 1 représente l'état normal ou anormal. Critique, entier, numérique,

longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seules valeurs valables sont 0 ou 1.

7.4.6 Fréquence de ligne

La fréquence de ligne doit être indiquée dans une ligne séparée dans le fichier:

If <CR/LF>

où

If désigne la fréquence nominale en Hz (par exemple 50, 60, ou 16.7 pour les applications d'entraînement) du réseau ou du sous-réseau à partir duquel les échantillons ont été obtenus. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).

7.4.7 Informations sur la fréquence d'échantillonnage

Ce paragraphe contient des informations sur les fréquences d'échantillonnage et sur le nombre d'échantillons de données à une fréquence donnée.

Pour des fichiers avec une ou plusieurs fréquences d'échantillonnage prédéterminées, les informations comprennent une ligne avec le nombre total de fréquences d'échantillonnage suivi d'une ligne pour chaque fréquence d'échantillonnage qui comprend le numéro du dernier échantillon à cette fréquence d'échantillonnage. Il doit y avoir une ligne avec la fréquence d'échantillonnage et le numéro du dernier échantillon pour chaque fréquence d'échantillonnage dans le fichier de données. Pour des fichiers avec des périodes d'échantillonnage à variation continue, tels que des fichiers dont l'enregistrement a été déclenché par des événements, les informations sur les fréquences d'échantillonnage comprennent deux lignes: une ligne avec un zéro signifiant qu'il n'y a aucune période d'échantillonnage ou fréquence d'échantillonnage fixes, et une deuxième ligne incluant un zéro signifiant que la période d'échantillonnage n'est pas déterminée, et le numéro du dernier échantillon dans le fichier de données.

nrates <CR/LF>

samp,endsamp <CR/LF>

où

nrates désigne le nombre de fréquences d'échantillonnage dans le fichier de données. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 3 caractères, valeur minimale = 0, valeur maximale = 999.

samp désigne la fréquence d'échantillonnage en Hertz (Hz). Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).

endsamp désigne le numéro du dernier échantillon à la fréquence d'échantillonnage. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 10 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 9999999999.

Il est à souligner que si **nrates** et **samp** sont zéro, **timestamp** dans le fichier des données devient critique et **endsamp** doit correspondre au numéro du dernier échantillon dans le fichier. Lorsque les informations relatives aux deux variables **nrates** et **samp** et les informations relatives à **timestamp** sont disponibles, l'utilisation des variables **nrates** et **samp** est préférentielle pour une durée exacte.

7.4.8 Horodatation

Le fichier de configuration doit comprendre deux horodatages. Le premier concerne l'instant de la première valeur de données dans le fichier de données. Le deuxième concerne le point de déclenchement de l'enregistrement. Ils doivent être inscrits dans le format suivant:

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>

dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>

où

dd	désigne le jour du mois. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 01, valeur maximale = 31.
mm	désigne le mois. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 01, valeur maximale = 12.
yyyy	désigne l'année. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 4 caractères, longueur maximale = 4 caractères, valeur minimale = 1900, valeur maximale = 9999. Les quatre chiffres de l'année doivent être utilisés. Les variables dd, mm et yyyy sont groupées pour former un seul champ, les nombres étant séparés par le caractère "oblique" sans espace intermédiaire.
hh	désigne l'heure. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 00, valeur maximale = 23. L'heure doit être indiquée au format 24 h.
mm	désignent les minutes. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 00, valeur maximale = 59.
ss.ssssss	désignent les secondes. Critique, décimal, numérique, résolution = jusqu'à 1 ns de résolution, longueur minimale = 9 caractères (microseconde), longueur maximale = 12 caractères (nanoseconde), valeur minimale = 00.000000, valeur maximale = 59.999999999.

Toutes les valeurs de date et d'heure doivent être précédées et remplies de zéros, si nécessaire. Si une valeur de l'horodatage est omise, les virgules qui séparent les champs/<CR/LF> peuvent se suivre sans caractères intermédiaires, ou bien les champs numériques peuvent être remplacés par des zéros.

7.4.9 Type de fichier de données

Le type de fichier de données doit être identifié comme un fichier ASCII, binary, binary 32 ou float32 par l'identifiant du type de fichier au format suivant:

ft <CR/LF>

où

ft	désigne le type de fichier. Critique, alphabétique, non sensible à la casse, longueur minimale = 5 caractères, longueur maximale = 8 caractères.
-----------	--

7.4.10 Facteur de multiplication d'horodatage

Ce champ doit être utilisé comme un facteur de multiplication pour le champ relatif à l'horodatage (**timestamp**) dans le(s) fichier(s) de données afin de permettre de stocker des enregistrements de longue durée au format COMTRADE. L'horodatage a comme unité de base la microseconde ou la nanoseconde selon la définition de l'horodatage dans le fichier

CGF. Le temps écoulé entre le premier échantillon de données dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque champ d'horodatage dans le fichier de données est le produit de l'instant de l'échantillonnage de cet échantillon par le multiplicateur temporel dans le fichier de configuration (**timestamp** * **timemult**).

timemult <CR/LF>

où

timemult désigne le facteur de multiplication pour le champ comportant le temps différentiel (timestamp) dans le fichier de données Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation normalisée en virgule flottante peut être utilisée (Kreyszig [B6]).

7.4.11 Informations temporelles et relation entre l'heure locale et l'heure UTC

Cette ligne comporte des informations relatives au fuseau horaire pour les horodatages en 7.4.8 et le lieu de l'enregistreur. La ligne se compose de deux champs: le champ pour le code temporel et le champ pour le code local.

Le code temporel est identique à celui défini dans la norme IEEE Std C37.232™ -2007. Le champ est utilisé pour spécifier le décalage horaire entre l'heure locale et l'heure UTC (Échelle de Temps Universel Coordonné sans décalage, c'est-à-dire sans décalage ni avec le fuseau horaire local, ni avec l'heure d'été). Le champ est limité à un maximum de six (6) caractères formatés. Le premier caractère est un signe suivi de cinq (5) caractères maximum pour indiquer le décalage horaire (jusqu'à deux (2) chiffres pour les heures suivis de la lettre "h", elle-même suivie de deux (2) chiffres pour les minutes). Les trois (3) derniers caractères ne sont requis que lorsque les heures fractionnaires sont utilisées. Des exemples apparaissent ci-dessous:

- "-4" signifie que le décalage horaire est de moins 4 heures (moins signifie que l'heure est en retard par rapport à UTC),
- "+10h30" signifie que le décalage horaire est de plus 10 h et 30 min (fuseau horaire à la demi-heure),
- "-7h15" signifie que le décalage horaire est de moins 7 h et 15 min, et
- "0" signifie que le décalage horaire est de 0 (l'heure locale est UTC).

Le décalage horaire reflète si l'heure d'hiver ou l'heure d'été était oui ou non effectifs lors de l'enregistrement.

Le code local est défini comme le décalage horaire entre le fuseau horaire local de l'enregistrement et UTC. Si le dispositif d'enregistrement n'est pas mis sur UTC, le code temporel et le code local sont identiques. Cependant, si le dispositif d'enregistrement est mis sur UTC, les champs seront différents: le code local fournira les informations relatives au fuseau horaire local et le code temporel sera zéro ("0") quel que soit le lieu du dispositif d'enregistrement. Le code local sera zéro ("0") uniquement lorsque le fuseau horaire local est UTC.

De plus, il existe une situation particulière dans laquelle un fichier COMTRADE est créé à l'aide des données des différents postes situés dans différents fuseaux horaires, et il est impératif que dans une telle situation, le code temporel soit mis sur UTC et le code local, sur "x", ce qui signifie que le champ du code local n'est pas applicable.

time_code, local_code <CR/LF>

où

time_code est identique au code temporel défini dans la norme IEEE Std C37.232TM - 2007. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères.

local_code désigne le décalage horaire entre le fuseau horaire local du lieu d'enregistrement et UTC. Il est dans le même format que time_code. Critique, alphanumérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères.

7.4.12 Qualité temporelle des échantillons

La qualité temporelle des échantillons doit être identifiée par l'identifiant de qualité temporelle dans le format suivant:

tmq_code, leapsec<CR/LF>

où

tmq_code Code indicateur de la qualité temporelle de l'horloge du dispositif d'enregistrement. Il s'agit d'une indication de la synchronisation par rapport à une source, similaire au code indicateur de la qualité temporelle comme défini dans la norme IEEE Std C37.118TM. Critique, hexadécimal, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. La valeur de la qualité temporelle doit être celle à l'instant de l'échantillonnage.

Code indicateur de la qualité temporelle de 4 bits

BINAIRE	HEX	VALEUR (précision dans le pire des cas)
1111	F	Défaut--défaillance de l'horloge, temps non fiable
1011	B	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 s
1010	A	Horloge déverrouillée, temps dans les 1 s
1001	9	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻¹ s
1000	8	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻² s
0111	7	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻³ s
0110	6	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁴ s
0101	5	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁵ s
0100	4	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁶ s
0011	3	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁷ s
0010	2	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁸ s
0001	1	Horloge déverrouillée, temps dans les 10 ⁻⁹ s
0000	0	Fonctionnement normal, horloge verrouillée

leapsec Indicateur de seconde intercalaire. Cela indique qu'une seconde intercalaire peut avoir été ajoutée ou supprimée lors de l'enregistrement, en conséquence de quoi deux données ont le même horodatage Second of Century ("Seconde du Siècle) ou une seconde manque. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seuls valeurs valables sont:

- 3 = la source temporelle n'a pas la capacité d'adresser une seconde intercalaire,
- 2 = seconde intercalaire soustraite dans l'enregistrement,
- 1 = seconde intercalaire ajoutée dans l'enregistrement, et
- 0 = pas de seconde intercalaire dans l'enregistrement.

7.5 Omission de données dans les fichiers de configuration

Le format de fichier de configuration permet l'omission de certaines données. Toutefois, il est entendu que l'absence de certaines données critiques peut rendre l'ensemble des fichiers inutilisables. Certaines données sont donc désignées non critiques et d'autres critiques. L'absence de données critiques dans le fichier de configuration rend l'ensemble des fichiers non valable puisque non conforme à la norme. L'absence de données non critiques dans le fichier de configuration ne rend pas le fichier non conforme et ne rendra pas l'ensemble des fichiers inutilisables. Lorsque des données manquent, les séparateurs de données se suivent sans caractères intermédiaires, sauf indication contraire dans le présent article. Les programmes destinés à lire les fichiers COMTRADE doivent être conçus de façon à tolérer des séparateurs de données qui se suivent immédiatement sans espaces intermédiaires (champs de longueur zéro).

7.6 Présentation du fichier de configuration

```
station_name,rec_dev_id,rev_year <CR/LF>
TT,##A,##D <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>
lf <CR/LF>
nrates <CR/LF>
samp,endsamp <CR/LF>
samp,endsamp <CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>
dd/mm/yyyy,hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>
ft <CR/LF>
timemult <CR/LF>
time_code, local_code <CR/LF>
tmq_code, leapsec<CR/LF>
```

8 Fichier de données

8.1 Généralités

Le fichier de données contient les valeurs des données qui sont une représentation mise à l'échelle de l'événement échantillonné. Les données doivent se conformer exactement au format défini dans le fichier de configuration pour permettre la lecture des données par un programme informatique. Le champ du type de fichier de données (**ft**) défini dans le fichier de configuration est utilisé pour désigner le type de fichier. Pour les fichiers de données binaires, **ft** est mis à binary, binary32 ou float32. Pour les fichiers de données ASCII, **ft** est mis à ASCII.

8.2 Contenu

Le fichier de données contient le numéro de l'échantillon, l'horodatage et les valeurs de données de chaque voie pour chaque échantillon dans le fichier. Dans des fichiers de données ASCII, les données pour chaque voie à l'intérieur de l'échantillon sont séparées des données de la voie suivante par une virgule. Cela est normalement appelé "format délimité par virgule". Les échantillons séquentiels sont séparés par un <CR/LF> entre les données de la dernière voie de l'échantillon et le numéro d'échantillon de l'échantillon suivant. Dans les fichiers binary, les fichiers binary32 et les fichiers float32, il n'y a pas de séparateurs entre les données de chaque voie à l'intérieur d'un échantillon ou entre des périodes d'échantillons séquentiels. Le fichier de données ne contient aucune autre information.

8.3 Noms des fichiers de données

Les noms des fichiers de données doivent porter l'extension .DAT afin d'être différenciés des fichiers d'en-tête, des fichiers de configuration et des fichiers d'informations du même ensemble, et d'établir une convention facile à retenir et à identifier. Le nom de fichier proprement dit doit être le même pour les fichiers d'en-tête, de configuration, de données et d'informations, afin de pouvoir les associer.

Il convient qu'un support approprié pour le stockage et l'échange de fichiers de données soit utilisé selon la taille des fichiers. Il est fortement recommandé d'utiliser les formats binary, binary32 ou float32 pour les fichiers de données de grande taille.

8.4 Format de fichiers de données ASCII

Les fichiers de données ASCII doivent être divisés en lignes et colonnes. Le nombre de lignes de données varie avec la longueur de l'enregistrement et a par conséquent une influence sur la taille du fichier. Chaque ligne doit être découpée en TT+2 colonnes où TT représente le nombre total de voies, analogiques et d'état, dans l'enregistrement; et les deux autres colonnes sont réservées au numéro d'échantillon et à l'horodatage. Le nombre de colonnes varie avec le système d'enregistrement et peut aussi avoir une influence sur la taille du fichier. Les longueurs des fichiers spécifiées pour les fichiers de données ASCII sont des valeurs maximales et non des longueurs figées. Tous les caractères numériques, y compris les signes mathématiques, doivent pouvoir se loger à l'intérieur des limites de longueur de champ.

- a) La première colonne contient le numéro de l'échantillon.
- b) La deuxième colonne contient l'horodatage des données pour ce numéro d'échantillon.
- c) Le troisième ensemble de colonnes contient les valeurs des données qui représentent les informations analogiques.
- d) Le quatrième ensemble de colonnes contient les données pour les voies d'état.
- e) La ligne suivante commence avec le numéro d'échantillon suivant, suivi de l'ensemble de données suivant.
- f) Un repère ASCII Fin de fichier (EOF) (avec la valeur hexadécimale "1A") doit être placé immédiatement après le retour chariot/saut de ligne (<CR/LF>) de la dernière ligne de données du fichier.

Chaque enregistrement de l'échantillon de données doit être constitué d'entiers disposés de la manière suivante:

n, timestamp, A₁, A₂,A_k, D₁, D₂,D_m

où

- | | |
|------------------|--|
| n | désigne le numéro de l'échantillon. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 10 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 9999999999. |
| timestamp | désigne l'horodatage. Non critique si les variables nrates et samp dans le fichier .CFG sont différentes de zéro, et critique si les variables nrates et samp dans le fichier .CFG sont zéro. Entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 13 caractères. L'unité de base du temps est la microseconde ou la nanoseconde selon la définition de l'horodatage dans le fichier CGF. Le temps écoulé entre le premier échantillon de données dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque champ instant d'échantillonnage est le produit de l'instant de l'échantillonnage par le multiplicateur temporel dans le fichier de configuration (timestamp * timemult). Lorsque les informations relatives aux deux variables nrates et samp et que les informations relatives à timestamp sont disponibles, |

l'utilisation des variables **nrates** et **samp** est préférentielle pour une durée exacte.

