

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60255-24

Première édition
First edition
2001-05

Relais électriques –

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

Electrical relays –

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60255-24:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60255-24

Première édition
First edition
2001-05

Relais électriques –

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

Electrical relays –

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

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application et objet	12
2 Définitions.....	12
2.1 représentation de données	12
2.2 critique/non critique	14
2.3 rapport Primaire/Secondaire	14
2.4 notation en virgule flottante.....	14
2.5 catégories de fichiers.....	16
2.6 méthodes d'accès aux fichiers de données	18
2.7 séparateurs de données, délimiteurs, longueurs des champs, valeurs minimales et maximales des données	20
3 Fichiers COMTRADE	22
3.1 Fichier d'en-tête (xxxxxxx.HDR)	22
3.2 Fichier de configuration (xxxxxxx.CFG)	22
3.3 Fichier de données (xxxxxxx.DAT)	22
3.4 Fichier d'informations (xxxxxxx.INF).....	24
4 Fichiers d'en-tête	24
4.1 Contenu	24
4.2 Noms de fichiers	26
4.3 Format	26
5 Fichiers de configuration.....	26
5.1 Contenu	26
5.2 Noms de fichiers	26
5.3 Format	26
5.3.1 Nom du poste, identification et année de révision	28
5.3.2 Nombre et type de voies	28
5.3.3 Informations sur les voies analogiques.....	30
5.3.4 Informations sur les voies (numériques) d'état	32
5.3.5 Fréquence du système	34
5.3.6 Informations sur la fréquence d'échantillonnage.....	34
5.3.7 Horodatage	36
5.3.8 Type de fichier de données	36
5.3.9 Facteur de multiplication d'horodatage	38
5.4 Omission de données dans les fichiers de configuration	38
5.5 Présentation du fichier de configuration	38
6 Fichier de données	38
6.1 Contenu	40
6.2 Noms des fichiers de données	40
6.3 Format de fichiers de données ASCII.....	40
6.4 Exemple d'un échantillon de données ASCII	42
6.5 Fichiers de données binaires	42
6.6 Exemple d'un échantillon de données binaires.....	46

CONTENTS

FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
1 Scope and object	13
2 Definitions	13
2.1 data representation	13
2.2 critical/non-critical	15
2.3 primary/secondary ratios	15
2.4 floating point notation	15
2.5 categories of files	17
2.6 methods of accessing data in files	19
2.7 data separators, delimiters, field lengths, data minimum and maximum values	21
3 COMTRADE files	23
3.1 Header file (xxxxxxx.HDR)	23
3.2 Configuration file (xxxxxxx.CFG)	23
3.3 Data file (xxxxxxx.DAT)	23
3.4 Information file (xxxxxxx.INF)	25
4 Header files	25
4.1 Content	25
4.2 Filenames	27
4.3 Format	27
5 Configuration files	27
5.1 Content	27
5.2 Filenames	27
5.3 Format	27
5.3.1 Station name, identification and revision year	29
5.3.2 Number and type of channels	29
5.3.3 Analog channel information	31
5.3.4 Status (digital) channel information	33
5.3.5 Line frequency	35
5.3.6 Sampling rate information	35
5.3.7 Date/time stamps	37
5.3.8 Data file type	37
5.3.9 Time stamp multiplication factor	39
5.4 Missing data in configuration files	39
5.5 Configuration file layout	39
6 Data files	39
6.1 Content	41
6.2 Data filenames	41
6.3 ASCII data file format	41
6.4 Example of an ASCII data sample	43
6.5 Binary data files	43
6.6 Example of binary data sample	47

7	Fichiers d'informations	46
7.1	Contenu	48
7.2	Noms des fichiers d'informations	48
7.3	Structure de fichiers d'informations	48
7.3.1	Sections publiques	50
7.3.2	Sections privées	50
7.4	Caractéristiques des fichiers	50
7.5	En-têtes de section	50
7.5.1	Règles de formatage concernant les noms d'en-têtes des sections publiques et privées	50
7.5.2	Exemples concernant les noms d'en-têtes des sections publiques	52
7.5.3	Exemples concernant les noms des sections privées	52
7.6	Ligne de données	52
7.6.1	Lignes de commentaires	54
7.6.2	Chaîne valeur	54
7.7	Ajout, modification et suppression d'informations	56
7.7.1	Suppression des informations	56
7.7.2	Ajout d'informations	56
7.8	Définitions des en-têtes de sections publiques et des lignes d'entrée	56
7.9	Section publique d'enregistrement d'information	56
7.9.1	Définition de l'en-tête de section	56
7.9.2	Définition des lignes d'entrée de la section publique d'information	58
7.10	Définitions de la section publique d'information d'événement	60
7.10.1	Définition de l'en-tête de section	60
7.10.2	Définition des lignes d'entrée de la section publique d'information d'événement	60
7.11	Section publique de description du fichier	62
7.11.1	Définition de l'en-tête de section	62
7.11.2	Définition des lignes d'entrée de la section publique de description du fichier	62
7.12	Section publique relative aux voies analogiques	64
7.12.1	Définition de l'en-tête de section	64
7.12.2	Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies analogiques	64
7.13	Section publique relative aux voies d'état	64
7.13.1	Définition de l'en-tête de section	66
7.13.2	Définition des lignes d'entrée de la section publique relative aux voies d'état	66
7.14	Exemple pour un fichier .INF	66
	Annexe A (informative) Sources de données et support d'échange sur les transitoires	70
A.1	Enregistreurs de défauts numériques	70
A.2	Enregistreurs à bandes analogiques	70
A.3	Relais de protection numérique	70
A.4	Programmes de simulation de transitoires	70
A.5	Simulateurs analogiques	72
A.6	Support d'échange des données	72

7	Information files	47
7.1	Content.....	49
7.2	Information file filenames	49
7.3	Information file structure	49
7.3.1	Public sections	51
7.3.2	Private sections.....	51
7.4	File characteristics	51
7.5	Section headings.....	51
7.5.1	Public and private section header name formatting rules.....	51
7.5.2	Public section header naming examples	53
7.5.3	Private section header naming examples	53
7.6	Entry line	53
7.6.1	Comment lines	55
7.6.2	Value string.....	55
7.7	Adding, modifying and deleting information.....	57
7.7.1	Deleting information	57
7.7.2	Adding information	57
7.8	Public section header and entry line definitions.....	57
7.9	Public record information section.....	57
7.9.1	Section header definition	57
7.9.2	Public record information entry line definition.....	59
7.10	Public event information definitions	61
7.10.1	Section heading definition.....	61
7.10.2	Public event information entry line definition	61
7.11	Public file description section	63
7.11.1	Section heading definition.....	63
7.11.2	Public file description entry line definition.....	63
7.12	Public analog channel section	65
7.12.1	Section heading definition.....	65
7.12.2	Public analog channel entry line definition.....	65
7.13	Public status channel section	65
7.13.1	Section heading definition.....	67
7.13.2	Public status channel entry line definition.....	67
7.14	Sample .INF file	67
Annex A (informative)	Sources and exchange medium for transient data.....	71
A.1	Digital fault recorders	71
A.2	Analog tape recorders	71
A.3	Digital protective relays	71
A.4	Transient simulation programs	71
A.5	Analog simulators	73
A.6	Data exchange medium.....	73

Annexe B (informative) Fréquences d'échantillonnage et d'échange de données.....	74
B.1 Introduction.....	74
B.2 Schéma d'échantillonnage	74
B.3 Interpolation.....	80
Annexe C (informative) Fichier d'échantillons.....	82
Annexe D (informative) Exemple de programme pour la conversion de la fréquence d'échantillonnage	94
Annexe E (informative) Exemples pour l'application des facteurs de conversion.....	100
Bibliographie	104
Figure 1 – Exemple d'un échantillon de données en format ASCII	42
Figure 2 – Exemple d'un échantillon de données en format binaire.....	46
Figure B.1 – Traitement typique du signal	74
Figure B.2 – Solution DSP.....	76
Figure B.3 – Exemple de conversion de la fréquence d'échantillonnage.....	78

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of EC60255-24:2001

With24

Annex B (informative) Data exchange sampling rates.....	75
B.1 Introduction.....	75
B.2 Sampling process structure.....	75
B.3 Interpolation.....	81
Annex C (informative) Sample file.....	83
Annex D (informative) Sample program for sampling frequency conversion.....	95
Annex E (informative) Sample applications of conversion factors.....	101
Bibliography.....	105
Figure 1 – Example of data sample in ASCII format.....	43
Figure 2 – Example of data sample in binary format.....	47
Figure B.1 – Typical signal processing.....	75
Figure B.2 – DSP solution.....	77
Figure B.3 – Example of sample rate conversion.....	79

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-24:2001

Withdwn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RELAIS ÉLECTRIQUES –

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

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60255-24 a été établie par le comité d'études 95 de la CEI: Relais de mesure et dispositifs de protection.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
95/120/FDIS	95/123/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A, B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL RELAYS –

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

FOREWORD

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

International Standard IEC 60255-24 has been prepared by IEC technical committee 95: Measuring relays and protection equipment.

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

FDIS	Report on voting
95/120/FDIS	95/123/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B, C, D and E are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60255 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 oeuvre 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 standard pour l'échange de données. 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 peut utiliser un format propriétaire différent, une norme commune pour le format des données est nécessaire pour faciliter l'échange de telles données entre les dispositifs. Cela permet l'utilisation de données propriétaires dans des applications diverses et rend possible l'utilisation de données numériques provenant d'autres dispositifs.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-24:2001

Without watermark

INTRODUCTION

This part of IEC 60255 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 data. This data is 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 standard is necessary to facilitate the exchange of such data between applications. This facilitates the use of proprietary data in diverse applications and allows users of one proprietary system to use digital data from other systems.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60255-24:2001

Withdram

RELAIS ÉLECTRIQUES –

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

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60255 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. La présente norme s'applique à des fichiers destinés à être stockés sur des supports physiques, tels que des disques durs ou des disquettes. Cette norme ne concerne pas le transfert de fichiers de données sur des réseaux informatiques. L'objectif de la mise à disposition d'un format est que celui-ci soit facilement interprétable pour l'emploi dans l'échange de données. En tant que tel, il ne fait pas appel aux techniques de compression de données dont les formats propriétaires dépendent pour des avantages compétitifs.

2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60255, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1

représentation de données

données stockées dans des fichiers sous la forme de séries d'éléments binaires

NOTE Chaque bit peut avoir une valeur de 1 ou de 0. Les bits sont disposés en groupes de huit, appelés des octets. Lorsque l'ordinateur lit les données d'un fichier, il le fait sous la forme d'une série d'octets.

2.1.1

données binaires

données organisées sous la forme d'octets

NOTE Les 8 bits d'un octet offrent 256 combinaisons possibles. Ils peuvent donc être utilisés pour représenter des nombres entre 0 et 255. Pour des nombres plus grands, on peut représenter un nombre seul à l'aide de plusieurs octets. Par exemple, 2 octets (16 bits) peuvent représenter les nombres entre 0 et 65535. Lorsque les octets sont interprétés de cette manière, ils constituent ce qu'on appelle des données binaires. On utilise communément plusieurs formats différents pour le stockage des données numériques sous forme binaire.

2.1.2

données ASCII (American National Standard Code for Information Interchange)

symboles que représentent les 127 combinaisons de 8 bits binaires

NOTE Plutôt que d'utiliser un octet pour représenter les nombres entre 0 et 255, on peut l'utiliser pour représenter 255 symboles différents. L'American Standard Code for Information Interchange (ASCII) est une norme qui prévoit des symboles pour les 127 combinaisons de 8 bits binaires. Par exemple, l'octet 01000001 représente la majuscule «A» alors que l'octet 01100001 représente la minuscule «a». Avec 127 combinaisons possibles différentes, il est possible de représenter toutes les touches du clavier plus un grand nombre de symboles 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.

ELECTRICAL RELAYS –

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

1 Scope and object

This part of IEC 60255 defines a format for files containing transient waveform and event data collected from power systems or power system models. This standard applies to files stored on physical media such as digital hard drives and diskettes. It is not a standard for transferring data files over communication networks. The format is intended to provide an easily interpretable format for use in exchanging data; as such, it does not make use of the economies available from data encoding and compression which proprietary formats depend on for competitive advantage.

2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60255, the following definitions apply.

2.1

data representations

data stored in files as a series of binary bits

NOTE Each bit can be either a 1 or a 0. The bits are organized in groups of 8 bits called bytes. When a computer reads the data in a file, it reads the data as a series of bytes.

2.1.1

binary data

data organized in the form of bytes

NOTE The 8 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, e.g., 2 bytes (16 bits) can represent the numbers from 0 to 65535. 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.