A₁A_k désignent les valeurs des données des voies analogiques séparées par des virgules. Non-critique, numérique (entier ou réel), longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 13 caractères, valeur minimale = -3.4028235E38, valeur maximale = 3.4028235E38. Les valeurs analogiques manquantes doivent être représentées par des séparateurs de données immédiatement les uns à la suite des autres sans espace (champ de longueur zéro).

D₁D_m désignent les valeurs des données des voies d'état séparées par des virgules. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seules valeurs valides sont 0 ou 1. Aucun moyen n'est prévu pour repérer les données d'état absentes, et dans ce cas le champ doit être mis à 1 ou à 0. La dernière valeur de donnée dans un échantillon doit être suivie d'un retour chariot/saut de ligne.

8.5 Exemple d'un échantillon de données ASCII

La Figure 1 présente l'exemple d'un échantillon de données conforme à cette norme. L'échantillon contient six données analogiques et six données d'état. Il est extrait de l'Annexe C.

5, 667, -760, 1274, 72, 61, -140, -502,0,0,0,0,1,1 <CR/LF>

IEC 918/13

Figure 1 – Exemple d'un échantillon de données en format ASCII

8.6 Fichiers de données binaires

Les fichiers de données binary, binary32 et float32 utilisent la même structure de base que les fichiers de données ASCII, avec l'exception que les données de voies d'état sont comprimées comme décrit ci-dessous. Le format est numéro d'échantillon, horodatage, valeur de données pour chaque voie analogique, et données de voies d'état regroupées pour chaque échantillon du fichier. Aucun séparateur de données n'est utilisé, les données dans chaque enregistrement d'échantillon binaire ne sont pas séparées par des virgules et la fin de chaque enregistrement n'est pas délimitée par les caractères de retour chariot et de saut de ligne. Un fichier de données constitue un flux de données continu. La traduction des données est établie par leurs positions séquentielles à l'intérieur du fichier. Si une donnée quelconque est absente ou corrompue, la séquence des variables sera perdue et le fichier peut être inutilisable. Aucun moyen de récupération n'est prévu dans de telles circonstances.

Des données sont stockées en format binaire, mais, pour simplifier, les valeurs sont indiquées sous forme hexadécimale. Les données ne sont pas stockées sous la forme de la représentation ASCII de nombres hexadécimaux. Dans le cas binary, si un mot à 2 octets (16 bits) est stocké, l'octet de poids faible (LSB) des données est stocké en premier, puis l'octet de poids fort (MSB). La valeur des données de longueur de 2 octets "**1234**" sera enregistrée dans le format "**3412**". Dans le cas binary32 et float32, si un mot à quatre octets (32 bits) est stocké, l'octet de poids faible (LSB) du mot est stocké en premier, puis le mot au poids voisin du LSB, puis le mot au poids voisin du mot de poids fort (MSB), puis le mot de poids fort. La valeur des données de longueur de quatre octets "**12345678**" sera enregistrée dans le format "**78563412**". Les bits dans 1 octet sont numérotés de zéro (poids faible) à sept (poids fort).

Les données séquentielles dans un fichier de données binaire représentent ce qui suit:

- Données relatives au numéro d'échantillon et à l'horodatage enregistrées dans un format binaire non signé de quatre octets chacun.

- b) Les données échantillonnées des voies analogiques sont stockées comme suit: pour les fichiers de données binary ou binary32, les données sont stockées au format binaire en complément à deux de deux ou quatre octets chacun. Une valeur de données de zéro est stockée avec chacun des octets mis sous la forme du nombre hexadécimal 00, et –1 est stocké avec chacun des octets mis à FF. La valeur maximale positive est obtenue lorsque le bit de poids fort est mis à 0 et que les autres bits sont mis à 1 et la valeur maximale négative est le complément de la valeur positive maximale. Quant aux fichiers de données float32, les données sont stockées conformément à la norme IEEE Std 754™ -2008. Les valeurs négatives maximales des formats binary, binary32, et float32, servent à marquer les données manquantes.
- c) Les données d'échantillonnage des voies d'état dans les formats binary, binary32, et float32 sont stockées sous forme de groupes de 2 octets pour chaque ensemble de 16 voies d'état, stockés avec le bit de poids faible assigné à la voie avec le numéro de voie le plus petit appartenant à ce groupe de 16 voies. Ainsi, le bit 0 du mot d'état 1 (S1) correspond à l'état de l'entrée numérique numéro 1, alors que le bit numéro 1 du mot d'état 2 (S2) correspond à l'état de l'entrée numérique numéro 18. Aucun moyen n'est prévu pour repérer les données d'état absentes, mais un bit mis à 1 ou à 0 doit être inclus pour préserver l'intégrité du mot.

La taille du fichier dépendra du nombre de voies et du nombre d'échantillons dans le fichier. Le nombre d'octets nécessaires pour chaque balayage dans le fichier sera:

$$(A_k \times N) + (2 \times \text{INT}(D_m/16)) + 4 + 4$$

où

A_k	désigne le nombre de voies analogiques,
N	désigne le nombre d'octets par échantillon (deux pour binary et quatre pour binary32 et float32),
D_m	désigne le nombre de voies d'état,
$\text{INT}(D_m/16)$	désigne le nombre de voies d'état divisé par 16 et arrondi à l'entier supérieur, et
$4 + 4$	représente 4 octets pour chacune des variables de numéro d'échantillon et d'horodatage.

Chaque enregistrement de l'échantillon de données doit être constitué de valeurs numériques disposées de la manière suivante:

n timestamp $A_1 A_2 \dots A_k S_1 S_2 \dots S_m$

où

n	désigne le numéro de l'échantillon. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 4 octets, longueur maximale = 4 octets, valeur minimale = 00000001 au format hexadécimal, valeur maximale = FFFFFFFF.
timestamp	désigne l'horodatage. Non critique si les variables nrates et samp dans le fichier .CFG sont différentes de zéro, et critique si les variables nrates et samp dans le fichier .CFG sont zéro. Longueur minimale = 4 octets, longueur maximale = 4 octets, valeur minimale = 00000000 au format hexadécimal, valeur maximale = FFFFFFFF. Les valeurs d'horodatage manquantes doivent être remplacées par la valeur FFFFFFFF dans le champ afin de maintenir l'intégrité de la structure du fichier. L'unité de base du temps est la microseconde ou la nanoseconde selon la définition de l'horodatage dans le fichier CGF. Le temps écoulé entre le premier échantillon de données dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque champ d'instant d'échantillonnage est le produit de l'instant de l'échantillonnage par le multiplicateur temporel dans le fichier de configuration (timestamp * timemult)

Lorsque les informations relatives aux deux variables **nrates** et **samp** et que les informations relatives à **timestamp** sont disponibles, l'utilisation des variables **nrates** et **samp** est préférentielle pour une durée exacte.

- A₁ A_k** désignent les valeurs des données de voies analogiques. Non-critique, numérique (entier ou réel), longueur fixée à 2 octets pour les fichiers de données binaires et à 4 octets pour les fichiers de données binary32 et float32. Les valeurs analogiques manquantes doivent être représentées en plaçant la valeur négative maximale correspondante dans le champ.
- S₁.....S_m** désignent les valeurs des données de voies d'état sous formes de groupes de 2 octets (16 bits) pour chacune ou partie des 16 voies d'état. Non critique, entier format binaire non signé, longueur minimale = 2 octets, longueur maximale = 2 octets, valeur minimale = 0000 au format hexadécimal, valeur maximale = FFFF. Aucun moyen n'est prévu pour repérer les données d'état absentes, et dans ce cas le bit peut être mis à 1 ou à 0.

Si le nombre de voies d'état n'est pas exactement divisible par 16, les voies à numéros plus élevés doivent être remplies avec des bits "0".

Exemple:

Pour un ensemble de six entrées d'état (0,0,0,0,1,1) comme montré pour le fichier de données ASCII en 8.5:

- écrire ces entrées d'état sous la forme d'un nombre binaire (110000) en réalisant que les voies sont énumérées avec les bits de poids faible en premier dans le fichier de données ASCII;
- remplir ensuite le nombre pour arriver à un nombre de 16 bits (0000 0000 0011 0000);
- traduire ce dernier en une valeur hexadécimale (00 30);
- les données sont ensuite stockées sous format LSB/MSB (30 00).

8.7 Exemple d'un échantillon de données binaires

La Figure 2 présente l'exemple d'un échantillon de données conforme à cette norme. L'échantillon contient six valeurs analogiques et six valeurs d'état. C'est l'équivalent binaire de l'échantillon ASCII présenté en 8.5.

05 00 00 00 9B 02 00 00 08 FD FA 04 48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00

IEC 919/13

Figure 2 – Exemple d'un échantillon de données en format binaire

9 Fichier d'informations

9.1 Généralités

Le fichier d'informations (.INF) est un fichier facultatif. Le fichier .INF permet un échange d'informations en ce qui concerne l'événement stocké dans l'enregistrement COMTRADE qui peut permettre une meilleure manipulation ou analyse des données. Cette information facultative est stockée dans un fichier séparé afin de permettre une compatibilité descendante et ascendante complète entre les programmes courants et futurs qui utilisent des fichiers COMTRADE. Tout programme qui lit des données dans les fichiers d'information doit être capable de reconnaître tout en-tête, entrée ou autres données définies dans la présente norme et de prendre toute action en réponse à ces données. Les programmes qui ne reconnaissent pas certaines données ne doivent modifier ces données d'aucune façon.

Le format de fichier est semblable à celui du fichier Windows™.INI . La plupart des langages de programmation contiennent des fonctionnalités permettant de lire et d'écrire de tels

fichiers. Beaucoup de programmeurs et d'utilisateurs sont familiarisés avec la structure de tels fichiers.

Certaines sections dans le fichier d'informations répètent des informations stockées dans le fichier de configuration .CFG. Les fichiers .CFG et .DAT sont les fichiers primaires de COMTRADE et toute donnée pour laquelle une variable est définie dans l'un ou l'autre de ces deux fichiers doit être enregistrée dans le fichier approprié même si elle est dupliquée dans le fichier d'informations .INF.

9.2 Contenu

Le fichier d'informations est un fichier texte ASCII dans un format spécifique qu'un ordinateur peut lire. Ce fichier contient des informations que la plupart des utilisateurs peuvent lire et des informations spécifiques à une catégorie particulière d'utilisateurs qu'un utilisateur moyen ne pourra peut-être pas lire. Ces deux catégories d'informations sont classées comme publiques et privées respectivement et sont enregistrées dans des sections séparées du fichier. Les données enregistrées dans le fichier d'informations doivent toujours être enregistrées dans une section publique si une section convenable est définie. Si une section publique convenable prédéfinie n'est pas disponible, une section privée peut être utilisée. Les entrées doivent être exactement conformes au format défini ci-dessous afin que les données puissent être lues par un programme d'ordinateur.

9.3 Noms des fichiers d'informations

Les noms des fichiers d'informations doivent porter l'extension .INF afin d'être différenciés des fichiers d'en-tête, des fichiers de configuration et des fichiers de données du même ensemble, et d'établir une convention facile à retenir et à identifier. Le nom de fichier proprement dit doit être le même pour les fichiers d'en-tête, de configuration et de données avec lesquels il est associé.

9.4 Structure de fichiers d'informations

9.4.1 Généralités

Le fichier d'informations est découpé en sections. Chaque section contient une ligne d'en-tête suivie d'un nombre de lignes d'entrée. Le nombre de sections n'est pas limité, mais il doit y avoir au moins une section par fichier. Aucune donnée ne doit résider hors d'une telle section. Chaque section est identifiée par une ligne d'en-tête de section unique. Toutes les données appartiennent à l'en-tête de la section immédiatement au-dessus dans le fichier.

La structure générique est comme suit:

- Public Record Information Section Header (information relative à l'ensemble de l'enregistrement)
 - Publicly-Defined Record Information Entry Lines
- Public Event Information Section Header (information relative à une voie ou un échantillon particulier dans l'enregistrement)
 - Publicly-Defined Event Information Entry Lines
- Public File Description Section Header (information équivalente aux informations dans le fichier .CFG concernant l'ensemble de l'enregistrement)
 - Publicly-Defined File Description Entry Lines
- Public Analog Channel #1 Section Header (information équivalente aux informations dans le fichier .CFG concernant la première voie analogique de l'enregistrement)
 - Publicly-Defined Analog Channel Entry Lines
- Public Analog Channel #n Section Header (information relative à la prochaine voie analogique dans l'enregistrement, avec une nouvelle section pour chaque voie jusqu'au nombre de voies analogiques de l'enregistrement)
 - Publicly-Defined Analog Channel Entry Lines
- Public Status Channel #1 Section Header (information relative à la première voie

d'état de l'enregistrement)
 Publicly-Defined Analog Channel Entry Lines
 Public Status Channel #n Section Header (information relative à la prochaine voie
 d'état dans l'enregistrement, avec une nouvelle section pour chaque voie jusqu'au
 nombre de voies d'état de l'enregistrement)
 Publicly-Defined Status Channel Entry Lines
 Private Information Header
 Privately-Defined Record Information Entry Lines
 Private Information Header
 Privately-Defined Record Information Entry Lines

9.4.2 Sections publiques

Les sections publiques contiennent des informations sous une forme qui peut être utilisée par le matériel et/ou le logiciel fait par plus d'un fabricant. Des lignes d'entrée de section publique spécifiques sont définies dans le présent document. Chaque révision de la norme mettra à jour les variables de la section publique et incorporera des entrées de sections privées ouvertement distribuées en utilisation à ce moment.

9.4.3 Sections privées

Les sections privées contiennent des informations spécifiques à un fabricant qui sont utilisables uniquement avec un logiciel ou matériel spécifique à un vendeur, ou qui sont dans un format propre au fabricant en question. Les sections privées multiples sont admises pour chaque fabricant, et un même fichier d'informations peut contenir des sections privées appartenant à plusieurs fabricants. On prévoit que les fabricants vont générer des sections privées pour des fins particulières. Si deux ou plusieurs fabricants utilisent des sections privées similaires, une forme commune de la section privée pourrait être adoptée comme section publique dans les futures mises à jour de cette norme.

9.5 Caractéristiques des fichiers

Les fichiers d'informations doivent être dans le format ASCII comme défini en 4.1.3, avec les limitations complémentaires suivantes:

- a) Aucune ligne ne doit commencer avec un caractère espace;
- b) Les fichiers ne doivent comprendre aucun repère de fin de fichier (EOF) ajouté par l'utilisateur, tel que "1A" HEX; et
- c) La taille des fichiers doit être limitée à 64 K.

9.6 En-têtes de sections

9.6.1 Règles de formatage concernant les noms d'en-têtes des sections publiques et privées

Le nom de la section est délimité par des crochets []. Le nom de la section réside seul sur une ligne à part. Aucune autre donnée ne doit se trouver sur la même ligne que le nom de la section. La ligne est terminée par <CR/LF>. Le nom d'une section doit commencer par une lettre; un nombre ou un symbole ne peut commencer le nom d'une section. Le nom de la section doit commencer par le mot "Public" ou, pour des sections privées, par un mot qui identifie clairement l'organisation à laquelle la section appartient, suivi d'exactly un caractère espace, ensuite suivi d'un nombre quelconque de mots identifiant la section. Des mots individuels dans des noms d'entreprises ou organisations propriétaires ou marques comportant plus d'un mot doivent être reliés en supprimant les espaces entre les mots, ou, pour améliorer la lisibilité, en remplaçant l'espace par le caractère trait bas "_".

Les en-têtes de sections, après le premier en-tête de section, doivent être séparés de l'en-tête de la section précédente ou des lignes d'entrées par une ligne vide.

Les en-têtes de sections publiques doivent être compréhensibles par un ingénieur de réseaux électriques ayant des connaissances informatiques limitées.

9.6.2 Exemples concernant les noms d'en-têtes des sections publiques

Exemples:

Acceptable:

[Public File_Description] <CR/LF>

Inacceptable:

[Public DataSource]<CR/LF> (Espace au début)

[DataSource Public]<CR/LF> (Doit commencer avec le mot Public)

9.6.3 Exemples concernant les noms d'en-têtes des sections privées

Exemples:

Acceptable:

[Company1 Input Ranges]<CR/LF>

[Company2 IsolatorType] <CR/LF>

Inacceptable:

[Company Name Input Ranges] <CR/LF>

(Les espaces ne sont pas autorisés dans l'identification du propriétaire)

[12] <CR/LF>

(Commence par un nombre)

{Bad Section}<CR/LF>

(Style de parenthèses incorrect)

[Bad Section<CR/LF>

(Un crochet manque.)

[Bad Section] Extra Data=Not Allowed<CR/LF> (Texte supplémentaire sur la ligne d'entrée après le 2^e crochet)

9.7 Lignes d'entrée

9.7.1 Généralités

Une ligne d'entrée doit commencer par un mot d'une longueur de 3 à 32 caractères suivi d'un signe égal (=). Le premier mot est le "Nom de l'Entrée". Le nom de l'entrée est une description de la fonction de la chaîne valeur qui suit. Il est équivalent au nom d'une variable ou d'une constante dans beaucoup de langages de programmation. Le nom de l'entrée doit être compréhensible lorsqu'il est lu conjointement avec le nom de la section. Le nom de l'entrée ne doit pas nécessairement être totalement descriptif. Le nom de l'entrée peut contenir n'importe quel caractère imprimable dont les valeurs ASCII sont comprises entre 33 et 127 en décimal. La ligne doit se terminer par <CR/LF>.

Exemples:

Acceptable:

[Public File Description] <CR/LF>

Recording_Device_ID=Unit 123<CR/LF>

[Company2 Calibration] <CR/LF>

Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>

Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>

Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>

Inacceptable:

[Company3 Calibration] <CR/LF>

cl33421thvst=2044.5,-7,1,2046.2,5.3,1,2042.0,-0.4,-1<CR/LF> (Le nom de l'entrée n'a pas de sens)

Ch 1= 2044.5, -7, 1<CR/LF> (Espaces blancs)

[Company3 Device Type] <CR/LF>(Pas d'espace entre l'en-tête de la nouvelle section et la dernière section)

9.7.2 Lignes de commentaires

Une ligne d'entrée qui commence avec un point-virgule est considérée comme une ligne de commentaires. De telles lignes doivent être sautées par les algorithmes de lecture de fichiers et sont utilisées pour des commentaires ou pour la mise en commentaire de certaines entrées. Les lignes de commentaires peuvent être créées par les utilisateurs ou par un programme. Elles ne doivent pas être utilisées pour de la documentation longue ou de longues explications puisque cela augmenterait la taille du fichier, le temps de lecture du fichier, et rendrait la structure du fichier difficile à comprendre par un lecteur humain.

Si des en-têtes de sections sont mis en commentaire, toutes les lignes d'entrée de cette section doivent également être mises en commentaire. Si les lignes dans une section dont l'en-tête a été mis en commentaire ne sont pas elles aussi mises en commentaire, les lignes d'entrée non mises en commentaires seront interprétées comme appartenant à la section précédente.

Exemples:

Acceptable:

[Company2 Calibration] <CR/LF>

; Sequence is gain, offset, polarity<CR/LF>

Ch1=2044.5, -7, 1<CR/LF>

Ch2=2046.2, 5.3, 1<CR/LF>

;Channel 2 replaced 7/16/95<CR/LF>

Ch3=2042.0, -0.4, -1<CR/LF>

Inacceptable:

:[Company3 Calibration] <CR/LF>

(En-tête de section mis en commentaire laissant des données orphelines)

Ch 1 = 2044.5, -7, 1<CR/LF>

(Espaces supplémentaires)

;This recorder uses 8 bit data and has

64 channels, test points on the card are

high impedance and not galvanically isolated. <CR/LF>

(Documentation excessive et mal placée)

9.7.3 Chaîne de valeur

La chaîne de valeur est définie comme tous les caractères dans une ligne d'entrée entre le signe "égal" et la séquence de fin de ligne. Les chaînes de valeur peuvent contenir un ou plusieurs éléments de données. Les éléments de données multiples sont séparés par des virgules. Les valeurs numériques doivent commencer immédiatement après les délimiteurs "signe égal" ou "virgule" sans aucun espace précédent. Les chaînes de texte qui comprennent

un espace après les délimiteurs “signe égal” ou “virgule” doivent considérer l'espace comme faisant partie de la valeur. Pour des sections publiques, cette information est précisée dans la présente norme. Pour des sections privées, le type, le format des données et le nombre de d'éléments par ligne d'entrée sont définis par l'utilisateur.

9.8 Ajout, modification et suppression d'informations

9.8.1 Généralités

Comme plusieurs programmes peuvent écrire, modifier et lire le fichier .INF indépendamment, des règles relatives à l'effacement et à l'ajout d'informations sont requises afin de réduire les dommages potentiels causés par des programmes exécutés sans intervention humaine. Une intervention humaine intentionnelle par l'intermédiaire des champs d'entrée d'utilisateur peut être utilisée pour ajouter ou effacer des informations d'une section quelconque. Cela peut cependant rendre le fichier d'informations inapte pour l'application cible.

9.8.2 Suppression des informations

Un programme ne peut ni supprimer des sections privées qu'il n'a pas créées, ni modifier ou supprimer des éléments dans ces sections. Un programme ne peut supprimer ni des sections publiques, ni des éléments dans ces sections. Cependant, des éléments dans les sections publiques peuvent être modifiés ou des éléments peuvent être ajoutés.

9.8.3 Ajout d'informations

Un programme peut ajouter des entrées à une section publique. Un programme ne doit pas ajouter d'entrées à une section privée qu'il n'a pas créée. Ce format autorise un nombre illimité de sections privées et publiques, chacune ayant un nombre illimité d'entrées.

9.9 Définitions des en-têtes de sections publiques et des lignes d'entrée

La présente norme définit certains en-têtes de sections publiques et certaines lignes d'entrée. Si un en-tête de section publique est inclus, toutes les lignes d'entrée définies pour cette section doivent être incluses dans l'ordre énuméré. Une ligne d'entrée dans laquelle le signe égal “=” est suivi par le signe <CR/LF> terminant la ligne, doit être interprétée comme une chaîne vide (pas de caractères) ou une valeur numérique zéro. Si aucun format public adéquat n'est disponible, de nouvelles définitions complémentaires de section privée peuvent être créées, limitant l'utilisation à l'utilisateur ou au fabricant d'origine. Des révisions futures de la présente norme documenteront les définitions largement acceptées au moment de la révision.

9.10 Section publique d'enregistrement d'informations

9.10.1 Généralités

La section de données publique définit le logiciel qui crée le fichier, décrit l'événement COMTRADE et indique le nombre de sections publiques d'informations sur l'événement comprises dans le fichier d'informations.

```
[Public Record_Information] <CR/LF> (En-tête de section, doit inclure des crochets)
Source=Value<CR/LF>
Record_Information=Value<CR/LF>
Location=Value<CR/LF>
max_current=Value<CR/LF> (Lignes d'entrée)
min_current=Value<CR/LF>
max_voltage=Value<CR/LF> (Lignes d'entrée)
min_voltage=Value<CR/LF>
EventNoteCount=Value<CR/LF>
```

9.10.2 Définition de l'en-tête de section

La chaîne de texte suivante est publiquement définie comme un en-tête de section pour des paramètres applicables au fichier entier.

[Public Record_Information]<CR/LF>

9.10.3 Définition des lignes d'entrée de la section publique d'informations

Les lignes d'entrée d'informations des enregistrements publiques et les variables des valeurs d'entrée suivantes sont publiquement définies:

Source=Value<CR/LF>

- Une ligne d'entrée facultative met à disposition un endroit pour la description sous forme de texte, lisible par l'ordinateur, du logiciel utilisé pour réaliser l'enregistrement. La valeur est une chaîne de caractères alphanumérique comportant des caractères ASCII imprimables et des espaces blancs; les éléments de données multiples sont séparés par des virgules. Cette chaîne contient le niveau de révision et le nom du programme.

Record_Information=Value1,Value2,Value3,Value4<CR/LF>

- Une ligne d'entrée facultative met à disposition un endroit pour la description sous forme de texte, lisible par l'ordinateur, de l'événement. La valeur est une chaîne de caractères alphanumérique comportant des caractères ASCII imprimables et des espaces blancs; les éléments de données multiples sont séparés par des virgules pour lesquels les valeurs suivantes sont publiquement définies:

Value1: Fault, Unknown, Misoperation, Close, Trip, Reclose, Power Swing, Simulation (resp. Défaut, Inconnu, Dysfonctionnement, Fermeture, Déplacement, Refermeture, Oscillations de Puissance, Simulation).

Value2: AG, BG, CB, ABCG, AB, BC, CA, ABC, ou une série quelconque d'identificateurs de phases similaires comme 12N, RS, etc.

Value3: Toute autre chaîne de texte qui n'est pas une variation des variables ci-dessus et qui aide à décrire l'événement.

Value4: Toute autre chaîne de texte faisant office d'identifiant pour un équipement ou une partie unique d'un équipement, (par exemple: ligne de transport, transformateur).

Location=Value1, Value2<CR/LF>

- Une ligne d'entrée facultative pour des informations concernant l'emplacement du défaut sur une ligne de transport, s'il est connu. Les entrées suivantes sont publiquement définies:

Value1: Un nombre réel représentant la distance du défaut en termes des paramètres suivants.

Value2: Milles, kilomètres, pourcentage de ligne, pourcentage du réglage, Ohms.

max_current=Value<CR/LF>

min_current=Value<CR/LF>

max_voltage=Value<CR/LF>

min_voltage=Value<CR/LF>

- Des lignes d'entrée optionnelles pour des valeurs de tension et de courant minimales et maximales enregistrées pour l'ensemble de l'enregistrement. Les valeurs sont les valeurs primaire ou secondaire comme spécifié par la variable PS dans la définition de la voie en utilisant l'unité précisée dans le fichier .CFG. Elles se distinguent des variables **min** et **max** dans le fichier .CFG qui correspondent aux valeurs maximales de la plage possible ou des valeurs limitées physiquement. "Value" est un nombre réel correspondant à la plus haute (max_value) ou la plus basse (min_value) valeur que

l'on peut trouver dans le fichier de données après conversion par les facteurs d'échelle de la voie concernée $ax+b$ (voir 7.4.4). Pour les courants, "Value" est exprimée en ampères. Pour les tensions, "Value" est exprimée en volts.

EventNoteCount=Value<CR/LF>

- Une ligne d'entrée pour le nombre de sections publiques d'informations d'événement dans le fichier .INF. Elle est uniquement nécessaire si des sections d'Informations d'Événement sont incluses. La valeur est un entier égal à l'information totale d'événement public dans le fichier d'informations. Si ce nombre est zéro ou si la ligne d'entrée EventNoteCount n'existe pas, on suppose qu'il n'y a pas de sections publiques d'informations d'événement à lire.

9.11 Définition de la section publique d'informations d'événement

9.11.1 Généralités

Cette section publique de données définit des annotations ayant un rapport avec un événement, un échantillon ou une voie spécifiques dans un enregistrement COMTRADE. Cela permet d'attacher des données ou du texte descriptif à des parties spécifiques de l'enregistrement et de les restituer ultérieurement.

9.11.2 Définition de l'en-tête de section: [Public Event_Information_#n] <CR/LF>

L'en-tête de section est la chaîne "Public Event_Information_#n" avec le numéro d'information "n" directement attaché (aucun caractère d'espace intermédiaire n'est autorisé). Le numéro d'information est un entier positif, commençant à 1, consécutif, et limité à la valeur de la variable EventNoteCount dans la section Public Record Information.

9.11.3 Définition des lignes d'entrée de la section publique d'informations d'événement

Channel_number=Value<CR/LF>
max_value=Value<CR/LF>
min_value=Value<CR/LF>
max_sample_number=Value<CR/LF>
min_sample_number=Value<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>
Sample_number_Text#=Value1,Value2<CR/LF>

Définition des données:

Lorsque la chaîne sample_number apparaît dans une des entrées suivantes, "Value" ou "Value1" est le numéro d'échantillon de l'enregistrement COMTRADE auquel l'information fait référence. Sample_number est le nombre entier ASCII qui est enregistré dans un fichier de données ASCII; les numéros d'échantillons de fichiers binaires doivent être convertis en entiers ASCII avant de faire la comparaison.

Channel_number

Ligne d'entrée pour le numéro de voie de l'enregistrement COMTRADE auquel l'information fait référence.

max_value and min_value

- Lignes d'entrée pour des valeurs de tension et de courant minimales et maximales enregistrées pour la voie à laquelle l'information fait référence. Les valeurs sont les valeurs primaires ou secondaires comme spécifié par la variable PS dans la définition de la voie en utilisant l'unité précisée dans le fichier .CFG. Elles se distinguent des variables **min** et **max** dans le fichier .CFG qui correspondent aux valeurs maximales de la plage possible ou des valeurs limitées physiquement. "Value" est un nombre réel correspondant

à la plus haute (max_value) ou la plus basse (min_value) valeur que l'on peut trouver dans les données de la voie après conversion par les facteurs d'échelle de la voie concernée $ax+b$.

max_sample_number and min_sample_number

- Lignes d'entrée pour le numéro d'échantillon qui présente la valeur maximale ou minimale enregistrée. Plusieurs instances de cette entrée sont possibles.

Sample_number_Text#=Value1,Value2

- Lignes d'entrée des annotations de texte sur des événements. # est un compte séquentiel du nombre d'entrées de Texte, commençant à 1 et limité à 99 (deux caractères). "Value1" est le numéro de l'échantillon comme décrit ci-dessus; "Value2" est une chaîne alphanumérique quelconque qui peut comporter des caractères ASCII imprimables et des espaces blancs. Des retours forcés (CR et/ou LF) sont considérés comme des caractères de terminaison et ne sont pas permis dans le corps de la chaîne.

9.12 Section publique de description du fichier

9.12.1 Généralités

Cette section publique de données définit l'information qui décrit l'ensemble de l'enregistrement, équivalent aux données stockées dans le fichier de configuration .CFG. Le fichier .CFG est obligatoire et le fichier .CFG contenant l'information appropriée doit être fourni même si l'information sur la configuration est dupliquée dans le fichier facultatif .INF. Cette duplication facultative de données permet aux utilisateurs qui utilisent le fichier d'informations .INF d'accéder aux données contenues dans le fichier .CFG sans ouvrir ce fichier.

9.12.2 Définition de l'en-tête de section: [Public File_Description] <CR/LF>

L'en-tête de cette section est la chaîne "Public File_Description" (aucun caractère d'espace intermédiaire n'est autorisé). Seule une section publique File_Description est admise par enregistrement. Les lignes d'entrée dupliquent l'information des lignes du fichier .CFG qui décrivent l'enregistrement dans son ensemble. Les définitions relatives à des voies spécifiques se trouvent dans des sections séparées. Si elle est utilisée, cette section doit contenir une ligne d'entrée pour chaque variable dans le fichier .CFG, à l'exception des variables dans les lignes de définition des voies d'état et des voies analogiques. Les entrées pour "Value" doivent suivre les règles pour les données équivalentes comme spécifiées à l'Article 7.