2.1.2

ASCII (American National Standard Code for Information Interchange) data

symbols that match 127 of the combinations of eight binary bits

NOTE As an alternative to a byte representing the numbers 0 to 255, it can be used to represent 255 different symbols. The American National Standard Code for Information Interchange (ASCII) is a standard that lists symbols that match 127 of the combinations of eight binary bits, e.g. the byte 01000001 represents an upper case "A" while 01100001 represents a lower case "a". With 127 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 8-bit format are used for drawing and other special application characters. To represent a number in ASCII format requires one byte for each digit of the number.

2.2 critique/non critique

certaines données dans le dossier de configuration ne sont pas absolument nécessaires pour la reproduction des données échantillonnées, et certaines variables fournies dans le dossier de configuration peuvent ne pas être pertinentes pour une application particulière. Ces données peuvent être décrites comme non critiques et peuvent être omises. Un exemple d'une telle donnée non critique est le nom de voie du dispositif d'enregistrement. Cependant, la position normalement occupée par ces variables est maintenue afin de préserver l'intégrité du fichier. Si des données sont décrites comme non critiques dans la norme, la position peut être laissée vide ou remplie d'un caractère espace, et le séparateur de données correspondant suit le séparateur de données précédent sans espaces ou caractères supplémentaires.

Toute donnée qui est nécessaire pour la reproduction des données échantillonnées est désignée critique. Si de telles données manquent, le fichier peut être inutilisable.

2.3 rapport 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 courants élevés du système électrique. Ces dispositifs sont conçus pour accepter des grandeurs d'entrée avec des niveaux plus faciles à manipuler et moins dangereux, désignés « grandeurs secondaires ». Les transformateurs de tension et de courant sont employés pour réduire les signaux de tension et de courant du réseau à ces valeurs basses. Les rapports de transformation sont choisis de façon à ce que les grandeurs au secondaire correspondent aux valeurs nominales si le réseau est exploité à ses valeurs nominales au primaire. Le rapport est spécifié par le quotient primaire:secondaire, la convention étant que le primaire est plus proche de la source de puissance. Les valeurs nominales au primaire sont disponibles pour toutes tensions et charges utilisées dans les réseaux électriques. Les valeurs répandues pour les grandeurs au secondaire sont d'environ 70 V phase-terre, et 1 A ou 5 A. Une norme ANSI/IEEE [12]¹⁾ précise la description et le rapport de ces transformateurs.

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 spécifiés en tension phase-phase plutôt qu'en tension phase-terre. La sortie au secondaire 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».

2.4 notation en virgule flottante

les nombres réels peuvent être enregistrés de plusieurs manières. Les nombres de valeur limitée peuvent être entrés comme une suite de chiffres avec un point décimal. Pour des nombres plus grands ou plus petits, toute limite raisonnable de la longueur de cette expression 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 logiciels mathématiques emploient souvent la notation en virgule flottante pour représenter de tels nombres. COMTRADE permet l'emploi de la notation en virgule flottante [4] pour représenter des nombres réels pour des facteurs de conversion dans le fichier «CFG». Les termes «notation exponentielle» ou «notation scientifique» sont parfois utilisés pour cette forme, et les interprétations de la forme varient. Comme les logiciels 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 sont interprétés et exposés comme suit:

1) Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

2.2

critical/non-critical

some of the data in the configuration file is not absolutely necessary for the reproduction of the sample data, and some variables provided for in the configuration file may not be relevant to a particular application. Such data may be described as non-critical and may be omitted. An example of such non-critical data is the recording device channel name. However, the position normally occupied by such variables must be maintained in order to maintain the integrity of the file. If data is described as non-critical in any section of the standard, the position may be left empty or filled, using the space character, and the corresponding data separator following the preceding data separator applied with no intervening characters or spaces.

Any data which is necessary for the reproduction of the sample data is termed critical. If such data is missing, the file may be unusable.

2.3

primary/secondary ratios

the devices used to measure and record events on a high voltage system are not capable of directly accepting the high voltage and high currents of the power system. These devices are built to accept inputs in more manageable and less dangerous levels, termed secondary quantities. Voltage transformers and current transformers 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. Common values for the secondary values are in the region of 70 V line-to-ground, and 1 A or 5 A. An ANSI/IEEE standard [12]¹⁾ specifies the description and rating of these transformers.

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 was 800 A. Lower load values 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 runs at 345 kV. The term "line-to-line" is used interchangeably with the term "phase-to-phase", and similarly the term "line-to-ground" is used instead of "phase-to-ground".

2.4

floating point notation

real numbers may be stored in several ways. Numbers of a limited range can be entered as a numeric string 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 a floating point notation to represent such numbers. COMTRADE allows the use of floating point [4] notation to represent real numbers for conversion factors in the .CFG file. 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 are interpreted and displayed as follows:

¹⁾ Figures in square brackets refer to the bibliography.

Une valeur signée en virgule flottante est constituée d'un signe optionnel (+ ou -), d'une série de chiffres décimaux contenant une virgule décimale optionnelle, suivie par un champ optionnel d'exposant contenant le caractère «e» ou «E», suivi d'un exposant entier signé optionnellement (+ ou -). L'exposant est un facteur de base 10, ainsi 3E2 signifie 3 multiplié par 100 (10 puissance 2), ou 300. L'interprétation correcte de nombres négatifs et exposants négatifs nécessite l'inclusion du signe moins, étant donné que pour des exposants ou des nombres positifs, le signe est optionnel et est supposé positif par défaut.

Le format est écrit comme suit: $[\pm]dd[.]dddd[E[\pm]ddd]$ où

- les crochets [] entourent tout élément optionnel;
- d représente tout chiffre entier entre 0 et 9;
- il faut qu'au moins un chiffre apparaisse dans le domaine;
- la majuscule «E» représente «exponentielle» avec la base 10;
- si le signe exponentiel apparaît, il faut qu'il soit suivi d'au moins un chiffre; le signe plus/moins est optionnel 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;
- si le point décimal apparaît, il faut qu'au moins un chiffre apparaisse à sa gauche et à sa droite.

EXEMPLES

Acceptable

1E2 (=100), 1.23E4 (=12300), 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 (signe plus/moins rend la valeur indéterminée)

0.123 E4 (espace avant «E» non autorisé)

2.5

catégories de fichiers

les fichiers stockés sur des médias 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, peut représenter une lettre, un nombre ou un symbole (par exemple, A ou 3 ou +). Il existe trois types fondamentaux de fichiers utilisés dans les systèmes informatiques. C'est l'utilisation du fichier qui en détermine la catégorie. Ces catégories sont les fichiers exécutables, les fichiers de texte et les fichiers de données

2.5.1

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

2.5.2

fichiers de texte

les fichiers de texte impliquent des données dans une forme lisible par l'homme. Un fichier de texte peut être employé pour le contrôle d'un programme d'ordinateur si le format est parfaitement précisé. Les fichiers de texte COMTRADE emploient la représentation de caractères précisée dans la norme «American Standard for Character Information Interchange» [8] (ASCII). Elle est souvent appelée «format ASCII» ou «format Texte (.TXT)» par des logiciels de traitement de texte.

A signed floating point value consisting of an optional sign (+ or –), a series of decimal digits containing an optional decimal point, followed by an optional exponent field containing 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 (10 to the power 2), 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 if absent.

The format is written as: $[\pm]dd[.]ddd[E[\pm]ddd]$ where

- square brackets surround any optional item;
- d represents any numeral between 0 and 9;
- at least one numeral must appear in the field;
- the upper case “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;
- if the decimal point appears, at least one numeral must appear to the left and right.

EXAMPLES

Acceptable

1E2 (=100), 1.23E4 (=12300), 0.12345E–5 (=0.0000012345), –1.2345E2 (= –123.45)

Unacceptable

.123 (one numeral must precede the decimal point)

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)

2.5

categories of files

files stored on digital devices and media consist of bytes representing a combination of alphabetical, numerical, symbol, punctuation and other formatting characters. Depending on the format, a byte, part of a byte, or more than one byte, may represent a letter, number or symbol (e.g. A or 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

2.5.1

executable files

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

2.5.2

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 the American Standard for Character Information Interchange [8] (ASCII). This is often called “ASCII format” or “Text (.TXT) format” by word processor programs.

COMTRADE définit une forme libre de fichier de texte ASCII destiné à l'interprétation exclusivement humaine, soit le fichier d'en-tête (header file). COMTRADE définit aussi trois fichiers dont le format est strictement contrôlé, qui sont à la fois lisibles par l'homme et par l'ordinateur, que sont les fichiers d'information et de configuration, et la forme ASCII des fichiers de données.

La plupart des programmes de traitement de texte peuvent sauvegarder les données dans au moins deux formats. Le format de texte contient seulement les caractères tapés réellement, y compris la ponctuation et les caractères standards de mise en page tel que Retour Chariot/Présentation Ligne. D'autres formats contiennent des caractères spéciaux, spécifiques au logiciel de traitement de texte particulier employé. Le format «Texte» est employé pour les fichiers texte dans un enregistrement COMTRADE afin d'exclure des codes ou caractères spécifiques au traitement de texte. Les programmes destinés à lire des fichiers COMTRADE ont seulement besoin de pouvoir traiter les caractères tapés que la plupart des logiciels 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 sous ce format, on a l'alternative d'utiliser les fonctions d'impression pour imprimer le texte sur un disque en vue de créer le fichier.

2.5.3

fichiers de données

les fichiers de données peuvent contenir des données numériques, des données textes, ou bien les deux. Les données peuvent être stockées sous forme de données binaires ou ASCII. Les champs dans des fichiers de données de format ASCII emploient du texte spécifique séparé par des virgules, ou certains autres séparateurs courants, de manière à ce qu'ils soient lisibles à la fois par l'homme et par l'ordinateur. La plupart des traitements 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. Il faut que les nombres binaires soient traités par des logiciels spécifiques à l'application pour être interprétés aisément par l'homme. COMTRADE définit un fichier binaire, la forme binaire du fichier de données. La forme binaire est généralement utilisée lorsque la quantité de données à stocker est importante car elle est plus compacte (par exemple 3 octets de données binaires peuvent représenter des nombres entre 0 et 16 777 215, tandis que 3 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 standards

2.6

méthodes d'accès aux fichiers de données

on utilise deux méthodes différentes de lecture pour les fichiers de texte et de données: soit par accès direct, soit par accès séquentiel

2.6.1

fichiers à accès direct

les fichiers à accès direct sont des fichiers dans lesquels les enregistrements de données peuvent être restitués ou stockés 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 n'utilise pas de fichiers à accès direct

2.6.2

fichiers à accès séquentiel

dans les fichiers à accès séquentiel, chaque champ de données est lu ou écrit 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 dépend de la longueur des variables précédentes. COMTRADE utilise des fichiers à accès séquentiel

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

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 format(s) contain special characters specific to the particular word processor being used. The text format is used for the text files in a COMTRADE record to eliminate word processor specific characters or codes. Programs intended to read COMTRADE files need only deal with the typed characters which 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.

2.5.3

data files

data files may contain numerical data, text data, or both. The data may be stored in either binary or ASCII form. Fields within ASCII format data files use defined text separated by commas, or some other common delimiter such that 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 have to be processed by application-specific software in order to be easily interpreted by humans. COMTRADE defines one binary file: the binary form of the data file. The binary form is generally used when large amounts of data are to be stored because it uses less storage space (e.g. 3 bytes of binary data can represent numbers from 0 to 16 777 215 whereas 3 bytes of ASCII data can only represent numbers from 0 to 999). ASCII numbers have the advantage that they can be interpreted by humans, and by standard computer hardware and software

2.6

methods of accessing data in files

there are two different methods used to access text and data files: random access and sequential order

2.6.1

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 use random access files

2.6.2

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

2.7

séparateurs de données, délimiteurs, longueurs des champs, valeurs minimales et maximales des données

il faut que des champs de données dans un fichier ou dans un sous-groupe de données dans un fichier soient séparés des autres champs de données pour qu'ils puissent être extraits pour lecture ou manipulation. Par exemple, du texte écrit emploie un espace comme délimiteur. 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. Les fichiers ASCII définis par COMTRADE emploient la virgule et le Retour Chariot/Présentation 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 d'alignement et les zéros sont permis dans les champs numériques en ASCII tant que le nombre maximum de caractères autorisé n'est pas dépassé

2.7.1

Retour Chariot/Délimiteur de Présentation de Ligne

COMTRADE emploie le symbole <CR/LF> pour représenter un séparateur de données terminant la fin d'une ligne ou un ensemble de données. Le délimiteur est la combinaison de deux caractères ASCII de mise en page:

CR = (Carriage Return) Retour Chariot ramène le curseur ou le point d'insertion au début de la ligne actuelle.

LF = (Line Feed) Présentation de Ligne déplace le curseur ou le point d'insertion en bas à une nouvelle ligne en dessous de la ligne actuelle.