9.12.3 Définition des lignes d'entrée de la section publique de description du fichier

Station_Name=Value
Recording_Device_ID=Value
Revision_Year=Value
Total_Channel_Count=Value
Analog_Channel_Count=Value
Status_Channel_Count=Value
Line_Frequency=Value
Sample_Rate_Count=Value
Sample_Rate_#1=Value

End_Sample_Rate_#1=Value

.
.
.

Sample_Rate_#n=Value
End_Sample_Rate_#n=Value

File_Start_Time=Value
Trigger_Time=Value
File_Type=Value
Time_Multiplier=Value

9.13 Section publique relative aux voies analogiques

9.13.1 Généralités

Cette section publique définit des variables d'entrée pour les voies analogiques de l'enregistrement et fournit des informations équivalentes à celles stockées dans le fichier de configuration .CFG. Le fichier .CFG est obligatoire et un fichier .CFG contenant l'information appropriée doit être fourni même si l'information est dupliquée dans le fichier facultatif .INF. Cette duplication facultative de données permet aux utilisateurs qui utilisent le fichier .INF d'accéder aux données contenues dans le fichier .CFG sans ouvrir ce fichier.

9.13.2 Définition de l'en-tête de section: [Public Analog_Channel_#n]

L'en-tête de cette section est la chaîne "Public Analog_Channel_#n" (aucun caractère d'espace intermédiaire n'est autorisé) où "n" est un nombre compris entre 1 et le nombre de voies analogiques de l'enregistrement. La section publique de description de la voie est requise pour chaque voie analogique de l'enregistrement. Les lignes d'entrée dupliquent les informations des lignes dans le fichier .CFG qui concernent des voies analogiques individuelles. Si elle est utilisée, cette section doit contenir une ligne d'entrée pour chaque variable sur la ligne concernant cette voie analogique dans le fichier .CFG. Les entrées pour "Value" doivent suivre les règles pour les variables équivalentes comme spécifiées à l'Article 7.

9.13.3 Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies analogiques

Channel_ID=Value
Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Channel_Units=Value
Channel_Multiplier=Value
Channel_Offset=Value
Channel_Skew=Value
Range_Minimum_Limit_Value=Value
Range_Maximum_Limit_Value=Value
Channel_Ratio_Primary=Value
Channel_Ratio_Secondary=Value
Data_Primary_Secondary=Value

9.14 Section publique relative aux voies d'état

9.14.1 Généralités

Cette section publique définit des variables d'entrée pour les voies d'état de l'enregistrement et fournit des informations équivalentes à celles stockées dans le fichier de configuration .CFG. Le fichier .CFG est obligatoire et un fichier .CFG contenant l'information appropriée doit être fourni même si l'information est dupliquée dans le fichier facultatif .INF. Cette duplication facultative de données permet aux utilisateurs qui utilisent le fichier .INF d'accéder aux données contenues dans le fichier .CFG sans ouvrir ce fichier.

9.14.2 Définition de l'en-tête de section: [Public Status_Channel_#n]

L'en-tête de section est la chaîne "Public Status_Channel_#n" (aucun caractère d'espace intermédiaire n'est autorisé) où "n" est un nombre compris entre 1 et le nombre de voies d'état de l'enregistrement. Une section publique de la voie est requise pour chaque voie d'état

de l'enregistrement. Les lignes d'entrée dupliquent les informations des lignes dans le fichier .CFG qui concernent des voies d'état individuelles. Si elle est utilisée, cette section doit contenir une ligne d'entrée pour chaque variable sur la ligne concernant cette voie d'état dans le fichier .CFG. Les entrées pour "Value" doivent suivre les règles pour les variables équivalentes comme spécifiées à l'Article 7.

9.14.3 Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies d'état

Channel_ID=Value
Phase_ID=Value
Monitored_Component=Value
Normal_State=Value

9.15 Exemple pour un fichier .INF

```
[Public Record_Information]<CR/LF>
Source=COMwriter, V1.1<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG, Trip,Transmission Line<CR/LF>
Location=189.2, miles<CR/LF>
max_current=3405.5<CR/LF>
min_current=-3087.2<CR/LF>
max_voltage=208.6<CR/LF>
min_voltage=-206.4<CR/LF>
EventNoteCount=2<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#1] <CR/LF>
Channel_number=2<CR/LF>
max_value=204.5<CR/LF>
min_value=-205.1<CR/LF>
max_sample_number=168<CR/LF>
min_sample_number=15<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=168,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=15,Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#2] <CR/LF>
Channel_number=1<CR/LF>
max_value=206.5<CR/LF>
min_value=205.1<CR/LF>
max_sample_number=159<CR/LF>
min_sample_number=9<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=159,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=9,Minimum during normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public File_Description] <CR/LF>
Station_Name=Condie<CR/LF>
Recording_Device_ID=518<CR/LF>
Revision_Year=1999<CR/LF>
Total_Channel_Count=12<CR/LF>
Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
Status_Channel_Count=6<CR/LF>
Line_Frequency=60<CR/LF>
Sample_Rate_Count=1<CR/LF>
Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
File_Start_Time=11/07/95,17:38:26.663700<CR/LF>
Trigger_Time=11/07/95,17:38:26.687500 <CR/LF>
File_Type=ASCII <CR/LF>
Time_Multiplier=1<CR/LF>
<CR/LF>
```

```
[Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2048<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary=2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Va over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Company1 event_rec] <CR/LF>
recorder_type=1<CR/LF>
trig_set=0,0,0,0,6048,6272,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0<CR/LF>
ch_type=1,1,1,1,1,1,1,0,0<CR/LF>
<CR/LF>
[Company1 analog_rec_#1] <CR/LF>
op_limit=15<CR/LF>
trg_over_val=f<CR/LF>
trg_under_val=f<CR/LF>
trg_roc=f<CR/LF>
inverted=0<CR/LF>
<CR/LF>
```

10 COMTRADE à Format de Fichier unique (avec extension .CFF)

Comme mentionné dans l'Article 5, la présente norme fournit également un seul format de fichier pour COMTRADE. Il est fortement recommandé d'utiliser le seul format de fichier décrit dans cet article.

Le format de fichier unique présente de nombreux avantages parmi lesquels:

- gestion de grands volumes d'enregistrements COMTRADE plus simple,
- un seul fichier à échanger,
- COMTRADE devient un fichier normalisé pour les enregistrements de transitoires (pas juste l'échange).

Le format pour le fichier unique (qui a le même nom que l'enregistrement COMTRADE mais avec l'extension CFF) est simplement un ensemble des quatre fichiers individuels (.CFG, .INF, .HDR and .DAT) comme décrit dans les Articles 6 à 9, sous forme de sections séparées. Chaque section commence avec un séparateur. Les séparateurs sont simplement utilisés pour identifier le début de chaque section. Le contenu du fichier .CFF est comme suit.

- 1) La ligne 1 est le premier séparateur indiquant le début de la section sommaire du fichier .CGF par exemple, --- file type: CFG ---<CR/LF>.
par exemple, --- file type: CFG ---<CR/LF>
- 2) Les lignes suivantes listent le contenu complet du fichier de configuration comme indiqué dans l'Article 7.
par exemple, SMARTSTATION,IED123,2013<CR/LF>:

- 3) La ligne suivante est le second séparateur indiquant le début de la section sommaire du fichier INF. La fin d'une section et le début de la suivante peuvent être séparés par plusieurs <CR/LF> car ils n'ont pas besoin d'être continus.
par exemple --- file type: INF ---<CR/LF>
- 4) Les lignes suivantes listent tout le contenu du fichier d'information selon l'Article 9. Cependant, il peut ne pas y avoir de section d'informations étant donné que le fichier d'informations est facultatif. Dans ce cas, une indication <CR/LF> sera ajoutée dans cette section.
par exemple, <CR/LF>
- 5) La prochaine ligne est le troisième séparateur indiquant le début de la section sommaire du fichier .HDR.
par exemple --- file type: HDR ---<CR/LF>
- 6) Les lignes suivantes listent le contenu complet du fichier d'en tête comme défini dans l'Article 6. Cependant, il peut ne pas y avoir de section d'en-tête étant donné que le fichier d'en-tête est facultatif. Dans ce cas, une indication<CR/LF> sera ajoutée dans cette section.
par exemple, <CR/LF>
- 7) La ligne suivante est le quatrième et le dernier séparateur indiquant le début section sommaire du fichier .DAT Ce dernier séparateur définit également le type de fichier de données ainsi que le nombre d'octet dans le cas de données de type BINAIRE.
par exemple. --- file type: DAT ASCII ---<CR/LF>, or
par exemple. --- file type: DAT BINARY: 702 ---<CR/LF>
où le nombre 702 indique le nombre d'octets dans le fichier de données binaires.
- 8) Les lignes suivantes listent tout le contenu du fichier de données comme défini dans l'Article 8.
par exemple,
1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0
2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0
3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0
.....
.....
40,105000,-169,41,18,-110,1,1,0,1
- 9) La fin du fichier unique d'information sera indiquée en utilisant le repère de fin de fichier.
par exemple, <EOF>

Un exemple d'unique format de fichier COMTRADE avec une extension de fichier CFF est fourni dans les Annexes F (avec les données ASCII) et G (avec les données binaires) respectivement. Dans le cas de données binaires, les valeurs réelles n'apparaissent pas pour des raisons évidentes.

Annexe A (informative)

Sources et support d'échange pour les données de séries temporelles

A.1 Généralités

Il existe plusieurs sources possibles de données de séries temporelles qui pourraient être converties à la norme COMTRADE pour l'échange de données. Quelques exemples sont énumérés ci-dessous.

A.2 Enregistreurs de défauts numériques

Plusieurs fabricants commercialisent des enregistreurs de défauts numériques destinés au contrôle des événements, des intensités et des tensions des réseaux électriques. Ces dispositifs enregistrent des signaux analogiques en les échantillonnant périodiquement et convertissant les signaux mesurés en valeurs numériques. Les enregistreurs classiques contrôlent généralement 16 à 128 voies analogiques et un nombre comparable d'entrées (état des contacts) pour les événements. Les fréquences d'échantillonnage, la résolution du convertisseur analogique-numérique, le format d'enregistrement et d'autres paramètres n'ont pas été standardisés.

A.3 Enregistreurs à bandes analogiques

Les enregistreurs à bandes analogiques enregistrent des signaux analogiques sur bande magnétique, en utilisant généralement les techniques de modulation de fréquence. Les bandes enregistrées peuvent être relues pour fournir un signal à un oscilloscope ou à un traceur afin de permettre le contrôle visuel des formes d'ondes enregistrées. Des enregistreurs classiques contrôlent jusqu'à 32 signaux analogiques.

Grâce à l'utilisation du logiciel et du matériel adéquats, les signaux enregistrés sur les bandes analogiques peuvent être convertis en enregistrements numériques au format voulu. La fidélité de la sortie résultante dépend d'une part des limites de l'enregistreur analogique et d'autre part du système de conversion numérique. La perte de fidélité peut être réduite au minimum par un choix judicieux du système d'échantillonnage.

A.4 Relais de protection numérique

Des relais d'une nouvelle technologie à base de microprocesseurs sont actuellement mis au point et commercialisés. Certains de ces relais sont capables de capter et de stocker des signaux d'entrée de relais sous forme numérique et de transmettre ces données à un autre dispositif. En réalisant cette fonction, leur action est semblable à celle des enregistreurs de défauts numériques, sauf que la nature des données enregistrées peut être influencée par les besoins de l'algorithme de relaying. Comme dans le cas des enregistreurs de défauts numériques, le format d'enregistrement et d'autres paramètres n'ont pas été standardisés.

A.5 Unités de mesure de vecteur de phase

Les unités de mesure de vecteur de phase (PMU⁷) convertissent les formes d'ondes d'intensité et de tension en un vecteur de phase équivalent qui inclut à la fois la magnitude et l'angle de phase. Ces mesures sont précisément synchronisées dans le temps, généralement par un GPS, afin de pouvoir les comparer universellement. Les PMU peuvent également enregistrer des états numériques et de valeurs analogiques échantillonnées synchronisés dans le temps avec les données du vecteur de phase. Les données peuvent être échantillonnées plusieurs fois en une seconde, 30 Hz est une fréquence d'échantillonnage typique utilisée. La Norme relative aux Synchrophaseurs IEEE Std C37.118TM décrit un format de sortie en temps réel pour ces données mais pas de format pour un enregistrement sous forme de fichier. Le rapport du groupe de travail IEEE "Schema for Phasor Data Using the COMTRADE File Standard" fournit un guide pour enregistrer les données du synchrophaseur sous forme de fichier dans le format de fichier COMTRADE basé sur la norme IEEE Std C37.111TM-1999. Ce schéma met en correspondance les données directement du format de transmission en temps réel au format de fichier. Il peut être utilisé pour les données d'un unique PMU ou de plusieurs PMU à travers un concentrateur de données. Les paragraphes suivants fournissent une description du schéma qui sera mis à jour dans les futurs documents basés sur la présente norme.

A.6 Programmes de simulation de transitoires

A la différence des dispositifs ci-dessus qui enregistrent des événements réels sur le réseau électrique, les programmes de simulation de transitoires produisent des données de séries temporelles par l'analyse de modèles mathématiques du réseau. Comme cette analyse est effectuée par un ordinateur numérique, les résultats sont automatiquement représentés sous une forme numérique prête à être diffusée. Bien qu'à l'origine ces programmes aient été mis au point pour l'évaluation de surtension de transitoire dans des réseaux, ils sont de plus en plus souvent utilisés dans d'autres types d'études, y compris des cas de vérification d'algorithmes de relayage numérique. Étant donné la facilité avec laquelle il est possible de modifier les entrées pour les besoins de l'étude, des programmes de simulation de transitoires peuvent fournir un grand nombre de cas de vérification pour un relais.

A.7 Simulateurs analogiques/numériques

Les simulateurs analogiques modélisent l'exploitation du réseau et des phénomènes transitoires, avec des valeurs mises à l'échelle de résistance, d'inductance et de capacité, fonctionnant avec des valeurs de tension et d'intensité fortement réduites. Les composants sont généralement organisés en segments de lignes semblables pouvant être reliés ensemble pour créer des lignes plus longues. La réponse de fréquence du simulateur analogique est limitée essentiellement par la longueur équivalente du segment modélisé, et s'étend généralement de 1 kHz à 5 kHz. Tout comme la sortie des enregistreurs à bande analogique, la sortie analogique du simulateur peut être convertie en enregistrement numérique avec un filtrage et un échantillonnage adéquats.

Les simulateurs numériques modélisent les réseaux électriques avec des équations mathématiques qui sont résolues en temps réel ou non afin de générer des signaux transitoires. Ces signaux transitoires sont affectés à n'importe quel dispositif connecté au simulateur numérique en temps réel et les données sont sauvegardées pour une analyse ultérieure. COMTRADE est le format privilégié pour ce genre de stockage. Dans le cas de simulateurs numériques qui ne sont pas en temps réel, les données transitoires sont généralement sauvegardées dans le format COMTRADE pour retourner aux dispositifs à un moment ultérieur. La réponse en fréquence des deux types de simulateurs numériques peut

⁷ Phasor measurement unit *en anglais*.

être beaucoup plus élevée selon le modèle mathématique utilisé. Dans le cas de simulateurs numériques en temps réel, la réponse en fréquence dépend également du matériel disponible et de la taille du réseau modélisé.

A.8 Support d'échange des données

A.8.1 Généralités

Les sociétés productrices d'électricité enregistrent des données sur les défauts pour une analyse *a posteriori* dans le but d'établir la nature et le lieu du défaut, et pour garder un compte-rendu utilisable ultérieurement. Les données sont généralement stockées sous la forme d'oscillogrammes sur des bandes magnétiques ou sur papier, ou bien dans des fichiers de données informatiques. Un oscillogramme contient des formes d'ondes d'intensité et de tension qui peuvent être examinées et analysées. Un ordinateur numérique ne peut enregistrer directement des formes d'ondes d'intensité et de tension. Les formes d'ondes sont quantifiées pour le stockage dans des fichiers informatiques. Récemment, des ordinateurs personnels ont été utilisés pour enregistrer des données relatives aux défauts sur des disquettes et des cassettes.

Le transport des bandes magnétiques utilisées sur des systèmes informatiques centralisés sous la forme de bobines ou de cassettes, entre les sociétés productrices d'électricité et les utilisateurs particuliers, n'est pas aisé. Cela est d'autant plus vrai lorsque les utilisateurs se trouvent à de grandes distances ou dans des pays différents. Aussi le destinataire d'une bande magnétique doit-il posséder un système informatique compatible avec le système sur lequel la bande a été préparée. Il est plus facile de transporter des cassettes que des bobines de bandes magnétiques. Toutefois, le transfert de données entre cassettes prend beaucoup de temps.

A.8.2 Support préconisé

Actuellement, la plupart des systèmes informatiques utilisés sont des ordinateurs personnels équipés de lecteurs CD, DVD et de ports USB. L'un de ses supports peut être utilisé efficacement pour l'échange de données. Cependant, d'autres dispositifs peuvent être disponibles dans le futur et s'avérer plus avancés d'un point de vue technologique en termes de quantité de capacité de stockage de données et de taille du dispositif. Il convient que les utilisateurs utilisent la dernière version technologique disponible connue sans attendre la prochaine révision de la norme.

Annexe B (informative)

Fréquence d'échantillonnage d'échange de données

B.1 Généralités

La présente annexe traite de la question de fréquences d'échantillonnage, de filtres et de conversions des fréquences d'échantillonnage dans le contexte de l'échange de données de séries temporelles. C'est le cas notamment lorsque les données sont captées à une fréquence d'échantillonnage élevée, mais où une fréquence d'échantillonnage plus basse est exigée par le dispositif ou le logiciel qui utilise les données. L'approche simple qui consisterait à omettre chaque $n^{\text{ième}}$ échantillon **n'est pas** une façon acceptable d'effectuer la conversion. La présente section traite de la façon correcte de réaliser cette fonction courante, tout comme d'autres problèmes liés.

Comme il est difficile de prévoir toutes les utilisations possibles de tels cas de vérification standard (par exemple des algorithmes, des architectures et des microprocesseurs futurs), il paraît clair que des niveaux élevés de précision et de fréquence d'échantillonnage sont souhaitables dans les cas de vérification. Bien que de nombreux relais numériques existants utilisent une précision à 12 bits, les convertisseurs analogiques-numériques avec des résolutions de 16 bits ou plus seront peut-être bientôt utilisés.

La question de la fréquence d'échantillonnage est identique. Il faut que des échantillons obtenus à une fréquence d'échantillonnage de 240 Hz soient, par exemple, obtenus à l'aide d'un filtre avec une fréquence de coupure de 120 Hz afin d'éviter des problèmes de repliement. Il est simple de convertir ces échantillons en échantillons de fréquence plus élevée, mais l'effet du filtre anti-repliement ne peut pas être supprimé. Autrement dit, il est possible d'obtenir des échantillons de 960 Hz équivalents à la sortie du filtre anti-repliement de 120 Hz, mais il n'est pas possible d'obtenir des échantillons à la fréquence de 960 Hz du signal d'origine (sans filtrage).

B.2 Schéma d'échantillonnage

Il est recommandé d'obtenir les échantillons d'origine (après un filtre anti-repliement adéquat, si nécessaire) de la meilleure précision et de la plus grande fréquence d'échantillonnage possible dans une installation donnée. Toutefois, des choix spécifiques de fréquence d'échantillonnage (se rapporter aux fréquences d'échantillonnage dans les Tableaux B.1 et B.2) pourraient grandement faciliter l'utilisation ultérieure des données. Prenons le cas de données obtenues à une fréquence d'échantillonnage de f_s Hz. Il serait plus pratique s'il existait une technique standard pour convertir une donnée à f_s Hz en donnée qui aurait été obtenue par le système proposé par l'utilisateur, tel qu'il est présenté à la Figure B.1.

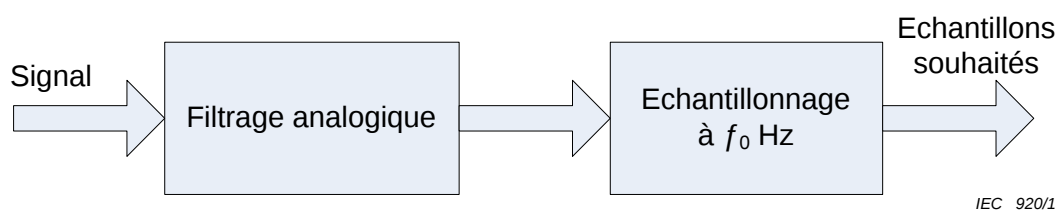


Figure B.1 – Traitement typique du signal

Des avances dans le traitement du signal numérique constituent une solution efficace au problème si l'on a des entiers L et M tels que

$$Lf_s = Mf_0 = f_{\text{LCM}} \quad (\text{B.1})$$

où

f_{LCM} désigne le plus petit multiple commun. La solution est donnée à la Figure B.2.

La boîte marquée FIR à la Figure B.2 est une réponse d'impulsion finie équivalente au filtre analogique présenté à la Figure B.1 à une fréquence d'échantillonnage de Lf_s Hz. L'Équation (B.1) constitue la clé de la solution, et limite quelque peu les fréquences d'échantillonnage.

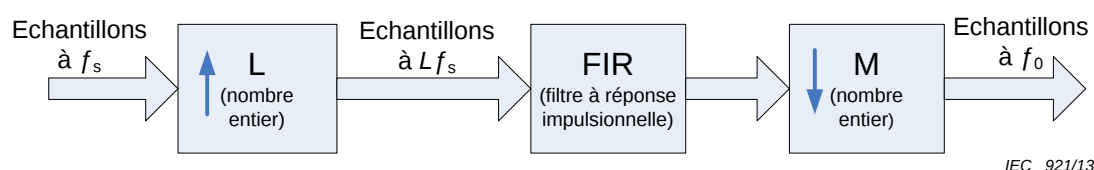
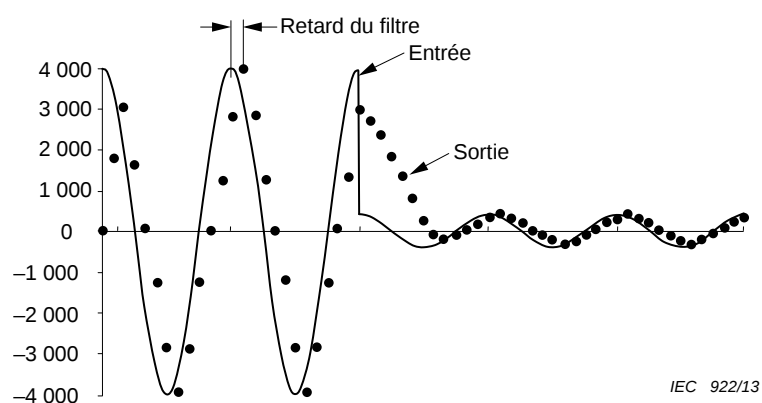


Figure B.2 – Solution DSP

Le schéma de conversion des échantillons à la fréquence f_s en échantillons à la fréquence f_0 passe par l'établissement de la fréquence f_{LCM} , de façon que l'Équation (B.1) soit satisfaite, pour la création d'une description FIR du filtre analogique désiré et la mise en œuvre de la Figure B.2. La description FIR du filtre analogique est constituée par un tableau de nombres décrivant des filtres numériques à la fréquence d'échantillonnage f_{LCM} . Une technique standard pour la conception de FIR pourrait consister en l'utilisation d'un filtre équivalent d'impulsion où la n ème entrée dans le tableau serait la réponse d'impulsion du filtre analogique au n ème moment d'échantillonnage. D'autres programmes de conception de filtres FIR sont disponibles (Programmes pour le Traitement des Signaux Numériques [B7]); et l'Annexe D contient un programme qui met en œuvre la Figure B.2.

Il faut que la réponse transitoire du filtre FIR au début des données soit aussi prise en compte. Si la durée FIR représente une période de la fréquence nominale du réseau, il faut qu'un total de deux périodes de données précédant le défaut soit inclus dans les cas standards. Les données artificielles précédant le défaut peuvent être fournies si elles sont absentes. Le programme CONVERT écrit en FORTRAN (voir Annexe D) constitue une mise en œuvre de la Figure B.2 qui représente une alternative au programme dans les Programmes de Traitement des Signaux Numériques [B7]. Le programme constitue une illustration du filtre FIR invariant avec l'impulsion pour un filtre à bande passante basse de second ordre. La Figure B.3 montre des échantillons de sortie à 720 Hz avec une entrée échantillonnée à 4 320 Hz.



IEC 922/13

Figure B.3 – Exemple de conversion de fréquence d'échantillonnage

Tableau B.1 – Fréquences où ($f_{\text{LCM}} = 384 \times f_{\text{base}}$) échantillons/cycle

Echantillons/cycle	f à 60 Hz	f à 50 Hz
384	23 040	19 200
192	11 520	9 600
128	7 680	6 400
96	5 760	4 800
64	3 840	3 200
48	2 880	2 400
32	1 920	1 600
24	1 440	1 200
16	960	800
12	720	600
8	480	400
6	360	300
4	240	200

Tableau B.2 – Fréquences où ($f_{\text{LCM}} = 3200 \times f_{\text{base}}$) échantillons/cycle

Echantillons/cycle	f à 60 Hz	f à 50 Hz
3 200	192 000	160 000
1 600	96 000	80 000
800	48 000	40 000
640	38 400	32 000
400	24 000	20 000
320	19 200	16 000
200	12 000	10 000
160	9 600	8 000
128	7 680	6 400
100	6 000	5 000
80	4 800	4 000
64	3 840	3 200

Echantillons/cycle	f à 60 Hz	f à 50 Hz
50	3 000	2 500
40	2 400	2 000
32	1 920	1 600
20	1 200	1 000
16	960	800
10	600	500
8	480	400
4	240	200

NOTE Les fréquences d'échantillonnage les plus élevées dans les Tableaux B.1 et B.2 sont créées artificiellement par la technique de conversion de fréquence d'échantillonnage et de partage de données. Il n'est pas prévu d'utiliser des fréquences d'échantillonnage élevées pour capter des phénomènes de propagation d'ondes. Il est attendu que les fréquences les moins élevées dans les Tableaux B.1 et B.2 constituent le cas normal.

Spécifier un seul f_{LCM} constituerait une simplification supplémentaire. La simplification est que l'utilisateur aurait à préciser une seule représentation FIR du filtrage analogique désiré à la valeur du f_{LCM} spécifié. Malheureusement, un seul f_{LCM} qui pourrait satisfaire à toutes les fréquences d'échantillonnage connues serait si élevé que cela rendrait la description d'un filtre FIR fastidieuse. La solution consiste à utiliser deux fréquences de multiples communs f_{LCM}^1 et f_{LCM}^2 . Chaque fréquence produirait une courte liste de fréquences d'échantillonnage relatives à un nombre entier d'échantillons par cycle à la fréquence nominale du réseau. Les conversions entre fréquences dans une même liste seront particulièrement simples. Les conversions entre les fréquences ne se trouvant pas dans une liste unique obligerait l'utilisateur à établir le f_{LCM} adéquat pour l'application, puis de suivre la même procédure. Les deux listes de fréquences d'échantillonnage recommandées sont données dans les Tableaux B.1 et B.2 pour les deux fréquences de base de 50 Hz et 60 Hz. Il est présumé que les fréquences d'échantillonnage sont indépendantes de la fréquence réelle du réseau et que les colonnes "échantillons/cycle" dans les Tableaux B.1 et B.2 sont interprétées comme étant le nombre d'échantillons par cycle à la fréquence nominale du réseau de 50 Hz ou 60 Hz.

B.3 Interpolation

Le paragraphe précédent est basé sur la supposition que les données originales sont constituées d'échantillons pris directement à la sortie d'un filtre anti-repliement correctement conçu. Il faut que la possibilité que les données à partager aient été traitées d'une façon numérique soit aussi prise en compte. Si le traitement numérique peut être représenté par une opération invariante-décalage linéaire qui préserve la fréquence d'échantillonnage originale de f_s Hz, il est alors très simple d'inverser le traitement numérique.

A titre d'exemple, si les échantillons originaux sont la séquence $x(n)$ et en supposant que la moyenne sur les quatre premiers échantillons est utilisée pour produire la séquence $y(n)$, on obtient

$$y(n) = 1/4 [x(n) + x(n-1) + x(n-2) + x(n-3)] \quad (\text{B.2})$$

Étant donné la séquence $y(n)$, il est possible de récupérer $x(n)$ avec

$$x(n) = 4y(n) - x(n-1) - x(n-2) - x(n-3) \quad (\text{B.3})$$

On rencontre un problème plus difficile lorsque le traitement numérique comporte une décimation, c'est-à-dire que certains des échantillons sont éliminés et que les données sont

produites à une fréquence d'échantillonnage plus basse. Dans l'exemple précédent, cela pourrait revenir à ne partager que chaque quatrième échantillon de $y(n)$ pour créer

$$z(n) = y(4n) \quad (\text{B.4})$$

Les Programmes pour le Traitement des Signaux Numériques [B7] permettent une interpolation des moindres carrés, c'est-à-dire de récupérer les échantillons manquants de la séquence $y(n)$. Cela suppose toutefois que la séquence $y(n)$ est limitée à une largeur de bande compatible avec la fréquence d'échantillonnage plus basse. Si le filtrage numérique a effectivement réduit la largeur de bande, alors l'interpolation devrait réussir. Le filtrage numérique (moyen) fourni par l'Équation (B.2) peut être acceptable et, dans les applications où le temps est critique, pourrait être la seule technique pouvant être utilisée. Toutefois, en l'absence d'un filtrage numérique adéquat, la décimation introduit un problème de repliement. Dans l'exemple précédent, si chaque quatrième échantillon de la séquence originale $x(n)$ est retenu, cela équivaut à un échantillonnage du signal original à $f_s/4$ Hz, mais avec un filtre anti-repliement possédant une bande passante trop large. Les fréquences non fondamentales présentes dans les formes d'ondes seront déformées par l'effet repliement. Il est recommandé d'éviter, si possible, les décimations et de ne s'en servir qu'après un filtrage numérique ou analogique approprié.

Annexe C (informative)

Fichier d'échantillons

C.1 Généralités

La présente annexe inclut des copies des fichiers d'échantillons associés à un événement COMTRADE pouvant être enregistrés à un poste de la société productrice d'électricité: le fichier d'en-tête, le fichier de configuration et le fichier de données sous forme ASCII et binaire, ainsi que le fichier d'informations. Les fichiers d'en-tête (SAMPLE.HDR), de configuration (SAMPLE.CFG) et d'informations (SAMPLE.INF) sont de type alphanumérique. Le fichier de données (SAMPLE.DAT) contient des informations numériques. Bien que les deux formes binaires et ASCII du fichier sont montrées ici, dans la pratique seulement un fichier de données peut être associé à un fichier de configuration donné. Le fichier de configuration montré ici précise que le fichier de données associé est en ASCII. Si le format binaire de fichier avait été précisé, la ligne du fichier de configuration qui, dans l'exemple, indique "ASCII" indiquerait "binary".