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

Dans la plupart des programmes d'ordinateur actuels ou des environnements de travail, la combinaison de ces deux caractères est automatiquement générée quand on appuie sur la touche «ENTER» ou «RETURN» (respectivement «ENTRÉE» ou «RETOUR»)

2.7.2

délimitation par 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)

2.7.3

longueurs des champs, valeurs maximales et minimales des données

les longueurs de champs sont précisées pour beaucoup de variables alphabétiques ou numériques dans le standard COMTRADE. Ces limitations étaient spécifiées afin de simplifier la lecture des lignes de données contenant beaucoup de variables. Dans des variables numériques entières, la longueur maximale du champ est un caractère plus long que nécessaire pour tenir la valeur maximale pour ce domaine. 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 cet espace initial même pour des nombres sans signe. Les champs à longueur de 6 et 10 caractères pour des données, l'horodatation et les nombres d'échantillons employés dans les versions antérieures de COMTRADE sont maintenus pour la compatibilité descendante

2.7

data separators, delimiters, field lengths, data minimum and maximum values

data fields within a file or within a subset of data in a file must 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. 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 and zeros are allowed in ASCII numeric fields providing the permitted maximum character count is not exceeded

2.7.1

carriage return / line feed delimiter

COMTRADE uses the symbol <CR/LF> to represent a data separator terminating the end of a line or 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.

LF = Line Feed moves the cursor or insertion point down to a new line below the current line.

The symbols "<" and ">" surrounding the CR/LF are used to delineate the delimiter from the nearby text within the standard and are not part of the delimiter.

In most present day computer programming or application environments, the two character combination is automatically generated when the RETURN or ENTER key is pressed

2.7.2

comma delimiter

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

2.7.3

field lengths, data maximum and minimum values

field lengths are specified for many alphabetical or numeric variables in the COMTRADE standard. These limitations were specified to simplify reading lines of data containing many variables. In integer numeric variables the field maximum 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 which automatically print that leading space even when used for unsigned numbers. The 6-character and 10-character field lengths for data, time stamps and sample numbers used in earlier revisions of COMTRADE are retained for backward compatibility

3 Fichiers COMTRADE

Chaque enregistrement COMTRADE comporte jusqu'à quatre fichiers (voir 2.5.3 pour les informations générales sur les fichiers et le stockage des données). Chacun des quatre fichiers contient des informations d'une classe différente. Les quatre fichiers sont de types «en-tête» (Header), «configuration» (Configuration), «données» (Data) et «informations» (Information). Tous les fichiers concernant le même événement doivent avoir le même nom de fichier et doivent être différenciés seulement par les extensions indiquant le type de fichiers.

Les noms de fichiers se présentent sous la forme xxxxxxxx.yyy. La partie xxxxxxxx est le nom utilisé pour identifier les fichiers (par exemple DEFAULT1 ou ESSAI_2). La partie.yyy 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. Les noms de fichiers doivent se conformer aux conventions DOS Compatible PC [15] en ce qui concerne les caractères autorisés pour les noms de fichiers (par exemple des points et des espaces ne sont pas admis dans un nom de fichier). Le nom de fichier sera limité à huit caractères et les extensions à trois caractères.

3.1 Fichier d'en-tête (xxxxxxx.HDR)

Le fichier d'en-tête (Header) est un fichier optionnel 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 en 4.1. Le fichier d'en-tête est de format ASCII.

3.2 Fichier de configuration (xxxxxxx.CFG)

Le fichier de configuration est un fichier ASCII destiné à être lu par un logiciel et doit donc être sauvegardé dans un format spécifique. Le fichier de configuration contient les informations dont le logiciel a besoin pour interpréter correctement le fichier de données dans le fichier des données (.DAT). Ces informations comprennent des rubriques telles que la vitesse 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 la version de la norme COMTRADE à laquelle le fichier est conforme, par exemple 1996, 2000, 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 sous un format ASCII ou binaire. Le fichier de configuration est en format ASCII. Des informations complémentaires sur le contenu exact et le format du fichier de configuration sont données à l'article 5.

Le fichier de configuration peut être créé soit à l'aide d'un logiciel de traitement de texte, soit avec un programme qui crée un fichier de configuration à partir d'informations disponibles dans les données constituant la source du transitoire enregistré. Si l'on utilise un logiciel de traitement de texte pour créer le fichier de configuration, il faut que celui-ci soit sauvegardé en format ASCII.

3.3 Fichier de données (xxxxxxx.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 mise à l'échelle de la valeur présentée au dispositif qui a échantillonné la forme d'onde. Le fichier de données contient aussi un numéro d'ordre et une horodatation pour chaque ensemble d'échantillons.

3 COMTRADE files

Each COMTRADE record has a set of up to four files associated with it (see 2.5.3 for background information on files and data storage). Each of the four files carries a different class of information. The four files are header, configuration, data and information. All files in the set shall have the same filename, differing only by the extensions that indicate the type of files.

File names are in the form xxxxxxxx.yyy. The xxxxxxxx portion is the name used to identify the record (e.g., FAULT1 or TEST_2). The .yyy portion of the file name 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 file names shall follow the IBM Compatible DOS [15] conventions for legal characters within the file names (e.g. periods and spaces are not allowed as part of the file name). The file names are limited to eight characters and extensions are limited to three characters.

3.1 Header file (xxxxxxx.HDR)

The header file is an optional ASCII text file created by the originator of the COMTRADE data typically using 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 such information to include are given in 4.1. The header file format is ASCII.

3.2 Configuration file (xxxxxxx.CFG)

The configuration file is an ASCII text file intended to be read by a computer program and shall therefore 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. 1996, 2000, etc. If this field is not present, or if 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 which 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 5.

The configuration file can be created with a word processing program or by a computer program that makes the configuration file from information available in the data that is the source of the transient record. If a word processor is used to create the configuration file, it must save the data in ASCII text file format.

3.3 Data file (xxxxxxx.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 data file also contains a sequence number and time stamp for each set of samples.

La donnée stockée peut être soit une valeur référencée à zéro, soit une valeur à zéro décalé. Les données référencées à zéro représentent un intervalle entre un nombre négatif et un nombre positif (par exemple -2000 à +2000). Les nombres à zéro décalé sont toujours positifs, avec un nombre positif choisi pour représenter le zéro (par exemple 0 à 4000, avec 2000 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.

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 soit en format ASCII, soit en format binaire, et un champ dans le fichier de configuration est utilisé pour indiquer le format utilisé. Une description détaillée du format de fichier de données est fourni à l'article 6.

3.4 Fichier d'informations (xxxxxxx.INF)

Le fichier d'informations est un fichier facultatif qui contient des informations complémentaires que les auteurs et utilisateurs du fichier voudront communiquer en plus du minimum requis pour 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 7.

4 Fichiers d'en-tête

Le fichier d'en-tête est un fichier texte ASCII contenant des informations complémentaires sous la forme d'une note permettant à l'utilisateur de mieux comprendre les conditions d'enregistrement du transitoire. Le fichier d'en-tête n'est pas destiné à être manipulé au moyen d'un logiciel d'application.

4.1 Contenu

Exemples d'informations qui peuvent être incluses:

- description du réseau électrique avant la perturbation;
- nom du poste;
- identification de la ligne, du transformateur, de la réactance, de la capacité ou du disjoncteur ayant subi le transitoire;
- longueur de ligne en défaut;
- réactances, résistances et capacités directes et homopolaires;
- couplage mutuel entre lignes parallèles;
- positions et valeurs des capacités en série et des réactances shunt;
- tensions nominales des enroulements de transformateurs, en particulier les transformateurs de tension et de courant;
- puissances nominales et couplage des enroulements des transformateurs de puissance;
- paramètres du réseau en amont des noeuds où les données ont été enregistrées (les impédances directes et homopolaires équivalentes des sources);

The stored data may be either 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 define how to convert the data values to engineering units.

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 either ASCII or binary format; a field in the configuration files indicates which format is used. A detailed description of the data file format is given in clause 6.

3.4 Information file (xxxxxxx.INF)

The information file is an optional file which contains extra information that file originators and users may wish to exchange over and above that required for minimum application of the data set. The format provides for public information which any user can read and use, and private information which may be accessible only to users of a particular class or manufacturer. A detailed description of the information file is given in clause 7.

4 Header files

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.

4.1 Content

Examples of information which may be included:

- description of the power system prior to disturbance;
- name of the station;
- identification of the line, transformer, reactor, capacitor, or circuit-breaker that experienced the transient;
- length of the faulted line;
- positive and zero-sequence resistance and reactance, capacitance;
- mutual coupling between parallel lines;
- locations and ratings of shunt reactors and series capacitors;
- nominal voltage ratings of transformer windings, especially the potential and current transformers;
- transformer power ratings and winding connections;
- parameters of the system behind the nodes where the data was recorded (equivalent positive and zero sequence impedance of the sources);

- 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 EMTP;
- description des filtres anti-repliement utilisés;
- description des circuits synoptiques analogiques;
- ordre des phases des entrées;
- nombre de disquettes sur lesquelles l'enregistrement est stocké.

4.2 Noms de fichiers

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

4.3 Format

Les fichiers d'en-tête doivent être des fichiers de texte ASCII de forme libre et de longueur quelconque.

5 Fichiers de configuration

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

5.1 Contenu

Le fichier de configuration comprend les informations suivantes:

- a) nom du poste, identification du dispositif d'enregistrement, année de la version de la norme COMTRADE;
- b) nombre et type de voies;
- c) noms des voies, des unités et des facteurs de conversion;
- d) fréquence d'échantillonnage du système et nombre d'échantillons à cette fréquence;
- e) date et heure de la première donnée;
- f) date et heure du déclenchement;
- g) type de fichier de données;
- h) facteur de multiplication d'horodatage.

5.2 Noms de fichiers

Les noms des fichiers de configuration porteront l'extension .CFG de façon à pouvoir les distinguer des fichiers d'en-tête, de données et d'informations du même événement et pour servir de convention facile à retenir et à identifier.

5.3 Format

Le fichier de configuration sera un fichier ASCII de format normalisé. Un fichier de configuration doit accompagner chaque ensemble de fichiers d'événements pour définir le format de celui-ci.

- 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 EMTP;
- description of the anti-aliasing filters used;
- description of analog mimic circuitry;
- the phase sequencing of the inputs;
- number of discs on which the record is stored.

4.2 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.

4.3 Format

The header file shall be a free-form ASCII text file of any length.

5 Configuration files

The configuration file is an ASCII text file which 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 pre-defined, standardized format so that a computer program does not have to be customized for each configuration file.

5.1 Content

The configuration file includes the following information:

- a) station name, identification of the recording device, COMTRADE standard revision year;
- b) number and type of channels;
- c) channel names, units, and conversion factors;
- d) line frequency sample rate(s) and number of samples at each rate;
- e) date and time of first data point;
- f) date and time of trigger point;
- g) data file type;
- h) time stamp multiplication factor.

5.2 Filenames

Configuration filenames will 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.

5.3 Format

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

Le fichier est découpé en lignes. Chaque ligne se termine par un caractère de retour de chariot et de changement de ligne. Des virgules sont utilisées pour séparer les champs à l'intérieur de chaque ligne. Les virgules des séparateurs de données sont nécessaires même si aucune donnée n'est entrée dans ce champ. Puisque des virgules, des retours chariot et des présentations de ligne sont utilisés comme séparateurs des 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» est 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 apparaître dans l'ordre exact indiqué dans les paragraphes 5.3.1 à 5.3.9. Les lignes doivent apparaître dans l'ordre exact indiqué en 5.5. Le non-respect de ce format invalidera l'ensemble des fichiers.

5.3.1 Nom du poste, identification et année de révision

La première ligne du fichier de configuration contient 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 lieu du poste, non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- rec_dev_id** - Nom ou numéro d'identification du dispositif d'enregistrement. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- rev_year** - Type de fichier COMTRADE défini par l'année de révision de la norme, par exemple 2000. Critique, numérique, longueur minimale = 4 caractères, longueur maximale = 4 caractères. Ce champ permettra de connaître les différences éventuelles du fichier par rapport à la version originale de la norme COMTRADE C37.111-1991. En cas d'absence ou de non-renseignement de ce champ, le fichier sera réputé conforme à la version 1991 de la norme.

5.3.2 Nombre et type de voies

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

The file is divided into lines. Each line is 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" is interpreted as two separate fields. The use of data separators allows the field length to be variable so that leading or padding zeros, 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 shall be listed in the exact order shown in 5.3.1 to 5.3.9. The lines shall appear in the exact order as shown in 5.5. Deviations from this format will invalidate the file set.

5.3.1 Station name, identification and revision year

The first line of the configuration file contains 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 - Name of the substation location, non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters

rec_dev_id - Identification number or name of the recording device. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters

rev_year - COMTRADE file version is defined by the year of the standard revision, e.g. 2000. Critical, numeric, minimum length = 4 characters, maximum length = 4 characters. This field will identify whether the file structure differs from the original C37.111-1991 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.