C.2 SAMPLE.HDR

Les intensités, les tensions ainsi que les sorties numériques dans ce fichier ont été échantillonnées à partir du terminal Condie de la ligne de transmission 230 kV numéro 907, entre Condie et Popular River. La ligne de transport de 230 kV se divise à l'extrémité Condie et forme un T. Un disjoncteur est placé sur chaque branche. Les intensités dans les deux branches sont échantillonnées, de même que la somme des intensités dans les deux branches (c'est-à-dire l'intensité dans la ligne).

La nature et le lieu du défaut ne sont pas connus. Les paramètres de l'élément du système dans lequel le défaut a eu lieu et les impédances sources sont donc inconnus.

Les conditions d'exploitation qui existaient juste avant la perturbation n'ont pas été enregistrées. Toutefois, six cycles de données précédant la perturbation sont enregistrés dans ce fichier, et les conditions d'exploitation peuvent être calculées à partir de ces données.

La perturbation a eu lieu le 11 juillet 1995 à 17 h 38 mn 26,687 500 s.

Six cycles de données précédant le transitoire et huit cycles de données suivant le transitoire sont contenus dans le fichier. Au total, quatorze cycles de données sont enregistrés dans le fichier.

Des échantillons de données ont été obtenus à 6 000 Hz. Les filtres anti-repliement utilisés pour enregistrer ces données étaient des filtres Butterworth de deuxième ordre avec une fréquence de coupure de 2 000 Hz.

Le décalage des temps d'enregistrement à l'intérieur de chaque ensemble de données est zéro. La nature des données dans chaque colonne et le facteur d'échelle pour chaque paramètre d'exploitation sont définis dans le fichier de configuration.

C.3 SAMPLE.CFG

Condie,518,2013 <CR/LF>

```

12,6A,6D <CR/LF>
1,Popular Va-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
2,Popular Vc-g,,,kV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
3,Popular Vb-g,,,KV, 0.14462,0.0000000000,0,-2048,2047,2000,1,P <CR/LF>
4,Popular Ia,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
5,Popular Ib,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
6,Popular Ic,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,P <CR/LF>
1,Va over,,,0 <CR/LF>
2,Vb over,,,0 <CR/LF>
3,Vc over,,,0 <CR/LF>
4,Ia over,,,0 <CR/LF>
5,Ib over,,,0 <CR/LF>
6,Ic over,,,0 <CR/LF>
60 <CR/LF>
1 <CR/LF>
6000.000,885 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.663700 <CR/LF>
11/01/2011,17:38:26.687500 <CR/LF>
ASCII <CR/LF>
1<CR/LF>
0, -5h30<CR/LF>
B, 3

```

C.4 ASCII SAMPLE.DAT

```

1, 0, -994, 1205, 100, 29, -135, -197,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
2, 167, -943, 1231, 94, 37, -137, -275,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
3, 333, -886, 1251, 87, 45, -139, -351,0,0,0,0,0,1 <CR/LF>
4, 500, -826, 1265, 80, 52, -140, -426,0,0,0,0,1,0 <CR/LF>
5, 667, -760, 1274, 72, 61, -140, -502,0,0,0,0,1,1 <CR/LF>
6, 833, -689, 1279, 64, 68, -140, -577,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
7, 1000, -613, 1279, 56, 76, -139, -651,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
8, 1167, -537, 1275, 48, 83, -139, -723,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
...
...
883, 147000, 394, -446, -1, 0, -1, -345,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
884, 147167, 378, -417, -2, 0, -1, -366,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
885, 147333, 360, -387, -2, 0, -1, -385,0,0,0,0,0,0 <CR/LF>
<1A><CR/LF>

```

C.5 Binary SAMPLE.DAT

NOTE Le fichier est montré au format HEX DUMP, comme il serait montré par un logiciel de visualisation de fichier binaire quelconque. Les espaces entre les octets et le nombre de caractères sur une ligne dépendent du programme utilisé. Les numéros d'échantillons à 4 octets ont été mis en **GRAS** manuellement afin de faciliter la lecture du fragment de fichier.

```

01 00 00 00 00 00 00 00 1E FC B5 04 64 00 1D 00 79 FF 3B FF
00 00 02 00 00 00 A7 00 00 00 51 FC CF 04 5E 00 25 00 77 FF
ED FE 00 00 03 00 00 00 4E 01 00 00 8A FC E3 04 57 00 2D 00

```

75 FF A1 FE 20 00 **04 00 00 00** F5 01 00 00 C6 FC F1 04 50 00
34 00 74 FF 56 FE 10 00 **05 00 00 00** 9C 02 00 00 08 FD FA 04
48 00 3D 00 74 FF 0A FE 30 00 **06 00 00 00** 43 03 00 00 4F FD
FF 04 40 00 44 00 74 FF BF FD 00 00 **07 00 00 00** EA 03 00 00
9B FD FF 04 38 00 4C 00 75 FF 75 FD 00 00 **08 00 00 00** 91 04
00 00 E7 FD FB 04 30 00 53 00 75 FF 2D FD 00 00 ...

... **73 0C 00 00** 38 3E 00 00 8A 01 42 FE FF FF 00 00 FF FF
A7 FE 00 00 **74 03 00 00** DF 3E 00 00 7A 01 5F FE FE FF 00 00
FF FF 92 FE 00 00 **75 03 00 00** 85 3F 00 00 68 01 7D FE FE FF
00 00 FF FF 7F FE 00 00

C.6 SAMPLE.INF

```
[Public Record_Information ] <CR/LF>
Source=COMwriter, v1.0<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG, Trip, Transmission Line<CR/LF>
Location=189.2, miles<CR/LF>
max_current=3405.5<CR/LF>
min_current=-3087.2<CR/LF>
max_voltage=208.6<CR/LF>
min_voltage=-206.4<CR/LF>
EventNoteCount=2<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#1] <CR/LF>
Channel_number=4<CR/LF>
max_value=504.5<CR/LF>
min_value=405.1<CR/LF>
max_sample_number=168<CR/LF>
min_sample_number=15<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=168,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=15,maximum on normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public Event_Information_#2] <CR/LF>
Channel_number=5<CR/LF>
max_value=406.5<CR/LF>
min_value=405.1<CR/LF>
max_sample_number=159<CR/LF>
min_sample_number=9<CR/LF>
Sample_number_Text_#1=159,Transient on reclose<CR/LF>
Sample_number_Text_#2=9,maximum on normal load <CR/LF>
<CR/LF>
[Public File_Description] <CR/LF>
Station_Name=Condie<CR/LF>
Recording_Device_ID=518<CR/LF>
Revision_Year=1999<CR/LF>
Total_Channel_Count=12<CR/LF>
Analog_Channel_Count=6<CR/LF>
Status_Channel_Count=6<CR/LF>
Line_Frequency=60<CR/LF>
Sample_Rate_Count=1<CR/LF>
```

```

Sample_Rate_#1=6000.000<CR/LF>
End_Sample_Rate_#1=885<CR/LF>
File_Start_Time=11/07/95,17:38:26.663700 <CR/LF>
Trigger_Time=11/07/95,17:38:26.687500 <CR/LF>
File_Type=ASCII <CR/LF>
Time_Multiplier=1<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Va-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#2] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Vc-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#3] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Vb-g<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=0.14462<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =2000<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=1<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#4] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ia<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=A<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>

```

Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#5] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ib<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=A<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Analog_Channel_#6] <CR/LF>
Channel_ID=Popular Ic<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Channel_Units=kV<CR/LF>
Channel_Multiplier=11.5093049423<CR/LF>
Channel_Offset=0.0000000000<CR/LF>
Channel_Skew=0<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=-2048<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=2047<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary =1200<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=5<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=P<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#1] <CR/LF>
Channel_ID=Va over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#2] <CR/LF>
Channel_ID=Vb over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#3] <CR/LF>
Channel_ID=Vc over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#4] <CR/LF>
Channel_ID=Ia over<CR/LF>
Phase_ID=<CR/LF>
Monitored_Component=<CR/LF>
Normal_State=0<CR/LF>
<CR/LF>
[Public Status_Channel_#5] <CR/LF>

Copyrighted material licensed to BR Demo by Thomson Reuters (Scientific), Inc., subscriptions.techstreet.com, downloaded on Nov-27-2014 by James Madison. No further reproduction or distribution is permitted. Uncontrolled when printed.

Annexe D (informative)

Exemple de programme pour la conversion de la fréquence d'échantillonnage

```

C      PROGRAM CONVERT
C      CONVERTS SAMPLES TAKEN AT ONE RATE TO A SECOND
C      RATE
C      USER SUPPLIED FILTER IS IN FOR020.DAT
C      DATA IS IN FOR021.DAT
C      OUTPUT IS IN FOR025.DAT
C
C      NFMAX = THE MAXIMUM LENGTH OF THE FILTER
C
C      PARAMETER NFMAX = 3600
C      3600 CORRESPONDS TO ONE CYCLE
C
C      LFAC = THE NUMBER OF TENTHS OF A DEGREE BETWEEN
C      SAMPLES IN INPUT
C      PARAMETER LFAC=50
C      FSAMP = THE INPUT SAMPLING FREQUENCY
C      PARAMETER FSAMP = 4320
C      NSIZE = THE MAXIMUM LENGTH OF THE INPUT DATA
C      STRING
C      PARAMETER NSIZE = 720
C      INTEGER*2 DBUF(NSIZE)
C      DIMENSION HFIL(NFMAX),ZTD1(NFMAX)
C      DATA N0/0/
C
C      GET FILTER RESPONSE
C      READ(20,*) NA,NB
C      IF(NB.LE.NFMAX) GO TO 6
C      WRITE(6,5)
5      FORMAT(3X,'DECIMATION FILTER IS TOO LONG')
C      STOP
C
6      NBF=NB/LFAC
C      IF(NB.EQ.NBF*LFAC) GO TO 10
C      WRITE(6,*) 'FILTER LENGTH INDIVISIBLE BY LFAC'
C      STOP
C
10     READ(20,*) (HFIL(JJ),JJ=1,NB)
C
C
C      *****
C
C
C
C      WRITE(6,18)
18     FORMAT(1H$, 'ENTER TOTAL NUMBER OF SAMPLES TO BE PROCESSED')
C      READ(6,*)ITIME
C
C      READ(21,*) (DBUF(JJ),JJ=1,ITIME)
C      IPTR=1
C
C
30     WRITE(6,35)
35     FORMAT(1H$, 'ENTER THE DESIRED PROCESSING RATE')

```

```

READ(6,*)DRATE
MFAC=IFIX(FSAMP*LFAC/DRATE)
IF(MFAC*DRATE.EQ.FSAMP*LFAC) GO TO 40
C
WRITE(6,*)'RATE IS UNACHIEVABLE - TRY AGAIN'
GO TO 30
C
WRITE(6,*)'INTERPOLATION FACTOR =',LFAC
WRITE(6,*)'DECIMATION FACTOR =',MFAC
C*****
DO 500 I=1,ITIME
DT=(I-10/4320)
X=FLOAT(DBUF(IPTR))
WRITE(26,*) DT,X
C
DO 120 J=1,NBF-1
INDX=NBF+1-J
120 ZTD1(INDX)=ZTD1(INDX-1)
ZTD1(1)=X
C
C
N0=N0+LFAC
IF(N0.LT.MFAC) GO TO 500
C
N0=N0-MFAC
C
ZOUT=0.
DO 130 J=1,NBF
INDX=J*LFAC-N0
130 ZOUT=ZOUT+HFIL(INDX)*ZTD1(J)
ZOUT=ZOUT/FSAMP
WRITE(25,*) DT,ZOUT
C
500 CONTINUE
STOP
END
C*****
PROGRAM FIR
C*****
C IMPULSE INVARIANT DESIGN FOR SECOND ORDER
C LOW PASS FILTER WITH REAL POLES AT -S1 AND -S2
C
C TRANSFER FUNCTION =  $A*S1*S2/(S+S1)(S+S2)$ 
C
C SAMPLING RATE OF 216000 AT 60 HZ
C 180000 AT 50 HZ
C
C ONE CYCLE DURATION FINITE IMPULSE RESPONSE FILTER
C OBTAINED BY WRITING THE PARTIAL FRACTION
C EXPANSION OF THE TRANSFER FUNCTION AND FORMING
C THE IMPULSE RESPONSE IN THE FORM
C  $H(T)=\sum\{CI*EXP(-SI*T)\}$ 
C*****
C
DIMENSION H(3600)
S1=394.
S2=2620.
C MAKE GAIN AT 60 HZ = 1

```

```
C      G60=INVERSE OF THE 60 HZ GAIN
C
      G60=(SQRT((S1**2+(377)**2)*(S2**2+(377)**2)))/(S1*S2)
      C1=G60*S1*S2/(-S1+S2)
      C2=G60*S1*S2/(S1-S2)
      WRITE(20,*)1,3600
C
      DO 100 I=1,3600
      DT=(I-1)/216000
      H(I)=C1*EXP(-DT*S1)+C2*EXP(-DT*S2)
      WRITE(20,*)H(I)
100    CONTINUE
      STOP
      END
```

Annexe E (informative)

Exemple pour l'application des facteurs de conversion

Le présent exemple inclut la prise en compte des facteurs de conversion de voie ($ax + b$), des facteurs de rapport de transformation au primaire et au secondaire et l'indicateur de la nature des données primaire/secondaire (PS).

Hypothèses sur la source et sur la forme des données.

- Une série de valeurs échantillonnées représentant les valeurs côté primaire d'un transformateur de tension avec une tension nominale de crête de ± 40 kV observé par un transformateur de tension d'un rapport 400.
- Les données sont enregistrées de manière à représenter les valeurs au primaire.
- La résolution de système d'échantillonnage est de 12 bits; par conséquent, afin de conserver la précision, il faut sélectionner une plage entre le maximum et le minimum plus grande que la plage de 4 096 ($\pm 2 048$) du système d'échantillonnage.
- Pour des raisons de facilité, les nombres du dispositif d'enregistrement sont simplement lus, et les facteurs de conversion " $ax + b$ " dans le fichier .CFG choisis, mais les données du dispositif d'enregistrement représentent la valeur zéro comme le chiffre 3 000. Cela signifie que les données auront une valeur possible maximale de 5 048, et une valeur minimale de 952.
- La pleine échelle pour le dispositif d'échantillonnage est 120 V au secondaire.
- La plage acceptée dans la norme pour les données des fichiers ASCII telle que définie en 8.4 est de $-99\,999$ à $99\,999$, soit une plage d'environ 200 000. Pour des fichiers de données binaires, la plage est de 32 767 à $-32\,767$, soit une plage d'environ 65 000.

Les données doivent être emmagasinées dans les unités au primaire, il convient donc que:

- la variable "PS" dans le fichier .CFG soit mise à "P";
- la variable "primary" (primaire) dans le fichier .CFG soit mise à 400; et
- la variable "secondaire" dans le fichier .CFG soit mise à "1".

Le facteur de conversion "a" est obtenu comme suit:

- le maximum de données est $x = 5\,048$, le minimum de données est $x = 952$;
- la plage maximale/minimale des données pour le dispositif échantillonnage est 4 096;
- le maximum/ minimum des données survient à ± 120 V au secondaire, ou à $\pm 120 \times 400$ (rapport) = $\pm 48\,000$ au primaire;
- la plage d'échantillonnage de tension au primaire est $\pm 48\,000 = 96\,000$;
- le facteur de conversion "a" est la plage d'échantillonnage de tension au primaire/plage de variation des données:

$$"a" = 96\,000 / 4\,096 = 23.4375 \quad (\text{E.1})$$

Le facteur de conversion "b" est obtenu comme suit:

- le facteur de conversion "b" est la valeur qu'il faut ajouter à la valeur intermédiaire " $a \times$ données (x) pour obtenir la valeur originale de l'échantillon;
- les données (x) représentant la tension au primaire à 0 = 3 000;
- le facteur de conversion "a" = 23.4375 de (E.1);

- 4) la valeur intermédiaire “ax” d’une valeur de données de 3 000 = 3 000 * 23.4375 = 70 312.5.

$$\text{“ax”} = 70\,312,5, \text{ et “ax + b”} = 0 \text{ donc “b”} = (0 - 70\,312,5) = -70\,312,5 \quad (\text{E.2})$$

Vérification de la conversion:

- i) échantillon maximal = 48 000 V
- ii) le maximum de données (x) = 5 048
- iii) “a” et “b” sont de (E.1) et (E.2)
- iv) échantillon = “ax + b” = (23.4375 * 5 048) + (–70 312.5) = (118 312.5) + (–70 312.5) = 48 000

Annexe F (informative)

Exemple de fichier COMTRADE avec extension CFF (avec données ASCII)

```

--- file type: CFG ---
SMARTSTATION,IED123,2013
8,4A,4D
1,IA,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
2,IB,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
3,IC,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
4,3IO,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
1,51A,,Line123,0
2,51B,,Line123,0
3,51C,,Line123,0
4,51N,,Line123,0
60
1
1200,40
12/01/2011,05:55:30.75011
12/01/2011,05:55:30.78261
ASCII
1
-5h30,-5h30
B,3

--- file type: INF ---

--- file type: HDR ---

--- file type: DAT ASCII ---
1,72500,-83,68,7,-8,0,0,0,0
2,73333,-15,5,4,-6,0,0,0,0
3,74167,55,-53,0,2,0,0,0,0
4,75000,122,-96,-2,24,0,0,0,0
5,75833,182,-119,-7,56,0,0,0,0
6,76667,228,-121,-11,95,0,0,0,0
7,77500,260,-104,-14,142,0,0,0,0
8,78333,271,-68,-17,186,0,0,0,0
9,79167,260,-19,-18,223,0,0,0,0
10,80000,228,39,-19,248,0,0,0,0
11,80833,178,100,-19,260,0,0,0,1
12,81667,113,158,-16,255,0,0,0,1
13,82500,43,206,-12,236,0,0,0,1
14,83333,-30,236,-5,202,1,1,0,1
15,84167,-95,249,2,156,1,1,0,1
16,85000,-150,243,6,98,1,1,0,1
17,85833,-187,218,11,42,1,1,0,1
18,86667,-202,176,16,-10,1,1,0,1
19,87500,-195,123,18,-54,1,1,0,1
20,88333,-165,61,19,-85,1,1,0,1
21,89167,-118,-2,17,-103,1,1,0,1
22,90000,-57,-61,13,-106,1,1,0,1
23,90833,10,-110,9,-91,1,1,0,1
24,91667,78,-144,4,-62,1,1,0,1
25,92500,138,-159,-2,-23,1,1,0,1
26,93333,187,-159,-7,21,1,1,0,1

```

27,94167,219,-139,-11,69,1,1,0,1
28,95000,230,-105,-14,111,1,1,0,1
29,95833,221,-56,-16,149,1,1,0,1
30,96667,191,2,-17,176,1,1,0,1
31,97500,143,61,-15,189,1,1,0,1
32,98333,83,118,-13,188,1,1,0,1
33,99167,17,165,-9,172,1,1,0,1
34,100000,-50,197,-4,144,1,1,0,1
35,100833,-111,212,2,103,1,1,0,1
36,101667,-161,209,6,53,1,1,0,1
37,102500,-195,187,11,4,1,1,0,1
38,103333,-208,149,15,-44,1,1,0,1
39,104167,-199,99,17,-83,1,1,0,1
40,105000,-169,41,18,

Annexe G (informative)

Exemple de fichier COMTRADE avec extension CFF (avec données binaires)

```

--- file type: CFG ---
SMARTSTATION,IED123,2013
8,4A,4D
1,IA,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
2,IB,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
3,IC,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
4,3IO,,Line123, A,0.1138916015625,0.05694580078125,0,-32768,32767,933,1,s
1,51A,,Line123,0
2,51B,,Line123,0
3,51C,,Line123,0
4,51N,,Line123,0
60
1
1200,40
12/01/2011,05:55:30.75011
12/01/2011,05:55:30.78261
BINARY
1
-5h30,-5h30
B,3

```

--- file type: INF ---

--- file type: HDR ---

--- file type: DAT BINARY: 702 ---
Binary data not shown

Annexe H **(informative)**

Schéma pour données du vecteur de phase utilisant la norme des fichiers COMTRADE

H.1 Généralités

H.1.1 Texte d'introduction

Les données du synchrophaseur sont utilisées en tant que données enregistrées à la fois en temps réel à partir d'une transmission directe et après le fait. La norme relative aux synchrophaseurs IEEE Std C37.118TM, décrit un format de transmission de données en temps réel mais ne définit pas un format pour l'échange des données enregistrées. Plusieurs formats ont été utilisés pour les données du synchrophaseur, et plus particulièrement le format de données PhasorFile (aussi connu comme 'dst') lancé par le Conseil WECC et pris en charge par les utilisateurs de la Bonneville Power Administration. Alors que de nombreux utilisateurs ont créé un logiciel d'enregistrement et de lecteur pour ce format, il n'est pas pris en charge comme une norme reconnue par une organisation de normalisation. Il est préférable que les données soient enregistrées dans un format de norme reconnue afin que les outils, les méthodes et les données puissent être échangés à travers le monde entier.

La norme COMTRADE de l'IEEE désigne un format de fichier, conçu pour les données de séries temporelles, qui est établi dans le monde entier et pris en charge par les organismes de normalisation. Elle possède un nombre important de paramètres d'enregistrement pouvant s'adapter aux données du vecteur de phase. Le présent document présente un schéma pour utiliser le format COMTRADE pour les données du vecteur de phase enregistrées en affectant spécifiquement le vecteur de phase aux paramètres de la norme COMTRADE. Les paramètres sont utilisés de la manière prescrite normalisée, mais avec des utilisations particulières qui permettent un traitement automatique (par ordinateur). Cette recommandation s'applique à l'utilisation de COMTRADE, à partir de la version de 1999. Ce schéma peut être facilement adapté à la nouvelle version de COMTRADE actuellement en cours d'achèvement.

L'accent est mis sur la partie relative au fichier de configuration qui définit les données. Cette recommandation ne spécifie rien en dehors du format COMTRADE et, par conséquent, toutes les méthodes actuelles et futures sont applicables, y compris les types de fichiers de données ASCII et binaires.

Dans les descriptions suivantes, les termes valeur du vecteur de phase, valeur analogique et valeur numérique font référence aux valeurs du vecteur de phase, valeur analogique et valeur numérique référencées dans la norme relative aux synchrophaseurs. La fréquence et la vitesse de variation de la fréquence sont telles que définies dans la norme IEEE Std C37.118TM. PHUNIT et ANUNIT sont des facteurs d'échelle respectivement fournis par la configuration de C.37.118 pour les données du vecteur de phase et les données analogiques. DIGUNIT sont des masques numériques également fournis par la norme IEEE Std C37.118TM. La fréquence et la vitesse de variation de la fréquence ont une mise à l'échelle fixe, également décrite dans la norme IEEE Std C.37.118TM.

H.1.2 Fichier de configuration COMTRADE

Le fichier de configuration de la norme COMTRADE est présenté ci-dessus pour référence et introduction.

```
station_name,rec_dev_id,rev_year <CR/LF>  
TT,##A,##D <CR/LF>
```

```
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>
...
Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>
Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>
...
lf <CR/LF>
nrates <CR/LF>
samp,endsamp <CR/LF>
samp,endsamp <CR/LF>
dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>
dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>
ft <CR/LF>
timemult <CR/LF>
time_code,local_code <CR/LF>
tmq_code,leapsec <CR/LF>
```

La première ligne correspond au nom du poste, à l'ID du dispositif d'enregistrement et à la version de la norme. Pour l'utilisation de synchrophaseur, le nom du poste correspondra généralement au lieu d'enregistrement. L'ID du dispositif identifie le dispositif d'enregistrement et est laissé à la discrétion de l'utilisateur. L'année de la version de la norme est critique. La version la plus récente utilisable pour les données du synchrophaseur est 1999.

H.1.3 Compte des voies par type

La deuxième ligne du fichier de configuration correspond au nombre des voies par type.

```
TT,##A,##D <CR/LF>
```

TT = somme de l'ensemble des voies = ##A + ##D

##A = nombre de voies analogiques. Il existera 2 voies pour chaque valeur de vecteur de phase et 1 pour chaque valeur analogique. Les 2 voies représentant les valeurs de vecteur de phase seront explicitement identifiées comme décrit dans les informations relatives aux voies ci-dessous.

##D = nombre de voies d'état ou numériques. Dans les données de synchrophaseur, les valeurs numériques se présentent en blocs de 16 voies, les mêmes données sont représentées dans COMTRADE au format binaire. Le nom de la voie et les informations relatives au type peuvent être lus dans la configuration du synchrophaseur et analysés dans le fichier de configuration COMTRADE comme décrit ci-dessous. Les données de synchrophaseur incluent également les informations relatives à la qualité temporelle et à la qualité des données qui ne sont pas normalement incluses dans les données de type COMTRADE. Il est nécessaire d'inclure ces informations dans le fichier enregistré, et la méthode est également décrite ci-dessous.

H.2 Vue d'ensemble des informations relatives aux voies analogiques

H.2.1 Généralités

Le prochain bloc d'entrées du fichier de configuration correspond aux descriptions des voies analogiques. Les informations relatives aux voies analogiques incluent à la fois les données du vecteur de phase et les données analogiques, la fréquence, la vitesse de variation de la fréquence telles que définies dans la norme relative aux synchrophaseurs, IEEE Std C.37.118TM. Les vecteurs de phase sont toujours représentés sous forme d'un nombre complexe soit en utilisant des composantes rectangulaires avec une valeur réelle et une valeur imaginaire, soit des composantes polaires avec une amplitude et une valeur d'angle.

Ces deux valeurs seront enregistrées comme des voies analogiques successives (paires de voies), avec les valeurs rectangulaires dans l'ordre valeur réelle en premier, suivie de la valeur imaginaire et les valeurs polaires dans l'ordre amplitude en premier, suivie de l'angle. La première voie de la paire peut être une voie à numéro pair ou impair selon les voies qui la précèdent. L'ordre général des voies analogiques dans le fichier peut être configuré par l'utilisateur, mais il est conseillé de suivre le même ordre général que celui utilisé par la norme relative aux synchrophaseurs pour la transmission de données. Des détails relatifs à la transmission de données sont fournis dans la norme IEEE Std C37.118TM. Les données analogiques, la fréquence et la vitesse de variation de la fréquence sont des grandeurs réelles et il convient qu'elles soient enregistrées selon les conventions de la norme COMTRADE; cependant, les détails relatifs à leur dénomination et à leur mise à l'échelle sont inclus dans les descriptions ci-dessous.

H.2.2 Informations relatives aux voies analogiques

An,ch_id,ph,ccbm,uu,a,b,skew,min,max,primary,secondary,PS <CR/LF>

An Nombre repère de la voie analogique compris entre 1 et 999 999, sous forme séquentielle à partir de 1.

ch_id Nom de la voie sous forme alphanumérique comprenant entre 1 et 128 caractères. Il convient qu'il s'agisse d'une combinaison du nom du poste et des noms des voies tels que donnés dans la norme IEEE Std C37.118TM. Ces noms sont limités à 16 octets, ils occuperont donc 33 octets (avec deux points (:)) dans le champ de 128 octets. Ils seront écrits avec le nom du poste suivi du nom de la voie relié par deux points (:). C'est-à-dire station_name:channel_name. Noter que le même nom sera appliqué à deux voies étant donné que chaque vecteur de phase possède deux valeurs numériques enregistrées dans différentes voies analogiques. Le champ d'identification de phase de la voie (ph) est utilisé pour désigner la composante représentée dans chaque voie. Les noms de voie doivent être uniques étant donné qu'ils sont utilisés pour relier les deux composantes d'un vecteur de phase. Si d'autres informations doivent être ajoutées à ce nom, elles doivent être ajoutées après le nom de la voie séparées par un trait bas ou un autre caractère. Étant donné que les deux points (:) délimitent le nom du poste de celui de la voie, ils ne peuvent pas être utilisés dans les noms de voie et il convient qu'ils ne soient pas utilisés dans d'autres noms. Avec cette convention, le nom de données de vecteur de phase (ch_id) commenceront toujours par station_name:channel_name.

La fréquence et la vitesse de variation de la fréquence ne sont pas nommés dans le fichier de configuration de la norme IEEE Std C37.118TM. Il convient qu'ils s'appellent Frequency (Fréquence) et df/dt. Avec cette convention, les noms sont station_name:Frequency et station_name: df/dt.

ph Identification de phase de la voie, 0 à 2 caractères. Chaque vecteur de phase est représenté dans deux voies analogiques. Les voies du vecteur de phase sont identifiées par les 2 caractères XY comme suit:

X = Phase où

- A => phase A, phase unique
- B => phase B, phase unique
- C => phase C, phase unique
- R => phase R, phase unique
- S => phase S, phase unique
- T => phase T, phase unique
- 1 => phase 1, phase unique
- 2 => phase 2, phase unique
- 3 => phase 3, phase unique
- P ou + => séquence positive (directe)
- N ou - => séquence négative (inverse)

Z ou 0 => séquence zéro (homopolaire)

Y = Composant du vecteur de phase où

- r => nombre réel pour les composantes rectangulaires
- i => nombre imaginaire pour les composantes rectangulaires
- m => magnitude pour les composantes polaires
- a => angle pour les composantes polaires

Il n'existe aucune affectation de phase spécifique pour les voies de données analogiques dans ce schéma. Il convient que l'utilisateur désigne la phase appropriée pour les données.

Pour Frequency, l'affectation de phase est F ou vide.