5.3.2 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 - Total number of channels. Critical, numeric, integer, minimum length = 1 character, maximum length = 7 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999, TT shall equal the sum of ##A and ##D below

##A - 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 - Number of status channels followed by identifier D. Critical, alphanumeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 7 characters, minimum value = 0D, maximum value = 999999D

5.3.3 Informations sur les voies analogiques

Cette série d'enregistrements contient des informations sur les voies analogiques. Il y a une ligne pour chaque voie analogique, le nombre total de voies analogiques devant être égal à ##A (voir 5.3.2). Si le nombre de voies analogiques = 0, il n'y aura pas de lignes fournissant des informations sur les voies analogiques. Le format suivant sera utilisé:

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

où:

- An -** 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 -** Identifiant de voie. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- ph -** Identification de la phase de la voie. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 2 caractères
- ccbm -** Composant de circuit contrôlé. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- uu -** Unité de la voie (par exemple, kV, kA). Critique, alphanumérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. Les unités des grandeurs physiques doivent être exprimées en utilisant la nomenclature standard, ou les abréviations spécifiées dans les normes IEEE/ANSI/IEC [5,6] si une telle nomenclature standard existe. Des facteurs multiplicatifs ne doivent pas être inclus. Des multiples standards tels que k (milliers), m (millièmes), M (millions), etc. peuvent être utilisés.
- a -** Multiplicateur de voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard en virgule flottante [4] peut être utilisée.
- b -** Additionnel de décalage de voie. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard en virgule flottante [4] peut être utilisée.
- Le facteur de conversion de voie est $ax+b$. La valeur 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, de façon que 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 -** Décalage de temps de voie (en microsecondes) à partir du début de l'intervalle d'échantillonnage. Non critique, nombre réel, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard à exposant peut être utilisée [4].

Le champ fournit une information sur les différences entre les instants d'échantillonnage des voies dans un échantillon de temps de l'enregistrement. Par exemple, dans un dispositif à huit voies avec un convertisseur A/N sans entrée «sample & hold» qui échantillonne chaque milliseconde, le premier échantillon correspond à l'instant représenté par **timestamp**. Les instants d'échantillonnage pour les voies successives dans la 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; etc.

5.3.3 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 5.3.2). If the analog channel count = 0, then there are no analog channel information lines. The following format will be used:

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

where

- An** - Analog channel index number. Critical, numeric, integer, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999. Leading zeros 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** - Channel identifier. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters
- ph** - Channel phase identification. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 2 characters
- ccbm** - Circuit component being monitored. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters
- uu** - Channel units (e.g., kV, kA). Critical, alphabetical, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Units of physical quantities shall use the standard nomenclature or abbreviations specified in IEEE/ANSI or IEC [5, 6] standards if such standard nomenclature exists. Numerical multipliers shall not be included. Standard multiples such as k (thousands), m (one thousandth), M (millions) etc. may be used.
- a** - Channel multiplier. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters, standard floating point notation may be used [4].
- b** - Channel offset adder. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters, standard floating point notation may be used [4].

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** - Channel time skew (in microseconds) from the start of sample period. Non-critical, real number, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used [4].

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 hold 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; etc.

- min -** Valeur minimale (limite inférieure de l'intervalle possible de la valeur des données) pour des valeurs de données de cette voie. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères. Valeur minimale = -99999, valeur maximale = 99999 (dans les fichiers de données binaires, cette plage est limitée de -32767 à +32767)
- max -** Valeur maximale (limite supérieure de l'intervalle possible des valeurs de données) pour des valeurs de données de cette voie. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères. Valeur minimale = -99999, valeur maximale = 99999 (dans les fichiers de données binaires, cette plage est limitée de -32767 à +32767)
- primary -** Facteur associé au primaire dans le rapport des transformateurs de tension ou de courant. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32
- secondary -** Facteur associé au secondaire dans le rapport des transformateurs de tension ou de courant. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32
- PS -** Identificateur pour indiquer si la valeur obtenue par l'équation de conversion $ax+b$ se réfère au primaire (P) ou au secondaire (S). Critique, alphabétique, longueur minimale, = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seuls caractères valables sont: p,P,s,S.

Les données dans les fichiers données, les facteurs de conversion des voies et les unités de voies peuvent faire référence soit aux unités côté secondaire soit aux unités côté primaire. 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 secondaire ou primaire 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 analogue de réseau, le rapport primaire et secondaire doit être mis à 1,1. Avec la détermination des valeurs au primaire (P) ou au secondaire (S) avec l'équation $ax+b$, l'utilisateur peut alors déterminer les valeurs nécessaires pour l'analyse ou la restitution.

L'équation $ax+b$ fournit:

Valeur requise	Primaire	Secondaire
Primaire	Utiliser la valeur	Multiplier par Primary et diviser par Secondary
Secondaire	Diviser par Primary et multiplier par Secondary	Utiliser la valeur

5.3.4 Informations sur les voies (numériques) d'état

Cet ensemble d'enregistrements contient des informations sur les voies d'état. Il y aura une ligne pour chaque voie d'état, et le nombre total de lignes concernant des voies d'état doit être égal à ##D (voir 5.3.2). 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 sera utilisé:

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

où

- Dn -** Repère de voie d'état, critique, entier numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 999999. Des zéros ou des espaces précédant le nombre ne sont pas requis. Compteur séquentiel de 1 au nombre total de voies d'état (##D) quel que soit le numéro de la voie du dispositif d'enregistrement

- min -** Range minimum data value (lower limit of possible data value range) for data values of this channel. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = -99999, maximum value = 99999 (in binary data files the range of data values is limited to -32767 to +32767)
- max -** Range maximum data value (upper limit of possible data value range) for data values of this channel. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = -99999, maximum value = 99999 (in binary data files the range of data values is limited to -32767 to +32767)
- primary -** Channel voltage or current transformer ratio primary factor, critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters
- secondary -** Channel voltage or current transformer ratio secondary factor, critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters
- PS -** Identifier to indicate if the value received from the equation, channel conversion factor $ax+b$ will return a primary (P) or secondary (S) value. Critical, alphabetical, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character. 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 in kilovolts 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 originates in an environment that has no primary/secondary relationship, such as an analog power system simulator, the primary and 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.

$ax+b$ equation provides

Value required	Primary	Secondary
Primary	Use value	Multiply by primary value and divide by secondary value
Secondary	Divide by primary value and multiply by secondary value	Use value

5.3.4 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 5.3.2). If the status channel count = 0, then there are no status channel information lines. The following format will be used:

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

where

- Dn -** Status channel index number, critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = 1, maximum value = 999999. Leading zeros or spaces are not required. Sequential counter ranging from 1 to the total number of status channels (##D) without regard to the recording device channel number

- ch_id** - Nom de voie, non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- ph** - Identification de phase de la voie. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 2 caractères
- ccbm** - Composant de circuit contrôlé. Non critique, alphanumérique, longueur minimale = 0 caractère, longueur maximale = 64 caractères
- y** - État normal de la voie d'état (concerne seulement les voies numériques); c'est l'état de l'entrée quand le dispositif primaire est en service et en mode d'opération normal. Critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Les seules valeurs valables sont 0 ou 1.

Les informations concernant les voies d'état ne comprennent pas 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.

5.3.5 Fréquence du système

La fréquence du système sera indiquée dans une ligne séparée dans le fichier:

lf <CR/LF>

où

- lf** - Fréquence nominale du système en hertz (par exemple 50, 60, 33,333). Non critique, réel, numérique, longueur minimale = 0 caractères, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard à exposant [4] peut être utilisée.

5.3.6 Informations sur la fréquence d'échantillonnage

Le présent 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, l'information comprend une ligne avec le nombre total des fréquences d'échantillonnage suivi par une ligne pour chaque fréquence d'échantillonnage qui comprend le numéro du dernier échantillon à cette fréquence d'échantillonnage. Il y aura 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 une période d'échantillonnage à variation continue, tels que des fichiers dont l'enregistrement a été déclenché par des événements, l'information sur les fréquences d'échantillonnage comprend deux lignes, une ligne avec un zéro signifiant qu'il n'y a aucune fréquence d'échantillonnage ou période 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.

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.

nrates <CR/LF>

samp,endsamp <CR/LF>

où

- nrates** - 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

ch_id -	Channel name, non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters
ph -	Channel phase identification. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 2 characters
ccbm -	Circuit component being monitored. Non-critical, alphanumeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 64 characters
y -	Normal state of status channel (applies to status channels only) being the state of the input when the primary apparatus is in the steady state “in service” condition. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character; only valid values are 0 or 1.

The normal state of the status channel does not carry information regarding the physical representation of the status signal, be it 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.

5.3.5 Line frequency

The line frequency will be listed on a separate line in the file.

If <CR/LF>

where

If -	Nominal line frequency in hertz (for example 50, 60, 33,333). Non-critical, real, numeric, minimum length = 0 characters, maximum length = 32 characters. Standard floating point notation may be used [4].
-------------	---

5.3.6 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 will be one line of sample rate and end sample number information for each sampling rate within the data file.

For files with a continuously variable sample period, 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.

Note that if **nrates** and **samp** are zero, the **timestamp** in the data file becomes critical and **endsamp** shall be set to the number of last sample in the file.

nrates <CR/LF>

samp,endsamp <CR/LF>

where

nrates -	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** - Fréquence d'échantillonnage en hertz (Hz). Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard à exposant [4] peut être utilisée.
- endsamp** - 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 = 999999999

5.3.7 Horodatage

Le fichier de configuration comprend deux horodatages. Le premier concerne l'instant de la première valeur de données dans le fichier de données; le deuxième, celui du 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** - Jour du mois. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 31
- mm** - Mois. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 12
- yyyy** - Année. Non 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.

dd, mm et yyyy sont groupés ensemble pour former une seule variable, les nombres étant séparés par le caractère «oblique» sans espace intermédiaire.

- hh** - Heure. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 00, valeur maximale = 23. L'heure est indiquée sous le format 24 h.
- mm** - Minutes. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 2 caractères, longueur maximale = 2 caractères, valeur minimale = 00, valeur maximale = 59
- ss.ssssss** - Secondes. Non critique, numérique décimal, résolution = 1 ms, longueur minimale = 9 caractères, longueur maximale = 9 caractères, valeur minimale = 00.000000, valeur maximale = 59.999999

Toutes les valeurs de date et d'heure sont 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.

5.3.8 Type de fichier de données

Le type de fichier de données est désigné ASCII ou binaire par l'identifiant du type de fichier au format suivant:

ft <CR/LF>

où

- ft** - Type de fichier. Critique, alphabétique, non sensible aux minuscules/majuscules, longueur minimale = 5 caractères, longueur maximale = 6 caractères. Seul texte admis = ASCII ou ascii, BINARY ou binary

- samp** - Sample rate in hertz (Hz). Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters. Standard **floating** point notation [4] may be used.
- endsamp** - Last sample number at sample rate. Critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 10 characters, minimum value = 1, maximum value = 9999999999

5.3.7 Date/time stamps

There are to be 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** - Day of month. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 2 characters, minimum value = 1, maximum value = 31
- mm** - Month. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 2 characters, minimum value = 1, maximum value = 12
- yyyy** - Year. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 4 characters, maximum length = 4 characters, minimum value = 1900, maximum value = 9999. All four 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** - Hour. Non-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** - Minutes. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 2 characters, maximum length = 2 characters, minimum value = 00, maximum value = 59
- ss.ssssss** - Seconds. Non-critical, decimal numeric, resolution = 1 ms, minimum length = 9 characters, maximum length = 9 characters, minimum value = 00.000000, maximum value = 59.999999

All values for the date and time are 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.

5.3.8 Data file type

The data file type will be identified as being an ASCII or binary file by the file type identifier in the following format:

ft <CR/LF>

where

- ft** - File type. Critical, alphabetical, non case sensitive, minimum length = 5 characters, maximum length = 6 characters, only text allowed = ASCII or ascii, BINARY or binary

5.3.9 Facteur de multiplication d'horodatage

Ce champ est utilisé comme un facteur de multiplication pour le champ relatif à l'instant de l'échantillonnage (**timestamp**) dans les fichiers des données afin de permettre de stocker des enregistrements de longue durée sous le format COMTRADE. La variable **timestamp** a comme unité de base la microseconde. Le temps écoulé entre le premier échantillon dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque **timestamp** dans le fichier est le produit de la variable **timestamp** de cet échantillon par le facteur **timemult** dans le fichier de configuration (**timestamp * timemult**).

timemult <CR/LF>

où

timemult - Facteur de multiplication pour le champ comportant le temps de l'échantillon dans les fichiers de données. Critique, réel, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 32 caractères. La notation standard à exposant [4] peut être utilisée.

5.4 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. La perte ou l'absence de données critiques dans le fichier de configuration rend l'ensemble des fichiers non valable puisque non conforme à la norme. La perte ou 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 inutilisable. Lorsque des données manquent, les séparateurs de données se suivent sans caractères intermédiaires, sauf indication contraire dans le présent paragraphe. Les logiciels destinés à lire les fichiers COMTRADE doivent être conçus de façon à tolérer des séparateurs de données qui se suivent immédiatement sans caractères intermédiaires (champs de longueur zéro).

5.5 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>
If <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>

6 Fichier de données

Le fichier de données contient des valeurs des données qui sont une représentation mise à l'échelle du transitoire échantillonné. Les données doivent se conformer exactement au format défini dans le fichier de configuration pour permettre la lecture des données par un logiciel. Le champ **ft** défini dans le fichier de configuration est utilisé pour désigner le type de fichier. Pour les fichiers binaires, **ft** = binary; pour des fichiers de données ASCII, **ft** = ASCII.

5.3.9 Time stamp multiplication factor

This field is 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. 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 time multiplier in the configuration file (**timestamp * timemult**).

timemult <CR/LF>

where

timemult - Multiplication factor for the time differential (Time_Stamp) field in the data file. Critical, real, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 32 characters, standard floating point notation may be used [4].

5.4 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 is therefore specified as non-critical, and some as critical. Loss, or lack, of critical data in the configuration file renders the file set invalid as not conforming to the standard. Loss, or lack, of non-critical data in the configuration file does not render the file non conforming and will not make the file set unusable. When data is 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).

5.5 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>

6 Data files

The data file contains the data values which are scaled representations of the sampled transient event. The data shall 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 set, **ft** = binary, for ASCII data files set, **ft** = ASCII.

6.1 Contenu

Le fichier de données contient le numéro de l'échantillon, l'horodatage et les valeurs de données de chaque voie pour chaque période d'échantillonnage dans le fichier. Toutes les données des fichiers de données sont en format entier. 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 de données 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 binaires, il n'y a pas de séparateurs entre les échantillons séquentiels ou les données pour chaque voie à l'intérieur de l'échantillon. Le fichier de données ne contient aucune autre information.

6.2 Noms des fichiers de données

Les noms des fichiers de données portent l'extension .DAT pour être différenciés des fichiers d'en-tête, de configuration et d'informations du même ensemble de fichiers. Ils servent également à établir une convention facile à retenir et à identifier. Le nom de fichier proprement dit est le même pour les fichiers d'en-tête, de configuration, de données et d'informations, afin d'indiquer leur appartenance.

Dans le cas où un fichier de données excède 1,44 Moctets (la capacité d'une disquette de 3,5'), le fichier de données peut être divisé en plusieurs fichiers de moins de 1,44 Moctets, de façon à pouvoir stocker chaque fichier sur une disquette. Dans ce cas, les deux derniers caractères de l'extension .DAT doivent être changés en remplaçant AT par le numéro du fichier dans la séquence en maintenant la longueur de l'extension à trois caractères. Cela permettra de créer les fichiers de données de .D00 à .D99, et d'avoir ainsi un maximum de 100 fichiers de données.

6.3 Format de fichiers de données ASCII

Les fichiers de données ASCII sont 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 est découpée en TT+2 colonnes où TT représente le nombre total de voies (analogiques et d'état) dans l'enregistrement, et les deux autres sont réservés 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 longueur du fichier. Les longueurs de champ spécifiques pour les fichiers ASCII sont des valeurs maximales et non pas 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.

La première colonne contient le numéro de l'échantillon. La deuxième colonne contient l'horodatage pour ce numéro d'échantillon. Le troisième ensemble de colonnes contient les valeurs des données qui représentent les informations analogiques. Le quatrième ensemble de colonnes contient les données sur les informations sur les voies d'état.

S'il n'est pas possible d'inscrire toutes les valeurs des données sur une même ligne, elles sont continuées *sans* retour chariot/changement de ligne jusqu'à ce que toutes les valeurs aient été affichées. La dernière valeur doit être délimitée par un retour chariot/présentation de ligne.

La ligne suivante commence avec le numéro d'échantillon suivant, suivi de l'ensemble de données suivant.

Un repère ASCII Fin de fichier (EOF) (avec la valeur «1A» hexadécimale) doit être placé immédiatement après le retour chariot/changement de ligne (<CR/LF>) de la dernière ligne de données du fichier.

Chaque enregistrement d'échantillon de données doit consister en des nombres entiers arrangés comme suit:

6.1 Content

The data file contains the sample number, time stamp, and data values of each channel, for each sample in the file. All data in data files is in integer format. In ASCII data files, the data for each channel within a sample is 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 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.

6.2 Data filenames

Data filenames 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 is the same for header, configuration, data, and information files to associate all of the files.

In the event that the total storage space required for the file set exceeds 1,44 Mbytes (amount of data that will fit onto one double density 3,5 inch floppy disk) the data file may be broken up into multiple files, each less than 1,44 Mbytes in length, so that each will fit on a diskette. In this case, the last two characters of the .DAT extension shall be changed from AT to the sequence number of the file maintaining the file extension length of three characters. This will allow data files from .D00 to .D99, thus allowing up to a maximum of 100 data files.

6.3 ASCII data file format

The ASCII data files are 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 is divided into TT+2 columns where TT is the total number of channels, analog and status, in the recording, and the other two are for sample number and time stamp. The number of columns is dependent on 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.

The first column contains the sample number. The second column is the time stamp for the data of that sample number. The third set of columns contain the data values that represent analog information. The fourth set of columns contain the data for the status channels.

If all the columns containing data values do not fit on the same line, they are continued *without* a carriage return/line feed until all data values for that sample have been displayed. The last value shall be terminated with a carriage return/line feed.

The next row (line) begins with the next sample number followed by the next data set.

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<CR/LF>

où

n - Numéro de l'échantillon, critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 10 caractères, valeur minimale = 1, valeur maximale = 999999999

timestamp - Horodatage, non critique si les variables **nrates** et **samp** dans le fichier .CFG sont différents de zéro. Critiques si les variables **nrates** et **samp** dans le fichier .CFG sont zéro. Entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 10 caractères. L'unité de base du temps est la microseconde (µs). Le temps écoulé entre le premier échantillon dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque champ **timestamp** dans le fichier est le produit de la variable **timestamp** de cet échantillon et du facteur **timemult** dans le fichier de configuration (**timestamp** * **timemult**) en microsecondes.

NOTE Lorsque les deux informations variables **nrates** et **samp** sont disponibles et que l'information d'horodatage est disponible, alors, puisque **timestamp** est un entier, il est préférable d'utiliser les variables **nrates** et **samp** afin d'obtenir une datation plus précise.

A₁ } Les données des voies analogiques sont séparées par des virgules jusqu'à ce que toutes les données de toutes les voies soient inscrites. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 6 caractères, valeur minimale = -99999, valeur maximale = 99998
 .
 .
 .
 .
A_k } Les valeurs analogiques absentes doivent être représentées en affichant la valeur de 99999 dans le champ.

D₁ } Les données sur les voies d'état sont séparées par des virgules jusqu'à ce que les données de toutes les voies soient inscrites. Non critique, entier, numérique, longueur minimale = 1 caractère, longueur maximale = 1 caractère. Ces données sont représentées par des 1 et des 0. 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.
 .
 .
 .
 .
D_m }

La dernière donnée dans un échantillon doit être suivie par un retour chariot/présentation de ligne (<CR/LF>).

6.4 Exemple d'un échantillon de données ASCII

La figure 1 présente un exemple d'un échantillon de données conforme à cette norme. Il comprend six valeurs analogiques et six valeurs 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 381/01

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

6.5 Fichiers de données binaires

Les fichiers de données binaires utilisent la même structure de base que les fichiers de données ASCII, avec l'exception que les voies d'état sont comprimées comme décrit ci-dessous. Le format est numéro d'échantillon, horodatage, valeur de données pour chaque voie analogique, et voies d'état regroupées pour chaque échantillon du fichier. Aucun séparateur de données n'est utilisé, les données dans chaque échantillon ne sont pas séparées par des virgules et la fin de chaque échantillon n'est pas délimitée par les caractères de retour chariot et de présentation de ligne. Un fichier de données binaires constitue un flux continu de données binaires. 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.

n, timestamp, A₁, A₂,.....A_k, D₁, D₂,....D_m<CR/LF>

where

n - Sample number, critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 10 characters, minimum value = 1, maximum value = 9999999999

timestamp - 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 = 10 characters. Base unit of time is microseconds (µs). 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**) in microseconds.

NOTE When both the **nrates** and **samp** variable information are available and the **timestamp** information is available, then since **timestamp** is an integer, use of **nrates** and **samp** variables is preferred for precise timing.

$\left. \begin{array}{c} A_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ A_k \end{array} \right\}$	<p>Analog channel data values separated by commas until data for all analog channels is displayed. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 6 characters, minimum value = -99999, maximum value = 99999.</p> <p>Missing analog values shall be represented by placing the value 99999 in the field.</p>
$\left. \begin{array}{c} D_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ D_m \end{array} \right\}$	<p>Status channel data values separated by commas until data for all status channels is displayed. Non-critical, integer, numeric, minimum length = 1 character, maximum length = 1 character, only valid values are 0 or 1. No provision is made for tagging missing status data, and in such cases the field shall be set to 1 or to 0.</p> <p>The last data value in a sample shall be terminated with carriage return/line feed (<CR/LF>).</p>

6.4 Example of an 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, -502,0,0,0,0,1,1 <CR/LF>

IEC 381/01

Figure 1 – Example of data sample in ASCII format

6.5 Binary data files

The binary data files use the same basic structure as that used for the ASCII data files, with the exception that the status channel data is 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 and line feed characters. A binary data file is a continuous stream of binary 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.

Des données échantillonnées 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. Si un mot à 2 octets (16 bits) est stocké, l'octet à moindre poids (LSB) du mot est stocké en premier, puis l'octet au poids le plus élevé (MSB). La valeur de longueur de 2 octets **1234** sera enregistrée dans le format **3412**. Si un mot à 4 octets (32 bits) est enregistré, l'octet de moindre poids (LSB) est stocké d'abord, puis le mot au poids voisin du LSB, puis le mot au poids voisin du mot au poids le plus élevé (MSB), puis le mot au poids le plus élevé. La valeur de longueur de 4 octets **12345678** sera enregistrée dans le format **78563412**. Les bits dans 1 octet sont numérotés de zéro (à moindre poids) à sept (au poids le plus élevé).

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

- numéro d'échantillon et horodatage enregistrés dans un format binaire sans signe à 4 octets chacun;
- les données échantillonnées des voies analogiques sont stockées en format complément à deux avec 2 octets pour chaque échantillon. Une valeur de données de zéro est stockée sous la forme du nombre hexadécimal 0000, -1 est stocké sous la forme FFFF, la valeur maximale positive est de 7FFF, et la valeur maximale négative est de 8001; la valeur hexadécimale 8000 est réservée à la représentation des données absentes;
- les données d'échantillonnage des voies d'état sont stockées sous forme de groupes de 2 octets pour chaque ensemble de 16 voies d'état, stockés avec le bit à moindre poids 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 la voie d'état numéro 1, alors que le bit numéro 1 du mot d'état 2 (S2) correspond à l'état de la voie d'état 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 longueur du fichier dépendra du nombre de voies et du nombre d'échantillons dans le fichier. Le nombre d'octets nécessaires pour chaque échantillon dans le fichier sera: $(A_k * 2) + (2 * \text{INT}(S_m / 16)) + 4 + 4$, où A_k est le nombre de voies analogiques, S_m est le nombre de voies d'état, $\text{INT}(S_m / 16)$ est le nombre de voies d'état divisé par 16 et arrondi à l'entier supérieur, et 4+4 représente les 4 octets pour chacune des variables de numéro d'échantillon et d'horodatage.

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

n timestamp A1 A2.....Ak S1 S2....Sm

où

n - Numéro de l'échantillon, critique, entier, numérique, longueur minimale = 4 octets, longueur maximale = 4 octets, valeur minimale = 00000001, valeur maximale = FFFFFFFF

timestamp - Horodatage, non critique si les variables **nrates** et **samp** dans le fichier .CFG sont différentes de zéro. Critiques si les variables **nrates** et **samp** dans le fichier .CFG sont zéro. Longueur minimale = 4 octets, longueur maximale = 4 octets, valeur minimale = 00000000, valeur maximale = FFFFFFFE. Les valeurs d'horodatages doivent être remplacées par la valeur FFFFFFFF dans le champ afin de maintenir la structure du fichier. L'unité de base du temps est la microseconde (μ s). Le temps écoulé entre le premier échantillon dans un fichier de données et l'échantillon déterminé par un quelconque champ **timestamp** dans le fichier est le produit de la variable **timestamp** de cet échantillon par le facteur **timemult** dans le fichier de configuration (**timestamp** * **timemult**) en microsecondes.

Data is stored in binary format, but for convenience the values are shown here in hexadecimal form. The data is not stored as an ASCII representation of hexadecimal numbers. When storing a 2-byte (16 bits) word, the least significant byte (LSB) of the word is stored first, then the most significant byte (MSB). The 2-byte data value '1234' will be stored in '3412' format. In storing a 4-byte (32 bits) 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 4-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 represents:

- sample number and time stamp data stored in unsigned binary form in 4 bytes each;
- analog channel sample data stored in two's complement the binary format in 2 bytes each. A data value of zero is stored as 0000 hexadecimal, -1 is recorded as FFFF, the maximum positive value is 7FFF, and the maximum negative value is 8001, the hexadecimal 8000 is reserved to mark missing data;
- status channel sample data stored in groups of 2 bytes for each 16 status channels, stored with the least significant bit of a word assigned to the smallest input channel number belonging to that group of 16 status 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 shall 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 sample in the file will be: $(A_k * 2) + (2 * \text{INT}(S_m/16)) + 4 + 4$, where A_k is the number of analog channels, S_m = number of status channels, $\text{INT}(S_m/16)$ 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 integers arranged as follows:

n timestamp A₁ A₂ A_k S₁ S₂ S_m

where

n - Sample number, critical, integer, numeric, minimum length = 4 bytes, maximum length = 4 bytes, minimum value = 00000001, maximum value = FFFFFFFF

timestamp - Time stamp, non-critical if **nrates** and **samp** variables in .CFG file is non-zero; critical if **nrates** and **samp** variables in .CFG file is zero, minimum length = 4 bytes, maximum length = 4 bytes, minimum value = 00000000, 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 (μ s). 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**) in microseconds.

A_1 A_k	Les données des voies analogiques sont sur 2 octets chacune jusqu'à ce que toutes les données de toutes les voies soient inscrites. Non critique, entier en format binaire complément à deux, longueur minimale = 2 octets, longueur maximale = 2 octets, valeur minimale = 8001, valeur maximale = 7FFF. Les valeurs analogiques absentes doivent être représentées en affichant la valeur de 8000 dans le champ.
S_1 S_m	<p>Données sur les voies d'état sous formes de groupes de 2 octets (16 bits) à raison de 16 voies d'état ou une partie de 16 voies d'état, jusqu'à ce que les données de toutes les voies d'état soient inscrites. Non critique, entier format binaire sans signe, longueur minimale = 2 octets, longueur maximale = 2 octets, valeur minimale = 0000, valeur maximale = FFFF.</p> <p>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. Néanmoins, pour préserver l'intégrité du mot et du fichier, un bit mis à 0 ou à 1 doit être enregistré pour ce bit.</p>

Si le nombre de voies d'état n'est pas entièrement divisible par 16, les voies à numéros plus élevés seront remplies avec des bits «0».

EXEMPLE: Pour un ensemble de 6 entrées d'état comme montré pour le fichier ASCII en 6.4 (0,0,0,0,1,1),

- écrire ces voies d'état comme nombre binaire (110000) en réalisant que les voies sont listées avec le bit à moindre poids en premier dans le fichier de données ASCII,
- remplir le nombre pour arriver à un nombre à 16 bits (0000 0000 0011 0000),
- traduire cela en une valeur hexadécimale (00 30),
- la donnée est ensuite stockée sous format LSB/MSB (30 00).

6.6 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 données analogiques et six données d'état. C'est l'équivalent binaire de l'exemple de la figure 1.

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

IEC 382/01

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

7 Fichiers d'informations

Le fichier d'information (.INF) est un fichier optionnel. Le fichier .INF permet un échange d'informations en ce qui concerne l'événement stocké dans l'enregistrement COMTRADE qui peut permettre une meilleure analyse ou manipulation des données. Cette information optionnelle est stockée dans un fichier séparé afin de permettre une compatibilité descendante et ascendante complète entre les logiciels courants et futurs qui utilisent des fichiers COMTRADE. Tout logiciel qui lit des données dans le fichier d'information doit être capable de reconnaître tout en-tête, entrée ou autres données définies ici de la section publique (Public Section) et de prendre toute action en réponse à ces données. Il y a l'exigence qu'un logiciel qui ne reconnaît pas certaines données ne doit modifier ces données d'aucune façon.

Le format de fichier est semblable à celui du fichier Windows™ «.INI » [16]. 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.

A_1 \cdot \cdot \cdot \cdot A_k	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\}$	<p>Analog channel data values in 2 bytes continued until data for all analog channels is displayed. Non-critical, integer binary two's complement the format, minimum length = 2 bytes, maximum length = 2 bytes, minimum value = 8001, maximum value = 7FFF. Missing analog values shall be represented by placing the value 8000 in the field.</p>
S_1 \cdot \cdot \cdot \cdot S_m	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\}$	<p>Status channel data values in 2 bytes (16 bits) for each 16 or part of 16 status channels continued until data for all status channels is displayed. Non-critical, integer unsigned binary format, minimum length = 2 bytes, maximum length = 2 bytes, minimum value = 0000, maximum value = FFFF.</p> <p>No provision is made for tagging missing status data, and in such cases the bit may be set to 1 or to 0. However, to maintain the integrity of the word and the file, a 0 or 1 shall be stored for that bit.</p>

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

EXAMPLE: For a set of 6 status inputs as shown for the ASCII data file in 6.4 (0,0,0,0,1,1),

- write these status inputs as a binary number (110000) recognizing that the channels are listed with the least significant 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).

6.6 Example of binary data sample

Figure 2 shows an example 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 figure 1.

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

IEC 382/01

Figure 2 – Example of data sample in binary format

7 Information files

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 which 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 capable of recognizing any public section header, entry, or other data here defined and take any action in response to that data. There is a requirement that programs not recognizing certain data shall not alter that data in any way.

The file format is similar to the Windows™ “.INI” [16] 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.

Certaines sections dans le fichier d'information 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'information .INF.

7.1 Contenu

Le fichier d'informations est un fichier de 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'information 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 logiciel d'ordinateur.

7.2 Noms des fichiers d'informations

Les noms des fichiers d'informations portent l'extension « INF » de façon à les distinguer des fichiers d'en-tête, de configuration et de données du même ensemble. Cela servira également à 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.

7.3 Structure de fichiers d'informations

Les fichiers d'informations sont divisés en sections séparées. Chaque section contient une ligne d'en-tête suivie d'un nombre de lignes de données du même ensemble de fichiers. 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 échantillonnage 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

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 shall be stored in the appropriate file even if duplicated in the .INF information file.

7.1 Content

The information file is an ASCII text file which is in a computer-readable specified format. The file contains information readable by the general user, and information that is specific to a given class of user that may be unreadable to the general user. These two types of information are classed as public and private, 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 pre-defined 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.

7.2 Information file filenames

Information file names carry 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 header, configuration, and data files with which it is associated.

7.3 Information file structure

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 must be at least one section per file. No data may reside outside of a section. Each section is identified by a unique section header line. All data belongs 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 the number of analog channels in the record)
 - 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 Status 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

7.3.1 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 la présente norme. Chaque révision de la norme mettra à jour les variables de la section publique et incorporera des sections privées ouvertement distribuées en utilisation à ce moment.

7.3.2 Sections privées

Les sections privées contiennent des informations spécifiques au fournisseur utilisables uniquement avec un logiciel ou matériel spécifique du fournisseur, ou dans un format utilisé par ce seul fournisseur. Les sections privées multiples sont admises pour chaque fournisseur, et le même fichier d'informations peut contenir des sections privées appartenant à plusieurs fournisseurs. On prévoit que les constructeurs vont générer des sections privées pour des fins particulières. Si deux ou plusieurs constructeurs utilisent des sections privées similaires, une forme commune de la section privée pourrait être adoptée comme section publique dans les mises à jours futures de cette norme.

7.4 Caractéristiques des fichiers

Les fichiers d'information respectent le format ASCII comme décrit en 2.1.2, avec les limitations suivantes:

- aucune ligne ne doit commencer avec un caractère espace;
- les fichiers ne doivent comprendre aucun repère de fin de fichier (EOF) ajouté par l'utilisateur, tel que «1A» HEX;
- la taille des fichiers est limitée à 64 K.

7.5 En-têtes de section

7.5.1 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. Chaque ligne est terminée par <CR/LF>. Il faut que le nom d'une section commence par une lettre; un chiffre 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 de compagnies ou organisations propriétaires ou marques comportant plus d'un mot doivent être reliés en supprimant les espaces entre les mots.

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

7.3.1 Public sections

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

7.3.2 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 may be approved for use as public sections in future revisions of this standard.

7.4 File characteristics

Information files shall be in ASCII format as defined in 2.1.2, with the following additional limitation:

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

7.5 Section headings

7.5.1 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 may reside on the same line as the section name. The line is terminated with a <CR/LF>. The section name must start with a letter character. Numbers or symbols cannot be the first character of a section name. The section name shall 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 trade marks comprising more than one word shall be concatenated by deleting the space between the words.

Les en-têtes de sections après la première en-tête de section doivent être séparés des lignes de données ou d'en-têtes de sections précédentes par une ligne vide.

Le nom doit être compréhensible par un ingénieur de réseaux ayant des connaissances informatiques limitées.

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

Exemple (acceptable):

[Public File_Description]<CR/LF>

Exemples (inacceptables):

[Public DataSource]<CR/LF>
[DataSource Public]<CR/LF>

(Espace au début)
(Doit commencer avec le mot Public)

7.5.3 Exemples concernant les noms des sections privées

Exemples (acceptables):

[Company1 Input_Ranges]<CR/LF>
[Company2 IsolatorType]<CR/LF>

Exemples (inacceptables):

[Company Name Input Ranges]<CR/LF>
[12]<CR/LF>
{Bad Section}<CR/LF>
[Bad Section<CR/LF>
[Bad Section] Extra Data=Not Allowed <CR/LF>

(Les espaces ne sont pas autorisés dans l'identification du propriétaire)
(Commence par un nombre)
(Style de parenthèses incorrect)
(Un crochet manque)
(Texte supplémentaire sur la ligne d'entrée après le 2^e crochet)

7.6 Ligne de données

Une ligne de données 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 donnée». Le nom de donnée 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 donnée doit être compréhensible lorsqu'il est lu conjointement avec le nom de section. Le nom de donnée ne doit pas nécessairement être totalement descriptif. Le nom de donnée peut contenir n'importe quel caractère dont les valeurs ASCII sont comprises entre 32 et 127 (en décimal). Chaque ligne est terminée par <CR/LF>.

Exemples (acceptables):

[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>

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

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

7.5.2 Public section header naming examples

Examples (acceptable):

[Public File_Description]<CR/LF>

Examples (unacceptable):

[Public DataSource]<CR/LF>

(Leading space)

[DataSource Public]<CR/LF>

(Must begin with word "Public")

7.5.3 Private section header naming examples

Examples (acceptable):

[Company1 Input_Ranges]<CR/LF>

[Company2 IsolatorType]<CR/LF>

Examples (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)

7.6 Entry line

An entry line shall start with one word 3-32 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 32 and 127 decimal. The line is 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>

Exemples (inacceptables):

[Company3 Calibration] <CR/LF>	
cl33421thv1st=2044.5,-7,1,2046.2,5.3,1,2042.0,-0.4,-1<CR/LF>	(Le nom de la variable n'a pas de sens)
Ch 1= 2044.5, -7, 1<CR/LF>	(Espaces blancs)
[Company3 Device Type] <CR/LF>	(Pas d'espace entre la dernière entrée de la section précédente)

7.6.1 Lignes de commentaires

Une ligne de données qui commence avec un point-virgule (;) est considérée comme une ligne de commentaires. De telles lignes sont sautées par les algorithmes de lecture de fichiers et sont utilisées pour des commentaires ou pour la mise en commentaire de certaines données. Les lignes de commentaires peuvent être créées par les utilisateurs ou par un programme. Elles ne doivent pas être utilisées pour des explications ou de la documentation longues 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 informations correspondantes à 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 (acceptables):

```
[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>
```

Exemples (inacceptables):

:[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 impedance and not galvanically isolated.	64 channels, test points on the card are high <CR/LF>
	(Documentation excessive et mal placée)

7.6.2 Chaîne valeur

La chaîne valeur est définie comme tous les caractères dans une ligne de données entre le signe «égal» et la séquence de fin de ligne. Les chaînes valeurs peuvent contenir un ou plusieurs éléments de données. Les données multiples sont séparées par des virgules. Les valeurs numériques doivent commencer immédiatement après les délimiteurs «signe égal» ou «virgule» sans aucun espace précédent. Dans le cas des variables texte, un espace après les délimiteurs «signe égal» ou «virgule» fait partie de la variable. Pour des sections publiques, cette information est précisée dans la norme. Pour des sections privées, le type, le format des données et le nombre de variables par ligne d'entrée sont définis par l'utilisateur.

Examples (unacceptable):

[Company3 Calibration] <CR/LF>	
cl33421thvlst=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 last entry in previous section)

7.6.1 Comment lines

An entry line prefixed with a semi-colon (;) 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 whose heading has been commented out causes any un-commented 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>
```

Examples (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)

7.6.2 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. Numerical values shall begin immediately after the equals sign or comma delimiter with no leading space. Text strings which include a space after the equals sign or comma delimiter shall include the space as part of the value. For public sections, this information is specified in the standard. For private sections, the data type, format, and number of items per entry line are user defined.

7.7 Ajout, modification et suppression d'informations

Comme plusieurs programmes peuvent écrire, modifier et lire le fichier .INF indépendamment, des règles relatives à l'effacement et 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 l'information inapte pour l'application cible.

7.7.1 Suppression des informations

Un programme ne doit ni supprimer des sections privées qu'il n'a pas créées, ni modifier ou supprimer des données dans ces sections. Un programme ne doit supprimer ni des sections publiques, ni des données dans ces sections. Cependant, des données dans les sections publiques peuvent être modifiées ou des données peuvent être ajoutées.

7.7.2 Ajout d'informations

Un programme peut ajouter des données à une section publique. Un programme ne doit pas ajouter de données 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 de données.

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

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

7.9 Section publique d'enregistrement d'information

La section publique d'enregistrement de données définit une variable de texte qui décrit le logiciel qui a créé le fichier et l'événement COMTRADE associé et qui indique le nombre de sections publiques d'information sur l'événement comprises dans le fichier d'information.

[Public Record_Information] <CR/LF> (En-tête de section, doit inclure parenthèses)
 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>

7.9.1 Définition de l'en-tête de section

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

[Public Record_Information] <CR/LF>

7.7 Adding, modifying and deleting information

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 may render the information file unfit for the intended application.

7.7.1 Deleting information

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

7.7.2 Adding information

Any program may add entries to a public section. A program shall not 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.

7.8 Public section header and entry line definitions

This standard specifies certain 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 equals 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 common accepted use at the time of the revision.

7.9 Public record information section

The public data section defines a text string that describes the software which wrote the file, the COMTRADE event and indicates the number of public event information sections included in the information file.

[Public Record_Information] <CR/LF>	(Section heading, must 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>	

7.9.1 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>

7.9.2 Définition des lignes d'entrée de la section publique d'information

Les lignes d'entrée et les variables d'entrée suivantes sont publiquement définies:

Source=Value<CR/LF>

Une ligne d'entrée optionnelle met à disposition un endroit pour la description, 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. Des entrées multiples sont séparées par des virgules. Cette variable de texte contient le niveau de révision et le nom du logiciel.

Record Information=Value1,Value2,Value 3,...<CR/LF>

Une ligne optionnelle d'entrée met à disposition un endroit pour la description, lisible par l'ordinateur, du texte de l'événement. La valeur est une chaîne de caractères alphanumérique comportant des caractères ASCII imprimables et des espaces. Des entrées multiples sont séparées par des virgules, pour lesquelles les valeurs suivantes sont publiquement définies:

Value1: Fault, Unknown, Misoperation, Close, Trip, Reclose, Power Swing, 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 variable de texte qui définit un équipement ou une partie unique d'un équipement, par exemple: Transmission Line, Transformer

Location=Value1,Value2<CR/LF>

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

Value1: un nombre réel représentant la distance du défaut dans les unités suivantes.

Value2: miles, 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 soit les valeurs primaire ou secondaire comme spécifié par la variable P/S 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 sont soit le maximum possible de la gamme, soit les valeurs physiques limites. «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 le facteur d'échelle de la voie concernée (ax+b) (voir 5.3.3).

EventNoteCount=Value<CR/LF>

Une ligne d'entrée pour le nombre de sections publiques d'information d'événement dans le fichier .INF est uniquement nécessaire si des sections d'information d'événement sont incluses.

7.9.2 Public record information entry line definition

The following entry lines and entry value variables are publicly defined:

Source=Value<CR/LF>

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

Record Information=Value1,Value2,Value 3,....<CR/LF>

An optional entry line provides a place for machine-readable text description of the event. The value is an alphanumeric string with printable ASCII characters and white space; multiple entries 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, CB, ABCG, AB, BC, CA, ABC, or any similar series of phase identifiers such as 12N, RS etc.

Value3: Any other text string not being a variation of one of the above which 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 this is known. The following entries are publicly defined:

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

Value2: miles, kilometres, 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 minimal and maximal values of voltage and current for the record as a whole.

The values are either primary or secondary values as specified by the P/S 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 5.3.3.

EventNoteCount=Value<CR/LF>

An entry line for the number of public event information sections in the .INF file is required only if event information sections are included.

La valeur est un entier égal à l'information totale d'événement public dans le fichier d'information. 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'information d'événement à lire.

7.10 Définitions de la section publique d'information d'événement

La 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.

7.10.1 Définition de l'en-tête de section

[Public Event_Information_#n]<CR/LF>

L'en-tête de cette section est «Public Event_Information_#n» avec le nombre 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].

7.10.2 Définition des lignes d'entrée de la section publique d'information 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:

Là où la variable «sample_number» apparaît dans une des entrées suivantes, «value» ou «value1» est le numéro d'échantillon du fichier COMTRADE auquel l'information fait référence. Sample_number est le nombre entier ASCII qui est enregistré dans un fichier de données ASCII; les nombres 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 à laquelle l'information fait référence.

max_value et 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 soit des valeurs primaires soit des valeurs secondaires comme spécifié par la variable P/S dans la définition de la voie 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.

La valeur est un nombre réel représentant la valeur primaire pour la valeur d'échantillon maximale trouvée dans le fichier de données après la conversion par les coefficients de mise à l'échelle appropriés de la voie $ax+b$.

The 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.

7.10 Public event information definitions

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

7.10.1 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 with 1, consecutive, and limited to the value of EventNoteCount in the [Public Record Information] section.

7.10.2 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 which is 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 minimal and maximal 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 P/S 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.

The value is a real number representing the primary value for the highest value to be found in the data file after conversion by the appropriate channel scaling factors $ax+b$.

max_sample_number et min_sample_number:

Lignes d'entrée pour le numéro d'échantillon qui présente la valeur maximale ou minimale enregistrée.

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. Il commence à 1 et est limité à 99 (deux caractères). Value1 est le numéro de l'échantillon comme décrit ci-dessus; value2 est une variable alphanumérique quelconque qui peut comporter des caractères ASCII imprimables et des espaces blancs. Des retours forcés (CR et/ou LF) sont considérées comme des caractères de terminaison et ne sont pas permis dans le corps de la variable.

7.11 Section publique de description du fichier

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 toujours être fourni même si l'information sur la configuration est dupliquée dans le fichier optionnel .INF. Cette duplication optionnelle de données permet aux utilisateurs qui utilisent le fichier d'information .INF d'accéder aux données contenues dans le fichier .CFG sans ouvrir ce fichier.

7.11.1 Définition de l'en-tête de section

[Public File_Description]

L'en-tête de cette section est la chaîne de caractères «Public File_Description» (aucun caractère d'espace intermédiaire n'est autorisé). Seule une section publique de description du fichier est admise par enregistrement. Les lignes d'entrée dupliquent les lignes d'entrée 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 équivalente à chaque ligne dans le fichier .CFG, à l'exception des lignes de définition des voies d'état et des voies analogiques. Les entrées pour «Value» doivent suivre les règles pour les données équivalentes en respectant les règles établies à l'article 5.

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

Station_Name=Value<CR/LF>
 Recording_Device_ID=Value<CR/LF>
 Revision_Year=Value<CR/LF>
 Total_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Analog_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Status_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Line_Frequency=Value<CR/LF>
 Sample_Rate_Count=Value<CR/LF>
 Sample_Rate_#1=Value<CR/LF>
 End_Sample_Rate_#1=Value<CR/LF>
 .
 .
 .
 Sample_Rate_#n=Value<CR/LF>
 End_Sample_Rate_#n=Value<CR/LF>
 File_Start_Time=Value<CR/LF>
 Trigger_Time=Value<CR/LF>
 File_Type=Value<CR/LF>
 Time_Multiplier=Value<CR/LF>

max_sample_number and min_sample_number:

Entry lines for the sample number at which the minimum or maximum recorded value occur.

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 (two characters); Value1 is the sample number as described above; Value2 is any alphanumeric string with printable ASCII characters and white space. Hard returns (CR and/or LF) are considered terminating characters and are not allowed within the body of the string.

7.11 Public file description section

This public data section defines information which describes the record as a whole, equivalent to data stored in the .CFG configuration file. The .CFG file is mandatory and the .CFG file containing the appropriate information shall always 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.

7.11.1 Section heading definition

[Public File_Description]

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 entry lines of the .CFG file which define the record as a whole; channel specific definitions are contained in separate sections. If used, this section shall contain an entry line equivalent to each line in the .CFG file except for analog and status channel definition lines. The entries for "Value" shall follow the rules for the equivalent data as specified in clause 5.

7.11.2 Public file description entry line definition

Station_Name=Value<CR/LF>
 Recording_Device_ID=Value<CR/LF>
 Revision_Year=Value<CR/LF>
 Total_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Analog_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Status_Channel_Count=Value<CR/LF>
 Line_Frequency=Value<CR/LF>
 Sample_Rate_Count=Value<CR/LF>
 Sample_Rate_#1=Value<CR/LF>
 End_Sample_Rate_#1=Value<CR/LF>
 .
 .
 .
 Sample_Rate_#n=Value<CR/LF>
 End_Sample_Rate_#n=Value<CR/LF>
 File_Start_Time=Value<CR/LF>
 Trigger_Time=Value<CR/LF>
 File_Type=Value<CR/LF>
 Time_Multiplier=Value<CR/LF>

7.12 Section publique relative aux voies analogiques

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

7.12.1 Définition de l'en-tête de section

[Public Analog_Channel_#n]

L'en-tête de cette section est la chaîne de caractères «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 équivalente à chaque ligne concernant cette voie analogique dans le fichier .CFG. Les entrées pour «Value» doivent suivre les règles pour les données équivalentes en respectant les règles établies à l'article 5.

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

Channel_ID=Value<CR/LF>
Phase_ID=Value<CR/LF>
Monitored_Component=Value<CR/LF>
Channel_Units=Value<CR/LF>
Channel_Multiplier=Value<CR/LF>
Channel_Offset=Value<CR/LF>
Channel_Skew=Value<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=Value<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=Value<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary=Value<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=Value<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=Value<CR/LF>

7.13 Section publique relative aux voies d'état

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

7.12 Public analog channel section

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 always be supplied even if the information is duplicated in the optional .INF file. This optional duplication of data permits users who use the .INF information file access to the data contained in the .CFG file without opening the .CFG file.

7.12.1 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 deal with 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 5.

7.12.2 Public analog channel entry line definition

Channel_ID=Value<CR/LF>
Phase_ID=Value<CR/LF>
Monitored_Component=Value<CR/LF>
Channel_Units=Value<CR/LF>
Channel_Multiplier=Value<CR/LF>
Channel_Offset=Value<CR/LF>
Channel_Skew=Value<CR/LF>
Range_Minimum_Limit_Value=Value<CR/LF>
Range_Maximum_Limit_Value=Value<CR/LF>
Channel_Ratio_Primary=Value<CR/LF>
Channel_Ratio_Secondary=Value<CR/LF>
Data_Primary_Secondary=Value<CR/LF>

7.13 Public status channel section

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 always be supplied even if the 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.

7.13.1 Définition de l'en-tête de section

[Public Status_Channel_#n]

L'en-tête de section est la chaîne de caractères «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. 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 équivalente à chaque ligne concernant cette voie d'état dans le fichier .CFG. Les entrées pour «Value» doivent suivre les règles pour les données équivalentes en respectant les règles établies à l'article 5.

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

Channel_ID=Value<CR/LF>
Phase_ID=Value<CR/LF>
Monitored_Component=Value<CR/LF>
Normal_State=Value<CR/LF>

7.14 Exemple pour un fichier .INF

[Public Record_Information]<CR/LF>
Source=COMwriter, V1.1<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG,, 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=2000<CR/LF>

7.13.1 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 5.

7.13.2 Public status channel entry line definition

Channel_ID=Value<CR/LF>
Phase_ID=Value<CR/LF>
Monitored_Component=Value<CR/LF>
Normal_State=Value<CR/LF>

7.14 Sample .INF file

[Public Record_Information]<CR/LF>
Source=COMwriter, V1.1<CR/LF>
Record_Information=Fault, AG,, 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=2000<CR/LF>

Annexe A (informative)

Sources de données et support d'échange sur les transitoires

Il existe plusieurs sources possibles de données sur les transitoires qui pourraient être converties à la norme COMTRADE pour l'échange de données. Quelques exemples sont indiqués ci-dessous.

A.1 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 en les convertissant en valeurs numériques. Les enregistreurs de contrôle comportent généralement 16 à 128 voies analogiques et un nombre comparable d'entrées (état des contacts) pour les événements. Les fréquences d'échantillonnage, la résolution de la conversion analogique en numérique, le format d'enregistrement et d'autres paramètres n'ont pas été standardisés.

A.2 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. Un enregistreur classique contrôle 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.3 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.4 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 sur les transitoires 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.

Annex A (informative)

Sources and exchange medium for transient data

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

A.1 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 16–128 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.2 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.3 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.4 Transient simulation programs

Unlike the above devices that record actual power system events, transient simulation programs produce transient 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.

Bien qu'à l'origine ces programmes aient été mis au point pour l'évaluation de transitoires de surtension 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.5 Simulateurs analogiques

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.

A.6 Support d'échange des données

A.6.1 Introduction

Les sociétés productrices d'électricité enregistrent des données sur les défauts pour une analyse *a posteriori* dans le but d'établir le lieu et la nature 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 numérisées pour stockage dans des fichiers informatiques. Récemment, des ordinateurs de bureau 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 faut-il que le destinataire d'une bande magnétique possède 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.6.2 Support préconisé

Actuellement, la plupart des ordinateurs utilisés sont des ordinateurs individuels équipés de lecteurs de disquettes. Les disquettes 3,5" double face, double densité, d'une capacité de 1,44 Moctets, représentent le support préféré pour le transfert de fichiers. Dans une enveloppe protectrice, de telles disquettes peuvent facilement être envoyées par courrier. Étant donné leur utilisation universelle et la facilité avec laquelle on peut les poster, il est préconisé d'utiliser des disquettes 3,5", d'une capacité de 1,44 Moctets, pour l'échange de données sur les défauts. Toutefois, pour les échanges particuliers, tout autre support réciproquement acceptable peut être envisagé.

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.5 Analog simulators

Analog simulators model power system operations and transient phenomena, with scaled values of resistance, inductance, and capacitance, operating at greatly reduced values of voltage and current. The components are usually organized with similar line segments that can be connected together to form longer lines. The frequency response of the analog simulator is primarily 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 can be converted to digital records with appropriate filtering and sampling.

A.6 Data exchange medium

A.6.1 Introduction

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 is 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 easy to transport magnetic tapes that are used with main-frame 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 has to have a computer system compatible with the system on which the tape was prepared. It is easier to transport cassettes than to transport magnetic tapes. However, transferring data to and from cassettes is a slow process.

A.6.2 Recommended medium

The most commonly used computer systems today are personal computers equipped with floppy disk drives. The double-sided, high-density 1,44 Mbyte 3,5 inch floppy diskettes are the most popular form of file transfer. They can be placed easily in padded envelopes and sent by mail from one location to another. Because of the widespread use and the convenience with which they can be sent to another location by mail, it is recommended that 1,44 Mbyte 3,5 inch floppy diskettes be used for exchanging fault data. However, individuals exchanging data may use other mutually acceptable media.

Annexe B (informative)

Fréquences d'échantillonnage et d'échange de données

B.1 Introduction

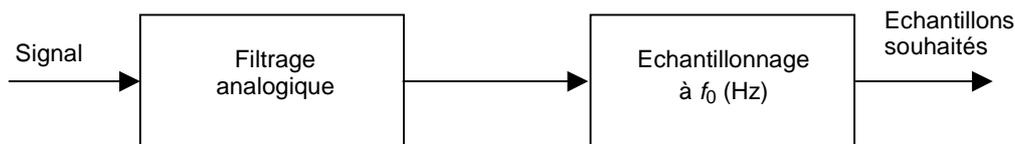
La présente annexe traite de la question de la fréquence d'échantillonnage, des filtres et des conversions des fréquences d'échantillonnage dans le contexte de l'échange de données sur les transitoires, notamment dans le cas où les données sont captées à une fréquence d'échantillonnage élevée, mais où 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 ème échantillon **n'est pas** une façon acceptable d'effectuer la conversion. La présente annexe 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. Concrètement, 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 originale de 960 Hz du signal (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 à la fréquence 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.



IEC 383/01

Figure B.1 – Traitement typique du signal

Annex B (informative)

Data exchange sampling rates

B.1 Introduction

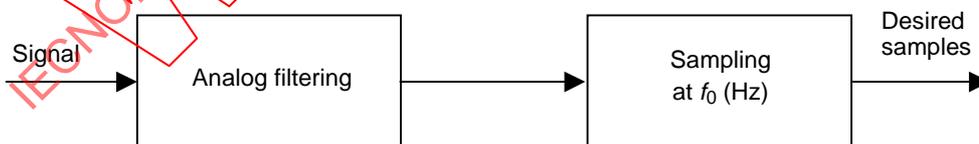
This annex is concerned with issues of sampling rates, filters, and sample rate conversions for transient data being exchanged, especially where data is captured at a high sample rate but where a lower sample rate is required by the device or software using the data. The simple expedient of dropping every n^{th} sample is **not** the correct way of making the conversion. This annex 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 for test cases, i.e. 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 cut-off frequency of 120 Hz to avoid aliasing. It is a straightforward matter to convert these samples to samples at higher sampling frequencies, but the effect of the anti-aliasing filter cannot be removed. In other words, 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, if necessary) at as high an accuracy and sampling rate as possible in a given installation. However, specific choices of sampling rates (see sampling rate 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 as shown in figure B.1.



IEC 383/01

Figure B.1 – Typical signal processing

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

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

où f_{LCM} représente 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.

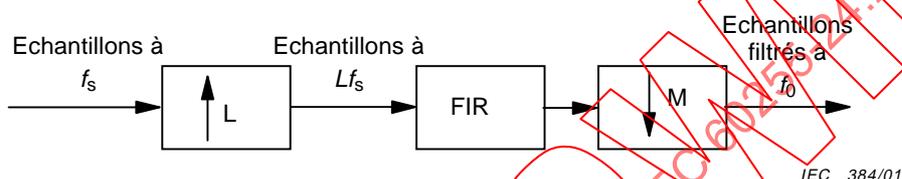


Figure B.2 – Solution DSP

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 oeuvre 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 donnée 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 [3]; l'annexe D contient un programme qui met en oeuvre 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 oeuvre de la figure B.2 qui représente une alternative au programme de la référence [3]. 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.

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} represents the least common multiple.

The solution is shown in figure B.2.

The box labelled 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 Lf_s (Hz). Equation (B.1) is the key to the solution, and it limits sampling rates to some extent.

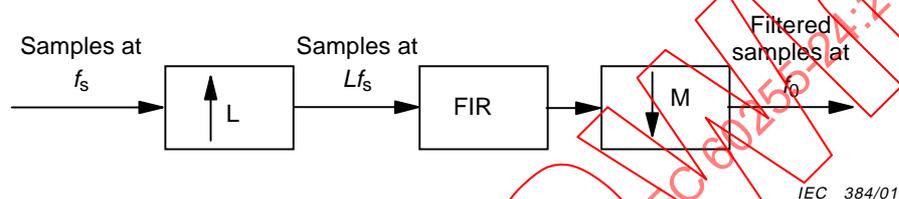


Figure B.2 – DSP solution

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, to provide a FIR description of the desired analog filter, and to 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 [3] 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 pre-fault data shall be included in standard cases. Artificial pre-fault data can be supplied if the response 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 [3]. 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.

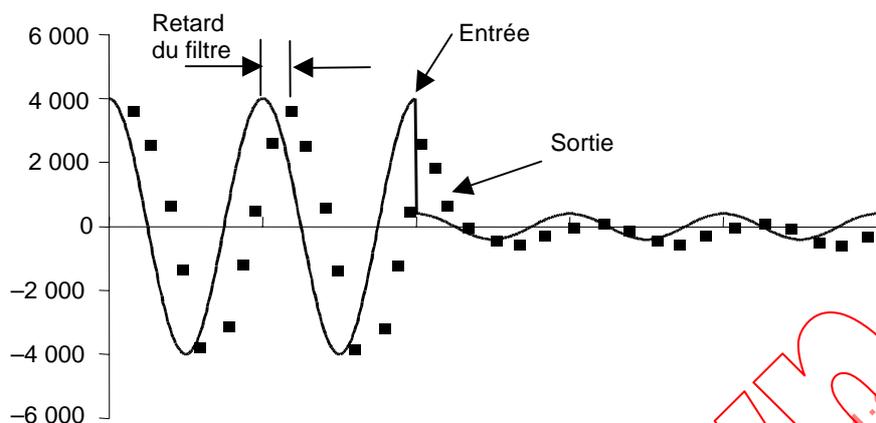


Figure B.3 – Exemple de conversion de la fréquence d'échantillonnage

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

Échantillons/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 $f_{LCM} = 3 200 \times f_{base}$ échantillons/cycle

Échantillons/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
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.

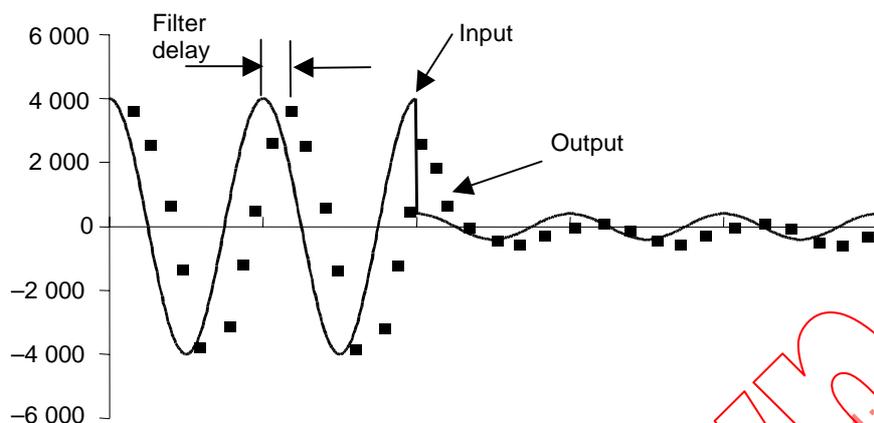


Figure B.3 – Example of sample rate conversion

Table B.1 – Frequencies corresponding to $f_{LCM} = 384 \times f_{base}$ 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 $f_{LCM} = 3 200 \times f_{base}$ 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 artefacts of the technique of sampling rate conversion and data sharing. It is not intended that the high sampling rates be used to capture travelling wave phenomena. It is expected that the lower frequencies in tables B.1 and B.2 will be the norm.

Spécifier un seul f_{LCM} constituerait une simplification supplémentaire. La simplification résiderait dans le fait que l'utilisateur devrait 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 du groupe de travail 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

Les propos précédents sont basés 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

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

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

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

On rencontre un problème plus difficile lorsque le traitement numérique comporte une décimation, c'est-à-dire que certains de ces 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

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

Il existe un programme [3] qui permet 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, l'interpolation devrait alors réussir. Le filtrage numérique (moyen) fourni par l'équation (B.2) peut être acceptable en réalité et, dans les applications où le temps est critique, il serait la seule technique praticable. 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.

A further simplification would result if a single f_{LCM} were specified. The simplification would be that the user would only 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 the sampling rates known to the working group 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 these two tables 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 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 a straightforward matter 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 $y(n)$, then

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

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

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

Reference [3] 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) may in fact be acceptable; and, in time-critical applications, may 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.

Annexe C (informative)

Fichier d'échantillons

La présente annexe inclut des copies des fichiers d'échantillons: le fichier en-tête, le fichier configuration, le fichier de données et le fichier d'informations enregistrés au poste de la société productrice d'électricité. Les fichiers sont convertis en format ASCII COMTRADE. 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 avec un fichier de configuration donné. Le fichier de configuration montré ici précise que le fichier des données associées 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».

SAMPLE.HDR

Les tensions et intensités 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 transmission 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 courants 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 26,687500 s.

Six cycles de données précédant le transitoire et huit cycles de données suivant le transitoire sont contenus dans le fichier. Au total, 14 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.

L'oblique 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.

Annex C (informative)

Sample file

This annex includes copies of the files associated with an COMTRADE event such as might be recorded at a utility substation: the header, the configuration, 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 numerical 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 was specified, the line of the configuration file which, in the example, reads "ASCII" would read "binary".

SAMPLE.HDR

Currents and voltages and digital outputs in this file were sampled from the Condie terminal of the 230 kV transmission line number 907, from Condie to Popular River. 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 are, therefore, 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 14 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 cut-off 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 is as defined in the configuration file.

SAMPLE.CFG

Condie,518,1997 <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,S <CR/LF>
5,Popular Ib,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,S <CR/LF>
6,Popular Ic,,,A,11.5093049423,0.0000000000,0,-2048,2047,1200,5,S <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>
11/07/1995,17:38:26.663700 <CR/LF>
11/07/1995,17:38:26.687500 <CR/LF>
ASCII <CR/LF>
1

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>