Pour la vitesse de variation de la fréquence (df/dt), l'affectation de phase est df ou vide.

ccbm Composant de circuit contrôlé, 0 à 64 caractères. Il s'agit d'un champ sans codage qui sera laissé à l'utilisateur sauf que les grandeurs des mots-clés peuvent être incluses. Les mots-clés définis ci-dessous sont utilisés pour une identification par ordinateur des paramètres définis et il convient qu'ils ne soient pas utilisés dans ce champ pour d'autres usages. Il convient que les grandeurs des mots clés soient séparées des autres mots par des espaces et qu'elles soient utilisées comme présentées ci-dessous (sensibles à la casse). Les valeurs de ces mots-clés peuvent être facilement identifiées et enregistrées par des méthodes informatiques. Un mot-clé est un mnémonique comportant 4 caractères suivi du signe égal (=), puis du paramètre identifié. Il ne doit pas y avoir d'espace entre les caractères, c'est-à-dire, aucun espace avant ou après le signe =. L'insertion de mots-clés n'est pas requise. Noter qu'il convient qu'un analyseur d'ordinateur balaye le champ entier pour les mots-clés car ces derniers peuvent être situés n'importe où dans le texte, dans n'importe quel ordre, et plus d'un peut être inclus. Les mots-clés et leur utilisation:

Vref Il est utilisé pour un vecteur de phase d'intensité pour désigner la voie de tension, An, requise pour le calcul de la puissance, $P = EI^*$. Comme les vecteurs de phase de tension et d'intensité occupent deux voies, ce mot-clé doit être inclus avec la voie du nombre réel ou de la magnitude (amplitude) de la paire de vecteurs de phase d'intensité et faire référence à la voie du nombre réel ou de la magnitude de la paire de vecteurs de phase de tension. Les vecteurs de phase sont représentés sous forme de composantes réelle et imaginaire dans un système de coordonnées rectangulaires et sous forme de composantes amplitude et phase dans un système de coordonnées polaires. Par exemple,

Vref=1123 indique que la voie 1 123 est la composante réelle ou magnitude d'un vecteur de phase de tension dont la tension sera utilisée avec l'intensité donnée pour calculer la puissance.

Vnom Il est utilisé pour un vecteur de phase de tension pour indiquer que le vecteur de phase représente une tension et la tension nominale en kV. Ce mot-clé doit accompagner la première voie de la paire de vecteurs de phase de tension. Par exemple,

Vnom=345 indique que la tension nominale est de 345 kV.

Inom Il est utilisé pour un vecteur de phase d'intensité pour indiquer que le vecteur de phase représente une intensité de courant et l'intensité nominale en ampères. Ce mot-clé doit accompagner la première voie de la paire de vecteurs de phase d'intensité. Par exemple,

Inom=3000 indique que l'intensité nominale est de 3 000 A.

Ajouter des mots-clés comme stipulé, garder à l'esprit que le champ est limité à 64 caractères qui dépassent rarement les 3 mots par grandeur.

- uu** Unités de la voie sous forme alphanumérique comprenant entre 1 et 32 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

- a** Multiplicateur de voie, 1 à 32 caractères. Comme mis en œuvre dans ce schéma, les contenus du fichier ".dat" sont en nombres entiers. Pour les voies à composantes réelle, imaginaires et d'amplitude, ce champ est la valeur PHUNIT entière avec la mise à l'échelle 10E-05 appliquée. Cela signifie qu'il s'agit de PHUNIT x 10E-5 comme décrit dans la norme IEEE Std C37.118TM. Pour les voies à composantes d'angle, il convient que ce nombre soit calculé à la discrétion de l'utilisateur.

Pour des données analogiques, il s'agit de la valeur d'échelle analogique de 24 bits ANUNIT. Pour Frequency, a = .001. Pour la vitesse de variation de la fréquence, a = .01.

- b** Décalage de voie, 1 à 32 caractères. Le décalage est normalement utilisé pour définir le niveau zéro pour les voies à sortie simple ou qui ont des références flottantes. Pour les voies à composantes d'angle, ce nombre peut être utilisé pour régler le décalage angulaire, comme par exemple les montages en triangle Y et les différences entre les zones.

Pour des données analogiques, cela n'est pas précisé et peut être défini par l'utilisateur. Pour Frequency, b = la fréquence nominale (50 ou 60). Pour la vitesse de variation de la fréquence, b = 0.

La mise à l'échelle et le décalage sont appliqués à $ax + b$ où x correspond à la valeur entière stockée dans le fichier ".dat". b doit être dans la même unité que ax.

- skew** Décalage temporel entre les voies, 1 à 32 caractères. Les données du vecteur de phase sont, par définition, synchronisées en microsecondes et théoriquement avec une précision de moins d'une microseconde, il convient donc que cette valeur soit configurée conformément à la norme COMTRADE.

- min** Valeur minimale de la plage de données, 1 à 13 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

- max** Valeur maximale de la plage de données, 1 à 13 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

- primary** facteur de rapport au primaire PT/CT, 1 à 32 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

- secondary** facteur de rapport au secondaire PT/CT, 1 à 32 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

- P/S** identificateur de mise à l'échelle PT/CT au primaire ou au secondaire, 1 caractère. Saisir P ou S et utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

H.3 Vue d'ensemble des informations relatives aux voies (numériques) d'état

H.3.1 Généralités

Suivant les définitions des voies analogiques, le prochain bloc d'entrées du fichier de configuration correspond aux descriptions des voies numériques. Dans la norme COMTRADE, les voies booléennes représentées par un seul bit mis sur 1 ou 0 sont appelées voies d'état. Dans la norme IEEE Std C37.118TM, elles sont appelées voies numériques. Dans cette dernière, les voies numériques sont toujours regroupées en blocs de 16 voies tandis que

dans COMTRADE, elles sont représentées individuellement dans le type de fichier ASCII, mais sous forme de blocs de 16 voies dans des fichiers binaires. Ces derniers contiennent souvent des voies inutilisées. Lorsque des données de synchrophaseur sont stockées sous forme de fichiers ASCII, il est possible de se débarrasser des voies inutilisées grâce au dispositif d'enregistrement qui fournit un moyen de trier les voies utilisées des voies non utilisées. Avec des types de fichiers binaires, l'enregistrement sera le même pour les deux types. Il est possible de seulement énumérer les voies qui sont utilisées dans le fichier de configuration COMTRADE. Il convient que la visualisation des dispositifs ou programmes qui reconvertissent les données de fichiers au format de flux de données du synchrophaseur fournissent des informations par défaut pour les voies numériques non représentées. Un exemple est présenté ci-dessous pour ce cas.

H.3.2 Informations relatives aux voies numériques (d'état)

Dn,ch_id,ph,ccbm,y <CR/LF>

Dn	Nombre repère de la voie numérique compris entre 1 et 999 999, sous forme séquentielle à partir de 1.
ch_id	Nom de la voie sous forme alphanumérique comprenant entre 1 et 128 caractères. Il convient qu'il s'agisse d'une combinaison du nom du poste et des noms des voies comme stipulé dans la norme IEEE Std C37.118™. Ces noms sont limités à 16 octets, ils occuperont donc facilement un champ comportant jusqu'à 64 octets. Ils seront écrits avec le nom du poste suivi du nom de la voie relié par deux points (:). C'est-à-dire, station_name:channel_name. Le masque de sous-ordre de DIGUNIT définit les bits représentant des entrées actives. Si bit = 1, alors il représente une indication valide. Si bit = 0, alors il convient que les 8 derniers caractères de ch_id soient "(UNUSED)" (INUTILISÉ).
ph	Identification de phase de la voie, 0 à 2 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.
ccbm	Composant de circuit contrôlé, 0 à 64 caractères. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.
Y	État normal de la voie, 1 caractère. Toujours soit 1, soit 0 comme défini dans la norme COMTRADE. Il convient qu'Y soit mis sur le bit correspondant du masque d'ordre plus élevé de DIGUNIT.

Les 8 premières voies numériques sont réservées aux bits de l'octet de qualité temporelle inclus dans le mot long du temps fractionnaire (FRACSEC) contenu dans l'horodatage de la norme IEEE Std C37.118™. Les 8 prochaines voies numériques sont réservées pour une utilisation ultérieure, et sont destinées à la conservation des indications relatives au statut du poste PMU même sur des mots de 16 bits. Les 16 voies numériques suivantes sont réservées pour les bits du mot de statut pour le premier poste représenté dans l'échantillon de données. S'il existe plus qu'un poste inclus dans la trame de données représentée, le statut de chaque poste doit être représenté sous forme de groupes de 16 voies dans le même ordre que celui dans lequel ils apparaissent dans la trame de données. La forme binaire des fichiers de données COMTRADE attribue des informations relatives au statut numérique dans des blocs de 16 bits (ou plus); le statut de chaque poste peut être écrit directement dans un fichier binaire car le statut numérique est affecté à des mots de 16 bits. Chaque bit de statut doit être nommé par le nom du poste avec une extension identifiant le bit. Il s'agit du même nom de poste utilisé dans l'identification des signaux, le statut de chaque signal est donc identifiable.

Il convient que les données de statut numérique incluses dans les données du synchrophaseur respectent les indications relatives à la qualité temporelle et au statut PMU.

Le mode de représentation exact apparaît ci-dessous:

D1, TQ_CNT0, T0,,0 les 8 premiers bits sont la Qualité Temporelle à partir du mot FRACSEC
D2, TQ_CNT1, T1,,0
D3, TQ_CNT2, T2,,0
D4, TQ_CNT3, T3,,0
D5, TQ_LSPND, T4,,0
D6, TQ_LSOCC, T5,,0
D7, TQ_LSDIR, T6,,0
D8, TQ_RSV, T7,,0
D9, RESV1, T8,,0 Ces 8 bits sont conservés pour préserver la structure des mots
de 16 bits pour le statut du poste
D10, RESV2, T9,,0
D11, RESV3, T10,,0
D12, RESV4, T11,,0
D13, RESV5, T12,,0
D14, RESV6, T13,,0
D15, RESV7, T14,,0
D16, RESV8, T15,,0
D17, <station1>_TRG1, S0,,0 les 16 bits suivants désignent le statut du premier
poste dans le message de données
D18, <station1>_TRG2, S1,,0
D19, <station1>_TRG3, S2,,0
D20, <station1>_TRG4, S3,,0
D21, <station1>_UNLK1, S4,,0
D22, <station1>_UNLK2, S5,,0
D23, <station1>_SEC1, S6,,0
D24, <station1>_SEC2, S7,,0
D25, <station1>_SEC3, S8,,0
D26, <station1>_SEC4, S9,,0
D27, <station1>_CFGCH, SA,,0
D28, <station1>_PMUTR, SB,,0
D29, <station1>_SORT, SC,,0
D30, <station1>_SYNC, SD,,0
D31, <station1>_PMUERR, SE,,0
D32, <station1>_DTVLD, SF,,0
D33, <station2>_TRG1, S0,,0 les 16 bits suivants désignent le statut du deuxième
poste dans le message de données
D34, <station2>_TRG2, S1,,0
...
D(16(n+1)), <stationn>_DTVLD, SF,,0 fin du dernier statut du dernier poste dans le
message avec n postes
D(16(n+1)+1), name, etc,,0 <stationi>:digital_name,{valid_bit},,<normal_mask> début de
toutes les indications relatives au statut numérique contenues dans les données

H.4 Vue d'ensemble des paramètres fixes

Il existe 12 paramètres supplémentaires spécifiés dans la configuration COMTRADE. Ils sont utilisés de manière normale, mais par souci d'exhaustivité, ils sont résumés ici par rapport aux données de synchrophaseur.

If <CR/LF>

If Fréquence de ligne en Hz, 0 à 32 caractères. Il convient qu'elle soit toujours de 50 ou de 60 pour indiquer la fréquence du système.

nrates <CR/LF>

nrates Nombre de fréquences d'échantillonnage dans le fichier, 1 à 3 caractères. Un fichier de données de vecteur de phase sera normalement construit à l'aide d'une seule fréquence d'échantillonnage, qui sera généralement de 1. Elle peut être > 1

conformément à l'enregistrement de la fréquence de variable COMTRADE.

samp,endsamp <CR/LF>

samp La fréquence d'échantillonnage en échantillons par seconde (Hz), 1 à 32 caractères (peut être une valeur < 1). Il s'agit de la fréquence d'échantillonnage ou de la cadence des données du vecteur de phase et il n'y aura normalement qu'une seule fréquence. Cependant, conformément à l'enregistrement de la fréquence de variable COMTRADE, il peut y avoir plus d'une entrée avec plusieurs fréquences dans le fichier.

endsamp Numéro du dernier échantillon enregistré à l'aide de la fréquence d'échantillonnage donnée, 1 à 10 caractères. Avec une seule fréquence d'échantillonnage, ce numéro est le dernier échantillon du fichier. Avec plusieurs fréquences dans le fichier, plusieurs paires de **samp**, **endsamp** indiqueront les blocs associés.

dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>

dd/mm/yyyy, hh:mm:ss.ssssss <CR/LF>

Timestamps Deux horodatages sont donnés (identique en termes de format). Le premier correspond à l'heure à laquelle le premier élément de données apparaît dans le fichier. Le second correspond au moment où le fichier a été déclenché (premier point de déclenchement). Les détails des caractères requis sont disponibles dans la norme. Pour ce faire, il convient que ces heures et les heures dans les données soient exprimées en UTC.

ft <CR/LF>

ft Type de fichier, 5 à 8 caractères. Ce paramètre peut être ascii ou ASCII pour un fichier de données utilisant le format ascii, binary ou BINARY pour un fichier de données utilisant le format binary, binary32 ou float32.

Timemult <CR/LF>

timemult Est un facteur de multiplication temporel, 1 à 32 caractères. Ce facteur est utilisé pour multiplier tous les horodatages donnés dans le fichier de données pour obtenir une échelle de temps différente. Les horodatages dans le fichier de données peuvent être exprimés en microsecondes dans un champ de 10 caractères qui limite la durée du fichier à 9 999 999 999 µs ou environ 10 000 s (2.8 h). La multiplication de ces horodatages par un facteur d'échelle permet le stockage d'un enregistrement bien plus long. Comme l'intervalle de données entre les échantillons pour les données du vecteur de phase est généralement de 16 667 µs ou plus, **timemult** peut être augmenté pour permettre l'échange d'enregistrements de données plus longs. Par exemple, si **timemult** = 1 000, les données d'une période de 10 000 000 s (plus de 115 jours) peuvent être représentées dans un seul enregistrement.

time_code, local_code <CR/LF>

time_code Code temporel défini dans la norme IEEE Std C37.232TM -2007. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

local_code Différence temporelle entre l'heure locale et l'heure UTC. Elle se présente sous le même format que **time_code**. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

tmq_code, leapsec<CR/LF>

tmq_code Code indicateur de la qualité temporelle de l'horloge du dispositif d'enregistrement. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

leapsec indicateur de seconde intercalaire. Utiliser comme défini dans la norme COMTRADE.

H.5 Informations relatives aux fichiers de données

Les fichiers de données suivent la description exacte fournie dans la norme COMTRADE, ils ne sont donc pas détaillés ici. Il convient d'utiliser le format binaire, en raison de la taille de ces fichiers. Cependant, n'importe quel format de fichier peut être utilisé.

Bibliographie

- [B1] ANSI X3.4-1986 (R1997), Information Systems Coded Character Set—7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-bit ASCII)
- [B2] “Digital Protection Techniques and Substation Function,” Final report, CIGRÉ Working Group 34.01, A.G. Phadke (Convener), 1989, CIGRÉ Ref38
- [B3] Duncan, R., *Advanced MS DOS*, Microsoft Press, 1986
- [B4] *The IEEE Standards Dictionary Online*⁸
- [B5] IEEE Std C57.13TM-1993, IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers
- [B6] Kreyszig, E., *Advanced Engineering Mathematics*, 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 1988
- [B7] “Programs for Digital Signal Processing,” Edited by DSP Committee of the IEEE ASSP Society, 0-87942-128-2, IEEE Press, 1979
- [B8] “Summary of the Proposed Revisions to IEEE Std C37.111-1999,” 36th Annual Western Protective Relay Conference, Spokane Washington, October 2009

⁸ La souscription à l'IEEE Standards Dictionary Online (en anglais seulement) est disponible sous:
http://www.ieee.org/portal/innovate/products/standard/standards_dictionary.html.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch